

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**СЕРЕДА ОЛЬГА ГРИГОРІВНА**

УДК 664.681.2

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО  
НАПІВФАБРИКАТУ З ВИКОРИСТАННЯМ БІЛКОВОЇ СИРОВИНИ ТА  
ЦУКРОЗАМІННИКІВ**

Спеціальність 181 - Харчові технології  
Галузь знань 18 – Виробництво та технології

**Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії**

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



Ольга СЕРЕДА

підпис

Ініціали та прізвище дисертант

**Науковий керівник**  
Оксана МЕЛЬНИК,  
кандидат технічних наук, доцент

Суми – 2025

## АНОТАЦІЯ

**Середа О.Г. «Удосконалення технології збивного бісквітного напівфабрикату з використанням білкової сировини та цукрозамінників» - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії галузі знань 18 – «Виробництво та технології» за спеціальністю 181 – «Харчові технології». Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2025 рік.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та удосконаленню збивного бісквітного напівфабрикату типу бісквіт з використанням білкової сировини та цукрозамінників.

Розширення асортименту борошняних кондитерських виробів типу бісквіт зокрема з використанням білкової сировини та цукрозамінників є перспективним напрямком розвитку технологій кондитерських виробів функціонального призначення. В умовах стрімкого розвитку хвороб цивілізації на особливу увагу заслуговує використання білкової сировини та цукрозамінників у виробництві кондитерських виробів, які сприяють формуванню нових властивостей тістового напівфабрикату та надають збивним бісквітним виробам функціонального призначення. Результати аналізу показали, що в літературних джерелах відсутні узагальнені дані щодо використання такої композиції сировинних компонентів для збивних бісквітних напівфабрикатів, тому дослідження використання борошна із цвіркунів та цукрозамінників, розробка рецептур та обґрунтування параметрів технологічного процесу, встановлення впливу на властивості напівфабрикатів тіста та готових виробів є актуальним. Це дозволить значно розширити асортимент борошняних кондитерських виробів функціонального призначення з бажаними структуро-механічними, органолептичними та фізико-хімічними показниками для споживачів, які мають преддіабетичний стан або хворіють на цукровий діабет та ожиріння; споживачів, які мають генетичні та набуті захворювання; тих, які проживають в складних екологічних умовах, які мають дефіцит білку в організмі; для людей похилого віку. Використання борошна із цвіркунів, яке містить в своєму

складі білків 70,53г/100г сухої речовини, дозволить підвищити харчову та біологічну цінність готових напівфабрикатів надати їм нових властивостей.

На підставі аналітичного огляду літератури було спроектовані моделі систем виробництва збивних бісквітних напівфабрикатів. Доведено, що борошно із цвіркунів за органолептичними та фізико-хімічними показниками і хімічним складом значно відрізняється від пшеничного борошна. За даними досліджень білково-протеїназного комплексу, встановлено, що борошно із цвіркунів містить такі незамінні амінокислоти, як треонін (2,67%), метіонін (1,06%), лізин (3,44%), лейцин (5,11%) та валін (3,08%), вміст яких перевищує кількість відповідних амінокислот у пшеничну борошні на 50,0%. Мікробіологічні показники борошна із цвіркунів показали, що воно відповідає санітарно-епідемічним вимогам безпеки, що діють на території України, тому може використовуватись у рецептурах збивних бісквітних напівфабрикатів.

Науково обґрунтовано та експериментально досліджено, що при додаванні борошна із цвіркунів від 5,0...15,0% до маси борошна відповідно, тривалість замішування тіста збільшується на 1 хвилину у порівнянні із контрольним зразком, а при заміні цукру на суміш еритролу та фруктози (65:35) тривалість замішування яєчно-цукрової маси збільшується на 5-7 хвилин. За структурно-механічними властивостями тістового напівфабрикату було встановлено, що вологість тіста при додаванні борошна із цвіркунів зменшується на 2,0-2,5% у порівнянні із контрольним зразком, це пов'язане із тим, що борошно із цвіркунів має високий вміст білку, який впливає на водопоглинальну та вологоутримувачу здатність тіста; рН тіста зменшується із збільшенням дозування борошна із цвіркунів, об'єм тіста та його пористість зменшуються. В свою чергу, структурно-механічні властивості тістового напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та суміші еритролу та фруктози показали, що густина тіста зменшилась на 8,0%, щільність на 7,33% у порівнянні із контрольним зразком. Проте при визначенні впливу сировини на параметри ефективної в'язкості було встановлено, що внесення борошна із цвіркунів у кількості від 5,0...15,0% та використання цукрозамінників суттєво не впливає на реологічні властивості тіста.

На основі проведених експериментальних та виробничих випробувань розроблено рецептуру збивних бісквітних напівфабрикатів з додаванням борошна із цвіркунів та суміші цукрозамінників – еритролу та фруктози та запропоновано технологічний режим їх виготовлення. Визначено основні органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні властивості нової продукції та показники їх безпечності. Встановлено, що харчова цінність нової продукції за вмістом білків збільшилась на 62,03%, вміст жиру збільшився на 1,87%, вміст вуглеводів зменшився на 49,4% глікемічний індекс зменшився на 50,0%. у порівнянні із контрольним зразком. За результатами досліджень, було визначено, що перетравлюваність білкових речовин розробленого виробу більша на 3,22% у порівнянні із контрольним зразком.

За результатами розрахунків очікуваної економічної ефективності від реалізації збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий» та збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений» вартість їх відповідно становить 222,94 грн та 403,38 грн за 1 кг. Проте термін окупності даного інноваційного виробу становить менше року, що сприятиме підвищеною конкурентоспроможності на ринку послуг і забезпечить ЗРГ великий дохід та прибуток в цілому.

За результатами досліджень було розроблено та затверджено Технічні умови на борошно із цвіркунів (ТУ У 10.8-45204873-001:2023), проекти Технічних умов на Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат (ТУ У 10.7-04718013-001:2023) та Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів (ТУ У 10.7-04718013-002:2024).

Запропоновані технологічні рішення підтверджено патентом України на корисну модель. Здійснено апробацію технології розроблених збивних бісквітних напівфабрикатів у виробничих умовах в закладі ресторанного господарства кафе-піцерія «Портофіно» м. Сум (акт від 01.05.2024р.) та у навчальному процесі СНАУ (акт від 24.09.2024р.).

**Ключові слова:** борошняні кондитерські вироби, збивний бісквітний напівфабрикат, бісквіт, білки, амінокислоти, борошно, кондитерські вироби,

рослинна сировина, цукровий діабет, цукрозамінники, легкозасвоюванні вуглеводи, еритрол, фруктоза, перетравлюваність, технологія, харчова цінність, біологічна цінність, глікемічний індекс

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Sereda O., Melnyk O., Marenkova T., Koshel O., Bokovets S. (2024) The rheological characteristics of the dough for a semi-finished biscuit with the addition of crickets flour. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. <https://doi.org/10.5219/1967>
2. Середа О. Мельник О. (2022). Новий вид функціональної сировини з підвищеним вмістом білку для бісквітних виробів. *Технічні науки та технології*, № 2(28), 102–110 с. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-2\(28\)-102-110](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-2(28)-102-110)
3. Середа О. Мельник О Органолептичний аналіз бісквіта круглого з додаванням білкововмісної сировини./ Середа, О., Мельник, О// *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*, 2023, 6 (1). - 125–139 с. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.1.2023.278476>
4. Sereda, O.&Melnyk O. (2023). Термогравіметричне дослідження форм зв'язків вологи у збивному борошняному напівфабрикаті з додаванням борошна із цвіркунів. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 23 (2), 20-25с. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2708>
5. Середа О., Мельник О. (2023). Дослідження фізико-хімічних характеристик збивного борошняного напівфабрикату з борошном із цвіркунів *Технічні науки та технології*, № 4(34). С. 182-187 [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-4\(34\)-182-187](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-4(34)-182-187)
6. Sereda O. Microbiological indicator of cricket flour / Sereda O., Melnyk O.// *The scientific heritage (Budapest, Hungary)* No 131 (2024) P. 56-59
7. Середа О., Мельник О. (2024). Дослідження характеристик збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників під час зберігання. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 343(6.1), 268-272. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-40>

## Тези доповідей та матеріали конференції

1. Середа О.Г., Мельник О.Ю. Борошняні кондитерські вироби в закладах ресторанного господарства збагачені білковими компонентам. Матеріали V Міжнародної наукової-практичної конференції «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» (14 вересня 2021 р.) та VIII Міжнародної наукової-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» (15 вересня 2021р.) – К.: НУХТ, 2021- с. 109

2. Середа О. Г. Мельник О. Ю. Борошно із цвіркунів – альтернативна сировина для виробництва продуктів харчування. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. SPC —Sci-conf.com.ua. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 252-255. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modernresearch-in-world-science-7-9-08-2022-lviv-ukrayina-arhiv>

3. Середа О.Г., Мельник О.Ю. «Борошно із цвіркунів як новий вид екопродукту» Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів [Електронний ресурс] : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (16 черв. 2022 р.). Житомир : Поліський нац. ун-т, 2022- с. 84

4. Сенсорний аналіз інноваційного збивного борошняного напівфабрикату / Середа О.Г., Мельник О.Ю // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 30 січня-24 лютого 2023 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. – 245 с.

5. Середа О.Г. Мельник О.Ю. Борошно із цвіркунів як альтернативна сировина з підвищеним вмістом білку. / О.Г. Середа, О.Ю. Мельник // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні" - НУХТ 2023 - 138с

6. Середа О.Г. Мельник О.Ю. Збивний бісквітний напівфабрикат з додаванням борошна із цвіркунів як інноваційний виріб в закладах ресторанного господарства / О.Г. Середа, О.Ю. Мельник // Матеріали XIII Всеукраїнської

науково-практичної конференції з міжнародною участю «Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі», присвяченої 140-річчю НУХТ, 21 травня 2024 р.- НУХТ 2024 - 268с

7. Серeda О.Г. Мельник О.Ю. Використання цукрозамінників у виробництві бісквітного напівфабрикату з борошном із цвіркунів Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.), Суми, СНАУ, 2024. – 728 с.

8. Серeda О.Г. Мельник О.Ю. Динаміка якості випеченого збивного борошняного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників під час зберігання. Матеріали VIII Міжнародної наукової-практичної конференції «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» (17 вересня 2024 р.) та XI Міжнародної наукової-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» (18 вересня 2024р.) – К.: НУХТ, 2024- с. 174

#### Патент

1. Серeda О. Г., Мельник О. Ю., Маренкова Т. І., Кравченко С. І., Роженко А. С. Спосіб отримання бісквітного напівфабрикату збагаченого білковим компонентом: патент на корисну модель 155859. Україна: МПК А21D 13/00 А21D 13/06 А21D 2/34, № и 2023 02880; заявл. 14.06.2023.; опубл. 17.04.2024р., Бюл №16. (Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).

#### ANNOTATION

**Sereda Olha "Improving the technology of whipped biscuit semi-finished products using protein raw materials and sugar substitutes" - Qualification scientific work with the right of the manuscript.**

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 18 - "Production and technologies" in the specialty 181 - "Food technologies". Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2025.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and improvement of the whipped biscuit semi-finished product of the biscuit type using protein raw materials and sugar substitutes.

A promising direction in the development of functional confectionery technologies is the expansion of the range of biscuit-type flour confectionery products, in particular with the use of protein-containing raw materials and sugar substitutes. In the conditions of the rapid development of diseases of civilization, the use of protein-containing raw materials and sugar substitutes in the production of confectionery products contributed to the formation of new properties of dough semi-finished products. It gave whipped biscuit products a functional character. Purpose deserves special attention. The results of the analysis showed that in the literature there is no generalized data on the use of such a composition of raw components for whipped biscuit semi-finished products, therefore, research on the use of flour from crickets and sugar substitutes, the development of recipes and justification of technological process parameters, establishing the effect on the properties of semi-finished products from the dough and ready-made products This will make it possible to significantly expand the range of functional flour confectionery products with desirable structural-mechanical, organoleptic and physicochemical indicators for consumers who have a pre-diabetic condition or suffer from diabetes and obesity; consumers who have genetic and acquired diseases; those who live in difficult environmental conditions, who have a protein deficiency in the body; for the elderly. Using flour from crickets, which contains 70.53 g of proteins per 100 g of dry matter, will increase the nutritional and biological value of ready-made semi-finished products, giving them new properties.

Based on an analytical review of the literature, models of production systems for whipped biscuit semi-finished products were developed. It has been proven that cricket flour significantly differs from wheat flour in terms of organoleptic and physicochemical parameters and chemical composition. According to studies of the protein-proteinase complex, it was established that cricket flour contains such essential amino acids as threonine (2.67%), methionine (1.06%), lysine (3.44%), leucine (5.11%), and valine (3.08%). ), the content of which exceeds the amount of corresponding amino acids in



wheat flour by 50.0%. Microbiological indicators of cricket flour showed that it meets the requirements of sanitary and epidemic safety in force on the territory of Ukraine, therefore it can be used in the recipes of whipped biscuit semi-finished products.

It is scientifically substantiated and experimentally investigated that when adding flour from crickets from 5.0...15.0% to the mass of flour, respectively, the duration of dough kneading increases by 1 min compared to the control sample, and when replacing sugar with a mixture of erythritol and fructose (65:35) the duration of mixing the egg-sugar mass increases by 5-7 minutes. According to the structural and mechanical properties of the semi-finished dough, it was established that the moisture content of the dough when adding cricket flour decreases by 2.0-2.5% compared to the control sample, this is because cricket flour has a high protein content. Which affects the water-absorbing and moisture-retaining capacity of the dough; As the dosage of cricket flour increases, the pH of the dough decreases, and the volume of the dough and its porosity decrease. In turn, the structural and mechanical properties of the semi-finished dough with the addition of cricket flour and a mixture of erythritol and fructose showed that the density of the dough decreased by 8.0%, the density by 7.33% compared to the control. Sample. However, when determining the influence of raw materials on the parameters of effective viscosity, it was established that the introduction of flour from crickets in the amount of 5.0...15.0% and the use of sugar substitutes does not significantly affect the rheological properties. dough

Based on the conducted research and production tests, a recipe for whipped biscuit semi-finished products was developed with the addition of cricket flour and a mixture of sugar substitutes - erythritol and fructose, and a technological mode of their production was developed. The main organoleptic, physicochemical, and structural-mechanical properties of new products and their safety indicators are determined. It was established that the nutritional value of the new products increased by 62.03%, the fat content increased by 1.87%, the carbohydrate content decreased by 49.4%, and the glycemic index decreased by 50.0 units. In comparison with the control sample. According to the research results, it was determined that the digestibility of protein substances of the developed product is 3.22% higher compared to the control sample.

According to the results of the calculations of the expected economic efficiency from the sale of semi-finished biscuit "Protein" and semi-finished biscuit "Protein improved", their cost is UAH 222.94 and UAH 403.38 per 1 kg, respectively. However, the payback period of this innovative product is less than a year, which will contribute to increased competitiveness in the service market and provide WSP with a large income and profit in general.

According to the results of the research, the Technical conditions for flour from crickets (TU U 10.8-45204873-001:2023), drafts of the Technical conditions for Semi-finished biscuit confectionery products (TU U 10.7-04718013-001:2023) and Semi-finished biscuit confectionery products with sugar substitutes and flour from crickets (TU U 10.7-04718013-002:2024).

The proposed technological solutions are confirmed by a patent of Ukraine for a utility model. Approbation of the technology of the developed whipped biscuit semi-finished products was carried out in production conditions in the restaurant business of the cafe-pizzeria "Portofino" in Sumy and the educational process of SNAU.

**Keywords:** flour confectionery, semi-finished biscuit, biscuit, proteins, amino acids, flour, confectionery, vegetable raw materials, diabetes, sugar substitutes, easily digestible carbohydrates, erythritol, fructose, digestibility, technology, nutritional value, biological value, glycemic index

#### **LIST OF PUBLISHED WORKS ON DISSERTATION TOPICS**

1. Sereda O., Melnyk O., Marenkova T., Koshel O., Bokovets S. (2024) The rheological characteristics of the dough for semi-finished biscuits with the addition of crickets flour. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. <https://doi.org/10.5219/1967>

2. Sereda O. Melnyk O. (2022). A new type of functional raw material with a high protein content for biscuit products. Technical sciences and technologies, No. 2(28), pp. 102–110. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-2\(28\)-102-110](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-2(28)-102-110)

3. Sereda O. Melnyk O. Organoleptic analysis of round biscuits with the addition of protein-containing raw materials./ Sereda, O., Melnyk, O// Restaurant and hotel

consulting. Innovations, 2023, 6 (1). - 125–139 c. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.1.2023.278476>

4. Sereda, O. & Melnyk O. (2023). Thermogravimetric study of the forms of moisture bonds in the whipped flour semi-finished product with the addition of cricket flour. Grain Products and Mixed Fodder's, 23 (2), 20-25c. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2708>

5. Sereda O., Melnyk O. (2023). Research of physicochemical characteristics of whipped flour semi-finished product with flour from crickets Technical sciences and technologies, No. 4(34). P. 182-187 [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-4\(34\)-182-187](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-4(34)-182-187)

6. Sereda O. Microbiological indicator of cricket flour / Sereda O., Melnyk O.// The scientific heritage (Budapest, Hungary) No. 131 (2024) R. 56-59

7. Sereda O., Melnyk O. (2024). During storage, research the characteristics of whipped biscuit semi-finished products with cricket flour and sugar substitutes. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 343(6.1), 268-272. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-40>

### **Abstracts of reports and materials of the conference**

1. Sereda O.G., Melnyk O.Yu. Flour confectionery products in restaurants are enriched with protein components. Materials of the V International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Bakery Production" (September 14, 2021) and the VIII International Scientific and Practical Conference "Achievements and Development Prospects of the Confectionery Industry" (September 15, 2021) - K.: NUHT, 2021- with. 109

2. Sereda O. G. Melnyk O. Yu. Flour from crickets - an alternative raw material for food production. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. SPC —Sci-conf.com.ua. Lviv, Ukraine. 2022. pp. 252-255. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modernresearch-in-world-science-7-9-08-2022-lviv-ukrayina-arhiv>

3. Sereda O.G., Melnyk O.Yu. "Flour from crickets as a new type of eco-product" Problems of production and processing of food raw materials and quality and safety of

food products [Electronic resource]: coll. Materials IV International science and practice conf. (June 16, 2022). Zhytomyr: Polisky Nats. university, 2022- p. 84

4. Sensory analysis of an innovative whipped flour semi-finished product / Sereda O.G., Melnyk O.Yu // Technical support of innovative technologies in the agro-industrial complex: materials III International. Science and practice conference of young scientists (Zaporizhia, January 30-February 24, 2023) / TDATU: ed. coll., S. V. Kyurchev, V. M. Kyurchev, V. T. Nadykto, O. G. Sklyar [and others]. – Zaporizhzhia: TDATU, 2023. – 245 p.

5. Sereda O.G. Melnyk O.Yu. Cricket flour is an alternative raw material with high protein content. / O.G. Sereda, O.Yu. Melnyk // Materials II of the International Scientific and Practical.

6. Sereda O.G. Melnyk O.Yu. Whipped biscuit semi-finished product with cricket flour as an innovative product in restaurants / O.G. Sereda, O.Yu. Melnyk // Materials of the 13th All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation "Innovative technologies in the hotel, restaurant, and tourism business", dedicated to the 140th anniversary of NUHT, May 21, 2024 - NUHT 2024 - 268p

7. Sereda O.G. Melnyk O.Yu. The use of sugar substitutes in producing biscuit semi-finished products with cricket flour. Materials of the scientific and practical conference of teachers, graduate students, and students of Sumy NAU (May 14-16, 2024), Sumy, SNAU, 2024. – 728 p.

8. Sereda O.H. Melnyk O.Yu. Dynamics of the quality of baked whipped flour semi-finished products with cricket flour and sugar substitutes during storage. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Bakery Production" (September 17, 2024) and the XI International Scientific and Practical Conference "Achievements and Development Prospects of the Confectionery Industry" (September 18, 2024) - K.: NUHT, 2024- with. 174

### **Patent**

1. Sereda O.G., Melnyk O.Yu., Marenkova T.I., Kravchenko S.I., Rozhenko A.S. The method of obtaining a biscuit semi-finished product enriched with a protein component: utility model patent 155859. Ukraine: IPC A21D 13 /00 A21D 13/06 A21D

2/34, No. u 2023 02880; statement 14.06.2023.; published 04/17/2024, Bull #16. (Personal contribution - data collection, generalization of the obtained results, author participation - 70%).

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....</b>                                                                                                                     | <b>17</b> |
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                                                                                         | <b>18</b> |
| <b>РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ І ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ</b><br><b>ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ .....</b>                                                 | <b>26</b> |
| 1.1 Аналіз існуючих технологій збивного бісквітного напівфабрикату та сучасні тенденції у виробництві продукції функціонального спрямування.....          | 26        |
| 1.2 Характеристика білкововмісної сировини та досвід її використання у виробництві харчових продуктів функціонального призначення.....                    | 33        |
| 1.3 Характеристика цукрозамінників та досвід їх використання у виробництві харчових продуктів.....                                                        | 44        |
| 1.4 Перспективи використання борошна з цвіркунів у виробництві збивних бісквітних напівфабрикатів.....                                                    | 48        |
| Висновок до розділу 1.....                                                                                                                                | 53        |
| <b>РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>                                                                                                         | <b>55</b> |
| 2.1 Характеристика об'єктів дослідження.....                                                                                                              | 55        |
| 2.2 Постановка експерименту та блок-схема досліджень.....                                                                                                 | 58        |
| 2.3 Методи дослідження.....                                                                                                                               | 61        |
| 2.3.1 Методи визначення якості сировини.....                                                                                                              | 61        |
| 2.3.2 Методи дослідження якості тістового напівфабрикату.....                                                                                             | 62        |
| 2.3.3 Методи дослідження якості харчової продукції.....                                                                                                   | 65        |
| 2.3.4 Методи обробки експериментальних даних.....                                                                                                         | 69        |
| Висновок до розділу 2.....                                                                                                                                | 70        |
| <b>РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ</b><br><b>БОРОШНА З ЦВІРКУНІВ.....</b>                                                                 | <b>71</b> |
| 3.1 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних властивостей борошна з цвіркунів як сировини для виготовлення збивного бісквітного напівфабрикату..... | 71        |
| 3.2 Хімічний склад борошна з цвіркунів.....                                                                                                               | 74        |
| 3.3 Дослідження білково-протеїнажного комплексу борошна з цвіркунів.....                                                                                  | 80        |

|                                                                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4 Мікробіологічні показники борошна із цвіркунів.....                                                                                                 | 84         |
| Висновок до розділу 3.....                                                                                                                              | 86         |
| <b>РОЗДІЛ 4 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....</b>           | <b>88</b>  |
| 4.1 Обґрунтування вибору рецептурних компонентів бісквітного напівфабрикату з підвищеним вмістом білку.....                                             | 88         |
| 4.1.1 Моделювання рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів.....                                        | 88         |
| 4.1.2 Моделювання рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.....                     | 92         |
| 4.2 Обґрунтування вибору рецептурних компонентів збивного бісквітного напівфабрикату з підвищеним вмістом білку та з використанням цукрозамінників..... | 95         |
| 4.3 Обґрунтування технологічних параметрів отримання збивного бісквітного напівфабрикату з підвищеним вмістом білку.....                                | 103        |
| 4.4 Дослідження структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату.....                                                                       | 105        |
| 4.4.1 Дослідження структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату з використанням борошна із цвіркунів.....                                | 105        |
| 4.4.2 Дослідження структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату з використанням цукрозамінників .....                                    | 108        |
| 4.5 Вивчення впливу борошна з цвіркунів на параметри в'язкості та вологоутримуючої здатності тістового напівфабрикату.....                              | 113        |
| 4.5.1 Вплив додавання борошна із цвіркунів на показники в'язкості тіста.....                                                                            | 113        |
| 4.5.2 Вплив додавання борошна із цвіркунів та цукрозамінників на показники ефективної в'язкості тіста.....                                              | 116        |
| Висновок до розділу 4.....                                                                                                                              | 118        |
| <b>РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО</b>                                                                                                | <b>120</b> |

|                                                                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>НАПІВФАБРИКАТУ З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА ІЗ ЦВІРКУНІВ.....</b>                                                                                                            |            |
| 5.1 Розробка рецептури та технології збивного бісквітного напівфабрикату.....                                                                                           | 120        |
| 5.2 Дослідження органолептичних показників якості збивного бісквітного напівфабрикату випеченого.....                                                                   | 123        |
| 5.3 Термогравіметричний аналіз випеченого збивного бісквітного напівфабрикату із борошном із цвіркунів.....                                                             | 128        |
| 5.4 Вивчення фізико-хімічних характеристик збивного бісквітного напівфабрикату випеченого під час зберігання.....                                                       | 135        |
| 5.5 Дослідження харчової та біологічної цінності збивного бісквітного напівфабрикату функціонального призначення.....                                                   | 142        |
| Висновок до розділу 5.....                                                                                                                                              | 146        |
| <b>РОЗДІЛ 6 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА ІЗ ЦВІРКУНІВ ТА ЦУКРОЗАМІННИКІВ.....</b>                                       | <b>148</b> |
| 6.1 Розробка рецептури та технології збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників .....                                     | 148        |
| 6.2 Дослідження органолептичних показників якості збивного бісквітного напівфабрикату випеченого з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.....              | 152        |
| 6.3 Вивчення фізико-хімічних характеристик збивного бісквітного напівфабрикату випеченого під час зберігання з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників ..... | 155        |
| 6.4 Дослідження харчової та біологічної цінності збивного бісквітного напівфабрикату функціонального призначення.....                                                   | 158        |
| Висновок до розділу 6.....                                                                                                                                              | 163        |
| <b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>                                                                                                                                           | <b>165</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>                                                                                                                                  | <b>168</b> |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>                                                                                                                                                     | <b>189</b> |



|                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Додаток А Нормативна документація для виготовлення збивного бісквітного напівфабрикату.....                                                                                                                                                          | 190 |
| Додаток А1 Технічні умови на борошно із цвіркунів ТУ У 10.8-45204873-001:2023.....                                                                                                                                                                   | 191 |
| Додаток А2 Технічні умови на Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат ТУ У 10.7-04718013-001:2023.....                                                                                                                                            | 211 |
| Додаток А3 Технічні умови на Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів ТУ У 10.7-04718013-002:2024.....                                                                                               | 232 |
| Додаток А4 Технологічна інструкція до ТУ У 10.7-04718013-001:2023.....                                                                                                                                                                               | 254 |
| Додаток А5 Технологічна інструкція до ТУ У 10.7-04718013-002:2024.....                                                                                                                                                                               | 258 |
| Додаток Б Технологічна карта на новий продукт бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів.....                                                                                                                             | 262 |
| Додаток В Технологічна карта на новий продукт бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий покращений» з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.....                                                                                               | 267 |
| Додаток Г Акти про випуск дослідно-промислової партії бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» та «Протеїновий покращений».....                                                                                                                           | 272 |
| Додаток Д Акт про впровадження результатів дисертаційного дослідження.....                                                                                                                                                                           | 281 |
| Додаток Е Патенти України на корисну модель.....                                                                                                                                                                                                     | 283 |
| Додаток Е1 Патенти України на корисну модель Спосіб отримання бісквітного напівфабрикату збагаченого білковим компонентом: патент на корисну модель № 155859. Україна: заявка, № у 2023 02880; заявл. 14.06.2023.; опубл. 17.04.2024р., Бюл №16..... | 284 |
| Додаток Ж Економічні розрахунки.....                                                                                                                                                                                                                 | 287 |
| Додаток К Оптимізація рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.....                                                                                                              | 291 |

## **Перелік умовних позначень**

БКВ – борошняні кондитерські вироби

БН – бісквітний напівфабрикат

БВ – бісквітні вироби

БЦ – борошно із цвіркунів

ЗБН – збивний бісквітний напівфабрикат

Ц – цукрозамінники

ЦД - цукровий діабет

Ф – фруктоза

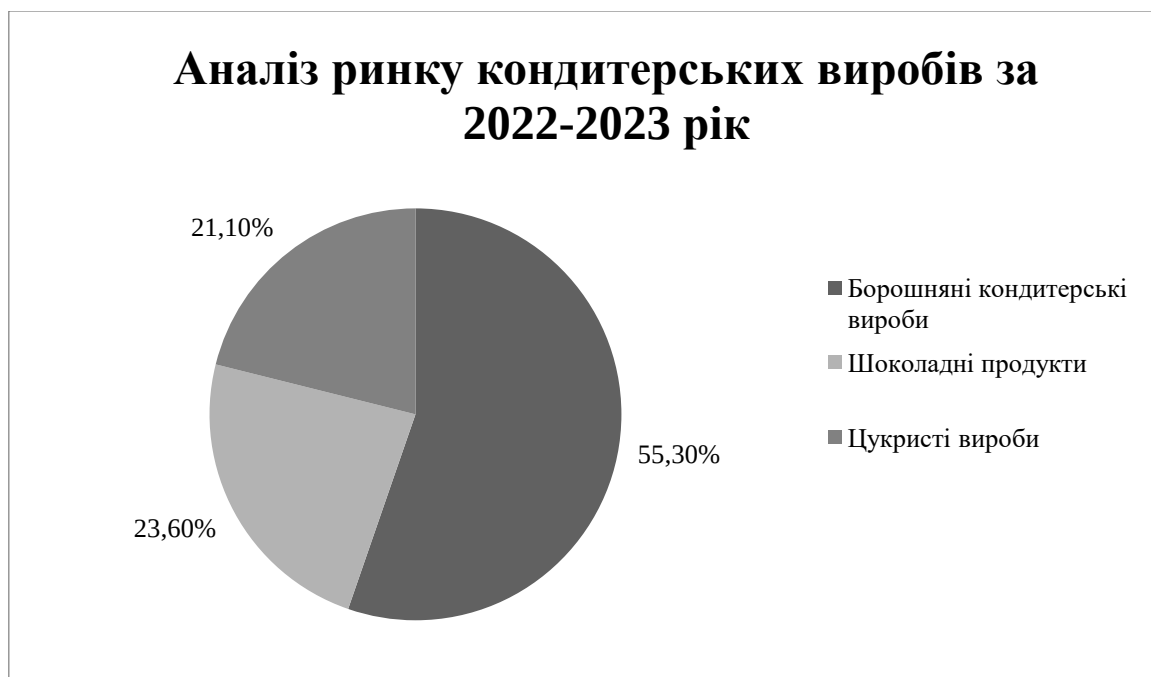
Е – еритрол

ТУ У – технічні умови України

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми досліджень.** Харчова промисловість є однією з найбільш привабливих сфер для інвестицій за перспективами та обсягами виробничої та реалізованої продукції. Важливе місце в структурі харчової промисловості займає сегмент ринку кондитерських виробів, які є складовою харчової промисловості та потребують динамічного розвитку.

Відомо, що кондитерські вироби поділяються на три основні групи: цукристі, що включають в себе карамельні цукерки, ірис, зефір, пастилу, східні солодоці, желейні цукерки, тощо; шоколадні – батончики, натуральні плитки шоколаду, шоколадні цукерки; борошняні – торти, тістечка, пряники, вафлі, бісквіти, печиво тощо. Згідно із статистичними даними (Рис. 1) значну частину виробництва кондитерських виробів займають борошняні кондитерські вироби (55,30%) [1].



**Рис. 1 – Аналіз ринку кондитерських виробів за 2022-2023 рік**

Ринок борошняних кондитерських виробів (БКВ) – це складний, висококонкурентний товарний ринок, на якому співвідношення ціни та якості відіграє ключову роль. Ефективність ринку БКВ встановлюється за зростаючим попитом споживачів на кондитерські вироби та конкурентним потенціалом серед виробників. В періоди економічної нестабільності споживання борошняних

кондитерських виробів зростає, адже вони відносяться до найбільш популярних продуктів харчування.

Саме тому, Україна вважається 8-ю у світі країною за споживання БКВ на душу населення. Як зазначалося вище, в Україні БКВ складають 55,3 %, а в 2022 році споживання їх населенням склало 17,6 кг на одну людину на рік; добове споживання БКВ складає до 500 г на душу населення [2].

З огляду на хімічний склад БКВ, в них міститься значна кількість важливих для організму харчових речовин. Проте, незважаючи на їх високу харчову цінність борошняні кондитерські вироби, які виготовляються за традиційною технологією, не можуть вважатися збалансованими для певних категорій людей [3]. До таких категорій людей можна віднести: дітей, споживачів, які мають преддіабетичний стан або хворіють на цукровий діабет, споживачів, які мають генетичні та набуті захворювання, споживачів, які проживають в складних екологічних умовах, які мають дефіцит білку в організмі, людей похилого віку.

Серед великої кількості БКВ значний відсоток займають збивні бісквітні напівфабрикати (ЗБН). Збивні бісквітні напівфабрикати характеризуються, як висококалорійні, які мають привабливий зовнішній вигляд, приємний смак і аромат та високий вміст жирів і вуглеводів. Їх харчовий склад характеризується низьким вмістом білкової складової та високим вмістом вуглеводів, тому вони є одним із об'єктів для корегування нутрієнтного складу.

Корегування нутрієнтного складу ЗБН у промисловості можливе за допомогою високомолекулярних органічних речовин, нової нетрадиційної сировини та/або функціональних інгредієнтів. Коригування складу ЗБН дозволить розширити їх асортимент; зменшити вміст вуглеводів та жирів, збільшити вміст білків, тобто підвищити біологічну цінність виробів; удосконалити склад виробу, технологію приготування, а також надати виробам функціональних властивостей.

Підвищення біологічної цінності ЗБН відбувається за рахунок додавання в їх рецептуру продуктів рослинного або тваринного походження, які мають значний вміст білку. В свою чергу, білки, як високомолекулярні органічні речовини, служать джерелом амінокислот та задовільняють фізіологічні потреби людини, надходячи в

організм людини з їжею, яка є в щоденному раціоні харчування. Основною причиною недоліку дефіциту білку є недостатнього його надходження в організмі людини з продуктами, які в своєму складі містять незначний відсоток білку. Згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ величина оптимальної потреби в білках становить 80-100г на добу, або 12-15% від загальної кількості поживних речовин. При перерахунку на 1 кг маси тіла потреба у білках на добу у дорослої людини становить 1г; для дітей в залежності від віку – 1,05-4,00г. Проте у сучасному раціоні харчування споживачів відбувається, дефіцит білку (60г білку на добу при нормі 80г). Нестача харчового білку є не тільки економічною, але й соціальною проблемою сучасного світу.

Тому, серед продуктів рослинного походження з підвищеним вмістом білку, які додають у рецептуру ЗБН, використовують кукурудзяне, амарантове, соєве, нутове борошно, тощо; серед тваринних продуктів яєчні продукти та молочні продукти типу концентратів.

Окрім рослинних та тваринних білків, альтернативним джерелом білку, стають комахи та продукт переробки комах - борошно, які містять в своєму складі велику кількість білку (до 70,0%), жиру, амінокислот, мінералів та вітамінів. При додавання в рецептуру хлібобулочних та макаронних виробів, борошна із комах відбувається підвищення вмісту амінокислотного складу, збільшення у виробі кількість білку, жиру та мінеральних речовин. Таким чином такі вироби вважаються виробами функціонального призначення з підвищеним вмістом білку для дітей, спортсменів, споживачів, які мають проблеми дефіциту білку тощо.

Окрім низького вмісту білку, ЗБН в своєму складі містять велику кількість вуглеводів, тому їх не рекомендують споживати людям, які страждають на ожиріння, мають преддіабетичний або діабетичний стан. Для надання виробам функціональних властивостей спостерігається тенденція до розробки їх із заміною цукру-піску на цукрозамінники. При заміні цукру у виробі на цукрозамінники спостерігається зниження глікемічного індексу, що впливає на швидкість засвоювання продукту, зменшується вміст вуглеводів та енергетична цінність виробів.

Удосконалення амінокислотного складу та харчової цінності ЗБН, за рахунок додавання борошна із комах (цвіркунів), зменшення кількості вуглеводів за рахунок заміни цукру-піску на натуральні цукрозамінники (фруктоза та поліол – еритрол), та виробництво виробів збагачених білковим компонентом з низьким глікемічним індексом є досить актуальним для кондитерських підприємств, закладів ресторанного господарства, підприємств готельно-ресторанного бізнесу, що мають власні блоки харчування.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась згідно з основними напрямками наукових досліджень кафедри технології харчування Сумського національного аграрного університету в рамках теми 0119U103484 «Наукове обґрунтування і розробка технологій харчової та кулінарної продукції з використанням інноваційних видів сировини».

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є дослідження технології збивного бісквітного напівфабрикату з використанням борошна із цвіркунів та цукрозамінників (фруктози та еритролу) та виробництво виробів з високими функціональними властивостями, підвищеним вмісту білку, зниженим глікемічним індексом для споживання різними групами населення, зокрема людям, які страждають ожирінням, людям з преддіабетичним станом та хворими на цукровий діабет, споживачами, які слідкують за своїм харчуванням та спортсменам.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні *завдання*:

- науково обґрунтувати використання борошна із цвіркунів та цукрозамінників у виготовленні збивних бісквітних напівфабрикатів;
- визначити кількість фруктози, еритролу та їх раціональне поєднання у технології виготовлення збивних бісквітних напівфабрикатів;
- визначити кількість борошна із цвіркунів у співвідношенні до пшеничного борошна для технології виготовлення збивних бісквітних напівфабрикатів;
- вивчити вплив білкових компонентів, що містяться у борошні із цвіркунів на функціонально-технологічні показники борошняної суміші;

- визначити вплив нової сировини на структурно-механічні властивості тіста для бісквітного напівфабрикату;
- підтвердити ефективність застосування цукрозамінників та борошна із цвіркунів в складі ЗБН за органолептичними, структурно-механічними, мікробіологічними та фізико-хімічними показниками;
- дослідити зміни харчової та біологічної цінності готових виробів;
- розробити рецептуру та технологію виготовлення збивних бісквітних напівфабрикатів з підвищеним вмістом білку;
- визначити та обґрунтувати термін зберігання готової продукції;
- розробити та затвердити нормативну документацію на новий вид виробу;
- здійснити апробацію у виробничих умовах і обґрунтувати доцільність виробництва збивних бісквітних напівфабрикатів з додаванням борошна із цвіркунів та використанням цукрозамінників з огляду на економічну ефективність, яка може бути досягнута шляхом впровадження запропонованої технології.

*Об'єкт дослідження* – технологія збивних бісквітних напівфабрикатів з використанням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.

*Предмет дослідження:* борошняні кондитерські вироби, пшеничне борошно, борошно із цвіркунів, фруктоза, еритрол, збивний бісквітний напівфабрикат, випечений напівфабрикат.

*Методи дослідження:* органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, методи системного аналізу, планування експерименту та математичного моделювання.

**Наукова новизна отриманих результатів.** У результаті обґрунтування теоретичних даних, проведення експериментальних досліджень та аналізу отриманих результатів було:

- науково обґрунтовано теоретичні та практичні аспекти використання продуктів переробки комах, а саме борошна із цвіркунів та встановлено його вплив на якість виробу, фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники якості напівфабрикатів тіста та готового виробу;

- науково обґрунтовано теоретичні та практичні аспекти використання цукрозамінників та встановлено їх вплив на якість виробу, фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники якості напівфабрикатів тіста та готового виробу;
- розроблено технологію борошняних кондитерських виробів з підвищеної харчової цінності з додаванням борошна з цвіркунів;
- розроблено нову технологію борошняних кондитерських виробів без додавання цукру з використанням цукрозамінників – фруктози та еритролу з низьким глікемічним індексом;
- науково обґрунтовано параметри технологічного процесу та режими виготовлення збивних бісквітних напівфабрикатів з використанням цукрозамінників та борошна із цвіркунів;
- вперше доведено доцільність та ефективність спільного використання фруктози, еритролу та борошна із цвіркунів в технології збивних бісквітних напівфабрикатів, внесення яких на стадії замішування тіста сприяє покращенню якісних показників готових виробів;
- експериментально досліджено вплив рецептурних компонентів розробленого збивного бісквітного напівфабрикату на в'язкість модельних систем та встановлено, що внесення нової сировини суттєво не впливає на реологічні властивості тіста;
- науково обґрунтовано та експериментально доведено використання фруктози та еритролу у концентрації 1:2,3 при повній заміні цукру-піску;
- науково обґрунтовано та експериментально доведено використання борошна із цвіркунів як продукту із високим вмістом білку для випечених напівфабрикатів в кількості 5,0- 15,0 % до маси пшеничного борошна шляхом його заміни;
- на основі отриманих даних щодо структурно-механічних, фізико-хімічних, мікробіологічних та технологічних властивостей розробленого збивного бісквітного напівфабрикату обґрунтовано термін його зберігання.



**Теоретичне та практичне значення отриманих результатів.** Розроблена технологія збивного бісквітного напівфабрикату з використанням цукрозамінників та борошна із цвіркунів сприяє розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів без додавання цукру та з підвищеним вмістом білку із новими органолептичними властивостями, високою харчовою та біологічною цінністю, а також стабільність з тривалим терміном зберігання за традиційних умов без втрати якісних характеристик.

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено та науково обґрунтовану технологію збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та використанням цукрозамінників.

Розроблено нормативну документацію: технічні умови на борошно із цвіркунів ТУ У 10.8–45204873-001:2023 «Борошно із цвіркунів», проект ТУ У 10.7-04718013-001:2023 «Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат», проект ТУ У 10.7-04718013-002:2024 «Бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів», технічні інструкції та рецептури, отримано патент України на корисну модель №155859 МПК А21D 13/00 А21D 13/06 А21D 2/34 «Спосіб отримання бісквітного напівфабрикату збагаченого білковим компонентом».

Розроблену технологію апробовано та впроваджено в закладі ресторанного господарства кафе-піцерія «Портофіно» (акт про випуск дослідно-промислової партії від 01.05.2024р.).

Результати досліджень, які були проведені у рамках дисертацій, застосовуються у навчальному процесі Сумського національного аграрного університету під час викладання таких курсів, як «Інноваційні технології в підприємствах галузі», «Інноваційні технології в ресторанній галузі», «Нутриціологія» (акт від 24.09.2024р.).

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі наукової проблеми, формулюванні мети і завдань досліджень, розробці схеми досліджень виробу, а також експериментальних методик, у організації, плануванні та проведенні експериментальних досліджень, в аналізі, обробці та узагальненні отриманих даних,

формулюванні висновків і підготовці матеріалів до публікації у фахових виданнях, апробації наукових досліджень на міжнародних науково-практичних конференціях, в оформленні деклараційних патентів України на корисну модель, розробці нормативної та технологічної документації, проведенні заходів із впровадження результатів досліджень у навчальний процес та виробництво.

**Апробація результатів дослідження.** Результати досліджень, викладені у дисертаційній роботі, були представлені та обговорені під час наукових міжнародних конференцій, а саме на VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» (15 вересня 2021р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів» (16 черв. 2022р.), V Міжнародній науково-практичній конференції «Modern research in world science» (7-9.08.2022р.), III Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (30 січня-24 лютого 2023 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 7 наукових праць, у тому числі 5 статей у затверджених в Україні наукових фахових виданнях категорії Б, 1 - у міжнародному науковому виданні, 1 – в журналі, який індексується у базі Scopus, 8 тез доповідей на міжнародних конференціях та отримано 1 деклараційні патенти України на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу та шести розділів, висновків, 8 додатків, списку використаних джерел, який містить 191 найменування (із них 99 іноземних). Дисертаційна робота викладена на 302 сторінках друкованого тексту, 43 містить таблиці та 41 рисунок.

## **РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ І ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ**

### **1.1 Аналіз існуючих технологій збивних бісквітних напівфабрикатів та сучасні тенденції у виробництві продукції функціонального призначення**

Харчова промисловість є однією з найбільш привабливих сфер за обсягами виробничої та реалізованої продукції. Ринок харчової промисловості динамічно розвивається завдяки створенню нових інноваційних продуктів, що пов'язані з уявленням споживачів про раціональне харчування та виготовленню продуктів лікувального, оздоровчо-профілактичного, функціонального призначення, які впливають на покращення стану здоров'я споживачів.

Тенденції світового ринку з виготовлення та реалізації продуктів харчування показують, що асортимент продукції, які позиціонуються як вироби функціонального призначення щорічно збільшується на 30-40%, у порівняно з продуктами традиційного значення (3-4%). Це пов'язано з тим, що на даний час споживачі проявляють підвищений інтерес до хімічного складу, харчової та біологічної цінності продуктів, а також наявності функціональних інгредієнтів у продуктах харчування.

Європейська наукова концепція розглядає функціональні харчові продукти, як продукти, які призначені для регулярного споживання усіма групами населення. Функціональні продукти можуть знижувати ризик виникнення захворювань пов'язаних із способом харчування, зберігати та покращувати стан здоров'я людини за рахунок наявності у їх складі фізіологічно функціональних харчових компонентів. Вміст фізіологічно-функціональних компонентів у таких продуктах має забезпечувати від 10 до 50% добової потреби організму у них.

Продукти функціонального призначення набувають особливого значення в харчовій промисловості і потребують впровадження новостворених або вдосконалених традиційних технологій, які виготовляються на основі інноваційних інгредієнтів, що мають споживчі та функціональні характеристики. Такі технології обумовлені вимогами нутриціології та дієтології і є основою для вирішення

пріоритетних завдань створення в Україні та світі продуктів для оздоровчого та лікувально-профілактичного харчування.

Найбільш поширеними продуктами для збагачення нутрієнтного складу стають продукти масового та регулярного вжитку. До продуктів масового споживання відносяться борошняні кондитерські вироби (БКВ), які є складовою харчової промисловості.

БКВ – це велика група різноманітних, переважно здобних виробів з високим вмістом цукру та жиру. Серед споживачів, значною популярністю користуються БКВ виготовлені на основі збивного бісквітного напівфабрикату (ЗБН), які у своєму складі містять велику кількість цукру та мають незбалансований хімічний склад, тому вони потребують постійного удосконалення рецептурного складу.

Для створення ЗБН функціонального, оздоровчого, лікувально-профілактичного призначення необхідне корегування рецептури, складу та технології приготування виробів. Основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціональних компонентів, серед яких:

- макронутрієнти - білки, жири, які організм людини використовує для повноцінного функціонування всіх клітин і тканин та мікронутрієнти – харчових волокон, вітамінів, які необхідні людині в мінімальних кількостях, проте відіграють важливу роль в процесі засвоєння енергії, впливають на ріст та розвиток організму та координують різні функції організму [4, 5, 6];

- цукрозамінники (екстракт стевії, тростинний цукор, стевіозид), які впливають на зміну рівня цукру в крові, що важливо для людей, які страждають цукровим діабетом або мають преддіабетичний стан, налагоджують роботу шлунково-кишкового тракту при ожирінні та цукровому діабету [7];

- харчові волокна з радіозахисними властивостями, при вживанні яких можна домогтися захисного або відновлюючого ефекту: бобові (горох, квасолі тощо), багаті на повноцінний білок, метіонін, цистин та ін. У таких продуктах також багато магнію, який потрібен для оптимального засвоєння кальцію.

Проте додавання у рецептуру продуктів функціонального призначення може впливати на технологію виготовлення виробів, кінцевий продукт (органолептичні показники) та харчову і біологічну цінність продукту. Це важливо враховувати для створення нових інноваційних виробів функціонального призначення [8].

Завдяки своєму поживному складу продукти переробки овочів, фруктів та ягід є цінною сировиною у технології БКВ. Ефективність використання переробленої плодоовочевої продукції обумовлена її фізико-хімічними та технологічними властивостями. Відомо, що особливістю бісквітних напівфабрикатів (БН) є те, що при збиванні цукру-піску з яєчними продуктами утворюється піноподібна структура. Ряд досліджень [9] вказують на позитивний вплив переробленої плодоовочевої продукції та різних екстрактів на піноутворювальні властивості яєчних продуктів. Так, при використанні морквяного соку у технології виготовлення БН підвищується піноутворююча здатність тіста у порівнянні із стравою аналогом. Окрім позитивного впливу на структурно-механічні властивості тіста, морквяний сік надавав яскравого забарвлення випеченим напівфабрикатам та збільшував кількість вітаміну А на 42,0 % у порівнянні із контрольним зразком. Такий відсоток вітаміну А задовольняє добову потребу в організмі дорослої людини, отже БН з додаванням морквяного соку можна вважати функціональним [10].

Сучасною проблемою у харчуванні населення є регулярне забезпечення організму макро- і мікронутрієнтами. Важливим структурним елементом кісток, зубів, кліткових рідин, клітинних мембран, процесу згортання крові та передачі нервових імпульсів є кальцій. Дефіцит кальцію має близько 90% населення України. Нестача кальцію в організмі призводить до розвитку ряду захворювань [11]. Норма фізіологічної потреби в кальції становить для дорослої людини 1 000...1 200 мг/добу. Відомо, що кальцій у значних кількостях міститься у молочних продуктах. Проте людям, у яких є непереносимість лактози, не рекомендується споживати молочні продукти, тому альтернативним інгредієнтом є яєчна шкарлупа. Вміст кальцію у 100 г яєчної шкаралупи становить 35...40 г. Маса яєчної шкарлупи, як добавки, у якій міститься функціональна кількість кальцію, має становити 860...900 мг. Було проведено дослідження по хімічному складу яєчної шкарлупи та доцільності

внесення її в технологію приготування бісквіту на стадії приготування емульсії зі зменшенням рецептурної кількості борошна. З огляду на хімічний склад яєчної шкарлупи та кількості її додавання в рецептуру БН було визначено, що додавання 5,0...5,5% яєчної шкарлупи позитивно вплинуло на кратність піни та піностійкість емульсії, виріб мав гарну пористість, а також було доведено, що споживання 50 г БН з додаванням яєчної шкарлупи забезпечить організм людини кальцієм у середньому на 23...30 % від добової потреби [12].

Гречаний альбумін є перспективним функціональним харчовим інгредієнтом. Він має більш високу піноутворюючу здатність, у порівнянні із яєчний білком. Використання його у бісквітних виробх дозволить отримати виріб з пишною дрібнодисперсною м'якушкою. Гречаний альбумін має дію інгібітора  $\alpha$ -амілази, тому його споживання призводить до пригнічення рівня глюкози у крові людини [13].

В останні роки, дослідження, показали, що в продуктах харчування відбувається зниження вмісту білків та амінокислот. Дефіцит, в раціоні харчування, білків, підвищений вміст вуглеводів та жирів призводить до зростання таких захворювань як діабет, ожиріння, атеросклероз тощо. Тому постійно відбувається пошук інгредієнтів, які в своєму складі містять значний відсоток білку, збалансований амінокислотний склад та при додаванні до інших продуктів харчування збережуть свої харчові та біологічні властивості.

Функціональний бісквітний напівфабрикат був виготовлений шляхом додавання борошна з насіння чіа замість яєчних білків. Додавання борошна з насіння чіа до напівфабрикату збільшило поживну цінність за рахунок підвищення загального вмісту білків, жирів і мінеральних сполук. Підвищення концентрація борошна з насіння чіа з одночасним зниженням вмісту яєчних білків вплинула на об'єм, структуру та однорідність виробу після випікання. Заміна яєчних білків на насіння чіа у напівфабрикатах посилила антиоксидантні властивості, покращила склад жирів, підвищився вміст поліненасичених жирних кислот. Таким чином, функціональний напівфабрикат з насінням чіа за рахунок підвищення вмісту

незамінних жирних кислот рекомендують для споживання людям з серцево-судинними захворюваннями [13].

Відомо, що головним компонентом, який входить до складу ЗБН є борошно. Складові інгредієнти борошна впливають на структурно-механічні, реологічні властивості напівфабрикату та органолептичні показники якості готового виробу. В технології виготовлення ЗБН використовують борошно пшеничне вищого або 1-го сорту зі слабкою клейковиною, що дозволяє виготовити бісквітні вироби гарної якості. Роль стабілізатора пінної маси, в технології приготування ЗБН відіграють клейковинні білки борошна, які перешкоджають її осіданню під час випікання виробу [14]. Тому заміна частини борошна на іншу сировину, а саме борошно різних злакових культур, які в своєму складі містять достатню кількість білків, буде впливати на властивості тістового напівфабрикату, якість готового виробу та дозволить отримати вироби функціонального призначення.

Такі види борошна як вівсяне та лляне містять в своєму складі велику кількість незамінних амінокислот. Науковці [15] пропонують використати суміш вівсяного та лляного борошна при удосконаленні рецептури шоколадних тістечок «Брауні». Вівсяне та лляне борошно використовували разом з борошном пшеничним у кількості 1:1:1. Як результат випечений виріб мав оптимальним вміст амінокислот, харчових волокон та мінеральних речовин [15].

Велику увагу приділяють удосконалення технології виготовлення безглютенових бісквітних напівфабрикатів, адже такі вироби характеризуються відсутністю білків глютенної групи [16]. Було доведено, що заміна пшеничного борошна кукурудзяним борошном (вміст білку 7%) з додаванням шроту насіння кунжуту в технології виготовлення бісквіту «Основного», сприяє збільшенню біологічної цінності виробу та може охарактеризувати бісквіт, як безглютений виріб з певним амінокислотним складом [16]. Також доведено, що використання у технології виготовлення бісквітних напівфабрикатів амарантового борошна у поєднанні з клітковиною висівків проса дозволяє збагатити виріб білками, мінеральними речовинами, при цьому калорійність самих виробів зменшується.

Тому, такі бісквітні напівфабрикати можуть використовуватись для розробки безглютенових кондитерських виробів [16].

Зернобобові є важливим продуктам в харчуванні людини. Завдяки високому вмісту білка бобові широко використовуються в кулінарії та переробляються на борошно, яке використовується в різних галузях харчової промисловості. Серед представників зернобобових, нут перевершує інші бобові за вмістом важливих незамінних кислот, таких як метіонін і триптофан [17]. В свою чергу продукт переробки нуту – борошно має у своєму складі до 19 г білків та велику кількість незамінних амінокислот, які близькі до білків тваринного походження. Заміна частини борошна пшеничного на борошна із нуту (20,0%) у технології приготування масляного бісквіту сприяло збільшенню масової частки білкових речовин на 18,23% у порівнянні з контрольним зразком [18].

Однією із злакових культур, яка широко культивується в Україні є кукурудза [19]. Зазвичай для поліпшення складу якості БКВ використовують продукти переробки кукурудзи: зокрема кукурудзяне борошно, яке в своєму складі містить до 7,6% білку та 0,49% золи. Часткова заміна пшеничного борошна на кукурудзяне борошно у кількості від 2,93-17,07%, змішане з ксантановою камеддю (0,1172-0,6828%), впливало на фізичні властивості, текстуру та сенсорні характеристики бісквітних тістечок. Додавання кукурудзяного борошна мало значний позитивний вплив на питомий об'єм, твердість, пружність, колір і загальну прийнятність виробу. За результатами досліджень, зазначено [20], що кукурудзяне борошно та ксантан значно покращили якість випікання бісквітних тістечок, таким чином, розширивши потенціал використання пшенично-кукурудзяної суміші борошна для випікання ЗБН [20].

Окрім різних видів борошна в технології БВ використовують і порошки рослинного походження. Наприклад, насіння люцерни характеризується великим вмістом білку (28,6%). Дану сировину вносили у вигляді порошку, додавання якого сприяло зміні рецептурного складу та харчової цінності продукту. Встановлено, що в готовому виробі збільшувався вміст білку з 10,92 до 12,23 г на 100 г продукту [21].

Серед білкововмісної сировини виділяють [22] обліпиховий шрот як білково-вітамінну добавку. Використання шроту у технології ЗБН сприяє збагаченню



інноваційних виробів харчовими волокнами у 2,5-3 рази, збільшенню харчової цінності виробів та зменшенню енергетичної цінності [22].

Використання вторинних продуктів переробки гарбуза у технології бісквітних напівфабрикатів здійснювало вплив на фізико-хімічні та органолептичні показники напівфабрикатів. В рецептуру вносили порошок гарбузового насіння у кількості 5,0 та 10,0% [23]. Встановили, що з вмістом 5,0% гарбузового насіння об'єм виробу знизився на  $229,00 \pm 5,17 \text{ см}^3$  у порівнянні з контролем, проте пористість виробів була найбільшою у контрольному зразку та зразку з додаванням 5,0% порошку. При визначені водопоглинальної здатності виявили, що у контрольному зразку вона є найнижчою у порівнянні із зразками, які містили 5,0% та 10,0% порошку гарбузового насіння. За органолептичними показниками, бісквітні напівфабрикати, які містять 10,0% порошку гарбузового насіння, мали більш прийнятну форму, запах, текстуру м'якушки, колір та смак [23]. Зі збільшенням масової частки порошку гарбузового насіння з 0 до 10% зростав вміст білка, клітковини та загальних вуглеводів у складі досліджуваних зразків. Так, бісквітні напівфабрикати з додаванням 10,0% порошку гарбузового насіння характеризувалися найбільш високим вмістом білка (14,77%), клітковини (2,76%) та загальних вуглеводів (75,15%) [23].

Відомо [24], що гриби (печериці) є одним із продуктів, які підвищують вміст білку та золи в кексах. У дослідженнях, використовували висушені при температурі  $60^\circ\text{C}$  в ІЧ-сушарці скибочки печериць, які перемелювали в порошок та замінювали частину пшеничного борошна у кількості від 5,0% до 15,0%. В результаті додавання порошку грибів у кексі збільшився вміст білку на 5,0%, а також використання порошку вплинуло на в'язкість тіста та органолептичні характеристики (колір м'якушки став більш темніший, червоніший) у порівнянні з контрольним зразком.

Побічним продуктом виробництва соєвого молока та тофу з високою харчовою цінністю та функціональними властивостями, який недостатньо використовується в харчовій промисловості є окара. Окара містить значну кількість білку (25,4–28,4%), олії (9,3–10,3%), розчинної клітковини (12,6–14,6%), нерозчинної клітковини (40,2–43,6%). Вона має легкий бобовий смак, який часто пов'язують із соєвими

бобами [25]. У технології ЗБН окару використовували з у кількості від 1,0 до 66,0% від маси, а також в рецептуру вносили ківі від 1,0% до 25,0 % від маси пшеничного борошна. Внесення в рецептуру ЗБН окари підвищувало харчову цінність виробу; підвищувався вміст білків, жирів та клітковини [26].

Узагальнюючи, зазначимо, що з огляду на раніш створенні ЗБН функціонального призначення, удосконалення технології проводять у таких напрямках: підвищують харчову цінність продукту; корегують дефіциту поживних речовин, вітамінів, мінералів; посилюють корисні для здоров'я властивості харчового продукту. В результаті удосконалення рецептурного складу продукту, отримують вироби з підвищеним вмістом нутрієнтів: білків, вітамінів, амінокислот та мінералів.

Додавання інноваційної сировини в технологію ЗБН, яка підвищує біологічну та харчову цінність виробів впливає на зміну фізико-хімічних, реологічних та органолептичних показників готового продукту. Серед основних технологічних факторів, що обумовлюють в результаті виріб гарної якості є вибір оптимального співвідношення компонентів функціонального призначення, процес одержання стійкої піни ЗБН, формування та випікання продукту. Тому використання нових видів сировини потребує дослідження її властивостей та процесів, які відбуваються під час виробництва напівфабрикатів з їх використанням.

## **1.2 Характеристика білкововмісної сировини та досвід її використання у виробництві харчових продуктів функціонального призначення**

Білок є важливою складовою харчування людини. Білки — це природні органічні полімерні сполуки, які складаються з мономерних ланок залишків  $\alpha$ , L-амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками, які виконують різноманітні функції в живих організмах [27, 28].

Згідно з наказом МОН України добова норма споживання білків для різних груп населення складає для чоловіків від 80 до 117 г на добу з них тваринних від 40 до 58,2 г; для жінок - від 59 до 87 г, з них тваринних від 28 до 46 г на добу [29].

У щоденному раціоні дорослої людини білки мають складати в середньому 12,0% калорійності, що відповідає оптимальній нормі. Для дорослих людей споживання білка складає 1-1,5 г в день на 1 кг маси тіла, у перерахунку на «ідеальний білок» - 60 г білку на день [30].

Потреба у білку для дорослої людини визначається амінокислотним складом білків, впливом білків на травну систему організму, присутністю комплексу вітамінів та мінеральних речовин, джерел надходження енергії, а також залежить від віку, умов праці, раціону харчування та стану організму.

Дефіцит білків призводить до хворобливого стану організму, що пов'язаний з недостатнім засвоєнням та надходженням білку в організм з їжею або його інтенсивним розпадом. Недостатнє надходження білків спостерігається у людей, які тривалий час дотримуються дієт або не вживають тваринні продукти харчування (вегетаріанство). Інтенсивний розпад білків в організмі може супроводжуватись важкими формами інфекційних захворювань, спадковими порушення обміну речовин, або патологією нирок [31].

Білок є основним будівельним матеріалом організму, тому навіть легкий дефіцит білка може вплинути на здатність боротися з інфекцією, уповільнити ріст нігтів і волосся, а також викликати сухість шкіри. Виражена білкова недостатність порушує нормальну роботу всіх органів і систем. Дефіцит білка в дитячому віці особливо небезпечний, оскільки він впливає на розумовий розвиток, формування м'язів і уповільнює ріст дитини [32].

Результатом недостатнього надходження білка в їжу є порушення його анаболічного і катаболічного балансу, що призводить до руйнування білків та білків-ферментів в організмі. При цьому пошкоджуються тканини та органи з високою швидкістю білкового обміну, особливо шлунково-кишкового тракту та органів кровотворення. Тривала нестача білку може призвести до пригнічення функції гіпофізарно-надниркової системи, ослаблення гальмівного процесу центральної нервової системи, погіршення процесу формування умовних рефлексів, зниження функції щитовидної залози [31].

Низький рівень білку в раціоні людини знижує рівень альбуміну в крові, тому важливо звертати увагу на ознаки білкового дефіциту серед яких спостерігається: накопичення води в організмі; у людей з ожирінням спостерігається накопичення жиру навколо печінки; ламкість та слабкість нігтів, кісток; втрата волосся; втрата м'язової тканини; послаблення імунної системи внаслідок чого виникають інфекції в організмі, а також людина може відчувати постійний голод [33].

Відомо, що білки бувають рослинного та тваринного походження, окрему групу складають білки, які містяться у водоростях, рибній сировині та комах. На даний час джерела рослинних білків домінують у світовому забезпеченні білком до 57,0%, тваринних білків до 18,0%, далі виділяють білки молочних продуктів (10,0%), рибна сировина та рибні субпродукти (6,0%) та інші продукти тваринного походження складають близько 9,0% загального забезпечення білком [34].

Білки зернових культур складають основну частину споживання білка в усьому світі [35], які важливі як для тварин, так і для людей. Особливо білки зернової групи важливі для раціонів харчування в країнах, що розвиваються, де пшениця є одним з основних джерел рослинного білку [35]. Такі зернові культури, як пшениця, рис і кукурудза є основними продуктами, споживання яких забезпечує організм людини білком в усьому світі [35].

Білки пшениці є повноцінними за амінокислотним складом і містять такі незамінні амінокислоти як, треонін, лізин, триптофан, гістидин, валін, метіонін, фенілаланін, аргінін, ізолейцин, лейцин, які добре засвоюються людським організмом [35].

Білки кукурудзи містяться у великих кількостях у зародку, менше у ендоспермі зерна. Зерно кукурудзи містить два головних типи білку, які орієнтовно складають 40,0% усього білку – це зеїн та глютелін. Зазначимо, що зеїн практично не містить незамінних амінокислот (лізину та триптофану) тому вважається біологічно неповноцінним [36].

Білки зерна рису характеризуються повною відсутністю проламінів, проте основна маса білків рису представлена глютеліном, вміст якого складає 93,0% від

загальної маси білків. Біологічну цінність білків рису складають усі незамінні амінокислоти, лімітуючими при яких є лізин та треонін [36].

У порівнянні з іншими зерновими, білок з вівса має високу якість, вміст амінокислот у вівсі та їх якість можна порівняти з соєвим білком [37]. Порівняно з іншими злаковими, овес містить більше лізину, однак має менший вміст проліну та глютамінової кислоти. Такий якісний амінокислотний склад вівса дозволяє його використовувати у виробництві харчових продуктів для людей з алергією на білок [38].

Ще одними представниками зернових культур, які в своєму складі містить значну кількість білків є бобові та продукти їх переробки [39]. Так, борошно бобових можна використовувати для підвищення харчової цінності злакових продуктів, особливо за рахунок збалансованому амінокислотному складу [39]. Бобові містять приблизно 10% вологи, 21-25% сирого білку, 1-1,5% ліпідів, 60-65% вуглеводів і 2,5-4% золи. Нут містить приблизно 4–5% ліпідів, а такі бобові, як соєві боби та люпин, містять до 20–36% білку.

Амінокислотний склад білків зернових культур представлений у таблиці 1.1.

*Таблиця 1.1*

### **Амінокислотний склад білків зернових культур**

**[складено та розроблено автором за посиланнями 15, 40, 41]**

| Амінокислота                               | Вид борошна   |               |               |               |
|--------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                            | Пшеничне      | Рисове        | Кукурудзяне   | Вівсяне       |
| 1                                          | 2             | 3             | 4             | 5             |
| Загальна кількість білків, г/100г          | 10,80-13,0    | 7,4-7,8       | 7,3-11,2      | 10,0-13,0     |
|                                            | вміст мг/100г | вміст мг/100г | вміст мг/100г | вміст мг/100г |
| Незамінні амінокислоти                     |               |               |               |               |
| Ваніл                                      | 470-490       | 350-524       | 480-485       | 410-830       |
| Ізолейцин                                  | 430-451       | 170-398       | 250-410       | 380-450       |
| Лейцин                                     | 746-806       | 264-742       | 970-1250      | 690-1170      |
| Лізин                                      | 229-250       | 190-291       | 250-300       | 510-310       |
| Метіонін                                   | 214-220       | 0-110         | 110-200       | 290-300       |
| Треонін                                    | 282-311       | 170-273       | 320-340       | 310-450       |
| Триптофан                                  | 100-120       | -             | 60-80         | 50-100        |
| Фенілаланін                                | 500-548       | 260-411       | 450-460       | 470-780       |
| Загальна кількість незамінних амінокислот: | 2867          | 2650          | 3500          | 3230          |

| 1                                       | 2           | 3           | 4           | 5           |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Замінні амінокислоти                    |             |             |             |             |
| Аланін                                  | 327-330     | 329-412     | 651-790     | 330-538     |
| Аргінін                                 | 364-400     | 452-597     | 205-470     | 400-567     |
| Аспаргінова к-та                        | 340-462     | 549-607     | 580-585     | 500-1347    |
| Гістидин                                | 200-237     | 121-171     | 163-260     | 152-200     |
| Гліцин                                  | 350-352     | 276-413     | 302-350     | 437-450     |
| Глутамінова к-та                        | 3080-3578   | 1165-1301   | 1513-1780   | 1977-2470   |
| Пролін                                  | 970-1392    | 304-348     | 386-850     | 1050-1055   |
| Серин                                   | 437-500     | 314-384     | 367-480     | 500-546     |
| Тирозин                                 | 250-267     | 138-330     | 124-380     | 272-330     |
| Цистин                                  | 200-266     | 57-145      | 54-170      | 136-140     |
| Загальна кількість замінних амінокислот | 6620        | 4708        | 6110        | 6370        |
| <b>Загальна кількість амінокислот</b>   | <b>9487</b> | <b>7504</b> | <b>9610</b> | <b>9600</b> |

У таблиці 1.1 приведений загальний вміст амінокислот у рослинній сировині. Зазначимо, що у рослинних джерелах білку часто не вистачає однієї або декількох амінокислот, для задоволення потреб споживачів [42]. Проте комбінації із різних сортів рослин можуть задовольнити потребу у білках людям, які дотримуються вегетаріанських або веганських дієт. Зернові культури можуть бути корисними для здоров'я, як культури, які містять значу кількість біологічно-активних пептидів [43]. Деякі зернові культури, пшениця, ячмінь та жито мають біологічно активні антипоживні пептиди, а саме білок глютен, який впливає на слизову оболонку кишківника, і не рекомендований до споживання людям, які хворіють на целіакію. Тому для виготовлення деяких БКВ їх замінюють на такі зернові культури, як рис, кукурудза, амарант, тощо [44].

Білки морських водоростей за поживністю можна прирівняти до білків рослинного походження. Вміст білку в морських водоростях залежить від виду водоростей. Так у червоних та зелених водоростях вміст білку становить до 47,0% в перерахунку на суху речовину [46]. Велику частину амінокислоти бурих морських водоростей складають аспарагінова і глутамінова кислоти (22-44% від загальної кількості амінокислот). Дослідження, проведені раніше, свідчать [46], що метод екстракції впливає на засвоюваність білку, але протеїни, отримані з морських

водоростей, мають засвоюваність на рівні засвоюваності казеїну, однак фракції вуглеводів і флоротаніни, знайдені в бурих морських водоростях, можуть впливати на засвоюваність білку [46].

Тваринні білки, зокрема білки м'ясної сировини за кількість та співвідношенням амінокислотного складу найбільше відповідають потребам людського організму [30]. Адже, м'ясо є важливим компонентом людського раціону, яке забезпечує білками, енергією та основними мікроелементами споживачів сировини. Сире м'ясо містить у своєму складі до 20–25% білку. Білок м'яса є чудовим джерелом незамінних амінокислот і майже повністю засвоюється організмом людини [45]. Крім того, м'ясо є джерелом мінералів (заліза, цинку та селену) і вітамінів (А, В9, В12, D та Е), які у м'ясі мають високу біодоступність [45].

Білки молока складаються з  $\alpha$ -амінокислот, що з'єднані між собою пептидним зв'язком. Спектр незамінних амінокислот білків молока включає лізин, триптофан, метіонін, фенілаланін, лейцитин, ізолейцин, треонін, валін. Білки молока мають високу біологічну цінність, вони представлені казеїном та сироватковатими білками. В свою чергу, казеїн знаходиться у трьох формах ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ). Дані форми казеїну відрізняються один від одного різним вмістом фосфору, сірки та кальцію. Сироваткові білки представлені глобуліном, альбуміном, імуноглобуліном, лактоферином та іншими міnorними білками. В своєму складі вони містять більше сірки (у порівнянні з казеїном), розчинні у воді та не піддаються дії сичужного ферменту [22].

Серед тваринних білків важливим також є білок яєць, представлений яєчним альбуміном (овоальбумін). Повноцінний альбумін містить чотири тіольні і одну дисульфідну групу. Також в білку яйця міститься значний перелік замінних та незамінних амінокислот: аланін, аргінін, аспарагінова кислота, валін, гістидин, гліцин, глютамінова кислота, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, пролін, серин, треонін, тирозин, триптофан, цистеїн, фенілаланін. Найбільшу кількість білок та жовток курячого яйця в своєму складі містять глютамінової кислоти (1,52 % та 1,93% від загального вмісту білку) [36]. Жовток яйця містить незначну кількість білку (до 18,0%) проте він є повноцінним.

Регулярне споживання риби широко пропагується як частина здорового харчування. Риба має високий вміст білку, який добре засвоюється і багатий незамінними амінокислотами, включаючи метіонін (6,5%) і лізин (19,6%) [47].

Споживання риби та молюсків має ряд наслідків для здоров'я, включаючи зниження ризику серцевих захворювань, запалення та артриту. Користь риби для здоров'я в основному пов'язана з наявністю поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) з довгим ланцюгом омега-3 (n -3) [47]. Рибний білок є багатим джерелом біоактивних пептидів, який має достатньо позитивних наслідків для здоров'я, якщо споживати його у відповідній кількості [48].

Однак через проблеми, пов'язані зі зміною кліматичних умов, вирощуванням рибної та м'ясної сировини, науковці знаходять нові види сировини для забезпечення достатньої кількості стійких білків у раціоні людини. Одними із таких видів сировини є комахи. Комахи можуть бути цінним джерелом білків, жирних кислот, вітамінів і мінералів, і в багатьох частинах світу вони прийняті та цінуються як традиційні страви в раціоні людини [93]. Окрім того, включення їстівних комах як інгредієнту до основних рецептур їжі, стає дуже привабливим та бажаним з точки зору поживності.

Велика кількість різновидів комах має сприятливий харчовий профіль для людини. За підтримки таких організацій, як ФАО [49] та Європейської комісії комахи були визначені як альтернативне джерело білку для західного світу, а не лише як делікатес в харчуванні [50]. Це пов'язано з тим що комахи мають великий вміст білку (сирий білок 40–75% сухої речовини) [51], є гарними джерелами незамінних амінокислот, з високим вмістом вітамінів групи B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, мінералів: заліза і цинку [52], а також білки, які містяться в комах на 77–98% засвоюються організмом людини. Проте з огляду на амінокислотний склад білків, багатьом різновидам комахам не вистачає певних амінокислот, включаючи триптофан і лізин. Комахи значно відрізняються за вмістом жиру (мають 77г/100г сухої речовини) у порівнянні з тваринами та рослинами. Деякі дослідження стверджують, що комахи становлять менший ризик передачі інфекційних захворювань людям, порівняно з тваринами та птахами [49].



