

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

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**БОКОВЕЦЬ СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ**

УДК 664.684

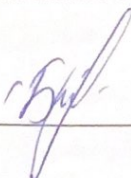
**ДИСЕРТАЦІЯ**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З  
ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА КУНЖУТНОГО БОРОШНА**

Спеціальності 181 – Харчові технології  
Галузі знань 18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

  
\_\_\_\_\_ С.П. Боковець

Науковий керівник: Перцевої  
Федір Всеволодович доктор  
технічних наук, професор

Суми -2023

## АНОТАЦІЯ

**Боковець С.П. «Удосконалення технології батончиків желейних з використанням меду та кунжутного борошна» - 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, 2023.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та удосконаленню технології батончиків желейних з використанням меду та кунжутного борошна.

Удосконалення продуктів харчування є постійним завданням у галузі харчової промисловості, спрямованим на задоволення зростаючих потреб споживачів щодо якості, смакових властивостей та корисності продуктів. Одним з популярних напрямків удосконалення є розробка нових рецептур та технологій виробництва солодких снєків, зокрема таких як батончики.

Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного для отримання нового готового продукту, який не вимагає додавання цукру та може зберігатись протягом тривалого періоду. Водночас, покращується якість продукту, його поживна цінність та ціна, що задовольняє потреби різноманітної аудиторії споживачів, включаючи тих, хто приділяє особливу увагу здоровому способу харчування.

У розділі 1 наведено результати аналізу сучасних технологій та перспективи розвитку виробництва батончиків. Розглянуто теоретичні аспекти використання структуроутворювачів в технології корпусів батончиків. Аналіз сучасних технологій та перспектив розвитку виробництва батончиків, підтверджує важливість дослідження полісахаридів як потенційних структуроутворювачів у технології виготовлення батончиків. Також окреслено перспективи використання злаків та фруктів у поєднанні зі структуроутворювачами полісахаридної природи у технології батончиків. Надано характеристику

функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином. Вивчення функціонально-технологічних властивостей агару у поєднанні з гліцерином дозволило виявити потенціал цього комплексу для створення структурних компонентів батончиків. Аналіз аналітичних досліджень підтверджує, що агар може використовуватися як стабілізатор, забезпечуючи необхідну текстуру продукту та сприяючи покращенню якості батончиків.

У розділі 2 розроблено детальний план аналітичних та експериментальних досліджень, спрямований на розробку та наукове обґрунтування технології виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного. В цьому плані були визначені взаємопов'язані етапи аналізу наукових даних, обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу. Визначено предмети та матеріали дослідження. Для оцінки фізико-хімічних, реологічних, органолептичних та мікробіологічних показників було проведено підбір відповідних методів дослідження.

У розділі 3 шляхом теоретичних та експериментальних досліджень визначено інноваційні підходи розробки нового продукту, проведено дослідження міцності гідрогелів полісахаридної природи при додаванні гліцерину. Здійснено аналіз процесу структуроутворення желейної маси на основі агару з додаванням гліцерину. Дослідження показали, що додавання гліцерину в діапазоні від 10,0% до 50,0% до модельних систем на основі агару, фуруцелларану та желатину сприяє збільшенню міцності гелевої структури. Для системи на основі каппа-карагенану оптимальною є концентрація гліцерину в діапазоні від 10,0% до 40,0%. Проте, додавання гліцерину понад 40,0% призводить до зниження міцності гелю. Додатково було встановлено, що система на основі фуруцелларану має значно меншу міцність гелю порівняно з агаром, каппа-карагенаном та желатином.

Проведено дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків желейних. Виявлено, що додавання 0,3% гліцерину до розчину на основі агару збільшує його в'язкість шляхом сприяння утворенню більшої кількості міжмолекулярних водневих зв'язків, які взаємодіють з агаром. Таким

чином, в'язкість модельних систем зростає завдяки впливу гліцерину, який забезпечує зв'язування вологи і структурну в'язкість начинки. Дослідження також показали, що додавання меду у кількості  $25 \pm 2\%$  сприяє формуванню стійкої структури начинки. Збільшення вмісту меду призводить до значного підвищення в'язкості та появи надто солодкого смаку.

Крім того, проведено дослідження гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном методом диференціально-скануючої калориметрії для виробництва батончиків, а також термогравіметричний аналіз цих гідрогелів. Шляхом порівняльного аналізу термогравіметричних кривих (TG, DTG, DTA, T) було встановлено, що експериментальні агарові гелі, включені до складу желейних батончиків, демонструють масові втрати на різних етапах розкладання, пов'язані з випаровуванням вологи. Важливим аспектом є виявлення затримки процесу видалення вологи у складних гелях, що обумовлено утворенням додаткових взаємодій між агаром та рецептурними компонентами, такими як мед і кунжутне борошно. В результаті проведених досліджень було підтверджено, що склад зразка "агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно" проявляє вищу термічну стійкість. Ця підвищена термостійкість сприятиме подовшанню терміну зберігання желейних батончиків, забезпечуючи зручність їх транспортування та зберігання, зокрема в умовах високих температур.

Досліджено ІЧ спектри компонентів батончика желейного з використанням меду та порошку кунжутного борошна. Аналіз ІЧ-спектрів під час процесу гелеутворення в бінарному розчиннику вода-гліцерин підтвердив наявність додаткових взаємодій між структуроутворювачем на основі агару та запропонованими рецептурними компонентами, такими як мед і кунжутне борошно.

Розділ 4 присвячений детальному обґрунтуванню та розробці рецептурного складу та технологічної схеми для виробництва желейних батончиків з використанням меду та кунжутного борошна, а також вивченню змін показників їх якості під час зберігання. Було проведено аналіз властивостей соняшникового меду та кунжутного борошна з метою визначення їх впливу на характеристики готового продукту. В описі подані особливості технологічного процесу

виготовлення желейних батончиків з використанням меду та кунжутного борошна. Результатом є розроблена рецептура та технологічна схема для нового виробу. Також проведений розрахунок харчової, біологічної цінності та показників безпечності нового желейного батончика.

У Розділі 5 наведено регресійний аналіз і оптимізація фізико- хімічних властивостей гелевої системи на основі агару для виробництва желейних батончиків.

Результати дослідження були широко використані шляхом впровадження комплексу заходів. Запропоновані технологічні рішення отримали патенти на корисну модель. Було розроблено та затверджено ТУ У 10.8-04718013-001:2023 «Вироби кондитерські. Батончики драглистої структури глазуровані», який регулює процес виробництва глазурованих батончиків драглистої структури. Нові технології були успішно впроваджені на підприємствах, а результати досліджень були включені до навчального процесу СНАУ.

*Ключові слова:* цукерки, батончики желейні, желейні цукеркові маси, агар, драглеутворювач, мед, глюкоза, желейні вироби, функціональні харчові продукти, рослинна сировина, вологоутримувальний агент, гелі, кондитерські вироби, фізико-хімічні показники, харчова цінність, структуроутворювач, показники якості, органолептичні показники.

## SUMMARY

**Bokovets S.P. "Improvement of the technology of jelly bars using honey and sesame flour" - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.**

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy of branch of knowledge 18 - "Production and technologies" on a specialty 181 - "Food technologies". Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2023.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and improvement of the technology of jelly bars using honey and sesame flour.

Improving food products is a constant task in the food industry, aimed at meeting

the growing needs of consumers regarding the quality, taste properties and usefulness of products. One of the popular areas of improvement is the development of new recipes and technologies for the production of sweet snacks, in particular such as bars.

The purpose of the dissertation is to improve the technology of jelly bars using honey and sesame flour to obtain a new finished product that does not require the addition of sugar and can be stored for a long time. At the same time, the quality of the product, its nutritional value and the price are improving, which satisfies the needs of a diverse audience of consumers, including those who pay special attention to a healthy way of eating.

In the first section, the results of the analysis of modern technologies and the prospects for the development of the production of bars are presented. The theoretical aspects of the use of structure formers in the technology of bar housings are considered. The analysis of modern technologies and prospects for the development of bar production confirms the importance of researching polysaccharides as potential structure formers in bar production technology. The prospects of using cereals and fruits in combination with structure-forming polysaccharides in the technology of bars are also outlined. A description of the functional and technological properties of agar in a composition with glycerin is given. The study of the functional and technological properties of agar in combination with glycerin made it possible to reveal the potential of this complex for creating structural components of bars. Analysis of analytical studies confirms that agar can be used as a stabilizer, providing the necessary texture of the product and contributing to the improvement of the quality of the bars.

In the second chapter, a detailed plan of analytical and experimental research is developed, aimed at the development and scientific substantiation of the technology for the production of jelly bars using honey and sesame flour. In this plan, the interrelated stages of the analysis of scientific data, justification of the recipe composition and technological process were defined. The subjects and materials of the research are defined. For the assessment of physicochemical, rheological, organoleptic and microbiological indicators, a selection of appropriate research methods was carried out.

In the third chapter, through theoretical and experimental research, innovative approaches to the development of a new product were determined, and a study of the strength of polysaccharide hydrogels with the addition of schlycerin was conducted. An analysis of the process of structure formation of jelly mass based on agar with the addition of schlycerin was carried out. Studies have shown that the addition of glycerol in the range of 10.0% to 50.0% to model systems based on agar, furcellaran and gelatin contributes to an increase in the strength of the gel structure. For a system based on kappa-carrageenan, the optimal concentration of glycerin is in the range from 10.0% to 40.0%. However, the addition of glycerol above 40.0% leads to a decrease in gel strength. In addition, it was found that the furcellaran-based system has a significantly lower gel strength compared to agar, kappa-carrageenan and gelatin.

A study of the dynamic viscosity of the filling for the production of jelly bars was conducted. It was found that the addition of 0.3% glycerol to the agar-based solution increases its viscosity by promoting the formation of more intermolecular hydrogen bonds that interact with the agar. Thus, the viscosity of the model systems increases due to the effect of glycerin, which provides moisture binding and structural viscosity of the filling. Studies have also shown that the addition of honey in the amount of  $25\pm 2\%$  contributes to the formation of a stable structure of the filling. Increasing the honey content leads to a significant increase in viscosity and an overly sweet taste.

In addition, a study of agar hydrogels in combination with honey and sesame flour was carried out by the method of differential scanning calorimetry for the production of bars, as well as thermogravimetric analysis of these hydrogels. By means of a comparative analysis of thermogravimetric curves (TG, DTG, DTA, T) it was established that experimental agar gels, included in the composition of jelly bars, demonstrate mass losses at various stages of decomposition, associated with moisture evaporation. An important aspect is the detection of a delay in the process of removing moisture in complex gels, which is due to the formation of additional interactions between agar and recipe components, such as honey and sesame flour. As a result of the conducted research, it was confirmed that the composition of the sample "agar-water-glycerin-honey-sesame flour" exhibits higher thermal stability. This increased

heat resistance will contribute to extending the shelf life of jelly bars, ensuring the convenience of their transportation and storage, particularly in conditions of high temperatures.

The IR spectra of the components of the jelly bar using honey and sesame powder were studied. The analysis of IR spectra during the gelation process in the binary solvent water-glycerin confirmed the presence of additional interactions between the agar-based structuring agent and the proposed recipe components, such as honey and sesame flour.

The fourth chapter is devoted to the detailed substantiation and development of the recipe composition and technological scheme for the production of jelly bars using honey and sesame flour, as well as the study of changes in their quality indicators during storage. An analysis of the properties of sunflower honey and sesame flour was carried out in order to determine their influence on the characteristics of the finished product. The description presents the features of the technological process of manufacturing jelly bars using honey and sesame flour. The result is a developed recipe and technological scheme for a new product. The nutritional, biological value and safety indicators of the new jelly bar were also calculated.

In the fifth chapter, the regression analysis and optimization of the physicochemical properties of the agar-based gel system for the production of jelly bars are presented.

The results of the study were widely used by implementing a set of measures. The proposed technological solutions received utility model patents. TU U 10.8-04718013-001:2023 "Confectionery products" was developed and approved. Bars with a gelatinous structure are glazed", which regulates the production process of glazed bars with a gelatinous structure. New technologies were successfully implemented at enterprises, and research results were included in the educational process of SNAU.

*Key words:* candies, jelly bars, jelly candy masses, agar, gelatinizer, honey, glucose, jelly products, functional foods, vegetable raw materials, moisture-retaining agent, gels, confectionery, physico-chemical indicators, nutritional value, structuring agent, quality indicators, organoleptic indicators.



## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. S. Bokovets. Investigation of infrared spectra of agar-based gel systems for the production of jelly bars / S. Bokovets, F. Pertsevoi, N. Murlykina, I. Smetanska, A. Borankulova, M. Ianchyk, S. Omelchenko, O. Grinchenko, N. Grychenko, A. Dikhtyar, O. Kotliar, T. Yarmosh // Journal of Chemistry and Technologies, 2023. Vol. 31. No. 1. (*Scopus*). (*Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%*).
2. S. Bokovets. Study of the dynamic viscosity of the filling for the production of jelly bars / Bokovets S., Pertsevoi F. // The scientific heritage (Budapest, Hungary). No 110 (110) (2023). P. 96-101. (*Журнал «The scientific heritage» є іноземним виданням (Budapest, Hungary)*). (*Особистий внесок - огляд літературних джерел проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75%*).
3. Боковець С. П. Дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків шоколадних/ Боковець С.П., Перцевої Ф.В. // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 1. (*Журнал «Науковий вісник ТДАТУ» входить до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з технічних наук, індексується в Index Copernicus*). (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75 %*).
4. Боковець С. П. Дослідження гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном методом ДСК для виробництва батончиків / Боковець С.П., Перцевої Ф.В. // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 3. ст. 72-77. (*Журнал «Наукові праці ТДАТУ» входить до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з технічних наук, індексується в Index*

*Copernicus*). (Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 80 %).

5. Вивчення міцності гелів при додаванні гліцерину / Боковець С.П., Перцевой Ф.В. // Вісник Уманського національного університету садівництва. 2022. Том 2. ст. 190-201.. (Журнал «Вісник Уманського національного університету садівництва» *входить до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з технічних наук, індексується в Index Copernicus*). (Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 80 %).

6. Боковець С.П., Перцевой Ф.В. Термогравіметричний аналіз гідрогелів агару у по-єднанні з медом та кунжутним борошном для виробництва желейних батончиків. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 1. С. 114–123. (Журнал «Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» *входить до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з технічних наук, індексується в Index Copernicus*). (Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75%).

### **Тези доповідей та матеріали конференцій**

7. Боковець С. П., Перцевой Ф.В. Дослідження впливу агару, меду та кунжутного борошна на теплофізичні характеристики агарових гідрогелів для виробництва батончиків. IV Міжнародній науково-практичній конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». 01-25 листопада 2022 р., м. Запоріжжя. (Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).

8. Боковець С. П., Перцевой Ф. В. Вивчення міцності гелевих систем для отримання корпусу батончика шоколадного. Виклики сьогодення та новації у харчових технологіях і готельно-ресторанному бізнесі: Збірник тез Науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з міжнародною участю, –Київ: ККІБП, 2021. с 16-17. (Особистий внесок - збір даних,

*узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

9. Боковець С. П., Перцевой Ф. В. Визначення динамічної в'язкості начинки на основі агару для виробництва батончиків шоколадних. Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» та «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві». – К.: НУХТ, 2022. – 190 с. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 80%).*

10. S. P. Bokoves, F. V. Pertsevoi. Study of the influence of agar, honey and sesame flour on the thermophysical characteristics of agar hydrogels for the production of bars. 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. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

11. Перцевой Ф.В. Особливості харчової та біологічної цінності нового батончика шоколадного. / Перцевой Ф.В., Боковець С.П., Маренкова Т.І. // Topical issues of science and practice. Abstracts of VII International Scientific and Practical Conference. London, Great Britain November 02-06, 2020 –731–733 p. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

12. Боковець С. П. Актуальність використання меду та порошку горіхового у виробництві шоколадних батончиків / С. П. Боковець, Ф.В. Перцевой // Матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції (13-17 квітня 2020 р.). – Суми, 2020. – С. 471. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

### **Патенти**

13. Пат. на корисну модель 146753. Україна. МПК А23L 5/00 А21D13/00. Спосіб отримання батончика шоколадного / Боковець С.П., Перцевой Ф.В.,

Мельник О.Ю., Маренкова Т.І., Шильман Л.З., Ярмош Т.А.; заявник та патентовласник Сумський національний аграрний університет. – № у 2020 04650 ; заявл. 22.07.2020 р. ; опубл. 17.03.2021 р., Бюл. № 11. – 4 с. (*Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%*).

14. Пат. на корисну модель 146752. Україна. МПК А23L 5/00 А21D13/00. Спосіб отримання батончика шоколадного / Боковець С.П., Перцевой Ф.В., Мельник О.Ю., Маренкова Т.І., Шильман Л.З., Ярмош Т.А.; заявник та патентовласник Сумський національний аграрний університет. – № у 2020 04649 ; заявл. 22.07.2020 р. ; опубл. 17.03.2021 р., Бюл. № 11. – 4 с. (*Особистий внесок – огляд літературних джерел, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75 %*).

## Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	16
ВСТУП.....	17
РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО	23
1.1 Аналіз сучасних технологій та перспективи розвитку виробництва батончиків. ....	23
1.2 Теоретичні аспекти використання структуроутворювачів в технології корпусів батончиків. ....	27
1.3 Особливості хімічного складу, структури та функціональних властивостей полісахаридів для виробництва батончиків. ....	31
1.4 Перспективи застосування злаків та фруктів у поєднанні зі структуроутворювачами полісахаридної природи у технології батончиків.....	36
1.5 Характеристика функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином .....	40
1.6 Аналіз сучасного ринку гелеутворювачів для виготовлення батончиків .....	45
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	51
2.1 Організація та планування роботи .....	51
2.2 Характеристика сировини.....	54
2.3 Організація та методи досліджень .....	58
2.4 Методи математичної обробки результатів і застосування комп'ютерних технологій.....	62
РОЗДІЛ 3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО.....	64
3.1. Моделювання технології та складу батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного.....	64
3.2. Вивчення міцності гідрогелів полісахаридної природи при додаванні гліцерину. ....	69

3.3. Дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків шоколадних .....	76
3.4 Накопичення оксиметилфурфуролу при термічному впливі на сировину. ..	83
3.5. Дослідження гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном методом диференціально-скануючої калориметрії для виробництва батончиків. ....	85
3.6. Термогравіметричний аналіз гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном для виробництва желейних батончиків. ....	93
3.7. Дослідження інфрачервоних спектрів компонентів батончика желейного з використанням меду та порошку кунжутного. ....	100
<b>РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БАТОНЧИКІВ ШОКОЛАДНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО .....</b>	<b>117</b>
4.1 Дослідження властивостей меду та борошна кунжутного, визначення хімічного складу та харчової цінності .....	117
4.2 Особливості технологічного процесу виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного .....	122
4.3. Аналіз процесу структуроутворення желейної маси на основі агару з додаванням гліцерину.....	123
4.4 Визначення раціональних дозувань меду та борошна кунжутного у технології нового продукту .....	125
4.5 Розробка рецептурного складу та технологічної схеми виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного .....	129
4.6 Сенсорний аналіз органолептичних показників якості нового продукту батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного.....	133
4.7 Розрахунок харчової, біологічної цінності та показників безпечності нової продукції.....	136
4.8 Визначення показників якості нового продукту та зміну їх властивостей під час зберігання .....	140
<b>РОЗДІЛ 5 РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ І ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА</b>	

	15
БОРОШНА КУНЖУТНОГО.....	143
ВИСНОВКИ.....	156
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	158
ДОДАТКИ.....	172

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

ДСК – диференційно-скануюча калориметрія

ІЧ – інфрачервоне

ТІ – технологічна інструкція

ТУ У – технічні умови України

НД – нормативна документація

ДСТУ – державний стандарт України

DTA - диференціально-термічний аналіз

DTG - швидкість зміни маси

TG - термогравіметричний метод

ПДВ – податок на додану вартість



## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Необхідність створення нових видів кондитерських виробів з низьким вмістом цукру та жирів впливає з сучасної тенденції до здорового харчування. Це дозволить класифікувати ці вироби як здорову харчову альтернативу, а не як потенційно шкідливі продукти. Для досягнення цієї мети потрібно вдосконалювати існуючі технології та розробляти нові методи переробки вітчизняної рослинної сировини в напівфабрикати з максимальним збереженням харчової цінності. На основі цих напівфабрикатів слід створювати кондитерські вироби з використанням ефективних та інноваційних технічних прийомів.