Як зазначалось вище білок міститься в різних видах сировини, які зазвичай людина споживає щодня. У таблиці 1.2 наведений перелік вмісту білку на 100г сировини тваринного і рослинного походження, рибної сировини та деяких видів комах.

Таблиця 1.2

### Склад білків у продуктах харчування

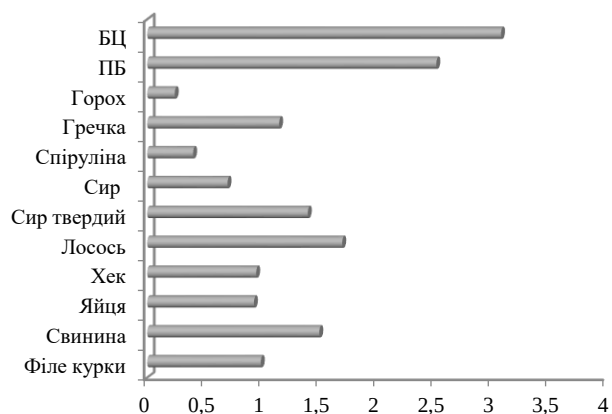
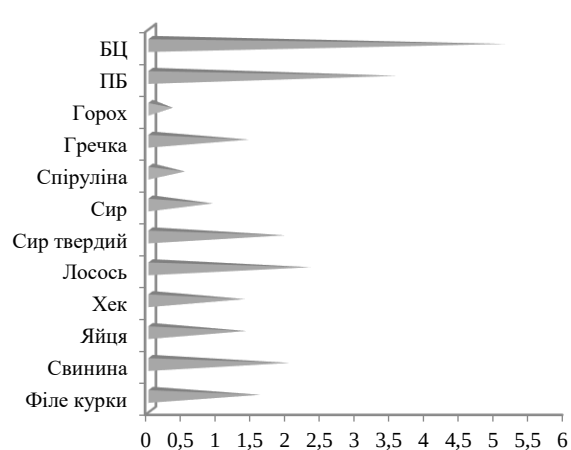
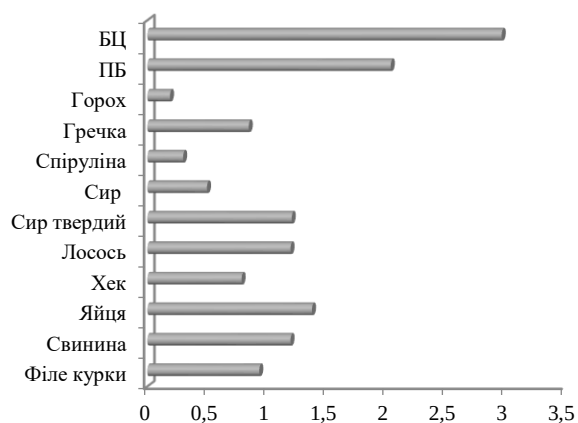
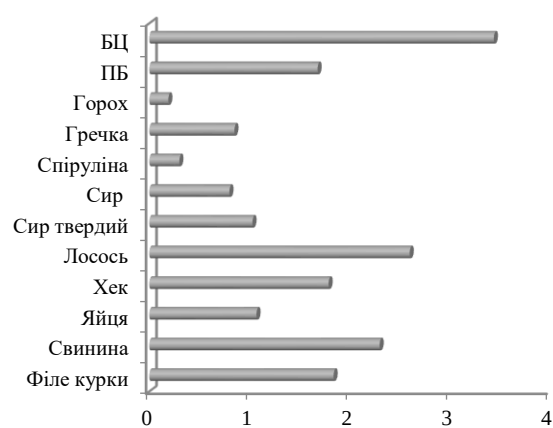
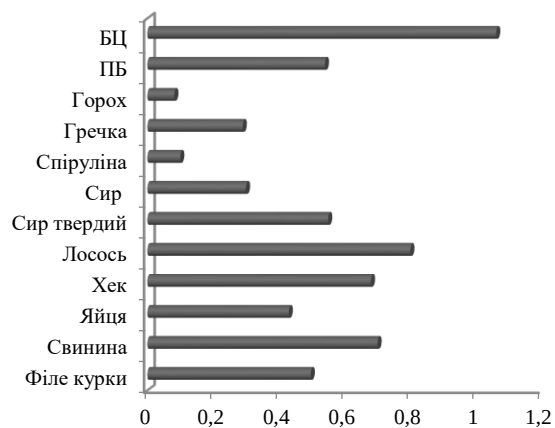
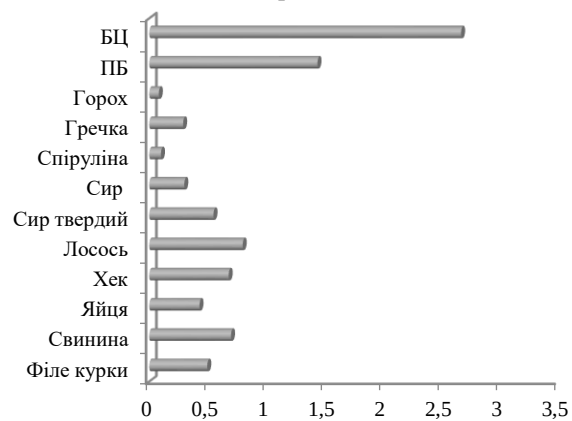
| № п/п                    | Сировина                           | Вміст білку % на 100 г |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1                        | 2                                  | 3                      |
| <i>М'ясна сировина</i>   |                                    |                        |
| 1                        | Філе індички                       | 21,6-23,6              |
| 2                        | М'ясо кролика                      | 20,7-23,0              |
| 3                        | Телятина                           | 19,7-20,5              |
| 4                        | Філе куриці сире                   | 18,0-23,0              |
| 5                        | М'ясо яловичини                    | 18,9-20,0              |
| 6                        | Яловича печінка                    | 17,0-19,0              |
| 7                        | Баранина                           | 16,3-20,0              |
| 8                        | М'ясо свинини нежирне              | 11,6-16,4              |
| 9                        | Яйця курячі                        | 11,0-13,0              |
| <i>Рибна сировина</i>    |                                    |                        |
| 10                       | Ікра                               | 25,0-31,0              |
| 11                       | Тунець в т.ч. консервований        | 23,0-26,0              |
| 12                       | Горбуша                            | 20,0-21,0              |
| 13                       | Лосось, сьомга, сібас, дорадо      | 20,0-22,0              |
| 14                       | Сайра дрібна                       | 18,8-20,4              |
| 15                       | Оселедець сирий або слабосолений   | 18,0-20,0              |
| 16                       | Тріска, минтай                     | 18,0-20,0              |
| 17                       | Скумбрія                           | 18,0-20,0              |
| 18                       | Сайда, хек                         | 16,6-19,0              |
| 19                       | Морепродукти свіжі або розморожені | 14,0-19,0              |
| <i>Молочна сировина</i>  |                                    |                        |
| 20                       | Молоко сухе незбиране              | 25,6-32,0              |
| 21                       | Сир твердий                        | 21,0-27,0              |
| 22                       | М'які види сиру                    | 18,0-21,0              |
| 23                       | Сир нежирний                       | 18,0-19,0              |
| 24                       | Бринза                             | 16,7-17,9              |
| 25                       | Сир кисломолочний 5-9% жирності    | 16,0-17,0              |
| <i>Рослинні продукти</i> |                                    |                        |
| 26                       | Спіруліна                          | 50,0-60,0              |
| 27                       | Яечний порошок                     | 44,0-46,0              |
| 28                       | Соя                                | 35,0-45,0              |
| 29                       | Сухий жовток                       | 31,0-34,0              |
| 30                       | Люпин                              | 29,0-36,0              |
| 31                       | Сочевиця суха                      | 24,0-25,0              |
| 32                       | Кунжут                             | 22,1-23,0              |
| 33                       | Насіння коноплі                    | 20,0-33,0              |

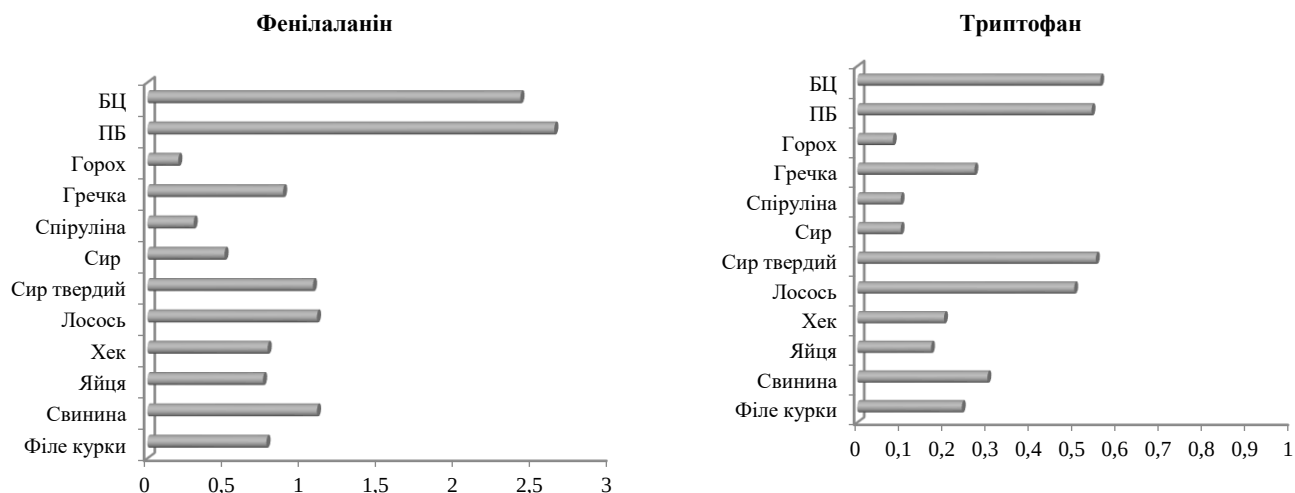
| 1                               | 2                    | 3           |
|---------------------------------|----------------------|-------------|
| 34                              | Горох сухий          | 20,0-23,0   |
| 35                              | Нут сухий            | 20,1-22,0   |
| 36                              | Насіння гарбуза      | 19,0-25,0   |
| 37                              | Мигдаль              | 18,0-21,0   |
| 38                              | Льон                 | 17,0-19,0   |
| 39                              | Кеш'ю сирий          | 17,0-18,0   |
| 40                              | Висівки              | 16,0-20,0   |
| 41                              | Ядра волоськийгоріху | 15,0-40,0   |
| 42                              | Амарант              | 14,0-18,0   |
| 43                              | Фундук сушений       | 14,0-16,0   |
| 44                              | Тофу                 | 13,0-16,0   |
| 45                              | Гречана ядриця       | 12,6-13,0   |
| 46                              | Пшоно                | 11,0-12,0   |
| 47                              | Вівсяна крупа        | 11,0-12,0   |
| 48                              | Квасолябіла суха     | 10,0-21,0   |
| 49                              | Люцерна              | 10,0-21,0   |
| 50                              | Борошно пшеничне в/с | 10,3-12,0   |
| <i>Продукти переробки комах</i> |                      |             |
| 51                              | Борошно із цвіркунів | 59,46-75,00 |
| 52                              | Сарана               | 46,78-53,69 |
| 53                              | Борошняний черв'як   | 49,55-53,94 |
| 54                              | Коники               | 42,96-50,75 |

Отже, із таблиць 1.2 видно, що найбільша кількість білків тваринного походження знаходяться в філе індички, в рибних продуктах – це ікра, молочній продукції – сухе незбиране молоко; рослинних білків найбільший відсоток на 100г продукту міститься в спіруліні, сої та яєчному порошку.

Зазначимо, що більшість продуктів, які містять рослинний білок завдяки методам обробки перетворюються на продукти первинної (борошно) та вторинної переробки (макуха, порошки, шрот) та застосовуються при виготовленні різних видів функціональних продуктів або кулінарних виробів для оздоровчого або лікувально-профілактичного призначення. В кондитерських виробках застосовується тільки рослинна сировина, яка містить певну кількість білку.

Порівняльний вміст амінокислот у продуктах тваринного та рослинного походження представлені на рисунку 1.1.

**Валін****Лейцин****Ізолейцин****Лізин****Метіонін****Треонін**



**Рис. 1.1 – Порівняльний вміст незамінних амінокислот у джерелах тваринного і рослинного походження з високим вмістом білку**

Отже, як видно з рисунку 1.1 найбільший вміст незамінних амінокислот міститься у борошні із комах, а саме у борошні із цвіркунів. Дане борошно переважає за вмістом таких амінокислот як валін, лейцин, лізин, метіонін, треонін, ізолейцин у порівнянні із іншими джерелами тваринного та рослинного походження.

Узагальнюючи, зазначимо, що білки – це важливі нутрієнти, які беруть участь у функціонуванні всього організму. Недостатнє споживання білка може призвести до появи хронічних захворювань, оскільки більшість біологічно активних компонентів нашого організму мають білкову природу (гормони, ферменти, антитіла тощо). Проаналізувавши літературні джерела, зазначимо, що білок міститься майже у всіх продуктах харчування, які споживає людини.

Тому, у сучасному світі харчових технологій необхідний інноваційний підхід до проектування продуктів харчування заданої якості і модифікованого хімічного складу, для задоволення фізіологічних потреб організму людини у повному обсязі, а також підвищення нутрієтного складу в раціоні харчування загалом. Вирішення такого роду завдань потребує розрахунку нутрієтного складу, загального хімічного складу, харчової, біологічної та енергетичної цінності сировини, яка має найбільший відсоток білку. З огляду на досить значний відсоток білку в комах (59,46-75,00%) подальші дослідження будуть базуватись на використанні продукту переробки комах – борошна із цвіркунів у найбільш популярному серед споживачів борошняному кондитерському виробі.

### **1.3 Характеристика цукрозамінників та досвід їх використання у виробництві харчових продуктів**

За останнє десятиліття в багатьох країнах світу підвищився рівень життя, змінилась структура харчування: збільшилось споживання високкалорійних продуктів з низьким вмістом білків та клітковини. Тому, більшість країн світу за останнє десятиліття визначають проблему захворювання населення на ожиріння. За даними ВООЗ кількість хворих на ожиріння складає 300 млн. осіб. Україна не є виключенням. У 2021 році кількість хворих на ожиріння складала близько 22,1 % населення [53].

Первинними причинами виникнення ожиріння є переїдання, неправильне харчування, переважання в раціоні людини продуктів, які містять надлишок жирів та швидких вуглеводів. Також ожиріння може бути викликане генетичними захворюваннями та спадковістю. В цьому випадку важливу роль відіграють порушення харчової поведінки та низька фізична активність людини [54]. Зазвичай ожиріння спостерігається у літніх людей, у яких знижується обмін речовин в організмі, порушується в головному мозку функція центру апетиту, виникнення захворювання провокують зниженням фізичної активності та її інтенсивність.

Ожиріння тісно пов'язане з розвитком захворювань серцево-судинної системи, цукрового діабету, порушень опорно-рухового апарату та кишково-шлункового тракту.

До хвороб, що супроводжують ожиріння відноситься цукровий діабет 2 типу [54]. За даними International Diabetes Federation, у 2021 році в Україні кількість хворих на цукровий діабет становила 2 млн. 325 тис. людей у віці від 20 до 79 років [53].

Цукровий діабет є актуальним медико-соціальним захворюванням сучасності, яке за поширеністю має риси епідемії. Відомо, що цукровий діабет – поширене хронічне захворювання, при якому рівень цукру в крові підвищується через порушення вироблення інсуліну або зниження чутливості до нього, тобто спостерігається неповне перетворення глюкози в енергію. Захворювання призводить до багатьох серйозних проблем зі здоров'ям [55].

При цукровому діабеті можна значно поліпшити перебіг захворювання, дотримуючись здорового харчування, підвищуючи рівень фізичної активності. Здорове харчування є одним із основних способів лікування цукрового діабету II типу. Дієта при цукровому діабеті II типу на тлі надмірної ваги повинна забезпечувати виключення всіх видів цукру і зниження загальної енергетичної цінності продуктів харчування, а особливо жирів.

Епідеміологічні дані наголошують, що цукор та його похідні в продуктах харчування та напоях збільшують випадки захворювань на ожиріння, метаболічного синдрому та цукрового діабету [56]. До того ж, глобальна поширеність ожиріння зросла до масштабів пандемії [57].

Завдяки своїм структурним та органолептичним функціям цукор є одним з основних інгредієнтів багатьох продуктів харчування в тому числі і ЗБН. У свою чергу, зростаюче усвідомлення зв'язку між надмірним споживанням цукру та розвитком хронічних захворювань зумовило нагальну потребу у зменшенні кількості рафінованого цукру в харчових раціонах, зокрема у рецептурах кондитерських виробів, які мають широку популярність та при надмірному споживанні можуть стати причиною виникнення захворювань типу цукрового діабету та ожиріння. Тому, закордонні [58, 59] та українські науковці [60] працюють над розробленням ЗБН функціонального призначення, у рецептурах яких замінювали цукор на цукрозамінники.

Цукрозамінники (Ц) – це природні або синтетичні речовини, які мають виражений солодкий смак, але низьку калорійність та глікемічний індекс. Зазвичай цукрозамінники не засвоюються людським організмом або засвоюються не так швидко, як цукор. Цукрозамінники не створюють значного навантаження на підшлункову залозу та не призводять до різкого підвищення рівня глюкози в крові. До продуктів харчування цукрозамінники додають в обмеженій кількості, адже їх солодкий смак досить часто перевищує солодкість цукру [61].

На сучасному ринку серед натуральних цукрозамінників перевагу надають фруктозі. Так як фруктоза відноситься до інсулінозалежних вуглеводів, її глікемічний індекс дорівнює 20,0% та її рекомендують споживати не тільки людям

які хворіють на цукровий діабет та ожиріння, а також і здоровим людям. При заміні цукру на фруктозу у БКВ спостерігається зміна кольору м'якушку в процесі випікання тому її частіше використовують у ЗБН з какао, у виготовленні шоколадних напівфабрикатів та пряників [95]. Часткова заміна цукру на фруктозу сприяє запобіганню швидкому черствінню ЗБН. Фруктоза більш активніша за цукор в процесі реакції Майяра, яка відбувається між амінокислотами та цукрами під час випікання. Фруктоза схвалена науково-дослідним інститутом харчування для застосування у харчовій промисловості у виробництві спеціалізованих продуктів дієтичного харчування, у тому числі для хворих на цукровий діабет II типу [95]. Крім того, фруктоза використовується як столовий цукрозамінник і широко представлена в різній фасуванні у відділах дієтичного харчування роздрібних торгових мереж.

Серед синтетичних цукрозамінників виділяють цукрозамінники-поліолі (гідратовані або ферментовані вуглеводи) до яких відноситься мальтит, сорбіт, лактат, еритрол тощо.

Еритрол (еритритол) - цукровий спирт із чотирма атомами вуглецю, який є безпечним при високих рівнях споживання [62]. Еритрол відноситься до малокалорійних цукрозамінників, з низьким глікемічним індексом, має антиоксидантні властивості, які дають можливість використовувати у продуктах функціонального харчування [63]. Еритрол може додаватися до кондитерських виробів, але тільки до низькоенергетичних та без цукру і безпечний навіть при щоденному їх споживанні. Він має надзвичайно низьку засвоюваність і не змінює рівень інсуліну в крові. Еритрол широко поширений у природі і був виявлений у морських водоростях, грибах, фруктах і ферментованій продукції хоча в незначних кількостях [62].

Еритрол використовувався для виробництва продуктів функціонального призначення. Проте використання цукрозамінників-поліолів впливає на органолептичні та фізико-хімічні властивості готового виробу [58].

Закордонні вчені [58] довели, що заміна цукру еритритом, мальтитом і трегалозою призвела до зміни реологічних властивостей тіста, органолептичних та структурно-механічних показників бісквіта. Тісто з еритритом характеризувалося

найменшими показниками в'язкості, хоча додавання мальтита і трегалози були подібним до зразків з цукром. У бісквіта з цукрозамінники скоринка і крихта були світлішими, ніж у бісквіта з цукром. Бісквіт з мальтитом мав найбільший розмір пор, проте товстіші стінки пор у порівнянні із іншими зразками. Твердість, пружність, органолептичні властивості бісквіта з мальтитом були подібними до бісквіта з цукром. Вчені [58] довели, що бісквітні тістечка з цукрозамінники замість цукру можуть бути привабливими для споживачів.

Були проведені дослідження по визначенню ефективності заміни цукру в тістечках поліолами такими як сорбіт, маніт, лактит, мальтит і ксиліт, а також гліцерин і еритрол [64]. Відомо, що використання поліолів у технології ЗБН сприяє зниженню енергетичної цінності готового виробу. Використання поліолів сприяє зменшенню вмісту вологи в продуктах харчування, а високий осмотичний тиск, який вони утворюють, посилює ефект збереження виробів [65]. Під час нагрівання та подальшого охолодження, було виявлено, що поліоли мали подібний вплив на структуру тіста, як і цукру [66].

Оскільки цукор, який є основним інгредієнтом БКВ, важко замінити повністю на цукрозамінники, необхідні дослідження для вивчення можливості іншої сировини у поєднанні з цукрозамінники в різних формах тортів. Psimouli та ін. [67] досліджували, чи можуть олігофруктоза, полідекстроза та поліоли замінити цукор у рецептурах тортів, і встановили, що олігофруктоза, лактит або мальтит близькі до сахарози за технологічними властивостями та не змінюють реологію тіста.

Використання інуліну і стевіани як замінників сахарози у рецептурі мафінів, дослідили шляхом заміни 50% цукру, та встановили, що мафіни мали текстуру, твердість і пружність, подібні до контрольних зразків, тоді як збільшення додавання стевіани чи інуліну здійснювало негативний вплив на твердість мафінів [68].

Повна заміна цукру на фруктоолігосахарид, інулін або збагачені олігофруктозою інулін різного ступеня полімеризації призвели до того, що ЗБН за зовнішнім виглядом готового продукту не відрізняється від контрольного зразку, мали однакову висоту, при цьому маса готового виробу значно відрізнялась від контрольного зразку [60]. Це пов'язано зі здатністю інноваційного компоненту



зв'язувати молекули води, відповідно це призвело до зміни фізико-хімічних властивостей під час випікання виробу.

Вченими [59] доведено, що заміна цукру на цукрозамінники поліолів типу ізомальтиту, еритриту, мальтиту у технології бісквітів можуть вплинути на структурно-механічні властивості готових напівфабрикатів. Так, випечені бісквіти на основі еритриту мали низьких питомий об'єм та міцну скорину. Тому температура випікання виробів на основі еритриту був знижений до 140<sup>0</sup>С. Проте, вироби на основі мальтиту не потребували коригування режимів випікання. Після проведення низки досліджень, вчені [59] зазначили, що за органолептичними та структурно-механічними властивостями найбільш близькими до контрольного зразку є модель з додаванням еритриту та ізомальтиту.

Отже, з огляду на важливість забезпечення харчовими продуктами людей з такими захворюваннями, як ожиріння та цукровий діабет в сучасних умовах розробляються та удосконалюються рецептури ЗБН за рахунок введення в них цукрозамінників. Встановлено, що можливе використання цукрозамінників як натуральних так і синтетичних, або їх поєднання, особливу увагу дослідники приділяють цукрозамінникам поліолам типу еритрол, мальтит оскільки їх використання дозволяє отримати продукт максимально наближений за своїми органолептичними показниками до виробів з використанням цукру.

#### **1.4 Перспективи використання борошна з цвіркунів у виробництві збивного бісквітного напівфабрикату**

Їстівні комахи давно визнані можливим і стійким джерелом їжі для людського раціону. Їх споживання (ентомофагія), формувалась протягом тисяч років. У різних народів споживання комах має культурне значення, хоча асортимент відрізняється відповідно до географічного розташування. Примітно, що близько 113 країн Азії, Африки, Австралії та Америки демонструють загальну схильність до споживання комах [49]. Приблизно 2000 видів комах використовуються як продукти харчування [69], і вони є частиною традиційного раціону щонайменше 2 мільярдів людей [49]. Жуки є найбільш споживаними комахами (31%), гусениці (18%); бджоли, оси і

мурахи (14%); коники, сарана і цвіркуни (13%); цикади, листоїди, щитівки та клопи (10%); терміти (3%); бабки (3); мухи (2%); та інші (5%) [49].

В даний час існує шість поширених комерційних їстівних видів комах, включаючи цвіркуна (*Acheta domesticus*), медоносну бджолу (*Apis mellifera*), одомашненого шовкопряда (*Bombyx mori*), гусінь мопана (*Imbrasia belina*), африканського пальмового довгоносики (*Rhynchoporus sphenoceros*) і жовтого борошняного хробака (*Tenebrio molitor*) [70].

Цвіркуни і жовтий борошняний черв'як є потенційними комахами для використання в їжі в ЄС, тоді як чорна солдатська муха, жовтий борошняний черв'як і звичайна кімнатна муха мають потенціал для використання в кормових продуктах [35].

Висока поживна цінність їстівних комах привертає увагу дослідників харчової промисловості через можливість їх використання у складі харчових продуктів з підвищеними споживчими характеристиками та високою біологічною цінністю [71]. Комахи є джерелом білків, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, мінералів (наприклад, заліза, селену та цинку) і вітамінів (головним чином групи B) [72, 73].

Розведення комах, порівняно з вирощуванням великої рогатої худоби або свиней, зазвичай потребує менше корму, води та землі, а також не супроводжується викидами парникових газів і аміаку в атмосферу [49]. Розведення комах для переробки та використання у продуктах харчування має високу ефективність перетворення корму на білок. Цвіркун роду *Acheta Domesticus*, має вміст сирого протеїну близько 42-75% у сухій речовині [74], роду *Scapsipedu sicipe* – 56,8-60,0%, роду *Gryllusbi maculatus* - 56,9-59,9% [75]. Всі види цвіркунів мають збалансований амінокислотний профіль, якому поступаються амінокислотні профілі білків тваринного та рослинного походження.

*A. domesticus* є одним із найпоширеніших видів комах, які мають оригінальний харчовий профіль, з достатнім вмістом білку, містить значну кількість незамінних амінокислот, ліпідів, склад яких близький до складу м'яса курки або яловичини [76]. Крім того, білок *A. domesticus* засвоюється організмом на 69,0–92,0%, що

прирівнюється до засвоюваності білка м'яса (92,0%), проте цей показник вище, ніж у рослинних білків, таких як сочевиця, квасоля, горох і нут, які мають показник 57,0–71,0% [77]. Також було досліджено, що кількість засвоюваних незамінних амінокислот *A. Domesticus* становить 7,5%, а сірчані амінокислоти (цистеїн і метіонін), які містяться у цих комах, визначені як перші обмежувальні амінокислоти для дітей, підлітків і дорослих [78].

Також, цвіркуну роду *A. Domesticus* за Європейською службою безпеки харчових продуктів (EFSA) вважаються комахами з найбільшим харчовим і кормовим потенціалом [79].

Проте, споживачі готові прийняти їстівні комахи як сировину для постійного вжитку у переробленому вигляді [80]. У своїй роботі Mlček, J. та інші зазначають, що використання цілих комах або продуктів їх переробки (борошно, пасти, гранули), які безпосередньо є невидимими для споживачів може допомогти збільшити попит на споживання комах [81]. Досягаючи цієї мети деякі науковці почали створювати рецептури клярів [82], хлібних виробів [83], екструдованих снєків [84], макаронних виробів [85], млинців [86], печива [87], горіхових батончиків [88] з додаванням борошна із комах, а також використовувати його як добавку при виробництві м'ясної сировини (додавали до котлет для бургерів) [89].

У 2022 році в країнах Європейського Союзу був розроблений та введений в дію Регламент, який затверджує, що домашній цвіркун та борошно із цвіркунів дозволені для споживання як інноваційний харчовий продукт [90]. Даний регламент засвідчує, що у продуктах переробки домашнього цвіркуна міститься до 70,0% білку, мінеральних речовин 3-10%, жиру та незамінних жирних кислот (25,0-31,0%), а зольність сировини складає 2,9-5,1% [90].

Борошно із цвіркунів (БЦ) (анг. – *cricket flour*) - це сировина з підвищеним вмістом білку, яка має колір від сіруватого до коричневого та ніжно-горіховий смак. Колір борошна залежить від денатурації білку в процесі сушіння комах, а смак та аромат утворюється в результаті реакції Майяра в процесі їх обробки. Виробництво борошна із цвіркунів здійснюється в Америці, Киргизстані, Азії, Африці. У світовій практиці для виробництва борошна із цвіркунів зазвичай використовують

домашнього цвіркуна (*Acheta domesticus*). Цвіркуни вирощують на спеціалізованих фермах, на яких всі процеси автоматизовані. Цвіркуни вирощують на вертикальних фермах, які оснащені сенсорами та автоматичними системами. За допомогою роботизованого модуля цвіркуни отримують ідеально розраховані обсяги їжі. Водночас бельгійські фермери вирощують цвіркунів у типових фермах на півночі Брюсселя, причому в секторах з вирощування цвіркунів використовують картонні форми. У Каліфорнії «Ферма долини Коало» розводять тисячі комах у шатрах із фольги з підігрівом, у яких встановлені ряди лотків та підвісних баків із комахами. Годують вони комах люцерною та квасолею, які вирощують на цьому ж підприємстві.

Технологія виготовлення борошна із цвіркунів має певні особливості. Перед виготовленням борошна та визначенням його органолептичних властивостей автори Raquel Lucas-González [91], Dorothy K. Murugu [75], Zielińska E [92] зазначають, що цвіркуни попередньо заморожуються при температурі  $-20^{\circ}\text{C}$ , протягом 48 годин і ліофілізуються. Далі комах подрібнюють за допомогою млина, і отримане борошно просіюють через сито з отворами не менше 20 мм.

При додаванні БЦ в рецептуру харчових продуктів, дані вироби можуть змінювати свої характеристики у порівнянні з аналогами на основі пшеничного борошна. Так, було досліджено, що під час випікання хлібобулочних виробів, додавання БЦ, яке не містить клейковини, однак має значну кількість білків, які поглинають велику кількість вологи, сприяло погіршенню якості готових виробів. Тому, встановлено, що оптимальна концентрація БЦ у рецептурі хліба складає 5,0% [83].

Додавання БЦ у рецептуру млинців оцінювали за органолептичними показниками. Дослідники [86] зазначили, що модельні зразки млинців з додаванням борошна із цвіркунів у кількості 10,0-30,0% були темнішими за контрольний зразок та подальше збільшення кількості борошна з комах призводило до більшого потемніння готового продукту. Це пов'язано із тим, що БЦ має темніший колір у порівнянні із пшеничним борошном.

Часткова заміна пшеничного борошна на борошно із цвіркуна в пісочному печиві [87] та інших харчових продуктах покращила їх фізичні властивості, підвищила харчову та біологічну цінність. Незначне (2,0%) додавання БЦ не здійснювало суттєвого впливу на смак, текстуру, зовнішній вигляд. Однак збільшення концентрації БЦ до 6,0 та 10,0% призводило до зниження якості виробу, зміни його фізичних властивостей (твердості, крихкості), при цьому також змінювалась харчова цінність.

З огляду на вищезазначене, зазначимо, що завдяки підвищенню інтересу дослідників до отримання якісних виробів були зроблені значні кроки вперед у валоризації їстівних комах. Продукти переробки комах, порівняно з сировиною тваринного походження, мають кращі або подібні поживні якості. Їх хімічний склад, багатий білками, незамінними амінокислотами, жирними кислотами, мінералами та вітамінами, робить їх оптимальним джерелом харчування. Також вирощування комах та їх переробка вважаються перспективним напрямком для виробництва високобілкової сировини та її використанні у нових харчових продуктах. Серед різноманіття комах було обрано цвіркуни роду *Acheta Domestica*, які мають збалансований амінокислотний профіль та вміст сирого протеїни вищий, ніж у інших комах. Проаналізувавши літературні джерела, було визначено, що комахи можна використовувати як цілими (основний продукт), так і у вигляді продуктів переробки - борошно.

Проте потрібно враховувати, що під час додавання продуктів переробки комах у страви харчова матриця інноваційних страв змінюється, використання нової сировини може впливати на реологічні властивості напівфабрикатів, фізико-хімічні та сенсорні показники готових страв. Тому використання борошна із цвіркунів у виробництві ЗБН потребує подальших досліджень та обґрунтування для отримання продуктів з високими органолептичними показниками та біологічною цінністю.

## Висновок до розділу 1

Враховуючи проведений огляд слід зазначити, що питання розробки харчової продукції функціонального призначення для корегування раціону харчування, забезпечення організму необхідними нутрієнтами та заміна окремих складових на раціональні є досить актуальним.

У ліквідації нестачі білку доцільно розробляти технології та рецептури нових функціональних продуктів, які будуть відображати збалансований вміст білку в продуктах харчування та рівень засвоюваності в організмі. При підборі сировини для комбінування її в складі харчових продуктів потрібно врахувати компенсацію амінокислот, тобто дефіцит амінокислот, які знаходяться у базовому продукті. При цьому основний та додаткові інгредієнти в складі продукту повинні добре поєднуватись за органолептичними показниками.

Було визначено та обґрунтовано, що їстівні комахи в своєму складі містять до 70,0% білків. Зокрема, цвіркуни роду *Acheta Domesticus* мають вміст сирого протеїну вищий, ніж інші аналоги, склад мінеральних речовин становить 3-10%, жиру та незамінних жирних кислот (25,0-31,0%), а зольність складає 2,9-5,1%. Відповідно використання нової сировини впливало на реологічні властивості напівфабрикатів, фізико-хімічні та сенсорні показники готових виробів і особливо на їх прийнятність споживачами.

При аналізі літературних джерел було визначено, що додаванням у продукти з високим вмістом білку цукрозамінників сприяє зниженню кількості швидких вуглеводів, що містяться у виробках з цукром. Крім того, цукрозамінники мають знижену калорійність у порівнянні із цукром, а білкові інгредієнти, що містяться у БЦ допоможуть підтримувати відчуття ситості організму людини. Високий вміст білку у ЗБН ймовірно зменшить загальну потребу та споживання продукту, що допоможе контролювати вагу у людей, які хворіють на ожиріння.

Серед натуральних цукрозамінників особливу увагу дослідники приділяють фруктозі та еритролу. Проаналізувавши літературні джерела було зазначено, що фруктоза є популярним цукрозамінником, проте вона впливає на органолептичні показники виробів, змінюючи їх колір. В свою чергу еритрол може

використовуватись у технології низькокалорійних ЗБН без цукру. Тому поєднання цих двох цукрозамінників у рецептурі ЗБН є перспективним, однак потребує подальшого дослідження.

Узагальнюючи, зазначимо, що при поєднанні в рецептурі ЗБН інгредієнту з високим вмістом білку – борошна із цвіркунів та цукрозамінників дозволить створити продукт із зниженою калорійністю та підвищити загальну харчову цінність ЗБН. Проте поєднання БЦ та цукрозамінників потребує подальших досліджень для обґрунтування складу та технології ЗБН функціонального призначення.

## РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розроблення технологій виготовлення та створення нового асортименту збивних бісквітних напівфабрикатів з підвищеним вмістом білку для харчування людей будь-якого віку є одним з головних завдань дисертаційної роботи.

У цьому розділі наведено план аналітичних та експериментальних досліджень, спрямованих на розробку збивних бісквітних напівфабрикатів, виготовлених з застосуванням борошна із цвіркунів та додаванням фруктози і еритролу. Головною метою цих досліджень є розробка нового продукту, який поєднує в собі смакові переваги цукрозамінників та корисні властивості борошна із цвіркунів.

У рамках досліджень були використані методи для вивчення фізико-хімічних, реологічних, структурно-механічних, органолептичних та мікробіологічних показників борошна із цвіркунів та цукрозамінників, як інноваційних інгредієнтів, а також збивного бісквітного напівфабрикату.

Важливим етапом було також визначення показників якості, для забезпечення стабільності та задоволення вимог споживачів. На підставі проведених теоретичних досліджень розроблений детальний план експериментальних досліджень, який передбачає дослідження властивостей сировини, тіста, готового напівфабрикату, розробку рецептури та відпрацювання технологій нового виробу.

### 2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Об'єктом дослідження є технологія ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів, технологія ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та використанням суміші цукрозамінників (фруктози і еритролу).

За контрольний зразок було взято випечений бісквіт круглий (Табл.2.1), виготовлений за традиційною технологією згідно з ДСТУ4460 [96].

Предмет дослідження:

- борошно із цвіркунів роду *Acheta domesticus* - виробництво Лондон, реалізується в межах України торговою маркою «SENS»;
- фруктоза – виробництво Україна ТМ «Golden Farm»;



- еритрол – виробництво Китай, реалізується в межах України торговою маркою «Смак життя».

Таблиця 2.1

### Рецептура бісквіту круглого [97]

| Найменування сировини         | Масова частка сухих речовин, % | Розрахунок сировини на 10 кг напівфабрикату, г |                   |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
|                               |                                | в натурі                                       | в сухих речовинах |
| Борошно пшеничне вищого сорту | 85,50                          | 3894,0                                         | 3329,4            |
| Цукор-пісок                   | 99,85                          | 3419,0                                         | 3413,9            |
| Жовтки яєчні                  | 46,00                          | 3419,0                                         | 1572,7            |
| Білки яєчні                   | 12,00                          | 5128,0                                         | 615,4             |
| Кислота лимонна               | 98,00                          | 15,2                                           | 14,9              |
| Есенція                       | 0,0                            | 22,8                                           | 0,0               |
| Всього                        | -                              | 15898,0                                        | 8946,3            |
| <b>Вихід:</b>                 | 84,00                          | 10000,0                                        | 8400,0            |

Всі види сировини використані для дослідження, відповідають вимогам діючих нормативних документів: ДСТУ, ТУ та дозволені для виготовлення ЗБН. В якості основної та додаткової сировини в ході проведення досліджень були використанні:

- пшеничне борошно вищого сорту ТМ «Хуторок» згідно з ГСТУ 46.004-99 [98], в якості контрольного зразку;

- борошно із цвіркунів згідно з імплементаційним регламентом комісії ЄС 2022/188 [90];

- яйця курячі згідно з ДСТУ 5028:2008 [99];

- цукор білий згідно з ДСТУ 4623:2006 [100];

- кислота лимонна згідно з ДСТУ 908:2006 [101].

- фруктоза згідно з чинним нормативним документом;

- еритрол згідно з чинним нормативним документом.

Органолептичні і фізико-хімічні показники пшеничного борошна та борошна із цвіркунів представлено у таблицях 2.2, 2.3. Органолептичні і фізико-хімічні показники цукру та цукрозамінників представлено у таблицях 2.4, 2.5

Таблиця 2.2

**Органолептичні показники якості борошна пшеничного вищого сорту та борошна із цвіркунів**

| Показник         | Борошно пшеничне вищого сорту                                                 | Борошно із цвіркунів                                                         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Колір            | Білий з жовтим відтінком                                                      | Світло сірий, з відтінком зеленого                                           |
| Запах            | Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий | Притаманний горіховий запах, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий |
| Смак             | Властивий пшеничному борошні, без сторонніх присмаків не кислий, не гіркий    | М'який горіховий смак                                                        |
| Зовнішній вигляд | Сипка маса                                                                    | Сипка маса                                                                   |
| Консистенція     | Розсипчаста, однорідна, порошкоподібна                                        | Розсипчаста, однорідна, порошкоподібна                                       |

Таблиця 2.3

**Фізико-хімічні показники борошна пшеничного та борошна із цвіркунів**

| Показник                                             | Борошно пшеничне вищого сорту | Борошно із цвіркунів |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Масова частка вологи, %                              | 15,0±0,5                      | 5,0±0,5              |
| Масова частка білку, %                               | 11,0±0,5                      | 70,53±0,5            |
| Масова частка золи у перерахунку на суху речовину, % | 0,55±0,5                      | 4,49±0,5             |

Таблиця 2.4

**Органолептичні показники якості цукру та цукрозамінників**

| Показник         | Цукор                                                                                                             | Фруктоза                                                                                                             | Еритрол                                                                                                              |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | Білий, чистий без плям і сторонніх домішок.                                                                       | Білий, чистий без плям і сторонніх домішок.                                                                          | Білий, чистий без плям і сторонніх домішок.                                                                          |
| Запах і смак     | Солодкий без стороннього запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині.                      | Солодка без стороннього запаху і присмаку.                                                                           | Солодкий без стороннього запаху і присмаку.                                                                          |
| Чистота розчину  | Розчин цукру є прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. | Розчин фруктози є прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. | Розчин еритролу є прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. |
| Консистенція     | Кристалічний цукор є сипким, без грудочок.                                                                        | Фруктоза має кристалічну структуру, сипуча без грудочок.                                                             | Еритрол має кристалічну структуру, сипучий без грудочок                                                              |

**Фізико-хімічні показники цукру та цукрозамінників**

| <b>Показник</b>                       | <b>Цукор</b> | <b>Фруктоза</b> | <b>Еритрол</b> |
|---------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| Солодкість, од                        | 1,0          | 1,56            | 0,65           |
| Розчинність, % при 20 <sup>0</sup> С  | 67,0         | 78,0            | 37,0           |
| Калорійність, ккал/г                  | 4,1          | 3,7             | 0,5            |
| Температура плавлення, <sup>0</sup> С | 176,0        | 104,0           | 126,0          |
| Глікемічний індекс, %                 | 70,0±0,5     | 20,0            | 0-0,2          |
| Теплота розчинення, кДж/кг            | -18,0        | -               | -192,0         |

Всі дослідження проходили на базі Сумського національного аграрного університету в лабораторіях факультету харчових технологій, Сумського обласного центру контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я, Сумській регіональній державній лабораторії державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, Виробничо-технологічному центрі контролю якості та безпеки продуктів харчування, комбікорму та комбікормової сировини (Київ) та Сумському регіональному науково-виробничому центрі стандартизації, метрології та сертифікації.

**2.2 Постановка експерименту та блок-схема досліджень**

Згідно з поставленою метою та завданнями роботи розроблено програму аналітичних та експериментальних досліджень, практичного застосування та апробації отриманих результатів, яка представлена на рис. 2.1.

Згідно плану проведено аналітичні дослідження, проаналізовано наукові праці щодо сучасного стану споживання та виробництва бісквітних напівфабрикатів, використання цукрозамінників нового покоління – фруктози та еритролу, використання білкововмісної сировини у технології збивного бісквітного напівфабрикату, аналіз харчової та біологічної цінності бісквітних виробів, шляхи зниження калорійності в бісквітних виробах і підвищення їх харчової та біологічної цінності.

Основні напрямки експериментальних досліджень наступні:

- аналіз застосування білкової сировини та цукрозамінників у виробництві збивного бісквітного напівфабрикату;

- дослідження хімічного складу інноваційної сировини та аналіз її органолептичних показників;
- встановлення кількості нових інгредієнтів;
- дослідження структурно-механічних та механічних властивостей напівфабрикату;
- обґрунтування технологічних параметрів отримання випеченого збивного бісквітного напівфабрикату;
- визначення органолептичних, фізико-хімічних та показників якості готового продукту;
- розрахунок харчової, біологічної, енергетичної цінності та глікемічного індексу напівфабрикату.

Заключний етап дослідження передбачає здійснення можливих організаційно-технологічних заходів, до яких відносимо розробку нормативної документації на новий вид продукції, оцінку економічної ефективності та впровадження технології інноваційного продукту в закладах ресторанного господарства.

Блок-схема комплексних досліджень виробництва збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників представлена на рис. 2.1



**Рис 2.1 – Блок-схема комплексних досліджень виробництва збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників**

## **2.3 Методи дослідження**

### **2.3.1 Методи визначення якості сировини**

У ході дослідницької роботи застосовували методи, які дозволяють визначити та оцінити органолептичні, технологічні та фізико-хімічні показники напівфабрикатів, їх хімічний склад та споживчі властивості.

Відбір і підготовку проб для дослідження сировини проводили в лабораторних умовах за єдиною методикою оцінки якості харчових продуктів [102]. Всі зразки досліджуваної сировини готували з однієї партії.

Основні органолептичні показники пшеничного борошна, а саме колір, смак, запах, хрусткість та наявність мінеральних домішок визначали згідно ГСТУ 46.004 [98], вміст сирової клейковини та її якість визначали методом згідно з ДСТУ ISO 21415-1 [103]

Фізико-хімічні показники пшеничного борошна та борошна із цвіркунів: визначали масову частку вологи - згідно ДСТУ ISO 712 [104] та ДСТУ 7525 [105]; крупність помелу та титровану кислотність за ГСТУ 46.004 [98]; вміст золи за ДСТУ ISO 2171 [106].

Фізико-хімічні показники цукрозамінників: визначали розчинність при 293 К (20°C), глікемічний індекс (ГІ), %, калорійність, температуру плавлення, солодкість та масову частку вологи % ДСТУ 4623 [100].

Масову частку білку у борошні пшеничному та борошні із цвіркунів визначали методом К'ельдаля ДСТУ 7169 [107].

Масову частку вологи в борошні із цвіркунів визначали згідно з ГСТУ 46.004 [98] та ДСТУ 3358 [108].

Якісний та кількісний склад амінокислот проводили на амінокислотному аналізаторі AAA-339М згідно з ДСТУ ISO 13903 [109]. Масову частку жиру у борошні із цвіркунів визначали рефрактометричним методом ДСТУ 8717 [110]. Визначення білково-амілазного комплексу у борошні із цвіркунів проводили згідно з ДСТУ ISO 3093 [111]; вміст водорозчинних вітамінів визначали флюорометричним методом; кількість мінеральних речовин за атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі HİTACHİ 180-80; визначення

засвоюваності білку в борошні із цвіркунів проводили згідно ДСТУ 7617 [112] та за методикою описаною авторами Руденко Т.В та Наріжним С.А. [113].

При проведенні мікробіологічних досліджень борошна із цвіркунів в якості поживного середовища обирали: для визначення загальної кількості аеробних колоній – простий поживний агар; для визначення загальної кількості пліснявих грибів та дріжджів – сабура агар; патогенних мікроорганізмів в т.ч. сальмонели визначали на селенітовому бульйоні; для *Listeriamonocytogenes*, для бактерій родини *Enterobacteriaceae* та сульфїтвідновлюючих анаеробів обрали середовище Кеслера; для *Bacillus cereus* та коагулазопозитивних стафілококів обрали ср. Плоскірева, ср. Еделя і Компельмахера.

Мікробіологічні дослідження проводились згідно з ДСТУ 8446 [114] для визначення МАФАН/загальної кількості аеробних колоній; плісневих грибів та дріжджів згідно з ДСТУ ISO 7954 [115]; *Escherichia coli* згідно з ДСТУ ГОСТ 30726 [116]; патогенних мікроорганізмів в т.ч. сальмонели ДСТУ EN 12824[117]; *Listeriamonocytogenes* згідно з ДСТУ ISO 11290 [118]; бактерій родини *Enterobacteriaceae* згідно з ДСТУ ISO 21528 [119]; сульфїтвідновлюючих анаеробів згідно з ДСТУ ISO 15213 [120]; *Bacillus cereus* згідно з ДСТУ ISO 7932[121]; *Coagulasepos. Staphylococcus* згідно з ДСТУ ISO 6888 [122].

Визначення токсичних елементів і важких металів здійснювали за МР4.4.4-108 [123], ГОСТ 30178 [124], визначення вмісту ртуті [125], вміст радіонуклідів [126], вміст пестицидів за ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000 [127].

### **2.3.2 Методи визначення якості тістового напівфабрикату**

Раціональну кількість борошна із цвіркунів та цукрозамінників у складі бісквітного напівфабрикату визначали, виходячи із необхідності створення продукту, який містить не менше 10,0% середньої добової потреби білку при звичайному рівні споживання збагаченого продукту та має низький глікемічний індекс. Визначення впливу додавання борошна із цвіркунів та цукрозамінників проводили шляхом дослідження структурно-механічних характеристик бісквітного

тіста: піноутворюючої здатності, стійкості піни, вологоутримуючої здатності, в'язкості тіста та вологості.

Піноутворююча здатність – це та кількість піни, яка виражається її об'ємом (у см<sup>3</sup>) або висотою стовпа (у мм), що утворюється з постійного об'єму вихідної сировини чи її суміші із яєчним білком. Піноутворюючу здатність тіста визначали за методом Лур'є. Дослідження піноутворюючої здатності цукру, фруктози та еритролу проводили в сумішах з яєчним жовтком масою 50 г. Зразки готували шляхом заміни цукру на фруктозу та еритрол в кількості 20, 40, 60, 80 та 100 % від загальної маси у співвідношенні ц:ф:є 80:5:15; 60:15:25; 40:20:40; 20:30:50; 0:35:65.

Відповідні суміші яєчного жовтку та цукрозамінників збивали лабораторним міксером до утворення стабільної піни. Перед збиванням виміряли висоту стовпчика суміші в посудині, а після збивання вимірювали висоту піни, що утворилась. При цьому кожні 60 с фіксували об'єм піни, яка утворювалась. Після досягнення стабільності піни збивання припиняли, а останнє зафіксоване значення використовували як максимальний об'єм піни, отриманий за заданих умов. Піноутворюючу здатність обчислювали у відсотках, визначаючи співвідношення об'єму піни після збивання до об'єму початкового розчину. Дослідження проводились у 5-кратному повторенні. Похибка експерименту не перевищувала 5,0%.

Піноутворюючу здатність (ПЗ) розраховують за формулою, %:

$$\text{ПУЗ} = \frac{V_n}{V_p} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де  $V_n$  – об'єм рідини, що утворилась після збивання, см<sup>3</sup>;

$V_p$  – об'єм рідини до початку збивання, см<sup>3</sup>;

ПУЗ – піноутворююча здатність, %

Для визначення стійкості піни збиті зразки залишали на 10 хв, після чого знову вимірювали висоту піни.

Стійкість піни (СП) розраховували за формулою, %:

$$\text{СП} = \frac{H_p}{H_k} \cdot 100 \quad (2.2)$$

де  $H_p$  – висота піни одразу після збивання, см<sup>3</sup>;



$H_k$ — висота піни через 10 хв. збивання, см<sup>3</sup>.

Масову частку вологи в тістовій масі визначали на приладі Чижової за ДСТУ 4910 [128].

Кінцевий результат визначення ВУЗ є середнє арифметичне результатів двох різнобічних визначень. Розбіжність допускається в кількості не більше 1,0%.

Реологічні властивості тіста для ЗБН визначали на «Реотесті-2», досліджували залежність динамічної в'язкості від температури та від величини напруги зсуву. В якості вихідної системи брали тісто для збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням різної кількості борошна із цвіркунів. Реологічні параметри тіста для збивного бісквітного напівфабрикату при зміні величини швидкості зсуву від 1,9 до 76 с<sup>-1</sup> досліджували за допомогою шпинделя №S07 при 18 обертах і температурі 20 °С.

Ефективну в'язкість визначається за формулою:

$$\mu = \frac{\tau_r}{\gamma_r} \quad (2.3)$$

де,  $\mu$  - абсолютна або ефективна в'язкість, Па×с;

$\tau_r$  - напруга зсуву, 10<sup>-1</sup>Па;

$\gamma_r$  - швидкість зсуву, с<sup>-1</sup>.

В свою чергу напругу зсуву визначають за формулою:

$$\tau_r = z \cdot \alpha \quad (2.4)$$

де,  $\tau_r$  - напруга зсуву, 10<sup>-1</sup>Па;

$z$  - постійна циліндра, 10<sup>-1</sup>Па;

$\alpha$  - відраховане значення позначок шкали приладу.

Результати проведених досліджень відображали на графіках залежності швидкості деформації та в'язкості від напруги зсуву.

Граничну напругу зсуву ( $\sigma_0$ , Па) бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів досліджували методом пенетрації, шляхом занурення конуса. Для дослідження використовували напівавтоматичний пенетромтр Labor з напівсферичним індикатором. Принцип дії даного приладу заснований на зануренні конусного індекатора певної маси, розмірів та кута, протягом певного часу в

продукт. Відбір дослідних зразків проводили з різних точок тістового напівфабрикату.

Граничну напругу зсуву структури розраховували за формулою П.А. Ребіндера:

$$\sigma_0 = k \frac{m \cdot g}{h^2} \quad (2.5)$$

де,  $\sigma_0$  – гранична напруга зсуву, Па;

m – маса тіла занурення, кг;

g – прискорення вільного падіння,  $g=9,8 \text{ кг/м}^2$ ;

h – глибина занурення конусу, м;

k – константа індентора, що залежить від кута при його вершині.

### **2.3.3 Методи визначення якості харчової продукції з використанням борошна з цвіркунів**

Розробка рецептури та технології збивного бісквітного напівфабрикату проводилось за результатами попередніх досліджень тістової маси.

Органолептична оцінка при розробці нових продуктів згідно з ДСТУ ISO 6658 [129] обрали метод дескриптивних тестів, що використовуються для ідентифікації конкретних органолептичних характеристик, властивих пробі. Згідно з цим методом дослідження органолептичних показників якості проводили дегустатори, які мають спеціалізовану підготовку. Дегустація проводилась в навчально-практичній лабораторії кафедри технології харчування. Дегустаційна комісія з викладачів кафедри технології харчування та представників комбінату громадського харчування Сумського національного аграрного університету. Загальна кількість представників дегустаційної комісії 10 осіб. Кожен представник дегустаційної комісії мав дегустаційний лист, у якому зазначались основні органолептичні показники згідно з чинним законодавством.

Обробку даних проводили, шляхом оцінки широкого спектру спроб описати та виявити різницю між модельними зразками. У рамках проведення методів

узгодженого складання профілів було створена узагальнена таблиця показників якості та обговорення наявних відмінностей модельних зразків.

У збивному бісквітному напівфабрикаті під час випікання відбувається перерозподіл вологи, що впливає на зменшення або збільшення ваги [130]. В роботі застосовані термогравіметричні дослідження форм зв'язку вологи в збивному бісквітному напівфабрикаті, які визначали на термоаналітичному приладі „Дериватограф Q-1500". За допомогою даного приладу проводиться визначення кількісних змін великої точності в досліджуваних зразках. Цей прилад здатний точно вимірювати всі кількісні зміни у зразку, які пов'язані зі зменшенням або збільшенням маси продукту внаслідок перерозподілу вологи під час теплового впливу [131].

В експериментальних зразках одночасно реєстрували зміни температури (Т), зміни маси (ТГ), швидкості зміни маси (ДТГ) та теплоти згоряння (ДТА) в залежності від часу за допомогою чотиріканального реєструючого пристрою. Дериватограми використовували для визначення втрати маси зразка при відповідній температурі  $\Delta m$ .

Термогравіметричні вимірювання проводили в керамічному тиглі під кварцовим ковпаком на дериватографі Q-1500D в динамічному режимі з наважкою зразка 2г. Як еталон використовували А1203, випалений до 1500°C. Зразок нагрівали до 500°C зі швидкістю нагріву 2,5°C/хв. Визначення форми зв'язування води на всіх етапах введення компонентів рецептури проводили на основі аналізу температури (Т-крива), зміни маси (ТГ) та її похідних (ДТГ-крива) і ентальпії (ДТА-крива). Вивчали зв'язки вологи після випікання напівфабрикату.

Свіжість та ступінь черствіння в збивному бісквітному напівфабрикаті визначали за загальноприйнятими методиками визначення крихтуватості м'якушки випеченого напівфабрикату через кожні 48 годин зберігання. Для визначення крихтуватості м'якушки вирізали два шматки випеченого збивного бісквітного напівфабрикату, у формі паралелепіпеда масою 5 г кожен та переносили у конічну колбу об'ємом 250 см<sup>3</sup>. Вміст колби перемішували протягом 5 хв на вібраційному

змішувачі. Крихту, що утворилась внаслідок тертя двох шматків, збирали і зважували на вагах з точністю до 0,01кг та визначали за формулою:

$$X = \left( \frac{G_1}{G_2} \right) \cdot 100 \quad (2.6)$$

де  $G_1$  – маса крихти, г;

$G_2$  – маса наважки виробу, г.

Усихання напівфабрикату є ще одним показником визначення свіжості збивного бісквітного напівфабрикату, який залежить від часу зберігання. Усихання досліджували зважуванням свіжевипеченого напівфабрикату з послідуочим його зважуванням через кожні 48 годин зберігання. Результати зважування визначали за формулою 2.7 та будували криву усихання, що показує динаміку зменшення маси готового виробу протягом зберігання.

$$Y = \left( \frac{m_1}{m} \right) \cdot 100 \quad (2.7)$$

де  $Y$  – показник усихання, %

$m_1$  – маса збивного бісквітного напівфабрикату випеченого після зберігання, г;

$m$  – маса збивного бісквітного напівфабрикату після охолодження, г.

Пористість випеченого збивного бісквітного напівфабрикату приймали як об'єм пор, які знаходяться в певному обсязі м'якушки, виражені у відсотках. Проведення даного дослідження заключалось в тому, що з середини випеченого напівфабрикату вирізали кубик м'якушки довжиною 3 см ( $V = 27\text{см}^3$ ). Цей кубик ділили на частини, притискаючи пальцями до повного видалення пор та робили з них щільні кульки діаметром не більше 100 мм. Виготовлені кульки опускали в мірний циліндр наповнений олією з поділками від 0,5 до 1мл, далі визначали обсяг виробу без пор ( $V_1$ ) за різницею рівня рідини. Обчислення пористості проводили за формулою:

$$\Pi = 100 \cdot \left( \frac{V - V_1}{V} \right) \quad (2.6)$$

де,  $V$  – об'єм вирізаної м'якушки,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  – обсяг безпористої спресованої м'якушки,  $\text{см}^3$ .

Термін зберігання бісквітного напівфабрикату 8 діб.

Фізико-хімічні показники збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників визначали згідно з ДСТУ 7045 [132]; масову частку білка в зразках визначали за методом К'ельдаля ДСТУ 7169 [107], вміст цукру визначали йодометричним методом за ДСТУ 5059 [133], масову частку золи визначали за ДСТУ 4672 [134], лужність за ДСТУ 5024 [135].

Для визначення амінокислотного складу білків в зразках збивного бісквітного напівфабрикату застосовували амінокислотний аналізатор Т.339 М за методом високоефективної рідинної хроматографії на спеціальних сферичних полістирольних сульфанових смолах [136].

Визначення ступеня перетравлюваності білку у збивному бісквітному напівфабрикаті проводили згідно з ДСТУ 7617 [112, 113].

Розрахунок глікемічного індексу проводили за метод розробленим науковцями НУХТ [137]; розрахунок біологічної та харчової цінності проводилась за загально прийнятими методиками [144].

Мікробіологічні показники збивного бісквітного напівфабрикату із вмістом інноваційної сировини визначали: за ДСТУ 8446 [114]; БГКП за ДСТУ ГОСТ 30518 [138]; патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду *Salmonella* ДСТУ EN 12824 [117]; плісєневі гриби по ДСТУ ISO 7954 [115].

Відбір проб для проведення мікробіологічних досліджень та підготовку їх до аналізу проводили за ДСТУ 8051 [139], ДСТУ 7963 [140], ДСТУ 8535 [141].

Визначення кількості МАФАМ здійснювали за ДСТУ 8446 [114], дріжджі та плісєневих грибів – за ДСТУ 8447 [142], патогенних мікроорганізмів в тому числі бактерії роду *Salmonella* за ДСТУ EN 12824 [117]; кількості бактерій виду *Escherichiacoli* за ДСТУ ГОСТ 30726 [116]; кількість бактерій групи кишкової палички за ДСТУ ГОСТ 30518 [138].

Згідно з ДСТУ 3946 [143] «Продукція харчова. Основні положення» та наказом Міністерства економіки України №210 від 25.09.00р. «Про порядок розробки та затвердження технологічної документації на фірмові страви, кулінарні і борошняні кондитерські вироби в підприємствах громадського харчування» було розроблено рецептуру та технологію інноваційного збивного бісквітного

напівфабрикату. За основу взяли рецептуру бісквіту круглого за рецептурою Павлова В.І. [97].

#### **2.3.4 Методи обробки експериментальних даних**

Експериментальні дані, що наведені в роботі, є середніми з повторюваністю не менше 3...5 разів. Закономірності отриманих даних відтворювалися в кожному з рівнозначних досліджень. Для об'єктивного судження щодо ступеня вірогідності отриманих даних проводили математичну обробку результатів досліджень.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили на персональному комп'ютері методом кореляційно-регресійного аналізу загальноприйнятими методиками з визначенням середньоарифметичного  $\bar{X}$  та середньоквадратичного відхилення окремого результату (стандартне відхилення)  $S(J)$ . Результати вимірів  $X_i$ , абсолютне відхилення яких від середнього арифметичного перевищувало величину  $3S$ , відкидали як невірогідні.

Точність вимірів визначали з надійністю  $d = 0,95$ . Похибку метода оцінювали величиною відносної похибки у відсотках. Апроксимацію емпіричних даних проводили за допомогою пакету прикладних програм MathCAD, MathLAB і пакету електронних таблиць Excel. Дисертаційна робота реалізована засобами Microsoft Windows 10 та його компонентами Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point, Corel Draw.

#### **Висновки до розділу 2**

У розділі 2 відповідно до поставлених цілей та завдань дослідження було розроблено план аналітичних та експериментальних робіт, які спрямовані на розробку та наукове обґрунтування технології збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників. Окреслено основні етапи досліджень з аналізу наукових даних за темою роботи, обґрунтовано склад рецептурних компонентів та параметрів технологічного процесу для впровадження нової рецептури у виробничий процес.

Визначені об'єкти та предмети дослідження; обґрунтовані та підібрані методи подальших досліджень, що необхідні для визначення органолептичних, реологічних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, а також створено програму аналітичних та експериментальних робіт з розробки технології збивного бісквітного напівфабрикату.

## **РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНА З ЦВІРКУНІВ**

Від якісного та кількісного складу інноваційної сировини безпосередньо залежать фізіологічні та споживчі характеристики сировини, перебіг технологічного процесу та якість кінцевого продукту. Тому для підтвердження доцільності використання борошна із цвіркунів в технології збивного бісквітного напівфабрикату слід дослідити його органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, амінокислотний склад та технологічні характеристики.

### **3.1 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних властивостей борошна з цвіркунів як сировини для виготовлення збивного бісквітного напівфабрикату**

Відомо, що технологічні особливості інгредієнтів, що входять в рецептурний склад продукту впливають не тільки на параметри процесу виготовлення, а й формують подальші якісні показники напівфабрикату та готової продукції.

Борошно із цвіркунів – це вид сировини, що викликає особливий інтерес виробників та тільки набуває використання в харчовій промисловості на ринку України у формі порошку. Проаналізувавши значну кількість літературних джерел про виготовлення та способи отримання борошна із цвіркунів, зазначимо, що найбільш широко у харчових технологіях використовується борошно із домашнього цвіркуна роду *Acheta domestica*. На ринку України борошно із цвіркунів реалізує ТМ «SENS» London. Дана сировина виробляється згідно з імплементаційним регламентом Комісії (ЄС) 2022/188 від 10 лютого 2022 року, що дозволяє розміщення на ринку заморожених, висушених і порошкоподібних форм *Acheta domestica* як нового харчового продукту відповідно до Регламенту (ЄС) 2015/2283 Європейського Парламенту та Ради, та внесення змін до Імплементаційного регламенту Комісії (ЄС) 2017/2470 та українським законодавством за ТУ У 10.8-45204873-001:2023 [90].

Для виробництва БЦ комахи проходять операції знежирення, мікрохвильового сушіння та помелу до розміру частинок 120-250 мікрон (0,120-0,250 мм). БЦ не



містить штучних барвників, ароматизаторів, консерваторів, глутамату натрію, глютену та молочних продуктів [145].

З появою на ринку нового продукту європейського значення важливо провести комплексну оцінку його якості (визначення фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників та харчової і біологічної цінності). Для органолептичної оцінки БЦ використовувалась 5-бальна шкала оцінок, де кожна оцінка вказує на ступінь якості. Серед основних характеристик визначали колір, смак, запах та загальну прийнятність. У таблиці 3.1 та на рис 3.1 зазначено порівняльну оцінку БЦ та пшеничного борошна (ПБ) за органолептичними показниками

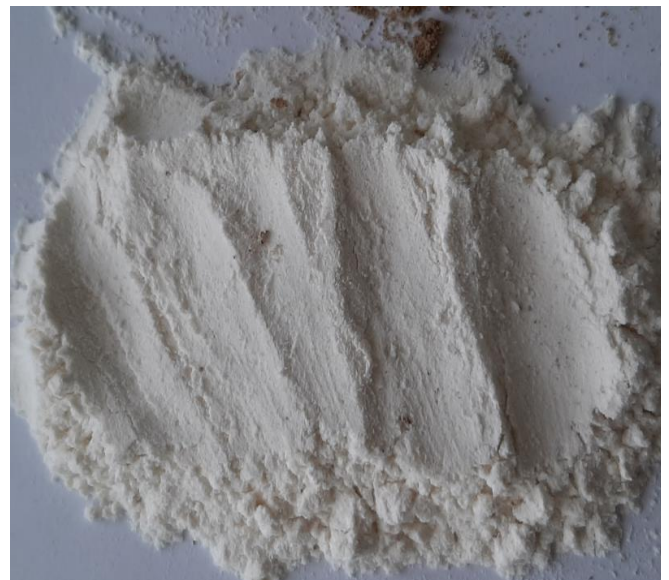
*Таблиця 3.1*

**Органолептичні показники борошна із цвіркунів та пшеничного борошна**

| Вид борошна          | Досліджувані характеристики |      |       |              | Загальна оцінка продукту |
|----------------------|-----------------------------|------|-------|--------------|--------------------------|
|                      | Колір                       | Смак | Запах | Консистенція |                          |
| Пшеничне борошно в/г | 4,6                         | 4,7  | 4,9   | 4,8          | 4,75                     |
| Борошно із цвіркунів | 4,0                         | 4,5  | 4,38  | 4,9          | 4,45                     |



1



2

**Рис. 3.1 - Зображення борошна із цвіркунів та пшеничного борошна для виготовлення ЗБН: 1 – борошно із цвіркунів; 2 – пшеничне борошно в/с**

З огляду на рис. 3.1 пшеничне борошно має набагато світліший колір у порівнянні із БЦ. Значення колірного параметру, отриманні для БЦ та ПБ становили 4,6 і 4,0 відповідно (табл.3.1). Результати показують, що ПБ характеризується легкою зміною кольору в бік жовтуватого відтінку порівняно з БЦ, яке у свою чергу показує більший зсув в бік коричневого відтінку. Така різниця в кольорі пояснюється тим, що у БЦ міститься значна кількість хітину, який міститься в тканинах комах. Також ПБ характеризується збільшеним розміром частинок на відміну від БЦ. Це зумовлено технологією виробництва (виду помелу, використанням різних видів сит та способів підготовки сировини).

Смак БЦ характеризується наявністю присмаку, який подібний до присмаку горіхів, варених бобових, ракоподібних. Запах борошна із цвіркунів відповідає запаху горіху типу волоський. Це пов'язано з процесом вирощування комах та способом їх харчування.

Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників борошна із цвіркунів та пшеничного борошна представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Фізико-хімічні показники борошна із цвіркунів та пшеничного борошна**

| Вид борошна          | Досліджувані характеристики        |                                  |                     |               |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------|
|                      | Масова частка вологи, %, не більше | Кислотність, град, не більше ніж | Крупність помелу, % | Вміст золи, % |
| Пшеничне борошно в/г | 15,0±0,5                           | 3,0±0,1                          | 2,0±0,1             | 0,55±0,05     |
| Борошно із цвіркунів | 5,0±0,5                            | 5,94±0,4                         | 4,0±0,1             | 4,45±0,05     |

Вологість борошна є важливим показником якості, який впливає на його зберігання та використання. Згідно із проведеними дослідженнями вологість пшеничного борошна становить не більше ніж 15,0% вологість борошна із цвіркунів 5,0%. Такий відсоток масової частки вологи у БЦ, свідчить про вищий вміст сухих речовин та здатність сировини зберігатися тривалий час у відповідних умовах за рахунок зменшення ризику розвитку шкідливих мікроорганізмів у борошні. Для повірення термін придатності БЦ складає 2 роки, ПБ – до 6 місяців.

Проведені дослідження щодо вмісту сирої золи показали, що БЦ в своєму складі містить до 4,45% речовини. Це свідчить про високий вміст мінеральних речовин у БЦ у порівнянні з ПБ та його високу харчову цінність для БКВ. Проте в подальших дослідженнях потрібно врахувати, що високий вміст золи може надати виробам більш грубий смак та текстуру, також вміст золи в продукті впливає на водопоглинальну здатність, що може вплинути на структурно-механічні властивості тіста та готового виробу.

### **3.2 Хімічний склад борошна із цвіркунів**

Харчова цінність продукту в першу чергу визначається його хімічним складом і вмістом екзогенних інгредієнтів. Загальновідомо, що їстівні комахи характеризуються високою харчовою цінністю, на що впливає високий вміст білка [145, 146]. Вони можуть служити альтернативою традиційним джерелам білку, особливо м'ясу [147]. Інтерес до комах, як джерела поживних речовин зумовлений насамперед двома проблемами. По-перше, вони є стійким джерелом білку, а по-друге, використання альтернативної білкової сировини може протидіяти недоїданню, особливо в країнах, що розвиваються [49].

Згідно з правилами ЄС, цілі комахи та продукти переробки на основі комах були схвалені для споживання на основі національних оцінок ризику та наукового висновку EFSA [148, 149]. Це підкреслює важливість харчових компонентів, які входять в склад цілих комах і продуктів переробки комах та пов'язані зі здоров'ям людини. Завдяки своєму харчовому профілю домашній цвіркун став важливою сировиною для виробництва продуктів підвищеної біологічної цінності [150]. Дослідження поживної цінності домашнього цвіркуна для споживання у раціоні людини проводилось протягом тривалого часу різними науковцями [151].

Орієнтований склад, вміст ліпідів, вуглеводів, клітковини, хітину, золи та харчової цінності борошна з домашнього цвіркуна роду *A. domesticus* наведені в таблиці 3.3. Такий комплексний аналіз дозволить забезпечити цілісне розуміння поживної цінності борошна з домашнього цвіркуна роду *A. domesticus* та надають переваги для його потенційного застосування в ЗБН.

**Аналіз макроелементів борошна із цвіркунів**

| <b>Поживні речовини, г/100г сухої речовини</b>  | <b>Борошно із цвіркунів</b> |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| Білки (протеїни)                                | 70,53±0,50                  |
| Жири (ліпіди)                                   | 13,7±0,14                   |
| Вуглеводи                                       | 0,5±0,10                    |
| Зола                                            | 4,45±0,3                    |
| Хітин                                           | 5,9±0,04                    |
| Енергетична цінність (ккал/100г сухої речовини) | 446,35±0,64                 |

Білки (протеїни) є важливими макроелементами, які відіграють значну роль у забезпеченні фізіологічних функцій організму людини, включаючи ріст, відновлення та підтримку.

Для визначення білку у БЦ застосований титрометричний спосіб по методу К'ельдаля, який включає в себе мінералізацію органічної речовини проби кип'яченою сірною кислотою в присутності каталізатора сірчано-кислотного амонію з додаванням охолодженого мінералазоту з надлишком гідроксиду натрію для видалення амонію, відгонки і титрування відділеного аміаку, обчисленням масової частки азоту в досліджуваній пробі та перерахунку на масову частку сирого білку. Даний спосіб проводиться за допомогою приладу К'ельдаля.

В чисту суху колбу К'ельдаля поміщали 0,3-0,5 г борошна із цвіркунів зваженого з похибкою не більше 0,001г.

За результатом дослідження було виявлено, що вміст білку у борошні із цвіркунів становить 70,53 г/100 г сухої речовини. Проте слід зазначити, що вміст білка та поживних речовин у борошні із цвіркунів може змінюватись залежно від таких факторів, як вид комах, спосіб їх харчування, умов розмноження та стадій розвитку [152].

Однак результати кількісного визначення біодоступного білку БЦ можуть дещо відрізнятись від реальних значень, враховуючи, те що аналіз сирого білка за допомогою методу К'ельдаля дозволяє визначити азот, вбудований в екзоскелет комах, який складається з полісахариду хітину.

Саме тому було проведено дослідження коефіцієнту перетравлюваності білку *in vitro*. Суть методу перетравлюваності білків у борошні із цвіркунів травними ферментами полягає, у послідовній дії на білок досліджуваного об'єкту системи

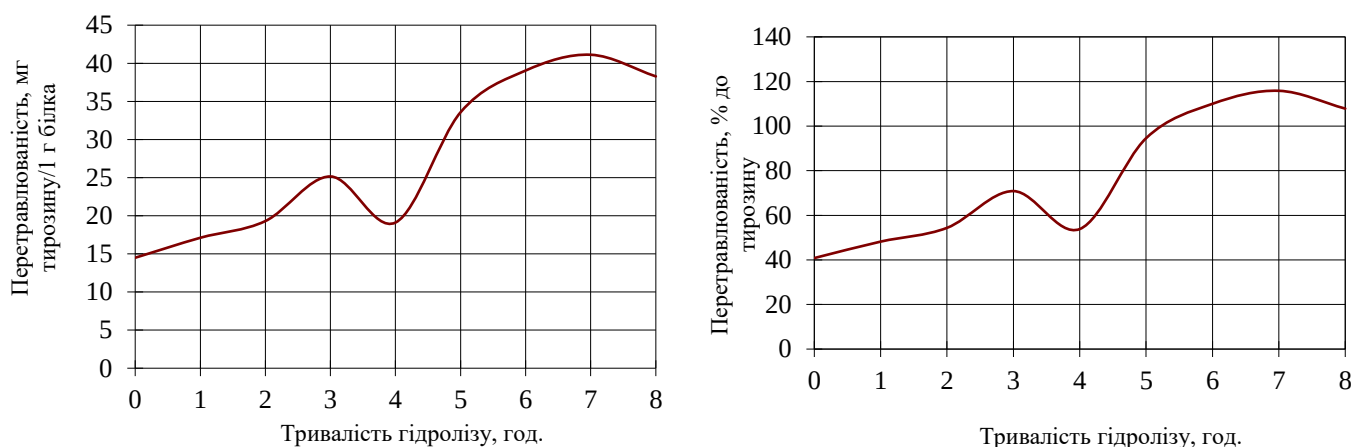
протеїнази і видалення за допомогою діалізу продуктів гідролізу, для уникання інгібування реакції низькомолекулярними пептидами і вільними амінокислотами.

У таблиці 3.4 та на рисунку 3.2 наведені дані, що характеризують динаміку перетравлюваності борошна із цвіркунів протеолітичними ферментами.

Таблиця 3.4

**Перетравлюваність борошна із цвіркунів  
(в умовах *in vitro*)**

| Номер зразка         | Масова частка тирозину, г/100 г білку | Перетравлюваність білків |            |            |       |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------|------------|-------|
|                      |                                       | мг тирозину / г білку    |            |            | %     |
|                      |                                       | пепсином                 | трипсином  | сумарне    |       |
| Борошно із цвіркунів | 3,55±0,17                             | 5,59±0,05                | 21,88±0,18 | 27,47±0,27 | 77,37 |



**Рис. 3.2 - Динаміка процесу протеолізу білкових систем у складі борошна із цвіркунів**

У таблиці 3.4 зазначено, що коефіцієнт перетравлюваності білку борошна із цвіркунів становить 77,37% (для порівняння у пшеничному борошні коефіцієнт перетравлюваності становить 0,4-05%).

На рисунку 3.4 наведені дані щодо динаміки перетравлюваності білку у борошні із цвіркунів в системі протеїназ «пепсин-трипепсин» (*in vitro*) за збільшенням азотовмісних сполук у діалізаті, це свідчать про суміжний характер розчеплення сировини. Тому характерним під час перетравлюваності білків борошна із цвіркунів є двоступневий тип. На першій стадії перетравлюваності білків під впливом пепсину можна відмітити крутий підйом кривої. Проте до 3,5 годин

перетравлювання відзначається уповільнення гідролізу білків. Подальше додавання в систему пепсину викликає нове прискорення процесу перетравлювання внаслідок чого крива на початку 4 години, знову різко піднімається вгору. Білки борошна із цвіркунів швидко перетравлюються пепсином, що характеризується швидким підйомом кривої перетравлюваності. З огляду на криву перетравлюваності білків борошна із цвіркунів, зазначимо, що загальна тривалість перетравлювання складає до 7 годин. Такі значення вказують на те, що білок БЦ є високоякісним та легкозасвоюваним організмом людини та містить значну кількість есенціальних амінокислот.

Окрім білків за своїм хімічним складом БЦ має значну кількість жирних кислот. Біологічна цінність жиру в першу чергу визначається кількістю і типом жирних кислот, що містяться в комах. БЦ містить помірну кількість жиру, що робить його більш здоровою альтернативою джерелам м'яса. Ліпіди складають другу за величиною фракцію в проаналізованому зразку з вмістом у БЦ від 13,70 до 20,00г/100г сухої речовини, включаючи поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК). Однак важливо зазначити, що точний склад і якість ліпідів БЦ може змінюватися залежно від таких факторів, як вид, походження та використовувані методи обробки домашнього цвіркуна [153]. Ліпіди досліджуваної сировини знаходяться у формі тригліцеридів, які разом із глікогеном є відповідним енергетичним резервом і представляють широко вивчений клас молекул. У таблиці 3.4 наведений вміст жирних кислот у борошні із цвіркунів.

Таблиця 3.4

#### Вміст жирних кислот у борошні із цвіркунів

| Жирні кислоти г/100г сухої речовини    | Борошно із цвіркунів |
|----------------------------------------|----------------------|
| <i>Насичені жирні кислоти, в т.ч.:</i> | 13,70±0,7            |
| Містиринова кислота                    | 0,12±0,5             |
| Стеринова кислота                      | 1,09±2,0             |
| Арахідова кислота                      | 0,05±0,34            |
| Олеїнова кислота                       | 2,13±1,05            |
| Лінолева кислота                       | 5,79±0,88            |
| Пальмітинова кислота                   | 4,50±1,94            |
| Бегенова кислота                       | 0,02±0,16            |
| <i>Поліненасичені жирні кислоти</i>    | 4,25±0,5             |
| <i>Мононенасичені жирні кислоти</i>    | 3,06±0,2             |

У дослідженому зразку борошна із цвіркунів найбільше міститься жирних кислот, таких як лінолева (5,79%) та пальмітинова (4,5%) кислоти, потім олеїнова (2,13%) та стеаринова (1,09%) кислоти. Крім того, були виділені інші формули жирних кислот, а саме міристинової та пальмітолеїнової. Також було виявлено декілька класів похідних жирних кислот, а саме амідних (пальмітамід, олеамід, лінолеамід, стеарамід) та складних ефірів (пальмітоїлкарнітин і стеароїлкарнітин), а також деякі гідроксигірні кислоти (гідроксиліноленова кислоти), добре відомі за їх протизапальні, антиоксидантні, антимікробні та протидіабетичні властивості [74]. З огляду на хімічний склад жирних кислот БЦ, можна зробити висновок, що жирні кислоти, що містяться у БЦ (а саме лінолева кислота) ймовірно позитивно впливатимуть на протизапальні процеси в організмі людини, вони зможуть знизити рівень холестерину та тригліцеридів в крові, що важливо для людей, які хворіють на ожиріння, також жирні кислоти, що містяться у БЦ мають антиоксидантні властивості, які допомагають захищати клітини від пошкоджень, спричинених вільними радикалами.

Домашній цвіркун роду *A. domesticus* вважається їстівною комахою з високим вмістом клітковини. Нерозчинний хітин є найпоширенішою формою клітковини в організмі комах, яка міститься переважно в їх зовнішньому скелеті та утворює їх білкову матрицю [154]. Хітин є лінійним полісахаридом, що складається з  $\beta$ -(1,4)-пов'язаних залишків 2-аміно-2-дезоксиглюкопіранозита 2-ацетамідо-2-дезоксиглюкопіранози [155].

Для оцінки вмісту хітину доступні різні методи, але визначення ацетильних груп є більш ефективним для кількісного визначення хітину в складних білкових матрицях, оскільки воно безпосередньо забезпечує кількість ацетату в гідролізованих зразках [156]. За результатами досліджень було виявлено, що борошно із цвіркунів містить високий рівень хітину, а саме 5,9г/100г сухої речовини.

Хітин вважається не перетравлюваною клітковиною, незважаючи на те, що фермент хітиназа міститься в шлунковому соку людини, було доведено, що вміст хітину позитивно впливає на кишкову мікрофлору людини діючи, як пребіотик

[154]. Хітин пов'язаний із захистом в організмі людини від деяких паразитарних інфекцій та певних алергічних станів, має протівірусну активність, покращує імунну систему організму людини та протидіє розвитку ракових пухлин. Хітин екзоскелетів комах в організмі людини проходить перетворення як целюлоза, тому його часто називають «твариною клітковиною» [154]. Можна вважати, що при споживанні борошна із цвіркунів з високим вмістом хітину продукт матиме вплив на організм людини, як пребіотик, сприяє покращенню мікрофлори кишківника та функціональну здатність організму людини.

Окрім макроелементів борошно із цвіркунів в своєму складі має значний вміст мікроелементів, орієнтованих вміст який представлений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

**Вміст мікроелементів (мінеральних речовин та вітамінів) у борошні із цвіркунів**

| Мікроелементи                  | Борошно із цвіркунів |
|--------------------------------|----------------------|
| <i>Мінеральні речовини</i>     |                      |
| Натрій, мг/100г                | 435,0±0,1            |
| Кальцій, мг/100г               | 192,1±0,1            |
| Загальний фосфор, мг/100г      | 940,0±0,2            |
| Магній, мг/100г                | 110,0±0,1            |
| Калій, мг/100г                 | 246,14±0,1           |
| Залізо, мг/100г                | 5,67±0,1             |
| Марганець, мг/100г             | 8,9±0,11             |
| Мідь, мг/100г                  | 3,0±0,4              |
| Цинк, мг/100г                  | 22,0±0,5             |
| Йод, мкг/100г                  | 52,0±0,1             |
| Селен, мкг/100г                | 20,0±0,1             |
| <i>Вітаміни</i>                |                      |
| Ретинол, (vit. A ) мг/100г     | 6,7±0,8              |
| Тіамін, (vit. B1) мкг/100г     | 27,0±0,5             |
| Рибофлавін, (vit. B2) мкг/100г | 140,0±0,7            |
| Кобаламін, (vit. B12) мкг/100г | 5,76±0,1             |
| Вітамін E, мг/100г             | 1,32±0,01            |

З огляду на вітамінний склад борошна із цвіркунів зазначимо, що такий комплекс вітамінним рекомендують споживати людям, які хворіють на цукровий діабет. Так, наприклад, вітаміни групи А, покращують мікроцеркуляцію крові, зміцнюють імунну систему організму у людей хворих на цукровий діабет. Добова потреба у споживанні вітаміну А складає 1,5 мг/добу; вітамін В1 нормалізує



вуглеводний обмін та покращує кровообіг (добова потреба - 2,5 мг/добу); вітамін В2 – стимулює синтез гемоглобіну (добова потреба складає 2,5 мг/добу); вітамін В12 нормалізує роботу кишково-шлункового тракту (добова потреба 3,0 - мкг/добу). Отже, досліджувана сировина містить значну кількість вітамінів, що перевищує добову норму людського організму і може стати ефективною добавкою для корегування складу харчових продуктів функціонального призначення.

У таблиці 3.5 зазначено, що БЦ у своєму складі містить такі мінеральні речовини, як фосфор, натрій, кальцій, калій та магній. Відомо, що при таких захворюваннях як цукровий діабет та ожиріння рекомендують споживати магній, який допомагає регулювати рівень цукру в крові та сприяє нормалізації артеріального тиску; залізо, що входить до складу білків продукту та впливає на якість імунної реакції при інфекційних захворюваннях. Це підтверджує той факт, що доцільно споживати БЦ як самостійний продукт або додавання його у технології виготовлення виробів.

Узагальнюючи, зазначимо, що за своїм хімічним складом борошно із цвіркунів – це продукт з високим вмістом білку, золи, вмістом жирних кислот, гарним мікроелементним складом. Проте в подальших дослідженнях потрібно врахувати, умови обробки сировини та виробництво харчових продуктів (високі температури, кислотність, механічну обробку), в результаті яких кількість нутрієнтів сировини може змінюватись.

### **3.3 Дослідження білково-протеїнажного комплексу борошна із цвіркунів**

Нетрадиційні види борошна мають специфічно-технологічні властивості, які з іншими традиційними компонентами в рецептурі утворюють складні системи, що здатні впливати на біохімічні процеси в тісті та його структурно-механічні властивості.

Проаналізувавши вміст білку було виявлено, що БЦ має найвищий вміст білку у порівнянні із продуктами тваринного та рослинного походження. Також на рисунку 1.1. було зазначено, що БЦ містить вісім незамінних амінокислот. Для оцінки амінокислотного профілю проведено порівняння вмісту амінокислот у різних

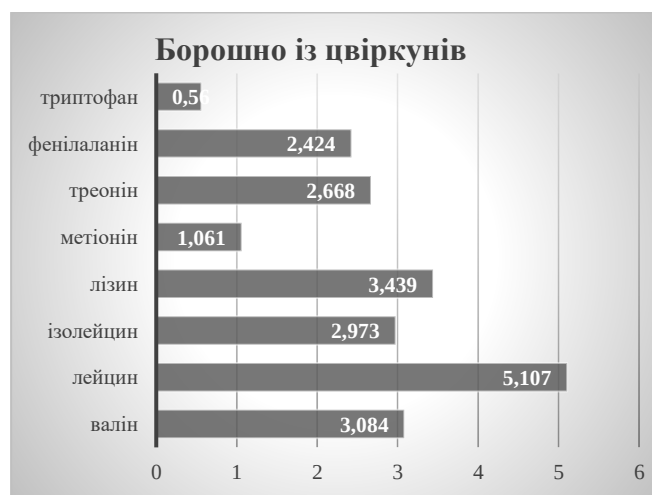
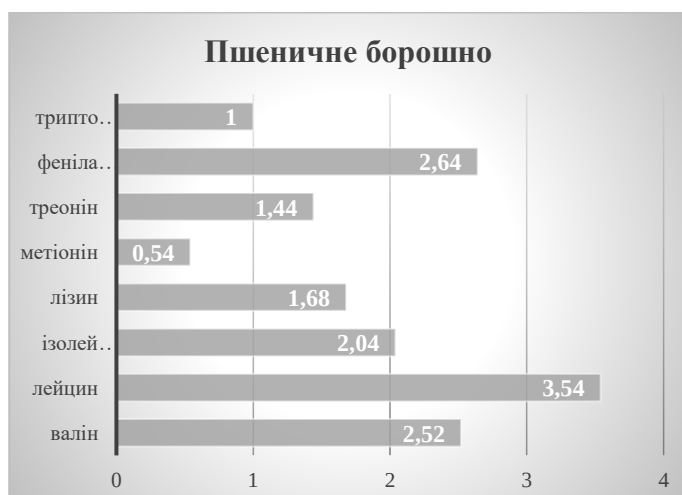
продуктах рослинного та тваринного походження та встановлено, що вміст амінокислот в досліджуваному зразку був вищим, ніж у більшості тваринних та рослинних продуктах з високим вмістом білку. Такі дані свідчать що, 100 г БЦ, які споживаються на день, забезпечать принаймні вдвічі більше білка, ніж будь-яке зі звичайних рослинних джерел.

Порівняльний вміст амінокислот борошна пшеничного та борошна із цвіркунів наведені у таблиці 3.6 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.6

**Порівняльний вміст амінокислот у пшеничному борошні та борошні із цвіркунів**

| Незамінні амінокислоти | Шкала FAO | Вид борошна    |         |            |         |
|------------------------|-----------|----------------|---------|------------|---------|
|                        |           | ПБ, %          | СКОР, % | БЦ, %      | СКОР, % |
| валін                  | 50        | 0,47-2,52±0,01 | 0,94    | 3,084±0,03 | 1,23    |
| лейцин                 | 70        | 0,75-3,54±0,07 | 1,15    | 5,107±0,05 | 1,07    |
| ізолейцин              | 40        | 0,43-2,04±0,09 | 1,08    | 2,973±0,03 | 1,11    |
| лізин                  | 55        | 0,25-1,68±0,03 | 0,45    | 3,439±0,03 | 1,42    |
| метіонін               | 35        | 0,21-0,54±0,01 | 0,44    | 1,061±0,01 | 0,56    |
| треонін                | 40        | 0,23-1,44±0,01 | 0,78    | 2,668±0,02 | 1,00    |
| фенілаланін            | 60        | 0,50-2,64±0,02 | 0,83    | 2,424±0,02 | 0,65    |
| триптофан              | 10        | 0,54-1,0±0,02  | 0,1     | 0,56±0,02  | 0,056   |



**Рис. 3.3 – Порівняльний вміст амінокислотного складу пшеничного борошна та борошна із цвіркунів**

Відомо, що ПБ містить декілька видів білку, серед яких основними є глютеніві білки (гліадін і глютенін). У БЦ присутні всі вісім незамінних

амінокислот, що підтверджує важливу поживну цінність даного продукту. Крім того, слід зазначити, що кількісне визначення амінокислот стосується вільних амінокислот, природним чином присутніх у матриці, без будь-якого гідролізу білка. Також у БЦ було виявлено наявність дипептидів (цистеїніл-метіонін, метіоніл-метіонін, метіоніл-тирозин) і трипептидів (валіл-аргініл-тирозин, метіоніл-лейцил-фенілаланін, аргініл-проліл-пролін ).

З таблиці 3.6 видно, що за амінокислотним складом БЦ для виготовлення ЗБН перевищує амінокислотний склад пшеничного борошна.

З аналізу отриманих даних, видно, що амінокислотний SKOP білків борошна із цвіркунів знаходяться в діапазоні 0,56 – 1,42%. Найбільший SKOP у БЦ зафіксований для валіну, лімітуючою амінокислотою є метіонін SKOP якого в межах 0,56%, проте його вміст у БЦ більший у порівнянні з пшеничним борошном.

Щодо заміennих амінокислот, то за результатами досліджень було визначено, що борошно із цвіркунів за своїм амінокислотним складом значно перевищує пшеничне борошно у таких амінокислотах як аспарагінова кислота на 15,79%, серин– 5,02%; аланін – 21,12%, цистін – 2,8%, тирозин – 20,84%, аргінін – 11,25%, глютамінова кислота – 2,04%, пролін - 4,61%, гістидин – 1,5%.

Відомо, що використання продуктів, що містять значну кількість лізину є надзвичайно важливим. Адже лізин необхідний для нормального функціонування організму, а саме для синтезу білків в організмі людини. Лізин є складовою білків, які містяться в м'язах, кістках, колагені та інших структурних компонентах. Він сприяє підвищенню опорної здатності організму до дії шкідливих інфекцій та мікроорганізмів, а саме стимулює вироблення антитіл та імунних клітин. Лізин допомагає регулювати рівень аргініну, який впливає на кровообіг та синтез азоту в організмі [157].

Також у досліджуваній сировині міститься більше метіоніну, який вважається найбільш лімітованою амінокислотою серед представлених кислот. У живих організмах метіонін зустрічається в основному в L-формі і входить до складу більшості білків. У мікроорганізмів він утворюється з L-аспарагінової кислоти. У клітинах ссавців L-метіонін, що надходить з їжею, сам є будівельним матеріалом

для іншої умовно незамінної амінокислоти L-цистеїну. Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує споживання L-метіоніну здоровим дорослим у кількості 13 мг на 1 кг маси тіла на добу. L-метіонін міститься в продуктах тваринного і рослинного походження. За винятком кунжуту (вміст метіоніну 1656 мг/100 г) і бразильського горіха (1008 мг/100 г), вміст L-метіоніну в тваринних білках значно вищий, ніж у рослинних. [158].

Відомо, що валін є однією з 20 амінокислот, яка входить до складу L-ізомерів багатьох відомих білків і є важливим компонентом їжі для людей і тварин. При нестачі в організмі вуглеводів вони перетворюються в глюкозу (глікоген) або глікоген через стиролацетат і фосфоенолпіруват. Добова норма споживання валіну становить 110 мг/1 кг для дітей, 0,8 г для чоловіків і 0,65 г для жінок [159].

Гістидин є незамінною амінокислотою, дефіцит якої в їжі спричиняє шкідливий вплив на вміст гемоглобіну в організмі людини [160].

Амінокислоти, такі як лейцин, ізолейцин і валін, які є амінокислотами з розгалуженим ланцюгом та містяться в значно вищих кількостях у БЦ, ніж у тваринних і рослинних джерелах. Було доведено потенційну роль лейцину, ізолейцину та валіну у роботі мозку та підтримці м'язової маси під час втрати ваги [161]. Деякі дослідження вказують, що лейцин і гістидин мають важливе значення для росту дітей [162]. Лейцин має широкий спектр метаболічних і регуляторних впливів на організм та відіграє потенційну роль у лікуванні ожиріння та метаболічного синдрому завдяки його впливу на секрецію та чутливість до інсуліну, а також вивільнення макроелементів з раціону. Таким чином, лейцин може відігравати потенційну роль у профілактиці діабету типу II. Крім того, було доведено, що лейцин відіграє вирішальну роль у нівелюванні несприятливого впливу раціону з високим вмістом жиру, таким чином сприяючи підтримці здорової ваги у людей [163].

Отже, згідно зі FAO/WHO, добова потреба в амінокислотах для харчування людини коливається в межах від 0,010 до 0,039 мг/г на добу [164]. За результатами досліджень було виявлено, що досліджувана сировина має достатній амінокислотний склад, який задовільнить добову потребу організму в білках.

### 3.4 Мікробіологічні показники борошна із цвіркунів

Як зазначено вище БЦ за своїм хімічним складом є сировиною підвищеної харчової та біологічної цінності. БЦ рекомендують споживати різним категоріям людей: спортсменам, людям, які стежать за своїм харчуванням, дітям і дорослим, а також людям які мають цукровий діабет та схильні до ожиріння. Однак для широкого використання його в харчових продуктах та згідно із Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів» сировина закордонного виробництва повинна пройти низку мікробіологічних досліджень, для встановлення її відповідності стандартам України та широкого використання [165].

За даними досліджень [166], було виявлено, що при тривалому зберіганні може погіршитись якість борошна із цвіркунів. Головною проблемою, що зумовлює зменшення термінів придатності борошна, є мікробіологічне забруднення, в результаті якого може змінюватися колір борошна та відбуватися його згіркнення.

Борошно з цвіркунів відноситься до продуктів, які імпортуються за кордону з відповідною супровідною документацією (Document 32022R0188) [90], та відносять до продукції, яка потребує ґрунтовних досліджень по визначенню мікробіологічних показників перед використанням. Тому перед внесенням БЦ у рецептуру ЗБН були проведені дослідження мікробіологічних показників сировини, оскільки з огляду на виробництво БЦ, воно може містити мікроорганізми, вміст яких не дозволяє використовувати досліджувану сировину у виробництві харчової продукції. Дані дослідження проводились у Сумському обласному центрі контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я.

Серед мікробіологічних показників визначали загальну кількість аеробних колоній мікроорганізмів, кількість плісневих грибів, дріжджів, *Escherichiacoli*, патогенних мікроорганізмів в т.ч. сальмонели, *Listeriamonocytogenes*, бактерії родини *Enterobacteriaceae*, сульфідтворюючих анаеробів, *Bacillus cereus*, коагулазопозитивних стафілококів. В якості поживного середовища обирали для визначення загальної кількості аеробних колоній – простий поживний агар; кількості плісневих грибів, дріжджів – сабуро агар; патогенних мікроорганізмів в т.ч. сальмонели – селенітовий бульйон; *Listeriamonocytogenes*, бактерій родини

Enterobacteriaceae, сульфитвідновлюючих анаеробів – середовище Кеслера; Listeriamonocytogenes, бактерій родини Enterobacteriaceae, сульфитвідновлюючих анаеробів, Bacillus cereus, коагулазопозитивних стафілококів – середовище Плоскірева, середовище Еделя і Компельмахера відповідно. Результати мікробіологічних досліджень пшеничного борошна та борошна із цвіркунів наведені у таблицях 3.7 та 3.8.

Таблиця 3.7

**Результати мікробіологічних досліджень пшеничного борошна**

| Назва показника                            | Одиниці вимірювань | Вимоги нормативної документації | Результати випробувань |
|--------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1                                          | 2                  | 3                               | 4                      |
| МАФАН/ загальна кількість аеробних колоній | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^5$      | $5,7 \cdot 10^1$       |
| Плісєневі гриби                            | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | $1,0 \cdot 10^1$       |
| Дріжджі                                    | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не більше 10           |
| Escherichiacoli                            | КУО/г              | не більше $5,0 \cdot 10^1$      | не знайдено            |
| Патогенні мікроорганізми в т.ч. сальмонели | в 25 г             | не дозволено                    | не знайдено            |
| Listeriamonocytogenes                      | в 25 г             | не дозволено                    | не знайдено            |
| Бактерії родини Enterobacteriaceae         | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не знайдено            |
| Сульфитвідновлюючі анаероби                | КУО/г              | не більше $3,0 \cdot 10^1$      | не знайдено            |
| Bacillus cereus                            | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | менше 10               |
| Coagilasepos. Staphylococcus               | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не знайдено            |

Таблиця 3.8

**Результати мікробіологічних досліджень борошна із цвіркунів**

| Назва показника                            | Одиниці вимірювань | Вимоги нормативної документації | Результати випробувань |
|--------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1                                          | 2                  | 3                               | 4                      |
| МАФАН/ загальна кількість аеробних колоній | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^5$      | $7,0 \cdot 10^1$       |
| Плісєневі гриби                            | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | $2,0 \cdot 10^1$       |
| Дріжджі                                    | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не більше 10           |
| Escherichiacoli                            | КУО/г              | не більше $5,0 \cdot 10^1$      | не знайдено            |
| Патогенні мікроорганізми в т.ч. сальмонели | в 25 г             | не дозволено                    | не знайдено            |
| Listeriamonocytogenes                      | в 25 г             | не дозволено                    | не знайдено            |
| Бактерії родини Enterobacteriaceae         | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не знайдено            |
| Сульфитвідновлюючі анаероби                | КУО/г              | не більше $3,0 \cdot 10^1$      | не знайдено            |
| Bacillus cereus                            | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | менше 10               |
| Coagilasepos. Staphylococcus               | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не знайдено            |

З огляду на результати досліджень, представлених у таблиці 3.7. та таблиці 3.8 можна зробити висновок, що загальна кількість аеробних колоній у БЦ складає  $7,0 \cdot 10^1$  КУО/г, що у порівнянні з пшеничним борошном має більше значення, проте є допустимою нормою для борошна; кількість плісневих грибів  $2,0 \cdot 10^1$  КУО/г, в свою чергу у пшеничному борошні до  $1,0 \cdot 10^1$  КУО/г; дріжджів не більше 10 КУО/г, патогенних мікроорганізмів в т.ч. сальмонели – не виявлено, а також не виявлено ряду мікроорганізмів, шкідливих для організму людини.

Виходячи з отриманих даних, БЦ за мікробіологічними показниками відповідає державним стандартам України на борошно [98], тобто борошно з цвіркунів за мікробіологічними показниками майже не відрізняється від пшеничного, тому може використовуватися як інноваційний інгредієнт у виробництві збивних бісквітних напівфабрикатів.

Отже, дослідження мікробіологічних показників борошна із цвіркунів, показало, що воно відповідає санітарно-епідемічним вимогам безпеки, що діють на території України та призначені оцінки якості для пшеничного борошна. Воно може бути рекомендоване для використання у технології збивних бісквітних напівфабрикатів як цілком безпечна сировина.

### **Висновок до розділу 3**

При проведенні досліджень по визначенню органолептичних та фізико-хімічних показників якості борошна із цвіркунів було зазначено, що за органолептичними показниками борошно має темно-коричневий колір, різниця в кольорі пояснюється тим, що у БЦ міститься значна кількість хітину, який міститься у поверхневих покривах комах.

Дослідження фізико-хімічних показників показали, БЦ має високий вміст золи, що характеризує його підвищений мінеральний склад, та меншу масову частку вологи, що дозволить зберігати борошно тривалий час.

За хімічним складом борошно із цвіркунів містить високий вміст білку (70,53%), що робить його одним із найефективніших джерел білку серед продуктів

тваринного походження. БЦ містить всі необхідні амінокислоти, включаючи ті, що не синтезуються в організмі людини.

Вміст жиру у досліджуваному зразку становить 13,7% та включає групу ненасичених жирних кислот, які впливають на стан серцево-судинної системи.

Вітаміни представлені групою А, В1, В2, В12. Такий склад вітамінів відіграє ключову роль у метаболічних процесах в організмі, підтримки здоров'я нервової системи, захисту клітин від окисного стресу та рекомендований для споживання людям, які хворіють на цукровий діабет та ожиріння.

Вміст вуглеводів у БЦ є низьким, що робить його незамінним для використання низько вуглеводних дієтах. Клітковина у БЦ представлена хітином (5,9 г/100г сухої речовини), який впливає на організм людини, як пребіотик, покращує мікрофлору кишківника та функціональну здатність організму людини.

Борошно із цвіркунів є високопоживним продуктом із значним вмістом білка, корисних жирів, вітамінів та мінералів. Його хімічний склад робить його цінним доповненням до дієти, особливо для тих, хто шукає альтернативні джерела білка та бажає знизити споживання традиційних м'ясних продуктів. Завдяки низькому вмісту вуглеводів і високому вмісту поживних речовин, борошно із цвіркунів може бути корисним для широкого кола споживачів, включаючи спортсменів, вегетаріанців та людей, які стежать за своїм здоров'ям, людям, які мають преддіабетичний стан та хворіють на цукровий діабет і ожиріння.



## **РОЗДІЛ 4 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

В цій частині роботи, на основі теоретичних та експериментальних досліджень, було визначено інноваційний підхід до удосконалення збивного бісквітного напівфабрикату з використанням борошна із цвіркунів та цукрозамінників. Окрім цього було обґрунтовано вміст рецептурних компонентів та їх вплив на фізико-хімічні, структурно-механічні, реологічні та технологічні параметри тіста. Такі дослідження сприяють кращому розумінні потенціалу використання борошна із цвіркунів та цукрозамінників, а також це надає наукове обґрунтування технологічних параметрів для отримання готового продукту гарної якості.

### **4.1 Обґрунтування вибору рецептурних компонентів бісквітного напівфабрикату з підвищеним вмістом білку**

#### **4.1.1 Моделювання рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів**

Моделювання рецептурного складу - це процес створення та оптимізація рецептури продукту, яка відповідає критеріям якості, вартості та функціональності. Основною метою моделювання рецептурного складу є встановлення взаємозв'язку між технологічними параметрами виробництва та якістю сировини, як наслідок вихід високоякісного інноваційного продукту із заданими технологічними властивостями, а також можливість регулювання і оптимізації параметрів технологічного процесу.

Продукти харчування, за своїми технологічними процесами виробництва, відносяться до складних систем. Ступінь унормування та розширення компонентів складної системи, їх взаємодія та їх властивості варіюється в залежності від рівня розуміння споживачів. При моделюванні складних систем застосовуються такі моделі, як «чорний ящик», «склад системи», та «структура системи».

Модель «чорний ящик» є концептуальним інструментом в системному аналізі, який описує системи як частину, що приймає вхідні дані та генерує вихідні результати, при цьому дана система не розглядає внутрішні процеси та механізми, що відбуваються всередині системи. Вхідні та вихідні параметри моделі фокусуються на взаємодії системи з її зовнішнім середовищем. Модель «чорний ящик» не враховує внутрішні процеси, що використовуються для обробки вхідних даних тобто взаємодію вхідних та вихідних потоків інформації. Також дана модель спрощує аналіз складних системи, оскільки дозволяє ігнорувати внутрішні процеси.

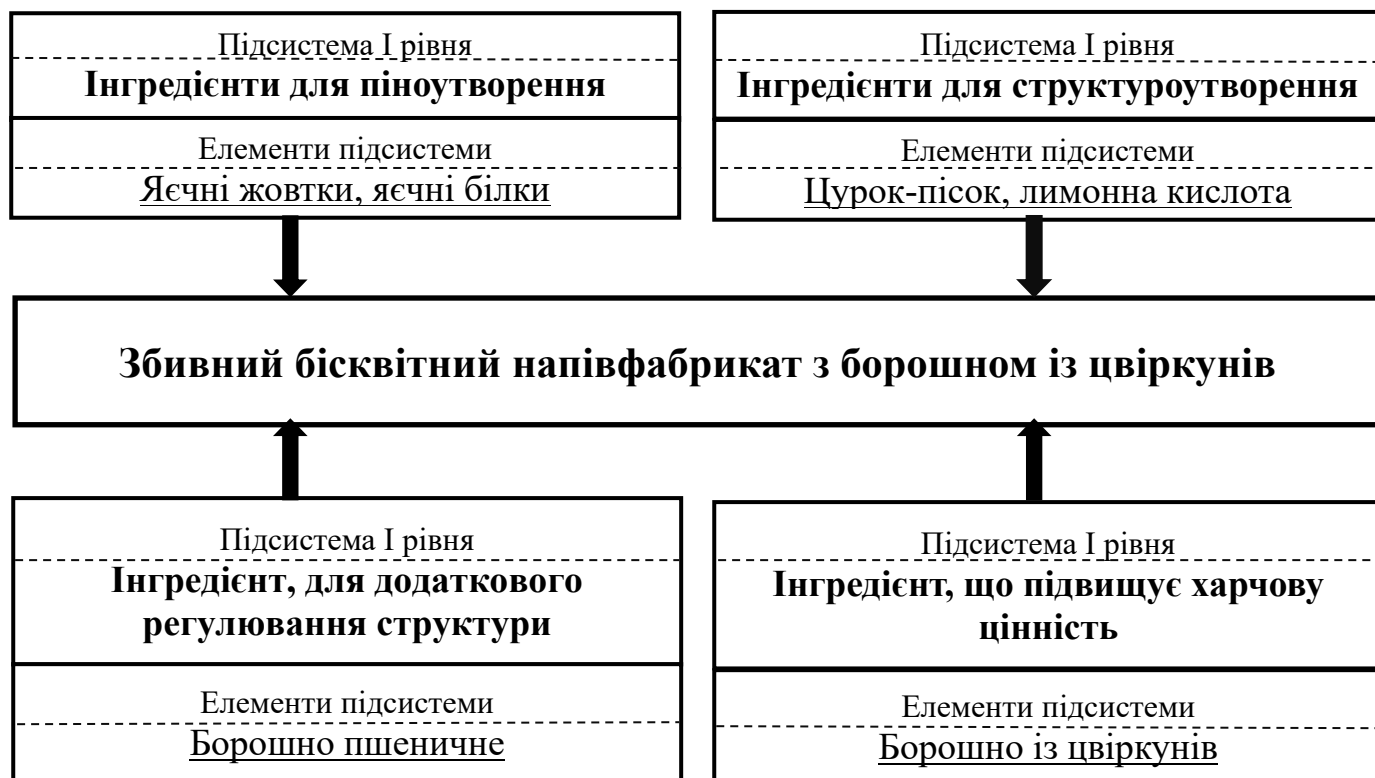
Враховуючи вище зазначені параметри було розроблено модель «Чорного ящика» (рис. 4.1), яка показує узагальнюючий опис усіх можливих функцій моделі, що відбуваються в процесі виготовлення збивного бісквітного напівфабрикату з борошном із цвіркунів.



**Рис. 4.1 - Модель «чорний ящик» збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів**

Модель «склад системи» (рис. 4.2) описує з яких підсистем та елементів складається внутрішня структура системи. В свою чергу, підсистеми включають рецептурні компоненти, що входять до складу продукту та їх роль у технологічному процесі виробництва інноваційного продукту, а елементи включають точні

компоненти виробу, функціональні властивості яких планується реалізувати під час технологічного процесу.

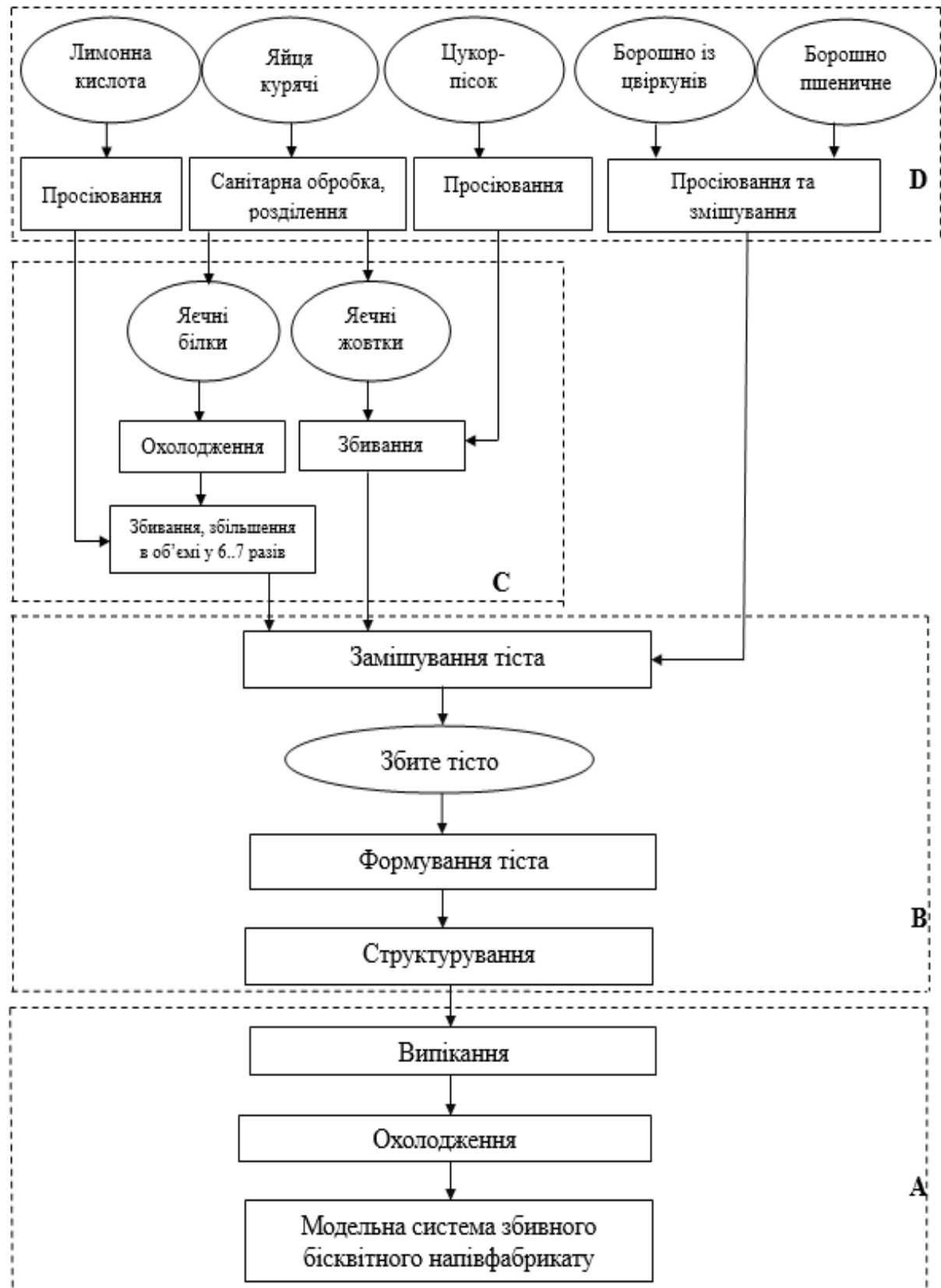


**Рис 4.2 – Модель «склад системи» збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів**

В цілому, вважають, що моделювання – це основний метод дослідження технологічних систем, проте моделювання включає в себе більш теоретичний аспект виробництва. Тому, наступними етапами орієнтованими на запровадження моделі інноваційної структури системи технології збивного бісквітного напівфабрикату було проведено ряд експериментальних досліджень, їх підтвердження або спростування.

В даній роботі, запропонована модель інноваційної структури системи складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів, яка дасть можливість у загальному вигляді визначити рецептурний склад та технологію інноваційного виробу.

На основі робочої теорії було розроблено модель структури системи (рис. 4.3) отримання збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів.



**Рис. 4.3 – Модель «структура системи» отримання збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів**

#### 4.1.2 Моделювання рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників

Зазначимо, що на ринку, відсутні збивні бісквітні напівфабрикати з додаванням борошна цвіркунів та заміною цукру на цукрозамінники. На нашу думку, однією із головних перешкод для реалізації даної продукції та виготовлення її у виробничих умовах є недостатнє вивчення теоретичних та практичних аспектів виробництва збивного бісквітного напівфабрикату.

Моделювання технологічної системи виготовлення інноваційного виробу було проведено з метою контролю та оптимізації параметрів технологічного процесу, для встановлення взаємопов'язаних параметрів виготовлення з заданими показниками якості ЗБН. За допомогою теоретичного методу, яким є моделювання структури системи, є здатність окреслити план та вирішити низку технологічних завдань і скоротити прийняття неточних рішень щодо реальних технологічних систем.

З урахуванням всього вище сказаного, було розроблено модель «чорний ящик», «склад системи» та «структура системи» для ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.



Рис. 4.4 - Модель «чорний ящик» збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників



**Рис 4.5 – Модель «склад системи» збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників**

Як зазначалось вище, моделювання є теоретичним методом дослідження, тому у подальшій роботі наступною фазою було проведення експериментальних досліджень їх підтвердження або спростування. В роботі пропонується модель інноваційної системи, технології отримання складу ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників. Це надасть можливість окреслити рецептурний склад та технологію інноваційної продукції загалом. На рис. 4.6 представлена модель технологічної системи отримання ЗБН.

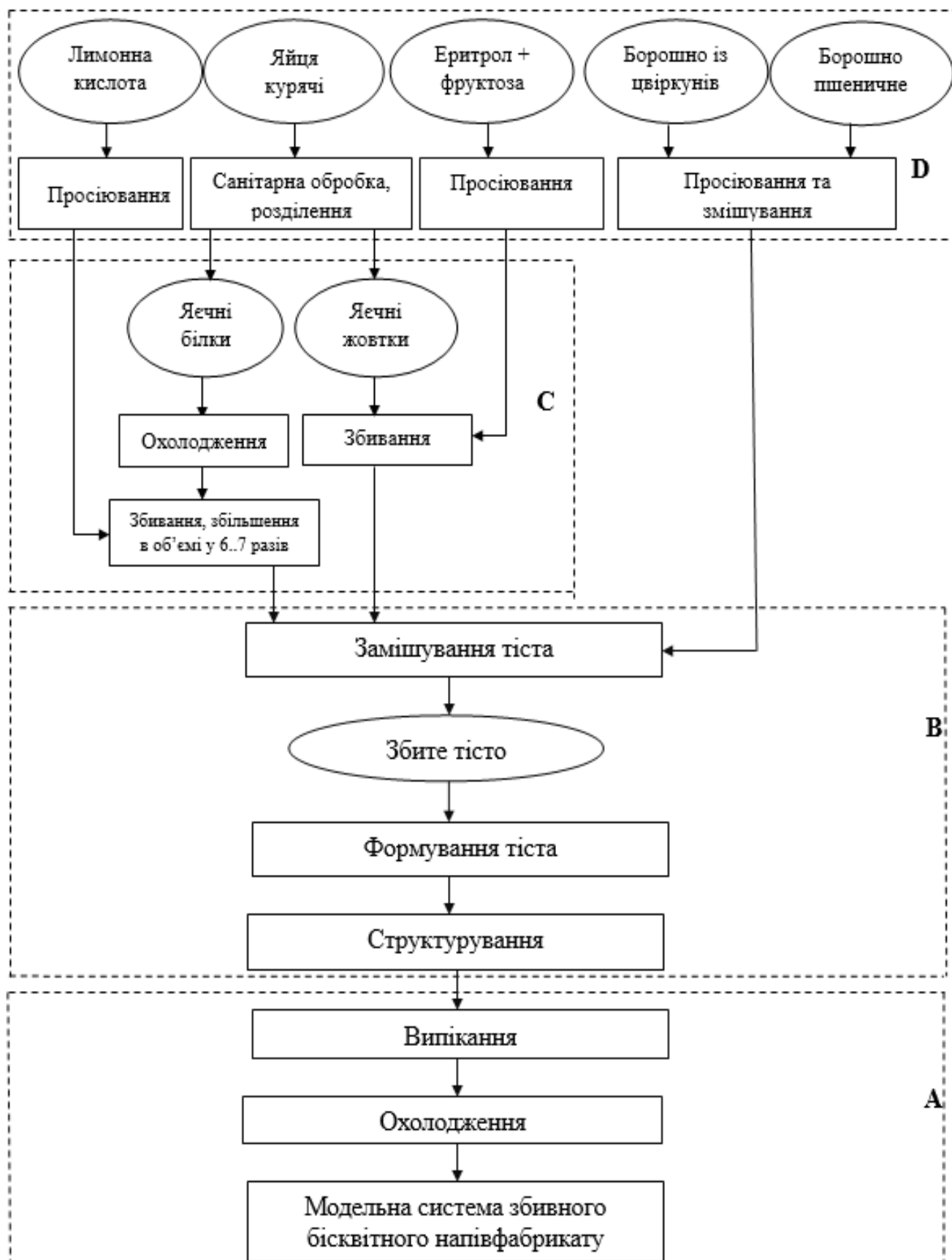


Рис. 4.6 – Модель «структура системи» отримання збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників

З огляду на модель «структура системи», встановлено, що основними стадіями отримання ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників з певними технологічними властивостями є обґрунтування кількості та способу внесення рецептурних компонентів (підсистема D), підготовка цукрово-яєчної суміші з контрольованими технологічними властивостями (підсистема C), замішування тістового напівфабрикату, структурування та формування тістової заготовки (підсистема B), випікання та охолодження ЗБН (підсистема A).

#### **4.2 Обґрунтування вибору рецептурних компонентів збивного бісквітного напівфабрикату з підвищеним вмістом білку та з використанням цукрозамінників**

У технології збивних бісквітних напівфабрикатів для підвищення харчової цінності та надання їм статусу функціональний використовуються продукти з підвищеним вмістом білку та заміною цукру-піску. Здебільшого, серед продуктів з високим вмістом білку виділяють продукти рослинного походження (зернобобові види борошна, порошок морських водоростей або аглютенове борошно); серед цукрозамінників виділяють натуральні (стевія, фруктоза, еритрол) та синтетичні (мальтіол, сукралоза).

Зазвичай основною сировиною для виготовлення ЗБН є борошно пшеничне вищого сорту, яйця курячі або меланж, цукор-пісок, лимонна кислота та есенція.

Одним із головних показників пшеничного борошна є визначення кількості і якості клейковини, яка надає бажану структуру при випікання БКВ, а також надає їм певний вміст білку відповідно до мети та бажаного результату. Борошно з високим вмістом білку забезпечує меншу частину клейковини та більш міцне тісто у виготовлені хлібобулочних виробів, але використання борошна з високим вмістом клейковини для виробництва борошняних кондитерських виробів погіршує структурно-механічні властивості готового продукту зокрема бісквітів. Клейковина борошна – це гідратований комплекс, що складається в основному з білків гліадину і глютеніну, при чому гідратований гліадин утворює відносно рідку масу, яка має високу в'язкість і дуже розтягну консистенцію, а гідратований глютенін, утворює



еластичну, тверду, коротко розтяжну масу. Сира клейковина має структурні та механічні властивості цих двох білків, які значною мірою визначають хлібопекарські властивості борошна [98]. Відомо, що у технологіях БКВ зазвичай використовують пшеничне борошно в/с із середньою або слабкою клейковиною.

У даній роботі для дослідження впливу хлібопекарських властивостей на структурно-механічні властивості у ЗБН було визначено якість та кількість сирової клейковини у пшеничному борошні (ПБ) різних торгових марок: ТМ «Диканька», ТМ «Королівське», ТМ «Хуторок», ТМ «Покровчанка», ТМ «Хлібодарочка», ТМ «Розумний вибір» (Табл. 4.1).

*Таблиця 4.1*

**Якісні та кількісні показники клейковини пшеничного борошна**

| <b>Назва ТМ борошна</b> | <b>Вміст клейковини, %</b> | <b>Якість клейковини</b> | <b>Розтяжність, см</b> | <b>Група якості клейковини</b>    |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Диканське               | 27%                        | Сильна                   | 8                      | II – клейковина задовільна міцна  |
| Королівське             | 29%                        | Сильна                   | 7                      | I – клейковина хороша             |
| Хуторок                 | 25%                        | Сильна                   | 6                      | II – клейковина задовільна слабка |
| Покровчанка             | 29%                        | Сильна                   | 12                     | I – клейковина хороша             |
| Хлібодарочка            | 27%                        | Сильна                   | 11                     | II – клейковина задовільна слабка |
| Розумний вибір          | 28%                        | Сильна                   | 10                     | II – клейковина задовільна міцна  |

Результат оцінки кількості та якості клейковини (Табл. 4.1) показав, що пшеничне борошно ТМ «Хуторок» та «Хлібодарочка», мають клейковину задовільно слабку, проте у ПБ ТМ «Хуторок» вміст клейковини на 2,0% менший ніж у ТМ «Хлібодарочка», а отже ПБ ТМ «Хуторок» буде більш притаманне для використання у виробництві ЗБН і дозволить отримати необхідні структурно-механічні показники якості тіста.

З огляду на те, що у ЗБН використовується борошно з клейковиною задовільно слабкою вміст білків у такому борошні становить 10,0-13,0%, як наслідок вироби мають низький вміст білків.

Пошук продукту з високим вмістом білків для ЗБН проводився на підставі аналізу високобілкової альтернативної сировини для підвищення харчової цінності виробу. Такою сировиною було визначено борошно із цвіркунів, оскільки воно має

найбільший вміст білків (70,53%). Тому додавання борошна із цвіркунів у кількості від 5,0-15,0% у рецептуру ЗБН ймовірно підвищить вміст білку у готовому продукті.

При створенні інноваційної харчової продукції, варто оцінювати функціональні властивості сумішей, які входять в рецептурний склад виробів. Цей підхід спрямований на те, щоб забезпечити пряме розуміння поведінки сумішей у харчовій системі. Незважаючи на поведінку окремих компонентів, взаємодія між ними може впливати на функціональні властивості сумішей.

Функціональні властивості пшеничного борошна та борошна із цвіркунів наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

**Функціональні властивості пшеничного борошна та суміші пшеничного борошна і борошна із цвіркунів**

| Зразки                                         | Водопоглинальна здатність, (%) | Піноутворююча здатність (%) | Емульгуюча здатність, (%) | Стійкість піни (%) |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Пшеничне борошно                               | 140,5±10,3                     | 20,9±5,0                    | 45,4±2,13                 | 1,94±0,04          |
| Пшеничне борошно та борошно із цвіркунів 95:5  | 143,4±9,0                      | 17,4±6,34                   | 42,8±4,35                 | 4,5±0,07           |
| Пшеничне борошно та борошно із цвіркунів 90:10 | 145,9±7,56                     | 16,4±7,5                    | 40,5±6,7                  | 5,5±0,05           |
| Пшеничне борошно та борошно із цвіркунів 85:15 | 147,8±6,23                     | 15,4±8,21                   | 39,9±4,5                  | 6,9±0,04           |

Показник водопоглинання борошна відображає здатність його частинок, включаючи крохмальні зерна, поглинати і утримувати воду. Крохмальні зерна борошна поглинаючи воду, починають набухати, збільшуючись в об'ємі і стають більш «розсіяними» в тісті. Після набухання, при подальшому нагріванні, крохмальні зерна втрачають свою структуру і виділяють амілозу та амілопектини, що призводить до утворення гелю. При низькому водопоглинанні, крохмальні зерна залишаються частково набухлими, що призводить до зниження кількості гелю, відповідно структура тіста стає менш однорідною. Якщо показник водопоглинання

високий то це призводить до утворення більш м'якої та еластичної структури тіста, оскільки крохмальні зерна утримують більше внутрішньої води. Також високий показник водопоглинання призводить до більшої розчинності амілози в тісті та здатності амілопектину зв'язувати воду, що впливає на в'язкість тіста та здатність його до формування, а також на збереження свіжості продукту, оскільки більша кількість зв'язаної води в тісті зменшує його схильність до висихання. Зокрема показник водопоглинальної здатності значно впливає на гранули крохмальних зерен, які поглинають воду та клейстеризуються при нагріванні в надлишку води. У сумішах пшеничного борошна та цвіркунового борошна спостерігаються істотні відмінності при визначенні показника водопоглинальної здатності суміші (табл. 4.2). Оскільки борошно з цвіркунів не містить крохмалю, однак має високий вміст білку, ймовірно механізм поглинання вологи в ньому відрізняється від водопоглинання у пшеничному борошні. Водопоглинальна здатність борошна із цвіркунів, характеризується адсорбцією води, за участю гідрофільних залишків амінокислот. При невисокій вологості сировини гідрофільні групи, починають взаємодіяти з молекулами води, утворюючи мономолекулярний шар, в свою чергу, при високій вологості сировини – навколо глобул білку формується багатошарова структура з одночасним проникненням води в западини та виступи. Здатність білків, що містяться у борошні із цвіркунів, утримувати воду залежить від особливостей амінокислотного складу та їх структури, фракційного складу, способу обробки, рН середовища, температури і присутності вуглеводів. Висока водопоглинальна здатність білків у сировині підвищує вихід напівфабрикатів, продовжує термін зберігання та покращує текстуру виробів.

Що стосується піноутворюючої здатності та емульгуючої здатності, то додавання БЦ негативно впливає на ці показники, незалежно від кількості додавання, тоді як у пшеничному борошні було зафіксовано збільшення піноутворюючої здатності. Емульгуюча здатність відображає властивість білків до утворення емульсій, які пов'язані зі здатністю білка поглинати міжфазну область олії та води в емульсії. Стабільність емульсії зазвичай відображає здатність білка посилювати стійкість емульсії в умовах виробництва [166, 169].

Піноутворююча здатність та стійкість піни, зазвичай залежать від міжфазної плівки, утвореної білками, яка утримує бульбашки повітря в суспензії та уповільнює швидкість коалесценції. Властивості піноутворення залежать від білків, а також від інших компонентів, таких як вуглеводи борошна [167]. Зокрема, було виявлено, що глобулярні білки та цукри мають знижену здатність розгортатися на межі повітря-вода, що обмежує здатність інкапсулювати повітряні бульбашки. Було встановлено, що білки цвіркунового борошна мають низьку піноутворюючу здатність або її відсутність, однак високу стійкість піни. Такі дані свідчать про те, що білок-білкові взаємодії в системі були знижені після використання БЦ; однак такі взаємодії призвели до утворення міжфазних мембран, здатних стабілізувати піну. У БКВ здатність інгредієнта утворювати або стабілізувати піну використовується для покращення текстури, консистенції та зовнішнього вигляду виробу [168], тому додавання БЦ сприяє покращенню заданих властивостей.

Збільшення розчинності білка при додаванні БЦ до пшеничного борошна ймовірно пов'язане з тим, що БЦ містить більшу кількість альбумінів у порівнянні із пшеничним борошном [167].

Відомо, що цукор-пісок приймає участь у створенні пухкої структури ЗБН. Він розчиняється при механічному впливі на нього та при додаванні його до рідких інгредієнтів утворюючи структуру сиропу, яка утримує повітряні бульбашки під час збивання тіста, в результаті чого виріб має м'яку та ніжну текстуру. Він взаємодіє з білками яєць та білками борошна, що забезпечує «структурну» підтримку та здатність напівфабрикату тримати задану форму під час випікання. Під час випікання цукор карамелізується – це сприяє утворенню золотавої скоринки на поверхні виробу та покращує здатність утримувати вологу в напівфабрикаті, що впливає на термін реалізації продукту. Проте цукор-пісок має велику кількість простих вуглеводів, в яких вилучають натуральну клітковину, що призводить до швидкого засвоювання їх організмом та різкого перепаду цукру в крові. Відомо, що споживання надмірної кількості швидких вуглеводів сприяє підвищенню рівня тригліцеридів, що збільшує ризик виникнення діабету та ожиріння. Тому значна

кількість наукових розробок пов'язана з використанням натуральних та синтетичних цукрозамінників у технології ЗБН.

Оскільки в Україні та світі відбувається стрімкий розвиток таких захворювань як цукровий діабет та ожиріння споживачі все більше звертають увагу на ЗБН, які мають незначний вміст вуглеводів та низький глікемічний індекс. З урахуванням сучасних тенденцій інноваційних технологій в даній роботі було запропоновано використати цукрозамінники нового покоління фруктозу та еритрол.

Фруктоза відноситься до інсулінопотребуючих вуглеводів, які не призводять до перенапруги та виснаження ендокринної функції підшлункової залози. Калорійність фруктози складає 3,7 ккал/г, глікемічний індекс – 20,0%, її рекомендовано споживати дітям від 1 року, добова норма для дітей становить 0,15...0,5г/кг маси тіла, для дорослих 0,5...1,0г/кг. В свою чергу еритрол – це цукрозамінник-поліол, який має глікемічний індекс рівний нулю з калорійність 0,2 ккал. З огляду на низьку калорійність еритролу, при додаванні його до ЗБН калорійність продукту зменшується з 35,0 до 20,0%. Позитивною характеристикою цукрозамінників поліолів є те, що вони мають пребіотичні властивості [170]. Було висунуто припущення, що цукрозамінники поліоли, яким є еритрол, знижують поверхневий натяг, тобто вони здійснюють позитивний вплив на процес піноутворення в тісті, що свідчить про доцільність їх використання у виробництві виробів піноподібної структури, тобто ЗБН.

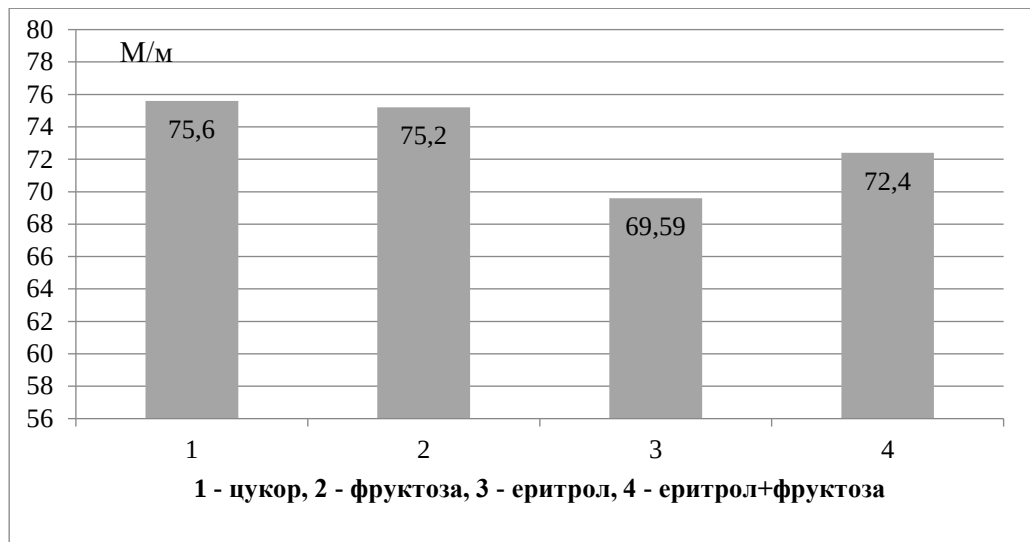
При розробленні ЗБН на основі фруктози та еритролу важливо врахувати їх технологічні властивості, адже фруктоза та еритрол мають термічностійку структуру та різні показники гігроскопічності. Значущими показниками, які враховуються при оцінці якості цукрозамінників є солодкість, гігроскопічність, розчинність, калорійність, глікемічний індекс та термостійкість. Про це також зазначають науковці з НУХТ [171]. У таблиці 4.2 наведена оцінка якості цукрозамінників, яка проводилась за бальною системою із значенням еталонного зразка у 10 балів.

## Основні показники якості цукру та цукрозамінників

| Найменування сировини | Солодкість, од. | Гігроскопічність, % | Термостійкість, °C | Розчинність, при 20°C, % | Глікемічний індекс, % | Калорійність, ккал/г |
|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| Цукор                 | 1,0             | 4,7                 | 176,0              | 67,0                     | 70,0±0,5              | 387,0                |
| Фруктоза              | 1,56            | 10,0                | 104,0              | 78,0                     | 20,0                  | 3,7                  |
| Еритрол               | 0,65            | 1,2                 | 126,0              | 37,0                     | 0-0,2                 | 0,0                  |

Як видно з таблиці 4.2 фруктоза має найбільший показник гігроскопічності та розчинності у порівнянні із цукром та еритролом. Це означає, що при додаванні фруктози у технологію виготовлення ЗБН оптимізується процес структуроутворення тіста та збільшиться ефективність терміну реалізації готових виробів. Адже показник гігроскопічності відповідає за процес черствіння виробів, а показник розчинності за структуроутворення тістового напівфабрикату. Показник термостійкості є значущим при нагріванні цукру, температура плавлення цукру становить в межах 160°C, при подальшому підвищенні температури цукор карамелізується і змінює свій колір та смак, а при температурі понад 200°C він розкладається на вуглець та інші продукти розпаду. Це є ключовим моментом при випіканні ЗБН, адже температура випікання виробів зазвичай становить від 170-225°C. Найвищий ступінь термостійкості показав цукор - 176°C, фруктоза – 104°C, еритрол - 126°C. Це потрібно враховувати у технологічному процесі шляхом зниження температури випікання виробів при додаванні цукрозамінників. Орієнтовно температура випікання знаходиться в межах 150...180°C.

Важливою характеристикою цукрів та цукрозамінників є поверхневий натяг їх розчинів, адже поверхнева енергія та властивості поверхневого розподілу відіграють значну роль в процесах випікання та піноутворення. Цукри та цукрозамінники поліоли мають різні фізико-хімічні властивості та структурну будову тому величина поверхневого натягу відрізняється. На рис. 4.7 визначено поверхневий натяг розчину цукрів (цукру та фруктози) та еритролу концентрацією 10,0% при температурі 20°C.



**Рис. 4.7 – Поверхневий натяг водних розчинів цукрів і цукрозамінників**

Аналіз отриманих даних показує, що поверхневий натяг розчинів цукру та фруктози більший на 6,0 % ніж розчину еритролу та на  $3,2 \pm 0,2$  % у суміші еритролу і фруктози. Це вказує на властивості еритролу, як поверхнево активної речовини.

Глікемічний індекс (ГІ) показує систему оцінки вуглеводів у продуктах харчування за тим, як швидко підвищується рівень цукру в крові при їх споживанні. Відомо, що продукти у яких ГІ становить 55 і менше вважаються продуктами з низьким глікемічним індексом. Серед досліджуваної сировини низький ГІ та калорійність має еритрол, його солодкість становить 0,65, та за своїми смаковими властивостями еритрол створює прохолоджуваний ефект невластивий ЗБН.

Властивості досліджуваних речовин мають різний вплив на загальний показник якості, тому вважаємо за доцільне розрахувати комплексний показник якості із врахуванням їх коефіцієнтів вагомості цукру та цукрозамінників, які визначаються методом експертного опитування по Делфі за формулою (4.1):

$$K_o = M_1 \cdot \frac{P_1}{P_1^B} + M_2 \cdot \frac{P_2}{P_2^B} + M_3 \cdot \frac{P_3}{P_3^B} + M_4 \cdot \frac{P_4}{P_4^B} + M_5 \cdot \frac{P_5}{P_5^B} + M_6 \cdot \frac{P_6}{P_6^B} \quad (4.1)$$

де  $M_i$ – коефіцієнти вагомості показників. Коефіцієнти вагомості визначено методом експертного опитування за Делфі: солодкість ( $M_1$ ) – 0,15; гігроскопічність ( $M_2$ )– 0,15; розчинність( $M_3$ )– 0,10; калорійність( $M_4$ )– 0,20; термостійкість( $M_5$ )– 0,10; ГІ ( $M_6$ )– 0,30;

$P_i$ – відповідний показник (властивість), що досліджується;

$P^6_I$  – показник якості базового зразка, балів (10 балів).

Згідно проведених розрахунків комплексний показник для цукру дорівнює 12,16; фруктози – 2,67; еритролу – 1,66. Це вказує на те, що при виготовленні ЗБН з використанням цукрозамінників доцільно використовувати суміш фруктози та еритролу з повною замінною цукру. Такий виріб раціонально використовувати у дієтичному харчуванні для різних груп населення.

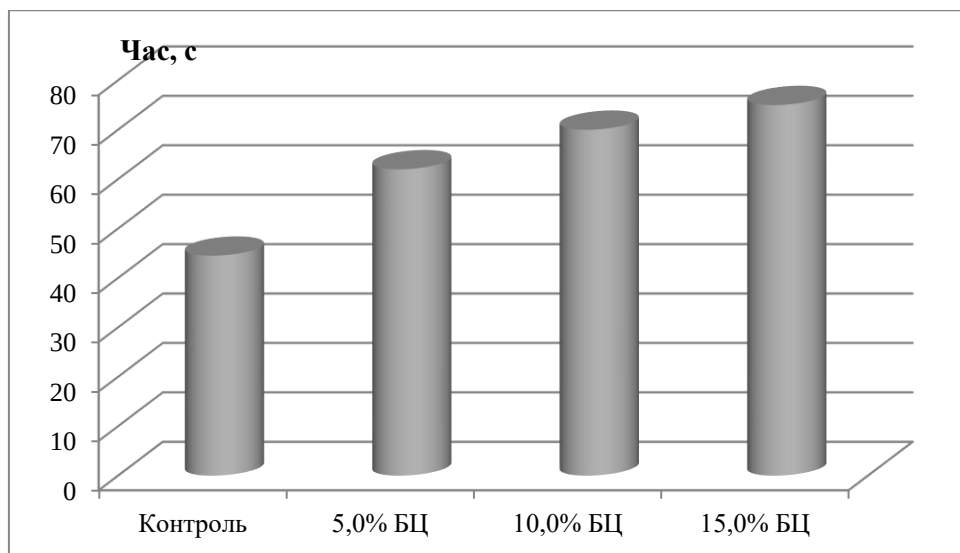
#### **4.3 Обґрунтування технологічних параметрів отримання збивного бісквітного напівфабрикату з підвищеним вмістом білку**

Проектування рецептурного складу БКВ з врахуванням раціонального харчування дозволяє створювати вироби функціонального призначення. Одними із головних технологічних параметрів, що ускладнює формування необхідної структури ЗБН є властивості основної сировини, тривалість та параметри процесу збивання, які впливають на подальше формування структури тіста та якість кінцевого продукту.

Технологія ЗБН передбачає модифікацію в'язкої емульсійної системи шляхом механічного змішування у піноподібну структуру, в якій пухирці газу заповнюють значну частину об'єму. Механічну міцність піноподібної структури в ЗБН в певній мірі допомагає створити білково-вуглеводний комплекс напівфабрикату за рахунок поверхнево-активної здатності його складових. Проте створення такої системи залежить від якості сировини, що входить в рецептуру тіста.

Тому, для ЗБН вагоме значення має тривалість замішування тіста. На рисунку 4.8 наведено час замішування тіста ЗБН з різною кількістю додавання БЦ до маси борошна.

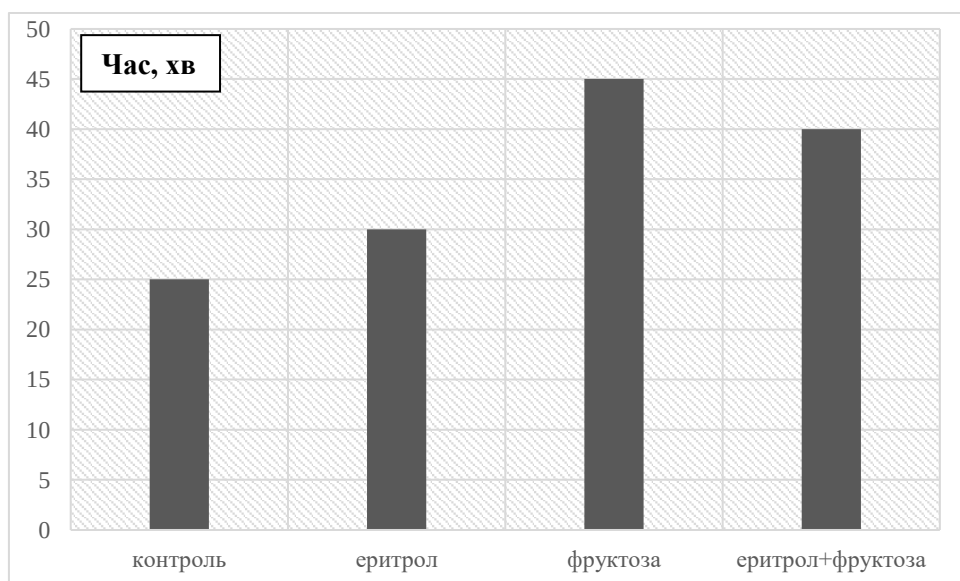




**Рис. 4.8 – Час замішування тіста з різною кількістю додавання БЦ**

При проведенні ряду досліджень було виявлено, що змішування яєчно-цукрової маси та борошна для контрольного зразку відбувається протягом 10,0 с, в свою чергу для ЗБН з додаванням БЦ у кількості 5,0% - 1,02 хв.; 10,0% - 1,10хв.; 15,0% - 1,15 хв. Вірогідно, це пов'язано з тим, що дозування кількості борошна із цвіркунів впливає на клейковину пшеничного борошна тому клейковина, маючи більшу гідратаційну здатність та пружність набрякає довше.

Щодо процесу замішування тіста з цукрозамінниками було виявлено, що процес замішування контрольного зразку (яєчний жовток – цукор) значно відрізнявся від процесу замішування тіста з цукрозамінниками в часі (рис 4.9)



**Рис. 4.9 – Час замішування тіста з додавання 10,0 % БЦ та цукрозамінників**

Як видно з рис. 4.9 найбільший час замішування тіста у порівнянні із контрольним зразком має напівфабрикат з використанням фруктози. Це пояснюється тим, що фруктоза за своєю структурою є більш гігроскопічною ніж, цукор та еритрол, процес розчинення фруктози у порівнянні із іншими цукрозамінниками значно менший. Проте рис 4.9 показує, що близький за тривалістю замішування до контрольного зразку є зразок з додаванням еритролу.

Після проведення досліджень технологічних параметрів, тривалості замішування тіста з використанням борошна із цвіркунів та заміною цукру на цукрозамінники було досліджено, що близькі до контрольного зразку є напівфабрикат з додаванням від 5,0...10,0% борошна із цвіркунів та з використанням суміші фруктози та еритролу. Проте з огляду білково-протіназний комплекс борошна із цвіркунів додавання більшої кількості БЦ ймовірно підвищить вміст білку у готовому напівфабрикаті. Тому в подальшій роботі доцільно дослідити вплив борошна із цвіркунів у кількості 10,0% та цукрозамінників на структурно-механічні властивості тіста для отримання виробу гарної якості.

#### **4.4 Дослідження структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату**

##### **4.4.1 Дослідження структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату з використанням борошна із цвіркунів**

Тісто для збивних бісквітних напівфабрикатів представляє собою складну емульсійно-пінну систему. Вважається, що ЗБН — це випічка з дрібнопористою структурою, яка відноситься до пінних виробів. Структура піни зумовлена досить великою кількістю яєчних продуктів, які утворюють стійку емульсію [172, 173] та наявністю повітряних пор, що утворюються під час змішування, розділених і оточених суцільною фазою [174]. Багато науковців дійшли до висновку, що в'язкість і стабільність пор є найважливішими параметрами якості напівфабрикату, особливо його об'єму [175]. Кінцева аерована структура та об'єм бісквітних напівфабрикатів залежать як від аерації тіста, так і від розширення бульбашок під час випікання. На реологічні властивості тіста та текстуру бісквіта істотно

впливають інгредієнти, серед яких домінуючими є білок і цукор [173]. Розвиток структури тіста залежить від використовуваного борошна і, перш за все, від вмісту крохмалю та клейковини у ньому. Крохмаль відповідає за в'язкопружні властивості і визначає текстурні характеристики напівфабрикату. Клейковина визначає гнучкість і адгезію тіста. Низька доступність води та ліпідів призводить до того, що гранули крохмалю досягають лише часткової клейстеризації та утворюють суцільну мережу взаємопов'язаних і набряклих крохмальних зерен [176]. Напівфабрикати тіста для ЗБН за реологічними властивостями тіста є в'язкопружною системою, що виявляє властивості багатофазних рідин або твердих тіл [176].

ЗБН готували методом подвійного перемішування з окремим збиванням білків і жовтків яєць за рецептурою бісквіта круглого [97]. Для стабілізації білкової піни, збільшення її об'єму в білки під час збивання вносили лимонну кислоту. В якості структуроутворювача виступав цукор-пісок, який збивали з яєчними жовтками. Борошно пшеничне та борошно із цвіркунів додавали після змішування яєчних жовтків з цукром та білків з лимонною кислотою.

Після замішування тіста проводили дослідження по визначенню структурно-механічних показників тіста, які зумовлюють його фізичні властивості та впливають на кінцевий результат.

У таблиці 4.3 визначено основні фізико-хімічні властивості тіста ЗБН з додаванням БЦ у різних кількостях.