Зауважимо, що желейні кондитерські вироби, які базуються на природних полісахаридах, мають високий вміст цукру, низький вміст важливих функціональних компонентів, таких як вітаміни та мікро- та макроелементи, а також містять штучні смакоароматичні добавки, що можна вважати суттєвим недоліком.

Одним із важливих завдань для харчової галузі є повна заміна цукру в рецептурах кондитерських виробів, зокрема батончиків, та одночасне збагачення їх мікро-, макроелементами, вітамінами та харчовими волокнами. Для досягнення цієї мети доцільно використовувати природні підсолоджувачі, зокрема натуральний мед, а також рослинні продукти, такі як кунжут у його цілому вигляді або у формі борошна.

Багато українських та зарубіжних вчених займалися проблемою підвищення харчової та біологічної цінності батончиків, а також удосконаленням їх технології. Цим проблемам присвячені роботи: Н.В. Попова, В.В. Ткаченко, В.М. Стрижевської, К.П. Мирзаянкової, О.Д. Луфаренко, В.А. Козлова та інших. Проте роботи з удосконаленням технології батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного відсутні.

Таким чином, удосконалення технології батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного є актуальним завданням сьогодення. Це є особливо важливим з урахуванням сучасної тенденції до

зменшення споживання цукру та розробки більш здорових харчових продуктів. Мед має приємний смак і відомий своїми корисними властивостями, такими як антиоксидантність і протизапальні ефекти.

Кунжутне борошно володіє своїми унікальними характеристиками, які роблять його цінним інгредієнтом для желейних батончиків. Воно містить високу кількість жирів, зокрема ненасичених жирних кислот, які сприяють здоров'ю серця. Крім того, кунжутне борошно є джерелом білка, вітамінів та мінералів, таких як залізо, кальцій та магній, які покращують функцію кісток, енергетичний обмін та імунітет.

Поєднання меду та кунжутного борошна у технології батончиків желейних дозволяє досягти дві важливі мети. По-перше, така комбінація продуктів забезпечує готовий продукт природним підсолоджувачем без використання штучних добавок або надмірної кількості цукру. По-друге, вона додає високу харчову та біологічну цінність батончикам завдяки багатому вмісту жирів, білків, вітамінів та мінералів, що позитивно впливає на здоров'я та добробут споживачів.

**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 удосконалення технології батончиків желейних з використанням меду та кунжутного борошна, що дозволяє отримати готовий продукт, який не потребує додавання цукру та має тривалий термін зберігання, при цьому забезпечується висока якість продукту, його поживна цінність та доступна ціна, що задовольняє потреби широкого спектру споживачів, включаючи тих, хто приділяє увагу здоровому харчуванню.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести моделювання технології та складу батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного;
- експериментально дослідити значення міцності гідрогелів полісахаридної природи при додаванні гліцерину;
- провести аналіз процесу структуроутворення желейної маси на основі агару з додаванням гліцерину;
- провести дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків шоколадних;
- експериментально дослідити ІЧ спектри гелевих модельних систем на основі агару з додаванням основних компонентів батончика;
- експериментально дослідити зміну маси (TG) гелевих систем на основі агару, швидкість втрати маси (DTG), диференціювання теплових ефектів (DTA) за зміни температури (T) за неізотермічних умов;
- провести дослідження диференціально скануючої калориметрії модельних систем на основі агару з додаванням основних компонентів батончика.
- обґрунтувати основні режими та стадії технологічного процесу виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного;
- розробити рецептуру та технологію батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного;
- визначити мікробіологічні показники готового продукту та обґрунтувати терміни її зберігання за традиційних умов;
- визначити харчову та біологічну цінність батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного;
- здійснити апробацію у виробничих умовах і обґрунтувати доцільність виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного з огляду на економічну ефективність, яка може бути досягнута шляхом впровадження запропонованої технології.

*Об'єкт дослідження* – технологія батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

*Предмет дослідження:* батончик желейний, агар, гліцерин, мед соняшниковий, борошно кунжутне, гелеві системи на основі агару, що слугуватимуть у якості корпусу та начинки у запропонованих нами батончиках, зокрема «агар-вода», «агар-вода-гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед соняшниковий», «агар-вода-гліцерин-мед соняшниковий-борошно кунжутне».

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

**Наукова новизна одержаних результатів.** На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень вперше:

– запропоновано, науково обґрунтовано та розроблено нову технологію кондитерських виробів з високою харчовою та біологічною цінністю, а саме батончиків желейних без додавання цукру, шляхом внесення до рецептури натурального підсолоджувача - меду, а також борошна кунжутного;

– виявлений механізм і встановлені закономірності впливу модельних гелевих систем на основі агару на структурно-механічні властивості продукту, що ведуть до утворення міцного корпусу, несприйнятливого до високих температур.

– науково обґрунтовані технологічні параметри та режими виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного;

– досліджено впливу гліцерину на міцність гелеподібних систем на основі структуроутворювачів полісахаридної та білкової природи – агару, капакарагенану, фурцеларану та желатину;

– експериментально досліджено вплив концентрацій рецептурних компонентів розробленого батончика та температури на в'язкість модельних систем «агар-вода», «агар-вода- гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед», та «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно» як начинки для готового продукту;

– вивченням диференціального термічного аналізу, диференціально скануючої калориметрії та ІЧ- спектральними дослідженнями виявлено позитивний вплив гідроколоїду та звязуючого компоненту - гліцерину на

стійкість готового продукту стосовно дії високих температур і на зменшення втрати маси вологи;

– науково обґрунтовано та експериментально доведено використання агару – як структуроутворювача для корпусу батончиків в кількості 1 % від маси продукту;

– на основі отриманих даних щодо структурно-механічних, фізико-хімічних, мікробіологічних та технологічних властивостей розроблених желейних батончиків обґрунтовано термін їх зберігання.

**Теоретичне та практичне значення отриманих результатів.** Розроблена технологія батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного дозволила створити новий кондитерський продукт без додавання цукру із новими органолептичними властивостями, високою харчовою та біологічною цінністю, а також зберігають стабільність якісних характеристик протягом встановленого терміну зберігання за традиційних умов.

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

Отримано експертні рішення і проект ТУ У 10.8-04718013 -001:2023. «Вироби кондитерські. Батончики драглистої структури глазуровані» та патенти України на корисні моделі № 146752, МПК А23L 5/00 А21D 13/00 “Спосіб отримання батончика шоколадного” та №146753, МПК А23L 5/00 А21D 13/00 “Спосіб отримання батончика шоколадного”.

Матеріали досліджень, які були проведені у рамках дисертацій, застосовуються у навчальному процесі Сумського національного аграрного університету під час викладання таких курсів, як "Науково-дослідна робота" та "Інноваційні технології в підприємствах галузі".

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі наукової проблеми, формулюванні мети і завдань досліджень, розробці програми, а також методики досліджень, у організації, плануванні та проведенні експериментальних завдань, 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 виставлені та обговорені під час наукових міжнародних конференцій, а саме на IX Міжнародній науково-практичній конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» (15 листопада 2022 р.), VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» (16 листопада 2022 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (30 січня-24 лютого 2023 р.), Науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з міжнародною участю «Виклики сьогодення та новації у харчових технологіях і готельно-ресторанному бізнесі» (27 травня 2021 р.), на VII Міжнародній науково-практичній конференції “Topical issues of science and practice” (02-06.11.2020 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (01-25 листопада 2022 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, у тому числі 4 статі у затверджених в Україні наукових фахових виданнях категорії В, 1 - у міжнародному науковому виданні, 1 – в журналі, який індексується у базі Scopus, 6 тез доповідей на міжнародних конференціях та отримано 2 деклараційні патенти України на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу та п'яти розділів, висновків, 9 додатків, списку використаних джерел, який містить 133 найменування (із них 110 іноземних). Дисертаційна робота викладена на 221 сторінках друкованого тексту, містить 22 таблиці та 47 рисунків.

## **РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО**

У даному розділі представлений аналіз сучасних технологій та перспективи виробництва батончиків. Наведені особливості хімічного складу, структури та функціональних властивостей полісахаридів для виробництва батончиків. Запропоновані шляхи удосконалення та описані перспективи застосування злаків та фруктів у поєднанні зі структуроутворювачами полісахаридної природи у технології батончиків. Наведена характеристика функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином. Представлений аналіз сучасного ринку гелеутворювачів для виготовлення батончиків желейних.

### **1.1 Аналіз сучасних технологій та перспективи розвитку виробництва батончиків.**

Важливим питанням є виготовлення та реалізація продукції належної якості у відповідній упаковці і в Україні для локальних споживачів, і за кордоном, що буде вкрай необхідним у разі вступу до ЄС. Необхідно також налагодити стосунки і з державами, які не досить лояльно ставляться до продукції українського виробництва. Хоча, і за таких умов теперішній стан ринку кондитерської промисловості можна визначити стабільним завдяки діяльності кількох великих підприємств. Кондитерські вироби є традиційно популярними в Україні. При рівні споживання 15,9 кг на душу населення на рік, країна є 8-ою у світі за споживанням кондитерських виробів на душу населення. Тому, стабільно високий попит на цю продукцію та достатня забезпеченість власними сировинними ресурсами сприяли розвитку кондитерської галузі в Україні. Аналізуючи стан ринку в Україні, слід зазначити широкі перспективи для розвитку вітчизняної продукції, оскільки існуючий на даний момент у країні рівень споживання на душу населення має великий потенціал для зросту. Український ринок насичений вітчизняним товаром даного виду продукції і має широкий асортимент.

У зв'язку зі зміною традиційного впорядкованого способу життя багато людей почали віддавати перевагу снековій продукції типу батончиків. Тепер їх розглядають як ефективні замітники традиційного сніданку та обіду, отже зростають вимоги до їхньої харчової цінності. Розробка збалансованих харчових продуктів, збагачених макро- та мікронутрієнтами, що сприяють покращенню стану здоров'я, зміцненню нервової системи, підвищенню розумової працездатності студентської молоді є актуальною проблемою. Сучасний ринок кондитерської промисловості представлений різноманітними технологіями зернових батончиків, розроблених з урахуванням сучасних підходів до створення харчових продуктів нового покоління.

Основою таких зернових батончиків зазвичай виступають зерна або пластівці різних злакових культур (суміш вівсяних, пшеничних, ячмінних, житніх, гречаних, кукурудзяних, рисових пластівців), а в якості збагачувальних добавок використовуються банан, курага, топінамбур, волоські горіхи, імбир. Підібрана сировинна композиція для створення збалансованого продукту – зернових батончиків обрана не випадково. Зерна злакових культур вважаються чудовим джерелом клітковини, а також вітамінів "А", "Е", групи "В" і цінних мікро-і макроелементів. Клітковина благотворно впливає діяльність всієї системи травлення, особливо на роботу кишечника. Вітаміни групи «В» беруть активну участь у енергетичному, вуглеводному, жировому, білковому та водно-сольовому обміні в організмі, сприятливо впливають на кровотворення, оскільки ці вітаміни беруть участь у синтезі білка гемоглобіну, який входить до складу еритроцитів.

Також у зв'язку із модою на правильне харчування та динамічний ритм життя сучасного споживача досить популярними є мюслі-батончики.

Батончики-мюслі стали популярними в західних країнах з середини 60-х років, коли зростав інтерес до правильного харчування. Батончики мюслі з'явилися набагато пізніше, але вони користуються високим визнанням, і це не випадково, адже вони мають багато переваг: продукт підходить для дороги; дуже легко зберігати; займає мало місця; має високу харчову цінність, завдяки чому



підходить для перекусів «на бігу».

Проте аналіз компонентного складу батончиків мюслі на ринку з позначкою «фітнес» показав, що більшість з них не відповідають своєму призначенню, оскільки містять велику кількість підсолоджувачів, жиру, хімічних барвників, ароматизаторів, пшеничного борошна [1, 2]. Батончики мюслі на ринку на 35-40 % складаються зі зв'язуючого компонента, а в якості якого виробники використовують глюкозний сироп, жири, патоку, що теж підвищує калорійність продукту, а також підвищує рівень цукру в крові і підвищує апетит.

Сучасний споживач віддає перевагу батончикам не тільки для того, щоб втамувати голод, але й для того, щоб забезпечити організм необхідними поживними речовинами. У зв'язку з цим розробники ставлять собі за мету розробити рецепти злакових батончиків з використанням різноманітних високопоживних інгредієнтів.

На основі проведених експериментальних досліджень вченими «бб» розроблено технологію продукту спеціального споживання батончиків «Vitabar»: «Воєнно-польовий» та «Захисник», яка відрізняється від відомих тим, що згідно розробленої нами технології спосіб отримання сухого сніданку батончик здійснюється наступним чином: до мальтодекстринового сиропу (кількість сухих речовин 75-85 %) при температурі 100-110°C (в сорочці) додають ядро соняшникового насіння після віджиму олії, суху сироватку, дієтичну добавку «Нутріо-гем» або порошок бурих водоростей (ламінарія, вакаме), подрібнені сушені фрукти. Суміш перемішують до однорідної маси, охолоджують, формують батончики та глазурують шоколадом.

Авторами [3] розроблено рецептуру та запропоновано спосіб виробництва батончиків підвищеної енергетичної цінності із збалансованим складом основних поживних речовин, значною кількістю мікроелементів, вітамінів і біологічно активних речовин антистресової та імуностимулюючої дії. Споживання такого продукту сприяє надходженню в організм додаткових природних антиоксидантів.

Малайзійські вчені розробили зерновий батончик, основними

компонентами якого є рис, фініки, родзинки, інжир, глюкозний сироп і мед [4]. Дослідники з Гаррісбурзького університету розробили енергетичний батончик, використовуючи кукурудзяне борошно, бобові та соєвий білок [5]. Вчені Сполучених Штатів Америки Coleman EK, Schmid E., Miklus M. розробили поживний батончик, який містить менше 110 ккал на 28 г порцію [6]. Іспанські дослідники з кафедри харчової інженерії разом із вченими Колумбійського університету розробили органічний зерновий батончик з екзотичною культурою кіноа [7]. Снековий батончик на основі борошна тапіоки був розроблений у Федеральному університеті Пара [8].

У світі активно ведуться дослідження в області розробки рецептур з високим вмістом білка [9, 10]; безглютенові злакові батончики [11]; злакові батончики, збагачені харчовими волокнами [12]. Все більше розробок стало пов'язано з лікувально-профілактичною спрямованістю продуктів харчування. Вчені з Університету штату Сан-Дієго розробили поживний батончик для жінок із ризиком розвитку остеопорозу [13]. активно ведуться дослідження в області розробки рецептур з високим вмістом білка [14, 15]; безглютенові злакові батончики [16]; злакові батончики, збагачені харчовими волокнами [17]. Все більше розробок стало пов'язано з лікувально-профілактичною спрямованістю продуктів харчування.

Вчені з Університету штату Сан-Дієго розробили поживний батончик для жінок із ризиком розвитку остеопорозу [18]. активно ведуться дослідження в області розробки рецептур з високим вмістом білка [19, 20]; безглютенові злакові батончики [21]; злакові батончики, збагачені харчовими волокнами [22]. Все більше розробок стало пов'язано з лікувально-профілактичною спрямованістю продуктів харчування. Вчені з Університету штату Сан-Дієго розробили поживний батончик для жінок із ризиком розвитку остеопорозу [23].

Аналіз представлених на українському ринку асортименту батончиків мюслі показав, що найчастіше в переліку інгредієнтів перше місце займає глюкозно-фруктовий сироп (зв'язувальний компонент). Далі йдуть вівсяні пластівці, рис і кукурудза, сухофрукти, горіхи та сушені ягоди. А також дуже

часто в списках інгредієнтів глазурованих батончиків можна зустріти шоколадну та йогуртову глазур.

У всьому світі вчені спантеличені створенням не тільки смачних, але і корисних снєків. Компонентний аналіз складу батончиків мюслі на ринку, представлених у дослідницьких проектах, показав, що в багатьох рецептурах розробниками використовується мед. Однак у всіх випадках пропонувалося вводити мед як ароматизатор або як засіб для надання продукту певної колірної характеристики. Дослідники [24] розробити новий рецепт батончика мюслі, в якому як сполучний компонент буде використано натуральний мед. Тоді як на сьогоднішній день виробники і розробники нових рецептів використовують цукровий, кукурудзяний і карамельний сиропи; агар; пальмова, рапсова і соняшникова олії; нерафінований цукор із цукрової тростини тощо [25-30] як сполучні, «склеювальні» та загущувальні компоненти.

Отже, аналізуючи стан ринку кондитерських виробів, зокрема виробництво батончиків, в Україні та світі, слід зазначити, що в цілому виробництво батончиків має передумови для успішного розвитку і високої конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках. На провідних кондитерських фабриках вже проведено модернізацію, встановлено найсучасніші виробничі лінії, значно підвищено технологічність і наукомісткість підприємств, що дозволить виробляти продукцію високої якості.

## **1.2 Теоретичні аспекти використання структуроутворювачів в технології корпусів батончиків.**

Структуроутворювачі є важливими компонентами у технології виробництва батончиків. Вони впливають на текстуру, структуру, стійкість та органолептичні властивості батончиків. Структуроутворювачі можуть бути природного походження (наприклад, пектини, агар, гумаарабік) або синтетичними речовинами (наприклад, геланові камеді, карбоксиметилцелюлоза) [31].

Використання структуроутворювачів дозволяє досягти бажаної консистенції, форми та структури батончиків. Вони допомагають покращити

текучість та оброблюваність продукту, а також забезпечують стабільність форми та запобігають розпаду продукту. Крім того, структуроутворювачі можуть впливати на швидкість розчинення, розчинність та збереження поживних речовин у батончиках.

Вибір конкретних структуроутворювачів залежить від вимог до продукту, його складу та технологічних особливостей виробництва. Різні структуроутворювачі мають різні властивості, такі як гелеутворююча здатність, стабільність при високих температурах, в'язкість та сумісність з іншими інгредієнтами [32-34].

Правильний вибір структуроутворювачів і їх оптимальні концентрації дозволяють досягти бажаної текстури та структури батончиків, підвищити їх органолептичні властивості, забезпечити стійкість та тривалість зберігання продукту.

Дослідження впливу різних типів структуроутворювачів на властивості батончиків дозволяють зрозуміти їхній механізм дії та оптимізувати використання. Наприклад, геланові камеді можуть формувати стійкі 3D-структури, що допомагають утримувати форму батончика та запобігають слизкості. Пектини використовуються для стабілізації емульсій та підвищення в'язкості, що впливає на м'якість та консистенцію продукту.

Окрім цього, важливим аспектом є вплив структуроутворювачів на фізико-хімічні та реологічні властивості продукту. Вони можуть впливати на розподіл вологи, гелеутворення та структуроутворення в процесі виробництва. Наприклад, додавання агар може поліпшити реологічні характеристики продукту, забезпечуючи більшу стійкість та однорідність [35].

Агар є одним з природних структуроутворювачів, який широко використовується в харчовій промисловості, включаючи технологію виробництва корпусів батончиків. Його отримується з червоної водорості і має високу гелеутворювальну здатність та стабільність при високих температурах. Використання агару у технології корпусів батончиків має декілька теоретичних аспектів, які варто розглянути:

1) агар має унікальну здатність утворювати гель при певних умовах. Додавання агару до рецептури батончика і його подальше гелеутворення при охолодженні веде до утворення стабільної структури, яка забезпечує корпусу батончика необхідну міцність і стійкість.