*Таблиця 4.3*

**Фізико-хімічні властивості тіста ЗБН з додаванням БЦ у різних кількостях**

| Показник                                    | Зразки     |            |            |            |
|---------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                                             | Контроль   | 5,0%БЦ     | 10,0%БЦ    | 15,0%БЦ    |
| Питома вага (для тіста), см <sup>3</sup> /г | 0,022±0,03 | 0,023±0,03 | 0,023±0,03 | 0,023±0,03 |
| Об'єм, см <sup>3</sup>                      | 200,0±2,0  | 190,0±1,5  | 190,0±2,0  | 187,0±1,5  |
| Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г           | 0,45±0,05  | 0,42±0,05  | 0,42±0,04  | 0,41±0,04  |
| pH (для тіста)                              | 5,8±0,1    | 5,7±0,1    | 5,7±0,15   | 5,6±0,15   |
| Вологість тіста, %                          | 35,37±0,50 | 33,15±0,50 | 33,15±0,50 | 31,53±0,50 |
| Пористість, %                               | 44,9±0,01  | 43,2±0,05  | 43,9±0,01  | 43,2±0,05  |

В ході проведених досліджень було виявлено, що pH тіста ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів зменшується із збільшенням дозування кількості БЦ (табл.

4.3). Це пов'язано з тим, що борошно із цвіркунів містить в своєму складі до 4,45 % золи, яка містить такі мінерали, як кальцій, калій, магній, які зазвичай є лужними.

В свою чергу високий вміст білку у БЦ значно вплинув на вологість тіста, за рахунок їх водопоглинальної здатності. Як видно з таблиці 4.3 вологість тіста з додаванням БЦ менша на 2,34% у порівнянні з контрольним зразком. Це також свідчить про те, що активність води у контрольному зразку вища, ніж у досліджуваних зразках.

Зазначимо, що в рецептуру ЗБН не входять розпушувачі, пишність та гарну пористість надають якісно збиті яєчні білки та жовтки. Відповідно до таблиці 4.3 пористість тіста зменшилась з 44,9% для контролю до 43,2% при додаванні БЦ у кількості від 5,0...15,0%. Тобто внесення у рецептуру бісквіту БЦ знижує порість напівфабрикату незначно. Це може супроводжуватись меншим проникненням повітря в тісто під час змішування інгредієнтів та заданим хімічним складом у БЦ.

Згідно із таблиці 4.3 збільшення кількості БЦ призвело до зменшення питомого об'єму бісквітного тіста з 0,45 до 0,41см<sup>3</sup>/г. Це можна пояснити вищою питомою вагою БЦ у порівнянні із пшеничним борошном через його щільну консистенцію та високий вміст клітковини (у пшеничному борошні 0,5%, БЦ – 9,3%).

Дані, отримані для питомої ваги (табл. 4.3), не показали статистично значущої різниці між трьома досліджуваними зразками на основі БЦ. Порівняно з ЗБН контрольним зразком, питома вага у ЗБН з додаванням від 5,0...15,0% БЦ приблизно на 1,0% вища, що, швидше за все, пов'язано з вищим вмістом білку та нижчим ступенем аерації тіста.

Можливо, наявність клітковини в рецептурному складі сприяє збереженню питомої ваги і текстури продукту. Проте більша кількість додавання БЦ сприяє незначному погіршенню параметрів пористості та питомого об'єму. Отриманні дані корелюють з результатами дослідження інших вчених.

Відповідно до даних [177] вміст крохмалю у виробках після заміни пшеничного борошна нижчий. З іншого боку, екзоскелет цвіркуна містив 5,9% нерозчинного хітину, який є джерелом нерозчинної клітковини. Хітин робить бульбашки піни

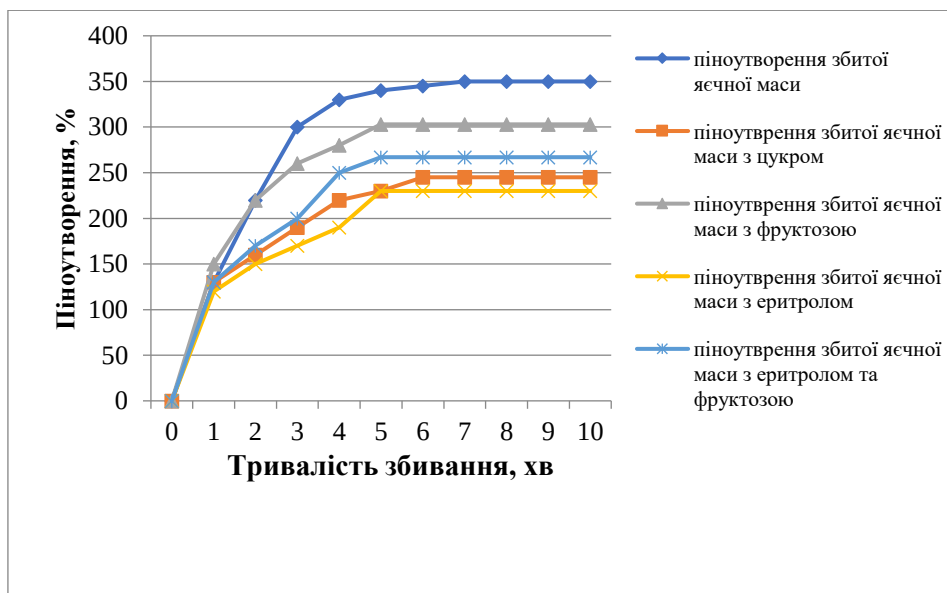
нестабільними та знижує стабільність шару плівки тіста. Отримані результати свідчать, що заміна пшеничного борошна на БЦ у кількості від 5,0% до 10,0% дозволяє отримати напівфабрикат тіста з необхідними технологічними характеристиками, однак збільшення кількості БЦ до 15,0% зумовлює їх погіршення.

#### **4.4.2 Дослідження структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату з використанням цукрозамінників**

Після проведення низки досліджень було встановлено, що додавання БЦ у кількості від 5,0% до 10,0% не значно впливає на технологічні характеристики ЗБН. Проте у ЗБН з додаванням БЦ у кількості 10,0% значно підвищується кількість білків у виробі. Тому подальші дослідження проводимо з ЗБН з додаванням 10,0% БЦ. Для зменшення кількості цукру у виробі та глікемічного індексу проводимо заміну цукру на цукрозамінники.

Існують вимоги до рецептури ЗБН у яких відбувається заміна цукру на цукрозамінники: ці заміни стосуються органолептичних показників напівфабрикату, а саме в інноваційному виробі не повинно відчуватись сторонніх присмаків та напівфабрикат має бути солодким, а також має зберегти пористу структуру. Вище було зазначено, що еритрол – це цукрозамінник-поліол, не гігроскопічний та має солодкість менше 1од., що не властиво збивному бісквітному напівфабрикату. Тому було прийнято рішення додати в рецептуру ЗБН натуральний цукрозамінник з високою гігроскопічністю, вологоутримуючою здатністю та солодкістю. Таким цукрозамінником є фруктоза.

Для одержання збивних бісквітних напівфабрикатів гарної якості вагоме значення має процес піноутворення та стійкість піни. В традиційних технологіях виготовлення бісквітних напівфабрикатів ці показники визначаються ступенем збитості яєчно-цукрової суміші. Вплив фруктози, еритролу та суміші еритролу і фруктозу на піноутворюючу здатність і стійкість піни у порівнянні із традиційною технологією представлені на рис. 4.11



**Рис. 4.10 – Порівняльна кінетика піноутворення збитої яєчної маси з додаванням цукру/цукрозамінників**

Як свідчать дані представлені на рисунку 4.10 від 2 до 5 хвилин збивання маси спостерігається різке збільшення піноутворення збитої яєчної маси (від 120 до 345%), піноутворення збитої яєчної маси з цукром збільшується протягом 5 хвилин до 230%, збитої яєчної маси з еритролом протягом 5 хв до 230%, збитої яєчної маси з фруктозою протягом 5 хвилин до 303%, а збитої яєчної маси з сумішшю фруктози та еритролу протягом 5 хвилин до 267%. Аналіз отриманих даних показав, що у порівнянні із контрольним зразком використання фруктози та еритролу сприяє покращенню ПУЗ у порівнянні із системою цукор-яєчна маса, проте сама пінна структура системи збитої яєчної маси та еритролу є нестійкою та найбільше піддається руйнуванню. Це пов'язано з тим, що при замішуванні тіста на еритролі відбувається збільшення розміру бульбашок повітря, які швидко руйнуються в процесі впливу на цукрозамінники-поліоли механічної дії. Тому при проведенні дослідження системи збита яєчна маса та суміш фруктози і еритролу було виявлено, що пінна структура системи є більш стійкою, що сприяє підвищенню ПУЗ у порівнянні із іншими зразками.

Під час збивання яєчно-цукрової маси відбувається розчинення цукру та диспергування повітря у тістовому напівфабрикаті, таким чином поступово утворюється густа піна з розвинутою поверхнею розподілу фаз. Після припинення

збивання піна починає руйнуватись внаслідок дифузного перенесення газу від маленьких бульбашок до великих, як наслідок відбувається коалесценція піни. Тому важливо визначити вплив цукрозамінників на стійкість піни. Порівняльний аналіз стійкості піни після 90 хвилин вистоювання зазначено у таблиці 4.4.

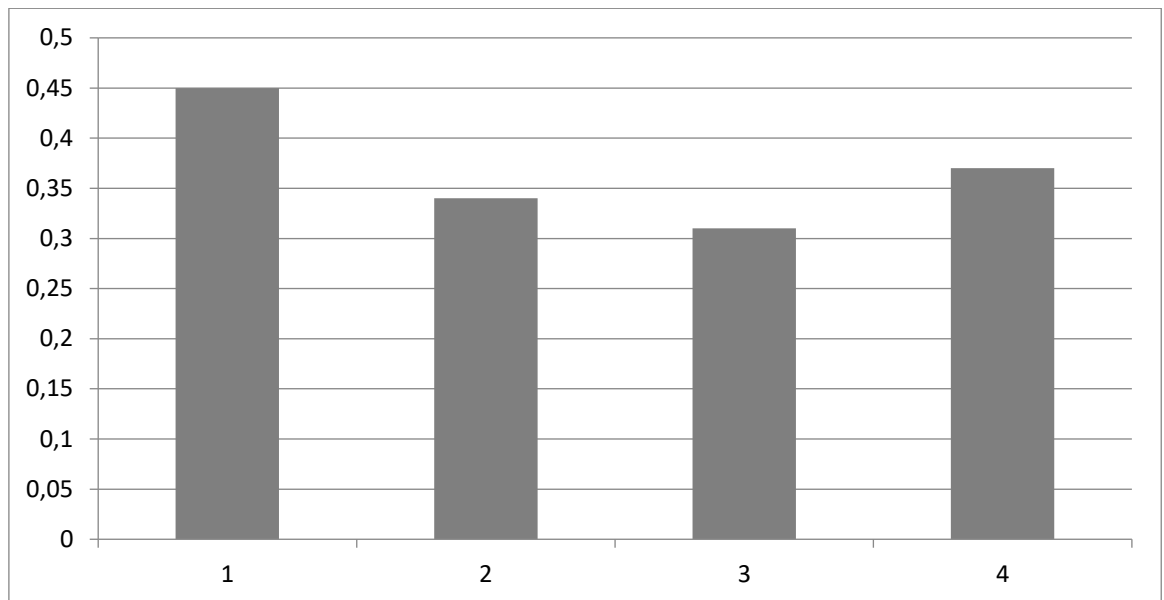
Таблиця 4.4

**Порівняльний аналіз стійкості піни збитої яєчної маси з цукром  
/цукрозамінниками**

| Назва цукру/цукрозамінників | Тривалість вистоювання, хв. |    |    |    |
|-----------------------------|-----------------------------|----|----|----|
|                             | 0                           | 30 | 60 | 90 |
| Цукри:                      |                             |    |    |    |
| сахароза                    | 100                         | 93 | 85 | 81 |
| фруктоза                    | 100                         | 96 | 91 | 86 |
| Поліоли:                    |                             |    |    |    |
| еритрол                     | 100                         | 92 | 89 | 80 |
| Еритрол +фруктоза           | 100                         | 94 | 84 | 81 |

У ході проведення досліджень стабільності піни було виявлено, що система з еритролом мають менш стійку структуру у порівнянні із цукрами. Проте значення стійкості піни у системі еритролу та фруктози є наближене до контрольного зразку. Ймовірно це можна пояснити зниження в'язкості системи та наявністю частинок, які залишаються у системі внаслідок того, що розчинність еритролу мінімальна у порівнянні із цукрами.

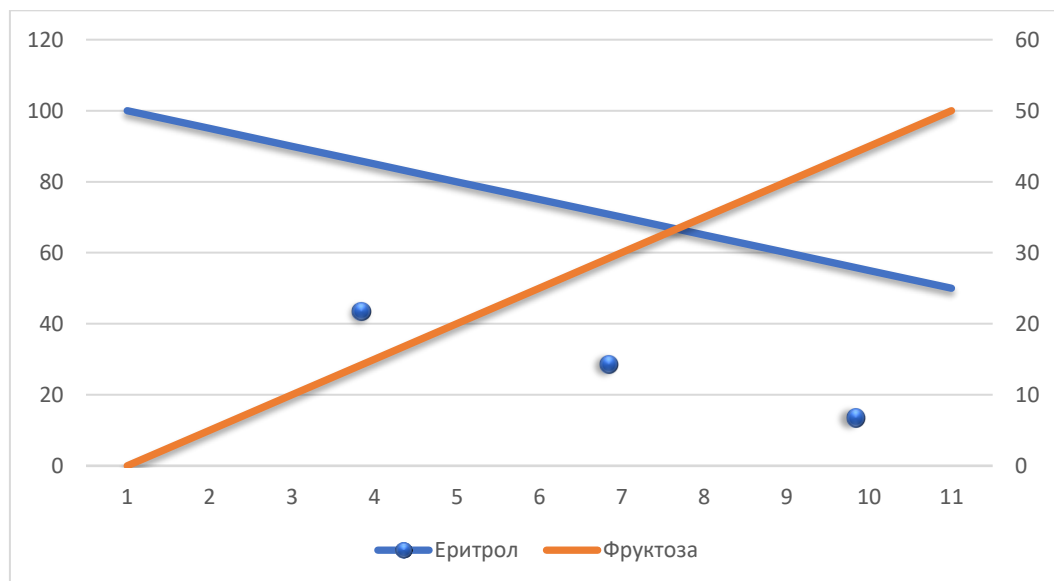
Одним із важливих параметрів, які відповідають за якісні показники ЗБН є густина тіста. Тому в роботі було проведено дослідження впливу фруктози, еритролу та суміші фруктози та еритролу на густину бісквітного тіста (Рис. 4.11)



**Рис. 4.11 – Густина ЗБН на основі: 1- цукру; 2 – фруктози; 3- еритролу; 4 – суміші фруктози та еритролу**

Згідно отриманих результатів було встановлено, що густина тіста на основі фруктози зменшилась на 11,0%, еритролу – 14,0% та суміші еритролу та фруктози зменшилась на 8,0% у порівнянні із контрольним зразком.

З огляду на фізико-хімічні показники цукрозамінників, було проведено ряд пробних випічок з дозуванням різкої кількості еритролу та фруктози у ЗБН. На рисунку 4.11 зазначено співвідношення додавання еритролу та фруктози до яєчної маси.



**Рис. 4.11 – Кількість додавання еритролу та фруктози до яєчної маси**



У ході проведення дослідження та розрахунків методом інтерпритації було виявлено, що оптимальним співвідношенням еритрол та фруктози є 65:35. Відомо, що солодкість фруктози є значно більшою від солодкості цукру, тому додавання фруктози до ячної сировини було у 2 рази зменшене у порівнянні із еритролом.

Щільність тіста є важливою фізичною властивістю, пов'язаною з кількістю повітряних бульбашок, що містяться в тісті [170], що залежить від процесу аерації та перемішування інгредієнтів тіста. Правильне управління ключовими параметрами, такими як час, швидкість аерації та замішування, температури тіста, водопоглинальної здатності борошна та кількість води в тісті, може значно покращити процес приготування тіста, його реологію та щільність [178]. Усі інгредієнти в тісті конкурують один з одним за воду, і ці взаємодії створюють різні типи зв'язків, що робить відносну кількість інгредієнтів критичним фактором [170]. У таблиці 4.4 наведені основні фізико-хімічні властивості тіста з додаванням цукрозамінників.

Таблиця 4.4

**Фізико-хімічні властивості тіста ЗБН з додаванням цукрозамінників**

| Показник           | Зразки     |            |            |                            |
|--------------------|------------|------------|------------|----------------------------|
|                    | Контроль   | Фруктоза   | Еритрол    | Суміш фруктози та еритролу |
| pH (для тіста)     | 5,8±0,1    | 5,6±0,1    | 5,9±0,15   | 5,8±0,15                   |
| Вологість тіста, % | 35,37±0,50 | 33,15±0,50 | 32,50±0,50 | 31,53±0,50                 |
| Щільність, %       | 0,595±0,01 | 0,640±0,05 | 0,232±0,01 | 0,436±0,05                 |

Щільність тіста з цукром 0,595 г/см<sup>3</sup> (табл. 4.4), щільність тіста з фруктозою була більша на 10,7%, з еритролом менша на 3,89%, а з сумішню фруктози та еритролу була меншою на 7,33% відповідно. Це означає, що в тісто, яке містить цукор може бути включено більше повітря, ніж у тісто з фруктозою або еритролом. Тобто бісквітне тісто, яке має нижчу щільністю та більший об'єм повітря, впливатиме на кінцевий об'єм готового виробу, в результаті готовий напівфабрикат буде мати більш легку та повітряну структуру. Проте слід врахувати фактори, які впливають на кінцевий об'єм, такі як втрата газу під час обробки, клейстеризація крохмалю та можливе руйнування структури після випікання.

Значення рН тіста для контрольного зразку та зразку з сумішшю фруктози та еритролу були подібними (5,8), а тіста з еритролом – вищими (5,9) порівняно з рН тіста з фруктозою (5,6) (табл. 4.4).

Отже, проведенні дослідження вказують, що різниця у структурі тіста на цукрі, фруктозі, еритролу та суміші еритролу та фруктози пояснюється відмінностями їхнього хімічного складу та способом їх взаємодії з біополімерами борошняної суміші. Було встановлено, що використання системи фруктози-еритролу у виробництві ЗБН дозволить отримати структурно-механічні властивості тіста близькі до контрольного зразку з цукром. Поєднання фруктози з еритролом дозволить підвищити солодкість виробу, що є доречним для продукції, яка пропонується людям, що хворіють на цукровий діабет.

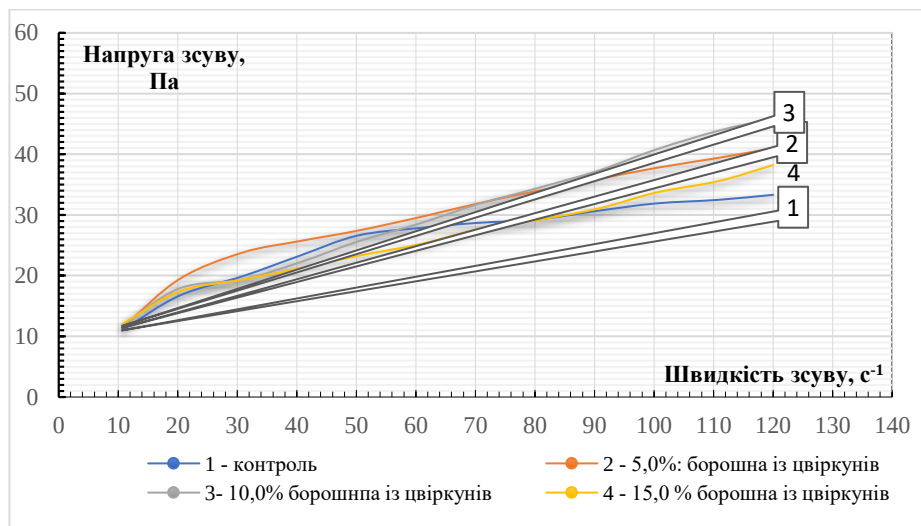
#### **4.5 Вивчення впливу борошна з цвіркунів на параметри в'язкості та вологоутримуючої здатності тістового напівфабрикату**

##### **4.5.1 Вплив додавання борошна із цвіркунів на показники в'язкості тіста**

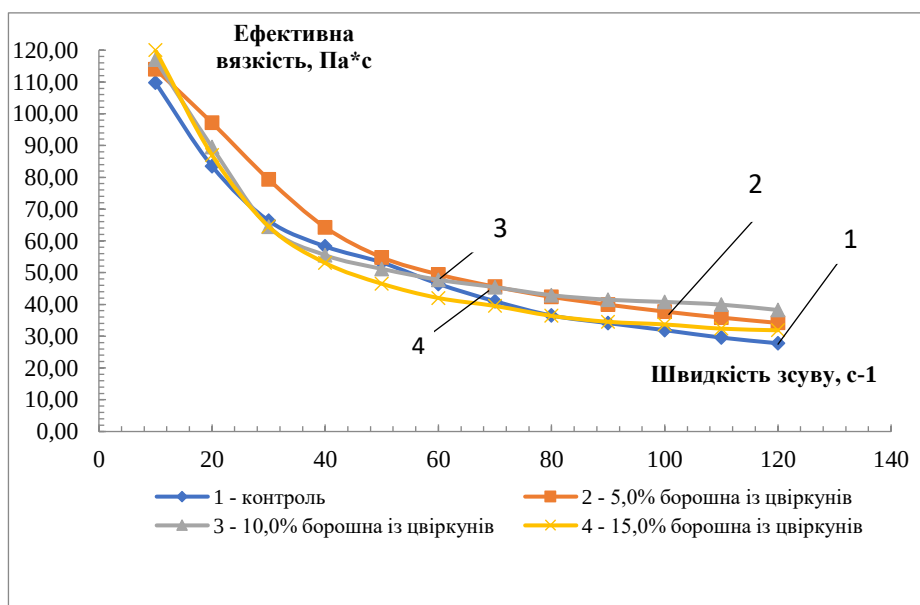
ЗБН відноситься до систем пінної структури, для яких характерна певна в'язкість вихідної маси. Висока структурна в'язкість визначає механічну міцність тіста, створює пружний каркас та надає системі фізико-хімічних властивостей твердого тіла. Сталість дисперсної системи, яка є у ЗБН у значній мірі обумовлена в'язкістю вихідних розчинів та стійкістю їх до дії навантажень. Вивчення попередніх досліджень по використанню борошна з цвіркунів у виробництві борошняних кондитерських виробів свідчать, що введення в технологію виготовлення ЗБН борошна із цвіркунів може впливати на стійкість системи тіста. Саме тому було досліджено залежність ефективної в'язкості зразків ЗБН з різною кількістю борошна із цвіркунів від швидкості деформації та дотичної напруги зсуву.

В'язкість є важливою технологічною характеристикою тіста для ЗБН. За значенням в'язкості оцінюють інтенсивність перебігу процесів утворення та руйнування структури [179]. За результатами дослідження було виявлено, що ефективна в'язкість тіста з додаванням борошна із цвіркунів впливає на структуру тіста і як наслідок система зазнає певних змін.

На рис. 4.11 показано, що з підвищенням швидкості зсуву напруга зсуву для всіх зразків зростає, тоді як в'язкість даних систем зменшується. Згідно цих даних можна зробити висновок, що тісто для ЗБН відноситься до неоньютоновських в'язко-пластичних тіл. Дані системи характеризуються граничною напругою зсуву, що може відповідати пружній складовій деформації.



**Рис. 4.11 - Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву для тіста з використанням БЦ**



**Рис. 4.12 - Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву для тіста з використанням БЦ**

Аналіз кривих в'язкості свідчить, що істотних змін в'язкості тіста з додавання різної кількості БЦ не виявлено, незначну відмінність було помітно при мінімальній швидкості зсуву, напруга зсуву збільшувалася в порівнянні з контрольним зразком на 10,0...15,0%. Це говорить про те, що борошно із цвіркунів має досить високу вологозв'язуючу здатність. При високій швидкості зсуву в'язкість тіста для всіх зразків, окрім контролю була сталою.

Бісквітне тісто відноситься до неньютоновських рідин. Це означає, що зменшення в'язкості впливає на збільшення швидкості зсуву. В даному дослідженні найінтенсивніше збільшення ефективної в'язкості було відмічено у тіста із додаванням борошна із цвіркунів у кількості 10,0% при швидкості зсуву  $0,8 \text{ c}^{-1}$ . Проте в подальшому, зменшення ефективної в'язкості при збільшені швидкості зсуву у всіх зразках спостерігається менш інтенсивно. Дану зміну в'язкості при збільшені швидкості зсуву, можна пояснити руйнуванням пінної системи тіста. При швидкості  $12,0 \text{ c}^{-1}$  в'язкість усіх зразків залишалася на одному рівні. Отже, при дослідженні реологічних показників тіста з додаванням борошна із цвіркунів у кількості 5,0...15,0% відбуваються певні зміни ефективної в'язкості, вона збільшується. Проте збільшення швидкості зсуву у діапазоні  $0,9...12,0 \text{ c}^{-1}$  призводить до стабілізації в'язкості систем досліджуваних зразків. Крім того, дослідження ефективної в'язкості досліджуваних систем бісквітного тіста з додаванням різної кількості борошна з цвіркунів показали, що внесення нової сировини суттєво не впливає на реологічні властивості тіста.

Додавання борошна цвіркуна показало тенденцію до дещо зростаючого водопоглинання. Ця тенденція може виникнути через високий вміст білку у борошні із цвіркунів, оскільки гідрофільні групи білка мають здатність зв'язувати воду [168].

У білках комах варіації в поглинанні води можуть бути пов'язані з амінокислотним складом, наявністю гідрофільних та гідрофобних груп амінокислот [8]. Було досліджено, що зі збільшенням кількості БЦ вміст вологи у тістовому напівфабрикаті зменшується.

#### 4.5.2 Вплив додавання борошна із цвіркунів та цукрозамінників на показники ефективної в'язкості тіста

Інгредієнти, які використовуються для приготування тіста, визначають його реологічні властивості. Проведені раніше дослідження показують, що для тіста важливо мати високу в'язкість, оскільки це уповільнює дифузію газу та дозволяє утримувати газ на ранній стадії процесу випікання [180].

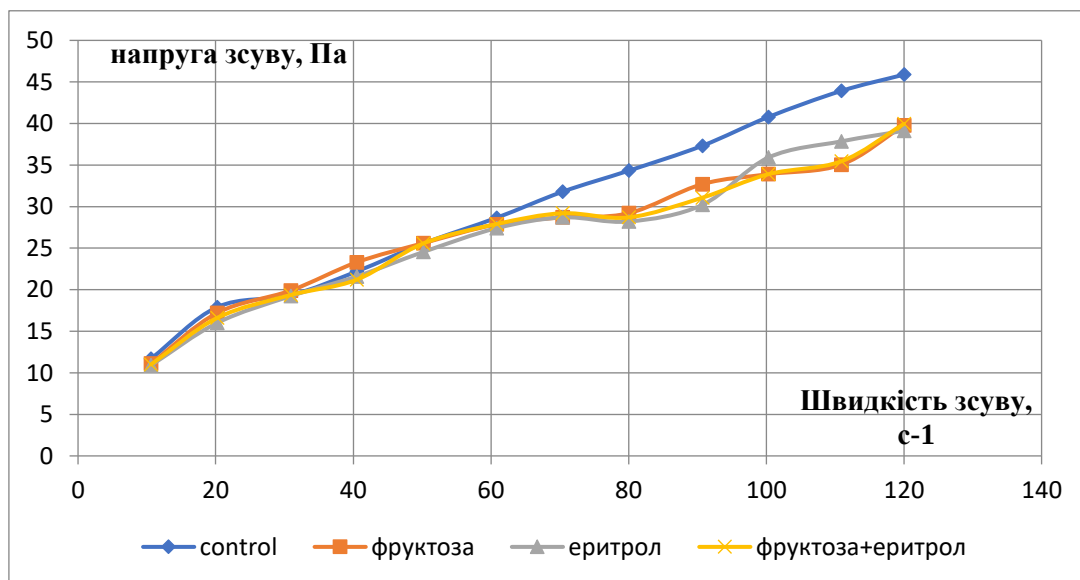


Рис. 4.13 - Залежність напругу зсуву від швидкості зсуву для тіста з використанням БЦ та цукрозамінників

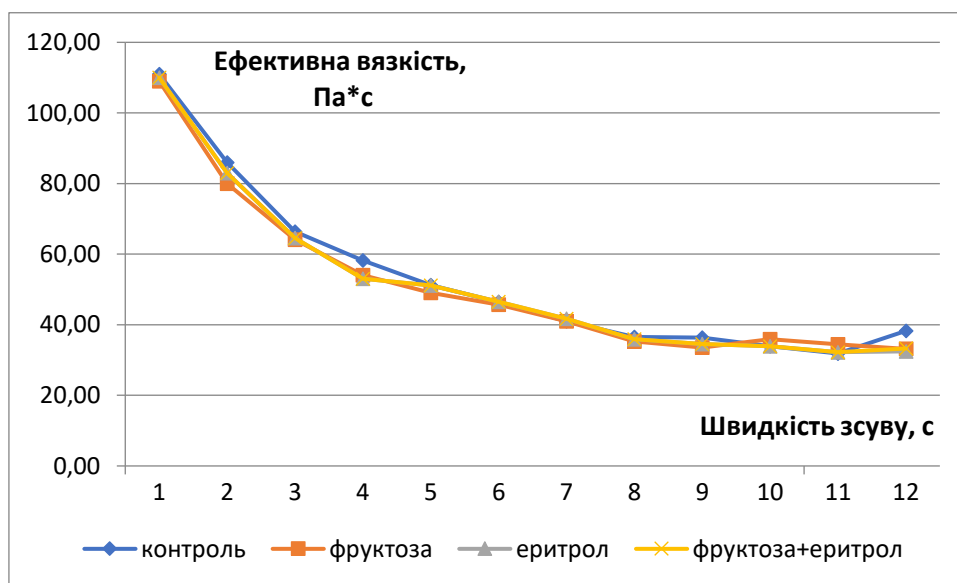


Рис. 4.14 - Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву для тіста з використанням БЦ та цукрозамінників

Як показано на рис. 4.14 незалежно від виду цукрозамінників та їх поєднання в'язкість тіста зменшувалась зі збільшенням швидкості зсуву. Додавання цукрозамінників не впливало на форму кривих потоку. З огляду на їх реологічні властивості, аналізоване тісто можна класифікувати як рідину, що розріджена зсувом (рис 4.14).

Виникнення явища зсувного розрідження можна пояснити процесом пошкодження структури тіста. Руйнування зразка при зсуві зі зростаючою швидкістю призводить до пошкодження та злиття бульбашок повітря. Крім того, швидкість руйнування існуючих міжмолекулярних зв'язків вища за швидкість їх утворення. При збільшенні напруги значення зсувної сили можуть перевищувати значення сил структуроутворюючої взаємодії, що призводить до перебудови структури матеріалу [181]. Як наслідок, це призводить до зниження стійкості тіста до зсуву, що проявляється у зниженні значень уявної в'язкості [182].

При визначенні реологічних показників ефективної в'язкості у тісті з сумішшю еритролу та фруктози, найінтенсивніше збільшення показника ефективної в'язкості спостерігалось при швидкості зсуву  $0,7\text{с}^{-1}$ . Подальше зменшення ефективної в'язкості при збільшенні зсуву  $0,8...0,11\text{с}^{-1}$  спостерігалось менш інтенсивно, при швидкості зсуву  $0,12\text{с}^{-1}$  в'язкість зразків з додаванням еритролу зменшилась у порівнянні із іншими модельними зразками, а в'язкість з фруктозою та сумішшю фруктози та еритролу зменшилась у порівнянні із контрольним зразком, але є більшою ніж у зразку з еритролом. Низьку в'язкість тіста з еритролом можна пояснити легкою коалесценцією або дифузією газу між бульбашками. Щодо модельного зразку з фруктозою, то зазначимо, що в'язкість знижується у порівнянні із контрольним зразком, адже фруктоза є моносахаридом, який розчиняється у воді та має здатність поглинати воду. Отже, можна говорити про те, що, цукрозамінники впливають на реологічних показників тіста, таким чином відбуваються значні зміни ефективної в'язкості у зразках.

#### Висновок до розділу 4

У даному розділі було обґрунтовано вибір рецептурних компонентів для приготування ЗБН з підвищеним вмістом білку. Було розроблено та обґрунтовано моделі «чорний ящик», «склад системи» та «структура системи» при моделюванні рецептурного складу ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників.

При обґрунтуванні вибору рецептурних компонентів, пошук продукту з високим вмістом білків для ЗБН проводилось на підставі розуміння основоположного компоненту для підвищення харчової цінності виробу. Одним із таких компонентів є борошно із цвіркунів, яке містить у своєму складі 70,53% білку.

У розділі були обґрунтовані дослідження функціональних властивостей пшеничного борошна та борошна із цвіркунів у тістовому напівфабрикаті. За результатами досліджень визначено, що показник водопоглинальної здатності суміші борошна пшеничне-борошна із цвіркунів не мав істотних відмінностей. Проте БЦ значно вплинув на показники піноутворюючої та емульгуючої здатності, а саме при додаванні БЦ у кількості 15,0% піноутворююча та емульгуюча здатність тіста знижувалась на 5,5% у порівнянні із контрольним зразком. Щодо цукрозамінників було визначено, що за комплексним показником доцільно використовувати у рецептуру ЗБН суміш натурального цукрозамінники – фруктози та цукрозамінники-поліола – еритрол.

Структурно-механічні властивості тіста показали, що заміна пшеничного борошна на БЦ у кількості від 5,0% до 10,0% не здійснює значного впливу на технологічні характеристики тіста ніж при додаванні 15,0% БЦ. Проведенні структурно-механічні дослідження вказують, що різниці у структурі тіста на цукрі, фруктозі, еритролу та суміші еритролу та фруктози можна пояснити різницею їхнього хімічного складу та взаємодії їх з біополімерами борошняної суміші.

При дослідженні реологічних показників тіста з додаванням борошна із цвіркунів у кількості 5,0...15,0% відбуваються певні зміни ефективної в'язкості, вона збільшується при збільшенні швидкості зсуву у діапазоні  $0,0...0,8\text{с}^{-1}$ , а у діапазоні  $0,9...0,12\text{с}^{-1}$  призводить до стабілізації в'язкості систем досліджуваних зразків. Щодо реологічних показників з цукрозамінниками та додаванням БЦ у

кількості 10,0%, то можна сказати, що швидкість зсуву збільшувалась у діапазоні від 0,0...0,7%, а стабілізація системи досліджуваних зразків відбувалась у межах 0,8...0,12 с<sup>-1</sup>. Отже, можна говорити, що дослідження ефективної в'язкості досліджуваних систем тіста з додаванням різної кількості борошна з цвіркунів та цукрозамінників показали, що внесення нової сировини суттєво не впливає на реологічні властивості тіста.

Узагальнюючи, розділ 4 можна зробити висновок, що оптимальним додаванням до ЗБН борошна із цвіркунів є у кількості від 5,0...10,0%. В свою чергу під час розробки ЗБН з повною заміною цукру було визначено, що суміш еритролу та фруктози є більш доцільним та прирівнюється до контрольного зразку із цукром.



## РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА ІЗ ЦВІРКУНІВ

### 5.1 Розробка рецептури та технології збивного бісквітного напівфабрикату

Після проведення низки досліджень напівфабрикату тіста та готового виробу з інноваційним рецептурним компонентом встановлено доцільність використання борошна із цвіркунів у кількості 10,0% до маси борошна.

Закономірності впливу досліджуваної сировини на структурно-механічні та реологічні параметри тістового напівфабрикату стали фундаментом для розробки рецептури ЗБН «Протеїновий» (табл. 5.1). Рецептура містить у своєму складі яєчні продукту, цукор, лимонну кислоту, борошно пшеничне та борошно із цвіркунів у визначених оптимальних кількостях.

Таблиця 5.1

#### Зведена рецептура збивного бісквітного напівфабрикату на 10 кг

| Найменування сировини         | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 10 кг напівфабрикату, г |                   |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|
|                               |                                | В натурі                                    | В сухих речовинах |
| Борошно пшеничне вищого сорту | 85,50                          | 2560,18                                     | 2188,95           |
| Борошно із цвіркунів          | 90,0                           | 284,48                                      | 256,03            |
| Цукор-пісок                   | 99,85                          | 2495,85                                     | 2492,15           |
| Жовтки яєчні                  | 46,00                          | 2495,85                                     | 1148,07           |
| Білки яєчні                   | 12,00                          | 3758,04                                     | 450,96            |
| Кислота лимонна               | 98,00                          | 11,09                                       | 10,88             |
| Разом:                        |                                | 11605,54                                    | 6547,05           |
| Вихід:                        |                                | 10000,0                                     |                   |

Технологічну схему виготовлення ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів з розподілом на функціональні підсистеми та загальну мету функціонування кожної системи наведено на рис. 5.1. та у таблиці 5.2.

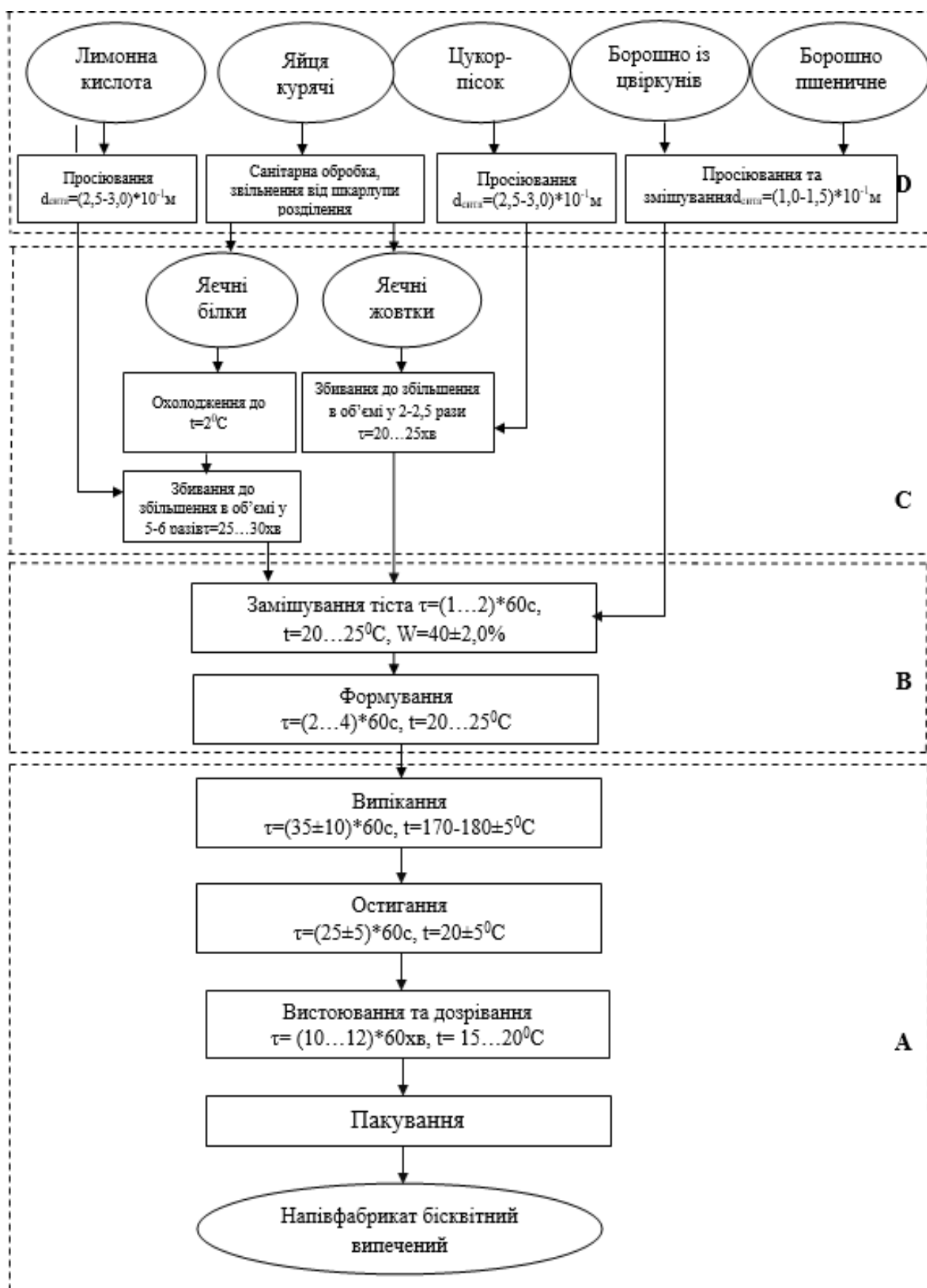


Рис. 5.1 – Технологічна схема збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів

Враховуючи те, що дана технологічна схема в цілому відображає функціонування окремих підсистем А, В, С, D для подальшого дослідження та наукового підтвердження технологічних стадій реалізації збивного бісквітного напівфабрикату в межах цих підсистем в табл. 5.2 обґрунтовано розділення цих систем на завдання, які забезпечують досягнення головної мети технологічної схеми.

Таблиця 5.2

**Структура складових частин технологічної схеми виробництва збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів**

| Позначення підсистеми | Назва підсистем                                  | Мета та завдання функціонування підсистеми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                     | 2                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| А                     | Отримання бісквітного напівфабрикату випеченого  | Виготовлення випеченого напівфабрикату, що зберігає визначені характеристики та параметри; припинення всіх фізико-хімічних змін, відбувається утворення необхідних фізико-хімічних властивостей готового виробу; підвищення пружності виробу, початок стадії черствіння – зберігання необхідних органолептичних та фізико-хімічних показників якості; обґрунтування температури та тривалості обробки під час випікання. |
| В                     | Технологічна обробка, формування структури тіста | Рационалізація технологічних показників тістового напівфабрикату: вологості, температури та тривалості замішування тіста, перерозподіл вологи, зміна консистенції, процес утворення структури тіста, отримання однорідної консистенції, формування тіста, забезпечення фіксованої маси готового виробу                                                                                                                   |
| С                     | Формування збитої яєчно-цукрової суміші          | Підтвердження складових рецептур, збиття яєчних білків з лимонною кислотою, та яєчних жовтків із цукром, технологічні параметри розчинення та збивання яєчно-цукрової суміші                                                                                                                                                                                                                                             |
| D                     | Підготовка сировини                              | Комбінування суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів для подальшого використання. Підготовка сировини, просіювання борошна пшеничного, борошна із цвіркунів, цукру, лимонної кислоти, санітарна обробка яєць, розділення яєць на яєчні білки та жовтки.                                                                                                                                                        |

Згідно із запропонованою технологічною схемою підсистема D забезпечує підготовку сировини до виробництва та комбінування суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів, яке в подальшому дозволить отримати виріб із заданими

властивостями. Експериментально було доведено, що раціональна кількість додавання борошна із цвіркунів становить 10,0 %.

Підсистема С забезпечує утворення яєчно-цукрової маси: збивання охолоджених яєчних білків з лимонною кислотою та збільшення в об'ємі у 5-6 разів дозволить забезпечити більшу стабільність та об'єм тіста під час випікання. Лимонна кислота допомагає збільшити об'єм та покращити структуру тіста ЗБН, а також сприяє кращому утриманню повітря в тісті. В свою чергу збивання яєчних жовтків з цукром дозволить покращити аерацію тіста, створення структури та збереження вологості тіста.

Технологічна обробка та формування структури тіста (підсистема В) забезпечує отримання тістового напівфабрикату на основі суміші збитої яєчно-цукрової маси та суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів. Було доведено, що у порівнянні із стравою аналогом заміс тістового напівфабрикату відбувається протягом 1...2 хв при температурі 20...25<sup>0</sup>С (страва аналог 20-30 секунд). Це пов'язано з тим, що БЦ має більш щільну консистенцію. Формування бісквітного тіста відбувається у форми застелені пергаментом.

Випікання тістової (підсистема А) заготовки відбувається у зволоженій пекарській печі при температурі 170-180<sup>0</sup>С протягом 35-45 хвилин. Після випікання та остигання (25 хв) випечений напівфабрикат виймають з форми, звільняють від пергаменту та вистояють протягом 10-12 годин при температурі 15-20<sup>0</sup>С для охолодження.

## **5.2 Дослідження органолептичних показників якості збивного бісквітного напівфабрикату випеченого**

У дослідженні при розробленні нових продуктів згідно з ДСТУ ISO 6658 (Держспоживстандарт України, 2006) обрали метод дескриптивних тестів, що використовуються для ідентифікації конкретних органолептичних характеристик, властивих пробі. Згідно з цим методом, дослідження органолептичних показників якості проводили дегустатори, які мають спеціалізовану підготовку.

Об'єктом дослідження були зразки збивного бісквітного напівфабрикату круглого із додаванням борошна із цвіркунів:

- 1 – контроль, виготовлений за традиційною технологією;
- 2 – із додаванням борошна із цвіркунів у кількості 5,0 %;
- 3 – із додаванням борошна із цвіркунів у кількості 10,0 %;
- 4 – із додаванням борошна із цвіркунів у кількості 15,0 %.

Згідно із розробленими ТУ У 10.8-45204873-001:2023 (Додаток А) та імплементаційному регламенті (The European Commission, 2022), який використовується в Європейському Союзі, борошно із цвіркунів відповідало стандартам безпеки та дозволено до використання в харчових продуктах.

Для дослідження використовували борошно із цвіркунів виробництва ТМ «SENS» (UK, London).

В роботі у рецептуру ЗБН круглого додавали борошно із цвіркунів у кількості від 5,0...15,0% шляхом заміни пшеничного борошна. Дослідження органолептичних показників інноваційної сировини представлено у розділі 2.1.

Аналіз органолептичних показників досліджуваної сировини (розділ 2.1) показав, що внесення її у рецептуру ЗБН впливає на якість готового виробу, оскільки борошно із цвіркунів відрізняється забарвленням і горіховим запахом у порівнянні із пшеничним борошном.

Оцінку органолептичних показників якості ЗБН із додаванням БЦ проводили після остигання напівфабрикату протягом 12 год. Результати представлені у табл. 5.3.

*Таблиця 5.3.*

**Органолептичні показники випеченого ЗБН з борошна із цвіркунів**

| Показник      | Зразки                                                                            |                                                                                   |                                                                                           |                                                                                            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | Контроль                                                                          | 5,0%                                                                              | 10,0%                                                                                     | 15,0%                                                                                      |
| 1             | 2                                                                                 | 3                                                                                 | 4                                                                                         | 5                                                                                          |
| Смак та запах | Виражено солодкий смак притаманний бісквітному виробу. Запах притаманний бісквіту | Виражено солодкий смак притаманний бісквітному виробу. Запах притаманний бісквіту | Виражений солодкий смак з присмаком горіха та відчувається легкий запах волоського горіху | Виражений солодкий смак з присмаком горіха. Відчувається виражений запах волоського горіху |

| 1                | 2                                                                | 3                                                                          | 4                              | 5     |
|------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|
| Форма і поверхня | Кругла форма та гладка поверхня без пошкоджень, зламів і ум'ятин |                                                                            |                                |       |
| Зовнішній вигляд | Притаманний бісквітним напівфабрикатам                           | Характерний виробам з додаванням різної концентрації інноваційної сировини |                                |       |
| Колір            | Світло-жовтий, кремовий                                          | Кремовий                                                                   | Від кремового до світло сірого | Сірий |
| Вид у розрізі    | Напівфабрикат має гарну пористість, без слідів не промішування   |                                                                            |                                |       |

При проведенні оцінювання органолептичних показників якості дослідних зразків ЗБН із використанням борошна із цвіркунів у кількості 5,0 %...15,0 % найкращі результати отримали виробни з додаванням 10,0% борошна. Дослідження проводились після випікання виробу при температурі 170–180°C протягом 35 хв.

Збивні бісквітні напівфабрикати мали рівномірну золотаву поверхню, круглу форму, без пошкоджень, зламів та ум'ятин; у розрізі, напівфабрикат мав рівномірну, добре розвинену пористість, без слідів непромісу (табл. 5.3).

Органолептичний аналіз випеченого бісквіта круглого проводився дегустаційною комісією без застосування вимірювальних приладів. Кожен представник комісії мав дегустаційний лист, у якому зазначались основні органолептичні показники згідно з чинним законодавством.

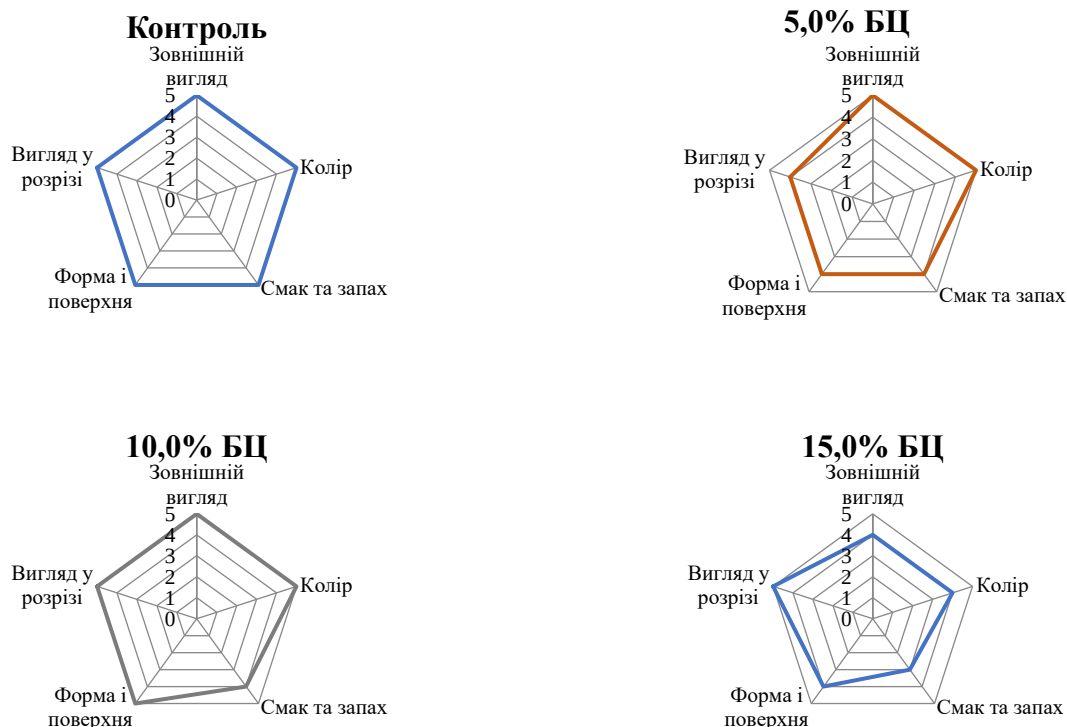
Обробку даних проводили, керуючись базовими підходами. Середні значення порівнювали, використовуючи статистичні методи (дисперсійний аналіз).

Таблиця 5.4

### Шкала сенсорної оцінки органолептичних показників зразків із додаванням борошна із цвіркунів

| Показник якості  | Зразки   |      |       |       |
|------------------|----------|------|-------|-------|
|                  | Контроль | 5,0% | 10,0% | 15,0% |
| Зовнішній вигляд | 5        | 5    | 5     | 4     |
| Колір            | 5        | 5    | 5     | 4     |
| Смак та запах    | 5        | 4    | 4     | 3     |
| Форма і поверхня | 5        | 4    | 5     | 4     |
| Вигляд у розрізі | 5        | 4    | 5     | 5     |
| Всього:          | 25       | 22   | 24    | 20    |

За результатами дегустаційної комісії складено профілограми сенсорної оцінки якості зразків випечених бісквітних напівфабрикатів (рис. 5.2).



**Рис. 5.2 – Профілограми органолептичних показників випеченого ЗБН із борошном з цвіркунів**

Важливими показниками бісквітних виробів були колір, смак та запах. Адже саме вони впливали на якість виробів. При додаванні до ЗБН борошна із цвіркунів колір змінювався від кремового до сірого. Що стосується запаху, додавання борошна із цвіркунів у ЗБН вплинуло на відчутність запаху виробу, інтенсивність якого була значно вищою у зразках з додаванням 10,0% та 15,0% БЦ порівняно з контрольним зразком. Інтенсивність солодкого та горіхового запаху залишалася на тому ж рівні, що і у контрольному зразку, незалежно від додавання борошна із цвіркунів. Модифікація рецептури також вплинула на інтенсивність смаку. Зразок з 15,0% БЦ порівняно з контрольним характеризувався вираженим присмаком горіха. Інтенсивність солодкого та горіхового смаку була подібною у всіх зразках ЗБН. У ЗБН з додавання борошна із цвіркунів у кількості 15,0% було виявлено наявність стороннього присмаку, незвичного для ЗБН. Як зазначено в літературі, борошно із цвіркунів характеризується сильним смаком, який схожий на смак ракоподібних та варених бобових [185]. Таким чином, вміст борошна із цвіркунів у ЗБН вище 15,0% ймовірно буде негативно впливати на сенсорну якість виробів (рис. 5.2).

Для харчових продуктів, що пропонують заклади ресторанного господарства, важливим для споживачів є зовнішній вигляд виробів. На рис. 5.3 представлені зразки ЗБН круглого з додаванням різної кількості сировини.



**Рис. 5.3 - Випечений бісквіт круглий з додаванням борошна із цвіркунів:  
1 – контроль, 2- з додаванням 5,0% борошна із цвіркунів; 3- з додаванням 10,0% борошна із цвіркунів; 4 - з додаванням 15,0% борошна із цвіркунів**

Результати органолептичної оцінки показали, що додавання борошна із цвіркунів вплинуло на візуально оцінений колір і пористість зразків (рис. 5.3). Колір є важливою властивістю ЗБН, який впливає на вибір споживачів і їх сприйняття. Інтенсивність кольору м'якушки ЗБН зросла, а пористість зменшилася з додаванням більшої кількості борошна із цвіркунів. М'якушка зразку з додаванням БЦ у кількості 15,0% був значно темнішим та менш пористим, ніж контрольний зразок.

Вплив на пористість м'якушки може бути пов'язаний з тим, що борошно із цвіркунів не містить глютену. Крім того, борошно із цвіркунів виготовляють із дорослих комах, які мають зовнішній скелет, голову, очі, нижню щелепу, вусики, ноги та крила. Як наслідок, воно містить певну кількість хітину, а також характеризується грубозернистою структурою, що може впливати на хлібопекарські властивості борошна. Візуально сприйняті відмінності в пористості м'якушки не вплинули на показники консистенції. Усі зразки ЗБН були описані як досить м'які, помірно липкі та вологі, незалежно від рівня додавання БЦ. Тим не менш, заміна



пшеничного борошна на БЦ на рівні 15,0% сприяла збільшенню твердості м'якушки в інструментальній оцінці, але це не призвело до збільшення відчуття у ротовій порожнині, як оцінювали експерти в сенсорних тестах.

Отже, після визначення органолептичної оцінки якості випеченого ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів, доцільність використання досліджуваної сировини у складі ЗБН шляхом заміни 10,0 % пшеничного борошна. Показники інноваційного виробу з додаванням 10,0% БЦ обумовлюють високі споживчі властивості ЗБН виготовлених за розробленими рецептурами та обґрунтованого технологією.

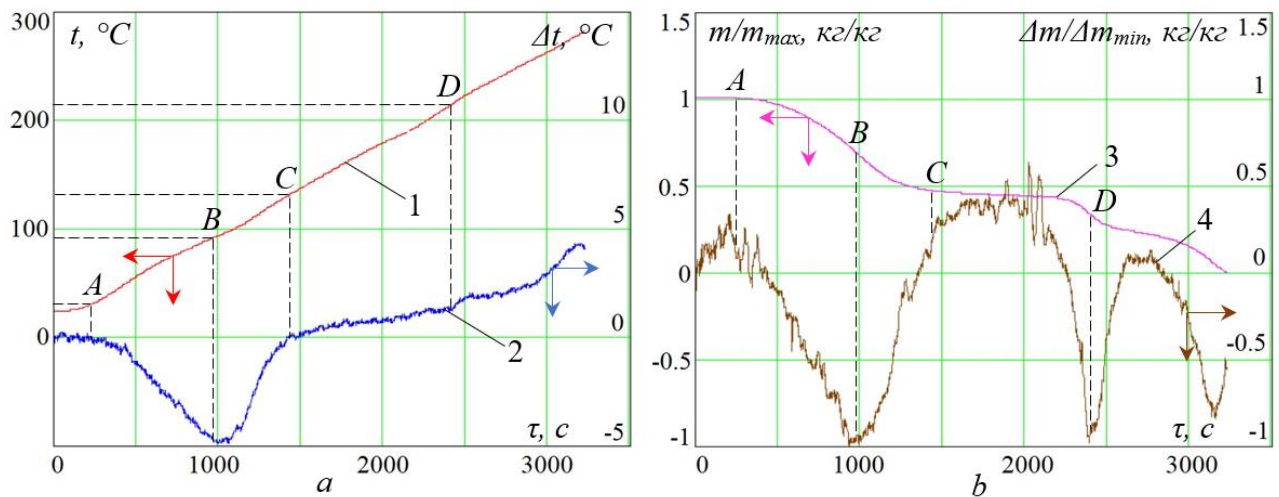
### **5.3 Термогравіметричний аналіз випеченого збивного бісквітного напівфабрикату із борошном із цвіркунів**

Термогравіметричні дослідження форм зв'язування води в ЗБН під час інтервального нагрівання проводили за допомогою термоаналізатора "Derivatograph Q-1500" (Угорщина). Цей прилад здатний точно вимірювати всі кількісні зміни у зразку, які пов'язані зі зменшенням або збільшенням маси продукту внаслідок перерозподілу води під час теплового впливу [131].

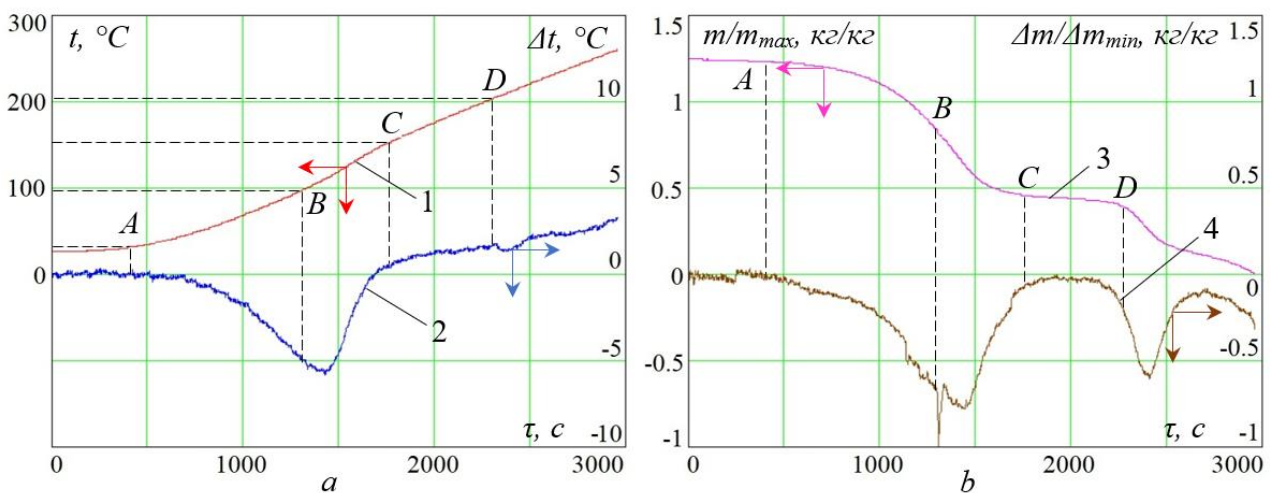
В експериментальних зразках одночасно реєстрували зміни температури (Т), зміни маси (ТГ), швидкості зміни маси (ДТГ) та теплоти згоряння (ДТА) в залежності від часу за допомогою чотириканального реєструючого пристрою. Дериватограми використовували для визначення втрати маси зразка при відповідній температурі  $\Delta m$ .

Термогравіметричні вимірювання проводили в керамічному тиглі під кварцовим ковпаком на дериватографі Q-1500D в динамічному режимі з наважкою зразка 2 г. Як еталон використовували А1203, випалений до 1500°C. Зразок нагрівали до 500°C зі швидкістю нагріву 2,5°C/хв. Визначення форми зв'язування води на всіх етапах введення компонентів в рецептури проводили на основі аналізу температури (Т-крива), зміни маси (ТГ) та її похідних (ДТГ-крива) і ентальпії (ДТА-крива). Вивчали зв'язки води після випікання напівфабрикату.

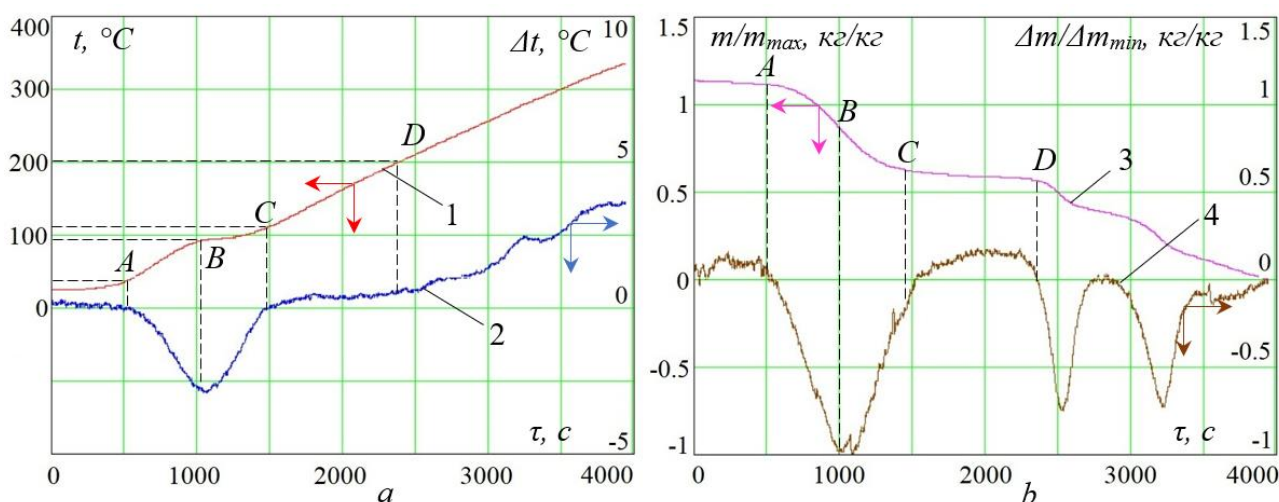
Вимірювання означеними методами проводилось одночасно на кожному із досліджуваних зразків, тобто одночасно фіксували в часі температуру та масу досліджуваного зразка, а також різницю температури та маси між еталонним зразком та досліджуваним. Для наочності експериментальні дані, отримані методами диференціально-термічного (а) та термогравіметричного (b) аналізу, наведені на окремих графіках.



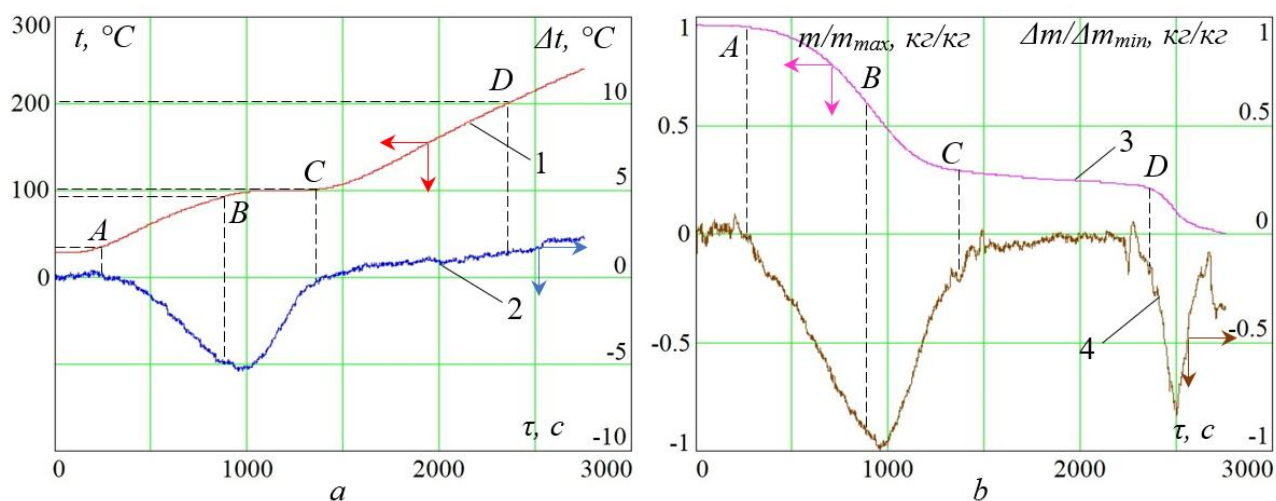
**Рис. 5.4- Результати, отримані методами диференціально-термічного (а) та термогравіметричного (b) аналізу, для контрольного зразка: кінетика температури (1) та маси (3) зразка, кінетика різниці температури (2) та маси (4) між еталоном та зразком**



**Рис. 5.5 - Результати, отримані методами диференціально-термічного (а) та термогравіметричного (b) аналізу, для ЗБН виробу із концентрацією борошна із цвіркунів 5% у борошні пшеничному: кінетика температури (1) та маси (3) зразка, кінетика різниці температури (2) та маси (4) між еталоном та зразком**



**Рис. 5.6 - Результати, отримані методами диференціально-термічного (а) та термогравіметричного (b) аналізу, для ЗБН із концентрацією борошна із цвіркунів 10% у борошні пшеничному: кінетика температури (1) та маси (3) зразка, кінетика різниці температури(2) та маси (4) між еталоном та зразком**



**Рис. 5.7 - Результати, отримані методами диференціально-термічного (а) та термогравіметричного (b) аналізу, для ЗБН із концентрацією борошна із цвіркунів 15% у борошні пшеничному: кінетика температури (1) та маси (3) зразка, кінетика різниці температури (2) та маси (4) між еталоном та зразком**

Кінетика температури та маси, а також кінетика різниці температури та маси між еталонним та досліджуваним зразками мають однаковий характер (рис.5.4-5.7).

Весь процес нагрівання за постійного потоку теплоти до досліджуваного зразку та еталону можна розбити на ділянки, відділені на рис. 5.4-5.7 точками, позначеними літерами А, В, С і D. Положення виділених точок на залежностях, що

відображають результати, отримані методами диференціально-термічного (a) та термогравіметричного (b) аналізу, синхронізовані відповідно до визначених значень моментів тривалості нагрівання.

Ділянка від початку нагрівання за постійного потоку теплоти, що підводиться до еталонного та досліджуваного зразків, до точки А відповідає нагріванню сухих речовин досліджуваного зразка та системної води, яку він утримує (лінія 1 на рис.5.4a, 5.5a, 5.6a, 5.7a). При цьому практично відсутня втрата маси, що доводить горизонтальна ділянка на кінетиці маси зразка (лінія 3 на рис.5.4b, 5.5b, 5.6b, 5.7b) від початку вимірювань до точки А. Під системною водою тут маєтись на увазі вода системи, яка пов'язана з її сухими речовинами різними формами зв'язку: фізико-хімічно та хімічно зв'язана вода [186].

Починаючи з точки А починається значиме випаровування системної води досліджуваного зразка, що супроводжується збільшенням різниці температури (лінія 2 на рис.5.4a, 5.5a, 5.6a, 5.7a) між зразком та еталоном. Про це свідчить, по-перше, наявність точки перегину на кінетиці маси зразка (саме точка В на лінії 3), по-друге, наявність мінімуму на кінетиці різниці мас між досліджуваним зразком та еталоном (лінія 4 на рис.5.4b, 5.5b, 5.6b, 5.7b). По-третє, супроводжується інтенсивне випаровування системної води поглинанням теплоти, про яке свідчить збільшення різниці температур між досліджуваним зразком та еталоном (лінія 2), за умови незначного збільшення температури (окіл точки В на лінії 1).

На ділянці від точки В до точки С інтенсивність випаровування системної води досліджуваного зразка зменшується. Кінетика різниці температур між зразком та еталоном наближається до нуля (лінія 2). Кут нахилу кінетики мас (лінія 3) до осі абсцис зменшується, при цьому кінетика різниці мас між досліджуваним зразком наближається до нуля.

Починаючи від точки С до точки D відбувається нагрівання зразка. Втрата маси на даній ділянці не перевищує 3...4%.

За досягнення точки D, положення якої відповідає температурі досліджуваних зразків +200...220°C, починається деструкція складових (у тому числі полісахаридів).

Відмінності між результатами, що наведені на рис.5.4-5.5, отриманими для різних зразків полягають у положенні виділених точок А, В, С та D відносно температури. Необхідно відмітити, що для такої продукції, як бісквітні вироби, більшу інформацію несуть температури менші за температуру деструкції складових даної продукції, тобто температури менші за  $+200^{\circ}\text{C}$ . Саме у діапазоні температур від  $+40...50^{\circ}\text{C}$  до  $+140...150^{\circ}\text{C}$  знаходиться основна інформація про системну воду таких систем.

Виходячи з цього, необхідно відмітити, що початок значимого випаровування (точка А) у контрольному зразку та у зразках, в яких проведено заміщення частини борошна пшеничного на борошно із цвіркунів, відповідає температурі  $+40^{\circ}\text{C}$  (точка А на лінії 1 з рис.5.4а, 5.5а, 5.6а, 5.7а).

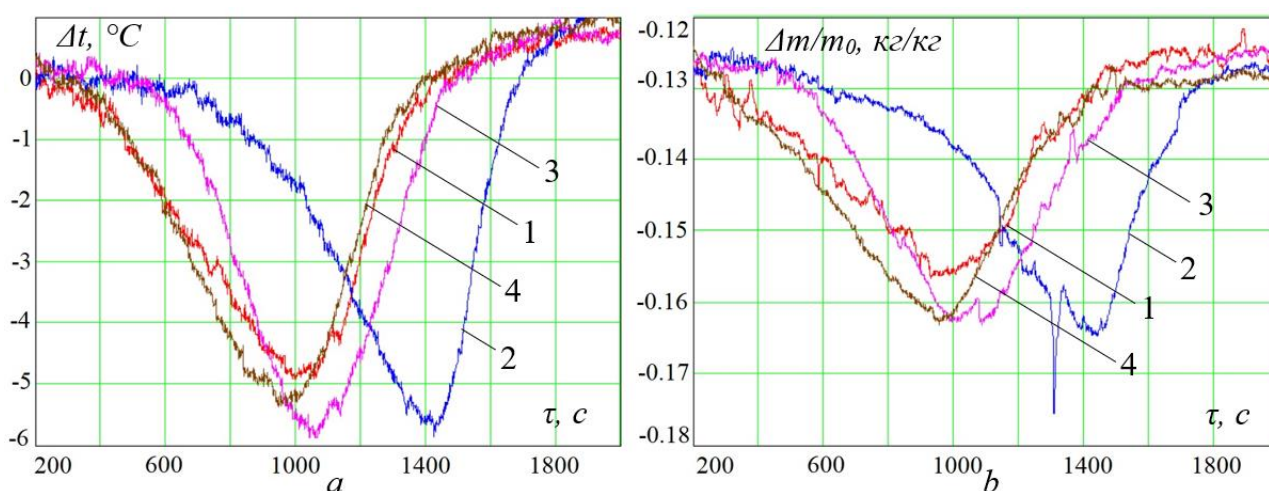
Що стосується максимальної інтенсивності випаровування (точка В), то для контрольного зразка бісквітного напівфабрикату положення цієї точки відповідає  $+93^{\circ}\text{C}$  (точка В на лінії 1 з рис.5.4а). Для бісквітного напівфабрикату із концентрацією борошна із цвіркунів 5,0% у борошні пшеничному положення точки В відповідає температурі  $+98^{\circ}\text{C}$  (точка В на лінії 1 з рис.5.5а), а для бісквітного напівфабрикату із концентрацією борошна із цвіркунів 10,0% та 15,0% –  $91^{\circ}\text{C}$  (точки В на лінії 1 з рис. 5.6а, 5.7а).

Температура, за якої досягається точка закінчення інтенсивного випаровування системної води (точка С) для різних зразків, також відрізняється за значенням. Так для контрольного ЗБН значиме випаровування системної води закінчується за температури зразка  $+130^{\circ}\text{C}$  (точка С на лінії 1 з рис.5.4а). Для ЗБН із концентрацією борошна із цвіркунів 5,0% у борошні пшеничному положення точки С відповідає температурі  $+148^{\circ}\text{C}$  (точка С на лінії 1 з рис.5.5а). Для ЗБН із концентрацією борошна із цвіркунів 10,0% значиме випаровування системної води закінчується за температури –  $+112^{\circ}\text{C}$  (точка С на лінії 1 з рис. 5.6а, 5.7а), а для виробу із концентрацією борошна із цвіркунів 15,0% –  $+102^{\circ}\text{C}$  (точка С на лінії 1 з рис. 5.7а).

Слід вважати, що для еталонного зразка, відносно якого знаходили різницю температур та різницю маси для досліджуваних зразків під час вимірювання,

відсутні фазові переходи I роду, що є вихідною умовою застосованих методик дослідження. Виходячи з цього, очевидно, що площа під кінетикою різниці температур та кінетикою різниці мас між еталоном та досліджуваним зразком у діапазоні між точками А та С пропорційна кількості системної води, для якої має місце перехід I роду у діапазоні температур, що відповідає цим точкам.

Площа під означеними ділянками кінетики різниці температур та різниці мас між еталоном та досліджуваними зразками розраховувалась за даними наведеними на рис.5.8 Значення різниці мас між еталоном та досліджуваним зразком пронормовано на початкову загальну масу досліджуваного зразка.



**Рис.5.8 - Кінетика різниці температур та кінетика різниці мас між еталоном та досліджуваними зразками ЗБН: 1 – контроль; 2 – зразок із концентрацією борошна із цвіркунів 5,0%; 3 – зразок із концентрацією борошна із цвіркунів 10,0%; 4 – зразок із концентрацією борошна із цвіркунів 15,0%**

Розрахунок площі під кінетикою різниці температур ( $S_{\Delta t}$ ) та площі під кінетикою різниці мас ( $S_{\Delta m}$ ) між еталоном та досліджуваними зразками, у діапазоні між точками А та С проводився, відповідно, за виразами:

$$S_{\Delta t} = \sum_{i=n_1}^{n_2-1} (\tau_{i+1} - \tau_i) \cdot \frac{(\Delta t_{i+1} + \Delta t_i)}{2}, \quad (1)$$

$$S_{\Delta m} = \sum_{i=n_1}^{n_2-1} (\tau_{i+1} - \tau_i) \cdot \frac{(\Delta m_{i+1} + \Delta m_i)}{2}, \quad (2)$$

де  $n_1$  та  $n_2$  – координати точок А та С за часом.

Результати розрахунку наведено для кожного із досліджуваних зразків в табл.5.5.

**Площа під кінетикою різниці температур ( $S_{At}$ ) та площа під кінетикою різниці мас ( $S_{Am}$ ) між еталоном та досліджуваними зразками**

| Зразок                                      | $S_{At} \cdot 10^{-3}, ^\circ\text{C} \times \text{с}$ | $S_{Am} \cdot 10^4, (\text{кг}/\text{кг}) \times \text{с}$ |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Контроль                                    | 2.709                                                  | 1.276                                                      |
| Із концентрацією борошна із цвіркунів 5,0%  | 2.619                                                  | 1.246                                                      |
| Із концентрацією борошна із цвіркунів 10,0% | 2.762                                                  | 1.256                                                      |
| Із концентрацією борошна із цвіркунів 15,0% | 2.811                                                  | 1.320                                                      |

З наведених результатів розрахунку видно, що площі під кінетикою різниці температур ( $S_{At}$ ) та площі під кінетикою різниці мас ( $S_{Am}$ ) між еталоном та досліджуваними зразками відрізняються між собою не більше ніж на 5...8%. Очевидно таким відхиленням можна знехтувати, оскільки ці розраховані площі ( $S_{At}$  та  $S_{Am}$ ) пропорційні кількості води, яка утримується досліджуваними зразками, то зразки мають однаковий вологовміст. Тобто кількість системної вологи, яку утримують досліджувані зразки, однакова.

З огляду на те, що кількість води у досліджуваних зразках однакова, то відмінності у межах діапазонів зростання та убуття інтенсивності випаровування системної води пояснюється перерозподіленням за формами її зв'язку із сухими речовинами даних систем.

Так заміщення 5,0% борошна пшеничного у рецептурі контрольного ЗБН на борошно із цвіркунів сприяє зміщенню максимуму інтенсивності випаровування з  $+93^\circ\text{C}$  до  $+98^\circ\text{C}$ . При цьому закінчення значимого випаровування системної води завершується для такого зразка за температури  $+148^\circ\text{C}$ , в той час як для контрольного виробу дана точка має місце за температури  $+130^\circ\text{C}$ .

За подальшого збільшення кількості введеного борошна із цвіркунів у кількості 10,0 та 15,0%, точка, що відповідає максимуму інтенсивності системної води зміщується в сторону меншої температури та дорівнює  $+91^\circ\text{C}$ . При цьому закінчення значимого випаровування системної води для зразків із концентрацією борошна із цвіркунів 10,0 та 15,0% має місце також за нижчих температур порівняно із контрольним зразком, значення яких відповідно дорівнюють  $+102^\circ\text{C}$  та  $+112^\circ\text{C}$ .

Очевидно, встановлено, що заміщення борошна пшеничного борошном із цвіркунів у кількості 5,0% сприяє зміні взаємодії складових отриманого ЗБН порівняно із контролем. Це тягне за собою зміну у розподіленні форм зв'язку системної води із сухими речовинами такої системи і, як наслідок, розширення діапазону температур, за яких відбувається випаровування води із цього зразка. Однак, очевидно, за подальшого збільшення кількості борошна із цвіркунів, яке є білковомісткою сировиною, збільшується кількість частини системної води, що зв'язана із білками цієї сировини. Як наслідок, діапазон температур, за яких відбувається випаровування води із ЗБН із борошном із цвіркунів у кількості 10,0 та 15,0%, – зменшується.

Слід відмітити, що більш прийнятною функціонально-технологічною властивістю у виробі в склад яких входить пшеничне борошно, вважається більш широкий діапазон форм зв'язку системної води із сухими речовинами такої харчової продукції, оскільки наявність різних форм зв'язку води суттєвим чином визначає органолептичні показники готової продукції, терміни та умови її зберігання.

Таким чином, дослідження проведені методами диференціально-термічного та термогравіметричного аналізу свідчать про те, що більш прийнятним, з точки зору розширення спектру форм зв'язку системної води із сухими речовинами досліджуваних зразків, слід вважати заміщення борошна пшеничного борошном із цвіркунів у кількості 5,0%.

#### **5.4 Вивчення фізико-хімічних характеристик збивного бісквітного напівфабрикату випеченого під час зберігання**

Відомо, що фізико-хімічні показники характеризують процеси, які відбуваються при замішуванні та випіканні напівфабрикатів. До основних фізико-хімічних показників відносяться масова частка вологи, масова частка золи, масова частка білку і цукру, лужність та інші показники. Інгредієнти в рецептурі починають тісно взаємодіяти один з одним при утворенні рідкої фази тіста. Стійкість структури тіста при замішуванні і подальшій обробці значною мірою залежить від вмісту в ньому води та співвідношення вільної і зв'язаної вологи. Залежно від кількості



вологи в тісті під час термічної обробки виробу вода переходить із рідкої фази в газоподібну та випаровується при високій температурі.

Вміст цукру в ЗБН найбільший у порівнянні із іншими видами борошняних виробів, його у співвідношення з борошном складає 1:1.

Вміст цукру в тісті впливає на ступінь пластичності, оскільки цукор зменшує набухання білків і крохмалю борошна і суттєво впливає на структуру тіста та якість кінцевого продукту. Додавання цукру в рецептуру борошняних кондитерських виробів залежить від рецептури виробу, характеристики борошна, температури замішування.

Масова частка білка в ЗБН визначається вмістом білку в різних компонентах рецептури. Згідно з рецептурних компонентів, що входять до складу ЗБН певну кількість білку мають яєчні продукти до 6 г [187], пшеничне борошно [40], а також борошно із цвіркунів, тому вміст білку змінюється в залежно від концентрації БЦ у рецептурі ЗБН.

Зола складається в основному з оксидів металів, складається з мікроелементів, які містяться в продуктах харчування. Для деяких продуктів кількість золи впливає на якість і є фактором, який слід враховувати при аналізі якості. В свою чергу, зольність борошна представляє особливий інтерес, оскільки вважається, що вона впливає на якість випічки. Бажаною є зольність 1,5-2,0% [189].

З огляду на важливість загальних визначень фізико-хімічних показників у ЗБН, в даному дослідженні було проведено аналіз та порівняння вмісту цукру, золи, білку, а також визначено масову частку вологи та лужність виробів (табл. 5.6)

*Таблиця 5.6*

**Фізико-хімічні властивості ЗБН з додаванням різної кількості борошна із цвіркунів (г/100г)**

| Показник                                                                                                            | Згідно з ДСТУ | Контроль | 5,0%      | 10,0%     | 15,0%     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Масова частка вологи, %                                                                                             | 16,0±3,0%     | 16,0±3,0 | 25,74±3,0 | 32,58±3,0 | 35,47±3,0 |
| Масова частка золи, не розчиненої в 10% соляної кислоти, в перерахунку на абсолютну суху речовину, %, не більше ніж | 0,1           | 0,01     | 0,03      | 0,07      | 0,1       |

| 1                                                             | 2                                                 | 3        | 4        | 5         | 6         |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Масова частка білку, %                                        | Не менше 4,4                                      | 4,4±2,0  | 7,8±2,0  | 11,61±2,0 | 17,42±2,0 |
| Лужність, град.                                               | Не більше 2,5                                     | 1,1±0,25 | 1,1±0,25 | 1,1±0,25  | 1,1±0,25  |
| Масова частка загального цукру (в перерахунку на сахарозу), % | Відповідно до розрахункового вмісту за рецептурою | 60,0±2,5 | 49,8±2,5 | 31,6±2,5  | 29,4±2,5  |

Як і очікувалося, склад досліджуваних зразків залежить від використовуваних інгредієнтів. Вміст білку в зразках збільшився на 62,06% у порівнянні з контрольним зразком оскільки додавання борошна із цвіркунів сприяє підвищенню вмісту білку у продукті. Найвищі значення були досягнуті у зразку з додаванням 15,0% борошна із цвіркунів, тоді як найнижчий вміст білку був виявлений у зразку без додавання досліджуваного борошна.

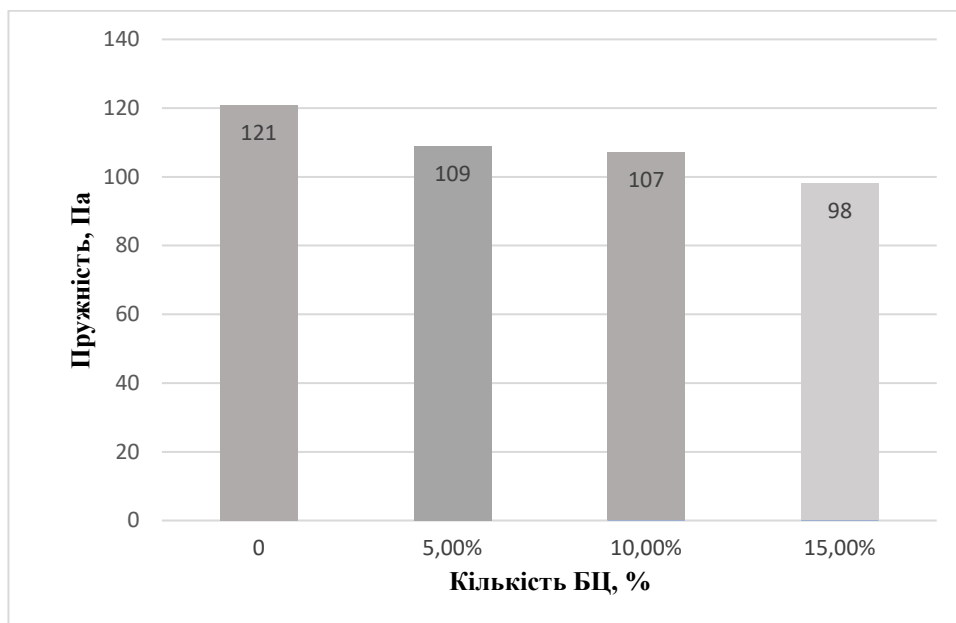
Зменшення кількості цукру говорить про зменшення кількості вуглеводів, отже зменшення калорійності, збільшення кількості золи свідчить про підвищення вмісту мінеральних речовин, а також макро- та мікроелементів.

ЗБН має піноподібну структуру, що характеризується наявністю пористої м'якушки. Додавання до ЗБН нового інгредієнту може призвести до зміни його структури. Тому важливо визначити вплив додавання БЦ на пружність ЗБН залежно від кількості внесеного інноваційного інгредієнту. Пружність бісквіта впливає на його аеродинамічні властивості (легкість, м'якість, податливість) та текстуру. Чим більша пружність, тим більш легкий та повітряний буде бісквіт.

Пружність та еластичність випечених напівфабрикатів залежить також від процесу усихання та від втрати вологи під час випікання. Так як в ЗБН основну частину вологи зв'язує клейковина борошна та крохмаль, заміна частини пшеничного борошна на борошно з цвіркунів буде впливати на якість готового виробу.

Пружність - це здатність бісквітного напівфабрикату відновлюватися після стиснення. Низьку пружність виявлено у контрольному бісквітному напівфабрикаті та напівфабрикаті з додаванням 15,0% БЦ (рис. 5.9). Ймовірно підвищення пружності може бути пов'язане зі зменшенням об'єму та загального вмісту крохмалю, а отже, з утворенням більш щільної м'якушки. Пружність ЗБН з

додаванням 5,0% та 10,0% БЦ є дещо меншою за контрольний зразок. Ймовірно, що в даних моделях достатня кількість та значна активність вільної вологи, що спричиняє зменшенню пружності. При подальшому збільшенні вмісту борошна з цвіркунів до 15,0%, підвищується кількість білку, який потребує додаткової кількості вологи, щільність м'якушки підвищується, відповідно зменшується пружність.



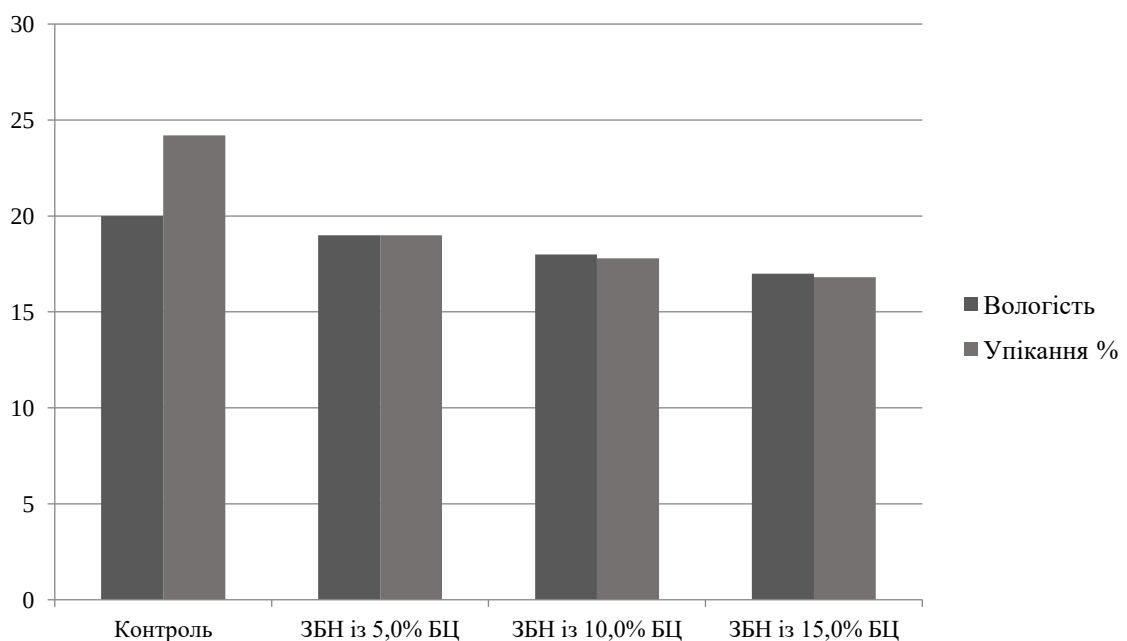
**Рис. 5.9 - Пружність бісквітних виробів з додаванням БЦ**

БЦ є джерелом білку (70,53 в перерахунку на СР), має високі поживні властивості, містить незамінні амінокислоти, ненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінерали, хітин і хітозан (розділ 3.2). Проте додавання борошна із цвіркунів у рецептуру БКВ може впливати на фізико-хімічні показники готових виробів, на протікання процесів черствіння, на здатність до деформації м'якушки та на її крихтуватість. Дослідження зазначених властивостей є важливим для визначення термінів зберігання продукту та встановлення його відповідності вимогам нормативної документації. Термін зберігання ЗБН досліджувався протягом 8 діб. Їх зберігали у картонних коробках за температури 18–20°C і відносної вологості повітря 75 % (згідно з ДСТУ 4803:2007) [188].

Результатом дослідження процесу усихання ЗБН представлено на кривів усихання, яка відображає зміну його числових значень (зниження маси бісквіту) як функцію від  $\tau$  – часу після випікання. Зміну маси ЗБН, а отже і показника усихання,

визначали шляхом зважування свіжовипеченого ЗБН й повторним зважуванням його через кожні 48 год. Крихтуватість м'якушки ЗБН визначали за відношенням маси крихти, що утворилась внаслідок тертя двох шматків, до маси наважки бісквіту, а ступінь її деформації – на автоматизованому пенетрометрі Labor через кожні 48 год.

Відомий факт, що випеченому ЗБН притаманна структура твердої піни. Тому втрата певної кількості вологи під час випікання тістових заготовок призводить до зменшення їх маси. В Державних стандартах України зазначається, що вологість бісквітних напівфабрикатів повинна бути в межах  $24 \pm 3\%$  [189]. Відомо, що на показник вологості впливає процес упікання виробів. Адже при випіканні ЗБН у структурі тістової маси відбувається перерозподіл та вивільнення вологи. Порівняльна характеристика показників вологи та упікання у ЗБН з додаванням БЦ у кількості від 5,0...15,0% представлені на рисунку 5.10.

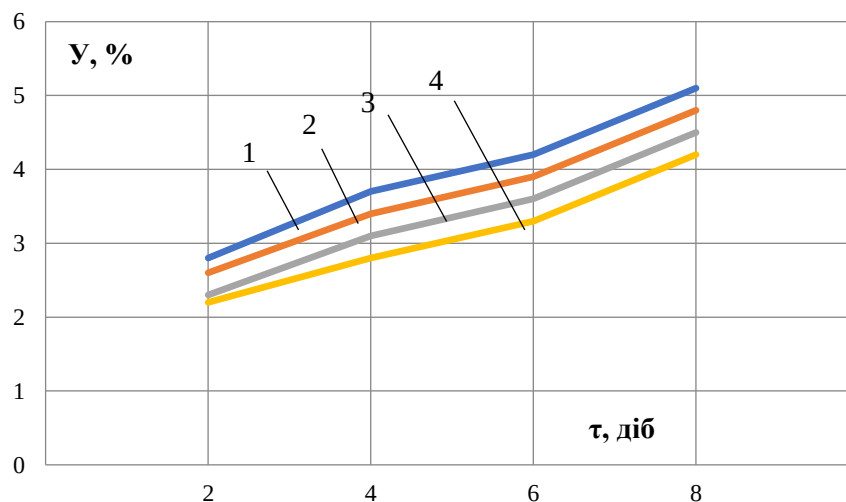


**Рис. 5.10 – Порівняльна характеристика показників вологи та упікання у ЗБН з додаванням борошна цвіркунів у кількості від 5,0%..15,0%**

За результатами досліджень (Рис. 5.10) додавання БЦ до ЗБН у різній кількості впливає на процес втрати маси та зміни вологості напівфабрикату під час випікання. Так при додаванні до ЗБН у кількості 5,0% показник вологості у порівнянні з контрольним зразком зменшився на 1,05%, а показник упікання зменшився на

0,78%; після додавання 10,0% БЦ показник вологості м'якушки зменшувався на 1,1%, упікання виробу зменшувалось на 0,73%; при додаванні 15,0% БЦ відповідно вологість зменшувалась на 1,15%, упікання зменшувалось на 0,69%. Це ймовірно пов'язано з гідрофільними властивостями білкових складових БЦ зв'язувати і утримувати вологу та призводить до зниження показників упікання та збільшення виходу виробу.

Після випікання ЗБН його необхідно витримати при кімнатній температурі (18...20°C) протягом 8 год для закріплення структури. У цей час волога перерозподіляється між скоринкою і внутрішнім шаром м'якушки, а частина вологи випаровується з верхнього шару. В результаті утворюється стійка пориста структура, що дозволяє розрізати ЗБН без деформації м'якушки. Після охолодження та витримання виробу наступним етапом стало дослідження впливу додавання БЦ на втрату вологи (усихання) під час зберігання (Рис. 5.11).



**Рис. 5.11 – Динаміка усушання ЗБН із додаванням борошна із цвіркунів:**

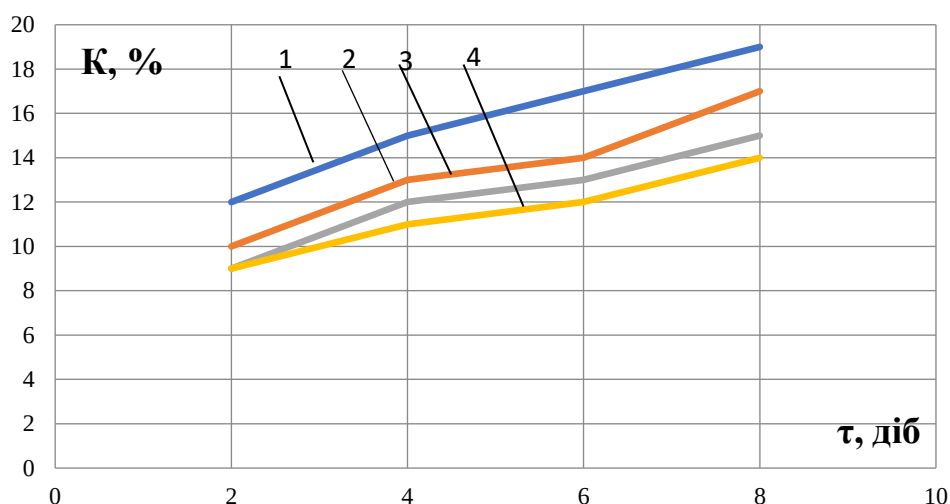
**1 – контроль; 2 – додавання 5,0% борошна із цвіркунів; 3 - додавання 10,0% борошна із цвіркунів; 4 - додавання 15,0% борошна із цвіркунів**

За аналізом кривих (Рис. 5.11) було досліджено, що у ЗБН з додаванням борошна з цвіркунів відбувається зменшення ступеня усушання на 0,6 % протягом зберігання до 2 діб та на 2,1 % під час зберігання протягом 8 діб в порівнянні з контрольним зразком. Найвищий показник усушання мав зразок без додавання

борошна із цвіркунів. В результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що за рахунок високої вологоутримувальної здатності борошно із цвіркунів сповільнюється процес усихання виробів, вони залишаються більш м'якими та пружними.

Процеси упікання та усихання ЗБН впливають на стан м'якушки, адже ЗБН характеризується пористою м'якушкою, яка в процесі зберігання не повинна втрачати своїх органолептичних властивостей за рахунок підвищення крихтуватості виробів.

Дослідження крихтуватості м'якушки проводились через кожні 2 доби зберігання готового напівфабрикату з різною кількістю БЦ протягом 8 діб. Динаміка зміни крихкуватості м'якушки ЗБН з додаванням БЦ наведені на рисунку 5.12.



**Рис. 5.12 – Динаміка зміни крихтуватості м'якушки ЗБН із додаванням борошна із цвіркунів:**

**1 – контроль; 2 – додавання 5,0% борошна із цвіркунів; 3 - додавання 10,0% борошна із цвіркунів; 4 - додавання 15,0% борошна із цвіркунів**

При дослідженні крихтуватості м'якушки ЗБН (рис. 5.12), було встановлено, що крихтуватість контрольного зразка та зразків напівфабрикату з різним вмістом БЦ в процесі зберігання протягом 8 діб збільшується. Однак, через 2 доби зберігання крихтуватість досліджуваних зразків з додаванням БЦ була менша від контрольного, відповідно з додаванням 5,0% крихтуватість зменшилась на 83,0%; 10,0% на 75,0%;

15,0% на 75,0% відповідно. Через 8 діб зберігання крихтуватість досліджуваних зразків була менша від контрольного зразка відповідно з додаванням 5,0% крихтуватість зменшилась на 89,4%; 10,0% на 78,9%; 15,0% на 73,7%. В результаті проведених досліджень виявлено, що найбільш інтенсивно процес усихання виробів відбувається у перші 2 доби зберігання. Додавання БЦ у рецептуру ЗБН стримує цей процес, що пов'язане із водопоглинальною та водоутримуючою здатністю БЦ. Ці властивості ЗБН пояснюються гальмуванням процесів черствіння, які спостерігались при зменшенні крихтуватості м'якушки виробів під час зберігання порівняно з контролем.

### **5.5 Дослідження харчової та біологічної цінності збивного бісквітного напівфабрикату функціонального призначення**

У роботі одним із головних завдань та цілей було підвищення харчової цінності ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів. Хімічний склад борошняних кондитерських виробів є ключовою частиною їх споживчих властивостей. Для характеристики хімічного складу в продуктах харчування зазвичай використовують термін харчова цінність. Харчова цінність комплексно ілюструє повний склад корисних властивостей продукту для забезпечення фізіологічних потреб людини в основних харчових компонентах та енергії. Таким чином у роботі було проведено розрахунки вмісту поживних речовин у розроблених ЗБН. Хімічний склад основної сировини визначено за допомогою літературних джерел, а хімічний склад борошна із цвіркунів описаний у розділі 3.2. Результати розрахунку хімічного складу ЗБН наведено у таблиці 5.7.

*Таблиця 5.7*

#### **Харчова та енергетична цінність збивного бісквітного напівфабрикату масою 100г**

| <b>Складові</b>              | <b>Контрольний зразок</b> | <b>Бісквіт «Протеїновий»</b> |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| <b>1</b>                     | <b>2</b>                  | <b>3</b>                     |
| <i><b>Макроеlementи:</b></i> |                           |                              |
| Білки, г                     | 7,47                      | 11,61                        |
| Жири, г                      | 7,02                      | 8,89                         |
| Вуглеводи, г                 | 60,13                     | 31,6                         |
| Хітин, г                     | -                         | 0,62                         |

| 1                                   | 2      | 3      |
|-------------------------------------|--------|--------|
| Клітковина, г                       | 2,0    | 3,0    |
| Енергетична цінність, ккал          | 321,55 | 246,53 |
| <b>Мікроелементи:</b>               |        |        |
| <i>Вітаміни, мг./100г</i>           |        |        |
| А (ретинол)                         | 0,27   | 1,3    |
| В1 (тіамін)                         | 0,2    | 2,7    |
| В2 (рибофлавін)                     | 0,3    | 0,7    |
| В12 (кобаломін)                     | 0,5    | 0,52   |
| Вітамін Е                           | 0,40   | 0,44   |
| <i>Мінеральні речовини, мг/100г</i> |        |        |
| Са                                  | 10,7   | 20,5   |
| F                                   | 70,42  | 150,4  |
| Mg                                  | 30,15  | 70,2   |
| Fe                                  | 2,3    | 7,5    |
| Zn                                  | 2,7    | 2,6    |
| K                                   | 50,0   | 74,61  |

При розрахунку харчової та енергетичної цінності зазначимо, що кількість білків у ЗБН при додаванні БЦ у кількості 10,0 % збільшилась майже на 62,06% у порівнянні із контрольним зразком при цьому кількість вуглеводів зменшилась на 48,3%. Енергетична цінність інноваційного виробу зменшилась у порівнянні із контрольним зразком на 76,67%, що пов'язано із зменшенням кількості вуглеводів. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що ЗБН з додаванням БЦ можна рекомендувати, як виріб збагачений білковим компонентом.

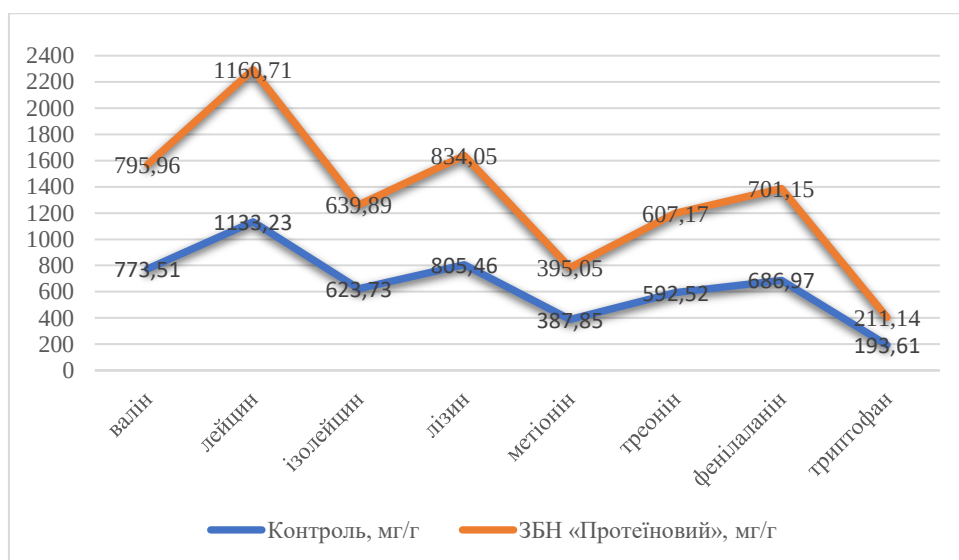
Оскільки за хімічним складом ЗБН із додаванням борошна із цвіркунів містить велику кількість білків, які мають збалансований амінокислотний профіль наступним кроком стало визначення його біологічної цінності, яка наведена у табл. 5.8 та рисунку 5.13.

Таблиця 5.8

### Біологічна цінність ЗБН «Протеїновий»

| Незамінні амінокислоти | Шкала FAO | Контроль, мг/г | СКОР, % | Бісквіт «Протеїновий», мг/г | СКОР, % |
|------------------------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|---------|
| валін                  | 50        | 773,51         | 15,47   | 795,96                      | 15,92   |
| лейцин                 | 70        | 1133,23        | 16,19   | 1160,71                     | 16,58   |
| ізолейцин              | 40        | 623,73         | 15,59   | 639,89                      | 15,99   |
| лізін                  | 55        | 805,46         | 14,64   | 834,05                      | 15,16   |
| метіонін               | 35        | 387,85         | 11,08   | 395,05                      | 11,29   |
| треонін                | 40        | 592,52         | 14,81   | 607,17                      | 15,18   |
| фенілаланін            | 60        | 686,97         | 11,45   | 701,15                      | 11,69   |
| триптофан              | 10        | 193,61         | 19,36   | 211,14                      | 21,11   |





**Рис. 5.13 – Порівняльна характеристика біологічної цінності ЗБН**

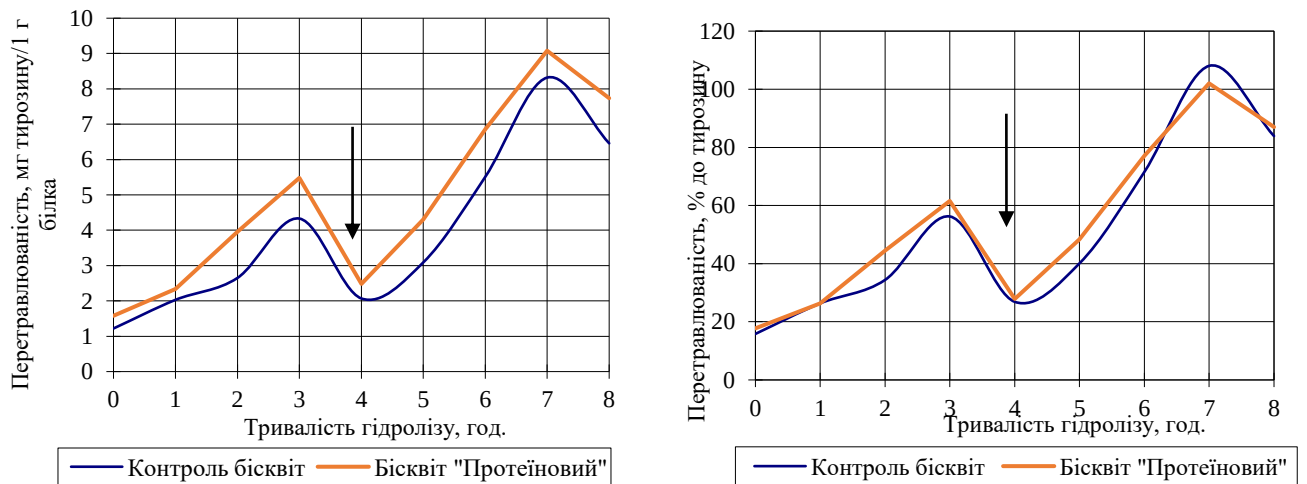
Аналіз біологічної цінності збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий» (табл. 5.11 та рис. 5.13) показав, що амінокислотний склад досліджуваного зразку наближений до контрольного зразку. Проте у досліджуваному зразку вміст всіх амінокислот переважає від 1,0% до 10,0%. У розробленому продукті найбільший вміст триптофану та треоніну, лімітуючою амінокислотою є фенілаланін та метіонін.

Споживчі властивості ЗБН випеченого окрім органолептичних і фізико-хімічних показників якості визначаються фізіологічною дією на організм людини. Дослідивши, що основними компонентами загального хімічного складу є білок 11,61% (табл. 5.7) доцільно дослідити їх гідроліз за умов *in vitro* [112-113]. Перетравлюваність бісквітів в умовах *in vitro* зазначено у таблиці 5.9 та на рисунку 5.14.

*Таблиця 5.9*

**Перетравлюваність збивного бісквітного напівфабрикату  
(в умовах *in vitro*)**

| Номер зразка          | Масова частка тирозину, г/100 г білку | Перетравлюваність білків |           |           |       |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------|
|                       |                                       | мг тирозину / г білку    |           |           | %     |
|                       |                                       | пепсином                 | трипсином | сумарне   |       |
| Бісквіт (контроль)    | 0,77±0,03                             | 1,17±0,05                | 2,79±0,15 | 3,96±0,08 | 51,49 |
| Бісквіт «Протеїновий» | 0,89±0,03                             | 1,38±0,05                | 3,49±0,15 | 4,87±0,08 | 54,71 |



**Рис.5.14 - Динаміка процесу протеолізу білкових систем у складі бісквіту**

(Примітка: стрілка вказує момент додавання трипсину в пепсиновий гідролізат).

За результатами досліджень, було встановлено, що накопичення вільних амінокислот під дією ферментів на пепсиновій та трипепсиновій основі менша у контрольному зразку ніж у ЗБН «Протеїновий». Ймовірно, це пов'язано з тим, що контрольний зразок гірше піддається дії травних ферментів таким чином уповільнюється засвоювання ферментів. Зменшення рН тіста ЗБН «Протеїновий» у порівнянні із контрольним зразком сприяє підвищенню перетравлюваності білку під дією пепсину та трипепсину (табл. 5.9). Адже при збільшенні рН дія пепсину уповільнюється і перетравлюваність у шлунку відбувається повільніше. За результатами досліджень, було визначено, що перетравлюваність білкових речовин розробленого виробу більша на 3,22% у порівнянні із контрольним зразком.

На рисунку 5.14 динаміка перетравлюваності білку у контрольному зразку та ЗБН «Протеїновий» в системі протеїназ «пепсин-трипепсин» (in vitro) за збільшенням азотовмісних сполук у діалізаті свідчить про суміжний характер розчеплення сировини. Такий характерним під час перетравлюваності білків збивного бісквітного напівфабрикату випеченого визначається двоступневим типом. На першій стадії перетравлюваності білків під впливом пепсину можна відмітити крутий підйом кривої. Проте до 4 годин перетравлювання відзначається уповільнення гідролізу білків як у контрольному зразку так і в ЗБН «Протеїновий». Подальше додавання в систему пепсину викликає нове прискорення процесу

перетравлювання внаслідок чого крива на початку 4 години, знову різко піднімається вгору. Білки швидко перетравлюються пепсином, що характеризується швидким підйомом кривої перетравлюваності. З огляду на криву перетравлюваності ЗБН, зазначимо, що загальна тривалість перетравлювання складає до 7 годин. Через 7 годин ферментації характер перетравлюваності зменшувався як для контрольного зразку так і для ЗБН «Протеїновий». Проте перетравлюваність білків у ЗБН «Протеїновий» є вищою на 3,22 % у порівнянні із контрольним зразком. Це пов'язано з тим, що у інноваційному ЗБН використовується борошно із цвіркунів, яке має високу засвоюваність та нейтральне середовище рН.

Отже, за результатами визначення перетравлюваності білків ЗБН з використанням борошна із цвіркунів *in vitro* було виявлено тенденцію до збільшення його інтенсивності внаслідок зростання доступності білків під дією травних ферментів.

### **Висновок до розділу 5**

У даному розділі була проведена розробка рецептури збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий». Створена технологічна схема виготовлення ЗБН з розподілом на функціональні підсистеми та обґрунтовані завдання та мета кожної із підсистем.

Згідно проведених органолептичних показників якості, було встановлено, що внесення в рецептуру борошна із цвіркунів впливає на якість готового виробу, оскільки БЦ відрізняється своїм забарвленням та горіховим запахом у порівнянні із пшеничним борошном.

Результати дослідження проведені методами диференціально-термічного та термогравіметричного аналізу свідчать про те, що більш прийнятним, з точки зору розширення спектру форм зв'язку системної води із сухими речовинами досліджуваних зразків, слід вважати заміщення борошна пшеничного борошном із цвіркунів у кількості 5,0%.

За фізико-хімічними властивостями випечений інноваційний ЗБН відрізняється від контрольного зразку. Відповідно до ДСТУ масова частка білку,

повинна складати не менше 4,4%, про те в даному дослідженні було визначено, що додавання борошна із цвіркунів до рецептурної композиції сприяє збільшенню білку на 62,06%. Масова частка вологи у напівфабрикаті з додаванням від 5,0...15,0 % БЦ збільшилась від 1,61 до 2,22%; масова частка золи зменшилась від 0,1 до 0,07%, масова частка загального цукру зменшилась на 48,3% відповідно. Дослідження пружності та еластичності, показали, що при додаванні БЦ у рецептуру бісквіту у кількості 5,0-10,0% пружність та еластичність м'якушки зменшувалась, при додаванні інгредієнту у кількості 15,0%, в порівнянні з основним ЗБН - величина даних показники зменшувалась. Проте, ці зміни є досить не значні і не впливають на якість готового виробу

Аналіз біологічної цінності збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий» у досліджуваному зразку вміст всіх амінокислот переважає від 1,0% до 10,0% у порівнянні із контрольним. Найбільшою вміст триптофану та треоніну в інноваційному виробі, лімітуючою амінокислотою є фелілаланін та метіонін. При розрахунку харчової та енергетичної цінності кількість білків у ЗБН при додаванні БЦ у кількості 10,0 % збільшилась майже на 62,06% у порівнянні із контрольним зразком при цьому кількість вуглеводів зменшилась на 48,3%. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що ЗБН з додаванням БЦ можна рекомендувати, як виріб збагачений білковим компонентом, адже містить борошно з цвіркунів, яке підвищує харчову та біологічну цінність виробу, а також надає виробам нових органолептичних характеристик та смаку.

## РОЗДІЛ 6 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИВНОГО БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА ІЗ ЦВІРКУНІВ ТА ЦУКРОЗАМІННИКІВ

### 6.1 Розробка рецептури та технології збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників

Згідно з даними попередніх досліджень було встановлено, що інноваційні компоненти рецептури, які надають якісних структурно-механічних та реологічних характеристик тістовому напівфабрикату є додавання до складу рецептури борошно із цвіркунів у кількості 10,0% та суміші еритролу та фруктози. Дані інноваційні інгредієнти лягли в основу розробки рецептури ЗБН «Протеїновий покращений» (табл. 6.1).

*Таблиця 6.1*

**Зведена рецептура збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений» на 10 кг**

| Найменування сировини | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 10 кг напівфабрикату, г |                   |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|
|                       |                                | В натурі                                    | В сухих речовинах |
| Борошно пшеничне в/с  | 85,50                          | 2560,18                                     | 2188,95           |
| Борошно із цвіркунів  | 90,0                           | 284,48                                      | 261,81            |
| Еритрол               | 99,85                          | 1622,30                                     | 1619,87           |
| Фруктоза              | 99,85                          | 873,55                                      | 872,24            |
| Жовтки яєчні          | 46,00                          | 2495,85                                     | 1148,07           |
| Білки яєчні           | 12,00                          | 3758,04                                     | 450,96            |
| Кислота лимонна       | 98,00                          | 11,09                                       | 10,88             |
| Разом:                |                                | 11605,54                                    | 6547,05           |
| Вихід:                |                                | 10000,0                                     |                   |

Спосіб отримання ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників включає в себе розділення яєчних білків та жовтків, додавання до яєчних жовтків суміші еритрола та фруктози 65:35 та збивання маси протягом  $(3...4)*60$  с, а до яєчних білків лимонної кислоти та збивання їх протягом  $(2...3)*60$  с, поєднання яєчних білків та жовтків та додавання суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів 90:10. Процес замішування тіста проводився холодним способом при температурі 18-20<sup>0</sup>С протягом  $(1..2)*60$ с. Випікання проводилось у зволоженій

камері при температурі 150-170<sup>0</sup>С, тривалість випікання 25-35хв. Після випікання проводилось охолодження напівфабрикату протягом 25 хв для стабілізації випеченого напівфабрикату. Вистоювання проводилось при температурі 18-20<sup>0</sup>С. Для подальшої роботи з напівфабрикатом його залишали вистоювати протягом 10...12 год.

Технологічна схема виробництва ЗБН «Протеїновий покращений» включає в себе чотири функціональних систем, які пов'язані між собою (рис 6.1 та табл. 6.2).

*Таблиця 6.2*

**Структура складових частин технологічної схеми виробництва збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників**

| Позначення підсистеми | Назва підсистем                                  | Мета та завдання функціонування підсистеми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                     | 2                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| D                     | Підготовка сировини до виробництва               | Комбінування суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів для подальшого використання. Підготовка сировини, просіювання борошна пшеничного, борошна із цвіркунів, еритролу та фруктози, лимонної кислоти, санітарна обробка яєць, розділення яєць на яєчні білки та жовтки.                                                                                                                                         |
| C                     | Формування збитої яєчно-цукрової суміші          | Визначення складових рецептур, збиття яєчних білків з лимонною кислотою, та яєчних жовтків із суміші еритролу та фруктози, технологічні параметри розчинення та збивання яєчно-цукрової суміші                                                                                                                                                                                                                           |
| B                     | Технологічна обробка, формування структури тіста | Рационалізація технологічних показників тістового напівфабрикату: вологості, температури та тривалості замішування тіста, перерозподіл вологості, зміна консистенції, процес утворення структури тіста, отримання однорідної консистенції, формування тіста, забезпечення фіксованої маси готового виробу                                                                                                                |
| A                     | Отримання бісквітного напівфабрикату випеченого  | Виготовлення випеченого напівфабрикату, що зберігає визначені характеристики та параметри; припинення всіх фізико-хімічних змін, відбувається утворення необхідних фізико-хімічних властивостей готового виробу; підвищення пружності виробу, початок стадії черствіння – зберігання необхідних органолептичних та фізико-хімічних показників якості; обґрунтування температури та тривалості обробки під час випікання. |

Згідно із запропонованою технологічною схемою підсистема D забезпечує підготовку сировини до виробництва та комбінування суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів, яке в подальшому дозволить отримати виріб із заданими

властивостями. Експериментально було доведено, що раціональна кількість додавання борошна із цвіркунів складає 10,0 %.

Підсистема С забезпечує утворення яєчно-цукрової маси: збивання яєчних жовтків з сумішшю еритролу та фруктози для забезпечення структурно-механічних та реологічних властивостей напівфабрикату; збивання охолоджених яєчних білків з лимонною кислотою та збільшення в об'ємі у 5-6 разів дозволить забезпечити більшу стабільність та об'єм тіста під час випікання. Лимонна кислота допомагає збільшити пухкість та легкість структури тіста ЗБН, а також сприяє кращому утриманню повітря в тісті.

Технологічна обробка та формування структури тіста (підсистема В) забезпечує отримання тістового напівфабрикату на основі суміші збитої яєчно-цукрової маси та суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів. Було доведено, що у порівнянні із стравою аналогом заміс тістового напівфабрикату відбувається протягом 1...2 хв. при температурі 15...20<sup>0</sup>С (страва аналог (1...2)\*60 с). Це пов'язано з тим, що БЦ має більш щільну консистенцію. Формування бісквітного тіста відбувається у форми застелені пергаментом.

Випікання тістової (підсистема А) заготовки відбувається у зволоженій пекарській печі при температурі 150-170<sup>0</sup>С протягом 25-35 хвилин. Після випікання та остигання (25 хв) випечений напівфабрикат звільняють від форми та пергаменту та вистоюють протягом 10-12 годин при температурі 15-20<sup>0</sup>С для дозрівання.

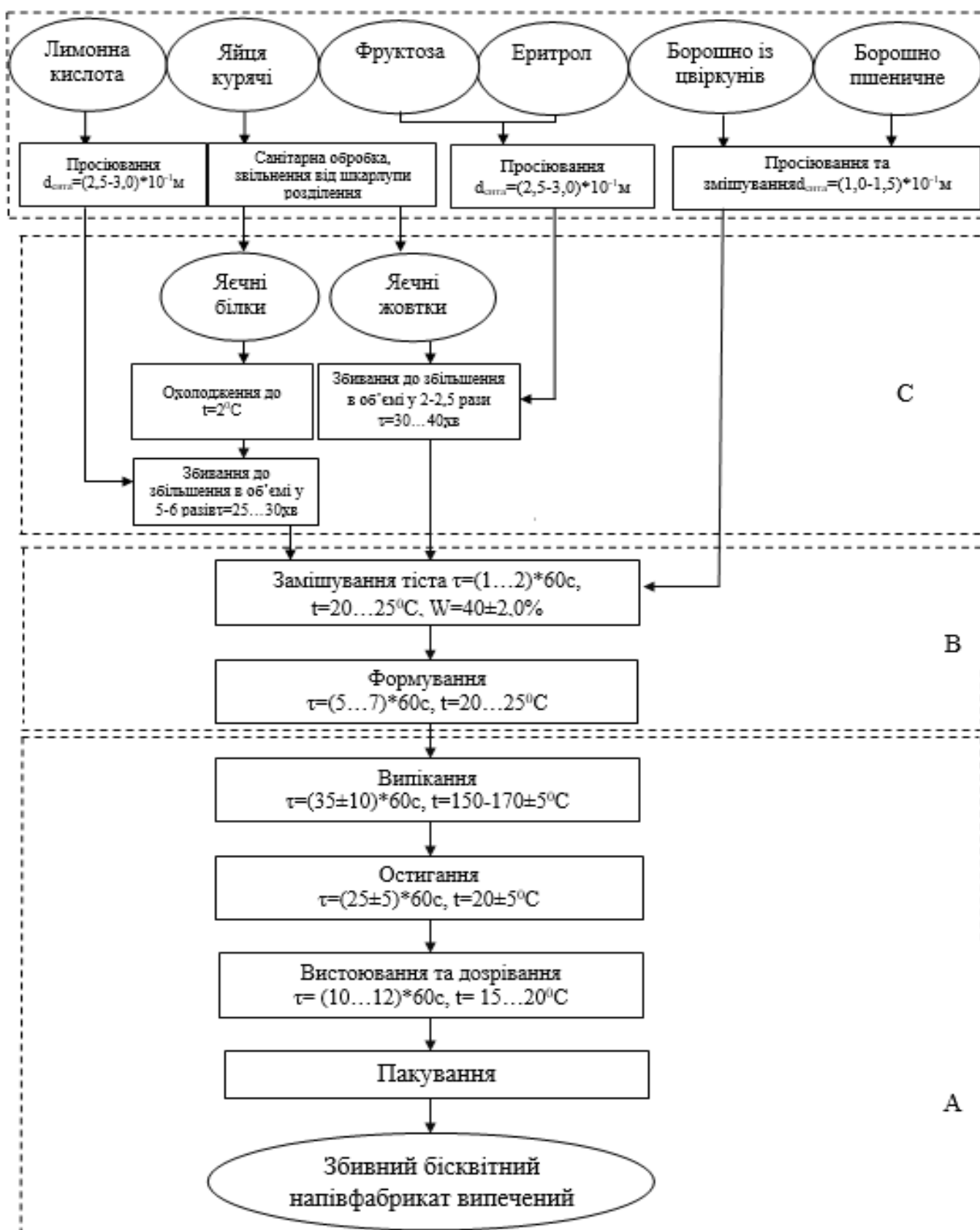


Рис. 6.1 – Технологічна схема виготовлення ЗБН «Протеїновий покращений»



## 6.2 Дослідження органолептичних показників якості збивного бісквітного напівфабрикату випеченого з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників

Для визначення органолептичних показників якості було обрані методи дескриптивних тестів, які описані у розділі 5.2. Об'єктом дослідження були зразки збивного бісквітного напівфабрикату круглого із додаванням борошна із цвіркунів у кількості 10,0%:

1 – ЗБН, із додаванням з БЦ у кількості 10,0%;

2 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною замінною цукру на еритрол;

3 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною замінною цукру на фруктозу;

4 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною замінною цукру на суміш еритролу та фруктози 65:35;

Для дослідження використовували борошно із цвіркунів виробництва ТМ «SENS» (UK, London), еритрол ТМ «Смак життя», фруктоза ТМ «Vitamin».

Аналіз органолептичних показників досліджуваної сировини показав, що внесення її у рецептуру ЗБН впливає на якість готового виробу, оскільки фруктоза надає тістовому напівфабрикату темніше забарвлення, а борошно із цвіркунів горіхового запаху та смаку.

Оцінку органолептичних показників якості ЗБН із повною заміною цукру на суміш еритролу та фруктози, та додаванням БЦ проводили після остигання напівфабрикату протягом 12 год. Результати представлені у табл. 6.3.

Таблиця 6.3.

### Органолептичні показники випеченого ЗБН «Протеїновий покращений»

| Показник      | Зразки                                                                            |                                                                                         |                                                                                           |                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|               | 1                                                                                 | 2                                                                                       | 3                                                                                         | 4                                                                                 |
| Смак та запах | Виражено солодкий смак притаманний бісквітному виробу. Запах притаманний бісквіту | Виражено солодкий смак відчувається прохолоджувальний ефект. Запах притаманний бісквіту | Виражений солодкий смак з присмаком горіха та відчувається легкий запах волоського горіху | Виражено солодкий смак притаманний бісквітному виробу. Запах притаманний бісквіту |

| 1                | 2                                                                 | 3                                                                  | 4                                                                 | 5                                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Форма і поверхня | Кругла форма та гладка поверхня без пошкоджень, зламів і ум'ятин. | Кругла форма та гладка поверхня з незначними пошкодженнями.        | Кругла форма та гладка поверхня без пошкоджень, зламів і ум'ятин. | Кругла форма та гладка поверхня без пошкоджень, зламів і ум'ятин.  |
| Зовнішній вигляд | Поверхня рівна, без тріщин                                        | Рівна поверхня, без тріщин                                         | Рівна поверхня, з незначними пошкодженнями                        | Рівна поверхня, без тріщин                                         |
| Колір            | Однорідний, світло сірий                                          | Однорідний, натуральний                                            | Однорідний, світло коричневий                                     | Однорідний, світло сірий                                           |
| Вид у розрізі    | Напівфабрикат має гарну пористість, без слідів непромішування     | Напівфабрикат має рівномірну пористість, без слідів непромішування | Нерівномірна пористість, без слідів непромішування                | Рівномірна пористість, збереження форми, без слідів непромішування |

Органолептичний аналіз випеченого бісквіта круглого проводився дегустаційною комісією без застосування вимірювальних приладів. Кожен представник комісії мав дегустаційний лист, у якому зазначались основні органолептичні показники згідно з чинним законодавством.

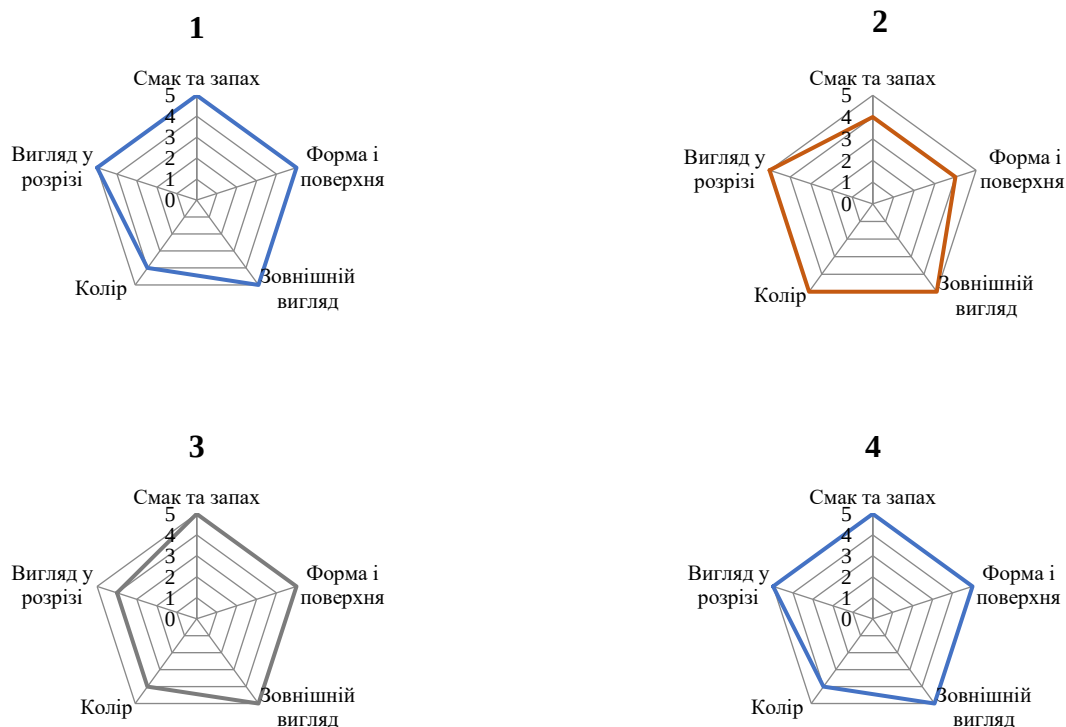
Обробку даних проводили, керуючись базовими підходами. Середні значення порівнювали, використовуючи статистичні методи (дисперсійний аналіз).

Таблиця 6.4

### Шкала сенсорної оцінки органолептичних показників зразків

| Показник якості  | Зразки    |           |           |           |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 1         | 2         | 3         | 4         |
| Смак та запах    | 5         | 4         | 5         | 5         |
| Форма і поверхня | 5         | 5         | 5         | 5         |
| Зовнішній вигляд | 5         | 5         | 5         | 5         |
| Колір            | 4         | 5         | 4         | 4         |
| Вигляд у розрізі | 5         | 5         | 4         | 5         |
| <b>Всього:</b>   | <b>24</b> | <b>24</b> | <b>23</b> | <b>24</b> |

За результатами дегустаційної комісії складено профілограми сенсорної оцінки якості зразків випечених борошняних напівфабрикатів (рис. 6.2).



**Рис. 6.2 - Профілограми органолептичних показників випеченого ЗБН із борошном з цвіркунів та цукрозамінників**

Важливими показниками бісквітних виробів були колір, смак та запах. Адже саме вони впливають на якість виробів. При додаванні до ЗБН суміші еритрола і фруктози та борошна із цвіркунів колір змінювався від натурального до світло коричневого, запах був притаманний ЗБН з додаванням БЦ у кількості 10,0%. Інтенсивність солодкого та горіхового запаху залишалася на тому ж рівні, що і у контрольному зразку, незалежно від додавання цукрозамінників.

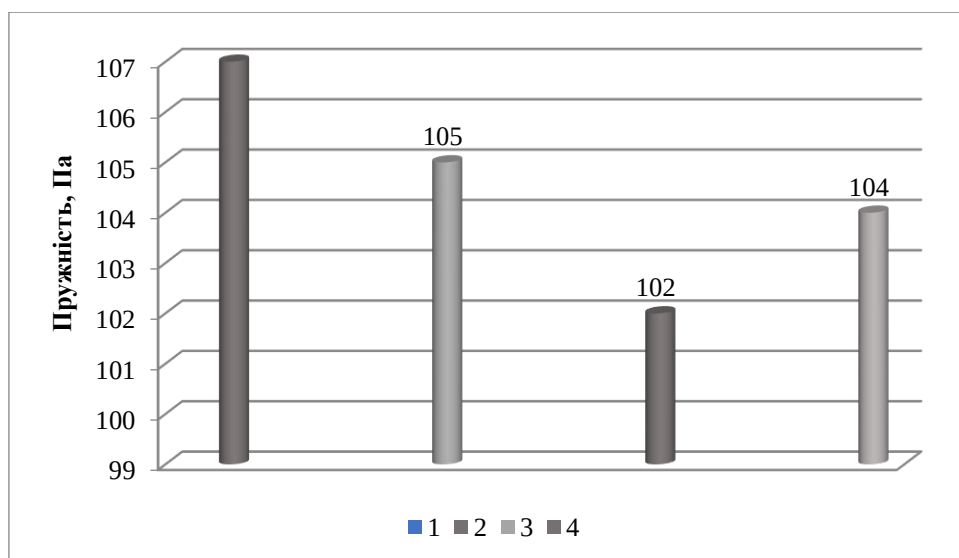
Для харчових продуктів, що пропонують заклади ресторанного господарства, важливим для споживачів є зовнішній вигляд виробів. Результати органолептичної оцінки показали, що додавання цукрозамінників та борошна із цвіркунів у кількості 10,0% візуально вплинуло на оцінку кольору та пористість зразків (рис. 6.3). Інтенсивність кольору м'якушки ЗБН з додаванням фруктози зростає, а пористість зменшилася. М'якушка зразку з додаванням фруктози була значно темнішою та менш пористою, ніж у інших зразках.

Отже, після визначення органолептичної оцінки якості випеченого ЗБН з повною заміною цукру на еритрол, фруктозу та суміші еритрола та фруктози, а

також додаванням борошна із цвіркунів у кількості 10,0 % доведено доцільність використання досліджуваної сировини у складі ЗБН шляхом повної заміни цукру на суміш еритрола та фруктози.

### **6.3 Вивчення фізико-хімічних характеристик збивного бісквітного напівфабрикату випеченого під час зберігання з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників**

При визначенні показників пружності ЗБН з додаванням 10,0% БЦ було встановлено, що в даній моделі міститься достатня кількість вільної води, кількість якої сприяє підвищенню пружності. Проте додавання цукрозамінників типу еритролу та фруктози в результаті їх розчинення у воді вміст вільної води зменшується, що знижує вологість напівфабрикату роблячи його менш вологим та більш кристалічним. Результат дослідження показника пружності у ЗБН з додаванням 10,0% БЦ та цукрозамінників наведені на рисунку 6.4.



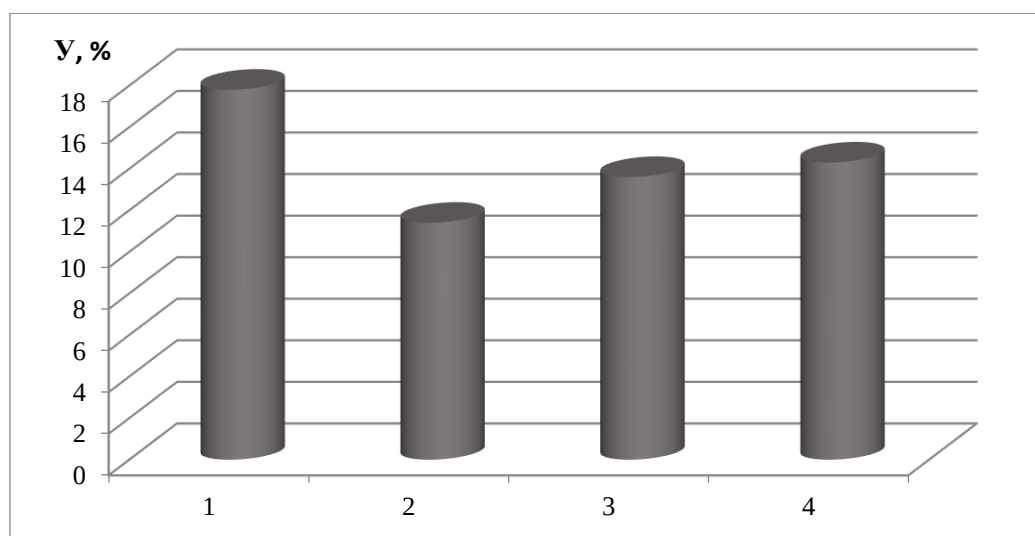
**Рис. 6.4 - Пружність ЗБН з додаванням 10,0% БЦ та цукрозамінників:**

**1 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0%; 2 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на еритрол; 3 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на фруктозу; 4 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на суміш еритролу та фруктози 65:35**

Проведені дослідження вказують (рис.6.4), що при повній заміні цукру на еритрол відбувається зменшення вологи у ЗБН. Ймовірно це пов'язано з тим, що еритрол має більшу здатність утримувати вологу у порівнянні із цукром. В свою чергу при повній заміні цукру на фруктозу ЗБН має показник пружності наближений до контрольного зразку. При повній заміні цукру на суміш фруктози та еритролу показник пружності зменшився на 0,1%. Тобто можна зробити висновок, що суміш еритролу та фруктози позитивно впливає на пружність ЗБН забезпечуючи баланс між вологістю та сухістю зменшуючи ризик кристалізації та покращуючи підйом.

Однак, під час випікання ЗБН з повною заміною цукру на суміш еритролу та фруктози потрібно враховувати температуру та час випікання напівфабрикатів.

Збивному бісквітному напівфабрикату випеченому властива структура твердої піни, адже втрата певної кількості вологи при випіканні тістового напівфабрикату зумовлює зменшення їх маси, що характерна для процесу упікання напівфабрикату. Вихід готових виробів залежить від показника упікання, який є однією із головних технологічних характеристик. Показник упікання напівфабрикату визначається температурою та тривалістю випікання, відносною вологістю у пекарній камері та складом рецептурних компонентів напівфабрикату. Тому одразу після випікання напівфабрикату було визначено показник упікання (рис. 6.5).



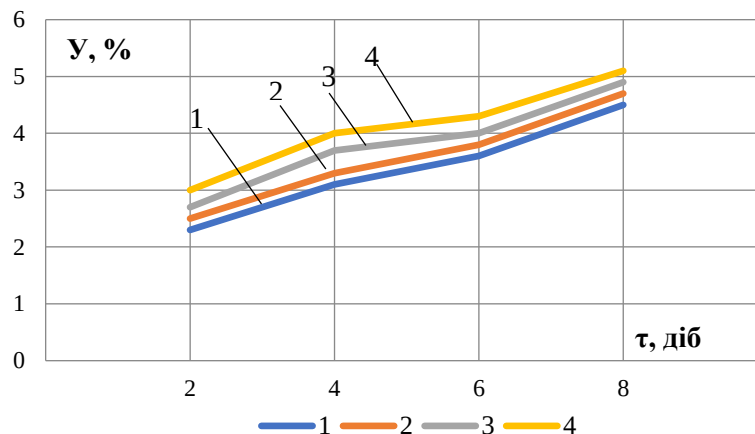
**Рис. 6.5 – Показник упікання ЗБН з додаванням 10,0% БЦ та цукрозамінників:**

**1 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0%; 2 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на еритрол; 3 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на фруктозу; 4 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на суміш еритролу та фруктози 65:35.**

Отже за результатами досліджень, було встановлено, що цукрозамінники впливають на зменшення втрати маси ЗБН під час випікання. Зокрема, при заміні цукру на фруктозу показник упікання зменшився на 4,0%, це пов'язано з тим, що фруктоза під час випікання приймала участь у процесі карамелізації та збереження вологи. В свою чергу, модельний зразок з еритролом показав зменшення показнику упікання на 6,0%. Ймовірно це пов'язано з тим, що еритрол не карамелізується та не здатний утримувати вологу в середні напівфабрикату. Суміш фруктози та еритролу найбільш подібний до контрольного зразку – показник упікання дорівнює 3,0%.

Відомо, що під час випікання ЗБН відбувається процес клейстеризації крохмальних зерен, які зв'язують вологу тіста і воду, яка виділяється внаслідок згортання білків борошна, а сам крохмаль частково змінює свою кристалічну структуру на аморфний стан. Проте під час зберігання ЗБН відбувається реверсивний процес, тобто крохмаль переходить із аморфного стану у кристалічний та відбувається його ретроградація. Такий процес зумовлює на черствіння виробів у процесі їх зберігання.

В роботі процес черствіння ЗБН з повною заміною цукру на цукрозамінники та додаванням 10,0% БЦ досліджували за ступенем усихання готових напівфабрикатів. Дослідження проводилось при температурі 18-20<sup>0</sup>С протягом 8 діб (рис. 6.3).



**Рис 6.3 - Динаміка усушання ЗБН із додаванням цукрозамінників та 10,0% борошна із цвіркунів:**

**1 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0%; 2 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на еритрол; 3 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на фруктозу; 4 – ЗБН, із додаванням БЦ у кількості 10,0 % та повною заміною цукру на суміш еритролу та фруктози 65:35**

Згідно із проведеними дослідженнями було встановлено, що під час зберігання всі модельні зразки з додаванням цукрозамінників піддаються процесу черствіння протягом 8 діб. У порівнянні із контрольним зразком за ступенем усушання зразки із фруктозою збільшується показник на 0,12%, з еритролом на 0,14%, з суміш еритрола та фруктози на 0,1% протягом 2 діб та на 0,48% протягом 8 діб. Показник усушання виробу є незначним, що свідчить про здатність цукрозамінників в присутності води утримувати вологу всередині випеченого напівфабрикату та перешкоджати випаровуванню вологи із бісквіту та сприяють збереженню його якості, зменшуючи усушання.

Окрім визначення фізико-хімічних показників, у інноваційних продуктах харчування потрібно визначити мікробіологічні показники випеченого збивного бісквітного напівфабрикату. Результати мікробіологічних показників ЗБН з цукрозамінниками та додаванням 10,0% БЦ наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

**Результати мікробіологічних показників збивного бісквітного  
напівфабрикату**

| Показник                                                                               | Вимоги<br>нормативної<br>документації | Результати випробувань |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
|                                                                                        |                                       | свіжоспечений          | Після зберігання<br>протягом 8 діб |
| Мезофільні аеробні та<br>факультативно-анаеробні<br>мікроорганізми, КУО в 1 г продукту | Не більше<br>$5 \cdot 10^2$           | не виявлено            | $0,5 \times 10^1$                  |
| Бактерії групи кишкової палички, в<br>т. ч. поліморфні в 0,01 г продукту               | не допускаються                       | не виявлено            | не виявлено                        |
| Коагулазопозитивні стафілококи в<br>0,01 г                                             | не допускаються                       | не виявлено            | не виявлено                        |
| Патогенні мікроорганізми, в т. ч.<br>бактерії сальмонела в 25г                         | не допускаються                       | не виявлено            | не виявлено                        |
| Дріжджі КОЕ в 1 г                                                                      | не допускаються                       | не виявлено            | не виявлено                        |
| Плісняві гриби КОЕ в 1 г                                                               | не допускаються                       | не виявлено            | не виявлено                        |

Результати мікробіологічних досліджень показали, що коліформні бактерії у випеченому ЗБН, під час зберігання протягом 8 діб були відсутні, також не було виявлено патогенних мікроорганізмів, дріжджів та пліснявих грибів.

Результати токсикологічних досліджень випеченого збивного бісквітного напівфабрикату наведені у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

**Результати токсикологічних досліджень випеченого збивного бісквітного  
напівфабрикату**

| Назва показника    | Одиниця вимірювання                  | Допустимий рівень | Результати<br>випробувань |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Токсичні елементи: |                                      |                   |                           |
| свинець            | мг/кг, не більше ніж                 | 0,5               | 0,1                       |
| кадмій             | мг/кг, не більше ніж                 | 0,1               | 0,05                      |
| миш'як             | мг/кг, не більше ніж                 | 0,3               | 0,1                       |
| ртуть              | мг/кг, не більше ніж                 | 0,02              | 0,01                      |
| Афлотоксин         | мг/кг                                | 0,005             | 0,002                     |
| Охротоксин         | мак. рівень мг NoI <sup>-3</sup> /кг | 0,5               | 0,2                       |

За результатами мікробіологічних та токсикологічних досліджень можна зробити висновок, що ЗБН з сумішшю фруктози та еритролу та додаванням борошна із цвіркунів безпечний до споживання та відповідає встановленим вимогам.



#### 6.4 Дослідження харчової та біологічної цінності збивного бісквітного напівфабрикату функціонального призначення

Зазвичай, харчова цінність продукту визначається за вмістом у них білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів. В досліджуваному збивному бісквітному напівфабрикаті визначався вміст харчових речовин за методиками, які описані в літературних даних та досліджені у лабораторіях. Узагальнений вміст нутрієнтів та хімічний склад ЗБН з сумішшю фруктози та еритролу та додаванням 10,0% борошна із цвіркунів наведений у таблиці 6.7

Таблиця 6.7

##### Загальний хімічний склад ЗБН «Протеїновий покращений»

| Показник                                                                                                            | Контроль* | З фруктозою | З еритролом | З сумішшю фруктози та еритролу |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------------------|
| Масова частка води, %                                                                                               | 32,58±1,0 | 32,58±1,0   | 30,65±1,0   | 32,54±1,0                      |
| Масова частка золи, не розчиненої в 10% соляної кислоти, в перерахунку на абсолютну суху речовину, %, не більше ніж | 0,07      | 0,07        | 0,07        | 0,7                            |
| Масова частка білку, %                                                                                              | 11,61±2,0 | 11,61±2,0   | 12,78±2,0   | 10,47±2,0                      |
| Лужність, град.                                                                                                     | 1,1±0,25  | 1,1±0,3     | 1,35±0,3    | 0,95±0,3                       |
| Масова частка загального цукру ( в перерахунку на сахарозу), %                                                      | 31,6±2,5  | 31,0±2,5    | 17,05±0,75  | 32,06±0,75                     |

\* - за контроль взятий збивний бісквітний напівфабрикат з додаванням 10,0% борошна із цвіркунів.

Згідно результатів досліджень було виявлено, що при додаванні еритролу до ЗБН з додаванням 10,0% БЦ кількість білку збільшується на 1,17%. Це пояснює той факт, що еритрол, як стабільна сполука, не взаємодіє з білками борошна та не спричиняє їх денатурації. Проте при заміні цукру на суміш фруктози та еритролу вміст білків зменшується у порівнянні з контрольним зразком. В даній моделі фруктоза виступає речовиною, яка утворює процес глікації білків борошна, процес при якому цукри зв'язуються з білками борошна та змінюють структуру білків, що впливає на їх функціональність та стабільність.

Одним із завдань роботи було створення збивного бісквітного напівфабрикату, який є функціональним та дозволений для споживання людям, які хворіють на цукровий діабет та ожиріння. Для надання виробам функціонального статусу важливо визначити глікемічний індекс (ГІ) у напівфабрикаті. Показник глікемічного індексу розрахований за методикою описаною науковцями НУХТ [137]. Розрахунок глікемічного індексу представлено у таблицях 6.8-6.10.