2) текстурна стабільність: агар забезпечує батончикам стійкість до змін текстури при зберіганні або впливі тепла. Це особливо важливо при виробництві батончиків з високим вмістом жирів або з емульсійними складниками, які можуть впливати на структуру і консистенцію продукту. Агар допомагає забезпечити однорідність текстури та запобігти відокремленню складників.

3) термостійкість: агар виявляє високу стійкість до температурного впливу, що дозволяє використовувати його в технологіях обробки батончиків, які включають нагрівання та охолодження. Це дозволяє досягти потрібної консистенції і стійкості продукту під час виробництва і зберігання.

4) сумісність з іншими інгредієнтами: агар може взаємодіяти з іншими компонентами рецептури батончика, такими як цукор, розчинні волокна, ароматизатори та інші структуроутворювачі. Це дає можливість досягти бажаної текстурної стійкості та еластичності батончика, а також покращити його сенсорні якості [36 - 40].

Незважаючи на теоретичні переваги використання агару в технології корпусів батончиків, важливо враховувати і практичні аспекти. Для досягнення оптимальних результатів необхідно встановити правильні умови використання агару, такі як концентрація, температура гелеутворення та час стійкості гелю. Крім того, технологічні процеси виробництва батончиків, такі як змішування, формування та охолодження, повинні бути оптимізовані для досягнення бажаних результатів.

Дослідження у цій області спрямовані на вивчення впливу різних типів структуроутворювачів на якість батончиків. Вони включають проведення експериментів з різними концентраціями структуроутворювачів, їх комбінацій та режимами обробки для визначення оптимальних умов [41]. Дослідники аналізують фізико-хімічні властивості батончиків, такі як текстура, розмір,

форма, структура, стійкість до розпаду та смакові якості.

Важливим аспектом досліджень є також оцінка ефективності використання структуроутворювачів з економічної та виробничої точок зору. Дослідники розглядають вартість, наявність на ринку та можливість масштабного виробництва структуроутворювачів, а також їх вплив на ефективність технологічних процесів та час виробництва [42].

Перспективи розвитку використання структуроутворювачів у технології корпусів батончиків полягають у вдосконаленні інгредієнтів, їх властивостей та використання новітніх технологій. Наприклад, введення наноструктурованих матеріалів або використання біологічно активних компонентів може відкрити нові можливості для поліпшення якості та функціональних властивостей батончиків [43].

Дослідження в цій галузі сприяють розумінню впливу структуроутворювачів на властивості батончиків та допомагають виробникам удосконалювати технології виробництва [44]. Застосування оптимальних структуроутворювачів дозволяє отримати батончики з покращеними органолептичними характеристиками, кращою структурою та стійкістю.

Під час вибору структуроутворювачів необхідно враховувати їхні функціональні властивості, стабільність та безпеку використання. Важливо також забезпечити сумісність структуроутворювачів з іншими інгредієнтами, що використовуються у технології виробництва батончиків.

Дослідження в цій області можуть включати аналіз фізико-хімічних характеристик структуроутворювачів, їх впливу на текучість тіста, структуру та консистенцію батончиків, а також оцінку смакових властивостей та тривалості зберігання продукту. Додатково, можуть проводитися дослідження ефекту структуроутворювачів на поживну цінність та функціональні властивості батончиків [45].

Усі ці дослідження мають на меті поліпшення технології виробництва батончиків, забезпечення стабільної якості та задоволення споживачів. Результати досліджень можуть бути використані для оптимізації рецептур,

вдосконалення технологічних процесів та виробничого обладнання, а також розробки нових продуктів з покращеними характеристиками.

Важливо зазначити, що вибір конкретного структуроутворювача або їх комбінації залежить від конкретних вимог до продукту, технологічних особливостей і споживацьких уподобань. Крім того, розуміння теоретичних аспектів використання структуроутворювачів допомагає розробити оптимальні рецептури та технологічні процеси, що сприяє створенню якісних і конкурентоспроможних батончиків на ринку [46, 47].

Таким чином, використання структуроутворювачів у технології корпусів батончиків є важливим елементом для досягнення високої якості продукту, забезпечення його стійкості та задоволення потреб споживачів. Неперервні дослідження і вдосконалення в цій галузі дозволяють розширювати можливості і покращувати якість батончиків, сприяючи задоволенню смакових уявлень і очікувань споживачів.

### **1.3 Особливості хімічного складу, структури та функціональних властивостей полісахаридів для виробництва батончиків.**

Застосування структуроутворювачів в різних галузях харчової промисловості є досить поширеним явищем сьогодення. Особливим попитом структуроутворювачі користуються у м'ясній, рибній, молочній та кондитерській промисловості. Використання структуроутворювачів дозволяє виробляти продукцію з високими органолептичними, фізико-хімічними, структурно-механічними властивостями, що відповідним чином обумовлює розширення асортименту та підвищення якості готової продукції [48].

У сучасній літературі досить широко описано отримання гелевих сполук на основі полісахаридів. Досліджено прикладні аспекти таких систем. У той же час дані про вплив структурних особливостей полісахаридів на формування стійкої структури і дослідження її реологічних властивостей нечисленні.

Розробка технології виробництва батончиків з використанням структуроутворювачів полісахаридної природи є необхідною вимогою

сьогоднішнього дня з метою підвищення та стабілізації їх органолептичних і фізико-хімічних показників в процесі виробництва і зберігання.

Використання карагенану в технологічному процесі виробництва продукції дозволить більш ширше обґрунтувати структуроутворення в харчових системах, а впровадження нової продукції дозволить розширити асортимент і показники ефективності використання загущувачів рослинного походження. Також важливими полісахаридами морських водоростей які зазвичай використовуються у виробництві харчових продуктів є альгінат, агар, агароза та карагенан. Альгінат є аніонним полімером, який був виділений з бурих морських водоростей, і широко використовувався в харчових продуктах для підтримки структури в заморожених продуктах [49]. Карагенан - це сульфатований полісахарид, який зазвичай виділяють з червоних морських водоростей. Він широко використовується в харчовій промисловості як загусник, гелеутворювач, стабілізатор і гель для освіжувача повітря [50 - 53]. Необхідно виділити розчинник і метод сушіння, щоб надати більше переваг карагенану, оскільки він може видалити вміст вологи, що може забезпечити хорошу якість і отримати продукт з більш високою концентрацією поживних хімічних речовин.

Карагенан - це сульфатований лінійний галактан, який містить приблизно 15-40% складного ефіру сульфату, який складається з 3,6-ангідрогалактози та D-галактози та зв'язаний зв'язком  $\beta$ -1,4 та  $\alpha$ -1,3 [54]. Існує багато типів карагенану які містять від 22 до 35% сульфатних груп, і класифікація карагенану базується на його розчинності в хлориді калію [55]. На властивості карагенану впливають за положенням і кількістю складноєфірних сульфатних груп, а також вмістом 3,6-ангідрогалактози. Чим вищий рівень ефіру сульфату в карагенані, тим нижча температура його розчинності та міцність гелю [56]. Каппа-карагенан містить 25-30% ефіру сульфату і 28-35% 3,6-ангідрогалактози. Лямбда-карагенан містить 32-39% ефіру сульфату і не містить 3,6-ангідрогалактози. Між тим, йота-карагенан містить 28-38% ефіру сульфату та 25-30% 3,6-ангідро-галактози [57, 58].



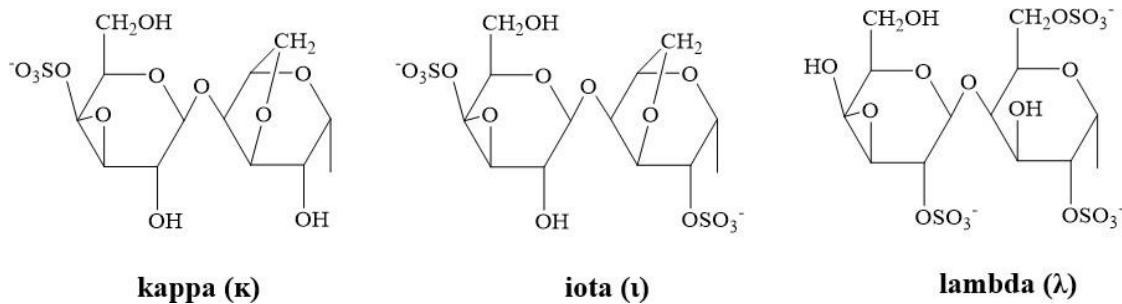


Рис. 1.1 - Хімічна структура різних типів карагенану

Карагенан є високомолекулярним матеріалом з високим ступенем полідисперсності. Як правило, різні види водоростей можуть виробляти різні види карагенану. Їх структура змінюється залежно від виду, сезону, географічного положення та віку популяції [59].

Карагенан, як один з основних сульфатованих полісахаридів морських водоростей, має численні біологічні характеристики. Цей полісахарид дуже цінний у харчових продуктах та дієтах для здорової імунної системи, а також можуть застосовуватись у галузі фармацевтики. Він продемонстрував протівірусну активність проти SARS-CoV-2, що викликає COVID-19, запобігаючи проникненню вірусу в клітину або перешкоджаючи реплікації вірусу. Таким чином, він може надати деякі нові інгредієнти для виробництва здорових функціональних продуктів, рецептур протівірусних добавок або засобів лікування вірусних респіраторних захворювань на основі водоростей, особливо для боротьби з COVID-19, і рекомендувати рішення цієї глобальної проблеми охорони здоров'я в майбутньому.

Останнім часом особливе місце в науковій і публіцистичній літературі займає рибний желатин, який є продуктом переробки рибної колагеновмісної сировини. Рибний желатин є аналогом тваринного желатину, який виробляють з кісток і м'якої колагеновмісної сировини великої рогатої худоби і свиней. На відміну від традиційного структуроутворювача, рибний желатин є безпечним інгредієнтом і не має ризику зараження організму людини збудниками інфекційних хвороб через органи і тканини жуйних тварин і продукти їх переробки. Крім того, риб'ячий желатин більш фізіологічний для людини і краще

засвоюється організмом. Відповідність рибного желатину тенденціям етнокультурних особливостей виробництва продукції різного призначення дозволяє йому конкурувати з тваринним желатин [60, 61].

Нормативні документи характеризують реологічні властивості желатину за такими фізико-хімічними показниками якості: температура плавлення, міцність утвореного гелю (желе), динамічна в'язкість розчину желатину. Рибний желатин має індивідуальні особливості і характеризується нижчим значенням температури плавлення желе в середньому на 4 °С, підвищеним значенням динамічної в'язкості розчинів рибного желатину в середньому на 7 мПас порівняно з нормативними вимогами до тваринного желатину. Знижена термостабільність характерна для риб'ячого колагеновмісного желатину і залежить в основному від амінокислотного складу. Реологічні властивості желатину знаходяться в прямій залежності від динамічної в'язкості розчину желатину, тобто чим більше значення динамічної в'язкості розчину желатину, тим вищі реологічні параметри і тим вище його ефективність [62].

Літературні джерела [63, 64] показують, що стабілізуючі властивості желатину можна регулювати шляхом модифікації, у результаті якої змінюється гідрофільний баланс макромолекул желатину та їх конформаційний стан.

Відомо, що так зване зшивання молекул желатину здійснюється не тільки шляхом обробки хімічними агентами, а й шляхом термічної обробки. Модифікація желатину і зміни його структурних елементів в результаті термічної обробки є фізичними модифікаціями і являють собою рівноважний процес глобулярних і фібрилярних конформаційних переходів. Для желатину характерні як фібрилярна, так і глобулярна третинні конформації [65].

Пектин — це полісахарид, що складається в основному з галактуронової кислоти, в якому розрізняють три області: гомогалактурона, рамногалактуронан I і рамногалактуронан II. Частота або кількість метильних груп дає різні ступені етерифікації пектину, що визначатиме його техно-функціональні властивості [66, 67]. Коли ступінь етерифікації пектину становить  $> 50 \%$ , це вважається високим метоксилюванням, тоді як ступінь етерифікації  $< 50 \%$  свідчить про

низьке метоксилювання полісахариду [68]. Ділянки пектину (рамногалактуронан I і рамногалактуронан II) можуть містити нейтральні залишки цукру, такі як арабіноза, галактоза, рамноза, ксилоза або глюкоза, хоча рамногалактуронан II зазвичай має дуже однорідну структуру порівняно з першим [69]. Цей полісахарид зазвичай має середню молекулярну масу від 50 до 150 кДа.

Пектин широко використовується в харчовій і фармацевтичній промисловості завдяки своїй універсальності, оскільки його можна використовувати для утворення гелів, як загусник, для забезпечення фізичної стабільності, як допоміжну речовину або як інкапсулюючий агент для контролю вивільнення активних інгредієнтів. [70].

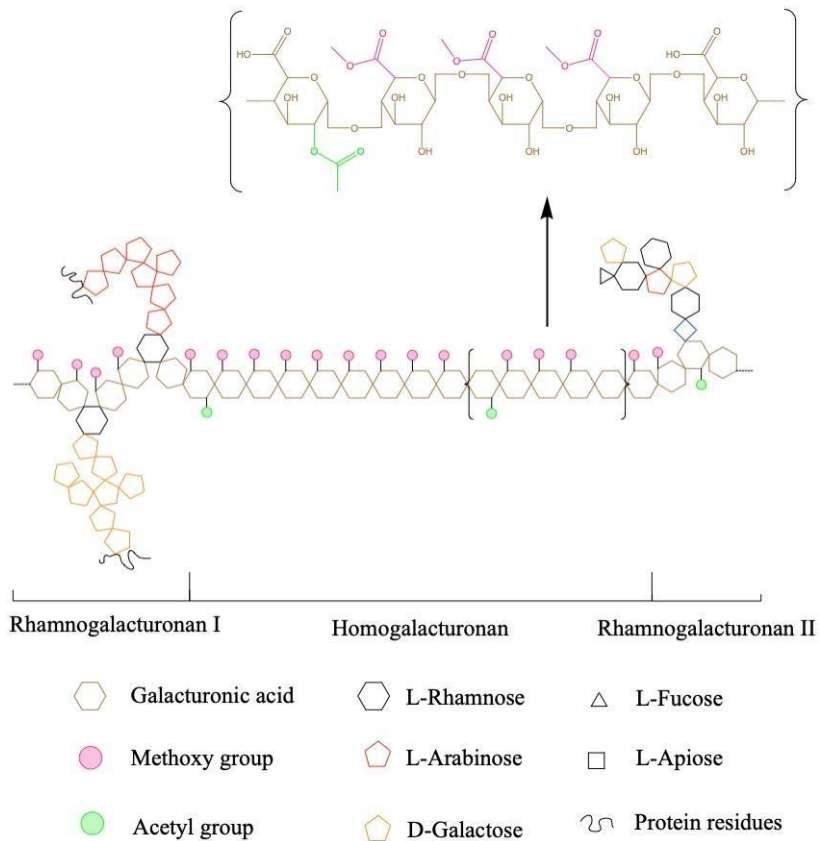


Рис. 1.2 - Типова структура пектину: вміст галактуронової кислоти та метоксигруп відповідно до експериментальних результатів, отриманих із пектину шкірки манго.

Для більшості цих промислових застосувань, особливо в харчовій промисловості, перевага віддається пектину з високим ступенем етерифікації, оскільки він забезпечить більшу гнучкість (наприклад, для виготовлення плівок). Крім того, ще одним важливим фактором, який слід враховувати, є те, що

характерна в'язкість  $[\eta]$  і ступінь етерифікації впливатимуть на здатність пектину утворювати гелі з відповідними структурою та текстурою (наприклад, для виготовлення батончиків).

#### **1.4 Перспективи застосування злаків та фруктів у поєднанні зі структуроутворювачами полісахаридної природи у технології батончиків.**

Останніми роками спостерігається значне збільшення споживання «фаст-фудів» і снєків як відповідь на зміну способу життя населення. Споживачі шукають напівфабрикати, тобто продукти, які є доступними та готовими до вживання, або які потребують мінімальної підготовки. Серед цих продуктів батончики займають провідне місце:

Зернові батончики були представлені близько десяти років тому як «здорова» альтернатива кондитерським виробам, коли обізнаність споживачів щодо здоров'я та дієти стала реальністю [71]. Зерновий батончик — це продукт, отриманий із суміші або комбінації трьох або більше харчових продуктів, з'єднаних зв'язуючим інгредієнтом, що надає належну текстуру, і підготовлений для досягнення специфічних харчових цінностей і смаку. Учений [72] повідомив, що поживні та енергетичні батончики завойовують важливу частку ринку, спрямовану «для жінок», «спортсменів» та інших сегментів. Зв'язок між зерновими батончиками та здоровою їжею є тенденцією, яка вже задокументована в харчовій промисловості. Тенденція споживати більш поживну їжу замість солодоців і цукерок призвела до появи різноманітних типів батончиків, у тому числі таких варіантів, як шоколадне покриття або додавання різних фруктів і горіхів. Оскільки споживання пластівців перейшло від споживання за сніданком до споживання в будь-який час дня. Зернові культури відіграють все більш важливу роль у сучасному способі життя та можуть бути важливими як продукти з низьким рівнем алергенів [73].

Харчова алергія викликає серйозне занепокоєння, оскільки вважається, що вісім типів звичайних продуктів викликають більшість харчових алергій: коров'яче молоко, яйця, риба, молюски, арахіс, горіхи, пшениця та соя. Целиакія,

автоімунне захворювання, викликане непереносимістю глютену, який міститься в пшениці та інших злаках, таких як ячмінь і жито, є найпоширенішою харчовою непереносимістю, і її поширеність зростає.

Відомо, що більшість зернових батончиків які представлені на ринку, мають у своєму складі пшеницю, сухе молоко і цукор, а найбільш часто використовуваним інгредієнтом є сироп глюкози та практично не існує жодного зернового батончика, який би поєднував у своєму складі відсутність глютену, лактози та цукру разом.

Однак рецептура зернових батончиків, що відповідає цим обмеженням, вимагає ретельного відбору та дозування біополімерів зі специфічними функціональними властивостями. Багато біополімерів виявляють функціональні властивості при додаванні до харчових матеріалів. Прикладами є деякі гідроколоїди, які зазвичай використовуються як загусники або гелеутворювачі, такі як карбоксиметилцелюлоза (КМЦ), пектини, камедь ріжкового дерева (КРД), карагенани, ксантанова камедь та інші [74]. Те, як ці біополімери функціонують, змінюється в основному залежно від складу харчових продуктів, до яких їх додають, наявності специфічних іонів, концентрації, синергетичних або антагоністичних ефектів з іншими гідроколоїдами та умов обробки їжі. Вони можуть відігравати багато різних ролей, використовуються як кріопротектори, для контролю текстури, виробляти та стабілізувати піни чи емульсії, виробляти гелі з контрольованими фізичними властивостями, контролювати реологічні властивості рідкої їжі та зберігати харчові смаки серед інших властивостей [75].

КМЦ, пектини та КРД мають деякі спільні властивості: вони широко використовуються як харчові добавки для покращення текстури, для утримання води, для сприяння збереженню смаку та контролю терміну придатності, покращуючи загальну якість та продовжуючи термін зберігання [76]. Через низьку розчинність у холодній воді КРД зазвичай використовується, коли потрібен уповільнений розвиток в'язкості, досягнення високої в'язкості при нагріванні та охолодженні. КРД широко використовується в продуктах харчування та інших промислових застосуваннях, оскільки він може виробляти

дуже в'язкі розчини при відносно низьких концентраціях. Часто використовується як загусник або модифікатор в'язкості, він сприяє зв'язуванню вільної води або стабілізації у випічці [77]. Інші гідролоїди, такі як пектин, показали високу ефективність у продуктивності та якості безглютенового хліба, покращуючи об'єм хліба, твердість і пористість, а також еластичність м'якушки, що призводить до кращої прийнятності. Пектин розчиняється у гарячій воді, але його найважливіший потенціал полягає в тому, що він може утворювати гелі, що розтікаються, коли гарячий розчин охолоджується. Розчини КМЦ демонструють псевдопластичність. В'язкість розчинів КМЦ знижується з підвищенням температури і стабільна в діапазоні рН 3–11. Використовується як загусник і стабілізатор в нежирних продуктах, що призводить до вищої прийнятності [78].

Перспективним є також поєднання пітаї та маракуї з пектином для виробництва батончиків. Пітая є екзотичним фруктом завдяки своїй формі та дуже привабливим кольорам червоної м'якоти з рожевою шкіркою. Плід пітаї є багатим джерелом поживних речовин, вітамінів і мінералів, таких як білок, сира клітковина, вуглеводи, вітамін В2, В1, В3 і вітамін С. Крім того, у м'якоті фрукта містяться різноманітні біоактивні сполуки, включаючи беталаїни, флавоноїди, поліфеноли та каротиноїди.

Маракуя (є одним із тропічних фруктів, які використовуються у фармацевтичній та косметичній промисловості в усьому світі через його користь для здоров'я та сильний ароматний смак. Маракуя використовується в широкому спектрі продукції, включаючи морозиво, тістечка, желе, джем, йогурт, вино, чай, складні напої, оцет, соус із приправами, суповий бульйон тощо [79]. Завдяки унікальному смаку та аромату маракуї, її можна використовувати та поєднувати з іншими інгредієнтами для покращення кислотності та сенсорних властивостей кінцевого продукту, зокрема, фруктових батончиків. Таким чином, додавання маракуї в поєднанні з пектином як загусником може безпосередньо покращити колір продукту, біоактивні дії та споживання фруктового батончика.

Ще одним перспективним напрямом є використання кунжуту та фініків у поєднанні з желатином для виробництва желейних енергетичних батончиків.

Сьогодні виробництво високоенергетичних і поживних продуктів для людей, що займаються різними видами спорту, а також військових є дуже важливим. Ця їжа важлива для покращення фізичної та розумової працездатності та запобігання захворюванням, пов'язаним з харчуванням, на додаток до забезпечення необхідними поживними речовинами та втамування голоду [80]. Суміш кунжутної пасти та фінікового сиропу є перспективним поживним та високоенергетичним продуктом завдяки високому вмісту білка, харчових волокон, ненасиченої олії та вмісту антиоксидантів кунжутної пасти, доповнених високим вмістом цукру, мінералів і вітамінів фінікового сиропу.

Кунжут - насіння відоме як хороше джерело олії (44–58%), білка (18–25%), вуглеводів (13,5%), клітковини (9%) і мінералів (~5%) [81]. Крім того, він є хорошим джерелом поліненасичених жирних кислот із значним вмістом міді, кальцію, заліза, фосфору, ніацину, тіаміну, лігнанів, сезамолу та сезамоліну.

Переваги кунжуту для здоров'я включають протиракову, антигіперчутливу та антиімунорегуляторну дії, антимуутагенні ефекти, ефекти зниження рівня холестерину та профілактику високого кров'яного тиску. Кунжутна паста — це колоїдна суспензія кунжутної олії у воді з неньютонівською псевдопластичною поведінкою. Цей продукт зазвичай змішують із фініковим сиропом, медом, концентратом шовковиці та виноградного соку та патокою з цукрових буряків.

Фініки - відомі як функціональна їжа яка багата вуглеводами, солями, мінералами, харчовими волокнами, вітамінами, жирними кислотами та амінокислотами. Деякі дослідження показали, що фініки виявляють антиоксидантну, антимуутагенну та протипухлинну дію [82].

Варто також відзначити перспективу виробництва солоних батончиків з використанням чіа та арахісу. Зернові батончики є диференційованою категорією харчових продуктів і відповідають різним сегментам споживачів, які прагнуть до здорового харчування. Такі батончики не тільки приносять користь здоров'ю, але й приємні на смак. Це, у свою чергу, сприяє розробці нових зернових батончиків з новими інгредієнтами та смаками, включаючи солоний смак.

Щоб отримати компактний і текстурований зерновий батончик, вибір звязуючого є серйозною проблемою для промисловості. Технологічні характеристики цієї їжі залежать від сполучної речовини, оскільки, окрім поживних і функціональних характеристик, вони повинні сприяти тому, щоб батончики мали приємну текстуру, не мали запаху та смаку, а також сприяли стабільності та збереження зернових батончиків [83].

Під час приготування солоних зернових батончиків складність стає ще більшою, оскільки, будучи солоними, солодкий присмак повинен бути відсутнім. Таким чином, перспективним є використання гуарової або ксантанової камеді як сполучної речовин для виробництва солоних батончиків.

Ще одним перспективним напрямком виробництва батончиків є використання саподіли та пектину у їх рецептурі. Саподіла – це недостатньо використовуваний тропічний фрукт. Незрілі плоди тверді, клейкі та багаті таніном, тоді як стиглі плоди м'які та соковиті, з солодким смаком та привабливим помаранчевим кольором, що робить їх чудовим десертним фруктом. Плоди саподіли, будучи гарним джерелом вітамінів та інших поживних речовин, недостатньо використовуються як функціональна харчова сполука. Пектин є важливим інгредієнтом різноманітних фруктових батончиків. Дослідники виявили, що додавання пектину до фруктових батончиків значно покращує їх текстуру, але зменшує вміст вологи, активність води та швидкість висихання [84].

Оброблена саподіла з різною концентрацією пектину може збільшити терміни зберігання фруктових батончиків, а також покращити їх текстуру, твердість, пружність та жування без істотного впливу на харчову цінність і колір.

### **1.5 Характеристика функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином**

Функціонально-технологічні властивості полімерів, як синтетичних так і природних, становлять інтерес і з теоретичних, і з практичних позицій. Теоретичний аспект пов'язаний з розвитком теорії прояву реологічних



властивостей розчинів полімерів та пошуком загальних закономірностей. Практична складова спрямована на пошук емпіричних залежностей реологічних властивостей розчинів полімерів від складу, будови та походження полімеру, що вивчається як об'єкт реологічних процесів. Особливий практичний інтерес викликають реологічні характеристики розчинів індивідуальних природних полімерів та їх сумішей. Такі речовини знайшли широке застосування у різних областях. Вони цікаві з погляду потенціалу їх використання у харчовій промисловості [85]. Як і для більшості природних високомолекулярних сполук, структура агар-агару встановлена досить повно.

Агар-агар – суміш, принаймні, двох полісахаридів – агарози та агаропектину. Агароза, що входить до складу агар-агару (50-80%), являє собою лінійний полісахарид, побудований із строго чергуються залишків 3-О-заміщеної  $\beta$ -D-галактопіранози (зрідка 6-О-метил- $\beta$ -D-галактопіранози) і 4-О-заміщеною 3,6-ангідро- $\alpha$ -L-галактопіранози. Докладніше дані про будову агару наведено у низці останніх публікацій [86]. Будова базового полімерного ланцюжка у агару, отриманого з різної за походженням сировини, відрізняється неістотно.

Високу здатність до гелеутворення пояснюють по-різному. Багато дослідників схильні вважати відповідальним за виключно високу в'язкість і схильність до гелеутворення, в розчинах з невисокою концентрацією, агарозу, яка відрізняється високою структурною організацією та утворює велику кількість упорядкованих водневих зв'язків [87].

Вважається, що гелеутворення у розчинах агар-агару обумовлено двоступінчастим механізмом: конформаційним переходом «спіраль – клубок» при охолодженні водного розчину агару, де молекули гомогенно розподілені [88].

Гліцерин - це простий представник трьохатомних спиртів, є прозорою, в'язкою рідиною, що має відмінну гідроскопічну здатність (можливістю розчинятися у будь-яких водних і спиртових розчинах). Солодкий смак гліцерину – одна з його найбільш впізнаваних характеристик. Фактично він

вважається майже таким же солодким, як інші рафіновані цукри (60% від солодкості сахарози). Але при цьому він менш калорійний. А ще гліцерин, на відміну від сахарози, не є поживою для бактерій у ротовій порожнині, які викликають карієс. Низький глікемічний індекс в гліцерині поєднується з високою калорійністю, тому його можуть додавати в продукти для діабетиків.

В харчовій промисловості гліцерин додають у більшість напівфабрикатів, цукерки, лікери, морозиво. Часто його використовують для приготування кондитерської мастики та глазури, які завдяки цьому стають більш еластичними та краще тримають форму.

У харчовій промисловості використовується як емульгатор для запобігання розділенню жиру та води. Це дозволяє створювати стабільні однорідні емульсії з більш тривалим терміном зберігання. Наприклад, при випіканні хліба емульгатори часто мають ключове значення для текстури, вологості, пишності та терміну зберігання продукту.

Великий інтерес викликають дослідження авторів [89] щодо розробки харчової плівки на основі агару та гліцерину. Дослідниками встановлено, що концентрація агару та гліцерину та їх взаємодія суттєво впливають на товщину плівок ( $p < 0,05$ ). Збільшення товщини плівок через ефект основного матеріалу може бути пов'язане з унікальними колоїдними властивостями сполуки, такими як згущування і суспендування агенту, а також взаємодії між компонентами.

Додавання концентрації гліцерину при виготовленні їстівної плівки також призвело до збільшення товщини плівки. Це спостереження узгоджується з [90], що покращення товщини завдяки додаванню гліцерину відбувається тому, що молекули гліцерину займатимуть порожнечі в матриці та взаємодіятимуть із їстівним плівкоутворюючим полімером, що спричиняє збільшення відстані між полімерами, таким чином покращуючи товщину плівки. Вчені [91] повідомили, що плівкоутворюючий розчин із вищими концентраціями гліцерину має вищий вміст сухої речовини, що призводить до більш товстої плівки. Крім того, висока концентрація гліцерину може певною мірою збільшити здатність поглинати вологу і може спричинити збільшення товщини плівок через процес набухання.

Також дослідниками [92] було досліджено вплив агаро-гліцеринового розчину на властивості розчинення харчової плівки. Встановлено, що концентрація агару та гліцерину вплинула на розчинність плівки ( $p < 0,05$ ). Збільшення концентрації агару обернено впливало на розчинність плівок. Це викликано підвищеним вмістом нерозчинних твердих речовин з агару та збільшенням кількості зв'язків між молекулами в розчині їстівної плівки.

Поліпшення розчинності плівки за рахунок впливу підвищення концентрації гліцерину, зумовленого гідрофільними та гігроскопічними властивостями гліцерину. Дослідники [93] повідомили, що підвищення розчинності плівок зі збільшенням концентрації пластифікатора можна пояснити гідрофільними властивостями пластифікатора, де суха речовина, розчинена у воді, ймовірно, утворюється пластифікатором. Отже, збільшення вмісту гліцерину в їстівній плівці збільшить вміст сухої речовини, розчиненої у воді, тим самим збільшуючи розчинність плівок. Вчені [94] припустили, що покращення розчинності плівок через збільшення концентрації гліцерину викликано гігроскопічними властивостями гліцерину, які притягують і зв'язують молекули води, таким чином підтримуючи змочування поверхні плівки та поглинання вологи. Висока розчинність плівки з гліцериновим пластифікатором пояснюється тим, що гліцерин має сильну спорідненість до молекул води, а також низька молекулярна маса полегшує входження гліцерину між полімерними ланцюгами, тим самим збільшуючи об'єм вільного простору між ланцюгами. Результати показали, що найвищу розчинність їстівних плівок було отримано при поєднанні 1% агару та 15% гліцерину. Розчинність отриманих їстівних плівок була відносно високою в межах 49,9-75,4%.

Викликає також інтерес дослідження гідрогелів агару з використанням гліцерину для оболонки м'ясних капсул які провели дослідники [95]. Було вивчено вплив гліцерину на динамічну в'язкість агарового розчину. Встановлено, що додавання до складу гелю пластифікатору гліцерину незначно впливало на в'язкість гелю ( $p > 0,5$ ). На основі отриманих даних, оптимальна в'язкість агарового гелю була досягнута для наступного співвідношення

компонентів гелю (%): агар, 5, гліцерин 3,6; цитрат натрію 2,3; лимонної кислоти 0,3.

В'язкість досліджуваних агарових гелів залежала від швидкості зсуву. В'язкість гелю різко падала, якщо швидкість зсуву зростала. Така залежність свідчить про структурованість досліджуваних систем. Встановлено, що дотичне напруження спочатку різко, а потім плавно зростає зі збільшенням швидкості деформації до значень, що відповідають повному руйнуванню структури системи.

Вченими [96] досліджено вплив концентрації агару та гліцерину на міцність агарових плівок. Встановлено, що міцність збільшувалась з додаванням концентрації агару, тоді як концентрація гліцерину не мала суттєвого впливу. Це пояснюється тим, що концентрація агару в розчині забезпечує більшу спорідненість для більшої кількості водневих зв'язків, утворених на їстівній плівці. Науковці [97] повідомили, що агар відрізняється від інших полісахаридів, де він може утворювати тривимірний мережевий гель, який може призводити до утворення щільної плівки, коли волога випаровується.

Проте зі збільшенням концентрації гліцерину міцність агарової плівки мала тенденцію до зниження. Таку тенденцію, також спостерігав [98], який стверджував, що додавання гліцерину при виготовленні їстівної плівки може зменшити її міцність через зменшення взаємодії між молекулами води та агаром. Крім того, збільшення концентрації пластифікатора збільшило вміст вологи в плівці через її високу гігроскопічність, що також сприяє зменшенню сил між сусідніми макромолекулами.

Дослідниками [99] також вивчено вплив концентрації агару та гліцерину на властивість подовження при розриві агарової плівки. Встановлено, що концентрація агару суттєво вплинула на подовження при розриві агарової плівки ( $p < 0,05$ ), тоді як концентрація гліцерину та взаємодія між концентраціями агару та гліцерину не мали суттєвого впливу ( $p > 0,05$ ). Збільшення концентрації агару в розчині плівки збільшить вологоутримуючу здатність, тим самим покращуючи подовження при розриві. Концентрація, тип основного матеріалу та розчинник,

що використовуються у виробництві плівки, впливають на подовження та міцність при розриві плівки.

Найвищий ступінь подовження при розриві отримано з 3% агару та 10% гліцерину. Підвищення концентрації гліцерину до 10% має тенденцію до збільшення ступеню подовження при розриві через зменшення міжмолекулярних взаємодій між полімерними ланцюгами, що впливає на збільшення подовження та гнучкості плівки. Збільшення кількості гліцерину зменшить силу міжмолекулярних сил, які посилюють рухливість між молекулярними ланцюгами та призводять до збільшення подовження. Автори [100] повідомили, що збільшення вмісту пластифікатора до певної концентрації збільшить подовження; для плівки з гліцериновим пластифікатором збільшення подовження відбувалося лише при концентрації 40%.

## **1.6 Аналіз сучасного ринку гелеутворювачів для виготовлення батончиків**

Харчові гідролоїди охоплюють широкий спектр гідрофільних біополімерів, таких як білки, полісахариди та їх похідні. Вони незамінні для приготування та обробки наших повсякденних харчових продуктів, наприклад, напоїв, джемів, заправок, тістечок, локшини, шинки та більш складних функціональних харчових продуктів. Важливість гідролоїдів для харчової промисловості, на наш погляд, не була повністю визнана та досліджена. Незважаючи на те, що гідролоїди часто використовуються як другорядні компоненти харчових продуктів, вони завжди виконують важливі функції. Вони не тільки надають харчовим продуктам бажану структуру, стабільність і смакові якості, але й забезпечують біоактивність і користь для здоров'я, до якої наполегливо прагне споживач [101].

Харчові гідролоїди демонструють різноманітний потенціал у застосуванні в харчовій промисловості, дієтології та біомедицині. Вони можуть діяти як загусники, структуроутворювачі та утворювати гелі з контрольованими фізичними властивостями та функціями. Вони також можуть бути використані

як стабілізатори для різних дисперсій і транспортні носії для біоактивних інгредієнтів. Крім того, багато гідроколоїдів, наприклад, білки сироватки або харчові волокна, володіють потенційною користю для здоров'я та можуть забезпечувати основні та необхідні поживні речовини для підтримки життєдіяльності людини [102].

Гідроколоїди використовуються в різноманітних харчових сумішах для покращення їх якості та терміну зберігання. Двома основними застосуваннями гідроколоїдів є загусники та гелеутворювачі. Що стосується загущення, то вони використовуються в багатьох харчових системах, таких як підливи, супи, соуси, заправки для салатів і начинки. Що стосується гелеутворення, гідроколоїди можна використовувати в таких продуктах, як желе, джем, мармелад, низькокалорійні гелі або реструктуризовані харчові продукти. Гелеутворення — це процес, при якому полімерні ланцюги зшиваються, утворюючи тривимірну (3D) мережу, яка захоплює воду всередині себе [103]. Харчові гідроколоїди широко використовуються як гелеутворювачі для отримання харчових гелів з прийнятними властивостями, особливо властивостями текстури.

На сучасному ринку існує безліч гідроколоїдів, що використовуються як гелеутворювачі, такі як модифікований крохмаль, агар, карагенани, пектин, геланова камедь, альгінат, курдлан. Гелі з широким діапазоном властивостей можна отримати в залежності від умов, які використовуються для формування гелю. Деякі гелі крихкі, тобто ламаються при невеликій деформації, тоді як інші деформуються і не зруйнуються навіть при дуже великій деформації. Вони можуть бути прозорими або також непрозорими [104].

Агар добувають із червоних морських водоростей і використовується в продуктах харчування більше 350 років. Він нерозчинний у холодній воді і гідратується при кип'ятінні. Охолоджуючі розчини нижче приблизно 40° С утворюють дуже тверді крихкі гелі, які можна розплавити при нагріванні вище 85° С. Застосування в харчових продуктах включає водяні десертні гелі, заливне, кондитерське желе, м'ясні консерви, глазури, гелі для кондитерських виробів і десерти. Агар - це гідроколоїд морських водоростей, або фікоколоїд, який давно

використовується як гелеутворююча, згущувальна та стабілізуюча харчова добавка [105].

Здатність утворювати оборотні гелі шляхом простого охолодження гарячих водних розчинів є найважливішою властивістю агару. Ця здатність до гелеутворення призвела до великої кількості практичних застосувань, де агар використовується як харчова добавка або в інших цілях мікробіології, біохімії чи молекулярної біології, а також у промисловості.

Найважливіші переваги агару в різних харчових продуктах походять від характерної твердої текстури та термостійкості гелів, стабільності в кислотних умовах і обмеженої реакційної здатності до інших харчових компонентів.

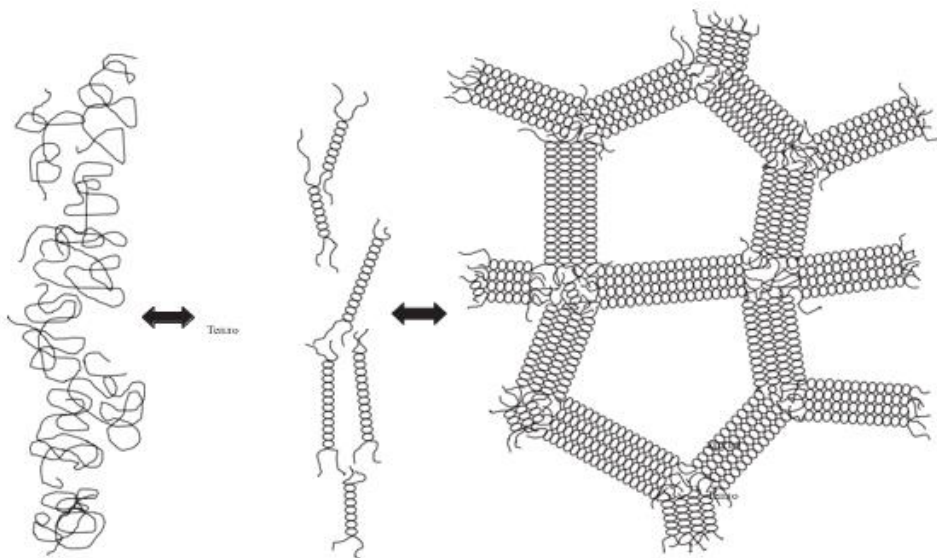


Рис. 1.3 - Утворення агарового гелю.