Таблиця 6.8

**Розрахунок глікемічного індексу збивного бісквітного напівфабрикату**

| Найменуван-<br>ня сировини | Витрати<br>сировин<br>и на 100<br>г БН | Вміст вуглеводів, г  |       |                      |       |                      |       |                       |      |                      |       | ПК, од   |
|----------------------------|----------------------------------------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------|------|----------------------|-------|----------|
|                            |                                        | Глюкоза<br>(ГІ=100%) |       | Фруктоза<br>(ГІ=20%) |       | Сахарози<br>(ГІ=60%) |       | Мальтози<br>(ГІ=105%) |      | Крохмаль<br>(ГІ=70%) |       |          |
|                            |                                        | в 100 г              |       | в 100 г              |       | в 100 г              |       | в 100 г               |      | в 100 г              |       |          |
|                            |                                        | сир-<br>на           | БН    | сир-<br>на           | БН    | сир-<br>на           | БН    | сир-<br>на            | БН   | сир-<br>на           | БН    |          |
| Борошно<br>пшеничне в/г    | 33,1                                   | 0,02                 | 0,007 | 0,02                 | 0,007 | 0,11                 | 0,04  | 0,05                  | 0,02 | 68,7                 | 22,74 |          |
| Цукор-пісок                | 34,19                                  |                      |       |                      |       | 99,85                | 34,14 |                       |      |                      |       |          |
| Яйця курячі                | 34,19                                  | 0,23                 | 0,08  |                      |       |                      |       |                       |      |                      |       |          |
| Всього                     |                                        | 0,087                |       | 0,007                |       | 34,18                |       | 0,02                  |      | 22,74                |       | 36,54 од |

Таблиця 6.9

**Розрахунок глікемічного індексу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням 10,0% борошна із цвіркунів**

| Найменування сировини | Витрати сировини на 100 г БН | Вміст вуглеводів, г |        |                   |       |                   |       |                    |      |                   |       | ПК од |  |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|------|-------------------|-------|-------|--|
|                       |                              | Глюкоза (ГІ=100%)   |        | Фруктоза (ГІ=20%) |       | Сахарози (ГІ=60%) |       | Мальтози (ГІ=105%) |      | Крохмаль (ГІ=70%) |       |       |  |
|                       |                              | в 100 г             |        | в 100 г           |       | в 100 г           |       | в 100 г            |      | в 100 г           |       |       |  |
|                       |                              | Сир-на              | БН     | Сир-на            | БН    | Сир-на            | БН    | Сир-на             | БН   | Сир-на            | БН    |       |  |
| Борошно пшеничне в/г  | 27,26                        | 0,02                | 0,005  | 0,02              | 0,005 | 0,11              | 0,03  | 0,05               | 0,01 | 68,7              | 16,67 |       |  |
| Цукор-пісок           | 34,19                        |                     |        |                   |       | 99,85             | 34,14 |                    |      |                   |       |       |  |
| Яєчні жовтки          | 34,19                        | 0,23                | 0,08   |                   |       |                   |       |                    |      |                   |       |       |  |
| Яєчні білки           | 51,28                        | 0,5                 | 0,17   |                   |       |                   |       |                    |      |                   |       |       |  |
| Борошно із цвіркунів  | 5,84                         | 0,01                | 0,0006 |                   |       |                   |       |                    |      |                   |       |       |  |
| Всього                | 100 г                        | 0.2556              |        | 0.005             |       | 34.17             |       | 0.01               |      | 16.7              |       | 32.46 |  |

Таблиця 6.10

**Розрахунок глікемічного індексу збивного бісквітного напівфабрикату з заміною цукру на суміш фруктози та еритролу та додаванням 10,0% борошна із цвіркунів**

| Найменування сировини | Витрати сировини на 100 г БН | Вміст вуглеводів, г |        |                   |       |                   |      |                    |      |                   |      | Вміст поліолів  |      | ПГ,од |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|------|--------------------|------|-------------------|------|-----------------|------|-------|
|                       |                              | Глюкоза (ГІ=100%)   |        | Фруктоза (ГІ=20%) |       | Сахарози (ГІ=60%) |      | Мальтози (ГІ=105%) |      | Крохмаль (ГІ=70%) |      | Еритрол (ГІ=1%) |      |       |
|                       |                              | в 100 г             |        | в 100 г           |       | в 100 г           |      | в 100 г            |      | в 100 г           |      | В 100 г         |      |       |
|                       |                              | сир-на              | БН     | сир-на            | БН    | сир-на            | БН   | сир-на             | БН   | сир-на            | БН   | сир-на          | БН   |       |
| Борошно пшеничне в/г  | 27,35                        | 0,02                | 0,006  | 0,02              | 0,006 | 0,11              | 0,03 | 0,05               | 0,01 | 68,7              | 18,8 |                 |      |       |
| Еритрол               | 18,67                        |                     |        |                   |       |                   |      |                    |      |                   |      | 0,03            | 0,01 |       |
| Фруктоза              | 8,00                         |                     |        | 99,85             | 7,99  |                   |      |                    |      |                   |      |                 |      |       |
| Ячні жовтки           | 26,67                        | 0,23                | 0,07   |                   |       |                   |      |                    |      |                   |      |                 |      |       |
| Ячні білки            | 40,15                        | 0,5                 | 0,16   |                   |       |                   |      |                    |      |                   |      |                 |      |       |
| Борошно із цвіркунів  | 3,04                         | 0,01                | 0,0005 |                   |       |                   |      |                    |      |                   |      |                 |      |       |
| Всього                | 100 г                        | 0.2365              |        | 7.996             |       | 0.03              |      | 0.01               |      | 18.8              |      | 0.01            |      | 15.03 |

На підставі проведених досліджень встановлено, що повна заміни цукру-піску на суміш фруктози та еритролу при виготовленні ЗБН «Протеїновий покращений» призводить до зниження ГІ на 60,0% для ЗБН круглого (страви аналогу) та на 49,95% у порівнянні із ЗБН з додаванням 10,0% БЦ, що дозволяє позиціонувати напівфабрикат як «напівфабрикат з редукованою калорійністю».

Загальна харчова та енергетична цінність ЗБН «Протеїновий» та «Протеїновий покращений» наведений у таблиці 6.11.

Таблиця 6.11

**Харчова та енергетична цінність ЗБН «Протеїновий» та «Протеїновий покращений» масою 100г**

| Складові                   | ЗБН «Протеїновий» | ЗБН «Протеїновий покращений» |
|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| Білки, г                   | 11,61             | 10,47                        |
| Жири, г                    | 8,89              | 8,89                         |
| Вуглеводи, г               | 31,6              | 32,06                        |
| Хітин, г                   | 0,62              | 0,62                         |
| Клітковина, г              | 3,0               | 3,0                          |
| Енергетична цінність, ккал | 246,53            | 243,72                       |
| Глікемічний індекс, %      | 32,46             | 15,03                        |

Отже, за результатами проведених досліджень харчової та біологічної цінності (табл. 6.11), а також показника глікемічного індексу в ЗБН «Протеїновий покращений» можна зробити висновок, що напівфабрикат має підвищений вміст білку та низький глікемічний індекс у порівнянні із стравою аналогом бісквітний напівфабрикат круглий. Даний виріб можна вважати функціональним та рекомендувати до споживання людям, які мають преддіабетичний стан, хворіють на цукровий діабет та ожиріння.

### **Висновок до розділу 6**

У розділі 6 обґрунтовано та розроблено технологічну схему виробництва ЗБН «Протеїновий покращений» з розподілом на функціональні 4 підсистеми та обґрунтовані завдання та мета кожної із підсистем, які обґрунтовують основні технологічні показники якості виробу.

Згідно проведених органолептичних показників якості, було встановлено, що внесення в рецептуру ЗБН з додаванням 10,0% БЦ суміші фруктози та еритролу впливає на якість готового виробу, оскільки цукрозамінники відрізняються гігроскопічністю та здійснюють вплив на структурно-механічні властивості напівфабрикату у порівнянні із цукром-піском. Результати органолептичної оцінки показали, що додавання еритролу вплинуло на смак випеченого напівфабрикату, а фруктози на колірні характеристики. Проте поєднання суміші фруктози та еритролу показали результати наближені до контрольного зразку. Тому після проведення низки дослідів було визначено, що заміна цукру-піску на суміш фруктози та еритролу є доцільним.

За фізико-хімічними властивостями випечений ЗБН «Протеїновий покращений» відрізняється від модельного зразку. При визначенні пружності випеченого напівфабрикату було визначено, що використання суміші еритролу та фруктози позитивно впливає на зменшення втрати маси ЗБН під час випікання.

Дослідження процесу черствіння протягом 8 діб показали, що у порівнянні із контрольним зразком ступінь усихання зразків із фруктозою збільшувався на 0,12%, з еритролом на 0,14%, з суміш еритрола та фруктози на 0,1% протягом 2 діб та на

0,48% протягом 8 діб. Це є досить незначними відсотками черствіння для ЗБН, який можна нівелювати шляхом пакування ЗБН або заморожуванням. За результатами мікробіологічних та токсикологічних досліджень можна зробити висновок, що ЗБН з сумішшю фруктози та еритролу та додаванням борошна із цвіркунів безпечний до споживання та відповідає встановленим вимогам.

Результатами визначення харчової та біологічної цінності, а також показника глікемічного індексу в ЗБН «Протеїновий покращений» показали, що напівфабрикат має збільшений вміст білку та низький глікемічний індекс у порівнянні із стравою аналогом бісквітний напівфабрикат круглий. Даний виріб можна вважати функціональним та рекомендувати людям, які мають преддіабетичний стан, хворіють на цукровий діабет та ожиріння.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі представлено теоретичні передумови досліджуваної теми, науково обґрунтовано та експериментально підтверджено технологічні принципи удосконалення технології збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів як білкововмісної сировини та заміною цукру на цукрозамінники (фруктозу та еритрол) для виготовлення напівфабрикату функціонального призначення.

1. Аналітично підтверджено актуальність удосконалення збивного бісквітного напівфабрикату з використанням білкововмісної сировини та цукрозамінників, визначено критерії вибору білкововмісної сировини та цукрозамінників, які забезпечать одержання напівфабрикату функціонального призначення.

2. Науково обґрунтовано використання основних рецептурних компонентів борошна із цвіркунів та цукрозамінників. Встановлено, що борошно із цвіркунів містить в своєму складі білків 70,53г, жиру – 13,7г, вуглеводів – 0,5г, нерозчинної клітковини – 9,3г, хітину - 5,9г, енергетична цінність борошна складає – 446,35ккал/100г сухої речовини; містить незамінні амінокислоти такі як треонін (2,67%), метіонін (1,06%), лізин (3,44%), лейцин (5,11%) та валін (3,08%), які перевищують за кількістю показники вмісту амінокислот у пшеничному борошні на 50,0%.

3. На основі узагальнення основних фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників основних рецептурних компонентів визначено раціональний вміст додавання в рецептуру збивного бісквітного напівфабрикату борошна із цвіркунів у кількості від 5,0...15,0% до маси борошна та повної заміни цукру на цукрозамінники – еритрол та фруктозу у співвідношенні 65:35.

4. Шляхом експериментальних досліджень визначено, що цукрозамінники впливають на показник піноутворюючої здатності тістового напівфабрикату, а саме при додаванні суміш еритролу та фруктози показник піноутворення становить 267%, що на 37% більший за контрольний зразок, тривалість замішування тіста з додавання борошна із цвіркунів у кількості 5...15,0% збільшується до 1 хвилини, а

для суміші фруктози та еритрол на 20 хвилин. Експериментально доведено вплив борошна із цвіркунів та цукрозамінників на параметри в'язкості при збільшенні швидкості зсуву.

5. Науково обґрунтовано технологічні параметри одержання збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників. Визначено раціональний режим випікання збивного бісквітного напівфабрикату з цукрозамінниками та борошном із цвіркунів, що становить 170-180<sup>0</sup>С.

6. У ході проведення досліджень методом диференціально-термічного та термогравіметричного аналізу досліджено, що більш прийнятним, з точки зору розширення спектру форм зв'язку системної води із сухими речовинами досліджуваних зразків, слід вважати заміщення борошна пшеничного борошном із цвіркунів у кількості 5,0%, однак дослідження властивостей напівфабрикату тіста та готового виробу дозволяють зробити висновок, що додавання борошна із цвіркунів у кількості 10,0% сприяє підвищенню вмісту білку у готовому виробі на 60,0% при збереженні органолептичних показників якості на високому рівні.

7. Досліджено основні органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники випечених збивних бісквітних напівфабрикатів «Протеїновий» та «Протеїновий покращений». Встановлено, що за фізико-хімічними показниками масова частка вологи у збивному бісквітному напівфабрикаті із додаванням борошна із цвіркунів 10,0% збільшується на 22,58%, вміст золи на 0,06% та зменшується масова частка загального цукру на 52,6%.

8. Шляхом визначення реологічних показників випеченого збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів було встановлено, що в інноваційному напівфабрикаті відбувається збільшення ступеня усихання на 2,1% під час зберігання протягом 8 діб, у збивному бісквітному напівфабрикаті із додаванням борошна із цвіркунів 10,0% та цукрозамінників ступень усихання становить 0,48% протягом 8 діб, що досить незначними відсотками черствіння для ЗБН, який можна нівелювати шляхом пакування ЗБН або заморожуванням.

9. Встановлено, що кількість білків у досліджуваних зразках збільшилась на 62,06%, вміст цукру зменшився на 48,3%, глікемічний індекс у порівнянні із

контрольним зразком зменшився на 51,0%. З огляду на це, можна зробити висновок, що дані напівфабрикати є виробами функціонального призначення та рекомендувати їх людям, які хворіють на цукровий діабет та ожиріння.

10. Експериментально доведено та науково обґрунтовано динаміку процесу перетравлюваності *in vitro* білкових систем у складі збивних бісквітних напівфабрикатів. Встановлено, що перетравлюваність білкових речовин розробленого виробу більша на 3,22% порівняні із контрольним зразком.

11. Науково обґрунтовано та розроблено технологію та рецептурний склад збивного бісквітного напівфабрикату з додавання борошна із цвіркунів у кількості 10,0% та сумішшю еритролу та фруктози, які покладено в основу розроблених та затверджених Технічних умов на борошно із цвіркунів (ТУ У 10.8-45204873-001:2023), проекти Технічних умов на Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат (ТУ У 10.7-04718013-001:2023) та Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів (ТУ У 10.7-04718013-002:2024).

12. Проведено комплекс організаційно-технологічних заходів із упровадженням результатів дослідження у виробництво кафе-піцерії «Портофіно» (м. Суми) та освітній процес СНАУ. Розрахунок соціально-економічної ефективності показав, що розроблений напівфабрикат з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників має вартість на 50,0% більшу порівняно з контрольним зразком, однак рентабельність становить 7%. Це пояснюється тим, що витрати на дану інновації є завищені, однак згідно розрахунку економічної ефективності було встановлено, що інноваційні напівфабрикати зможуть менше ніж за рік сприяти підвищеною конкурентоспроможності закладу ресторанного господарства і надасть підприємству великий дохід та прибуток в цілому.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
2. Сімакова О. О. Розробка новітніх технологій виробів з борошна з заданими властивостями [Текст] : монографія / О. О. Сімакова, Р. П. Никифоров. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2018. – 146 с
3. Jeffrey, L. C. Gluten-free Baked Products / L. C. Jeffrey, W. A. Atwell // AACC international, Inc. – 2014. – 88 p.
4. Agrahar-Murugkar, D. Food to food fortification of breads and biscuits with herbs, spices, millets and oilseeds on bio-accessibility of calcium, iron and zinc and impact of proteins, fat and phenolics. LWT 2020, 130, 109703.
5. Кочерга В. І. Удосконалення рецептурного складу бісквітного напівфабрикату. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки. 2016, Вип. 16, т. 1. - 204-208 с.
6. Левківська Т. М., Бендерська О. В., Матко С. В. Технологія виробництва сухого наповнювача з гарбуза для кондитерської промисловості. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. № 26, 2021. – 39-45 с.
7. Лакізао В., Щербинам В. Розробка бісквітних напівфабрикатів дієтичного призначення. Зернові продукти і комбікорми Vol.18, I.3 / 2018. - 25-29 с.
8. Cappelli, A.; Oliva, N.; Bonaccorsi, G.; Lorini, C.; Cini, E. Assessment of the rheological properties and bread characteristics obtained by innovative protein sources (Cicerarietinum, Acheta domesticus, Tenebrio molitor): Novel food or potential improvers for wheat flour? LWT 2020, 118, 108867.
9. Дорохович А. Позитивно впливає екстракт чорного та зеленого чаю на піноутворювальну здатність цукрової білково-збивної маси / А. Дорохович, Л. Прилуцька, В. Бадрук // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2010. – № 1(62). – с.28-31.
10. Дорохович, В. В. Застосування морквяного соку при розробленні бісквітів функціонального призначення / В. В. Дорохович // Продукты & Ингредиенты. – 2013. – № 8. – С. 22–23.

11. Розробка нових продуктів для профілактики дефіциту кальцію / [Ю. П. Крижова, І. І. Шевченко, М. А. Морозова, С. В. Коваленко] // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2017. – т. 19, № 80. – С. 48–51.
12. Шидакова-Каменюка О. Г., Рогова А. Л., Чоні І. В., та ін. Розробка технології бісквітного напівфабрикату, збагаченого мінеральними речовинами. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. 2019. № 1 (91). DOI: <http://doi.org/10.37734/2518-7171-2019-1-8>
13. Moneera Othman Aljobair, "Effect of Chia Seed as Egg Replacer on Quality, Nutritional Value, and Sensory Acceptability of Sponge Cake", Journal of Food Quality, vol. 2022, Article ID 9673074, 11 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9673074>
14. Богомолів О.В., Шерстюк В.С., Гарник Л. П., Гурський П. В. Практикум. Визначення якості борошна та розрахунок складу помольних сумішей . О.В. - Харків, 2021. – 138 с
15. Матияшук О. В. Удосконалення рецептури шоколадних тістечок «Брауні», збагачених льняним та вівсяним борошном / О. В. Матияшук, Н. В. Башкірова // Молодий вчений. – 2017. – № 2(42). – С. 192–196.
16. Лебединець В. Т., Донцова І. В., Гаврилишин В. В., Лебединець А. І. Розширення асортименту безглютенових бісквітних напівфабрикатів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. № 25. – 2022. – 52-59 с.
17. Басараб Ірина. Хімічний склад та харчова цінність яловичини в залежності від віку й статі тварин. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Тези доповідей (Тернопіль 8-9 жовтня 2015 року) / МОН України, ТНТУ імені Івана Пулюя – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015.- с.
18. Рогова А. Л., Положишнікова Л. О. Вплив борошна з нуту на поживну цінність виробів з масляного бісквіта. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі :зб. наук. пр. : в 2 ч. Ч. 2 /

Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі; [редкол. : О. І. Черевко (відпов. ред.) та ін.]. –Харків, 2013. – Вип. 1 (17). – 53-60 с.<http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/4213>

19. Дзюндзя, О., &Звагольська, К. (2021). Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (1), 22-29. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4>

20. Na XIAN, Guohua HU Effects of x an than gum and corn flour on the quality of sponge cake using response surface methodology Czech J. Food Sci., 2018, 36(4):349-356. DOI:10.17221/476/2016-CJFS

21. Хлебутіна М. С. Розроблення складу кексу підвищеної харчової цінності / М. С. Хлебутіна, В. Д. Іванова, І. Ю. Гойко // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 3 (20). – С. 53–56.

22. Сирохман І. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І. Сирохман, В. Завгородня. – К.: 2009. – 544 с.

23. Goranova, Z., Khvostenko, K., & Petrova, T. (2020). Якість бісквітних напівфабрикатів, збагачених вторинними продуктами переробки гарбуза. *Food Science and Technology*, 14(3). <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1792>

24. Fakhreddin Salehi, Mahdi Kashaninejad, Fereshteh Asadi, Amin Najafi. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. J Food Sci Technol. 2016. 53(3): 1418–1423. doi: 10.1007/s13197-015-2165-9

25. Atuna RA, Amagloh FC, Denwar NN, Asase VR, Faisal S, Baako E, Koomson G, Gulkirpik E, Toc M, Donnelly A, Amagloh FK and Andrade Laborde JE (2022) Filling the Protein Gap in Ghana: The Role of Soy. *Front. Sustain. FoodSyst.* 5:781571. DOI: 10.3389/fsufs.2021.781571

26. Saba Mortazavinejad, Hajar Abbasi, Mahshid Jahadi. Optimization of Sponge Cake Formulation Containing Okara. Research Institute of Food Science and Technology. 2016<https://doi.org/10.22101/jrifst.2016.06.01.511>

27. Альохіна Т. М. Лабораторний практикум з біохімії: Білки та Ферменти. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2022. 77 с.

28. Александрова К. В., Шкода О. С., Крісанова Н. В., Левіч С. В., Юрченко Д. М. Прості та складні білки: методичний посібник з дисципліни «Біологічна хімія» для викладачів / К. В. Александрова [та ін.]. – Запоріжжя: [ЗДМУ], 2015.- 115 с.
29. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії Наказ №1073 від 03.09.2017 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#n14>
30. Фурсік О.П., Страшинський І.М., Пасічний В.М. Перетравлюваність білків організмом людини. Програма і матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції», 7 — 8 листопада 2016 р. — К.: НУХТ, 2016 р. — 202 с
31. Стеценко, Н. О. Проблема дефіциту білку у харчуванні населення України та шляхи її вирішення / Н. О. Стеценко // Modern engineering and innovative technologies. – 2023. – Issue 28, Part 1. – Pp. 41-45
32. Гойко І. Ю. Профілактика білкової недостатності у раціонах харчування військовослужбовців / І. Ю. Гойко, Г. О. Сімахіна, Н. О. Стеценко // Наукові праці НУХТ. - 2015. - Т21, №6. - С. 197-203.
33. Махинько, В. М. Розрахункові методики ФАО/ВООЗ для оцінювання якості харчового білка / В. М. Махинько, Л. В. Махинько // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2020. – Т. 26, № 4. – С. 171–177
34. ФАО. Стан продовольчої безпеки у світі, вирішення проблеми продовольчої безпеки під час тривалих криз; ФАО: Рим, Італія, 2010.
35. Vander Spiegel, M.; Noordam, MY; Vander Fels-Klerx, HJ Safety of new protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and canola) and production. Compr. Rev. FoodSci. FoodSafe. 2013, 12, 662–678.
36. Гуменюк О. Л Харчова хімія. Текстилекції для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія"/ Уклад.: Гуменюк О. Л. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 244с.

37. Cavazos, A.; Gonzalezde Mejia, E. Identification of bioactive peptides from cereal storage proteins and their potential role in preventing chronic diseases. *Compr. Rev. FoodSci. Food Saf.* 2013, 12, 364–380
38. Gilissen, L.J.W.J.; Vander Meer, I.M.; Smulders, M.J.M. Why Oats Are Safe and Healthy for Celiac Disease Patients. *Med. Sci.* 2016, 4, 21. <https://doi.org/10.3390/medsci4040021>
39. Monnet, A. F., Laleg, K., Michon, C., & Micard, V. (2019). Legume enriched cereal products: A generic approach derived from material science to predict their structuring by the process and their final properties. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 131–143. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.027>
40. Неміріч О.В., Михайленко В.М., Бережна Т.О. Порівняльна характеристика хімічного складу та біологічної цінності аглютинового та пшеничного борошна. *Zbiórarty kułów naukow uchrecen zowanych*. Warszawa, 2018, p. 30–33
41. Антоненко А. В. Борошно з пророщеного зерна вівса як основа для борошняних кондитерських виробів. *Науковіпраці*, випуск 46, том 1. 2015 р. С. 149–153
42. Torbica, A.; Hadnađev, M.; Hadnađev, T.D. Rice and buck wheat flour characterization and its relation to cook iequalit. *Food Res. Int.* 2012, 48, 277–283.
43. Udenigwe, C.C.; Aluko, R.E. Food protein-derived bioactive peptides: Production, processing, and potential health be nefits. *J. FoodSci.* 2012, 77, R11–R24
44. Fu, J.; Zhang, Y.; Hu, Y.; Zhao, G.; Tang, Y.; Zou, L. Concise review: Coarse cereal sextert multiple beneficial effects on human health. *FoodChem.* 2020, 325, 126761.
45. Gerber, P.J.; Mottet, A.; Opio, C.I.; Falcucci, A.; Teillard, F. Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability. *Meat Sci.* 2015, 45.
46. García-Vaquero, M.; Hayes, M. Red and green macroalgae for fish, animal feed and human functional food development. *Food Rev. Int.* 2016, 32.
47. Sampels, S. Towards a more sustainable production of fish as an important source for human nutrition. *J. Fish. Livest. Prod.* 2014, 2, 119.

48. Kazumi Ninomiya, Yusuke Yamaguchi, Hitoshi Kumagai, Hitomi Kumagai Physicochemical and functional properties of buck wheat (*Fag popyrumesculentum* Moench) albumin. *Future Foods*. Vol. 6 p. 100178 <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100178>
49. Van Huis, A.; Van Itterbeeck, J.; Klunde, H.; Merten, E.; Hallora, A.; Muir, G.; Vantom, P. *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy, 2013.
50. Borello, M.; Caracciolo, F.; Lombardi, A.; Pascucci, S.; Cembalo, L. Consumer perspective on circular economy strategy for reducing waste. *Sustainability* 2017, 9, 141.
51. Klunder, H.C.; Wolkers-Rooijackers, J.C.M.; Korpela, J.M.; Nout, M.J.R. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control* 2012, 26, 628–631
52. Belluco, S.; Losasso, C.; Maggioletti, M.; Alonzi, C.C.; Paoletti, M.G.; Ricci, A. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. *Compr. Rev. FoodSci. FoodSaf.* 2013, 12, 296–313.
53. International Diabetes Federation. URL: <https://diabetesatlas.org/data/en/country/207/ua.html>
54. Сіренко Г.О. Складанюк, М.Б, Мартинюк М.І., Кузишин О.В., Ковалишин Н.В., Говдяк І.В. Теоретичні основи цукрового діабету. Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія. Випуск XXIII (2019), С. 4-70
55. Скачко Б. Г. Цукровий діабет: хвороба століття, чи розплата за легковажність? / Б. Г. Скачко, Г. О. Орещук. – К. :Здоров'я, 2012. – 96 с
56. Stanhope KL 2012. Role of fructose-containing sugars in the epidemics of obesity and metabolic syndrome. *Annu. Rev. Med.* 63:329–43 <https://doi.org/10.1146/annurev-med-042010-113026>
57. Ng, M.; Fleming, T.; Robinson, M.; Thomson, B.; Graetz, N.; Margono, C.; Mullany, E.C.; Biryukov, S.; Abbafati, C.; Abera, S.F.; et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: A

systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014, 384, 766–781.

58. Marzec, A.; Kowalska, J.; Domian, E.; Galus, S.; Ciurzyńska, A.; Kowalska, H. Characteristics of Dough Rheology and the Structural, Mechanical, and Sensory Properties of Sponge Cakes with Sweeteners. *Molecules* 2021, 26, 6638. <https://doi.org/10.3390/molecules26216638>

59. Дорохович В.В., Абрамова А.Г. Розроблення бісквітів дієтичного призначення на основі цукрозамінників нового покоління. Наукові праці НУХТ 2017. Том 23, № 3.с. 217-227

60. Urszula Krupa-Kozak, Natalia Drabińska, Cristina M. Rosell, Beata Piłat, Małgorzata Starowicz, Tomasz Jeliński and Beata Szmato wicz High-Quality Gluten-Free Sponge Cakes Without Sucrose: Inulin-Type Fructans as Sugar Alternatives. *Foods* 2020, 9, 1735; doi:10.3390/foods9121735

61. Сімурова, Н. В. Цукрозамінники в дієтичному харчуванні / Н. В. Сімурова, А. І. Кушнір // Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості: міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – С. 522

62. Carly, F.; Vandermies, M.; Telek, S.; Steels, S.; Thomas, S.; Nicaud, J.M.; Fickers, P. Enhancing erythritol productivity in *Yarrowia polytica* using metabolic engineering. *Metab. Eng.* 2017, 42, 19–24

63. Gómez-Fernández, A.R.; Santacruz, A.; Jacobo-Velázquez, D.A. The complex relationship between metabolic syndrome and sweeteners. *J. Food Sci.* 2021, 86, 1511–1531

64. Ding, S.; Yang, J. The effects of sugar alcohols on rheological properties, functionalities, and texture in baked products—A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 111, 670–679.

65. Zacharis, C. Xylitol. In *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*, 2nd ed.; O'Donnell, K., Kearsley, M.W., Eds.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2012; pp. 347–377

66. Martínez-Cervera, S.; Sanz, T.; Salvador, A.; Fiszman, S.M. Rheological, textural, and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT-Food Sci. Technol.* 2012, 45, 213–220
67. Psimouli, V.; Oreopoulou, V. The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties. *J. Sci. Food Agric.* 2012, 92, 99–105
68. Gao, J.; Brennan, M.A.; Mason, S.L.; Brennan, C.S. Effect of sugar replacement with stevianna and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2016, 51, 1979–1987
69. Jongema, Y. World List of Edible Insects 2015. Wageningen Laboratory of Entomology, Wageningen University. Available online: [https://www.wur.nl/upload\\_mm/7/4/1/ca8baa25-b035-4bd2-9fdc-a7df1405519aWORLD%20LIST%20EDIBLE%20INSECTS%202015.pdf](https://www.wur.nl/upload_mm/7/4/1/ca8baa25-b035-4bd2-9fdc-a7df1405519aWORLD%20LIST%20EDIBLE%20INSECTS%202015.pdf)
70. Tang, C., Yang, D., Liao, H. et al. Edible insects as a food source: a review. *Food Prod Process and Nutr* 1, 8 (2019). <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0008-1>
71. Gravel, A.; Doyen, A. The use of edible insect proteins in food: Challenges and issue srelated to their functional properties. *Innov. FoodSci. Emerg. Technol.* 2020, 59, 102272
72. Van Huis, A.; Rumpold, B.; Maya, C.; Roos, N. Nutritional qualities and wonh an cement of edible in sects. *Annu. Rev. Nutr.* 2021, 41, 551–576
73. Guiné, R.P.; Correia, P.; Coelho, C.; Costa, C.A. The role of edible insect stomiti gate challenges for sustainability. *OpenAgric.* 2021, 6, 24–36.
74. Ververis, E.; Boué, G.; Poulsen, M.; Pires, S.M.; Niforou, A.; Thomsen, S.T.; Tesson, V.; Federighi, M.; Naska, A. A systematic review of the nutrient composition, microbiological and toxicological profile of *Acheta domesticus* (house cricket). *J. Food Compos. Anal.* 2022, 114, 104859.
75. Dorothy K. Murugu, Arnold N. Onyango, Alex K. Ndiritu, Isaac M. Osuga, Cheseto Xavier, Dorothy Nakimbugwe, Chrysantus M. Tanga. From farm to fork crickets as alternative source of protein, mineral and vitamins. *Frontiersinnutrition*. – 2021. – Vol. 8. – Pp. 1-14.



76. Udomsil, N.; Imsoonthornruksa, S.; Goslawit, C.; Ketudat-Cairns, M. Nutritional Values and Functional Properties of House Cricket (*Acheta domesticus*) and Field Cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Food Sci. Technol. Res.* 2019, 25, 597–605
77. Barrón-Hoyos, J.M.; Archuleta, A.R.; Falcón-Villa, M.D.R.; Canett-Romero, R.; Cinco-Moroyoqui, F.J.; Romero-Barancini, A.L.; Rueda-Puente, E.O. Protein Quality Evaluation of Animal Food Proteins by In-Vitro Methodologies. *Food Nutr. Sci.* 2013, 4, 376–384
78. Malla, N.; Nørgaard, J.V.; Lærke, H.N.; Heckmann, L.-H.L.; Roos, N. Some Insect Species Are Good-Quality Protein Sources for Children and Adults: Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) Determined in Growing Pigs. *J. Nutr.* 2022, 152, 1042–1051
79. Galli, V.; Venturi, M.; Pini, N.; Granchi, L. Technological feature assessment of lactic acid bacteria isolated from cricket powder's spontaneous fermentation as potential starters for cricket-wheat bread production. *Foods* 2020, 9, 1322
80. Ardoin, R.; Prinyawiwatkul, W. Consumer perceptions of insect consumption: A review of western research since 2015. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2021, 56, 4942–4958
81. Mlček, J.; Rop, O.; Borkovcova, M.; Bednářová, M. A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe-A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2014, 64, 147–157
82. Scholliers, J.; Steen, L.; Glorieux, S.; VandeWalle, D.; Dewettinck, K.; Fraeye, I. The effect of temperature on structure formation in three insect batters. *Int. Food Res. J.* 2019, 122, 411–418.
83. González, C.M.; Garzón, R.; Rosell, C.M. Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. Illucens*, *A. Domestica* and *T. Molitor* flours. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2019, 51, 205–210.
84. Osimani, A.; Milanović, V.; Cardinali, F.; Roncolini, A.; Garofalo, C.; Clementi, F.; Pasquini, M.; Mozzon, M.; Foligni, R.; Raffaelli, N.; et al. Bread enriched with cricket powder (*Achetadomesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2018, 48, 150–163

85. Severini, C.; Azzollini, D.; Albenzio, M.; Derossi, A. On printability, quality and nutritional properties of 3D printed cereal based snacks enriched with edible insects. *Int. Food Res. J.* 2018, 106, 666–676
86. Mazurek, A.; Palka, A.; Skotnicka, M.; Kowalski, S. Consumer Attitudes and Acceptability of Wheat Pancakes with the Addition of Edible Insects: Mealworm (*Tenebrio molitor*), Buffalo Worm (*Alphitobius diaperinus*), and Cricket (*Acheta domesticus*). *Foods* 2023, 12, 1. <https://doi.org/10.3390/foods12010001>
87. Sriprabhom, J.; Kitthawee, S.; Suphantharika, M. Functional and physicochemical properties of cookies enriched with edible insect (*Tenebrio molitor* and *Zophobas atratus*) powders. *J. Food Meas. Charact.* 2022, 16, 2181–2190.
88. Kowalski, S.; Oracz, J.; Skotnicka, M.; Mikulec, A.; Gumul, D.; Mickowska, B.; Mazurek, A.; Sabat, R.; Wywrocka-Gurgul, A.; Żyżelewicz, D. Chemical Composition, Nutritional Value, and Acceptance of Nut Bars with the Addition of Edible Insect Powder. *Molecules*, 2022, 27, 8472
89. Borges, M.M.; da Costa, D.V.; Trombete, F.M.; Câmara, A.K.F.I. Edible insects as a sustainable alternative to food products: An insight into quality aspects of reformulated bakery and meat products. *Curr. Opin. Food Sci.* 2022, 46, 100864
90. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/188 of 10 February 2022 authorising the placing on the market of frozen, dried and powder forms of *Acheta domesticus* as a novel food under Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council, and amending Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2470 (Text with EEA relevance). *Off. J. Eur. Union* 2017, L30, 108–114
91. Raquel Lucas-González, Juana Fernández-López, José A. Pérez-Álvarez, Manuel Viuda-Martos. Effect of drying processes in the chemical, physico-chemical, techno functional and antioxidant properties of flours obtained from house cricket (*Acheta domesticus*) [Electronic resource]. *European Food Research and Technology*. – Accessed mode: <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03301-4>.
92. Barbara Biró, Mária Anna Sipos, Anikó Kovács, Katalin Badak-Kerti, Klára Pásztor-Huszár, Attila Gere. Cricket-Enriched Oat Biscuit: Technological Analysis and

Sensory Evaluation. Foods. – 2020. – № 9. – P. 1561. – Accessed mode: doi:10.3390/foods9111561.

93. Sorjonen, J. Could Edible Insects Be One Solution for a Circular Economy and Food Production? Designing Feeds for Insects Using Food Industry by Products; Itä-Suomenyliopisto; University of Eastern Finland: Kuopio, Finland, 2022.

94. Henchion, M.; Hayes, M.; Mullen, A.M.; Fenelon, M.; Tiwari, B. Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. Foods 2017, 6, 53. <https://doi.org/10.3390/foods6070053><https://www.mdpi.com/2304-8158/6/7/53>

95. Дорохович В. В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю / В. В. Дорохович // Наукові праці НУХТ. – 2017. № 4. – С. 199- 20

96. ДСТУ 4460:2018 Вироби бісквітні. Загальні технічні умови. - [Чинний від 2018-02-12]. – К.: Держстандарт України, 2018. – 10с

97. Павлов О.В. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: навчально-практичний посібник /О.В. Павлов. – 2-ге видання, доповнене – К.: Проф Книга, 2019. – 340 с.

98. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. - [Чинний від 1999-02-01]. – К.: Держстандарт України, 1999. – 13с.

99. ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові технічні умови. - [Чинний від 2010-06-01]. – К.: Держстандарт України, 2008. – 22с.

100. ДСТУ 4623:2006 Цукор-білий. Технічні умови. - [Чинний від 2007-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2006 – 22с

101. ДСТУ ГОСТ 908:2006 Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови. - К.:ДП «УкрНДНЦ», 2006. - 20с

102. ДСТУ 4619:2006 Вироби кондитерські. Правила приймання. - К. «Укркондитер», 2006. - 12 с

103. ДСТУ ISO 21415-1:2009 "Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Визначення сирової клейковини ручним способом"– К: Держстандарт України, 2009. –13 с.

104. ДСТУ ISO 712:2015 Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод - К.: Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості, 2015. – 16 с.
105. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Технічні умови – К.: Держспоживстандарт України, 2014. – 24 с.
106. ДСТУ ISO 2171:2009. Зернові, бобові та продукти їх помелу. Визначення загальної золи методом озолювання. – К. Держспоживстандарт України, 2011. -14с.
107. ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну. [Текст]: ДСТУ 7169:2010 –К., 2010. –18с.
108. ДСТУ 3358-96 Борошно кормове із гідробіонтів для рибництва. Технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 1996 - 33с
109. ДСТУ ISO 13903:2009 Корми для тварин. Методи визначення вмісту амінокислот (ISO 1393:2005, IDT). – Розроблений вперше. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 13с.
110. ДСТУ 8717:2017 Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру - К.: Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості, 2017. – 16 с.
111. ДСТУ ISO 3093:2019 Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Хагберга-Пертена (Hagberg-Perten) - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2006. – 19 с.
112. ДСТУ 7617:2014 Продукти харчові. Метод визначення засвоюваності білка - [Чинний від 2015–07–01]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 8 с.
113. Рудакова Т.В., Наріжний С.А., Ферментативний метод визначення біологічної цінності молочних продуктів із зерновим інгредієнтом для дитячого харчування //Зернові продукти і комбікорми. – 2017. - Vol.17, I. 2. – С. 25-27.
114. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 12 с.
115. ДСТУ ISO 7954:2006. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови з підрахунку дріжджів і мікроскопічних грибів. Техніка

підрахування колоній, культивованих за температури 25°C (ISO 7954:1987 IDT).  
Держспоживстандарт України К., 2007. –10 с

116. ДСТУ ГОСТ 30726-2002 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichiacoli* (ГОСТ 30726-2001, IDT) [Текст]: ДСТУ ГОСТ 30726-2002 – К., 2002 –11 с

117. ДСТУ EN 12824-2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, ЮТ). Держспоживстандарт України К., 2005. –12 с.

118. ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeriamonocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення - [Чинний від 2004–10–01]. - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2004. – 19 с.

119. ДСТУ EN ISO 21528-2:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Enterobacteriaceae*. Частина 2. Техніка підрахунку колоній - [Чинний від 2023–12–31]. - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2023. – 16 с.

120. ДСТУ ISO 15213:2014 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування кількості сульфітовідновлювальних бактерій, які ростуть в анаеробних умовах - [Чинний від 2015–07–15]. - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2015. – 11 с.

121. ДСТУ ISO 7932:2007 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод визначення кількості ймовірно *Bacilluscereus*. Техніка підрахунку за температури 30 °C - [Чинний від 2009–01–01]. - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2009. – 10 с.

122. ДСТУ EN ISO 6888-1:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод із використанням агаризованого середовища Берда – Паркера -- [Чинний від 2023–12–31]. - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2023. – 14 с.

123. МР 4.4.4-108-2004. Методичні рекомендації. Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки. К., 2004 – 22с.
124. ГОСТ 30178-96 Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. К., 2002 –12 с.
125. Методичні вказівки. Визначення вмісту ртуті в об'єктах виробничого, навколишнього середовища і біологічних матеріалах. Затверджені наказом МОЗ України 10.06.2005 №263.
126. Державні гігієнічні нормативи. "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs 137 і Sr 90 у продуктах харчування та питній воді" Затверджені наказом МОЗ України 03.05.2006 № 256.
127. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. Затверджені наказом Постановою Головного державного санітарного лікаря України 20.09.2001 №137.
128. ДСТУ 4910:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання масових часток вологи та сухих речовин [Текст]:– К., 2008. –13 с.
129. ДСТУ ISO 6658:2005 Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2005- 20с.
130. Петрова О.І., Стріха Л.О., Камаренко О.С. Харчова хімія. Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять. М.: МНАУ, 2020. – 147с.
131. Касьянова Н.О. Вплив стабілізаторів структури на перерозподіл форм зв'язків води в сметанних десертах / Н.О. Касьянова, Т.А. Скорченко/ //Молочна промисловість – 2005 - №2(17) – С. 34-36
132. ДСТУ 7045:2009 Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників. Зі зміною та поправкою. [Текст]: ДСТУ 7045:2009 – К., 2009. – 18 с
133. ДСТУ 5059:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів. Держспоживстандарт України К., 2008. –14 с

134. ДСТУ 4672:2006 Вироби кондитерські. Методи визначення золи і металоманітних домішок – К.: ДП "УкрНДНЦ", 2006. – 10 с.
135. ДСТУ 5024:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання кислотності та лужності - [Чинний від 2010–10–01]. - К.: ДП "УкрНДНЦ", 2010. – 8 с.
136. Сорочан О. О. Методи аналізу амінокислот : навч.-метод. посіб. / О. О. Сорочан, Н. І. Штеменко. – Д. : РВВ ДНУ, 2005. – 60 с.
137. Пат. 40623 Україна, МПК А 23 L 1/10. Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту / Дорохович А. М., Ковбаса В. М., Гуліч М. П., Дорохович В. В., Яременко О. М.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – заявл. 10.07.08; опубл. 27.04.09, Бюл. № 8.
138. ДСТУ ГОСТ 30518-97 Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій) [Текст]: ДСТУ ГОСТ 30518-97 – К., 2001 –13 с
139. ДСТУ 8051:2015 Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів [Текст]: ДСТУ 8051:2015 – К., 2015 –10 с
140. ДСТУ 7963:2015 Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів [Текст]: ДСТУ 7963:2015 – К., 2015 –12 с
141. ДСТУ 8535:2015 Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів [Текст]: ДСТУ 8535:2015 – К., 2015 –13 с
142. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів [Текст]: ДСТУ 8447:2015 – К., 2015 –13 с
143. ДСТУ 3946:2018 Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Настанови щодо розроблення і поставлення на виробництво нових та новітніх харчових продуктів. Держспоживстандарт України К., 2018. –14 с.
144. Махинько, В. М. Розрахунок біологічної цінності харчових продуктів та раціонів за методикою PDCAAS / В. М. Махинько, І. О. Соколовська, Л. М. Черниш // Зернові продукти і комбікорми. – 2017. – Т. 17. № 1. – С. 22–26.
145. Meyer-Rochow, V.B.; Gahukar, R.T.; Ghosh, S.; Jung, C. Chemical Composition, Nutrient Quality and Acceptability of Edible Insects Are Affected by

Species, Developmental Stage, Gender, Diet, and Processing Method. *Foods* 2021, 10, 1036. <https://doi.org/10.3390/foods10051036>

146. Orkusz, A. Edible insects versus meat—Nutritional comparison: Knowledge of their composition is the key of good health. *Nutrients* 2021, 13, 1207. <https://doi.org/10.3390/nu13041207>

147. Ruskova, M.; Petrova, T.; Goranova, Z. Edible insects—New meat alternative: A review. *J. Cent. Eur. Agric.* 2023, 24, 260–267. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.1.3726>

148. EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed *EFSA Journal*, 13(10), 4257. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>

149. Formici, G. (2022). Legislative and judicial challenges on insects for human consumption: From member states to the EU, passing through the court of justice of the EU. In L. Scaffardi, G. Formici (eds.). *Novel foods and edible insects in the European Union* (pp. 99–122). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-13494-4>

150. Montowska, M., Kowalczewski, P. Ł., Rybicka, I., & Fornal, E. (2019). Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders. *Food Chemistry*, 289, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.062>

151. Skotnicka, M., Karwowska, K., Kłobukowski, F., Borkowska, A., & Pieszko, M. (2021). Possibilities of the development of edible insect-based foods in Europe. *Foods*, 10(4), 766. <https://doi.org/10.3390/foods10040766>

152. Meyer-Rochow, V. B., & Jung, C. (2020). Insects used as food and feed: Isn't that what we all need? *Foods*, 9(8), 1–7. <https://doi.org/10.3390/foods9081003>

153. Borrelli, L., Varriale, L., Dipineto, L., Pace, A., Menna, L. F., & Fioretti, A. (2021). Insect derived lauric acid as promising alternative strategy to antibiotics in the antimicrobial resistance scenario. *Frontiers in Microbiology*, 12, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.620798>

154. Lenka Kouřimská, Anna Adámková (2016) Nutritional and sensory quality of edible insects *NFS Journal* Volume 4, Pages 22-26 <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.07.001>



155. Dominique Turck, Torsten Bohn, Jacqueline Castenmiller, Stefaan De Henauw and ect. (2022) Safety of partially defatted house cricket (*Acheta domesticus*) powder as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *ESFA Journal* Volume20,Issue5<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7258>
156. Hahn, T.; Roth, A.; Febel, E.; Fijalkowska, M.; Schmitt, E.; Arsiwalla, T.; Zibek, S. New methods for high-accuracy insect chitin measurement. *J. Sci. Food Agric.* 2018, 98, 5069–5073.
157. Александрова К. В., Шкода О. С., Крісанова Н. В., Левіч С. В., Юрченко Д. М. Прості та складні білки: методичний посібник з дисципліни «Біологічна хімія» для викладачів / К. В. Александрова [та ін.]. – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2015.- 115 с
158. L метіонін: для чого приймають, корисні властивості метіоніну для організму людини <https://belok.ua/blog/ua/l-metionin-dlya-chogo-pryjmayut-korysni-vlastyvosti-metioninu-dlya-organizmu-lyudyny/>
159. Сирова А.О., Шаповал Л.Г., Макаров В.А., Петюніна В.М., Грабовецька Є.Р., Андрєєва С.В., Наконечна С.А., Бачинський Р.О., Лук'янова Л.В., Козуб С.М., Левашова О.Л. Амінокислоти очима хіміків, фармацевтів, біологів: у 2-х т. Том 2 / – Х. «Щедра садиба плюс», 2015 – 268 с.
160. Fernstrom JD. 4<sup>th</sup> Amino Acid Assessment Workshop Branched-Chain Amino Acids and Brain Function. *J Nutr.* (2018) 135:1539–46. doi: 10.1093/jn/135.6.1539S
161. Layman DK, Walker DA. Branched-chain amino acids: metabolism, physiological function, and application. Potential importance of leucine in treatment of obesity and the metabolic syndrome. *J. Nutr.*(2018) 136:319–23. doi: 10.1093/jn/136.1.319S
162. Uauy R, Kurpad A, Tano-Debrah K, Otoo GE, Aaron GA, Toride Y, et al. Role of protein and amino acids in infant and young child nutrition: protein and amino acid needs and relationship with child growth. *J Nutr Sci Vitaminil.*(2015) 61:192–4. doi: 10.3177/jnsv.61.S192
163. Ramos-Bueno RP, González-Fernández MJ, Sánchez-Muros-Lozano MJ, García-Barroso F, Guil-Guerrero JL. Fatty acid profiles and cholesterol content of seven

insect species assessed by several extraction systems. *Eur Food Res Technol.* (2016) 242:1471–7. doi: 10.1007/s00217-016-2647-7

164. Food and Agricultural Organization (FAO)/World Health Organization (WHO)/United Nations University (UNU). Protein and Amino Acid Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition (2008).

165. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23 грудня 1997 року №771/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-ВР>

166. Goyal, P., Chugh, L. K., & Berwal, M. K. Storage effects on flour quality of commonly consumed cereals. *Journal of Applied and Natural Science.* 2017, 9(1), 551–555. <https://doi.org/10.31018/jans.v9i1.1228>

167. Stone, A.; Tanaka, T.; Nickerson, M. Protein quality and physicochemical properties of commercial cricket and mealworm powders. *J. Food Sci. Technol.* 2019, 56, 3355–3363.

168. Peters, J.; Vergeldt, F.; Boom, R.; van der Goot, A. Water-binding capacity of protein-rich particles and their pellets. *Food Hydrocoll.* 2017, 65, 144–156.

169. Amagliani, L.; Silva, J.; Saffon, M.; Dombrowski, J. On the foaming properties of plant proteins: Current status and future opportunities. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 118, 261–272.

170. Дорохович, В. В. Розроблення інноваційних технологій бісквітів на основі використання низькоглікемічних цукрів та цукрозамінників / В. В. Дорохович, А. Г. Абрамова // Якість і безпека харчових продуктів: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 12–13 листопада 2016. – Київ : НУХТ, 2016. – С. 99–101.

171. Дорохович, А., Дорохович, В., Мазур, Л., & Писарець, О. (2018). Комплексний індикатор якості цукру і цукрозамінників та їх використання у виробництві кондитерських виробів. *Продовольчі ресурси*, 6(10), 88–100. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-11>

172. Díaz-Ramírez, M.; Calderón-Domínguez, G.; García-Garibay, M.; Jiménez-Guzmán, J.; Villanueva-Carvajal, A.; de la Paz Salgado-Cruz, M.; Arizmendi-Cotero, D.; Del Moral-Ramírez, E. Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. *Food Hydroc.* 2016, 61, 633–639.
173. Pycarelle, S.C.; Bosmans, G.M.; Pareyt, B.; Brijs, K.; Delcour, J.A. The role of intact and disintegrated egg yolk low-density lipoproteins during sponge cake making and their impact on starch and protein mediated structure setting. *Foods* 2020, 10, 107.
174. Baldino, N.; Gabriele, D.; Lupi, F.R.; de Cindio, B.; Cicerelli, L. Modeling of baking behavior of semi-sweet short dough biscuits. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2014, 25, 40–52.
175. Tan, M.C.; Chin, N.L.; Yusof, Y.A.; Taip, F.S.; Abdullah, J. Characterization of improved foam aeration and rheological properties of ultrasonically treated whey protein suspension. *Int. Dairy J.* 2015, 43, 7–14.
176. Guadarrama-Lezama, A.Y.; Carrillo-Navas, H.; Pérez-Alonso, C.; Vernon-Carter, E.J.; Alvarez-Ramirez, J. Thermal and rheological properties of sponge cake batters and texture and microstructural characteristics of sponge cake made with native corn starch in partial or total replacement of wheat flour. *LWT—Food Sci. Tech.* 2016, 70, 46–54.
177. Indriani, S., Ab Karim, M. S. B., Nalinanon, S, Karnjanapratum, S. (2020). Quality characteristics of protein-enriched brown rice flour and cake affected by Bombay locust (*Patanga succincta* L.) powder fortification. *LWT*, 119, 108876
178. Li, W.; Xiao, X.; Guo, S.; Ouyang, S.; Luo, Q.; Zheng, J.; Zhang, G. Proximate composition of triangular pea, white pea, spotted colored pea, and small white kidney bean and their starch properties. *Food Bioprocess Technol.* 2014, 7, 1078–1087.
179. Кравченко М.Ф., Романовська О.Л., Борук С.Д. Реологічні властивості бісквітного тіста з борошном «Здоров'я». Наукові праці НУХТ. 2015. Том 21, №5.
180. Rodríguez-García, J.; Sahi, S.S.; Hernando, I. Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT-Food Sci. Technol.* 2014, 58, 173–182.

181. Domian, E.; Brynda-Kopytowska, A.; Oleksza, A. Rheological properties and physical stability of o/w emulsions stabilized by OSA starch with trehalose. *Food Hydroc.* 2015, 44, 49–58.
182. Hao, Y.; Wang, F.; Huang, W.; Tang, X.; Zou, Q.; Li, Z.; Ogawa, A. Sucrose substitution by polyols in sponge cake and their effects on the foaming and thermal properties of egg protein. *Food Hydroc.* 2016, 57, 153–159.
183. Cappelli, A.; Bettaccini, L.; Cini, E. The kneading process: A systematic review of the effects on dough rheology and resulting bread characteristics, including improvement strategies. *Trends. Food Sci. Technol.* 2020, 104, 91–101.
184. Fanari, F.; Desogus, F.; Scano, E.A.; Carboni, G.; Grosso, M. The Rheological Properties of Semolina Doughs: Influence of the Relative Amount of Ingredients. *Chem. Eng. Trans.*, 2019, 76, 703–708.
185. Roncolini, A.; Milanović, V.; Cardinali, F.; Osimani, A.; Garofalo, C.; Sabbatini, R.; Clementi, F.; Pasquini, M.; Mozzon, M.; Foligni, R.; et al. Protein fortification with mealworm (*Tenebrio molitor* L.) powder: Effect on textural, microbiological, nutritional and sensory features of bread. *PLoS ONE* 2019, 14, e0211747.
186. Погожих М. І., Пак А. О., Чеканов М. А., Іштван Є. О., Павлюк І. М. Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами // Східно-європейський журнал передових технологій. 2014. № 5/11(71). С. 42–46.
187. Iorgachova K. Makarova O., Kotuzaki E. (2016). The influence of gluten-free flours on the quality indicators of biscuit semi-finished products. *Grain Products and Mixed Fodder's. Odesa.* (Vol. 64, Issue 4, P. 16-21).
188. Cabuk, B. Influence of grasshopper (*Locusta Migratoria*) and meal worm (*Tenebrio Molitor*) Powder on the quality characteristics of protein rich muffins: Nutritional, physicochemical, textural and sensory aspects. *J. Food Meas. Charact.* 2021, 15, 3862–3872.
189. ДСТУ 4803:2007. Торти і тістечка. Загальні технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. –26 с

190. Fontes, T.; de Oliveira, K.; Gomes Almeida, I.; Maria Orlando, T.; Rodrigues, P.; Costa, D.; Rosa, P. Digestibility of Insect Meals for Nile Tilapia Fingerlings. *Animals* 2019, 9, 181.
191. Marono, S.; Piccolo, G.; Loponte, R.; Meo, C.; Attia, Y.; Nizza, A.; Bovera, F. In Vitro Crude Protein Digestibility of *Tenebrio Molitor* and *Hermetia Illucens* Insect Meals and its Correlation with Chemical Composition Traits. *Ital. J. Anim. Sci.* 2015, 14, 3889.

# ДОДАТКИ

## **ДОДАТОК А**

### **Нормативна документація для виготовлення збивного бісквітного напівфабрикату**

**Додаток А1**  
**Технічні умови на борошно із цвіркунів ТУ У 10.8-45204873-001:2023**

ДКПП 10.89

УКНД 67.040



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор ТОВ «ААЧЕТА УКРАЇНА»

А.С. Завадська

« 02 » 11 2023 р.



**БОРОШНО ІЗ ЦВІРКУНІВ**

Технічні умови

ТУ У 10.8- 45204873-001:2023

Вперше

Дата надання чинності 02.11.2023

Чинні до 02.11.2028

**РОЗРОБЛЕНО**

Аспірант кафедри технології харчування  
Сумського національного аграрного  
університету

С.Г. О.Г. Серeda

« 30 » 10 2023 р.





**ЗМІСТ**

|                                            | С. |
|--------------------------------------------|----|
| 1 Сфера застосування.....                  | 3  |
| 2 Нормативні посилання.....                | 4  |
| 3 Терміни та визначення понять.....        | 9  |
| 4 Технічні вимоги.....                     | 9  |
| 5 Вимоги безпеки.....                      | 15 |
| 6 Вимоги охорони довкілля, утилізації..... | 16 |
| 7 Правила приймання.....                   | 16 |
| 8 Методи контролювання.....                | 18 |
| 9 Транспортування та зберігання.....       | 19 |
| 10 Гарантії виробника.....                 | 20 |
| Додаток А.....                             | 21 |
| Додаток Б.....                             | 22 |

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці технічні умови (далі по тексту - ТУ) поширюються на борошно із цвіркунів, яке виготовлене із цвіркунів роду *Acheta Domestica* (далі по тексту – борошно). Борошно призначене для виготовлення продуктів харчування, хлібобулочних виробів, борошняних та кондитерських виробів. Борошно призначено для реалізації через торговельну мережу та у системі ресторанного господарства.

Вимоги щодо безпечності продукції викладено у розділі 2, безпеки її виробництва, охорони довкілля – розділах 5, 6.

Умовне позначення при замовленні, ідентифікації та в іншій документації і позначення продукції при замовленні та ідентифікації:

Борошно із цвіркунів роду *Acheta Domestica* ТУ У 10.8-45204873-001:2023.

Дозволено виготовляти борошно під конкретною власною та/або комерційною (фірмовою) назвою, яка може бути зазначена літерами латинської абетки, або без них. Власну назву надає підприємство-виробник у відповідності із складом та родом цвіркунів відповідно до чинного законодавства. Назва може бути доповнена знаком для товарів та послуг, які прийняті на підприємстві-виробнику у встановленому порядку згідно з вимогами чинного законодавства.

Технічні умови треба перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останнього перевірвання, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше, у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені в цих ТУ.

Ці технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані та розповсюджені на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу власника ТОВ «ААЧЕТА УКРАЇНА».

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

В цих ТУ наведені посилання на наступні нормативні документи (НД):

|                                                      |     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон України<br>16.10.1992 № 2707-XII               | від | Про охорону атмосферного повітря                                                                                                                                                                                                                                             |
| Закон України<br>23.12.1997 р № 771/97-ВР            | від | Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів                                                                                                                                                                                                   |
| Закон України<br>14.01.2000 № 1393-XIV               | від | Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції                                                                                                                                                          |
| Закон України<br>06.12.2018 № 2639-VIII              | від | Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів                                                                                                                                                                                                                        |
| Постанова КМУ<br>25.03.1999 р. № 465<br>ДСТУ 3147-95 | від | Про затвердження «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»<br>Коди та кодування. Штрихових кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Формат та розташування штрих кодових позначок EAN на тарі та пакованні товарної продукції. Загальні вимоги |
| ДСТУ 4543:2006<br>ДСТУ 7239:2011                     |     | Борошно соєве харчове. Технічні умови<br>Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація                                                                                                                                   |
| ДСТУ 7275:2012                                       |     | Пакети з полімерних та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови                                                                                                                                                                                                      |
| ДСТУ 7670:2014                                       |     | Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів                                                                                                                                                                         |
| ДСТУ 7963:2015                                       |     | Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів                                                                                                                                                                                                               |
| ДСТУ 8051:2015                                       |     | Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів                                                                                                                                                                                                       |
| ДСТУ 8446:2015                                       |     | Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів                                                                                                                                                               |
| ДСТУ 8535:2015                                       |     | Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів                                                                                                                                                                                                                       |
| ДСТУ 8828:2019<br>ДСТУ ГОСТ 9142:2019                |     | Пожежна безпека. Загальні положення<br>Ящики з гофрованого картону. Загальні технічні умови (ГОСТ 9142-2014, IDT)                                                                                                                                                            |
| ДСТУ ГОСТ 30726:2002                                 |     | Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду <i>Escherichiacoli</i> (ГОСТ 30726-2001, IDT)                                                                                                                                                       |
| ДСТУ Б.А.3.2-12:2009<br>ДСТУ pr EN 1672-1-2001       |     | Системи вентиляційні. Загальні вимоги<br>Обладнання для харчової промисловості. Вимоги                                                                                                                                                                                       |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки                                                                                                                                                                              |
| ДСТУ EN 1672-2:2014   | Устаткування для харчової промисловості. Основні положення. Частина 2. Вимоги щодо гігієни                                                                                                                                                             |
| ДСТУ EN 12824:2004    | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення <i>Salmonella</i> (EN 12824:1997, IDT)                                                                                                                            |
| ДСТУ ISO 780–2001     | Пакування. Графічне маркування щодо поводження з товарами                                                                                                                                                                                              |
| ДСТУ ISO 1871:2003    | Продукти харчові сільськогосподарські. Загальні настанови щодо визначення вмісту азоту методом К'ельдаля (ISO 1871:1975, IDT)                                                                                                                          |
| ДСТУ ISO 6887-1:2003  | Мікробіологія харчової продукції та кормів. Підготовка зразків для випробування, вихідної суспензії та десятиразових розведень для мікробіологічного дослідження. Частина 1. Загальні правила підготовки вихідної суспензії та десятикратних розлучень |
| ДСТУ ISO 6888-1:2003  | Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коагулазо-позитивних стафілококів ( <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> та інших видів).                                                                             |
| ДСТУ ISO 7932:2007    | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод визначення кількості ймовірно <i>Bacillus cereus</i> . Техніка підрахунку за температури 30° C (ISO 7932:2004), DT                                                          |
| ДСТУ ISO 7954:2006    | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови з підрахунку дріжджів і мікроскопічних грибів. Техніка підрахування колоній, культивованих за температури 25 °C (ISO 7954:1997, IDT)                                          |
| ДСТУ ISO 11290-2:2003 | Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування <i>Listeria monocytogenes</i> . Частина 2. Метод підрахування                                                                                    |
| ДСТУ ISO 13690:2003   | Зернові, бобові та продукти їхнього помелу. Відбирання проб                                                                                                                                                                                            |
| ДСТУ ISO 15213:2014   | Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування кількості сульфітовідновлювальних бактерій, які ростуть в анаеробних умовах (ISO 15213:2003, IDT)                                                             |
| ДСТУ ISO 21528-2:2014 | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення і підрахунок ентеробактерій ( <i>Enterobacteriaceae</i> ). (ISO                                                                                                   |

|                                           |                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДСТУ OIML R 87:2012<br>ГСТУ 46.004-99     | 21528-2:2004, IDT)<br>Кількість фасованого товару в упаковках<br>Борошно пшеничне. Технічні умови                                                                                           |
| ГОСТ 14192-96                             | Маркировкагрузов (Маркування вантажів)                                                                                                                                                      |
| ГОСТ 30178-96                             | Сырье и продуктыпищевые. Атомно-абсорбционный метод определениятоксичныхэлементов (Сировина та продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначання токсичних                             |
| ГН 6.6.1.1-130–2006                       | Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів $^{137}\text{Cs}$ і $^{90}\text{Sr}$ у продуктах харчування та питній воді, затверджено Наказом МОЗ №256 від 03.05.2006 |
| ДБН В.2.5-28–2018                         | Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення                                                                                                                        |
| ДБН В.2.5-67:2013<br>ДСанПіН 2.2.4-171–10 | Опалення, вентиляція та кондиціонування<br>Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною                                        |
| ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000–2001              | Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті  |
| МВ 6.6.1-10.10.1.7.158-08                 | Відбір проб, первина обробка та визначення вмісту $^{90}\text{Sr}$ та $^{137}\text{Cs}$ та харчових продуктах, затверджено Наказом МОЗ від 11.08.2007 №446                                  |
| МР 4.4.4-108-2004                         | Методичні рекомендації. Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки                                                                           |
| ДСН 3.3.6.037–99                          | Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку                                                                                                                                 |
| ДСН 3.3.6.039–99                          | Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації                                                                                                                         |
| ДСН 3.3.6.042–99                          | Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень                                                                                                                                  |
| ДСН 3.3.6.042-99                          | Санитарные нормы микроклимата производственных помещений (Санітарні норми мікроклімату та виробничих приміщень)                                                                             |
| НПАОП 0.00-4.01-08                        | Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту                                                           |
| Наказ МОЗ №52 від 14.01.2020              | Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в                                                                                                |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наказ МОЗ №145 від 17.03.2011   | атмосферному повітрі населених місць                                                                                                                                                                                                    |
| Наказ МОЗ №150 від 21.02.2013   | Про затвердження Державних санітарних норм та правил утримання територій населених місць                                                                                                                                                |
| Наказ МОЗ №280 від 23.07.2002   | Правила проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв та організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб         |
| Наказ МОЗ №368 від 13.05.2013   | Щодо організації проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв і організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб |
| Наказ МОЗ №548 від 19.07.2012   | Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах"                                                                                                  |
| Наказ МОЗ № 1596 від 14.07.2020 | Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів                                                                                                                                  |
|                                 | Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони                                                                                                                       |

### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цих ТУ використовуються терміни згідно ГСТУ 46.004 а також:

Борошно із цвіркунів (анг. – *cricketflour*) –це борошно, яке виготовляється з цілого, замороженого, висушеного та перетвореного у порошкоподібну форму домашнього цвіркуна. Термін «домашній цвіркун» відноситься до дорослих *Achetadomesticus*, виду комах, що належить до сімейства Gryllidae.

### 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

**4.1** Борошно повинно відповідати вимогам цих ТУ, виготовляють згідно з технологічною інструкцією та рецептурою, затвердженими на підприємстві в установленому порядку та відповідати вимогам Закону України від 23.12.1997 № 771/97 –ВР.

## 4.2 Характеристики

Борошно має високий вміст протеїну (білку) до 70,0 % отже може бути рекомендоване як продукт з високим вмістом білку

**4.2.1** За органолептичними показниками борошно повинне відповідати вимогам, наведеним у таблиці 1.

**Таблиця 1 – Органолептичні показники борошна**

| Назва показнику  | Характеристика                                                                                                                                                                                                 | Методи контролювання |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Зовнішній вигляд | Розсипне борошно, без щільних грудочок, плісняви                                                                                                                                                               | 8.2                  |
| Запах            | Власний даному борошну, з легким запахом волоського горіха, без затхлого, пліснявого та інших сторонніх запахів                                                                                                |                      |
| Смак             | Характерний конкретному виду борошна, без стороннього присмаку                                                                                                                                                 | 8.2                  |
| Крупність помелу | Розсипне борошно повинне повністю просіюватись через сито з розміром сторін отворів 5 мм.<br>При просіюванні борошно через сито з діаметром отворів 3,2 мм допускається залишок частин на ситі не більше 5,0 % |                      |

**4.2.2** За фізико-хімічними показниками борошно повинне відповідати нормам, наведеним у таблиці 2.

**Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники борошна**

| Назва показнику                                                                                   | Норма для борошна | Методи контролювання |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Масова частка вологи, %, не більше ніж                                                            | 2,2               | 8.3                  |
| Масова частка харчових волокон, %                                                                 | 3-6               |                      |
| Масова частка жиру, %, не більше ніж                                                              | 13,7              |                      |
| Масова частка хітину, %, не більше ніж                                                            | 8,59              |                      |
| Масова частка сирого протеїну, %                                                                  | 55 -72,0          |                      |
| Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, %, не більше ніж | 2,87              |                      |
| Наявність шкідників хлібних запасів                                                               | Не допускається   |                      |
| Вміст металоманітних домішків                                                                     | Не допускаються   |                      |

**4.2.3** Вміст пестицидів у борошніне повинен перевищувати допустимі рівнів наведені ДСанПІН 8.8.1.2.3.4

**4.2.4** Вміст токсичних елементів, нітратів, афлатоксинів В<sub>1</sub>, М<sub>1</sub>, у борошні не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені Наказом МОЗ № 368 від

13.05.2013, а вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівні, встановлені ГН 6.6.1.1-130, затверджені Наказом МОЗ №256 від 03.05.2006 які наведені у таблиці 3.

**Таблиця 3** — Показники безпечності

| Назва показника    | Одиниця вимірювання                  | Допустимий рівень | Метод контролювання |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Токсичні елементи: |                                      |                   |                     |
| свинець            | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,5               | 8.4                 |
| Кадмій             | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,1               |                     |
| миш'як             | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,3               |                     |
| Ртуть              | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,02              | 8.10                |
| Афлотоксин         | мг/кг                                | 5                 |                     |
| Охротоксин         | мак. рівень мг NoI <sup>-3</sup> /кг | 0,5               |                     |
| Дезоксин/нівелін   | мг/кг                                | 500               |                     |
| Зеараленон         | мг/кг                                | 50                |                     |
| Радіонукліди:      |                                      |                   |                     |
| цезій -137         | Бк/кг                                | 20                | 8.5                 |
| стронцій -90       | Бк/кг                                | 5                 |                     |

**4.2.5** За мікробіологічними показниками борошно повинне відповідати відповідним вимогам Наказом МОЗ №548 від 19.07.2012 та наведені у таблиці 4.

**Таблиця 4** — Мікробіологічні показники борошна

| Назва показника                                                     | Одиниці вимірювань | Вимоги нормативної документації | Результати випробувань | Методи випробувань |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|
| 1                                                                   | 2                  | 3                               | 4                      | 5                  |
| МАФАН/ загальна кількість аеробних колоній                          | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^5$      | $1,0 \cdot 10^2$       | 8.7, 8.8, 8.9      |
| Плісневі гриби                                                      | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не менше 10            |                    |
| Дріжджі                                                             | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не менше 10            |                    |
| <i>Escherichiacoli</i>                                              | КУО/г              | не більше $5,0 \cdot 10^1$      | не знайдено            |                    |
| Патогенні мікроорганізми в т.ч. сальмонели/ <i>Salmonellaspp.</i>   | в 25 г             | не дозволено                    | не знайдено            |                    |
| <i>Listeria monocytogenes</i>                                       | в 25 г             | не дозволено                    | не знайдено            |                    |
| Бактерії родини <i>Enterobacteriaceae</i>                           | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не знайдено            |                    |
| Сульфитредуквальнікостри-дії/ Сульфитвідновлюючі анаероби           | КУО/г              | не більше $3,0 \cdot 10^1$      | не знайдено            |                    |
| <i>Bacillus cereus</i>                                              | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | менше 10               |                    |
| <i>Coagilasepos. Staphylococcus</i> /Коагулазопозитивні стафілококи | КУО/г              | не більше $1,0 \cdot 10^2$      | не знайдено            |                    |



### 4.3 Вимоги до сировини

Для виготовлення борошнавикористовують:цвіркунів роду *Acheta Domestica*.

Заборонено переробляти сировину в якій вміст нітратів, токсичних елементів та мікотоксинупатуліну, афлатоксинів В<sub>1</sub>, М<sub>1</sub>, антибіотиків перевищує максимально допустимі рівні, вміст радіонуклідів перевищує рівні, встановлені Наказ МОЗ України від 03.05.2006 р. №256, а залишкова кількість пестицидів перевищує максимально допустимі рівні, встановлені ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000.

Заборонено додання у борошно штучні барвники, синтетичні ароматичні речовини, консерванти.

### 4.4 Маркування

**4.4.1** Маркування проводять згідно з Законом України від 06.12.2018 №2639-VIII.

**4.4.2**Маркування споживчої тари наносять державною мовоютипографським або іншим способом у доступній для сприймання споживачем формі на етикетку, яка повинна бути прикріплена до пакування, або безпосередньо на поверхню тари з обов'язковим зазначенням такої інформації:

- назви продукту;
- назви та повної адреси і номера телефону підприємства-виробника, адреси потужностей (об'єкта) виробництва;
- номінальної маси нетто (г, кг) або номінального об'єму продукту (дм<sup>3</sup>) та допустимого відхилення (%);
- склад продукту у порядку переваги складників;
- поживної (харчової) та енергетичної цінності (калорійності) із зазначенням кількості білків, жирів, вуглеводів у встановлених одиницях виміру на 100г продукту – згідно з додатком А;
- кінцевої дати споживання „Вжити до” або дати виробництва та строку придатності;
- товарного знака (за наявності);

- умов зберігання (температурний режим, відносна вологість повітря, освітлення – для продуктів у світлопроникній тарі);

- номер партії виробництва;
- напису: «Відкрити упаковку зберігати в холодильнику»;
- позначення цих технічних умов;
- штрихового коду згідно з ДСТУ 3147.

**4.4.3** Транспортне маркування повинно проводитись згідно з ДСТУ ISO 780, ГОСТ 14192 з зазначенням маніпуляційних знаків, залежно від виду тари, умов зберігання та транспортування.

**4.4.4** На один з торцевих боків транспортної тари з продукцією повинно бути нанесене державною мовою чітке маркування фарбою, що не змивається і не має запаху, за допомогою трафарету або наклеєний ярлик, виконаний типографським способом.

Маркування транспортної тари виконують державною мовою з обов'язковим зазначенням такої інформації:

- назва продукту;
- назви та повної адреси і телефон виробника та адреси потужностей (об'єкта) виробництва (місцезнаходження);
- товарного знака (за наявності);
- маси брутто, кг;
- кількості споживчих одиниць пакування (шт.);
- кінцевої дати споживання «Вжити до» або дати виробництва та строку придатності;
- умов зберігання та використання;
- номера пакувальника;
- позначення цих технічних умов.

## **4.5 Пакування**

**4.5.1** Борошно пакують у споживчу тару – пакети масою нетто від 0,1 кг до 1,0 кг при кратності 0,1.

**4.5.2** Борошно пакують у пакети з поліетиленової харчової плівки згідно з ДСТУ 7275, в пакети, виготовлені із поліетилену, полімерних і комбінованих матеріалів, що призначені для фасування харчових продуктів згідно з чинними нормативними документами, що мають висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи, виданий центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України, або імпортного виробництва, які мають висновок МОЗ.

Матеріали імпортного виробництва: плівка, пакети, коробки, повинні відповідати вимогам і мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України та сертифікат відповідності.

**4.5.3** Пакети, повинні бути термоспаяні. На клей, що використовують для склеювання, повинен бути висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи, виданий центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

**4.5.4** Маса нетто продукції в пакувальній одиниці повинна відповідати зазначеному в маркуванні. Значення допустимих мінусових відхилень маси нетто для окремих пакувальних одиниць не повинно перевищувати вимог, встановлених згідно з ДСТУ OIMLR 87.

Допустимі відхили неттопакувальної одиниці для розфасованої та вагової продукції мають відповідати наведені в таблиці 5.

**Таблиця 5** — Допустимі відхили маси неттопакувальної одиниці

| Номінальне значення маси продукції в пакувальній одиниці, г                                                            | Значення границі допустимого мінусового відхилення від номінального значення |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                                                                                        | %                                                                            | г    |
| Від 50 до 100 включно                                                                                                  | -                                                                            | 4,5  |
| » 100 » 200 »                                                                                                          | 4,5                                                                          | -    |
| » 200 » 300 »                                                                                                          | -                                                                            | 9,0  |
| » 300 » 500 »                                                                                                          | 3,0                                                                          | -    |
| » 500 » 1000 »                                                                                                         | -                                                                            | 15,0 |
| <b>Примітка 1.</b> Граничне значення плюсового відхилення маси нетто від номінального значення маси нетто не обмежено. |                                                                              |      |

**4.5.5** Тара та комбінований матеріал імпортного виробництва, що використовують під час пакування борошна, повинні відповідати вимогам чинних

нормативних документів та мати висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

## **5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ**

**5.1** Під час виготовлення продукції необхідно дотримуватись вимог щодо безпеки, що встановлені технологічною інструкцією, розробленою та затвердженою в установленому порядку.

**5.2** Виробничі приміщення повинно бути обладнано приливно-витяжною вентиляцією згідно з ДСТУ Б А.3.2.-12, ДБН В.2.5-67.

**5.3** Повітря робочої зони та мікроклімат виробничих приміщень повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042.

**5.4** Штучне та природне освітлення виробничих приміщень повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

**5.5** В процесі виробництва необхідно дотримуватись вимог безпеки до технологічних процесів відповідно до ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039.

**5.6** Технологічне устаткування для виробництва борошна повинно відповідати вимогам ДСТУ prEN 1672-1, ДСТУ EN 1672-2.

**5.7** Пожежна безпека на виробництві повинна відповідати вимогам ДСТУ 8828.

**5.8** Виробничі приміщення повинні бути забезпечені питною водою згідно з ДСанПін 2.2.4-171.

**5.9** Система вентиляції і опалення цеху з виробництва борошна повинні відповідати вимогам ДБН В 2.5-67.

**5.10** Все обладнання для виробництва та фасування повинно підлягати санітарній обробці за схемою санітарно-бактеріологічного контролю, миття і дезінфекції обладнання, згідно з відповідною інструкцією графіку, затвердженого в установленому порядку.

**5.11** Рівень шуму у виробничому приміщенні під час роботи виробничого обладнання не повинен перевищувати рівні, встановлені

ДСН 3.3.6.037.

**5.12** Робочі місця повинні бути забезпечені інструкціями з техніки безпеки

**5.13** Цех з виробництва та фасування борошна повинен бути забезпечений медичною аптечкою.

**5.14** Працівники повинні бути забезпечені спецодягом згідно з ДСТУ 7239, НПАОП 0.00-4.01.

**5.15** Персонал, на виробництві борошна повинен проходити періодичні медичні огляди згідно з Наказом МОЗ України від 23.07.2002 № 280 та Наказом МОЗ України від 21.02.2013 №150.

## **6 ВИМОГИ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ**

**6.1** Охорона атмосферного повітря від забруднення шкідниками здійснюється відповідно до вимог Закону України №2707-XII від 16.10.1992р. Наказу МОЗ України № 1596 від 14.07.2020. Наказу МОЗ України №52 від 14.01.2020 р.

**6.2** Переробку, утилізацію, знищення неякісної продукції здійснюється згідно з вимогами, що встановлені Законом України №1393-XIV від 14.01.2000.

**6.3** Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснювались згідно з вимогами Наказу МОЗ України №145 від 17.03.2011р.

**6.4** Охорона поверхневих вод від забруднення повинна здійснюватись відповідно до вимог Постанови КМУ №465 від 25.03.1999р.

## **7 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ**

**7.1** Борошно приймають партіями. Партія – це кількість продукту виготовленого з однієї сировини за однакових умов при одному технологічному циклі. Правила приймання, визначення партії, об'єм вибірок та відбирання проб згідно з ДСТУ ISO 13690.

**7.2** Кожну партію борошна супроводжують документом, що підтверджує його безпечність та якість в документі повинно вказуватись:

- номер і дату видачі документу;

- найменування підприємства - виробника;
- вид і повну назву борошна;
- результати аналізу якості борошна;
- показники безпечності (підтвердження не перевищення допустимих рівнів);
- кінцеву дату споживання або дату виробництва та строк придатності;
- умови зберігання позначених в цих ТУ;
- підпис відповідальної особи.

**7.3** Для визначення відповідної якості борошна вимогам цих ТУ підприємство-виробник проводить приймальне і періодичне контролювання.

**7.4** Приймальному контролюванню підлягає кожна партія борошна за органолептичними показниками, масою нетто, якістю пакування та маркування.

**7.5** При періодичному контролі перевіряють фізико-хімічні показники – згідно з планом графіком підприємства-виробника, яке має гарантувати відповідність зазначених показників згідно цих ТУ, а також за вимогою споживача.

**7.6** Періодичність контролювання показників безпечності регламентуються згідно з планом контролю за безпечністю харчових продуктів, розробленим та затвердженим оператором потужності в установленому порядку.

**7.7** Контролювання наявності патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Salmonella* та *L. Monocytogenes*, здійснюється у порядку державного санітарного нагляду санітарно-епідеміологічною службою з періодичністю, затвердженою у встановленому порядку.

**7.8** У разі отримання незадовільних результатів хоча б за одним із показників проводять повторні випробування подвійної вибірки від тієї самої партії. Якщо отримують незадовільні результати повторного випробування, партію бракують

## **8 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ**

### **8.1 Відбирання проб**

**8.1.1** Готування проб до контролювання здійснюють згідно ДСТУ ISO 13690, готування проб для визначення мікробіологічних показників здійснюють згідно з ДСТУ 8051, ДСТУ ISO 6887-1.

**8.2** Органолептичні показники перевіряють згідно ГСТУ 46.004, якість пакування і маркування – візуально.

**8.3** Фізико-хімічні показники (вологість, масова частка жиру, масова частка харчових волокон, хітину, золи, сирого протеїну, вміст металомангнітних домішок, наявність шкідників хлібних запасів) визначають згідно з ГСТУ 46.004, ДСТУ 4543, ДСТУ ISO 1871.

**8.4** Вміст токсичних елементів, у борошні визначають відбирання проб – згідно з ДСТУ 7670, свинець – ГОСТ 26932 [3], кадмій - ГОСТ 26933 [4], миш'як - ГОСТ 26930 [2], ртуть – 26927 [1].

**8.5** Вміст радіонуклідів визначають згідно з МВ 6.6.1-10.10.17.158 та іншими чинними нормативними документами і рекомендаціями, погодженими центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

**8.6** Відбирають проби для мікробіологічного аналізування – згідно з ДСТУ 8051, готування проб – згідно з ДСТУ 7963, методи культивування мікроорганізмів – згідно з ДСТУ 8535, готування розчинів реактивів, поживних середовищ – проводять згідно з чинними НД, сальмонели згідно ДСТУ EN 12824.

**8.7** Мікробіологічне аналізування проводять згідно з ДСТУ ISO 7932, ДСТУ ISO 7954, ДСТУ ГОСТ 30726.

**8.8** Виявляють збудників псування у разі потреби підтвердження мікробного псування згідно з ДСТУ ISO 11290, ДСТУ ISO 21528, ДСТУ 8446, ДСТУ ISO 6888-1, ДСТУ ISO 15213, ДСТУ ISO 79377.

**8.9** Патогенні мікроорганізми виявляють за вимогою органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду в зазначених ними лабораторіях згідно з ДСТУ ISO 7932, ДСТУ EN 12824.

**8.10** Періодичність контролювання показників безпечності (вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів та радіонуклідів) згідно з МР 4.4.4-108.

**8.11** При отриманні негативних результатів хоча б за одним з показників, аналізування повторюють з подвійної вибірки, у разі отримання незадовільних результатів бракують партію повністю.

**8.12** Дозволено використовувати інші стандартні методики, методи і засоби вимірювальної техніки, які за своїми метрологічними і технічними характеристиками відповідають вимогам цих технічних умов. Використання аналітичних методів дозволено, якщо вони відповідають референс-методам і протоколам, прийнятим на міжнародному рівні. Стандарти ISO та настанови Codex Alimentarius використовуються як референс-методи.

## **9 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ**

**9.1** Транспортування та зберігання борошна здійснюють згідно чинного законодавства.

**9.2** Транспортування борошна проводять всіма видами критого транспорту згідно з правилами транспортних організацій з перевезення вантажів (харчових продуктів), які діють на даному виді транспорту.

Транспортні засоби повинні бути чистими, сухими, без сторонніх запахів. Під час перевезення не повинно виникати ушкодження цілісності пакування.

**9.3** Борошно зберігають у добре вентильованих, чистих, сухих, без сторонніх запахів складських приміщеннях за температури від 6 °C до 18 °C та відносної вологості не більшої, ніж 75 %.

**9.4** Строк зберігання від дати виготовлення у споживчому пакуванні без пошкодження – 2 роки.

## **10 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА**

**10.1** Виробник гарантує відповідність якості борошна вимогам цих ТУ у разі дотримування умов транспортування і зберігання.

**10.2** Строк придатності борошна зазначено в 9.4.



## ДОДАТОК А

(довідковий)

ІНФОРМАЦІЙНІ ДАНІ ПРО ХАРЧОВУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЦІННІСТЬ  
(КАЛОРІЙНІСТЬ) БОРОШНА

Таблиця А.1 – Харчова та енергетична цінність (калорійність) 100 г борошна

| Назва продукту | Білки, g (г), не менше ніж | Жири/насичені жири, g (г), не менше ніж | Вуглеводи/цукри/поліоли, g (г), не менше ніж | Сіль, g (г), не більше ніж | Енергетична цінність |          |
|----------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------|
|                |                            |                                         |                                              |                            | kcal (ккал)          | kJ (кДж) |
| Борошно        | 71,9                       | 13,7                                    | 9,33                                         | 0,28                       | 446,35               | 1867,53  |

**Примітка 1.** Харчову та енергетичну цінність (калорійність) 100 г продукту, які виготовляються під конкретними назвами може розраховувати виробник та затверджувати в установленому порядку.

**Примітка 2.** Параметричні значення показників харчової цінності продукту обґрунтовує та розраховує оператор ринку чи виробник в установленому порядку, відповідно до вимог чинного законодавства на підставі аналітичних методів дослідження та/або з використанням розрахункового методу з урахуванням рецептури продукту і даних про склад сировини.

**Примітка 3.** Показники харчової та енергетичної цінності (калорійності) продукту можуть коливатися залежно від природно-кліматичних умов та технології виробництва

## ДОДАТОК Б

(довідковий)

**БІБЛІОГРАФІЯ**

- 1    ГОСТ 26927–86   Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути (Сировина та продукти харчові. Метод визначання ртуті)
- 2    ГОСТ 26930–86   Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (Сировина та продукти харчові. Метод визначання миш'яку)
- 3    ГОСТ 26932–86   Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца (Сировина та продукты харчові. Методи визначання свинцю)
- 4    ГОСТ 26933–86   Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия (Сировина та продукты харчові. Методи визначання кадмію)

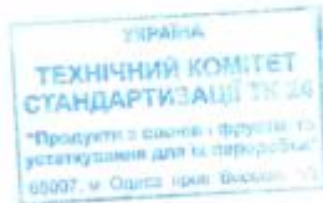
## АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН ТЕХНІЧНИХ УМОВ

[illegible]

**Додаток А2**  
**Технічні умови на Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат ТУ У 10.7-04718013-001:2023**

ДКПП 10.7

УКНД 67.120



ЗАТВЕРДЖУЮ

Сумський національний аграрний  
університет  
Проректор з наукової та міжнародної  
діяльності  
Д-р. економ. наук

  
Юрій ДАНЬКО  
" 03 " березня 2023 р.

ПРОДУКТИ КОНДИТЕРСЬКІ БІСКВІТ НАПІВФАБРИКАТ

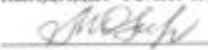
ТЕХНІЧНІ УМОВИ

ТУ У 10.7-04718013-001:2023

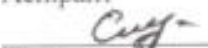
Уведено вперше  
дата надання чинності 03.03.2023 р

РОЗРОБЛЕНО

Сумський національний аграрний університет  
Кафедра технології харчування  
кандидат технічн. наук, доцент

  
Оксана МЕЛЬНИК  
" 02 " березня 2023 р.

Аспірант

  
Ольга СЕРЕДА  
" 02 " березня 2023 р.

## ЗМІСТ

|                                             | С. |
|---------------------------------------------|----|
| 1. Сфера застосування.....                  | 3  |
| 2. Нормативні посилання.....                | 4  |
| 3. Класифікація.....                        | 8  |
| 4. Технічні вимоги.....                     | 9  |
| 5. Вимоги безпеки.....                      | 14 |
| 6. Вимоги охорони довкілля, утилізації..... | 15 |
| 7. Правила приймання.....                   | 16 |
| 8. Методи контролювання.....                | 17 |
| 9. Транспортування та зберігання.....       | 18 |
| 10. Гарантії виробника.....                 | 19 |
| Додаток А.....                              | 20 |
| Додаток Б.....                              | 21 |

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці технічні умови (далі по тексті - ТУ) поширюються на бісквіт – напівфабрикат (балі по тексті – бісквіт), який виготовлений з додаванням суміші борошна хлібопекарського та цвіркунів. Продукт призначений для виготовлення борошняних кондитерських виробів. Продукт призначено для реалізації через торговельну мережу.

Вимоги щодо безпечності продукції викладено в розділі 5, безпеки її виробництва, охорони довкілля – розділах 5, 6.

Умовне позначення при замовленні, ідентифікації та в іншій документації і позначення продукції при замовленні та ідентифікації.

Бісквіт напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів роду *AchetaDomestica* ТУ У 10.7-04718013-001:2023.

Дозволено виготовляти бісквіт під конкретною власною та/або комерційною (фірмовою) назвою, яка може бути зазначена літерами латинської абетки, або без них. Власну назву надає підприємство-виробник у відповідності із складом та рецептурою відповідно до чинного законодавства. Назва може бути доповнена знаком для товарів та послуг, які прийняті на підприємстві-виробнику у встановленому порядку згідно з вимогами чинного законодавства.

Технічні умови треба перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останнього перевіряння, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше, у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені в цих ТУ.

Ці технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані та розповсюджені на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу власника майнової частини технічних умов і мають юридичну силу за наявності оригінальної печатки.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

В цих ТУ наведені посилання на наступні нормативні документи (НД):

|                                                   |                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон України від<br>16.10.1992 № 2707-XII        | Про охорону атмосферного повітря                                                                                                                               |
| Закон України від<br>23.12.1997 р № 771/97-<br>ВР | Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів                                                                                     |
| Закон України від<br>14.01.2000 № 1393-XIV        | Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції                                            |
| Закон України від<br>06.12.2018 № 2639-VIII       | Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів                                                                                                          |
| Постанова КМУ від<br>25.03.1999 р. № 465          | Про затвердження «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»                                                                            |
| ДСТУ 2633:2017                                    | Продукція кондитерського виробництва. Терміни та визначення понять                                                                                             |
| ДСТУ 4462.3.01:2006                               | Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій                                                                                           |
| ДСТУ 4462.3.02:2006                               | Охорона природи. Поводження з відходами. Пакування, маркування і захоронення відходів. Правила перевезення відходів. Загальні технічні та організаційні вимоги |
| ДСТУ 4518:2008                                    | Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила                                                                                                  |
| ДСТУ 4619:2006                                    | Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб                                                                                      |
| ДСТУ 4623:2006                                    | Цукор білий. Технічні умови. Із Поправками та Зміною № 1                                                                                                       |
| ДСТУ 4672:2006                                    | Вироби кондитерські. Методи визначення золи і металомангнітних домішок                                                                                         |

|                |                                                                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДСТУ 4683:2006 | Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин |
| ДСТУ 4910:2008 | Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин                                     |
| ДСТУ 5024:2008 | Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності та лужності                                                    |
| ДСТУ 5028:2008 | ДСТУ 5028:2008                                                                                                    |
| ДСТУ 5059:2008 | Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів                                                                     |
| ДСТУ 6042:2008 | Продукти харчові. Методи виявлення ботулінічних токсинів і <i>Clostridium botulinum</i>                           |
| ДСТУ 7237:2011 | ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту                                               |
| ДСТУ 7275:2012 | Пакети з полімерних та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови                                           |
| ДСТУ 7525:2014 | Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості                                                                 |
| ДСТУ 7670:2014 | Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів              |
| ДСТУ 7963:2015 | Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів                                                    |
| ДСТУ 7999:2015 | Продукти харчові. Методи визначання молочнокислих бактерій                                                        |
| ДСТУ 8001:2015 | Бісквіти. Загальні технічні умови                                                                                 |
| ДСТУ 8040:2015 | Продукти харчові. Метод виявлення та визначання <i>Bacillus cereus</i>                                            |
| ДСТУ 8051:2015 | Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів                                            |
| ДСТУ 8104:2015 | Яйця харчові, продукти яєчні. Методи визначення мікробіологічних показників                                       |



|                       |                                                                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДСТУ 8446:2015        | Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів                |
| ДСТУ 8447:2015        | Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів                                                                |
| ДСТУ 8535:2015        | Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів                                                                        |
| ДСТУ ГОСТ 908:2006    | Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови (ГОСТ 908-2004, IDT)                                                       |
| ДСТУ ГОСТ 1760:2018   | Підпергамент. Технічні умови (ГОСТ 1760-2014, IDT)                                                                            |
| ДСТУ ГОСТ 9142:2019   | Ящики з гофрованого картону. Загальні технічні умови                                                                          |
| ДСТУ EN 482:2016      | Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин                            |
| ДСТУ EN 1672-2:2014   | Устаткування для харчової промисловості. Основні положення. Частина 2. Вимоги щодо гігієни                                    |
| ДСТУ EN 12824:2004    | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення <i>Salmonella</i> (EN 12824:1997, IDT)   |
| ДСТУ prEN 1672-1–2001 | Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки       |
| ДСТУ ISO 780–2001     | Пакування. Графічне маркування щодо поводження з товарами                                                                     |
| ДСТУ ISO 1871:2003    | Продукти харчові сільськогосподарські. Загальні настанови щодо визначення вмісту азоту методом К'ельдаля (ISO 1871:1975, IDT) |
| ДСТУ ISO 6645:2004    | Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини (ISO 6645:1981, IDT)                                                     |
| ДСТУ ISO 7937:2006    | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин.                                                                         |

|                       |                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Горизонтальний метод визначення кількості <i>ClostridiumPerfringens</i> . Техніка підрахування колоній                                                                                      |
| ДСТУ ISO 11683:2006   | Споживча тара. Знаки попередження про небезпечність вмісту тактильні. Вимоги до видів, розмірів та розташування (ISO 11683:1997, IDT)                                                       |
| ДСТУ ISO 21415-1:2009 | Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT)                                                                |
| ДСТУ OIML R 79:2017   | Вимоги до маркування фасованих товарів                                                                                                                                                      |
| ДСТУ OIML R 87:2012   | Кількість фасованого товару в упаковках                                                                                                                                                     |
| ГСТУ 46.004-99        | Борошно пшеничне. Технічні умови                                                                                                                                                            |
| ГОСТ 14192-96         | Маркировкагрузов (Маркування вантажів)                                                                                                                                                      |
| ГОСТ 30178-96         | Сырье и продуктыпищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов (Сировина та продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначання токсичних                           |
| ГОСТ 30518-97         | Продукты харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій)                                                                           |
| ГН 6.6.1.1-130–2006   | Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup> Cs і <sup>90</sup> Sr у продуктах харчування та питній воді, затверджено Наказом МОЗ №256 від 03.05.2006 |
| ДБН В.2.5-28–2018     | Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення                                                                                                                        |
| ДБН В.2.5-67:2013     | Опалення, вентиляція та кондиціонування                                                                                                                                                     |
| ДСанПіН 2.2.4-171–10  | Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною                                                                                   |
| ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-  | Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту                                                                                                                                     |

|                           |                                                                                                                                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 000–2001                  | пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті                         |
| МВ 6.6.1-10.10.1.7.158-08 | Відбір проб, первина обробка та визначення вмісту $^{90}\text{Sr}$ та $^{137}\text{Cs}$ та харчових продуктах, затверджено Наказом МОЗ від 11.08.2007 №446 |
| МР 4.4.4-108-2004         | Методичні рекомендації. Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки                                          |
| ДСН 3.3.6.037–99          | Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку                                                                                                |
| ДСН 3.3.6.039–99          | Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації                                                                                        |
| ДСН 3.3.6.042–99          | Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень                                                                                                 |

### 3 КЛАСИФІКАЦІЯ

За цими Технічними умовами виготовляють бісквіт напівфабрикат – «Протеїновий»

**3.1** Дозволено виготовляти вироби під конкретною власною та/або комерційною (фірмовою) назвою, яка може бути зазначена літерами латинської абетки, або без них. Власну назву надає підприємство-виробник у відповідності з рецептурним складом відповідно до чинного законодавства. Назва може бути доповнена знаком для товарів та послуг, які прийняті на підприємстві-виробнику у встановленому порядку згідно з вимогами чинного законодавства.

### 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

**4.1** Бісквіт повинен відповідати вимогам цих ТУ, виготовляти згідно з технологічною інструкцією та рецептурою, затвердженими на підприємстві в

установленому порядку та відповідати вимогам Закону України від 23.12.1997 № 771/97 –ВР.

## 4.2 Характеристики

**4.2.1** Бісквіт має високий вміст протеїну (білку) до 11,6 % отже може бути рекомендоване як продукт з високим вмістом білку

**4.2.2** За органолептичними показниками бісквіт повинен відповідати вимогам, наведеним у таблиці 1.

**Таблиця 1** – Органолептичні показники бісквіт напівфабрикату

| Назва показнику | Характеристика                                                                                                                        | Методи контролю |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Форма           | Кругла відповідно до рецептури, без пошкоджень, з рівними зрізами                                                                     | 8.2             |
| Поверхня        | Шорсткувата, злегка бугриста.. Не допустима підгоріла поверхня. Допустимі поодинокі не розтріскані пухирці та наявність мілких тріщин |                 |
| Вид у розрізі   | Пласти бісквітного напівфабрикату, не крихкі, добре пропечені, пористі, без закалу та слідів непромісу, рівномірні за товщиною        |                 |
| Смак та запах   | Характерний конкретному виду відповідно до затверджених рецептур, без стороннього присмаку та запаху                                  |                 |
| Колір           | Без добавок — білий до світло-кремового; золотисто-жовтий до темно-коричневого; з добавками — відповідає кольору добавок              |                 |

**4.2.3** За фізико-хімічними показниками продукти повинні відповідати нормам, наведеним у таблиці 2.

**Таблиця 2** – Фізико-хімічні показники бісквіт напівфабрикату

| Назва показнику                                                                                   | Норма для бісквітного напівфабрикату | Методи контролювання |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Масова частка вологи, %                                                                           | 32,58                                | 8.3                  |
| Масова частка загального цукру (в перерахунку на сахарозу), %                                     | 31,6                                 |                      |
| Лужність у градусах (для виробів з хімічними розпушувачами), не більше ніж                        | 1,1                                  |                      |
| Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, %, не більше ніж | 0,07                                 | 8,3                  |
| Масова частка білку, %                                                                            | 11,61                                |                      |

**4.2.4** Вміст пестицидів у бісквіті не повинен перевищувати допустимі рівнів наведені ДСанПІН 8.8.1.2.3.4

**4.2.4** Вміст токсичних елементів, нітратів, афлатоксинів В<sub>1</sub>, М<sub>1</sub>, у бісквіті не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені Наказом МОЗ № 368 від 13.05.2013, а вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівні, встановлені ГН 6.6.1.1-130, затверджені Наказом МОЗ №256 від 03.05.2006 які наведені у таблиці 3.

**Таблиця 3** — Показники безпечності радіонукліди

| Назва показника    | Одиниця вимірювання                  | Допустимий рівень | Метод контролювання |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Токсичні елементи: |                                      |                   |                     |
| Свинець            | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,5               | 8.4                 |
| Кадмій             | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,1               |                     |
| миш'як             | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,3               |                     |
| Ртуть              | мг/кг,<br>не більше ніж              | 0,02              |                     |
| Афлотоксин         | мг/кг                                | 5                 | 8.10                |
| Охротоксин         | мак. рівень мг No1 <sup>-3</sup> /кг | 0,5               |                     |
| Дезоксин/нівелін   | мг/кг                                | 500               |                     |
| Зеараленон         | мг/кг                                | 50                |                     |
| Радіонукліди:      |                                      |                   | 8.5                 |
| цезій -137         | Бк/кг                                | 20                |                     |
| стронцій -90       | Бк/кг                                | 5                 |                     |

**4.2.6** За мікробіологічними показниками бісквіт повинен відповідати відповідним вимогам Наказом МОЗ №548 від 19.07.2012 та наведені у таблиці 4.

**Таблиця 4** — Мікробіологічні показники бісквіту

| Назва показника                              | Одиниці вимірювань       | Вимоги нормативної документації | Результати випробувань | Методи випробувань |
|----------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|
| КМАФАнМ                                      | КУО в 1 г, не більше ніж | 5*10 <sup>4</sup>               | 5*10 <sup>4</sup>      | 8.7, 8.8, 8.9      |
| Маса продукту                                | г, в якій не допускають  |                                 |                        |                    |
| БГКП (коліформи) S                           | г, в якій не допускають  | 0,01                            | 0,01                   | 8.7, 8.8, 8.9      |
| S. aureus                                    | г, в якій не допускають  | 1,0                             | 1,0                    |                    |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella | г, в якій не допускають  | 50                              | не знайдено            |                    |
| Дріжджі                                      | КУО в 1 г, не більше ніж | 50                              | не знайдено            |                    |
| Плісєневі гриби                              | КУО в 1 г, не більше ніж | 50                              | не знайдено            |                    |

### 4.3 Вимоги до сировини, напівфабрикатів та матеріалів

Для виготовлення продуктів використовують такі сировину, напівфабрикати і матеріали:

- борошно пшеничне вищого ґатунку –ДСТУ ISO 6645;
- борошно із цвіркунів - згідно з чинним нормативним документом або імпортного виробництва;
- цукор білий - згідно з ДСТУ 4623;
- яйця курячі – згідно з ДСТУ 5028
- кислоту лимонну моногідрат харчову - згідно з ДСТУ ГОСТ 908.

Заборонено переробляти сировину в якій вміст нітратів, токсичних елементів та мікотоксинупатуліну, афлатоксинів В , М , антибіотиків перевищує максимально допустимі рівні, вміст радіонуклідів перевищує рівні, встановлені Наказ МОЗ України від 03.05.2006 р. №256, а залишкова кількість пестицидів перевищує максимально допустимі рівні, встановлені ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000.

Заборонено додавання у бісквіт штучних барвників, синтетичних ароматичних речовин, консервантів.

### 4.4 Маркування

**4.4.1** Маркування проводять згідно з Законом України від 06.12.2018 №2639-VIII.

**4.4.2** Маркування споживчої тари наносять державною мовою типографським або іншим способом у доступній для сприймання споживачем формі на етикетку, яка повинна бути прикріплена до пакування, або безпосередньо на поверхню тари з обов'язковим зазначенням такої інформації:

- назви продукту;
- назви та повної адреси і номера телефону підприємства-виробника, адреси потужностей (об'єкта) виробництва;
- номінальної маси нетто (г, кг) або номінального об'єму продукту (дм<sup>3</sup>) та допустимого відхилення (%);
- склад продукту у порядку переваги складників;

- поживної (харчової) та енергетичної цінності (калорійності) із зазначенням кількості білків, жирів, вуглеводів у встановлених одиницях виміру на 100г продукту – згідно з додатком А;

- кінцевої дати споживання „Вжити до ” або дати виробництва та строку придатності;

- товарного знака (за наявності);

- умов зберігання (температурний режим, відносна вологість повітря, освітлення – для продуктів у світлопроникній тарі);

- номери партії виробництва;

- напису: «Відкрити упаковку зберігати в холодильнику»;

- позначення цих технічних умов;

- штрихового коду згідно з ДСТУ 3147.

**4.4.3** Транспортне маркування повинно проводитись згідно з ДСТУ ISO 780, ГОСТ 14192 з зазначенням маніпуляційних знаків, залежно від виду тари, умов зберігання та транспортування.

**4.4.4** На один з торцевих боків транспортної тари з продукцією повинно бути нанесене державною мовою чітке маркування фарбою, що не змивається і не має запаху, за допомогою трафарету або наклеєний ярлик, виконаний типографським способом.

Маркування транспортної тари виконують державною мовою з обов'язковим зазначенням такої інформації:

– назва продукту;

– назви та повної адреси і телефон виробника та адреси потужностей (об'єкта) виробництва (місцезнаходження);

– товарного знака (за наявності);

– маси брутто, кг;

– кількості споживчих одиниць пакування (шт.);

- кінцевої дати споживання «Вжити до» або дати виробництва та строку придатності;

– умов зберігання та використання;

- номера пакувальника;
- позначення цих технічних умов.

## 4.5 Пакування

### 4.5.1 Пакування проводять згідно з ДСТУ OIMLR 87.2012 / Р 50-056/

**4.5.2** Бісквіт напівфабрикат фасують у папір пергамент, під пергамент або напівпергамент з послідуочим пакуванням у тару з гофрованого, паперового матеріалу, який призначений для фасування харчових продуктів згідно з чинними нормативними документами, що мають висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи, виданий центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України, або імпорного виробництва, які мають висновок МОЗ.

Матеріали імпорного виробництва: плівка, пакети, коробки, повинні відповідати вимогам і мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України та сертифікат відповідності.

**4.5.3** Маса нетто продукції в пакувальній одиниці повинна відповідати зазначеному в маркуванні. Значення допустимих мінусових відхилень маси нетто для окремих пакувальних одиниць не повинно перевищувати вимог, встановлених згідно з ДСТУ OIMLR 87. Допустимі відхилення неттопакувальної одиниці для розфасованої та вагової продукції мають відповідати наведені в табл. 5.

**Таблиця 5** — Допустимі відхилення маси неттопакувальної одиниці

| Номінальне значення маси продукції в пакувальній одиниці, г                                                            | Значення границі допустимого мінусового відхилення від номінального значення |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                                                                                        | %                                                                            | г     |
| Від 5 до 50 включно                                                                                                    | 9,0                                                                          | -     |
| Понад »50»100»                                                                                                         | -                                                                            | 4,5   |
| »10»200»                                                                                                               | 4,5                                                                          | -     |
| »200»300»                                                                                                              | -                                                                            | 9,0   |
| »300»500»                                                                                                              | 3,0                                                                          | -     |
| »500»1000»                                                                                                             | -                                                                            | 15,0  |
| »1000»10 000»                                                                                                          | 1,5                                                                          | -     |
| »10000»15000»                                                                                                          | -                                                                            | 150,0 |
| <b>Примітка 1.</b> Граничне значення плюсового відхилення маси нетто від номінального значення маси нетто не обмежено. |                                                                              |       |



**4.5.4** Тара та комбінований матеріал імпортного виробництва, що використовують під час пакування бісквіту, повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів та мати висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

## **5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ**

**5.1** Під час виготовлення продукції необхідно дотримуватись вимог щодо безпеки, що встановлені технологічною інструкцією, розробленою та затвердженою в установленому порядку.

**5.2** Виробниче приміщення повинно бути обладнано приливно-витяжною вентиляцією згідно з ДСТУ Б А.3.2.-12, ДБН В.2.5-67.

**5.3** Повітря робочої зони та мікроклімат виробничих приміщень повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042.

**5.4** Штучне та природнє освітлення виробничих приміщень повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

**5.5** В процесі виробництва необхідно дотримуватись вимог безпеки до технологічних процесів відповідно до ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039.

**5.6** Технологічне устаткування для виробництва бісквіту повинно відповідати вимогам ДСТУ prEN 1672-1, ДСТУEN 1672-2.

**5.7** Пожежна безпека на виробництві повинна відповідати вимогам ДСТУ 8828.

**5.8** Виробничі приміщення повинні бути забезпечені питною водою згідно з ДСанПін 2.2.4-171.

**5.9** Система вентиляції і опалення цеху з виробництва борошна повинні відповідати вимогам ДБН В 2.5-67.

**5.10** Все обладнання для виробництва та фасування повинно підлягати санітарній обробці за схемою санітарно-бактеріологічного контролю, миття і дезінфекції обладнання, згідно з відповідною інструкцією графіку, затвердженого в установленому порядку.

**5.11** Рівень шуму у виробничому приміщені під час роботи виробничого обладнання не повинен перевищувати рівні, встановлені ДСН 3.3.6.037.

**5.12** Робочі місця повинні бути забезпечені інструкціями з техніки безпеки

**5.13** Цех з виробництва та фасування бісквіту повинен бути забезпечений медичною аптечкою.

**5.14** Працівники повинні бути забезпечені спецодягом згідно з ДСТУ 7239, НПАОП 0.00-4.01.

**5.15** Персонал, на виробництві бісквіту повинен проходити періодичні медичні огляди згідно з Наказом МОЗ України від 23.07.2002 № 280 та Наказом МОЗ України від 21.02.2013 №150.

## **6 ВИМОГИ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ**

**6.1** Охорона атмосферного повітря від забруднення шкідниками здійснюється відповідно до вимог Закону України №2707-XII від 16.10.1992р. Наказу МОЗ України № 1596 від 14.07.2020. Наказу МОЗ України №52 від 14.01.2020 р.

**6.2** Переробку, утилізацію, знищення неякісної продукції здійснюється згідно з вимогами, що встановлені Законом України №1393-XIV від 14.01.2000.

**6.3** Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з вимогами Наказу МОЗ України №145 від 17.03.2011р.

**6.4** Охорона поверхневих вод від забруднення повинна здійснюватись відповідно до вимог Постанови КМУ №465 від 25.03.1999р.

## **7 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ**

**7.1** Бісквіт приймають партіями. Партія – це кількість продукту виготовленого з однієї сировини за однакових умов при одному технологічному циклі. Правила приймання, визначення партії, об'єм вибірок та відбирання проб згідно з ДСТУ ISO 13690.

**7.2** Кожну партію бісквіту супроводжують документом, що підтверджує його безпечність та якість в документі повинно вказуватись:

- номер і дату видачі документу;
- найменування підприємства - виробника;
- вид і повну назву бісквіту;
- результати аналізу якості бісквіту;
- показники безпечності (підтвердження не перевищення допустимих рівнів);
- кінцеву дату споживання або дату виробництва та строк придатності;
- умови зберігання позначених в цих ТУ;
- підпис відповідальної особи.

**7.3** Для визначення відповідної якості бісквіту вимогам цих ТУ підприємство-виробник проводить приймальне і періодичне контролювання.

**7.4** Приймальному контролюванню підлягає кожна партія борошна за органолептичними показниками, масою нетто, якістю пакування та маркування.

**7.5** При періодичному контролі перевіряють фізико-хімічні показники – згідно з планом графіком підприємства-виробника, яке має гарантувати відповідність зазначених показників згідно цих ТУ, а також за вимогою споживача.

**7.6** Періодичність контролювання показників безпечності регламентуються згідно з планом контролю за безпечністю харчових продуктів, розробленим та затвердженим оператором потужності в установленому порядку.

**7.7** Контролювання наявності патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Salmonella*, *S. aureus* БГКП (коліформи) *S*, здійснюється у порядку державного санітарного нагляду санітарно-епідеміологічною службою з періодичністю, затвердженою у встановленому порядку.

**7.8** У разі отримання незадовільних результатів хоча б за одним із показників проводять повторні випробування подвійної вибірки від тієї самої партії. Якщо отримують незадовільні результати повторного випробування, партію бракують

## **8 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ**

### **8.1 Відбирання проб**

**8.1.1** Готування проб до контролювання здійснюють згідно

ДСТУ 4619, готування проб для визначення мікробіологічних показників здійснюють згідно з ДСТУ 7670, ДСТУ 8051.

**8.2** Органолептичні показники перевіряють згідно ДСТУ 8001, якість пакування і маркування – візуально.

**8.3** Фізико-хімічні показники (масова частка вологи, масова частка загального цукру, лужність у градусах, масова частка золи) визначають згідно з ДСТУ 4672, ДСТУ 4910, ДСТУ 5024, ДСТУ 5059, ДСТУ 8001, ДСТУ ISO 1871.

**8.4** Вміст токсичних елементів, у бісквіті визначають відбирання проб – згідно з ДСТУ 7670, свинець – ГОСТ 26932 [3], кадмій - ГОСТ 26933 [4], миш'як - ГОСТ 26930 [2], ртуть – 26927 [1].

**8.5** Вміст радіонуклідів визначають згідно з МВ 6.6.1-10.10.17.158 та іншими чинними нормативними документами і рекомендаціями, погодженими центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

**8.6** Відбирають проби для мікробіологічного аналізування – згідно з ДСТУ 8051, готування проб – згідно з ДСТУ 7963, методи культивування мікроорганізмів – згідно з ДСТУ 8535, готування розчинів реактивів, поживних середовищ – проводять згідно з чинними НД, сальмонели згідно ДСТУ EN 12824.

**8.7** Мікробіологічне аналізування проводять згідно з ДСТУ 8446, ГОСТ 30518, ДСТУ ISO 6888-1, ДСТУ EN 12824.

**8.8** Виявляють збудників псування у разі потреби підтвердження мікробного псування згідно з ДСТУ 7999, ДСТУ 8446, ДСТУ ISO 6888-1,

**8.9** Патогенні мікроорганізми виявляють за вимогою органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду в зазначених ними лабораторіях згідно з ДСТУ EN 12824.

**8.10** Періодичність контролювання показників безпечності (вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів та радіонуклідів) згідно з МР 4.4.4-108.

**8.11** При отриманні негативних результатів хоча б за одним з показників, аналізування повторюють з подвійної вибірки, у разі отримання незадовільних результатів бракують партію повністю.

**8.12** Дозволено використовувати інші стандартні методики, методи і засоби вимірювальної техніки, які за своїми метрологічними і технічними характеристиками відповідають вимогам цих технічних умов. Використання аналітичних методів дозволено, якщо вони відповідають референс-методам і протоколам, прийнятим на міжнародному рівні. Стандарти ISO та настанови Codex Alimentarius використовуються як референс-методи.

## **9 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ**

**9.1** Транспортування та зберігання бісквіту здійснюють згідно чинного законодавства.

**9.2** Транспортування бісквіту проводять всіма видами критого транспорту згідно з правилами транспортних організацій з перевезення вантажів (харчових продуктів), які діють на даному виді транспорту.

Транспортні засоби повинні бути чистими, сухими, без сторонніх запахів. Під час перевезення не повинно виникати ушкодження цілісності пакування.

**9.3** Бісквіт зберігають у добре вентильованих, чистих, сухих, без сторонніх запахів складських приміщеннях за температури від 6 °C до 18 °C та відносної вологості не більшої, ніж 75 %.

**9.4** Строк зберігання від дати виготовлення у споживчому пакуванні без пошкодження – 8 діб.

## **10 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА**

**10.1** Виробник гарантує відповідність якості бісквіту вимогам цих ТУ у разі дотримування умов транспортування і зберігання.

**10.2** Строк придатності борошна зазначено в 9.4.

ДОДАТОК А  
(довідковий)

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ДАНІ ПРО ХАРЧОВУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЦІННІСТЬ  
(КАЛОРІЙНІСТЬ)».**

**Таблиця А.1 – Харчова та енергетична цінність (калорійність) 100 г продуктів**

| Назва продукту                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Білки, g (г), не менше ніж | Жири/насичені жири, g (г), не менше ніж | Вуглеводи/цукри/поліюли, g (г), не менше ніж | Сіль, g (г), не більше ніж | Енергетична цінність |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                            |                                         |                                              |                            | kcal (ккал)          | kJ (кДж) |
| Протеїновий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 11,61                      | 2,5                                     | 31,61                                        | -                          | 189,02               | 1173,62  |
| <p><b>Примітка 1.</b> Харчову та енергетичну цінність (калорійність) 100 г видів продукту з різними комбінаціями компонентів рецептури, які виготовляються під конкретними назвами може розраховувати виробник згідно з рецептурою, затвердженою в установленому порядку.</p> <p><b>Примітка 2.</b> Параметричні значення показників харчової цінності продукту обґрунтовує та розраховує оператор ринку чи виробник в установленому порядку, відповідно до вимог чинного законодавства на підставі аналітичних методів дослідження та/або з використанням розрахункового методу з урахуванням рецептури продукту і даних про склад сировини.</p> <p><b>Примітка 3.</b> Показники харчової та енергетичної цінності (калорійності) продукту можуть коливатися залежно від природно-кліматичних умов та технології виробництва</p> |                            |                                         |                                              |                            |                      |          |

## ДОДАТОК Б

(довідковий)

**БІБЛІОГРАФІЯ**

- 1    ГОСТ 26927–86    Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути (Сировина та продукти харчові. Метод визначання ртуті)
- 2    ГОСТ 26930–86    Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (Сировина та продукти харчові. Метод визначання миш'яку)
- 3    ГОСТ 26932–86    Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца (Сировина та продукты харчові. Методи визначання свинцю)
- 4    ГОСТ 26933–86    Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия (Сировина та продукты харчові. Методи визначання кадмію)

## АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН ТЕХНІЧНИХ УМОВ

[illegible]



### Додаток АЗ

Технічні умови на Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів ТУ У 10.7-04718013-002:2024

ДКПН 10.7

УКНД 67.120



#### ЗАТВЕРДЖУЮ

Сумський національний аграрний  
університет  
Проректор з наукової та міжнародної  
діяльності

Д-р. економ. наук

  
Юрій ДАНЬКО  
" 29 " лютого 2024 р.

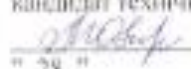
#### ПРОДУКТИ КОНДИТЕРСЬКІ БІСКВІТ НАПІВФАБРИКАТ ІЗ ЦУКРОЗАМІННИКАМИ ТА БОРОШНОМ ІЗ ЦВІРКУНІВ

Технічні умови

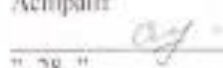
ТУ У 10.7-04718013-002:2024

Уведено вперше  
дата надання чинності 29.02.2024 р

Розроблено  
Сумський національний аграрний університет  
Кафедра технології харчування  
кандидат технічн. наук, доцент

  
Оксана МЕЛЬНИК  
" 28 " лютого 2024 р.

Аспірант

  
Ольга СЕРЕДА  
" 28 " лютого 2024 р.

Суми -2024

## ЗМІСТ

|                                             | С. |
|---------------------------------------------|----|
| 1. Сфера застосування.....                  | 3  |
| 2. Нормативні посилання.....                | 4  |
| 3. Терміни та визначення понять.....        | 9  |
| 4. Технічні вимоги.....                     | 9  |
| 5. Вимоги безпеки.....                      | 15 |
| 6. Вимоги охорони довкілля, утилізації..... | 17 |
| 7. Правила приймання.....                   | 17 |
| 8. Методи контролювання.....                | 18 |
| 9. Транспортування та зберігання.....       | 20 |
| 10. Гарантії виробника.....                 | 20 |
| Додаток А.....                              | 21 |
| Додаток Б.....                              | 22 |

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці технічні умови (далі по тексті - ТУ) поширюються на бісквіт – напівфабрикат (балі по тексті – бісквіт), який виготовлений з додаванням ерітролу та фруктози і суміші борошна хлібопекарського та цвіркунів. Продукт призначений для виготовлення борошняних кондитерських виробів. Продукт призначено для реалізації через торговельну мережу.

Вимоги щодо безпечності продукції викладено в розділі 5, безпеки її виробництва, охорони довкілля – розділах 5, 6.

Умовне позначення при замовленні, ідентифікації та в іншій документації і позначення продукції при замовленні та ідентифікації.

Бісквіт напівфабрикат «Легкість» з додаванням ерітролу та фруктози і борошна із цвіркунів роду *Acheta Domestica* ТУ У 10.7-04718013-002:2024

Дозволено виготовляти бісквіт під конкретною власною та/або комерційною (фірмовою) назвою, яка може бути зазначена літерами латинської абетки, або без них. Власну назву надає підприємство-виробник у відповідності із складом та рецептурою відповідно до чинного законодавства. Назва може бути доповнена знаком для товарів та послуг, які прийняті на підприємстві-виробнику у встановленому порядку згідно з вимогами чинного законодавства.

Технічні умови треба перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останнього перевіряння, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше, у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені в цих ТУ.

Ці технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані та розповсюджені на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу власника майнової частини технічних умов і мають юридичну силу за наявності оригінальної печатки.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

В цих ТУ наведені посилання на наступні нормативні документи (НД):

|                                             |                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII     | Про охорону атмосферного повітря                                                                                                                                                      |
| Закон України від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР | Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів                                                                                                            |
| Закон України від 14.01.2000 № 1393-XIV     | Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції                                                                   |
| Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII    | Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів                                                                                                                                 |
| Постанова КМУ від 25.03.1999 р. № 465       | Про затвердження «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»                                                                                                   |
| ДСТУ 3147–95                                | Коди та кодування. Штрихових кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Формат та розташування штрих кодових позначок EAN на тарі та пакуванні товарної продукції. Загальні вимоги |
| ДСТУ 4619:2006                              | Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб                                                                                                             |
| ДСТУ 4623:2006                              | Цукор білий. Технічні умови. Із Поправками та Зміною № 1                                                                                                                              |
| ДСТУ 4672:2006                              | Вироби кондитерські. Методи визначення золи і металомагнітних домішок                                                                                                                 |
| ДСТУ 4683:2006                              | Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин                                                                     |
| ДСТУ 4910:2008                              | Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин                                                                                                         |
| ДСТУ 5024:2008                              | Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності та лужності                                                                                                                        |
| ДСТУ 5059:2008                              | Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів                                                                                                                                         |

|                        |                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДСТУ 7239:2011         | Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація                       |
| ДСТУ 7275:2012         | Пакети з полімерних та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови                                                 |
| ДСТУ 7670:2014         | Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів                    |
| ДСТУ 7963:2015         | Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів                                                          |
| ДСТУ 7999:2015         | Продукти харчові. Методи визначання молочнокислих бактерій                                                              |
| ДСТУ 8001:2015         | Бісквіти. Загальні технічні умови                                                                                       |
| ДСТУ 8051:2015         | Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів                                                  |
| ДСТУ 8446:2015         | Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів          |
| ДСТУ 8447:2015         | Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів                                                          |
| ДСТУ 8535:2015         | Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів                                                                  |
| ДСТУ 8828:2019         | Пожежна безпека. Загальні положення                                                                                     |
| ДСТУ ГОСТ 9142:2019    | Ящики з гофрованого картону. Загальні технічні умови (ГОСТ 9142-2014, IDT)                                              |
| ДСТУ Б.А.3.2-12:2009   | Системи вентиляційні. Загальні вимоги                                                                                   |
| ДСТУ pr EN 1672-1–2001 | Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки |
| ДСТУ EN 1672-2:2014    | Устаткування для харчової промисловості. Основні                                                                        |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | положення. Частина 2. Вимоги щодо гігієни                                                                                                                                                                                                              |
| ДСТУ EN 12824:2004   | Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення <i>Salmonella</i> (EN 12824:1997, IDT)                                                                                                                            |
| ДСТУ ISO 780–2001    | Пакування. Графічне маркування щодо поводження з товарами                                                                                                                                                                                              |
| ДСТУ ISO 1871:2003   | Продукти харчові сільськогосподарські. Загальні настанови щодо визначення вмісту азоту методом К'єльдаля (ISO 1871:1975, IDT)                                                                                                                          |
| ДСТУ ISO 6887-1:2003 | Мікробіологія харчової продукції та кормів. Підготовка зразків для випробування, вихідної суспензії та десятиразових розведень для мікробіологічного дослідження. Частина 1. Загальні правила підготовки вихідної суспензії та десятикратних розлучень |
| ДСТУ ISO 6888-1:2003 | Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коагулазо-позитивних стафілококів ( <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> та інших видів).                                                                             |
| ДСТУ OIML R 87:2012  | Кількість фасованого товару в упаковках                                                                                                                                                                                                                |
| ГСТУ 46.004-99       | Борошно пшеничне. Технічні умови                                                                                                                                                                                                                       |
| ГОСТ 14192-96        | Маркировкагрузов (Маркування вантажів)                                                                                                                                                                                                                 |
| ГОСТ 30178-96        | Сырье и продуктыпищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов (Сировина та продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначання токсичних                                                                                      |
| ГОСТ 30518-97        | Продукты харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок                                                                                                                                                             |

|                              |                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | (коліформних бактерій)                                                                                                                                                                      |
| ГН 6.6.1.1-130–2006          | Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів $^{137}\text{Cs}$ і $^{90}\text{Sr}$ у продуктах харчування та питній воді, затверджено Наказом МОЗ №256 від 03.05.2006 |
| ДБН В.2.5-28–2018            | Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення                                                                                                                        |
| ДБН В.2.5-67:2013            | Опалення, вентиляція та кондиціонування                                                                                                                                                     |
| ДСанПіН 2.2.4-171–10         | Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною                                                                                   |
| ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000–2001 | Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті  |
| МВ 6.6.1-10.10.1.7.158-08    | Відбір проб, первина обробка та визначення вмісту $^{90}\text{Sr}$ та $^{137}\text{Cs}$ та харчових продуктах, затверджено Наказом МОЗ від 11.08.2007 №446                                  |
| МР 4.4.4-108-2004            | Методичні рекомендації. Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки                                                                           |
| ДСН 3.3.6.037–99             | Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку                                                                                                                                 |
| ДСН 3.3.6.039–99             | Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації                                                                                                                         |
| ДСН 3.3.6.042–99             | Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень                                                                                                                                  |
| ДСН 3.3.6.042-99             | Санитарные нормы микроклимата производственных помещений (Санітарні норми мікроклімату та виробничих приміщень)                                                                             |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НПАОП 0.00-4.01-08              | Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту                                                                                                       |
| Наказ МОЗ №52 від 14.01.2020    | Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць                                                                                                       |
| Наказ МОЗ №145 від 17.03.2011   | Про затвердження Державних санітарних норм та правил утримання територій населених місць                                                                                                                                                |
| Наказ МОЗ №150 від 21.02.2013   | Правила проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв та організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб         |
| Наказ МОЗ №280 від 23.07.2002   | Щодо організації проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв і організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб |
| Наказ МОЗ №368 від 13.05.2013   | Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах"                                                                                                  |
| Наказ МОЗ №548 від 19.07.2012   | Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів                                                                                                                                  |
| Наказ МОЗ № 1596 від 14.07.2020 | Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони                                                                                                                       |



### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цих ТУ використовуються терміни згідно ГСТУ 46.004 та ДСТУ 4623 а також:

Борошно із цвіркунів (анг. – *cricket flour*) – це борошно, яке виготовляється з цілого, замороженого, висушеного та перетвореного у порошкоподібну форму домашнього цвіркуна. Термін «домашній цвіркун» відноситься до дорослих *Achetadomesticus*, виду комах, що належить до сімейства Gryllidae.

Еритрол - це натуральний замінник цукру, який отримують з рослинної сировини, безвуглеводнийцукрозамінник.Цукрозамінник міститься в природній кількості в деяких фруктах, наприклад, дині, грушах, зливі і винограді, а також грибах і ферментованих продуктах (вині, соєвому соусі). Промисловим шляхом еритролу отримують завдяки ферментації дріжджами з рослин з високим вмістом крохмалю - кукурудзи, тапіоки і ін.Смак еритролу схожий на цукор - без присмаків. Але з деяким охолоджуючим ефектом, як і у всіх багатоатомних спиртів. Крім того, еритролу менш солодкий - всього 65% від солодощі цукру, тобто додавати його в напої і їжу потрібно в більшій кількості.

Фруктоза – це тип цукрів, відомий як моносахарид. Її також часто називають «фруктовим цукром», оскільки в основному вона міститься саме в фруктах. Окрім того, фруктоза міститься в меді, цукровому буряку, цукровій тростині та деяких інших овочах.

### 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

**4.1** Бісквіт повинен відповідати вимогам цих ТУ, виготовляти згідно з технологічною інструкцією та рецептурою, затвердженими на підприємстві в установленому порядку та відповідати вимогам Закону України від 23.12.1997 № 771/97 –ВР.

## 4.2 Характеристики

**4.2.1** Бісквіт має високий вміст протеїну (білку) до 11,6 % та повну заміну цукру-піску отже може бути рекомендоване як продукт для протидіабетичного та оздоровчого призначення

**4.2.2** За органолептичними показниками бісквіт повинен відповідати вимогам, наведеним у таблиці 1.

**Таблиця 1** – Органолептичні показники бісквіту

| Назва показнику | Характеристика                                                                                                                                                                       | Методи контролю |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Форма           | Прямокутна, квадратна або кругла відповідно до рецептури, без пошкоджень, з рівними зрізами                                                                                          | 8.2             |
| Поверхня        | Шорсткувата, злегка бугриста. Обсипана або оздоблена відповідно до рецептури. Не допустима підгоріла поверхня. Допустимі поодинокі не розтріскані пухирці та наявність мілких тріщин |                 |
| Вид у розрізі   | Пласти бісквітного напівфабрикату, не крихкі, добре пропечені, пористі, без закалу та слідів непромісу, рівномірні за товщиною                                                       |                 |
| Смак та запах   | Характерний конкретному виду відповідно до затверджених рецептур, без стороннього присмаку та запаху                                                                                 |                 |
| Колір           | Відповідає конкретній назві виробу. Без добавок — білий до світло-кремового; золотисто-жовтий до темно-коричневого; з добавками — відповідає кольору добавок                         |                 |

**4.2.3** За фізико-хімічними показниками бісквіт повинен відповідати нормам, наведеним у таблиці 2.

**Таблиця 2** – Фізико-хімічні показники бісквіту

| Назва показнику                                                                                   | Норма для бісквіту                                                                     | Методи контролювання |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Масова частка води, % не більше ніж                                                               | Відповідно до розрахункового вмісту за рецептурою граничними відхилами, $\pm 3,0$      | 8.3                  |
| Масова частка загального цукру (в перерахунку на сахарозу), %                                     | Відповідно до розрахункового вмісту за рецептурою граничними відхилами $-2,5; \pm 3,0$ |                      |
| Лужність у градусах (для виробів з хімічними розпушувачами), не більше ніж                        | 2,5                                                                                    | 8.3                  |
| Масова частка білку, %                                                                            | 11,61                                                                                  |                      |
| Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, %, не більше ніж | 0,1                                                                                    |                      |

**4.2.4** Вміст пестицидів у бісквіті не повинен перевищувати допустимі рівнів наведені ДСанПІН 8.8.1.2.3.4

**4.2.5** Вміст токсичних елементів, нітратів, афлатоксинів В<sub>1</sub>, М<sub>1</sub>, у бісквіті не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені Наказом МОЗ № 368 від 13.05.2013, а вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівні, встановлені ГН 6.6.1.1-130, затверджені Наказом МОЗ №256 від 03.05.2006 які наведені у таблиці 3.

**Таблиця 3** — Показники безпечності

| Назва показника    | Одиниця вимірювання                              | Допустимий рівень | Метод контролювання |
|--------------------|--------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Токсичні елементи: |                                                  |                   |                     |
| свинець            | мг/кг, не більше ніж                             | 0,5               | 8.4                 |
| кадмій             | мг/кг, не більше ніж                             | 0,1               |                     |
| миш'як             | мг/кг, не більше ніж                             | 0,3               |                     |
| ртуть              | мг/кг, не більше ніж                             | 0,02              |                     |
| Афлотоксин         | мг/кг                                            | 5                 | 8.10                |
| Охротоксин         | мак. рівень мг N <sub>ol</sub> <sup>-3</sup> /кг | 0,5               |                     |
| Дезоксин/нівелін   | мг/кг                                            | 500               |                     |
| Зеараленон         | мг/кг                                            | 50                |                     |
| Радіонукліди:      |                                                  |                   | 8.5                 |
| цезій -137         | Бк/кг                                            | 20                |                     |
| стронцій -90       | Бк/кг                                            | 5                 |                     |

**4.2.6** За мікробіологічними показниками бісквіт повинен відповідати відповідним вимогам Наказом МОЗ №548 від 19.07.2012 та наведені у таблиці 4.

**Таблиця 4** — Мікробіологічні показники бісквіту

| Назва показника                              | Одиниці вимірювань       | Вимоги нормативної документації | Результати випробувань | Методи випробувань |
|----------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|
| КМАФАнМ                                      | КУО в 1 г, не більше ніж | 5*10 <sup>4</sup>               | 5*10 <sup>4</sup>      | 8.7, 8.8, 8.9      |
| Маса продукту                                | г, в якій не допускають  |                                 |                        |                    |
| БГКП (коліформи) S                           | г, в якій не допускають  | 0,01                            | 0,01                   |                    |
| S. aureus                                    | г, в якій не допускають  | 1,0                             | 1,0                    |                    |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella | г, в якій не допускають  | 50                              | не знайдено            |                    |
| Дріжджі                                      | КУО в 1 г, не більше ніж | 50                              | не знайдено            |                    |
| Плісєневі гриби                              | КУО в 1 г, не більше ніж | 50                              | не знайдено            |                    |

### 4.3 Вимоги до сировини

Для виготовлення бісквіту використовують таку сировину:

- борошно пшеничне вищого ґатунку –ДСТУ ISO 6645;
- борошно із цвіркунів - згідно з чинним нормативним документом або імпорного виробництва;
- еритрол - згідно з чинним нормативним документом або імпорного виробництва;
- фруктозу - згідно з чинним нормативним документом або імпорного виробництва;
- яйця курячі – згідно з ДСТУ 5028
- кислоту лимонну моногідрат харчову - згідно з ДСТУ ГОСТ 908;

Заборонено переробляти сировину в якій вміст нітратів, токсичних елементів та мікотоксинупатуліну, афлатоксинів В<sub>1</sub>, М<sub>1</sub>, антибіотиків перевищує максимально допустимі рівні, вміст радіонуклідів перевищує рівні, встановлені Наказ МОЗ України від 03.05.2006 р. №256, а залишкова кількість пестицидів перевищує максимально допустимі рівні, встановлені ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000.

Заборонено додавання у бісквіт штучних барвників, синтетичних ароматичних речовин, консервантів.

#### **4.4 Маркування**

**4.4.1** Маркування проводять згідно з Законом України від 06.12.2018 №2639-VIII.

**4.4.2** Маркування споживчої тари наносять державною мовою типографським або іншим способом у доступній для сприймання споживачем формі на етикетку, яка повинна бути прикріплена до пакування, або безпосередньо на поверхню тари з обов'язковим зазначенням такої інформації:

- назви продукту;
- назви та повної адреси і номера телефону підприємства-виробника, адреси потужностей (об'єкта) виробництва;
- номінальної маси нетто (г, кг) або номінального об'єму продукту (дм<sup>3</sup>) та допустимого відхилення (%);
- склад продукту у порядку переваги складників;

- поживної (харчової) та енергетичної цінності (калорійності) із зазначенням кількості білків, жирів, вуглеводів у встановлених одиницях виміру на 100г продукту – згідно з додатком А;

- кінцевої дати споживання „Вжити до” або дати виробництва та строку придатності;

- товарного знака (за наявності);

- умов зберігання (температурний режим, відносна вологість повітря, освітлення – для продуктів у світлопроникній тарі);

- номери партії виробництва;

- напису: «Відкрити упаковку зберігати в холодильнику»;

- позначення цих технічних умов;

- штрихового коду згідно з ДСТУ 3147.

**4.4.3** Транспортне маркування повинно проводитись згідно з ДСТУ ISO 780, ГОСТ 14192 з зазначенням маніпуляційних знаків, залежно від виду тари, умов зберігання та транспортування.

**4.4.4** На один з торцевих боків транспортної тари з продукцією повинно бути нанесене державною мовою чітке маркування фарбою, що не змивається і не має запаху, за допомогою трафарету або наклеєний ярлик, виконаний типографським способом.

Маркування транспортної тари виконують державною мовою з обов’язковим зазначенням такої інформації:

– назва продукту;

– назви та повної адреси і телефон виробника та адреси потужностей (об’єкта) виробництва (місцезнаходження);

– товарного знака (за наявності);

– маси брутто, кг;

– кількості споживчих одиниць пакування (шт.);

- кінцевої дати споживання «Вжити до» або дати виробництва та строку придатності;

– умов зберігання та використання;

- номера пакувальника;
- позначення цих технічних умов.

## 4.5 Пакування

### 4.5.1 Пакування проводять згідно з ДСТУ OIMLR 87.2012 / Р 50-056/

**4.5.2** Бісквіт напівфабрикат фасують у папір пергамент, під пергамент або напівпергамент з послідуочим пакуванням у тару з гофрованого, паперового матеріалу, який призначений для фасування харчових продуктів згідно з чинними нормативними документами, що мають висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи, виданий центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України, або імпорного виробництва, які мають висновок МОЗ.

Матеріали імпорного виробництва: плівка, пакети, коробки, повинні відповідати вимогам і мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України та сертифікат відповідності.

**4.5.3** Маса нетто продукції в пакувальній одиниці повинна відповідати зазначеному в маркуванні. Значення допустимих мінусових відхилень маси нетто для окремих пакувальних одиниць не повинно перевищувати вимог, встановлених згідно з ДСТУ OIMLR 87.

Допустимі відхилення неттопакувальної одиниці для розфасованої та вагової продукції мають відповідати наведені в таблиці 5.

**Таблиця 5** — Допустимі відхилення маси неттопакувальної одиниці

| Номінальне значення маси продукції в пакувальній одиниці, г                                                            | Значення границі допустимого мінусового відхилення від номінального значення |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                                                                                        | %                                                                            | г     |
| Від 5 до 50 включно                                                                                                    | 9,0                                                                          | -     |
| Понад »50»100»                                                                                                         | -                                                                            | 4,5   |
| »10»200»                                                                                                               | 4,5                                                                          | -     |
| »200»300»                                                                                                              | -                                                                            | 9,0   |
| »300»500»                                                                                                              | 3,0                                                                          | -     |
| »500»1000»                                                                                                             | -                                                                            | 15,0  |
| »1000»10 000»                                                                                                          | 1,5                                                                          | -     |
| »10000»15000»                                                                                                          | -                                                                            | 150,0 |
| <b>Примітка 1.</b> Граничне значення плюсового відхилення маси нетто від номінального значення маси нетто не обмежено. |                                                                              |       |

**4.5.4** Тара та комбінований матеріал імпортного виробництва, що використовують під час пакування бісквіту, повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів та мати висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

## **5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ**

**5.1** Під час виготовлення продукції необхідно дотримуватись вимог щодо безпеки, що встановлені технологічною інструкцією, розробленою та затвердженою в установленому порядку.

**5.2** Виробниче приміщення повинно бути обладнано приливно-витяжною вентиляцією згідно з ДСТУ Б А.3.2.-12, ДБН В.2.5-67.

**5.3** Повітря робочої зони та мікроклімат виробничих приміщень повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042.

**5.4** Штучне та природнє освітлення виробничих приміщень повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

**5.5В** процесі виробництва необхідно дотримуватись вимог безпеки до технологічних процесів відповідно до ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039.

**5.6** Технологічне устаткування для виробництва бісквіту повинно відповідати вимогам ДСТУ prEN 1672-1, ДСТУEN 1672-2.

**5.7** Пожежна безпека на виробництві повинна відповідати вимогам ДСТУ 8828.

**5.8** Виробничі приміщення повинні бути забезпечені питною водою згідно з ДСанПін 2.2.4-171.

**5.9** Система вентиляції і опалення цеху з виробництва борошна повинні відповідати вимогам ДБН В 2.5-67.

**5.10** Все обладнання для виробництва та фасування повинно підлягати санітарній обробці за схемою санітарно-бактеріологічного контролю, миття і дезінфекції обладнання, згідно з відповідною інструкцією графіку, затвердженого в установленому порядку.

**5.11** Рівень шуму у виробничому приміщені під час роботи виробничого обладнання не повинен перевищувати рівні, встановлені ДСН 3.3.6.037.

**5.12** Робочі місця повинні бути забезпечені інструкціями з техніки безпеки

**5.13** Цех з виробництва та фасування бісквіту повинен бути забезпечений медичною аптечкою.

**5.14** Працівники повинні бути забезпечені спецодягом згідно з ДСТУ 7239, НПАОП 0.00-4.01.

**5.15** Персонал, на виробництві бісквіту повинен проходити періодичні медичні огляди згідно з Наказом МОЗ України від 23.07.2002 № 280 та Наказом МОЗ України від 21.02.2013 №150.

## **6 ВИМОГИ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ**

**6.1** Охорона атмосферного повітря від забруднення шкідниками здійснюється відповідно до вимог Закону України №2707-XII від 16.10.1992р. Наказу МОЗ України № 1596 від 14.07.2020. Наказу МОЗ України №52 від 14.01.2020 р.

**6.2** Переробку, утилізацію, знищення неякісної продукції здійснюється згідно з вимогами, що встановлені Законом України №1393-XIV від 14.01.2000.

**6.3** Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з вимогами Наказу МОЗ України №145 від 17.03.2011р.

**6.4** Охорона поверхневих вод від забруднення повинна здійснюватись відповідно до вимог Постанови КМУ №465 від 25.03.1999р.

## **7 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ**

**7.1** Бісквіт приймають партіями. Партія – це кількість продукту виготовленого з однієї сировини за однакових умов при одному технологічному циклі. Правила приймання, визначення партії, об'єм вибірок та відбирання проб згідно з ДСТУ ISO 13690.



**7.2** Кожну партію бісквіту супроводжують документом, що підтверджує його безпечність та якість в документі повинно вказуватись:

- номер і дату видачі документу;
- найменування підприємства - виробника;
- вид і повну назву бісквіту;
- результати аналізу якості бісквіту;
- показники безпечності (підтвердження не перевищення допустимих рівнів);
- кінцеву дату споживання або дату виробництва та строк придатності;
- умови зберігання позначених в цих ТУ;
- підпис відповідальної особи.

**7.3** Для визначення відповідної якості бісквіту вимогам цих ТУ підприємство-виробник проводить приймальне і періодичне контролювання.

**7.4** Приймальному контролюванню підлягає кожна партія борошна за органолептичними показниками, масою нетто, якістю пакування та маркування.

**7.5** При періодичному контролі перевіряють фізико-хімічні показники – згідно з планом графіком підприємства-виробника, яке має гарантувати відповідність зазначених показників згідно цих ТУ, а також за вимогою споживача.

**7.6** Періодичність контролювання показників безпечності регламентуються згідно з планом контролю за безпечністю харчових продуктів, розробленим та затвердженим оператором потужності в установленому порядку.

**7.7** Контролювання наявності патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Salmonella*, *S. aureus* та БГКП (коліформи) *S*, здійснюється у порядку державного санітарного нагляду санітарно-епідеміологічною службою з періодичністю, затвердженою у встановленому порядку.

**7.8** У разі отримання незадовільних результатів хоча б за одним із показників проводять повторні випробування подвійної вибірки від тієї самої партії. Якщо отримують незадовільні результати повторного випробування, партію бракують

## **8 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ**

### **8.1 Відбирання проб**

**8.1.1** Готування проб до контролювання здійснюють згідно

ДСТУ 4619, готування проб для визначення мікробіологічних показників здійснюють згідно з ДСТУ 7670, ДСТУ 8051.

**8.2** Органолептичні показники перевіряють згідно ДСТУ 8001, якість пакування і маркування – візуально.

**8.3** Фізико-хімічні показники (масова частка вологи, масова частка загального цукру, лужність у градусах, масова частка золи) визначають згідно з ДСТУ 4672, ДСТУ 4910, ДСТУ 5024, ДСТУ 5059, ДСТУ 8001, ДСТУ ISO 1871.

**8.4** Вміст токсичних елементів, у бісквіті визначають відбирання проб – згідно з ДСТУ 7670, свинець – ГОСТ 26932 [3], кадмій - ГОСТ 26933 [4], миш'як - ГОСТ 26930 [2], ртуть – 26927 [1].

**8.5** Вміст радіонуклідів визначають згідно з МВ 6.6.1-10.10.17.158 та іншими чинними нормативними документами і рекомендаціями, погодженими центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

**8.6** Відбирають проби для мікробіологічного аналізування – згідно з ДСТУ 8051, готування проб – згідно з ДСТУ 7963, методи культивування мікроорганізмів – згідно з ДСТУ 8535, готування розчинів реактивів, поживних середовищ – проводять згідно з чинними НД, сальмонели згідно ДСТУ EN 12824.

**8.7** Мікробіологічне аналізування проводять згідно з ДСТУ 8446, ГОСТ 30518, ДСТУ ISO 6888-1, ДСТУ EN 12824.

**8.8** Виявляють збудників псування у разі потреби підтвердження мікробного псування згідно з ДСТУ 7999, ДСТУ 8446, ДСТУ ISO 6888-1,

**8.9** Патогенні мікроорганізми виявляють за вимогою органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду в зазначених ними лабораторіях згідно з ДСТУ EN 12824.

**8.10** Періодичність контролювання показників безпечності (вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів та радіонуклідів) згідно з МР 4.4.4-108.

**8.11** При отриманні негативних результатів хоча б за одним з показників, аналізування повторюють з подвійної вибірки, у разі отримання незадовільних результатів бракують партію повністю.

**8.12** Дозволено використовувати інші стандартні методики, методи і засоби вимірювальної техніки, які за своїми метрологічними і технічними характеристиками відповідають вимогам цих технічних умов. Використання аналітичних методів дозволено, якщо вони відповідають референс-методам і протоколам, прийнятим на міжнародному рівні. Стандарти ISO та настанови Codex Alimentarius використовуються як референс-методи.

## **9 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ**

**9.1** Транспортування та зберігання бісквіту здійснюють згідно чинного законодавства.

**9.2** Транспортування бісквіту проводять всіма видами критого транспорту згідно з правилами транспортних організацій з перевезення вантажів (харчових продуктів), які діють на даному виді транспорту.

Транспортні засоби повинні бути чистими, сухими, без сторонніх запахів. Під час перевезення не повинно виникати ушкодження цілісності пакування.

**9.3** Бісквіт зберігають у добре вентильованих, чистих, сухих, без сторонніх запахів складських приміщеннях за температури від 6°C до 18°C та відносної вологості не більшої, ніж 75 %.

**9.4** Строк зберігання від дати виготовлення у споживчому пакуванні без пошкодження – 8 діб.

## **10 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА**

**10.1** Виробник гарантує відповідність якості бісквіту вимогам цих ТУ у разі дотримування умов транспортування і зберігання.

**10.2** Строк придатності борошна зазначено в 9.4.

## ДОДАТОК А

(довідковий)

ІНФОРМАЦІЙНІ ДАНІ ПРО ХАРЧОВУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЦІННІСТЬ  
(КАЛОРІЙНІСТЬ) БІСКВІТУ

Таблиця А.1 – Харчова та енергетична цінність (калорійність) 100 г бісквіту

| Назва продукту | Білки, g (г), не менше ніж | Жири/насичені жири, g (г), не менше ніж | Вуглеводи/цукри/поліюли, g (г), не менше ніж | Сіль, g (г), не більше ніж | Енергетична цінність |          |
|----------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------|
|                |                            |                                         |                                              |                            | kcal (ккал)          | kJ (кДж) |
| Діабетичний    | 11,6                       | 2,5                                     | 9,33                                         | -                          | 446,35               | 1867,53  |

**Примітка 1.** Харчову та енергетичну цінність (калорійність) 100 г продукту, які виготовляються під конкретними назвами може розраховувати виробник та затверджувати в установленому порядку.

**Примітка 2.** Параметричні значення показників харчової цінності продукту обґрунтовує та розраховує оператор ринку чи виробник в установленому порядку, відповідно до вимог чинного законодавства на підставі аналітичних методів дослідження та/або з використанням розрахункового методу з урахуванням рецептури продукту і даних про склад сировини.

**Примітка 3.** Показники харчової та енергетичної цінності (калорійності) продукту можуть коливатися залежно від природно-кліматичних умов та технології виробництва

## ДОДАТОК Б

(довідковий)

## БІБЛІОГРАФІЯ

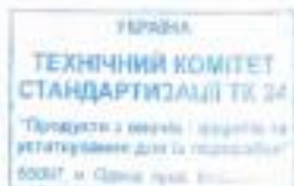
- 1    ГОСТ 26927–86    Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути (Сировина та продукти харчові. Метод визначання ртуті)
- 2    ГОСТ 26930–86    Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (Сировина та продукти харчові. Метод визначання миш'яку)
- 3    ГОСТ 26932–86    Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца (Сировина та продукти харчові. Методи визначання свинцю)
- 4    ГОСТ 26933–86    Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия (Сировина та продукти харчові. Методи визначання кадмію)

## АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН ТЕХНІЧНИХ УМОВ

[illegible]

**Додаток А4**  
**Технологічна інструкція до ТУ У 10.7-04718013-001:2023 «Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат»**

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової та міжнародної діяльності

Д-р. економ. наук

 **Юрій ДАНЬКО**

" 03 " *березня* 2023 р.

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ**

До ТУ У 10.7-04718013-001:2023

**ПРОДУКТИ КОНДИТЕРСЬКІ БІСКВІТ НАПІВФАБРИКАТ**

Уведено вперше

дата надання чинності 03.03.2023 р

РОЗРОБЛЕНО

Сумський національний аграрний університет

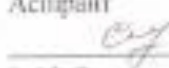
Кафедра технології харчування

кандидат технічн. наук, доцент

 **Оксана МЕЛЬНИК**

" 02 " *березня* 2023 р.

Аспірант

 **Ольга СЕРЕДА**

" 02 " *березня* 2023 р.

Підстава: ТУ У 10.7-04718013-001:2023 «Продукти кондитерські бісквіт  
напівфабрикат»

## **1. Асортимент**

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво бісквіт напівфабрикату, який виготовляють з додаванням борошна із цвіркунів, а також іншої сировини, що входить до складу рецептури бісквіту круглого.