Незважаючи на тривалість використання агару в харчових продуктах, варто відзначити, що харчове застосування агару приурочене до певних географічних регіонів світу або для приготування кулінарних страв, традиційних для певних культур. Можна використовувати агар для десертів, використовуючи ананас або інші фрукти, які містять ферменти, що розщеплюють білок і запобігають використанню желатину для таких десертів. Також агар добре зарекомендував себе стабілізатором глазури, оскільки гаряче покриття швидко схоплюється при нанесенні на продукт і міцно зв'язує воду, щоб запобігти висиханню поверхні та розтріскуванню.

Карагенани - це природні полісахариди, отримані з морських водоростей (Rhodophyceae). Вони в основному складаються з цукрових одиниць D-галактози та 3,6-ангідро-D-галактози з сульфатом як основним заступником, а також деякими метиловими ефірами. Вони широко використовуються в харчовій промисловості головним чином як гелеутворювачі, загусники, стабілізатори та агенти, що зв'язують білки [106].

Ефективність карагенану в харчовій промисловості в основному зумовлена його властивостями загущення, гелеутворення та стабілізації. Сильна здатність карагенану зв'язувати білок робить його більш придатним для молочних і м'ясних продуктів. Поліпшені властивості твердості та текстури сприяють ковбасам та емульгованим продуктам, тоді як зв'язування вологи, синерезис та покращені властивості нарізання м'ясних продуктів сприяють його гелеутворенню [107].

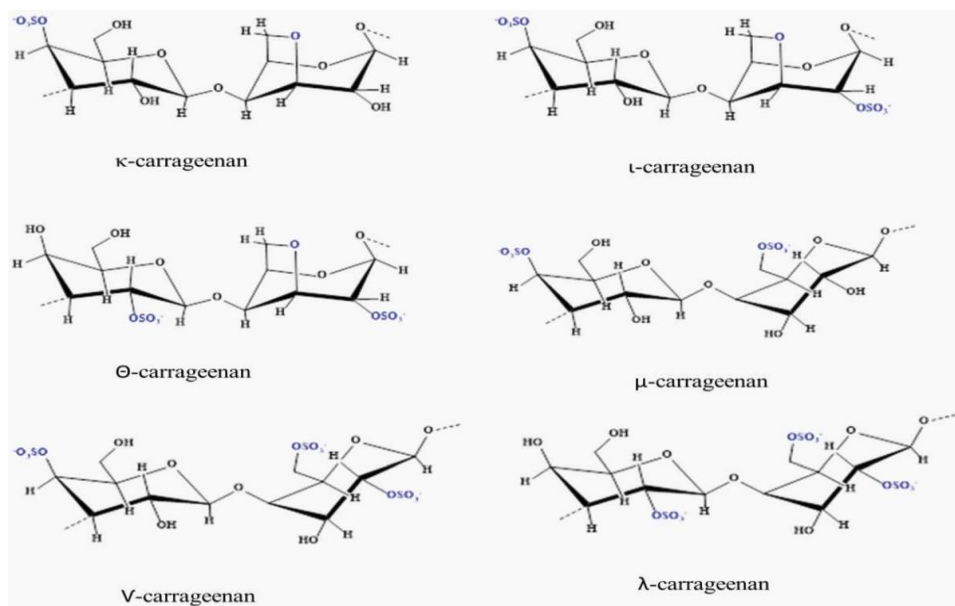


Рис. 1.4 - Хімічна будова різних типів карагенану.

Карагенан зазвичай використовується в багатьох харчових і нехарчових цілях. У приготуванні соєвих напоїв карагенан забезпечує стабільну однорідну суспензію нерозчинних твердих речовин для забезпечення високоякісного готового продукту із подовженим терміном придатності, які зберігаються в холодильнику та в асептичних умовах. Карагенан у поєднанні з іншими полісахаридами, такими як камедь річкового дерева, крохмаль і конжакове



борошно, забезпечує серію плавких і неплавких гелів і гелевих текстур, які відповідають вимогам відповідно до необхідних застосувань.

Також відомо, що карагенани є більш ефективними у вищих концентраціях із покращеною функціональністю нежирних сосисок [108]. У плавленому сирі важливу роль відіграють гелеутворювальні властивості та реакційна здатність білка, куди включені емульгуючі солі для контролю температури плавлення шляхом збереження твердості та відчуття у роті.

Геланова камедь є позаклітинним аніонним полісахаридом, що виробляється бактерією *Sphingomonas elodea*. Наявність або відсутність ацильних груп у гелановій камеді змінює її фізичні та функціональні властивості. Геланова камедь просто диспергується в холодній і гарячій воді. Коли концентрація гелану в розчині висока, він утворює сітчасту структуру, яку називають гелем, що розбирається. Однак якщо концентрація гелану низька, він утворює так званий рідкий гель [109].

Геланова камедь корисна для виробництва водних гелів (як і деякі інші харчові гідроколоїди). Здатність її розчинів суспендувати частинки при низьких концентраціях гідроколоїду (без створення високої в'язкості) робить його корисним як стабілізатор у поживних і двофазних напоях. Її можна використовувати для виготовлення жувальних цукерок завдяки його гелеутворюючій здатності, видатному виділенню смаку та стабільності кислоти. Здатність геланової камеді утворювачі гелі без високого вмісту розчинних твердих речовин використовується при приготуванні фруктових начинок, особливо тих, які будуть подаватися гарячими [110].

Також геланову камедь можна використовувати як стабілізатор сметанно-йогуртових виробів. Гелан можна додавати в хлібобулочні суміші (наприклад, суміші для брауні, тортів і кексів), щоб скористатися тим фактом, що при кімнатній температурі він помітно не гідратується і, таким чином, збільшує в'язкість тіста. Однак він гідратується під час нагрівання та утримує вологу у випеченому продукті. Його властивість утримувати вологу також можна використовувати при складанні поживних батончиків [111].

## **Висновки до розділу 1.**

Аналіз сучасних технологій та перспектив розвитку виробництва батончиків, підтверджує важливість дослідження полісахаридів як потенційних структуроутворювачів у технології виготовлення батончиків. Особливості хімічного складу, структури та функціональних властивостей полісахаридів, а також їх переваги в поєднанні зі злаками та фруктами роблять їх привабливими інгредієнтами для створення нових продуктів.

Аналіз функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином виявив потенціал цього поєднання для створення структурних компонентів батончиків. Результати аналітичних досліджень підтверджують, що агар може використовуватися як стабілізатор та забезпечувати необхідну текстуру продукту, що сприяє поліпшенню якості батончиків.

Аналіз сучасного ринку структуроутворювачів показав, що існує широкий вибір інгредієнтів, які можуть використовуватися для виробництва батончиків з різноманітними текстурами та властивостями.

Отже, на підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що дослідження агару та інших структуроутворювачів полісахаридної природи має великий потенціал для подальшого розвитку виробництва батончиків з покращеними властивостями. Ці результати можуть бути корисними для виробництва здорових, смачних і функціональних батончиків, що задовольняють потреби споживачів у збалансованому харчуванні та активному способі життя.

## **РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У цьому розділі наведено план аналітичних та експериментальних досліджень, спрямованих на розробку желейних батончиків, виготовлених з меду та кунжутного борошна. Головною метою цих досліджень є створення нового продукту, який поєднує в собі смакові переваги меду та корисні властивості кунжутного борошна.

У рамках досліджень будуть використані різні методи для вивчення фізико-хімічних, органолептичних та інших показників цих батончиків. Будуть проведені дослідження реологічних властивостей, щоб встановити текстуру та консистенцію продукту. Окрім того, будуть розглянуті питання безпеки розробленого нами продукту для відповідності нормам та стандартам безпеки харчових продуктів.

Важливим етапом буде також визначення показників якості, щоб забезпечити стабільність та задоволення вимог споживачів. Крім опису методів досліджень, буде розроблений детальний план експерименту, який передбачатиме впровадження різноманітних складових та рецептурних змін.

Після проведення експерименту будуть зібрані та математично оброблені отримані дані для оцінки впливу різних факторів на якість та властивості батончиків. Ці дослідження є важливим кроком у розробці нового продукту.

### **2.1 Організація та планування роботи**

Відповідно до плану аналітичних та експериментальних досліджень, був проведений аналіз актуальних наукових даних, що стосуються споживання та виробництва желейних батончиків. Основний фокус був на розгляді особливостей технологічного процесу виготовлення батончиків, оцінці ефективності використання компонентів, що впливають на структуру під час виробництва, а також на дослідженні перспектив їх застосування в кондитерській промисловості.

Ці аналітичні дослідження становлять основу для формулювання завдань дисертаційного дослідження, яке має на меті досягти запланованих цілей в рамках цієї роботи.

Удосконалення желе-батончиків з використанням меду та кунжутного борошна та аналіз їх фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей були проведені в лабораторних умовах на кафедрі технології харчування Сумського національного аграрного університету.

Мета програми аналітичних та експериментальних робіт полягає у розробці технології нового продукту та науковому обґрунтуванні цього процесу. Програма складається з ряду етапів, кожен з яких має свої завдання та чітко визначені цілі. Нижче приведена орієнтовна структура програми та перелік необхідних завдань, які детально формулюються для кожної окремої технології рис. 2.1. Дисертаційна робота виконується в декілька етапів:

- на першому етапі роботи планується провести аналіз сучасних технологій та перспектив розвитку виробництва батончиків; розглянути теоретичні аспекти використання структуроутворювачів в технології корпусів батончиків; ознайомитись з особливостями хімічного складу, структури та функціональних властивостей полісахаридів для виробництва батончиків; окреслити перспективи використання злаків та фруктів у поєднанні зі структуроутворювачами полісахаридної природи у технології батончиків; надати характеристику функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином.

- на другому етапі необхідно зазначити предмет, матеріали і методи досліджень розробки, за допомогою яких нами визначались якісні показники продукту; навести характеристику сировини та надати опис організації та планування роботи; описати методи математичної обробки результатів із застосуванням комп'ютерних технологій; проаналізувати та обрати необхідні методи досліджень.

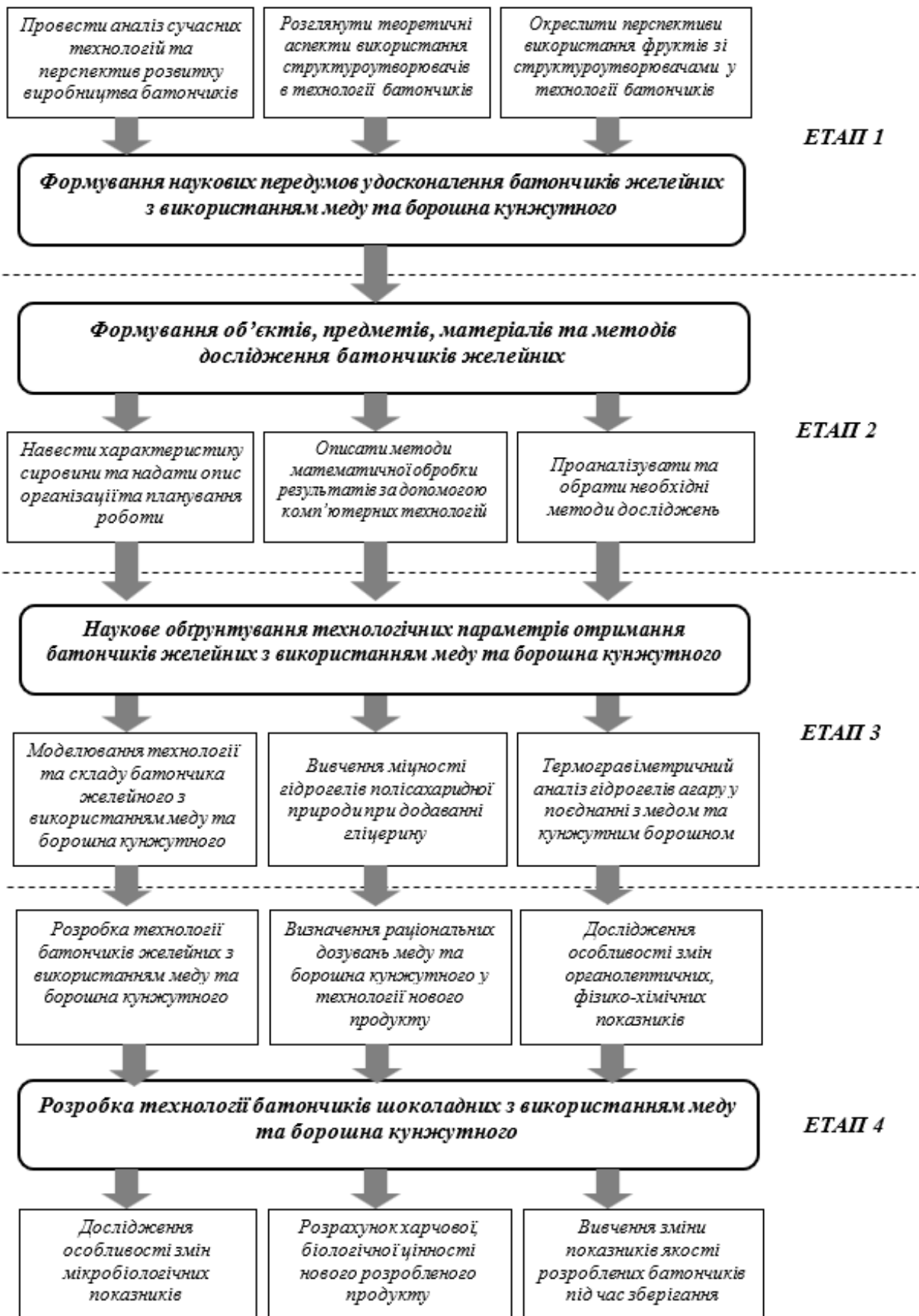


Рис. 2.1 - Блок-схема комплексних досліджень виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

– на третьому етапі необхідно навести наукове обґрунтування технологічних параметрів отримання батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного; провести моделювання технології та складу запропонованих нами батончиків; дослідити міцність гідрогелів полісахаридної природи при додаванні гліцерину; здійснити аналіз процесу структуроутворення желейної маси на основі агару з додаванням гліцерину; провести дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків; провести дослідження гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном методом ДСК; здійснити термогравіметричний аналіз вище згаданих гідрогелів; провести дослідження ІЧ спектрів компонентів удосконаленого нами батончика.

– на четвертому етапі планується розробити технологію батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного. Вивчити зміни показників якості розроблених батончиків під час зберігання, дослідити особливості змін органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників; провести розрахунок харчової, біологічної цінності та показників безпечності нового батончика желейного, визначити показники якості нового продукту та зміну їх властивостей під час зберігання.

– на п'ятому етапі планується виконати оцінку соціально-економічної ефективності розробленого продукту, а також визначити необхідні заходи для його впровадження в виробництво. Планується також провести виробничі випробування для оцінки ефективності нової технології та випуску дослідно-промислової партії продукту. Після цього буде затверджено нормативно-технічну документацію, необхідну для подальшого впровадження продукту.

## **2.2 Характеристика сировини**

Сировина та матеріали, що використовуватимуться для виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного повинні відповідати вимогам діючої нормативної документації (НД), а імпортного виробництва – мати висновок МОЗ України:

- агар згідно з чинним нормативним документом або імпортного

виробництва.

- гліцерин згідно з чинним нормативним документом або імпортного виробництва;

- мед згідно ДСТУ 4497:2005;

- борошно кунжутне згідно з ДСТУ 7012:2009;

- вода питна згідно з ДСТУ 7525:2014, ДСанПіН 2.2.4-400;

- глазур шоколадна згідно ДСТУ 4660:2017;

Допускається використання аналогічних видів сировини згідно з чинними нормативними документами виробника або зарубіжного виробництва за наявності висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.

Кожну партію сировини та матеріалів, що надходить на підприємство, супроводжують документи, що підтверджують її безпечність та якість.

Агар є одним з найпоширеніших желюючих агентів, що використовуються у харчовій промисловості для створення желе, желейних кондитерських виробів та інших продуктів з желе-подібною текстурою. Він є природним полісахаридом, який отримується з водоростей і має властивість утворювати гелеву структуру при охолодженні та затвердінні.

Основна перевага харчового агару полягає в його високій стабільності при високих температурах та відмінній здатності утримувати форму. Це дозволяє використовувати його в різних кондитерських виробках, включаючи желейні батончики, де потрібно мати чіткі та стійкі форми.

При використанні харчового агару в желейних батончиках можна отримати такі переваги:

1) Желе-подібна текстура: Харчовий агар допомагає створити м'яку та гладку желе-подібну текстуру, яка є характерною для багатьох желейних кондитерських виробів.

2) Стійкість до температурних змін: Харчовий агар здатний затвердіти та залишатися стійким при низьких температурах, що дозволяє желейним батончикам зберігати свою форму і консистенцію навіть при транспортуванні та

зберіганні.

3) Природність і безпека: Харчовий агар є натуральним і безпечним інгредієнтом, виготовленим з водоростей. Він не містить шкідливих хімічних добавок або консервантів, що робить його бажаним вибором для тих, хто звертає увагу на природність та якість харчових продуктів.

4) Довгий термін зберігання: Желейні батончики з харчовим агаром мають довгий термін зберігання, оскільки агар є стабілізатором, що допомагає продукту залишатися свіжим існувати протягом тривалого періоду.

Харчовий гліцерин, також відомий як гліцерол, є безбарвною, без смаковою рідиною, яка має густу консистенцію. Він використовується в харчовій промисловості як добавка, що надає різноманітним продуктам багатоцільові користі. При використанні гліцерину в желейних батончиках можна отримати наступні переваги:

1) Вологозберігаючі властивості: Гліцерин є зволожуючим агентом, який здатний притягати та утримувати вологу. У желейних батончиках він допомагає зберігати вологу, запобігаючи висиханню та продукту. Це дозволяє батончикам залишатися свіжими та м'якими протягом тривалого періоду.

2) Покращення текстури: Додавання гліцерину у желейні батончики допомагає поліпшити текстуру продукту. Він робить батончики більш м'якими, ніж звичайні желе, додаючи багатоцільову жувальну якість і приємний відчуття при споживанні. Також гліцерин може надавати батончикам блискучий та привабливий зовнішній вигляд, надаючи їм глянцевою поверхню та збільшуючи привабливість для споживачів.

3) Додаткові харчові переваги: Гліцерин має низьку калорійність та не містить жирів або холестерину. Використання гліцерину у желейних батончиках дозволяє зменшити загальну кількість жирів і калорій у продукті, що може бути важливим для тих, хто притримується здорового харчування.

Мед соняшниковий є натуральним солодким продуктом, отримуваним з нектару квітів соняшника. Він має багатий аромат та характерний смак, що робить його популярним інгредієнтом в харчовій промисловості. При



використанні меду в желейних батончиках можна отримати такі переваги:

1) Природна солодкість: Мед є природним інгредієнтом, який може бути заміником цукру в желейних батончиках. Він додає приємну солодкість і допомагає покращити смакові якості продукту. Порівняно зі звичайним цукром, мед також має деякі харчові переваги, такі як вміст антиоксидантів та мікроелементів.

2) Поживні речовини: Мед соняшниковий містить різноманітні поживні речовини, такі як вітаміни (наприклад, вітаміни групи В, вітамін С) та мінерали (наприклад, залізо, кальцій, магній). Додавання меду до желейних батончиків може внести деякий внесок у харчування та надати продукту додаткових поживних речовин.

3) Антиоксиданти: Мед містить антиоксиданти, які допомагають боротися зі стресом вільних радикалів в організмі. Це може мати позитивний вплив на загальне здоров'я та допомогти підтримувати здорову імунну систему.

Кунжутне борошно є продуктом, який отримують зі змеленого насіння кунжуту. Воно має характеристики, які роблять його популярним інгредієнтом в харчовій промисловості та при готуванні. Воно є високоякісним джерелом білків, волокон, здорових жирів, вітамінів та мінералів. Кунжутне борошно містить ряд мінералів, включаючи кальцій, залізо, магній, фосфор, марганець і цинк. Ці мінерали є важливими для здоров'я кісток, нервової системи, енергетичного обміну та функціонування імунної системи.

Кунжутне борошно принесе наступні користі при використанні в желейних батончиках: додасть пудристу і гладку текстуру желе, покращуючи їхню консистенцію, надасть батончикам характерний смак та аромат кунжуту, доповнюючи і підкреслюючи інші смакові компоненти, батончики будуть ідеальним солодким продуктом для людей з непереносимістю глютену, а завдяки вмісту вітаміну Е та антиоксидантів, кунжутне борошно сприятиме здоров'ю шкіри та загальному стану організму.

### 2.3 Організація та методи досліджень

У дисертаційній роботі були використані різноманітні методи, які включали загальноприйняті, стандартизовані та оригінальні підходи. Для проведення досліджень було застосовано різні методики, що дозволило оцінити широкий спектр показників.

Один з аспектів дослідження стосувався органолептичних показників, які включали оцінку смакових, запахових та візуальних характеристик продуктів. Для цього були використані методи сенсорної оцінки, які дозволили зробити об'єктивну оцінку якості і сприяли розумінню споживачами.

Також були проведені дослідження фізико-хімічних, реологічних та структурно-механічних властивостей продуктів. Це включало вимірювання різних параметрів, таких як рН, вологість, текстура, стійкість до деформацій, міцність, пружність, в'язкість та інші. Для цих вимірювань були використані спеціальні прилади, зокрема «Ваги аналітичні ВЛР-1», пенетрометр «Labor» прилад Валента та ротаційний віскозиметр..

**Вивчення структурно-механічних властивостей за допомогою пенетрометра «Labor» [58].**

Метод пенетрації використовується для вивчення структурно-механічних властивостей напівтвердих і твердих продуктів шляхом вимірювання опору, який вони надають проникненню інденторів (конусу, кулі, голки, циліндра). Індентори мають фіксовані розміри, масу, матеріал і температуру, а вимірювання проводяться протягом визначеного часу.

Дослідження можуть проводитися з постійним зусиллям пенетрації, де вимірюється глибина занурення індентора, з постійною глибиною занурення, де вимірюється зусилля, або з постійною швидкістю занурення, де реєструється зусилля в залежності від глибини занурення. За результатами цих вимірювань розраховуються різні параметри, які відображають консистенцію продукту.

Метод пенетрації дозволяє отримати об'єктивну інформацію про механічні властивості продукту, такі як його жорсткість, текучість або м'якість. Ці дані можуть бути використані для порівняння продуктів, контролю якості, розробки

нових формул або вдосконалення виробничих процесів.

При визначенні граничної напруги зсуву за допомогою пенетрометра для визначення нижньої межі навантаження на еластопластометрі Толстого, отримане значення граничної напруги зсуву необхідно поділити на 3. Це впливає зі зв'язку між модулем зсуву та модулем пружності через коефіцієнт Пуассона. Таким чином, гранична напруга зсуву, яка визначається по нормалі, буде втричі більшою, ніж гранична напруга зсуву, яка визначається дотично. Це дає можливість здійснювати більш точне вимірювання граничної напруги зсуву для подальших аналізів і досліджень.

Гранична напруга зсуву (ГНЗ) незруйнованої структури  $\sigma_0$  (Па) розраховується за формулою Ребіндера:

$$\sigma_0 = k \frac{m \cdot g}{h^2}, \quad (2.1)$$

де  $m$  – маса індентора і стержня приладу, яка діє на дослідний продукт (за мінусом тертя і опору пружини індентора), кг;  $g$  – прискорення вільного падіння  $m/s^2$ ;  $h$  – глибина занурення конуса, м;  $k$  – константа індентора.

**Визначення міцності та структуроутворення проводили за допомогою приладу Валента.** Після отримання дослідних зразків, їх розливають у спеціальні форми. Ці форми піддаються випробуванню на міцність протягом 24 годин або 1-5 днів для структуроутворення при температурі 18-20°C. Після цього зразки ставлять на плиту приладу, а на поверхню зразка накладають грибоподібну насадку. Приймальна посудина розміщується на верхній частині грибоподібної насадки і заповнюється водою. Вода протікає крізь зразок, поки насадка не розірветься. Для розрахунку міцності зразка вимірюють масу посудини з водою та грибоподібної насадки.

Міцність дослідного зразка виражають масою навантаження в грамах, необхідною для розриву зразка площею 2 см<sup>2</sup>. Результатом є середнє значення п'яти паралельних вимірювань. Допускається розбіжність між паралельними вимірюваннями до 10%.

**Дослідження ефективної в'язкості проводили за допомогою ротаційного віскозиметра типу RN.** Основна методика проведення дослідження в'язкості за допомогою ротаційного віскозиметра типу RN включає наступні кроки:

1) Підготовка приладу: Забезпечення належного налаштування та калібрування ротаційного віскозиметра перед початком дослідження. Це включає перевірку та налаштування швидкості обертання валки, забезпечення належного контролю температури рідини та вимірювального пристрою.

2) Підбір та підготовка рідини для вимірювання включає очищення та дегазацію рідини, якщо це необхідно. Рідина знаходиться у спеціальній камері віскозиметра.

3) Обертання валу: Вал вводиться у рідину та починається її обертання з певною швидкістю. Це може бути постійна швидкість або режим зі змінною швидкістю.

4) Вимірювання опору: При обертанні валу виникає опір руху, який залежить від в'язкості рідини. Цей опір вимірюється за допомогою датчика або іншого механізму, який реєструє силу, що діє на вал.

5) Звіт та аналіз результатів: Після завершення експерименту результати вимірювань фіксуються в звіті. Дані можуть бути представлені у вигляді графіків, таблиць або інших візуальних форматів. Крім того, результати можуть бути порівняні з попередніми дослідженнями або стандартними значеннями для оцінки відповідності отриманих в'язкостей вимогам чи нормам.

**Методи визначення стану, форм і типів зв'язку вологи.** Вивчення вологи модельних зразків ТМН проводили за допомогою таких приладів: дериватографа «Q-1000», ІЧ-спектрометра «Perkin-Elmer Spectrum One FTIR Spectrometer», DSC прилад.

Для визначення впливу окремих рецептурних компонентів на стан води гелевих систем використовували Фур'є-спектрометр Perkin-Elmer Spectrum One FTIR Spectrometer. Для дослідження зразки (гліцерин, мед, гелеві системи) досліджували методом роздавленої краплі й записували в тонкому шарі між

пластинами з цинкум селеніду. Сипучі зразки (агар, кунжутний порошок) попередньо висушували до постійної маси зразка і змішували з калій бромідом (3 мг зразка/300 мг KBr).

Дослідження термогравіметричного аналізу гідрогелів агару проводили за допомогою приладу дериватограф «Q-1000». Метод ґрунтується на залежності між швидкістю дифузії різних форм вологи в матеріалі і швидкістю зміни маси нагрітого зразка.

Теплові ефекти фіксувалися пристроєм за допомогою методу диференціально-термічного аналізу (DTA), зміна маси дослідного зразка вимірювалася за допомогою термогравіметричного методу (TG), а швидкість втрати маси (DTG) встановлювалася з допомогою термогравіметрії за похідною. Вимірювання проводилися при постійному зростанні температури з рівномірною швидкістю 2 °C на 60 секунд, зразки підігрівалися до 230 °C. Отримані результати представлено у формі графіків і таблиць.

Для вимірювання теплових ефектів, що виникають під час зміни температури зразка використовували прилад DSC. Він вимірює різницю у тепловому потоку між дослідним зразком та посиленним зразком (часто називається референсом), коли обидва зразки піддаються контрольованому температурному режиму.

ДСК використовується для вивчення фізико-хімічних перетворень, таких як плавлення, кристалізація, вологовіддача, полімеризація та хімічні реакції. Він дозволяє виміряти теплову потужність або теплові ефекти, пов'язані з цими процесами. За допомогою ДСК можна визначити температуру плавлення, теплоту плавлення, кінетику реакцій, теплоту реакцій та інші теплові параметри матеріалів.

**Методи дослідження технологічних характеристик.** Температуру плавлення визначали шляхом спостереження за точкою плавлення під час нагрівання зразків. Зразки для дослідження розміщували в сушильній шафі в діапазоні температур від 100 до 220 °C, що відповідає умовам нагрівання при випіканні кондитерських виробів. Нагрівання здійснювалося з підвищенням температури на 1 °C протягом 2 хвилин 60 секунд, зафіксувавши час і

температуру, коли зразок починав плавитися. Цю температуру вважали кінцем дослідження, оскільки це був момент, коли зразок переходив у розплавлений стан.

**Визначення накопичення вмісту оксиметилфурфуролу в продукті.** Для вимірювання використовували високоефективний рідинний хроматограф Agilent 1200 з діодно-матричним детектором. Він базується на принципі хроматографії, яка полягає у розділенні суміші речовин на компоненти за допомогою взаємодії цих речовин зі стаціонарною та рухомою фазами. Розділення здійснювали на колонці Zorbax RX-C8 розміром 250×4,6 мм і зернистістю 5 мікрон.

Результати аналізу записувались у вигляді хроматограми, яка показує розділення компонентів та кількісне визначення оксиметилфурфуролу у зразку меду.

**Методи дослідження фізико-хімічних властивостей.** Масову частку жиру визначали згідно з методом, визначеним у ДСТУ 5060. Кислотність готового продукту визначали згідно з ДСТУ 6045. Масову частку сухих речовин та вологи визначали згідно з методом, зазначеним у ДСТУ 4910. Загальний вміст цукру визначали згідно з методом, зазначеним у ДСТУ 5059. Органолептичну оцінку якості готового продукту проводили згідно з міжнародним стандартом ISO 6658:1985 [71].

## **2.4 Методи математичної обробки результатів і застосування комп'ютерних технологій**

Для створення дисертаційної роботи використовувалися різні комп'ютерні програми, зокрема Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Corel Draw і Corel Photo Paint. Експериментальні дослідження були проведені у 3-5 повторах, і на основі середньоарифметичних значень були побудовані графіки та надані ілюстрації.

Статистична обробка експериментальних даних виконувалась з використанням стандартного пакета Excel і MathCAD методом кореляційно-регресійного аналізу. При цьому визначалися середньоарифметичне значення

( $X$ ) та стандартне відхилення ( $S(J)$ ) окремих результатів. Результати вимірювань, де абсолютне відхилення перевищувало значення  $3S$ , були відкинуті як неправдоподібні. Точність вимірювань була встановлена з надійністю  $d=0,95$ . Похибку методу вважали відносною помилкою у відсотках. Для апроксимації емпіричних даних використовувалися програмні пакети MathCAD, MathLAB та електронні таблиці Excel.

Microsoft Excel був використаний як інструментальний програмний засіб у дисертаційній роботі для виконання основних розрахункових операцій, отримання технологічних характеристик, побудови графіків та діаграм на основі результатів науково-дослідних вишукувань і експерименту.

## **Висновки до розділу 2**

Для досягнення мети та завдань дослідження був розроблений план аналітичних та експериментальних робіт. Цей план спрямований на розробку та наукове обґрунтування технології виробництва желейних батончиків з використанням меду та борошна кунжутного. В ньому були виділені взаємопов'язані етапи аналізу наукових даних, обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу. Крім того, нову технологію було впроваджено у виробничий процес.

Також були визначені предмети та матеріали дослідження. Для визначення фізико-хімічних, реологічних, органолептичних та мікробіологічних показників було проведено підбір методів дослідження. Було розроблено план експерименту та математичну обробку експериментальних даних з використанням комп'ютерних програм, які забезпечують високий рівень вірогідності результатів дослідження.

### **РОЗДІЛ 3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО**

У цьому розділі, на основі теоретичних та експериментальних досліджень, було визначено інноваційний підхід до удосконалення батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного. Крім того, були проведені дослідження, спрямовані на вивчення міцності структури гелів. В рамках цих досліджень були досліджені функціонально-технологічні властивості розчинів та гелів, зокрема на основі агару у поєднанні з гліцерином.

Поміж інших результатів, у цьому розділі були науково обґрунтовані технологічні параметри для отримання запропонованих нами желейних батончиків. Також були проведені реологічні, фізико-хімічні та дериватографічні дослідження, також застосовано метод диференціально-скануючої калориметрії для аналізу модельних систем на основі агару у поєднанні з рецептурними компонентами начинки батончика, досліджені ІЧ спектри модельних гелевих систем на основі агару.

Ці дослідження дозволяють краще розуміти особливості і потенціал використання меду та борошна кунжутного у поєднанні з агаром в желейних батончиках, а також забезпечують наукове обґрунтування оптимальних технологічних параметрів для отримання якісного готового продукту.

#### **3.1. Моделювання технології та складу батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного.**

Один з найбільш ефективних способів вирішення завдань, пов'язаних з розробкою та вдосконаленням технологічних процесів і нових видів продукції, полягає у застосуванні комплексного або системного підходу до цих проблем. Комплексний підхід передбачає використання методологічних принципів, які дозволяють розглядати окремі елементи як складову систему. З точки зору теорії системного аналізу, технологія виробництва продукції є системою, а окремі етапи цієї технології - підсистемами. Оптимізація технологічних параметрів в



межах кожної підсистеми, з одного боку, забезпечує отримання кінцевого продукту з гарантованим планованим рівнем якості, а з іншого - є обов'язковою умовою при проектуванні окремих ділянок технологічного процесу в межах системи.

Технологічну систему можна розглядати як великий комплекс, який включає всі аспекти виробництва, від початкових матеріалів до кінцевого продукту. Ця система складається з різних елементів, таких як сировина, матеріали, технологічні процеси, системи контролю якості та устаткування.

Однак, для більшого розуміння технологічних систем і здійснення ефективної оптимізації, моделювання виявляється основним методом. Це теоретичний підхід, який дозволяє спростити складність реальних технологічних процесів і концентруватися на деталях. Моделювання допомагає розробити план та вирішити технологічні завдання з мінімальними витратами, що дозволяє уникнути прийняття неправильних рішень.

Моделювання технологічних систем має на меті встановлення взаємозв'язку між технологічними параметрами виробництва та якістю напівфабрикатів і готової продукції, а також можливості регулювання і оптимізації параметрів технологічного процесу.

При дослідженні складних систем, таких як більшість технологічних процесів у харчовій промисловості, рівень формалізації та деталізації їх структури, властивостей та взаємодії з зовнішнім середовищем варіюється в залежності від ступеня нашого розуміння. Одними з моделей, які застосовуються при моделюванні таких систем, є "чорний ящик", "склад системи" та "структура системи".

Модель "чорний ящик" ґрунтується на ідентифікації систем, що виокремлюються з оточуючого середовища, а також на відображенні вхідних та вихідних параметрів.

Залежно від типу технологічної системи, до вхідних параметрів можна віднести, наприклад:

- вид харчових інгредієнтів;

- кількість сировинних компонентів згідно рецептури;
- якість сировини;
- технологічні параметри, такі як температура, рівень рН, тривалість процесу, концентрація окремих компонентів, діаметр отворів в ситі тощо.

У даній графічній моделі вихідні параметри системи відповідають цілям системи, тобто тим параметрам, за якими буде оцінюватись ефективність розробленої технології.

До вихідних параметрів можна віднести наступне:

- органолептичні показники (конкретизуються в кожному випадку окремо);
- фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, вміст поживних речовин тощо);
- структурно-механічні показники (в'язкість, міцність, пластичність, еластичність, пружність тощо);
- мікробіологічні показники;
- вихід продукції;
- собівартість тощо.

Варто відмітити, що назва моделі "чорний ящик" підкреслює повну відсутність інформації про внутрішню структуру "ящика". У цій моделі встановлюються, фіксуються та перераховуються лише зв'язки входу та виходу системи з середовищем. Навіть "стінки ящика", як межі між системою та середовищем, зазвичай не описуються в цій моделі, а тільки маються на увазі та визнаються як існуючі.

Модель «чорний ящик» батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного наведена нижче.

На прикладі моделі «Чорний ящик», ми прагнемо показати якомога ширше опис всіх функцій, які відбувались в процесі приготування желейного батончика.



Рисунок – Модель «Чорний ящик»

Рис. 3.1 - Модель «чорний ящик» батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного

Систему, що представляється як "чорний ящик", сприймають як вхід для введення інформації та вихід для відображення результатів роботи. Передбачається, що стан виходів функціонально залежить від стану входів.

Вивчення системи за методом "чорного ящика" полягає в спостереженнях та експериментах зі зміною вхідних даних. Це дозволяє отримати певний рівень знань про досліджуваний об'єкт шляхом спостереження за реакціями системи на зовнішні впливи.

Модель "склад системи" надає інформацію про внутрішню структуру системи і описує, з яких підсистем та елементів вона складається.

Підсистеми можуть включати рецептурні компоненти, які групуються залежно від ролі, яку вони виконують у технологічному процесі виробництва розроблюваного продукту. Наприклад, це можуть бути основна сировина, добавки для регулювання функціонально-технологічних властивостей основної сировини, смакоароматичні добавки тощо. До елементів можна віднести конкретні компоненти сировини, властивості яких планується реалізувати під час технологічного процесу.

Побудова моделі "склад системи" базується на знаннях про властивості

сировини, глибині вивчення досліджуваної проблеми та огляді літератури.

Модель "склад системи" розробляється поетапно на різних рівнях деталізації системи. Спочатку виділяються найбільші підсистеми, а потім їх функціональні складові - елементи підсистем та інше.

Модель «склад системи» батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного наведена нижче.

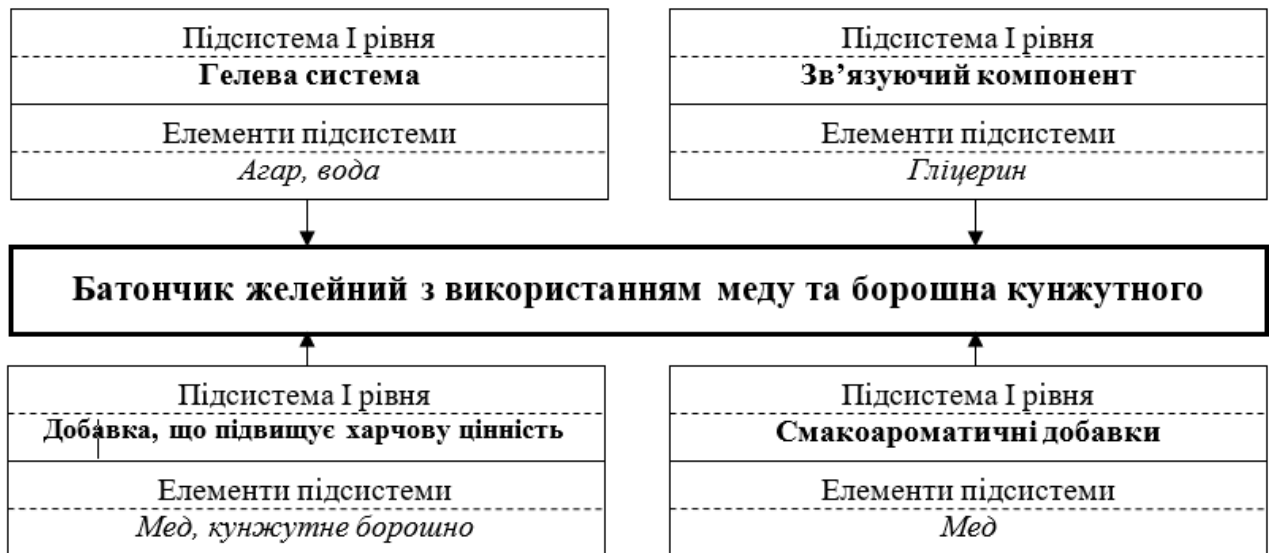


Рис. 3.2 - Модель «склад системи» батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного

Модель "структура системи" призначена для візуалізації взаємозв'язків або відносин між елементами розглянутої системи. Ця модель може розглядатись як доповнення до моделі "склад системи", яка відображає самі елементи системи.

Однак, зазвичай в моделі структури не обмежуються лише переліком відносин між елементами, а також включають самі ці елементи. Тому модель структури є найбільш повною моделлю, яка охоплює як склад основних елементів, так і взаємозв'язки між ними. При побудові моделі структури виділяються цікаві види відносин, і на основі цих відносин вибираються елементи, що взаємодіють між собою.