## **2. Характеристика сировини і матеріалів**

**2.1** Бісквіт напівфабрикат повинен вироблятися згідно з цими технічними умовами та цією технологічною інструкцією з виконанням діючих норм законодавства

**2.2** Для виготовлення бісквіт напівфабрикату використовують сировину і матеріали, вказані в пункті 4.2 технічних умов

## **3. Характеристика готової продукції**

За показниками бісквіт напівфабрикат має відповідати вимогам, вказаних у пункті 4.1 технічних умов

## **4. Опис технологічного процесу**

Технологічний процес має проходити за цією технологічною інструкцією з дотриманням вимог діючого законодавства з безпеки та якості харчових продуктів.

Сировину для бісквітного напівфабрикату приймають за наявності всіх документів, затверджених законодавством, що підтверджують її якість.

Сировина закупляється партіями, контроль якості проводиться згідно з діючим законодавством.

**4.1 Підготовка сировини** повинна проводитись відповідно до вимог діючої нормативно-технічної документації



## **4.2 Приготування тіста**

На першому етапі здійснюють підготовку сировини до виробництва. Заздалегідь охолоджені яєчні білки збивають у збивальній машині протягом 20-30 хвилин спочатку на маленькій, а потім на великій кількості обертів до збільшення в об'ємі маси в 6-7 разів. Під кінець збивання вводять лимонну кислоту. Окремо збивають яєчні жовтки з цукром-піском протягом 30-40 хвилин. Потім обережно вводять збиті білки і перемішують до отримання однорідного тіста. Додають просіяну суміш з борошна пшеничного та борошна із цвіркуні і збивають масу ще приблизно 1-2 хв. Тісто готували з вологістю 44-46%.

## **4.3 Формування**

Бісквітне тісто негайно розливають у круглі форми, які заздалегідь застеляють пергаментом. Форми заповнюють на  $\frac{3}{4}$  висоти, щоб тісто під час випікання не перекинулось через борти

## **4.4 Випікання**

Випікання бісквітного напівфабрикату здійснюють у пар конвекційній печі марки UNOX, LEINOX тощо або у духових шафах марки ЖШ-1М, Liberton, Bosh, тощо.

Тривалість випікання складає 20-40 хвилин за температури 180-200°C. Випечені коржі охолоджують і вистояють протягом 8 годин за температури 18-20°C, після цього знімають пергаментний папір.

Температурні режими можуть змінюватись в залежності від типу, моделі, конструктивних особливостей обладнання, умов експлуатації та якості сировини.

## **5. Пакування і маркування**

Пакування та маркування бісквіт напівфабрикату здійснюють з вимогами цим технічних умов – п. 4.3, п.4.4

## **6. Транспортування й зберігання**

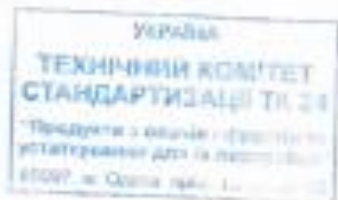
Транспортування й зберігання готового бісквітного напівфабрикату проводиться згідно п. 9 технічних умов.

## **7. Контроль якості**

Контроль якості, дотримання технологічних параметрів та умов зберігання бісквітного напівфабрикату проводиться згідно п. 8 технічних умов.

**Додаток А5**  
**Технологічна інструкція до ТУ У 10.7-04718013-002:2024 «Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів»**

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової та міжнародної діяльності

Д-р. економ. наук

Юрій ДАНЬКО

" 29 " лютого 2024 р.

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ**

До ТУ У 10.7-04718013-002:2024

**ПРОДУКТИ КОНДИТЕРСЬКІ БІСКВІТ НАПІВФАБРИКАТ ІЗ ЦУКРОЗАМІННИКАМИ ТА БОРОШНОМ ІЗ ЦВІРКУНІВ**

Уведено вперше  
дата надання чинності 29.02.2024 р

**РОЗРОБЛЕНО**

Сумський національний аграрний університет  
Кафедра технології харчування  
кандидат техніч. наук, доцент

Оксана МЕЛЬНИК  
" 28 " лютого 2024 р.

Аспірант

Ольга СЕРЕДА  
" 28 " лютого 2024 р.

Підстава: ТУ У 10.7-04718013-002:2024 «Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів»

## **1. Асортимент**

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво бісквіт напівфабрикату, який виготовляють з ерітролом та фруктозою та додаванням борошна із цвіркунів, а також іншої сировини, що входить до складу рецептури бісквіту круглого.

## **2. Характеристика сировини і матеріалів**

**2.1** Бісквіт напівфабрикат повинен вироблятися згідно з цими технічними умовами та цією технологічною інструкцією з виконанням діючих норм законодавства

**2.2** Для виготовлення бісквіт напівфабрикату використовують сировину і матеріали, вказані в пункті 4.2 технічних умов

## **3. Характеристика готової продукції**

За показниками бісквіт напівфабрикат має відповідати вимогам, вказаних у пункті 4.1 технічних умов

## **4. Опис технологічного процесу**

Технологічний процес має проходити за цією технологічною інструкцією з дотриманням вимог діючого законодавства з безпеки та якості харчових продуктів.

Сировину для бісквітного напівфабрикату приймають за наявності всіх документів, затверджених законодавством, що підтверджують її якість.

Сировина закупляється партіями, контроль якості проводиться згідно з діючим законодавством.

**4.1 Підготовка сировини** повинна проводитись відповідно до вимог діючої нормативно-технічної документації

## **4.2 Приготування тіста**

На першому етапі здійснюють підготовку сировини до виробництва. На другому етапі, збивають яєчні жовтки з ерітролом та фруктозою у пропорції 1:3 протягом 30-40 хвилин. Заздалегідь охолоджені яєчні білки збивають у збивальній машині протягом 20-30 хвилин спочатку на маленькій, а потім на великій кількості обертів до збільшення в об'ємі маси в 6-7 разів. Під кінець збивання вводять лимонну кислоту. Потім обережно у збиті жовтки вводять збиті білки і перемішують до отримання однорідного тіста. Додають просіяну суміш з борошна пшеничного та борошна із цвіркуні і збивають масу ще приблизно 5-8 секунд. Тісто готують з вологістю 40-44%.

## **4.3 Формування**

Бісквітне тісто негайно розливають у круглі форми, які заздалегідь застеляють пергаментом. Форми заповнюють на  $\frac{3}{4}$  висоти, щоб тісто під час випікання не перекинулось через борти

## **4.4 Випікання**

Випікання бісквітного напівфабрикату здійснюють у пар конвекційній печі марки UNOX, LEINOX тощо або у духових шафах марки ЖШ-1М, Liberton, Bosh, тощо.

Тривалість випікання складає 30-50 хвилин за температури 160-180°C. Випечені коржі охолоджують і вистояють протягом 8 годин за температури 18-20°C, після цього знімають пергаментний папір..

Температурні режими можуть змінюватись в залежності від типу, моделі, конструктивних особливостей обладнання, умов експлуатації та якості сировини.

## **5. Пакування і маркування**

Пакування та маркування бісквіт напівфабрикату здійснюють з вимогами цим технічних умов – п. 4.3, п.4.4

## **6. Транспортування й зберігання**

Транспортування й зберігання готового бісквітного напівфабрикату проводиться згідно п. 9 технічних умов.

## **7. Контроль якості**

Контроль якості, дотримання технологічних параметрів та умов зберігання бісквітного напівфабрикату проводиться згідно п. 8 технічних умов.

## **ДОДАТОК Б**

**Технологічна карта на новий продукт  
бісквіт «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів**

Затверджую  
Керівник підприємства  
*Най. Роговська І.І.*  
*09.04.24* 2024

Технологічна карта № 5  
На новий продукт  
**Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий»**

Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» виготовляється з заміною частини пшеничного борошна (10,0%) на борошно із цвіркунів роду *Acheta domestica*

Рецептура на новий продукт

Таблиця №1

| № | Найменування сировини         | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 10 кг напівфабрикату, г |                   | Нормативна документація, що регламентує вимоги до якості сировини |
|---|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
|   |                               |                                | В натурі                                    | В сухих речовинах |                                                                   |
| 1 | Борошно пшеничне вищого сорту | 85,50                          | 2560,18                                     | 2188,95           | ГСТУ 46.004-99                                                    |
| 2 | Борошно із цвіркунів          | 90,0                           | 284,48                                      | 256,03            | ТУ У 10.8- 45204873-001:2023                                      |
| 3 | Цукор-пісок                   | 99,85                          | 2495,85                                     | 2492,15           | ДСТУ 4623:2006                                                    |
| 4 | Жовтки яєчні                  | 46,00                          | 2495,85                                     | 1148,07           | ДСТУ 5028:2008                                                    |
| 5 | Білки яєчні                   | 12,00                          | 3758,04                                     | 450,96            | ДСТУ 5028:2008                                                    |
| 6 | Кислота лимонна               | 98,00                          | 11,09                                       | 10,88             | ДСТУ ГОСТ 908:2006                                                |
|   | Разом:                        |                                | 11605,54                                    | 6547,05           |                                                                   |
|   | Вихід:                        |                                | 10000,0                                     |                   |                                                                   |

**ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ**

*Підготовка сировини:* борошно пшеничне та борошно із цвіркунів, просіюють через сито з діаметром отворів не більше 2,5 мм.

Цукор-пісок, який використовують для бісквітного напівфабрикату в сухому вигляді, просіюють через сито з діаметром отворів не більше 3,0 мм і пропускають через магнітоуловлювач.

Яйця курячі, звільняють від упаковки, візуально перевіряють на свіжість та проводять санітарну обробку.

*Приготування тіста:* заздалегідь охолоджені яєчні білки збивають у збивальній машині протягом 25-30 хвилин спочатку на малій, а потім на великій



швидкості обертів до збільшення в об'ємі маси в 5-6 разів. Під кінець збивання вводять лимонну кислоту. Окремо збивають яєчні жовтки з цукром-піском протягом 20-25 хвилин. Потім обережно вводять збиті білки і перемішують до отримання однорідної маси. Додають просіяну суміш з борошна пшеничного та борошна із цвіркунів і збивають масу ще приблизно 1-2 хв. Тісто готують з вологістю 32,50%<sup>1</sup>.

Бісквітне тісто розливають у круглі форми, які заздалегідь застеляють пергаментом. Форми заповнюють на  $\frac{3}{4}$  висоти, щоб тісто під час випікання заповнило всю форму.

Тривалість випікання складає 25-45 хвилин за температури 170-180°C. Випечені коржі охолоджують і вистояють протягом 8 годин за температури 18-20°C, після цього знімають пергаментний папір.

#### Фізико-хімічні показники

Таблиця 2

| Назва показника                                                                                   | Норма для бісквітного напівфабрикату | Методи контролювання  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Масова частка води, %                                                                             | 32,58±3,00                           | Згідно з ДСТУ 4910    |
| Масова частка загального цукру (в перерахунку на сахарозу), %                                     | 31,6±2,5                             | Згідно з ДСТУ 5059    |
| Лужність у градусах (для виробів з хімічними розпушувачами), не більше ніж                        | 1,1                                  | Згідно з ДСТУ 5024    |
| Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, %, не більше ніж | 0,07                                 | Згідно з ДСТУ 4672    |
| Масова частка білку, %                                                                            | 11,61                                | Згідно з МУ 1-40/3805 |

Вміст токсичних елементів та мікотоксинів у готовому напівфабрикаті не повинен перевищувати допустимі рівні, зазначені у таблиці 3.

#### Вміст токсичних елементів та мікотоксинів

Таблиця 3

| Назва показника    | Одиниця вимірювання     | Допустимий рівень | Метод контролювання                   |
|--------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 2                       | 3                 | 4                                     |
| Токсичні елементи: |                         |                   |                                       |
| свинець            | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,5               | Згідно з ГОСТ 26932,<br>ГОСТ 30178    |
| кадмій             | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,1               | Згідно з ГОСТ 26933,<br>ГОСТ 30178    |
| миш'як             | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,3               | Згідно з ГОСТ 26930,<br>ДСТУ ISO 6634 |
| ртуть              | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,02              | Згідно з ГОСТ 26927,<br>ДСТУ ISO 6637 |
| Афлотоксин         | мг/кг                   | 5                 | Згідно з МР 2273 МУ 4082              |

Продовження таблиці 3

| 1                | 2                                      | 3   | 4                                         |
|------------------|----------------------------------------|-----|-------------------------------------------|
| Охротоксин       | мак. рівень мг<br>Nol <sup>3</sup> /кг | 0,5 | Згідно з МР 2273 МУ 4082                  |
| Дезоксин/нівелин | мг/кг                                  | 500 | Згідно з МР 2273                          |
| Зеараленон       | мг/кг                                  | 50  | Згідно з МР 2273                          |
| Радіонукліди:    |                                        |     |                                           |
| цезій -137       | Бк/кг                                  | 20  | Згідно з <del>МВ 6.6.1-10.10.17.158</del> |
| стронцій -90     | Бк/кг                                  | 5   | Згідно з <del>МВ 6.6.1-10.10.17.158</del> |

#### Мікробіологічні показники

Таблиця 4

| Назва показника                                                        | Вимоги<br>нормативної<br>документації | Результати<br>випробувань | Методи випробувань          |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| КМАФАнМ КУО в 1 г, не більше ніж                                       | 5*10 <sup>4</sup>                     | 5*10 <sup>4</sup>         | Згідно з ДСТУ 8446          |
| Маса продукту, г, в якій не допускають                                 |                                       |                           |                             |
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи) S, г, в якій не допускають | не дозволено                          | не знайдено               | Згідно з ГОСТ 30518         |
| Патогенні мікроорганізми S. aureus, г, в якій не допускають            | не дозволено                          | не знайдено               | Згідно з<br>ДСТУ ISO 6888-1 |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella, г, в якій не допускають  | не дозволено                          | не знайдено               | Згідно з ДСТУ EN 12824      |
| Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж                                      | 50                                    | не знайдено               | Згідно з ДСТУ 8447          |
| Плісневі гриби. КУО в 1 г, не більше ніж                               | 50                                    | не знайдено               | Згідно з ДСТУ 8447          |

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ

**Зовнішній вигляд** – напівфабрикат має круглу форму, без деформацій, з рівними зрізами.

**Колір** – тонка світло-коричнева скоринка, м'якушка – золотисто-жовтого кольору.

**Поверхня** - шорсткувата, злегка бугриста. Не допустима підгоріла поверхня. Допустимі поодинокі не розтріскані пухирці та наявність мілких тріщин.

**Вид у розрізі** – пласти бісквітного напівфабрикату, не крихкі, добре пропечені, пористі, без закалу та слідів непромісу, рівномірні за товщиною.

**Запах та смак** - характерний конкретному виду відповідно до затверджених рецептур, без стороннього присмаку та запаху.

Харчова та енергетична цінність

У 100г, продукції міститься:

Білків – 11,6

Жирів – 2,5

Вуглеводів – 36,1

Енергетична цінність 206, 08 Ккал (862,24 кДж)

Розробники:



Ольга СЕРЕДА

Оксана МЕЛЬНИК

## **ДОДАТОК В**

**Технологічна карта на новий бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий покращений» із додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінниками**



### Технологічна карта № 6

#### На новий продукт

#### Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий покращений»

Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий покращений» виготовляють із повною заміною цукру-піску на цукрозамінники нового покоління – фруктоза та еритрол та заміною частини пшеничного борошна (10,0%) на борошно із цвіркунів роду *Acheta domestica*.

#### Рецептура на новий продукт

Таблиця №1

| № п/п | Назва сировини       | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 10 кг напівфабрикату, г |                   | Нормативна документація, що регламентує вимоги до якості сировини |
|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
|       |                      |                                | в натурі                                    | в сухих речовинах |                                                                   |
| 1     | Борошно пшеничне в/с | 85,50                          | 2560,18                                     | 2188,95           | ГСТУ 46.004-99                                                    |
| 2     | Борошно із цвіркунів | 97,80                          | 284,48                                      | 261,81            | ТУ У 10.8-45204873-001:2023                                       |
| 3     | Еритрол              | 99,95                          | 1622,30                                     | 1619,87           | ТУ У 15.6-37211300-001:2001                                       |
| 4     | Фруктоза             | 99,95                          | 873,55                                      | 872,24            | ТУ У 15.6-37211300-001:2001                                       |
| 5     | Жовтки яєчні         | 46,00                          | 2495,85                                     | 1148,07           | ДСТУ 5028:2008                                                    |
| 6     | Білки яєчні          | 12,00                          | 3758,04                                     | 450,96            | ДСТУ 5028:2008                                                    |
| 7     | Кислота лимонна      | 98,00                          | 11,09                                       | 10,88             | ДСТУ ГОСТ 908:2006                                                |
|       | Разом                |                                | 11605,54                                    |                   |                                                                   |
|       | Вихід                |                                | 10000,0                                     |                   |                                                                   |

#### ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

*Підготовка сировини:* борошно пшеничне та борошно із цвіркунів, просіюють через сито з діаметром отворів не більше 2,5 мм.

Еритрол та фруктозу, які використовують для бісквітного напівфабрикату в сухому вигляді, просіюють через сито з діаметром отворів не більше 3,5 мм і пропускають через ~~магнітоудовнювач~~.

*Приготування тіста:* Спосіб отримання ЗБН з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників включає в себе розділення яєчних білків та жовтків, додавання до яєчних жовтків суміші еритрола та фруктози 70:30 та збивання маси протягом  $(3...4) \cdot 60$  с, а до яєчних білків лимонної кислоти та збивання їх протягом  $(2...3) \cdot 60$  с, поєднання яєчних білків та жовтків та додавання суміші борошна пшеничного та борошна із цвіркунів 90:10. Процес замішування тіста проводився холодним способом при температурі  $18-20^{\circ}\text{C}$  протягом  $(1..2) \cdot 60$ с. Випікання проводилось у зволоженій камері при температурі  $170-180^{\circ}\text{C}$ , тривалість випікання 25-35хв. Після випікання проводилось охолодження напівфабрикату протягом 25 хв для стабілізації випеченого напівфабрикату. Вистоювання проводилось при температурі  $18-20^{\circ}\text{C}$ . Для подальшої роботи з напівфабрикатом його залишали вистоювати протягом 10...12 год.

#### Фізико-хімічні показники

Таблиця 2

| Назва показнику                                                                                   | Норма для бісквітного напівфабрикату | Методи контролювання  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Масова частка води, %                                                                             | 32,54                                | Згідно з ДСТУ 4910    |
| Масова частка загального цукру (в перерахунку на сахарозу), %                                     | 32,06                                | Згідно з ДСТУ 5059    |
| Лужність у градусах (для виробів з хімічними розпушувачами), не більше ніж                        | 1,1                                  | Згідно з ДСТУ 5024    |
| Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, %, не більше ніж | 0,07                                 | Згідно з ДСТУ 4672    |
| Масова частка білку, %                                                                            | 10,47                                | Згідно з МУ 1-40/3805 |

Вміст токсичних елементів та мікотоксинів у готовому напівфабрикаті не повинен перевищувати допустимі рівні, зазначені у таблиці 3.

#### Вміст токсичних елементів та мікотоксинів

Таблиця 3

| Назва показника    | Одиниця вимірювання     | Допустимий рівень | Метод контролювання                |
|--------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1                  | 2                       | 3                 | 4                                  |
| Токсичні елементи: |                         |                   |                                    |
| свинець            | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,5               | Згідно з ГОСТ 26932, ГОСТ 30178    |
| кадмій             | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,1               | Згідно з ГОСТ 26933, ГОСТ 30178    |
| миш'як             | мг/кг,<br>не більше ніж | 0,3               | Згідно з ГОСТ 26930, ДСТУ ISO 6634 |

Продовження таблиці 3

| 1                | 2                                       | 3    | 4                                  |
|------------------|-----------------------------------------|------|------------------------------------|
| ртуть            | мг/кг,<br>не більше ніж                 | 0,02 | Згідно з ГОСТ 26927, ДСТУ ISO 6637 |
| Афлотоксин       | мг/кг                                   | 5    | Згідно з МР 2273 МУ 4082           |
| Охротоксин       | мак. рівень мг<br>Nol <sup>-3</sup> /кг | 0,5  | Згідно з МР 2273 МУ 4082           |
| Дезоксин/нівелін | мг/кг                                   | 500  | Згідно з МР 2273                   |
| Зеараленон       | мг/кг                                   | 50   | Згідно з МР 2273                   |
| Радіонукліди:    |                                         |      |                                    |
| цезій -137       | Бк/кг                                   | 20   | Згідно з МВ 6.6.1-10.10.17.158     |
| стронцій -90     | Бк/кг                                   | 5    | Згідно з МВ 6.6.1-10.10.17.158     |

## Мікробіологічні показники

Таблиця 4

| Назва показника                                                        | Вимоги нормативної документації | Результати випробувань | Методи випробувань       |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|
| КМАФАнМ КУО в 1 г, не більше ніж                                       | 5*10 <sup>4</sup>               | 5*10 <sup>4</sup>      | Згідно з ДСТУ 8446       |
| Маса продукту, г, в якій не допускають                                 |                                 |                        |                          |
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи) S, г, в якій не допускають | не дозволено                    | не знайдено            | Згідно з ГОСТ 30518      |
| Патогенні мікроорганізми S. aureus, г, в якій не допускають            | не дозволено                    | не знайдено            | Згідно з ДСТУ ISO 6888-1 |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella, г, в якій не допускають  | 25                              | не знайдено            | Згідно з ДСТУ EN 12824   |
| Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж                                      | 50                              | не знайдено            | Згідно з ДСТУ 8447       |
| Плісневі гриби. КУО в 1 г, не більше ніж                               | 50                              | не знайдено            | Згідно з ДСТУ 8447       |

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ

**Зовнішній вигляд** – напівфабрикат має круглу форму, без деформацій, з рівними зрізами

**Колір** – тонка скоринка від світло-жовтого до темно-коричневого кольору, м'якушка – від жовтого до темно-жовтого кольору.

**Поверхня** - шорсткувата, злегка бугриста. Не допустима підгоріла поверхня. Допустимі поодинокі не розтріскані пухирці та наявність мілких тріщин

**Вид у розрізі** – пласти бісквітного напівфабрикату, не крихкі, добре пропечені, пористі, без закалу та слідів непромісу, рівномірні за товщиною.

**Запах та смак** - характерний конкретному виду відповідно до затверджених рецептур, без стороннього присмаку та запаху

Харчова та енергетична цінність

У 100г, продукції міститься:

Білків – 11,6

Жирів – 2,5

Вуглеводів – 32,06

Енергетична цінність 206, 08 Ккал (862,24 кДж)

Глікемічний індекс – 18,26 од.

Розробники:



Ольга СЕРЕДА  
Оксана МЕЛЬНИ



## **ДОДАТОК Г**

### **Акти про випуск дослідно-промислової партії**

Затверджую  
Керівник підприємства  
*Гончак Л.М.*  
*01.05.* 2024 р.

## АКТ

### про випуск дослідно-промислової партії

**Найменування продукції:** Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з заміною частини борошна пшеничного вищого сорту на борошна із цвіркунів.

**Дата випуску:** 01.05.2024

**Комісія у складі:** завідувача виробництвом кафе-піцерії «Портофіно» Гончак Л.М., зав. кафедри технології харчування, к.т.н., доцента Мельник О.Ю., д.т.н., професора Перцевой Ф.В., д.ф. доцента Кошель О.Ю., ст. викладача, д.ф. Боковця С.П., аспірантки Середи О.Г.

даний акт складено про те, що протягом 01.05.2024 р. було зроблено випуск дослідно-промислової партії збивного борошняного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів згідно з ТУ У 10.7-04718013-001:2023 «Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат» (загальна кількість 5,0 кг) та реалізовано.

**Мета експерименту** - відпрацювання технологічного процесу виробництва бісквіт-напівфабрикату «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів в умовах виробництва в кафе-піцерії «Портофіно».

| Найменування продукції                                                | Вихід продукції, кг | Фасування у споживчу тару, % | Дата виробництва |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------|
| Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів | 5                   | 100                          | 01.05.2024       |

### *Дані одержані при відпрацюванні технологічного виробництва:*

- фактичні витрати сировини (додаток 1);
- параметри технологічного процесу (додаток 2).

Відпрацьована партія виробництва бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів, яка досліджувалась за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками протягом усього строку придатності продукту.

**Висновки:**

Відпрацьовано технологічні параметри виробництва бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів.

Відпрацьовано рецептурний склад бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів.

Відпрацьовано технологічні параметри виробництва бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий» з додаванням борошна із цвіркунів.

**Додаток:**

1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження продукту) річного економічного ефекту підписаний завідувачем виробництва, головним бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаткою.

2. Довідка про соціальний ефект підписана начальником планового та технічного відділів, завірена гербовою печаткою.

Від ВУЗу  
Керівник роботи  
Мельник Оксана МЕЛЬНИК  
(підпис) (ім'я та прізвище)  
«01» 05 2024 р.

Затверджую  
Керівник підприємства  
Мер. Песенков Н.В.  
01.05 2024 р.

Відповідальний за впровадження  
Аспірант  
Середа Ольга СЕРЕДА  
(підпис) (ім'я та прізвище)  
«01» 05 2024 р.

## Фактичні витрати становлять

| Найменування сировини         | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 5 кг напівфабрикату, г |                   |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
|                               |                                | В натурі                                   | В сухих речовинах |
| Борошно пшеничне вищого сорту | 85,50                          | 1280,09                                    | 1094,48           |
| Борошно із цвіркунів          | 90,0                           | 142,24                                     | 128,02            |
| Цукор-пісок                   | 99,85                          | 1247,93                                    | 1246,08           |
| Жовтки яєчні                  | 46,00                          | 1247,93                                    | 574,04            |
| Білки яєчні                   | 12,00                          | 1879,02                                    | 225,48            |
| Кислота лимонна               | 98,00                          | 5,55                                       | 5,44              |
| Разом:                        |                                | 5802,77                                    | 3273,53           |
| Втрати при випіканні, %:      |                                | 5,8                                        |                   |
| Вихід:                        |                                | 5000,0                                     |                   |

**Параметри технологічного процесу, що контролюються**

Технологічний процес виробництва збивного борошняного напівфабрикату складається з таких етапів:

- підготовка сухих компонентів: просіювання цукру-піску ( $d_{\text{сита}} = (2,5-3,0) \cdot 10^{-1} \text{ м}$ ), лимонної кислоти ( $d_{\text{сита}} = (2,5-3,0) \cdot 10^{-1} \text{ м}$ ), пшеничного борошна вищого сорту та борошна із цвіркунів ( $d_{\text{сита}} = (1,0-1,5) \cdot 10^{-1} \text{ м}$ ); санітарна обробка яєць;
- формування збитої яєчно-цукрової суміші: збиття яєчних білків з лимонною кислотою, та яєчних жовтків із цукром-піском, технологічні параметри розчинення та збивання яєчно-цукрової суміші
- замішування тіста: додавання до яєчно-цукрової маси суміш пшеничного борошна та борошна із цвіркунів та перемішування протягом  $(1...2) \cdot 60 \text{ с}$ ;
- формування: збите тісто розливається у форми, у яких відбуватиметься випікання;
- випікання: випікання відбувається при температурі  $170-180 \pm 5^\circ \text{C}$  протягом  $(35-40 \pm 5) \cdot 60 \text{ с}$ ;
- остигання проводять протягом  $(25 \pm 5) \cdot 60 \text{ с}$ , при температурі  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ;
- вистоювання та дозрівання проводили при температурі  $18...20^\circ \text{C}$  протягом  $(8...10) \cdot 60 \text{ с}$ ;
- зберігання та реалізація напівфабрикату відбувалась протягом 8 діб при температурних умовах  $t = 6...18^\circ \text{C}$ .

Затверджую  
Керівник підприємства  
*Роговська Н.В.*  
01.05 2024 р.

## АКТ

### про випуск дослідно-промислової партії

**Найменування продукції:** Бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий покращений» з цукрозамінниками та додаванням борошна із цвіркунів

**Дата випуску:** 01.05.2024

**Комісія у складі:** завідувача виробництвом кафе-піцерії «Портофіно» Гончакової Л.М., зав. кафедри технології харчування, к.т.н., доцента Мельник О.Ю., д.т.н., професора Перцевої Ф.В., д.ф. доцента Кошель О.Ю., ст.. викладача, д.ф. Боковець С.П., аспірантки Середа О.Г.

даний акт складено про те, що протягом 01.05.2024 р. було зроблено випуск дослідно-промислової партії збивного борошняного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників згідно з ТУ У 10.7-04718013-002:2024 «Продукти кондитерські бісквіт напівфабрикат із цукрозамінниками та борошном із цвіркунів» (загальна кількість 5,0 кг) та реалізовано.

**Мета експерименту** - відпрацювання технологічного процесу виробництва бісквіт-напівфабрикату «Протеїновий покращений» з цукрозамінниками та додаванням борошна із цвіркунів в умовах виробництва в кафе-піцерії «Портофіно».

| Найменування продукції                                                                               | Вихід продукції, кг | Фасування у споживчу тару, % | Дата виробництва |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------|
| Бісквіт-напівфабрикату «Протеїновий покращений» з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників | 5                   | 100                          | 1                |

### Дані одержані при відпрацюванні технологічного виробництва:

- фактичні витрати сировини (додаток 1);
- параметри технологічного процесу (додаток 2).



Відпрацьована партія виробництва бісквіт-напівфабрикат «Протеїновий покращений» з цукрозамінниками та додаванням борошна із цвіркунів, яка досліджувалась за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками протягом усього строку придатності бісквіт-напівфабрикату

**Висновки:**

Відпрацьовано технологічні параметри виробництва бісквіт-напівфабрикату «Протеїновий покращений» з цукрозамінниками та додаванням борошна із цвіркунів.

Відпрацьовано рецептурний склад бісквіт-напівфабрикату «Протеїновий покращений» з цукрозамінниками та додаванням борошна із цвіркунів.

Відпрацьовано технологічні параметри виробництва «бісквіт-напівфабрикату «Протеїновий покращений» з цукрозамінниками та додаванням борошна із цвіркунів».

**Додаток:**

1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження продукту) річного економічного ефекту підписаний завідувачем виробництва, головним бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаткою

2. Довідка про соціальний ефект підписана начальником планового та технічного відділів, завірена гербовою печаткою

Від ВУЗу  
Керівник роботи  
Оксана МЕЛЬНИК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«01» 05 2024  
р.Відповідальний за впровадження  
Аспірант

Ольга СЕРЕДА  
(підпис) (ім'я та прізвище)  
«01» 05 2024 р.

Затверджую  
Керівник підприємства  
01 05 2024 р.

## Фактичні витрати становлять

1

| Найменування сировини         | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 5 кг напівфабрикату, г |                   |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
|                               |                                | В натурі                                   | В сухих речовинах |
| Борошно пшеничне вищого сорту | 85,50                          | 1366,72                                    | 1119,18           |
| Борошно із цвіркунів          | 90,0                           | 151,98                                     | 130,91            |
| Еритрол                       | 99,85                          | 932,24                                     | 891,26            |
| Фруктоза                      | 99,85                          | 400,13                                     | 381,03            |
| Жовтки яєчні                  | 46,00                          | 1332,37                                    | 586,99            |
| Білки яєчні                   | 12,00                          | 2006,65                                    | 230,57            |
| Кислота лимонна               | 98,00                          | 9,91                                       | 5,56              |
| Разом:                        |                                | 6200,00                                    | 3345,50           |
| Витрати при випіканні, %      |                                | 6,20                                       | 1                 |
| Вихід:                        |                                | 5000,0                                     |                   |

1

1



**Параметри технологічного процесу, що контролюються**

Технологічний процес виробництва збивного борошняного напівфабрикату складається з таких етапів:

- підготовка сухих компонентів. Просіювання цукрозамінників ( $d_{\text{сита}} = (2,5-3,0) \cdot 10^{-1} \text{ м}$ ), лимонної кислоти ( $d_{\text{сита}} = (2,5-3,0) \cdot 10^{-1} \text{ м}$ ), пшеничного борошна вищого сорту та борошна із цвіркунів ( $d_{\text{сита}} = (1,0-1,5) \cdot 10^{-1} \text{ м}$ ); санітарна обробка яєць;
- формування збитої яєчно-цукрової суміші. Збиття яєчних білків з лимонною кислотою, та яєчних жовтків із еритролом та фруктозою (70:30), технологічні параметри розчинення та збивання яєчно-цукрової суміші
- замішування тіста. Додавання до яєчно-цукрової маси суміш пшеничного борошна та борошна із цвіркунів та перемішування протягом  $(1 \dots 2) \cdot 60 \text{ с}$ ;
- формування – збите тісто розливається у форми, у яких відбуватиметься випікання;
- випікання. Випікання відбувається при температурі  $170-180 \pm 5^\circ \text{C}$  протягом  $(35-40 \pm 5) \cdot 60 \text{ с}$ ;
- остигання – протягом  $(25 \pm 5) \cdot 60 \text{ с}$ , при температурі  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ;
- вистоювання та дозрівання проводили при температурі  $18 \dots 20^\circ \text{C}$  протягом  $(8 \dots 10) \cdot 60 \text{ с}$ ;
- зберігання та реалізація напівфабрикату відбувалось протягом 8 діб при температурних умовах  $t = 6 \dots 18^\circ \text{C}$

## **ДОДАТОК Д**

### **Акт про впровадження результатів дисертаційного дослідження**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи  
Сумського НАУ  
Маргарита ЛИШЕНКО  
2024 р.



**АКТ**  
про впровадження результатів дослідження  
дисертаційної роботи аспірантки кафедри технології харчування  
Сумського національного аграрного університету  
Середі Ольги Григорівни  
на тему «Удосконалення технології збивного борошняного напівфабрикату з  
використанням білкововмісної сировини та цукрозамінників»

Даним актом стверджується, що результати дисертаційного дослідження Середи Ольги Григорівни на тему «Технологія бісквітного напівфабрикату збагаченого білковим компонентом», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 181 Харчові технології, впроваджено у навчальну програму викладання дисциплін «Інноваційні технології в підприємствах галузі», «Інноваційні технології в ресторанній галузі», «Нутриціологія».

Результати дисертаційної роботи Середи Ольги Григорівни щодо створення нового бісквітного напівфабрикату збагаченого борошном із цвіркунів та заміною цукру на цукрозамінники нового покоління (еритрол та фруктоза) використовуються співробітниками кафедри технології харчування Сумського національного аграрного університету при підготовці і викладанні курсів лекцій, проведенні лабораторних занять, наукових досліджень для підготовки фахівців СВО «Бакалавр» та СВО «Магістр» за напрямом харчові технології, спеціальності 181 «Харчові технології» та 241 «Готельно-ресторанна справа».

Впровадження отриманих за дисертаційною роботою Середи О.Г. результатів дослідження в навчальний процес підвищує якість підготовки студентів за спеціальністю 181 «Харчові технології» та 241 «Готельно-ресторанна справа».

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри технології харчування Сумського національного аграрного університету (Протокол № 2 від 11 вересня 2024 року).

Завідувач кафедри технології харчування  
кандидат технічних наук, доцент

Оксана МЕЛЬНИК

## **ДОДАТОК Е**

### **Патенти України на корисну модель**

**Додаток Е1**

**Патенти України на корисну модель Спосіб отримання бісквітного напівфабрикату збагаченого білковим компонентом: патент на корисну модель № 155859. Україна: заявка, № и 2023 02880; заявл. 14.06.2023.; опубл. 17.04.2024р., Бюл №16**





(11) **155859**

(19) **UA**

(51) МПК (2024.01)  
**A21D 13/00**  
**A21D 13/06** (2017.01)  
**A21D 2/34** (2006.01)

(21) Номер заявки: **u 2023 02880**

(22) Дата подання заявки: **14.06.2023**

(24) Дата, з якої є чинними  
права інтелектуальної  
власності: **18.04.2024**

(46) Дата публікації відомостей  
про державну реєстрацію  
та номер Бюлетеня: **17.04.2024,**  
**Бюл. № 16**

(72) Винахідники:  
**Середа Ольга Григорівна,**  
**UA,**  
**Мельник Оксана Юрївна,**  
**UA,**  
**Маренкова Тетяна Іванівна,**  
**UA,**  
**Кравченко Сергій Ігорович,**  
**UA,**  
**Роженко Аліна Сергіївна, UA**

(73) Володілець:  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ**  
**АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,**  
вул. Г. Кондратьєва, 160, м.  
Суми, 40021, UA

(54) Назва корисної моделі:

**СПОСІБ ОТРИМАННЯ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ, ЗБАГАЧЕНОГО БІЛКОВИМ КОМПОНЕНТОМ**

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб отримання бісквітного напівфабрикату, що включає збивання яєчних жовтків з цукром та яєчних білків з лимонною кислотою, змішування яєчної маси із пшеничним борошном, який **відрізняється** тим, що вносять на стадії замісу тіста разом з просіяним пшеничним борошном борошно із цвіркунів у кількості 10,0 % від маси борошна, відповідно.

(11) **155859**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ</b><br/>Державна організація<br/>«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»<br/>(УКРНОІВІ)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».</p> <p>Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.</p> <p>Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 1486160424 необхідно:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Перейти за посиланням <a href="https://sis.nipo.gov.ua">https://sis.nipo.gov.ua</a>.</li><li>2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.</li><li>3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».</li></ol> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"><div><p>Уповноважена особа УКРНОІВІ</p><p>17.04.2024</p></div><div style="text-align: center;"></div><div style="text-align: center;"><p>І.Є. Матусевич</p></div></div> |

**ДОДАТОК Ж**  
**Розрахунок очікуваного економічного ефекту від**  
**Впровадження нового продукту**



## РОЗРАХУОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОГО ПРОДУКТУ

БКВ є досить популярними серед споживачів. Велика кількість торгових марок великих і малих підприємств, що виготовляють БКВ, пропонують широкий асортимент виробів та складають значну конкурентоспроможність між собою. Окрім кондитерських фабрик і хлібокомбінатів, виготовленням БКВ замиаються заклади ресторанного господарства (ЗРГ) України.

Інноваційна послуга в меню в закладі ресторанного господарства – впроваджується збивний бісквітний напівфабрикат. Для визначення доходу від надання даної послуги розрахуємо ціну однієї порції (калькуляційну карту).

**Таблиця 1 – Калькуляційна карта на збивний борошняний  
напівфабрикат «Протеїновий»**

| КАЛЬКУЛЯЦІЙНА КАРТА                                        |                                                     |               |            |         |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|------------|---------|
| Найменування страви Бісквітний напівфабрикат «Протеїновий» |                                                     |               |            |         |
| № п/п                                                      | Порядковий номер калькуляції і дата її затвердження | на 10 кг, кг. |            |         |
|                                                            | Найменування продуктів                              | норма         | ціна за кг | сума    |
| 1                                                          | Борошно пшеничне                                    | 3,51          | 20,59      | 72,27   |
| 2                                                          | Яйце курячі, шт..                                   | 161           | 4,69       | 755,09  |
| 3                                                          | Цукор                                               | 3,41          | 28,00      | 95,76   |
| 4                                                          | Лимонна кислота                                     | 0,015         | 60,00      | 1,20    |
| 5                                                          | Борошно із цвіркунів                                | 0,39          | 2390,0     | 932,10  |
| Загальна вартість набору продуктів на 10 кг                |                                                     | 15,89         | 2545,49    | 1857,83 |
| Розмір націнки 20%                                         |                                                     |               |            | 2229,4  |
| Ціна продажу 1 кг виробу                                   |                                                     |               |            | 222,94  |
| Маса однієї шт., г                                         |                                                     |               |            | 150,00  |

**Таблиця 2 – Калькуляційна карта на бісквітний напівфабрикат  
«Протеїновий покращений»**

| КАЛЬКУЛЯЦІЙНА КАРТА                                                   |                                                     |               |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|------------|---------|
| Найменування страви Бісквітний напівфабрикат «Протеїновий покращений» |                                                     |               |            |         |
| № п/п                                                                 | Порядковий номер калькуляції і дата її затвердження | на 10 кг, кг. |            |         |
|                                                                       | Найменування продуктів                              | норма         | Ціна за кг | сума    |
| 1                                                                     | Борошно пшеничне                                    | 3,51          | 20,59      | 72,27   |
| 2                                                                     | Яйце курячі, шт.                                    | 161           | 4,69       | 755,09  |
| 3                                                                     | Фруктоза                                            | 1,03          | 278,00     | 286,34  |
| 4                                                                     | Еритрол                                             | 2,39          | 550,00     | 1314,5  |
| 5                                                                     | Лимонна кислота                                     | 0,015         | 60,00      | 1,20    |
| 6                                                                     | Борошно із цвіркунів                                | 0,39          | 2390,0     | 932,10  |
| Загальна вартість набору продуктів на 10 кг                           |                                                     | 15,89         | 2545,49    | 3361,50 |
| Розмір націнки 20%                                                    |                                                     |               |            | 4033,8  |
| Ціна продажу 1 кг виробу                                              |                                                     |               |            | 403,38  |
| Маса однієї шт, г                                                     |                                                     |               |            | 150,0   |

## Планування операційного прибутку та визначення економічної ефективності діяльності ЗРГ.

Прибуток ЗРГ визначається різницею між валовими доходами та валовими витратами підприємства за певний час. Для організації плану операційного прибутку та формування економічно ефективної діяльності ЗРГ розраховується цільовий та можливий прибуток.

В свою чергу цільовий прибуток співпадає з цільовими параметрами діяльності ЗРГ. Для спрощення розрахунків цільового прибутку обчислюємо прибуток, який відповідає середньогалузевим характеристикам (від 7 до 12%).

Розрахунок витрат на проведення інновації наводимо у табл. 3.

**Таблиця 3 – Витрати на впровадження інновації у ресторані**

| №                                                                   | Стаття витрат             | Марка сировини      | Кількість, шт./кг. | Сума, тис. грн.             |                            |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1                                                                   | 2                         | 3                   | 4                  | 5                           |                            |
| Обладнання для впровадження інновації                               |                           |                     |                    |                             |                            |
| 1                                                                   | Пароконвектомат           | UnoxXEBL16EUE1RS    | 1                  | 306,230                     |                            |
| 2                                                                   | Холодильники              | Полаір              | 1                  | 254,292                     |                            |
| 3                                                                   | Професійний міксер        | Frosty              | 1                  | 114,015                     |                            |
| 4                                                                   | Піч для випікання         | Frost               | 1                  | 70,560                      |                            |
| 5                                                                   | Зонт витяжний             | Сталь-ков           | 3                  | 42,000                      |                            |
| 6                                                                   | Кухонні столи             | Атесі               | 1                  | 30,520                      |                            |
| 7                                                                   | Стелажі                   | Меткас              | 1                  | 24,468                      |                            |
| 8                                                                   | Лінія роздачі             | DSTO                | 1                  | 173,690                     |                            |
| 9                                                                   | Кухонний посуд (набори)   | Fissman             | 2                  | 106,640                     |                            |
| 10                                                                  | Кухонний інвентар (набір) | Polaris             | 2                  | 5,396                       |                            |
| 11                                                                  | Раковини                  | BMC                 | 1                  | 26,076                      |                            |
| 12                                                                  | Посудомийна машина        | COMPACK             | 1                  | 128,500                     |                            |
| 13                                                                  | Ваги                      | Base                | 2                  | 16,826                      |                            |
| 14                                                                  | Акcesуари для випічки     | Gastroplast         | 4                  | 4,500                       |                            |
| Разом первісна вартість основних засобів для впровадження інновації |                           |                     |                    | 1303,713                    |                            |
| Сировина для приготування виробів                                   |                           |                     |                    |                             |                            |
|                                                                     | Стаття витрат             | Марка сировини      | Ціна, шт./кг грн.  | Кількість на місяць шт./кг. | Сума за місяць, тис. грн.. |
| 15                                                                  | Борошно пшеничне          | ТМ «Хуторок»        | 22,000             | 20                          | 0,440                      |
| 16                                                                  | Борошно із цвіркунів      | ТМ «SENS»           | 2390,000           | 3                           | 7,170                      |
| 17                                                                  | Цукор                     | Органік еко-продукт | 30,000             | 10                          | 0,300                      |
| 18                                                                  | Яйця курячі               | ТМ «Ясенвіт»        | 33,000             | 200                         | 6,600                      |
| 19                                                                  | Лимонна кислота           | ТМ «Мрія»           | 240,000            | 1                           | 0,240                      |
| 20                                                                  | Фруктоза                  | Органік еко-продукт | 166,000            | 10                          | 1,660                      |
| 21                                                                  | Еритрол                   | Органік еко-продукт | 490,000            | 20                          | 9,800                      |
| Разом сировина для приготування виробів за місяць                   |                           |                     |                    |                             | 255,750                    |
| Разом сировина для приготування виробів за рік                      |                           |                     |                    |                             | 314,520                    |

| 1                                                      | 2                      | 4                   | 5        |
|--------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|----------|
|                                                        | Посада                 | Кількість персоналу | За рік   |
| 22                                                     | Завідувач виробництвом | 1                   | 300,000  |
| 23                                                     | Кондитер 4-го розряду  | 2                   | 360,000  |
| Разом заробітна плата обслуговуючого персоналу за рік: |                        |                     | 660,000  |
| Разом витрати на впровадження інновації:               |                        |                     | 2278,233 |

Послідовність визначення ефективності впровадження інновації в ЗРГ на рік представимо у вигляді таблиці 4.

**Таблиця 4 – Визначення ефективності впровадження інновацій в ЗРГ на 2025 рік**

| № | Стаття                                                                | Разом за 1 рік, тис. грн. |
|---|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Доходи від інноваційної діяльності                                    | 31934,56                  |
| 2 | Витрати на впровадження інновації                                     | 2278,23                   |
| 3 | Прибуток від впровадження інноваційної діяльності до оподаткування    | 29656,33                  |
| 4 | Податок на прибуток (18%)                                             | 5338,14                   |
| 5 | Чистий прибуток від впровадження інноваційної діяльності              | 24318,19                  |
| 6 | Рентабельність від впровадження інноваційної діяльності%              | 7,9 %                     |
| 7 | Термін окупності капітальних вкладень для проведення інновації. Років | 0,3                       |

Отже, витрати на впровадження інновації в перший рік створення ЗРГ не перевищує доходи від операційної діяльності. Термін окупності даної інновації складає менше року. Рентабельність від впровадження інноваційної діяльності – 7,9 %. Це досягається тим, що витрати на дану інновації є невеликі, а отже інновація зможе вже менше ніж за рік сприяти підвищеною конкурентоспроможності на ринку послуг і надасть ЗРГ великий дохід та прибуток в цілому.

## **ДОДАТОК К**

**Оптимізація рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників**

## **Оптимізація рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів та цукрозамінників**

У даній роботі досліджується, як за допомогою методів математичного моделювання, а саме використання ортогонального центрально-композиційного плану, знаходити оптимальне співвідношення рецептурних компонентів у збивних бісквітних напівфабрикатах в яких відбувається часткова або повна заміна традиційних компонентів. Під час оптимізації враховується взаємозалежність та величина чотирьох факторів: вмісту білку, жиру, вуглеводів та показників органолептичних досліджень. Дані по білку, жиру та вуглеводах співставляються з добовими потребами середньостатистичної людини. За основу беруться основні традиційні компоненти бісквітних напівфабрикатів, а саме борошно, цукор, ячні продукти та кислотомісні продукти (лимонна кислота). Функція відгуку інтерпретується та досліджується після чого робляться висновки щодо оптимальної оптимізації розробленої нової рецептури.

Важливістю досліджень у цій сфері є створення моделі, методичних рекомендації для створення асортименту продукції із застосування нової сировини – борошна цвіркунів (БЦ), та цукрозамінника еритролу для більш широкого впровадження її у сфері ресторанних господарств. Попередні дослідження підтверджують, що БЦ є високопоживною сировиною багатою на незамінні амінокислоти, ненасичені жирні кислоти та макро-і мікроелементи, що оптимально підходять для приготування бісквітних напівфабрикатів, оскільки саме ці нутрієнти дозволяють значно підвищити біологічну цінність розробленого збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений».

Проблемним місцем є визначення оптимального складу рецептури щоб задовольнив органолептичні вподобання та при цьому був оптимально збалансованим за харчовою цінністю, що досить складно оскільки обсяги дослідження занадто великі.

Метою дослідження є оптимізація рецептурного складу збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений» за вмістом білків, жирів та вуглеводів

при одному з максимальних значень органолептики та створення універсальної моделі для інших рецептур в яких використовується борошно цвіркунів та еритрол.

Для досягнення поставленої мети виконувались наступні завдання:

1. Розробка ортогональний центральньо-композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації рецептури збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений» з фіксацією кожного з факторів на п'яти рівнях з урахуванням мінімальної і максимальної кількості рецептурних інгредієнтів при незмінних основних характеристиках виробів.

2. Оцінка органолептичних властивостей кожної рецептурної композиції визначеної в ході експерименту.

3. Представити отримані результати у вигляді 3D моделі для визначення найкращої рецептурної композиції.

4. Визначення близького до оптимального співвідношення білків, жирів та вуглеводів в страві до норми в раціоні дорослої середньостатистичної людини шляхом інтерпретація отриманих математичних даних на мову експерименту з урахуванням органолептичних показників.

5. Визначити вміст мінеральних речовин у страві при кількісних показниках оптимальної композиції рецептурних інгредієнтів.

Органолептичну оцінку якості готового продукту здійснювали аналітичними методами – якісним та методом профільного аналізу. Сутність профільного методу полягає в тому, що складне поняття одного з органолептичних показників (консистенція, смак та запах, колір) було представлено у вигляді сукупності складових (дескрипторів), які оцінювалися експертами за показниками якості, інтенсивності та порядку проявлення.

Для проведення оптимізації функція відгуку формується у вигляді повного квадратного поліному другого порядку для  $n=4$ , що наведений в формулі 1. Для визначення коефіцієнтів поліному використовується ортогональний центральньо-композиційний план другого порядку (ОЦКП).

$$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_4x_4+b_{12}x_1x_2+b_{13}x_1x_3+b_{14}x_1x_4+b_{23}x_2x_3+b_{24}x_2x_4+b_{34}x_3x_4+b_{123}x_1x_2x_3+b_{124}x_1x_2x_4+b_{234}x_2x_3x_4+b_{1234}x_1x_2x_3x_4++++ (1)$$

Ортогональний центрально-композиційний план – це такий план, у якого матриця планування  $X$  будується так, що б матриця  $C = XtX$  виявилася діагональною. Використовуємо цей підхід і при побудові планів другого порядку. План називається центральним, якщо всі крапки розташовані симетрично щодо центру плану. ОЦКП - центральний симетричний прямокутний композиційний план.

Для визначення ОЦКП таким що може бути використаний в дослідженнях застосовуються 3 критерії, дані про які є загальновідомими:

**1. t-критерій Ст'юдента/Ст'юдента** — загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на порівнянні з розподілом Ст'юдента. Найчастіші випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках<sup>[1]</sup>.

**2. Критерій Кохрена** — використовують для порівняння трьох і більше виборок однакового обсягу.

**3. F-тестом або критерієм Фішера (F-критерієм,  $\phi^*$ -критерієм)** — називають будь-який статистичний критерій, тестова статистика якого при виконанні нульової гіпотези має розподіл Фішера (F-розподіл).

Параметром оптимізації є оптимальне співвідношення в рецептурі білків, жирів та вуглеводів при одному з максимальних значень органолептики. Згідно встановлених раціональних норм добового споживання основних поживних речовин оптимальне добове співвідношення білка, жиру та вуглеводів для середньостатистичної дорослої людини складає 1:1:4 відповідно. В ОЦКП кожний фактор фіксується на п'яти рівнях, з огляду на максимальну та мінімальну кількість інгредієнтів при залишенні незмінним основних властивостей збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий», що наведено в табл. 1. План експерименту, результати безпосередніх вимірювань та їх початковий аналіз представлені в табл. 2 та табл. 3 відповідно.

**Таблиця 1 – Рецептурні компоненти та рівні фіксація факторів, що впливають на оптимізацію рецептури збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений»**

| Фактори, що впливають на оптимізацію (компоненти рецептури)   |                      | Рівні фіксації факторів та їх натуральні величини, г |      |      |      |       | Вміст на 100г продукту, г |      |           |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|------|------|------|-------|---------------------------|------|-----------|
|                                                               |                      | -1,414                                               | -1   | 0    | 1    | 1,414 | Білки                     | Жири | Вуглеводи |
| x1                                                            | Борошно пшеничне     | 14,7                                                 | 20,6 | 25,6 | 31,1 | 43,5  | 10.3                      | 1.0  | 73.0      |
| x2                                                            | Борошно із цвіркунів | 1,6                                                  | 2,3  | 2,8  | 3,3  | 4,6   | 65.0                      | 20.0 | 10.0      |
| x3                                                            | Еритрол              | 8                                                    | 11,2 | 16,2 | 21,2 | 29,7  | 0                         | 0    | 100.0     |
| x4                                                            | Фруктоза             | 2,6                                                  | 3,7  | 8,7  | 13,7 | 19    | 0                         | 0    | 100.0     |
| x5                                                            | Яєчні продукти       | 41                                                   | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 95    | 12.6                      | 10.6 | 1.1       |
| Компоненти рецептури, що не є факторами в математичній моделі |                      | Вміст в 1 порції нетто, г                            |      |      |      |       | Білки                     | Жири | Вуглеводи |
| Кислота лимонна                                               |                      | 0,11                                                 |      |      |      |       | 0                         | 0    | 0         |

**Таблиця 2 - Ортогональний центрально-композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації рецептури збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений»**

| №  | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> |       |       |       |       |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 2  | 1              | -1             | 1              | 1              | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 3  | 1              | 1              | -1             | 1              | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 4  | 1              | -1             | -1             | 1              | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 5  | 1              | 1              | 1              | -1             | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 6  | 1              | -1             | 1              | -1             | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 7  | 1              | 1              | -1             | -1             | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 8  | 1              | -1             | -1             | -1             | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 9  | 1              | 1              | -1             | 1              | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 10 | 1              | -1             | -1             | 1              | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 11 | 1              | 1              | 1              | 1              | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 12 | 1              | -1             | 1              | 1              | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 13 | 1              | 1              | -1             | -1             | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 14 | 1              | -1             | -1             | -1             | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 15 | 1              | 1              | 1              | -1             | 1              | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 16 | 1              | -1             | 1              | -1             | -1             | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| 17 | 1              | -1,414         | 0              | 0              | 0              | -0,60 | -0,60 | -0,60 | 1,40  |
| 18 | 1              | 1,414          | 0              | 0              | 0              | -0,60 | -0,60 | -0,60 | 1,40  |
| 19 | 1              | 0              | -1,414         | 0              | 0              | -0,60 | -0,60 | 1,40  | -0,60 |
| 20 | 1              | 0              | 1,414          | 0              | 0              | -0,60 | -0,60 | 1,40  | -0,60 |
| 21 | 1              | 0              | 0              | -1,414         | 0              | 1,40  | -0,60 | -0,60 | -0,60 |
| 22 | 1              | 0              | 0              | 1,414          | 0              | 1,40  | -0,60 | -0,60 | -0,60 |



|    |   |   |   |   |        |       |       |       |       |
|----|---|---|---|---|--------|-------|-------|-------|-------|
| 23 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1,414 | -0,60 | 1,40  | -0,60 | -0,60 |
| 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,414  | -0,60 | 1,40  | -0,60 | -0,60 |
| 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0      | -0,60 | -0,60 | -0,60 | -0,60 |

**Таблиця 3 – Результати безпосередніх вимірювань**

| №  | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub> | y <sub>3</sub> | y <sub>4</sub> |      |        |      |      |       |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|------|--------|------|------|-------|
| 1  | 6,9            | 10,1           | 31,5           | 13,71          | 15,6 | 120,36 | 15,6 | 15,4 | 0,037 |
| 2  | 6,2            | 9,8            | 25,9           | 10,20          | 13,0 | 76,64  | 13,0 | 13,0 | 0,000 |
| 3  | 7,8            | 10,1           | 25,9           | 10,56          | 13,6 | 68,73  | 13,6 | 13,7 | 0,005 |
| 4  | 6,5            | 8,4            | 31,3           | 12,75          | 14,7 | 128,23 | 14,7 | 14,7 | 0,007 |
| 5  | 5,6            | 6,6            | 25,5           | 13,26          | 12,7 | 83,61  | 12,7 | 12,6 | 0,019 |
| 6  | 7,4            | 8,4            | 25,7           | 11,02          | 13,1 | 72,41  | 13,1 | 13,3 | 0,033 |
| 7  | 6,7            | 9,0            | 24,6           | 10,25          | 12,6 | 65,96  | 12,6 | 12,7 | 0,010 |
| 8  | 7,7            | 9,4            | 32,5           | 13,49          | 15,8 | 130,66 | 15,8 | 15,7 | 0,005 |
| 9  | 7,1            | 11,6           | 31,7           | 11,64          | 15,5 | 120,55 | 15,5 | 15,6 | 0,006 |
| 10 | 8,0            | 7,1            | 31,1           | 14,16          | 15,1 | 123,82 | 15,1 | 15,3 | 0,034 |
| 11 | 7,3            | 10,3           | 28,7           | 12,18          | 14,6 | 92,21  | 14,6 | 14,6 | 0,004 |
| 12 | 7,2            | 9,2            | 28,6           | 12,84          | 14,5 | 94,11  | 14,5 | 14,4 | 0,002 |
| 13 | 6,4            | 11,4           | 26,1           | 11,67          | 13,9 | 71,99  | 13,9 | 13,7 | 0,038 |
| 14 | 8,0            | 11,6           | 26,1           | 11,61          | 14,3 | 64,33  | 14,3 | 14,2 | 0,020 |
| 15 | 6,3            | 6,9            | 31,1           | 12,53          | 14,2 | 134,33 | 14,2 | 14,3 | 0,017 |
| 16 | 5,8            | 8,1            | 25,7           | 12,26          | 13,0 | 78,82  | 13,0 | 13,1 | 0,017 |
| 17 | 8,2            | 8,6            | 31,3           | 14,01          | 15,5 | 117,50 | 15,5 | 15,5 | 0,001 |
| 18 | 7,2            | 6,8            | 25,5           | 11,26          | 12,7 | 76,60  | 12,7 | 12,6 | 0,007 |
| 19 | 8,8            | 11,9           | 31,7           | 12,41          | 16,2 | 109,56 | 16,2 | 16,3 | 0,017 |
| 18 | 8,6            | 10,3           | 31,5           | 14,22          | 16,2 | 110,24 | 16,2 | 16,0 | 0,020 |
| 19 | 6,0            | 9,1            | 28,6           | 12,34          | 14,0 | 100,95 | 14,0 | 14,2 | 0,027 |
| 20 | 8,3            | 9,4            | 28,6           | 14,05          | 15,1 | 87,17  | 15,1 | 15,0 | 0,018 |
| 21 | 6,8            | 6,9            | 31,1           | 15,6           | 14,1 | 119,16 | 15,1 | 13,9 | 0,058 |
| 22 | 7,6            | 11,5           | 28,9           | 10,96          | 14,7 | 91,77  | 14,7 | 15,0 | 0,064 |
| 23 | 7,0            | 8,1            | 28,4           | 11,83          | 13,9 | 98,60  | 13,9 | 14,0 | 0,009 |
| 24 | 6,7            | 9,0            | 24,6           | 10,25          | 12,6 | 65,96  | 12,6 | 12,7 | 0,010 |
| 25 | 7,7            | 9,4            | 32,5           | 13,49          | 15,8 | 130,66 | 15,8 | 15,7 | 0,005 |

У результаті досліджень були отримані коефіцієнти рівняння регресії. Проведений статистичний аналіз моделі в цілому та її коефіцієнтів окремо. Результати зведені в табл. 4.

**Таблиця 4– Результати статистичного аналізу експерименту**

|                         | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> |      |       |      |       |  |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-------|------|-------|--|
| $\sum x_i \cdot y_{cp}$ | 345,6          | 34,5           | 11,8           | 8,1            | 4,3            | 0,0  | -0,6  | 0,7  | -0,5  |  |
| $\sum x_i^2$            | 17             | 20,0           | 20,0           | 20,0           | 20,0           | 6,0  | 6,0   | 6,0  | 6,0   |  |
| b <sub>i</sub>          | 20,29          | 1,7            | 0,59           | 0,44           | 0,21           | 0,00 | -0,01 | 0,01 | -0,01 |  |

|                                |       |         |       |                                                                   |       |             |        |        |        |          |
|--------------------------------|-------|---------|-------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|--------|--------|----------|
| S2{bi}                         | 16,13 | 1,61    | 1,61  | 1,61                                                              | 1,61  | 4,04        | 4,04   | 4,04   | 4,04   |          |
| S{bi}                          | 3,39  | 1,27    | 1,27  | 1,27                                                              | 1,27  | 2,01        | 2,01   | 2,01   | 2,01   |          |
| ti                             | 3,68  | 0,83    | 0,22  | 0,32                                                              | 0,17  | 0,00        | 0,04   | 0,04   | 0,04   |          |
| ti-ткр                         | 1,55  | -1,13   | -1,34 | -1,22                                                             | -1,21 | -1,34       | -1,79  | -1,79  | -1,79  |          |
|                                | x1x2  | x1x3    | x1x4  | x2x3                                                              | x2x4  | x3x4        | x1x2x3 | x1x2x4 | x2x3x4 | x1x2x3x4 |
| Σxi*ycp                        | 2,3   | 0,9     | -1,8  | 0,5                                                               | 0,1   | 0,0         | -1,3   | -0,1   | -0,1   | 00,5     |
| Σxi^2                          | 16    | 16      | 16    | 16                                                                | 16    | 16          | 16     | 16     | 16     | 116      |
| bi                             | 0,14  | 0,05    | -0,11 | 0,03                                                              | 0,00  | 0,00        | -0,08  | -0,01  | -0,01  | 00,03    |
| S2{bi}                         | 2,02  | 2,02    | 2,02  | 2,02                                                              | 2,02  | 2,02        | 2,02   | 2,02   | 2,02   | 22,02    |
| S{bi}                          | 1,42  | 1,42    | 1,42  | 1,42                                                              | 1,42  | 1,42        | 1,42   | 1,42   | 1,42   | 11,42    |
| ti                             | 0,08  | 0,03    | 0,06  | 0,02                                                              | 0,00  | 0,00        | 0,06   | 0,00   | 0,01   | 00,02    |
| ti-ткр                         | -1,78 | -2,12   | -1,98 | -2,0                                                              | -2,14 | -2,14       | -1,78  | -1,65  | -2,04  | -2,05    |
| ΣSj2                           |       | 2521,28 |       | ΣSad                                                              |       | 0,513       |        | Sy2    | 97,35  |          |
| Sj2max                         |       | 154,33  |       | Sad^2                                                             |       | 0,0189      |        |        |        |          |
| G                              |       | 0,06    |       | F                                                                 |       | 0,000404    |        | α      | 0,06   |          |
| m-1                            |       | 4,00    |       | k1                                                                |       | 5           |        |        |        |          |
| N                              |       | 25,00   |       | k2                                                                |       | 21          |        | f1     | 23,87  |          |
| Gкр                            |       | 0,19    |       | Fкр(табл.)                                                        |       | 2,87        |        |        |        |          |
| G- Gкр=                        |       | -0,13   |       | F-Fкр=                                                            |       | -2,86975952 |        | tT     | 2,06   |          |
| (G<Gкр)<br>дисперсія однорідна |       |         |       | F<Fкр<br>статистична модель значима,<br>рівняння регресії надійне |       |             |        |        |        |          |

Після побудови ОЦКП, проведення всіх необхідних розрахунків та визначення рівняння регресії надійним проводиться заміна коефіцієнтів у формулі 1 на визначені у дослідженнях, що дає можливість визначення взаємозалежності рецептурних компонентів та їх вплив на показники оптимізації. Як наслідок отримана регресійна модель в кодованих одиницях має вигляд:

$$Y = 20,29 + 1,7x_1 + 0,59x_2 + 0,44x_3 + 0,21x_4 + 0,14x_1x_2 + 0,05x_1x_3 - 0,011x_1x_4 + 0,03x_2x_3 - 0,08x_1x_2x_3 - 0,01x_1x_2x_4 - 0,01x_2x_3x_4 + 0,03x_1x_2x_3x_4 - 0,07 + -0,09 \quad (1)$$

Для визначення оптимальної рецептурної композиції відповідно до заданих параметрів було побудовано 3D модель методом згладжування найменших квадратів за допомогою програмного пакету для статистичного аналізу Statistica, що наведена на рис. 1. Після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх

The figure consists of three 3D surface plots arranged diagonally from top-left to bottom-right.

- Top-left plot:** The vertical axis is labeled "Рівень органолептичної оцінки" (Organoleptic evaluation level) with values from 8 to 16. The horizontal axes are "Блок : вулводи" (Block : water supply system) ranging from 3.0 to 5.0 and "Блок : жхп" (Block : housing management unit) ranging from 1.9 to 1.0. The surface shows several peaks, with points numbered 1 through 26. Arrows point to specific peaks, such as peak 1 at approximately (4.5, 1.5).
- Bottom-left plot:** Similar axes to the top-left plot. The surface shows a more pronounced peak around (4.5, 1.5), which is labeled with point 1. Other points are also visible on the surface.
- Bottom-right plot:** Similar axes to the other two plots. The surface shows a prominent peak labeled with point 1. A legend is located below this plot, consisting of six grayscale squares corresponding to numerical ranges: > 15, < 14,25, < 13,25, < 12,25, < 11,25, < 10,25, < 9,25, < 8,25.

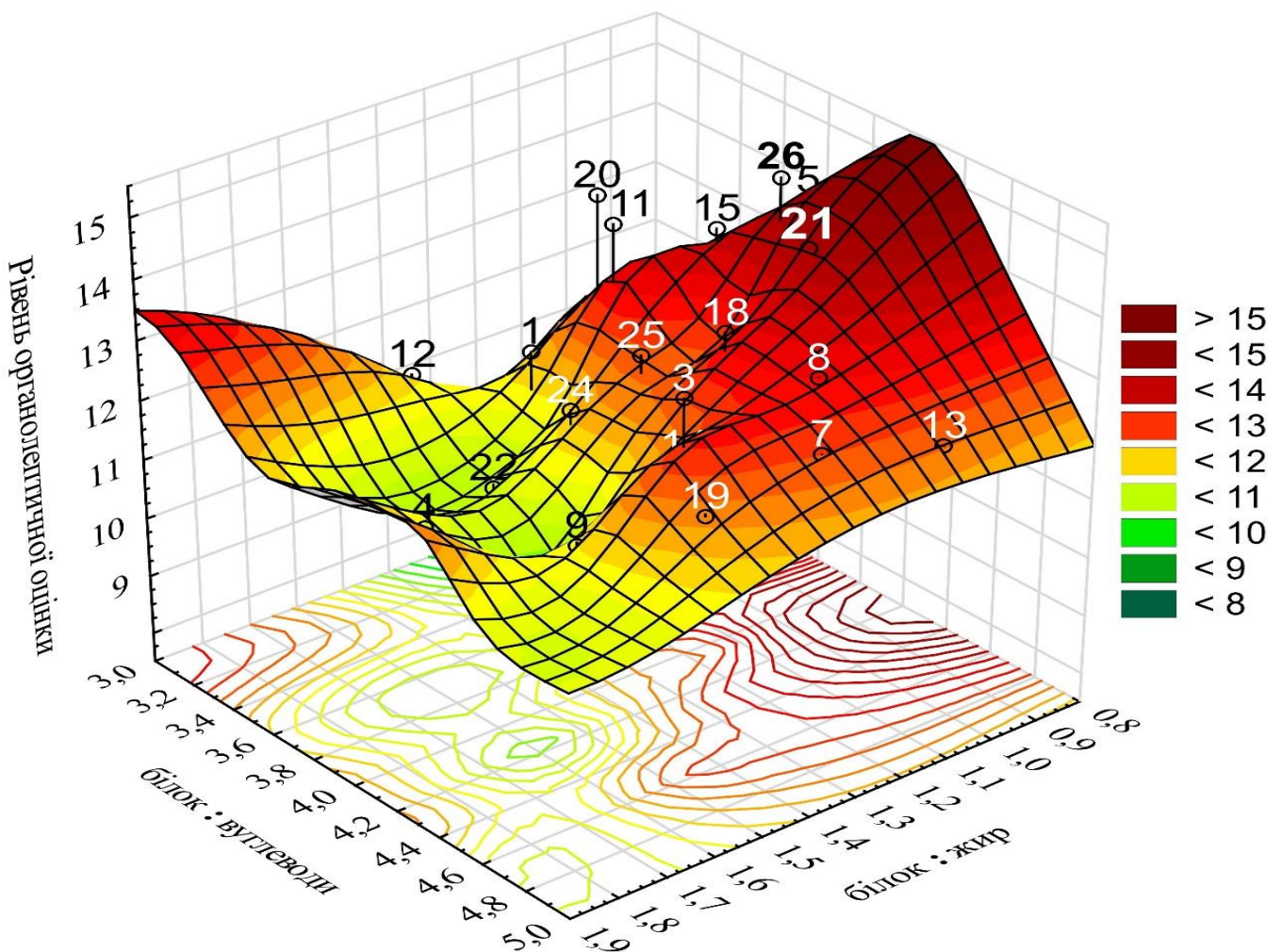


Рисунок 1 – 3D модель оптимізації рецептурної композиції збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений»

Згідно проведених досліджень та як показує 3D модель оптимальною рецептурною композицією є показники дослідів №21.

Переведення моделі на мову експериментатора називається інтерпретацією моделі. Вплив фактору на параметр оптимізації дорівнює величині коефіцієнта регресії. Оскільки,  $Y$  прагне до максимуму, то збільшення коефіцієнтів зі знаком + сприятливо для параметру оптимізації. Фактори коефіцієнти яких незначні (з точки зору експериментатора, що володіє досвідом в досліджуваній сфері) не інтерпретуються і не здійснюють суттєвого впливу на параметр оптимізації.

Найважливішою у дослідженнях функції відгуку є взаємодія двох і більше факторів. Опираючись на рівняння регресії найбільший вплив на параметр оптимізації здійснює взаємодія факторів  $x_1$  та  $x_2$ , що відповідає найбільшому коефіцієнту 0,14. Цей висновок виходить з рівняння регресії, а також пояснюється

тим що одиничний параметр оптимізації  $y_1$ (білок) в основному збільшується за рахунок збільшення факторів  $x_1$  та  $x_2$ , а одиничний параметр оптимізації  $y_3$ (вуглевод) за рахунок збільшення фактору  $x_1$ . Збільшення одиничного параметра оптимізації  $y_2$ (жир) забезпечується факторами  $x_3$  та  $x_4$ , які містять значну кількість жиру у своєму складі, але майже не впливають на оптимізацію вмісту білка та вуглеводів, тому їх вплив на загальний параметр оптимізації незначний, що підтверджується незначною величиною коефіцієнтів у рівнянні регресії.

Парне, трьох та чотирьох факторне взаємовідношення зводиться до більш низького рівня, якщо в ньому є фактори не мають значимого впливу на параметр оптимізації, тому в рецептурі страви найважливішим є вміст рису та прісноводних молюсків, які здійснюють найбільший вплив на оптимізації рецептурної композиції. Інтерпретація рівняння регресії, яке є надійним (дисперсія однорідна та статистична модель значима), є основним способом для прийняття вірних рішень при оптимізації. Тому, після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та інтерпретації рівняння регресії оптимальною рецептурною композицією було визначено 21 зразок, який має найбільш близьке до оптимально співвідношення білків, жирів та вуглеводів, що складає 1:1:4,1 при органолептичній оцінці 15,6. Важливою умовою при дослідженні рецептурної композиції є той фактор, що при отриманні високих показників органолептики або співвідношення нутрієнтів інші показники можуть мати незадовільні значення, тому треба обрати композицію з максимальним балансом факторів хоча показники можуть мати нижчі значення, і на це треба звертати особливу увагу при дослідженнях та інтерпретації результатів.

У ході пророблених досліджень була досягнута мета, а саме оптимізовано рецептурний склад збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий», та вирішені поставлені задачі:

1. Розроблено ортогональний центрально-композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації рецептури збивного бісквітного напівфабрикату «Протеїновий покращений» та підтверджено однорідність дисперсії, за допомогою

G-критерій (Кохрена) при рівні значущості  $\alpha$  (0,05), значимість статистичної моделі та надійність рівняння регресії, за допомогою F-критерія Фішера (табл.4).

2. Проведено органолептичну оцінку кожної рецептурної композиції визначеної в ході експерименту здійснювали аналітичними методами – якісним та методом профільного аналізу.

3. Для визначення оптимальної рецептурної композиції отримані результати було представлено у вигляді 3D моделі (рис. 1) , що побудована методом згладжування найменших квадратів.

4. Після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та інтерпретації рівняння регресії оптимальною рецептурною композицією було визначено 21 зразок (табл.1, 2, 3), який має найбільш близьке до оптимально (1:1:4) співвідношення білків, жирів та вуглеводів, що складає 1:1:4,1 при органолептичній оцінці 15,6.