Модель «структура системи» батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного наведена нижче.

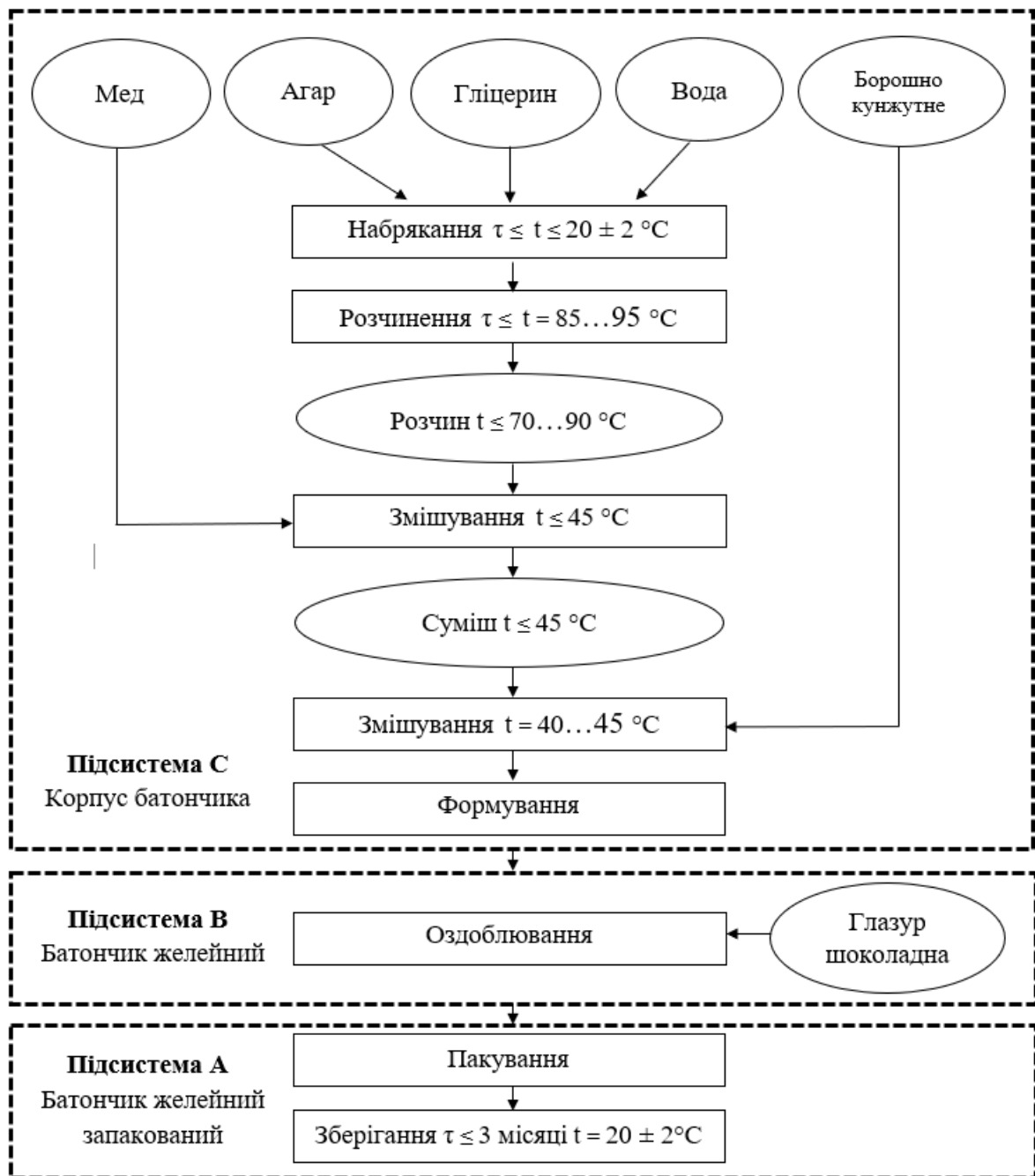


Рис. 3.3 - Модель «структура системи» батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного.

### 3.2. Вивчення міцності гідрогелів полісахаридної природи при додаванні гліцерину.

Кондитерська промисловість - одна з провідних галузей харчової промисловості. За обсягом виробництва вона стоїть на другому місці в світі, оскільки забезпечує випуск близько двох тисяч найменувань кондитерських виробів. В останні роки у споживачів істотно збільшився інтерес до харчових

продуктів, що містять корисні для здоров'я людини нутрієнти та які характеризуються високою харчовою та біологічною цінністю [112].

З урахуванням сучасних тенденцій нами запропоновано модель інноваційної технології батончиків шоколадних з використанням меду та порошку кунжутного для використання їх в кондитерській галузі та ресторанному господарстві. Оскільки споживач особливу увагу звертає на органолептичні властивості продукту, перед нами стала задача отримання виробу з відповідними органолептичними властивостями та необхідними структурно-механічними властивостями начинки.

У технології запропонованого виробу в якості начинки буде використовуватись сумісне поєднання меду та порошку кунжутного, а також розчин агару з додаванням гліцерину, для отримання належних структурно-механічних показників корпусу. Використання агару в технологічному процесі виробництва корпусу з гелеподібною структурою потребує наукового обґрунтування, оскільки за взаємодії з гліцерином агар, за певних умов, здатен регулювати та надавати продукції заданих структурно-механічних характеристик.

Гелеутворювачі, які додають у харчові продукти та які утворюють необхідні структурно-механічні властивості продукту є агар, фурцеларан, каппа-карагенан, желатин. Проаналізувавши їх дію ми полягаємо, що для корпусу нашого продукту доцільно використовувати систему агар-гліцерин-вода, яка дозволить розробити корпус з необхідними структурно-механічними властивостями. Таким чином встановлено, що першочерговим завданням є визначення структурно-механічних властивостей, зокрема міцності, системи «агар-гліцерин-вода», а також науково обґрунтувати вибір даної системи в порівнянні з іншими гелеподібними системами.

У ході огляду зарубіжних та вітчизняних літературних джерел встановлено, що питанням вивчення міцності гелів агару та інших полісахаридів, а також впливу на них інших допоміжних речовин приділено багато уваги.

Ученими [113] були проведені реологічні дослідження агарових гідрогелів

для створення оболонки м'ясних капсул. Об'єктами досліджень були зразки агарових гелів з різними допоміжними речовинами: гліцерином, сорбітом, лимонною кислотою, цитратом натрію, хлоридом натрію в різних концентраціях. В результаті обробки експериментальних даних було встановлено, що серед контролюючих факторів важливу ступінь впливу на в'язкість гелю мають добавки, які впливають на його міцність: вміст цитрату натрію (42,4 %,  $p < 0,03$ ) та лимонної кислоти (18,2 %,  $p < 0,02$ ). При цьому взаємодія цих же факторів також мала істотний вплив на в'язкість гелю. Внесення до складу гелю пластифікуючих добавок – гліцерину та сорбіту – не мало істотного впливу на в'язкість гелю ( $p < 0,03$ ).

Досліджено [114] реологічні властивості водних розчинів агару, желатину та їх суміші для желейних виробів. Експериментально було визначено величини напруги зсуву, ефективну динамічну в'язкість цих систем в діапазоні швидкості зсуву  $17-1021 \text{ с}^{-1}$  та інтервалі температур  $24-50 \text{ }^\circ\text{C}$ . При температурі  $42 \text{ }^\circ\text{C}$  спостерігається слабка залежність в'язкості від швидкості зсуву. При переході із системи «вода - агар» до системи «вода-агар-желатин» в'язкість зменшується, що свідчить про факт «розрідження» системи «вода -агар» при додаванні до неї желатину. Для системи «вода-желатин» відзначено зменшення в'язкості з підвищенням температури.

Група учених [115] дослідила вплив агару на реологічні характеристики паст закусочних. Експериментальними дослідженнями реологічних показників сирної паст було встановлено, що діапазон вмісту агару  $1,3 \pm 0,1 \%$  в рецептурі є раціональним для забезпечення пастоподібної структури. Збільшення вмісту агару спричиняє значному зниженню пластичності, підвищенню еластичності та зростанню пружності, що призводить до гумистої текстури продукту. Зменшення агару в рецептурі спричиняє суттєве зменшення модуля пружності та призводить до збільшення текучості структури продукту.

Дослідниками [116] було вивчено міцність структури змішаних гелів на основі агару з анфельції та грацилярії. Встановлено характерну залежність збільшення міцності гелів агару при додаванні желатину від 1 до 5 % у  $1,18 \dots 3,56$

разів – для агару з анфельції та 1,45...3,05 – для агару з грацилярії. Додаткове внесення 0,1 % хлористого кальцію дозволяє збільшити міцність зазначених зразків у 1,23...4,30 та 1,70...3,93 рази відповідно.

У роботі [117] досліджено реологічні властивості агарових гелів та вплив на них дисахаридів (сахароза) та моносахаридів (фруктоза). Встановлено, що сахароза та фруктоза дещо послаблюють структуру агарового гелю, проте його міцність залишається достатньо великою, що дозволяє використовувати їх при виробництві багатьох видів кондитерських виробів, що мають гелеподібну структуру.

У ході аналітичного огляду виявлено, що дослідження, які стосуються визначення структурно-механічних властивостей гелеподібних систем, у літературі мають розрізнений характер. Це обумовлює актуальність обраного напрямку.

Особливість технологічного аспекту використання полісахаридів (агару, желатину, фурцелларану, карагенану) у харчових продуктах, базується на їхній здатності надавати продуктам необхідних структурно-механічних властивостей.

У проведених нами дослідженнях були використані агар 1200 ТМ "Fujian Province" (Китай), фурцеларан ТМ Stagar (Естонія), желатин ТМ «Gelita» (Німеччина), капакарагенан, гліцерин ТМ BASF (Німеччина), для приготування розчинів використовували дистильовану воду.

Експериментально були досліджені модельні системи «агар 1,0 %-вода», «фурцеларан 1,5 %-вода», «желатин 4,0 %-вода» та «капакарагенан 1,5 %-вода» при додаванні в ці системи гліцерину від 10,0 % до 50,0 %.

Систему «агар 1,0 %- вода» з додаванням гліцерину готували наступним чином. Наважку сухого компоненту всипали у воду за температури  $20 \pm 2$  °С, перемішували, після чого вносили гліцерин в інтервалі 10,0...50,0 % з кроком в 10,0 % та залишали для набухання протягом 30-40×60 с. Далі на водяній бані нагрівали даний розчин при температурі 85-95 °С до повного розчинення агару. Після цього систему розливали у 3 бюкси та залишали при температурі  $20 \pm 2$  °С у межах 300×60 с до утворення гелю.



Системи «фурцеларан 1,5 %-вода», «желатин 4,0 %-вода» та «каппа-карагенан 1,5 %-вода» готували за принципом наведеним вище. Сухий компонент всипали у воду за температури  $20\pm 2$  °С, перемішували, вносили гліцерин та залишали для набухання протягом 30-40×60 с. Далі розчин нагрівали за температури від 50 °С до 95 °С до повного розчинення відповідного сухого компоненту. Після цього відповідний розчин розливали у бюкси та залишали при температурі  $20\pm 2$  °С у межах 300×60 с до утворення гелю.

Дослідження міцності гелів визначали на приладі Валента після структуроутворення розчинів протягом 300×60 с за температури  $20\pm 2$  °С.

На рис. 3.4 наведено залежність міцності структури гелю на основі агару від вмісту гліцерину.

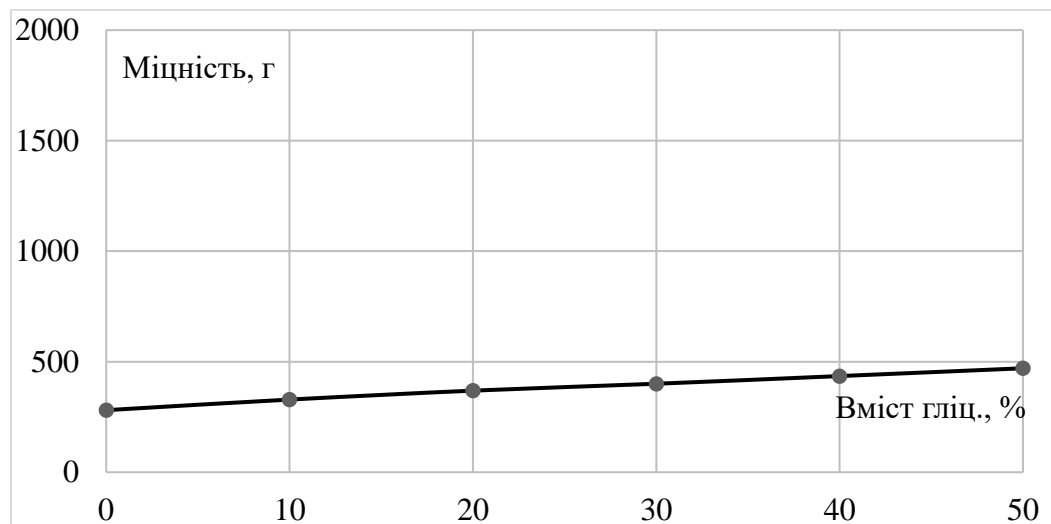


Рис. 3.4 - Залежність міцності структури гелю на основі агару від вмісту гліцерину

Як видно з рис. 3.4, при збільшенні вмісту гліцерину, міцність гелю на основі агару збільшується від  $280,7\pm 2,0$  до  $470,2\pm 2,0$  г. Досліджено, що міцність системи, яка містить 1,0 % агару, без внесення гліцерину, становить  $280,7\pm 2,0$  г. При додаванні до системи 10,0 % гліцерину, її міцність збільшується з  $280,7\pm 2,0$  до  $328,6\pm 2,0$  г. При збільшенні вмісту гліцерину до 20,0 %, міцність гелю збільшується з  $280,7\pm 2,0$  до  $369,0\pm 2,0$  г. Подальше внесення гліцерину в кількості 30,0, 40,0 та 50,0 % призводить до збільшення міцності гелю на  $400,2\pm 2,0$  г,  $435,0\pm 2,0$  г та  $470,2\pm 2,0$  г відповідно.

Таким чином можна стверджувати, що внесення гліцерину у систему, яка

містить 1,0 % агару, позитивно впливає на структуру готового гелю, адже значно збільшує його міцність.

На рис. 3.5 наведено залежність міцності структури гелю на основі фуруцеллану від вмісту гліцерину.

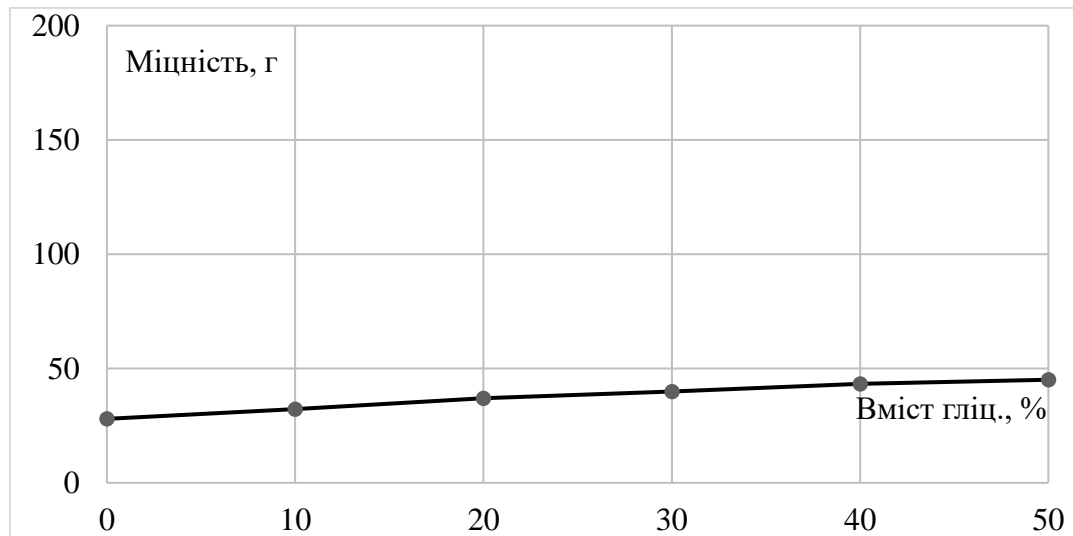


Рис. 3.5 - Залежність міцності структури гелю на основі фуруцеллану від вмісту гліцерину

На кривій рис. 3.5 показано збільшення міцності гелю на основі фуруцеллану від  $28,0 \pm 2,0$  до  $32,3 \pm 2,0$  г, при додаванні гліцерину в інтервалі 10,0...50,0 % з кроком в 10,0 %. Встановлено, що міцність системи, яка містить 1,5 % фуруцеллану, без внесення гліцерину, становить  $28,0 \pm 2,0$  г. При додаванні до системи 10,0 % гліцерину, міцність гелю збільшується з  $28,0 \pm 2,0$  до  $32,3 \pm 2,0$  г. При збільшенні вмісту гліцерину до 20,0 %, міцність гелю збільшується з  $28,0 \pm 2,0$  до  $37 \pm 2,0$  г. Подальше внесення гліцерину в кількості 30,0, 40,0 та 50,0 % призводить до збільшення міцності гелю на  $40,0 \pm 2,0$  г,  $43,3 \pm 2,0$  г та  $45,1 \pm 2,0$  г відповідно.

Таким чином можна стверджувати, що внесення гліцерину у систему, яка містить 1,5 % фуруцеллану призводить до збільшення міцності гелю, проте у порівнянні з системою на основі агару, вона характеризується досить низькою міцністю структури гелю.

На рис. 3.6 наведено залежність міцності структури гелю на основі фуруцеллану від вмісту гліцерину.

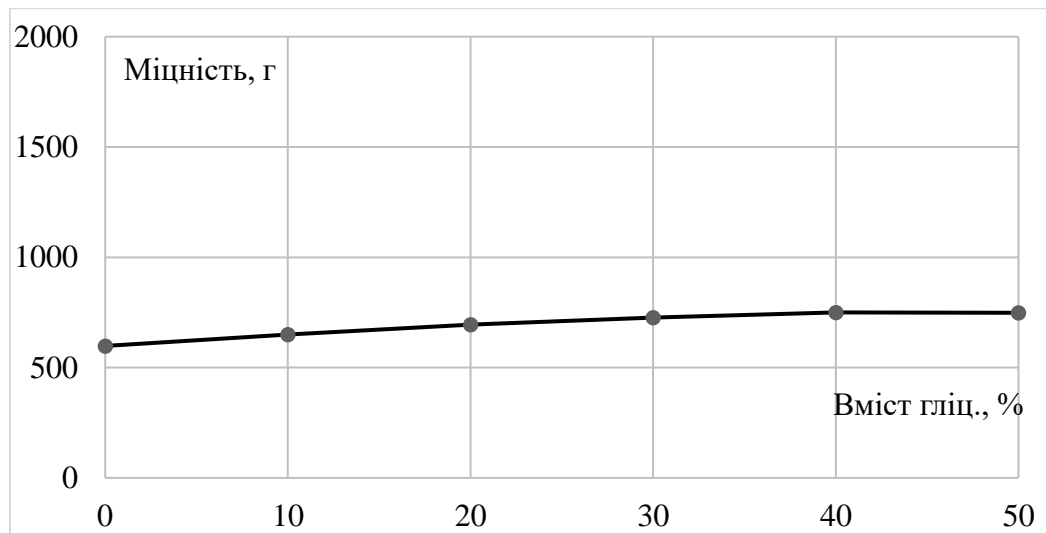


Рис. 3.6 - Залежність міцності структури гелю на основі капакарагенану від вмісту гліцерину

На рис. 3.6 видно, що при збільшенні вмісту гліцерину, міцність гелю на основі капакарагенану збільшується від  $598,2 \pm 2,0$  до  $748,6 \pm 2,0$  г. Досліджено, що міцність системи, яка містить 1,5 % капакарагенану, без внесення гліцерину, становить  $598,2 \pm 2,0$  г. При додаванні до системи 10,0 % гліцерину, міцність гелю збільшується з  $598,2 \pm 2,0$  до  $650,5 \pm 2,0$  г. При збільшенні вмісту гліцерину до 20,0 %, міцність гелю збільшується з  $598,2 \pm 2,0$  до  $695,4 \pm 2,0$  г. Подальше внесення гліцерину в кількості 30,0 та 40,0 % призводить до збільшення міцності гелю на  $727,0 \pm 2,0$  г та  $750,1 \pm 2,0$  г відповідно. Додавання 50,0 % гліцерину у систему призводить до зменшення міцності гелю до  $548,6 \pm 2,0$  г. Ймовірно, що при додаванні такої кількості гліцерину, деякі частинки сухого компоненту – капакарагенану не набухають, і в результаті під час нагрівання системи, повністю не розчиняються, тому міцність гелю зменшується.

Таким чином можна стверджувати, що при додаванні до 40,0 % гліцерину у систему, яка містить 1,5 % капакарагенану, міцність гелю збільшується та залишається високою. Збільшення кількості гліцерину до 50,0 % призводить до зниження міцності системи і є недоцільним.

На рис. 3.7 наведено залежність міцності структури гелю на основі желатину від вмісту гліцерину.

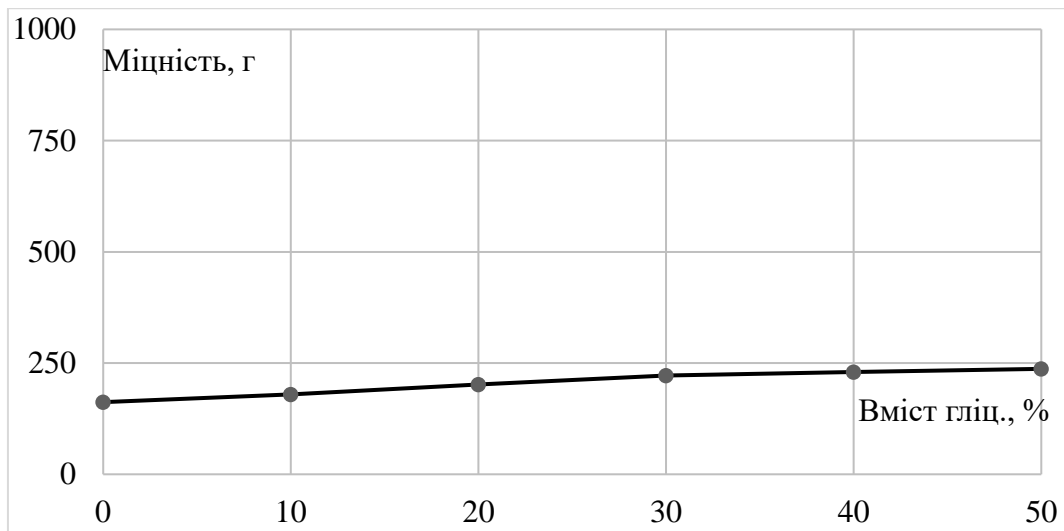


Рис. 3.7 - Залежність міцності структури гелю на основі желатину від вмісту гліцерину

Як видно з рис. 3.7, при збільшенні вмісту гліцерину, міцність гелю на основі желатину збільшується від  $162,2\pm 2,0$  до  $237,0\pm 2,0$  г. Досліджено, що міцність системи, яка містить 4,0 % желатину, без внесення гліцерину, становить  $162,2\pm 2,0$  г. При додаванні до системи 10,0 % гліцерину, її міцність збільшується з  $162,2\pm 2,0$  до  $179,4\pm 2,0$  г. При збільшенні вмісту гліцерину до 20,0 %, міцність гелю збільшується з  $162,2\pm 2,0$  до  $202,1\pm 2,0$  г. Подальше внесення гліцерину в кількості 30,0, 40,0 та 50,0 % призводить до збільшення міцності гелю на  $222,0\pm 2,0$  г,  $229,8\pm 2,0$  г та  $237,0\pm 2,0$  г відповідно.

Таким чином можна стверджувати, що внесення гліцерину у систему, яка містить 4,0 % желатину, позитивно впливає на структуру готового гелю, адже міцність його збільшується. Проте у порівнянні з системами на основі агару та капакарагенану, дана система характеризується нижчою міцністю структури гелю.

### 3.3. Дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків желейних

Важливою технічною властивістю для начинки батончика є в'язкість, оскільки вона виступає як структурно-механічний бар'єр при утворенні та руйнуванні гелевої структури, що визначає її стабільність. Вона обумовлена

внутрішніми силами зчеплення між молекулами і характеризує опір їх маси під впливом зовнішніх сил. Гелева маса на виробництві проходить процес змішування, перекачування, розливання, що призводить до її руйнування. Ступінь пошкодження залежить від багатьох факторів - кількості сухої речовини, складу та співвідношення рецептурних інгредієнтів, температури тощо [118].

В'язкість, структура, термозворотність і стабільність гідроколоїдних дисперсійних розчинів залежать від їх типу і концентрації, температури і тривалості застигання, рН середовища, а також наявності і концентрації добавок. Для досягнення бажаного рівня в'язкості більшість полісахаридів мають діапазон концентрації від 0,1 до 3%. При використанні дрібнодисперсних порошків утворення гелю відбувається протягом 20-40 хвилин (для більшості полісахаридів). Слід пам'ятати, що швидкість набухання частинок сильно залежить від інтенсивності перемішування та температури, при якій система піддається впливу.

Впровадження наукових принципів зміни властивостей агару та поєднання його з іншими харчовими продуктами, такими як гліцерин, створить клас нових харчових продуктів з якісно зміненими функціональними властивостями.

Дослідженням реологічних властивостей агарових розчинів займалися багато вітчизняних та зарубіжних учених.

У ході огляду зарубіжних та вітчизняних літературних джерел встановлено, що питанням впливу температури на в'язкість агарових розчинів, а також впливу на них інших допоміжних компонентів приділено багато уваги.

Ученими [119] були проведені дослідження реологічних властивостей – в'язкості агарових гелів і впливу на них дисахаридів (сахароза) і моносахаридів (фруктоза). Досліджено, що в'язкість структури агарового гелю 1 % концентрації ( $\eta_0$ ) становить  $38,113 \text{ Па} \times \text{с}$ . Така міцність структури 1 % агарового гелю пояснюється тим, що висока концентрація агару сприяє сильній стабілізації прошарку дисперсного середовища, що знаходиться між молекулами агару та їх агрегатами, і завдяки цьому здійснюється безпосередній контакт частинок дисперсної фази, це сприяє утворенню найбільш міцної та одночасно крихкої

структури агарового гелю 1 % концентрації.

У роботі [120] досліджуються фактори, що впливають на в'язкість агарових розчинів, до яких в основному відносять концентрацію та температуру. У ході дослідження встановлено, що концентрація агару, жорсткість води та температура розчину мають значний вплив на в'язкість розчину агару, тоді як рН розчину не має істотного впливу на в'язкість.

Метою авторів статті [121] дослідження реологічних властивостей розчинів агар-агару, приготованих з використанням води, підданої впливу електромагнітного поля з частотою від 30 до 170 МГц. Дослідження проводили при температурі: 25, 35 та 45 °С, концентрація змінювалася від 0,1 до 0,7 %, швидкість зсуву – в межах 100–1000 с<sup>-1</sup>. Досліджено, що у переважній більшості випадків зниження в'язкості розчинів спостерігається в результаті впливу температури та електромагнітного поля. Температурна залежність в'язкості для розчинів, які підлягають і не піддаються впливу електромагнітного поля, має різноспрямований характер і істотно залежить, як від концентрації розчину, так і від швидкості зсуву, при якій проводилися вимірювання.

Групою учених [122] було досліджено реологічні характеристики меду та вплив температури на в'язкість. Результати показали, що мед, використаний у цьому дослідженні, показав псевдопластичні властивості текучості. Вплив температури на в'язкість меду показав, що в'язкість меду зменшується з підвищенням температури.

Авторами статті [123] було визначено залежності величин напруги зсуву від швидкості зсуву та розраховано ефективну динамічну в'язкість систем вода-агар (ВА), вода-желатин (ВЖ) та вода-агар-желатин (ВАЖ) у діапазоні швидкостей зсуву 17-1021 с<sup>-1</sup> та інтервалі температур 298-323 К. Отримані залежності ефективною в'язкості для зазначених систем зменшуються з підвищенням температури та швидкості зсуву. При температурах вище 315 К спостерігається слабка залежність в'язкості від швидкості зсуву, що притаманно для ньютонівських рідин.

У роботі [124] досліджено реологічні властивості агарових гідрогелів.

Агарові гелі готували шляхом змішування водного розчину агар-агару з гліцерином, сорбітом, лимонною кислотою, цитратом натрію та хлоридом натрію в різних концентраціях. Найбільш істотний вплив на в'язкість агарових гелів мали цитрат натрію, лимонна кислота, а також їх суміш. Додавання лимонної кислоти до агар-гелевої композиції зменшувало в'язкість, а додавання цитрату натрію збільшувало її.

У дослідженнях були використані агар 1200 ТМ "Fujian Province" (Китай), гліцерин харчовий ТМ BASF (Germany), мед соняшниковий та кунжутне борошно ТМ «Корисне борошно» (Україна), для приготування розчинів використовували дистильовану воду.

Систему «агар-вода-гліцерин» готували наступним чином. Наважку сухого компоненту всипали у воду за температури  $20 \pm 2$  °С, перемішували, після чого вносили гліцерин та залишали для набухання протягом 30-40×60 с. Далі на водяній бані нагрівали даний розчин при температурі 85-95 °С до повного розчинення агару. Після того як агар повністю розчинився вносили до розчину мед (модельний розчин «агар-вода-гліцерин-мед»), кунжутне борошно (модельний розчин «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно») та ретельно перемішували. Дослідження впливу гелів визначали на ротаційному віскозиметрі.

Для встановлення раціональної концентрації основних рецептурних компонентів батончика шоколадного (агару, гліцерину, меду, кунжутного борошна) досліджували динамічну в'язкість розчинів (рис. 3.8...рис. 3.10).

На кривій рисунку 3.8 показано збільшення в'язкості розчину «агар-вода-гліцерин» від  $2,4 \pm 0,2$  Па×с до  $9,7 \pm 0,2$  Па×с з додаванням гліцерину від 0,1 ... 0,5 % з кроком 0,1 %. В'язкість розчину, що містить 1 % агару без додавання гліцерину, становила  $2,4 \pm 0,2$  Па×с. При додаванні до розчину 0,1 % гліцерину в'язкість зросла до  $3,9 \pm 0,2$  Па×с. При збільшенні вмісту гліцерину до 0,2 % в'язкість зросла до 5,2 Па×с. Подальше застосування 0,3, 0,4 і 0,5 % гліцерину призвело до збільшення в'язкості на  $6,5 \pm 0,2$ ;  $8,1 \pm 0,2$  і  $9,7 \pm 0,2$  Па×с відповідно.

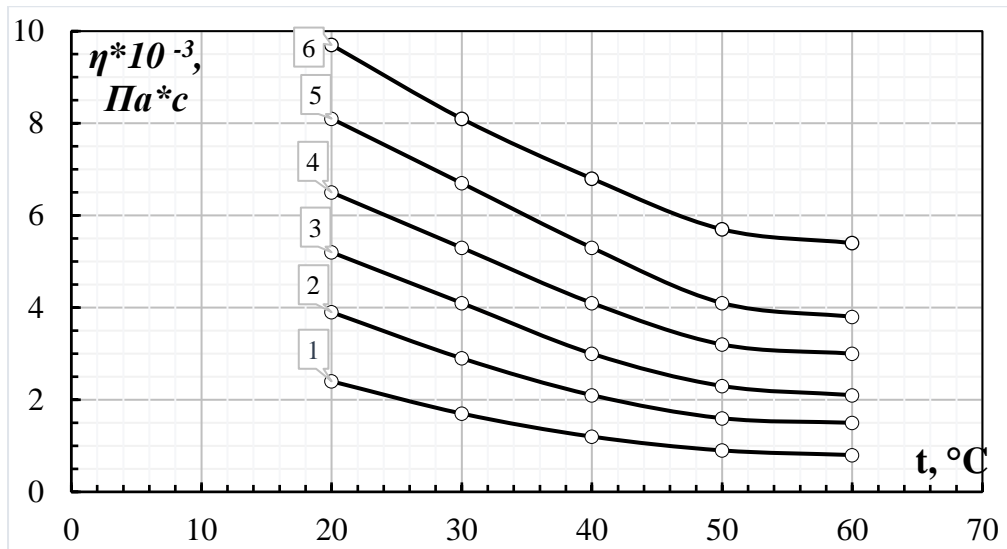


Рис. 3.8 - Вплив температури на динамічну в'язкість розчину «агар-вода» за концентрації агару 1 %; в композиції з гліцерином, % : 1–контроль; 2–0,1; 3–0,2; 4–0,3; 5–0,4; 6–0,5;

Визначено, що в'язкість системи «агар-вода-гліцерин» збільшується в 2,5 рази при додаванні концентрацій гліцерину вище  $0,3 \pm 0,02$  %, що може бути пов'язано з синергетичною взаємодією гліцерину з агаром, що сприяє утворення великої кількості міжмолекулярних водневих сполук. Збільшення концентрації гліцерину призводить до збільшення швидкості зшивання структури і занадто швидкого збільшення міцності, що ускладнює процес змішування.

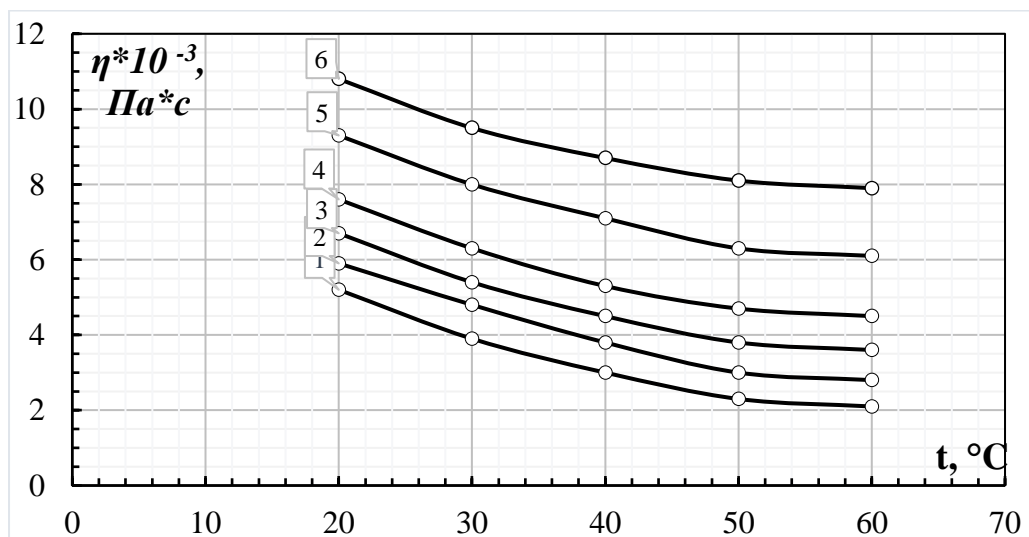


Рис. 3.9 - Вплив температури на динамічну в'язкість розчину «агар-вода-гліцерин» за концентрації агару 1,0 %; гліцерину 0,3 %; при додаванні меду, % : 1 – контроль; 2 – 15; 3 – 20; 4 – 25; 5 – 30; 6 – 35

Як видно з рисунку 3.9 зі збільшенням вмісту меду, в'язкість розчину зростає



з  $5,2 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$  до  $10,8 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$ . В'язкість розчину, що містить 1,0 % агару, 0,3 % гліцерину без додавання меду, становила  $5,2 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$ . При додаванні до розчину 15 %, 20 % і 25 % меду, його в'язкість зростає на  $5,9 \pm 2,0$ ;  $6,7 \pm 0,2$  і  $7,6 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$ . Подальше застосування 30 % і 35 % меду призводить до збільшення в'язкості на  $9,3 \pm 0,2$  і  $10,8 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$  відповідно.

Встановлено, що додавання меду в кількості менше  $20 \pm 2$  % або більше  $30 \pm 2$  % не утворює бажаної стабілізуючої структури начинки. Збільшення вмісту меду призводить до значного збільшення в'язкості та надто солодкого смаку.

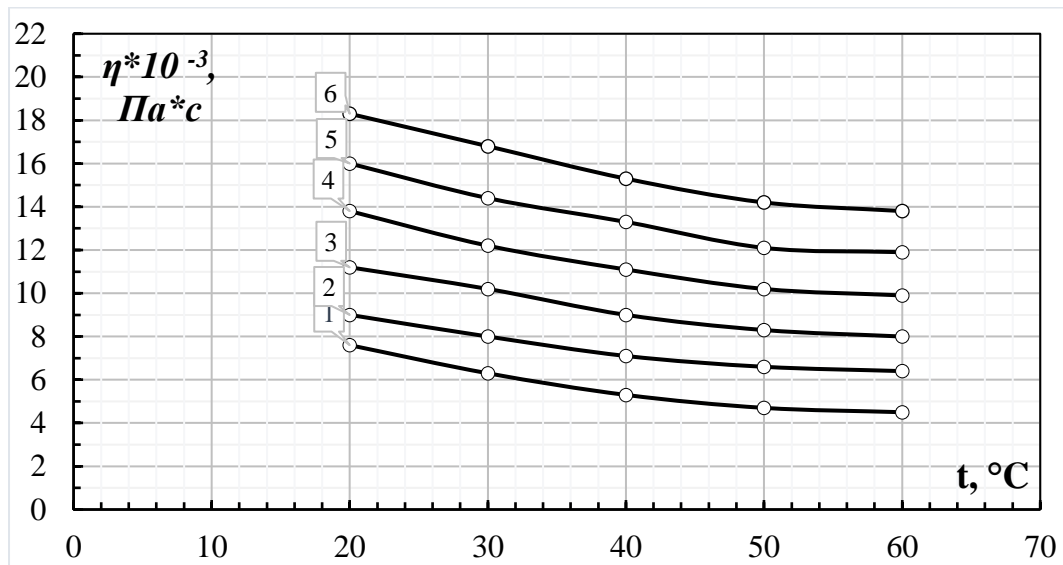


Рис. 3.10 - Вплив температури на динамічну в'язкість розчину «агар-вода-гліцерин-мед» за концентрації агару 1 %; гліцерину 2 %; меду 25 % при додаванні кунжутного борошна, % : 1 – контроль; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30; 5 – 40; 6 – 50.

На кривій рисунку 3.10 показано збільшення в'язкості розчину «агар-вода-гліцерин-мед» від  $7,6 \pm 0,2$  до  $18,3 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$ , при додаванні кунжутного борошна в інтервалі 10...50 % з кроком в 10 %. Встановлено, що в'язкість розчину, який містить 1 % агару, 2 % гліцерину та 25% меду без внесення кунжутного борошна, становить  $7,6 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$ . При додаванні до розчину 10, 20 та 30 % кунжутного борошна, його в'язкість збільшується на  $9,0 \pm 0,2$ ;  $11,2 \pm 0,2$  та  $13,8 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$ . Подальше внесення борошна в кількості 40 та 50 % призводить до збільшення в'язкості на  $16,0 \pm 0,2$  та  $18,3 \pm 0,2 \text{ Па} \times \text{с}$  відповідно.

Встановлено, що додавання кунжутного борошна в кількості менш ніж  $30 \pm 2$  % не призводить до утворення бажаної структури начинки. Збільшення вмісту

борошна більш ніж на  $30\pm 2\%$  призводить до появи гіркого смаку та значного збільшення в'язкості начинки.

Для підтвердження раціональної концентрації основних рецептурних компонентів батончика шоколадного, які беруть участь у процесах гелеутворення, проводили дослідження динамічної в'язкості (рис. 3.11) розчинів «агар-вода», «агар-вода-гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед» та «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно» за концентрації агару 1 %, гліцерину 0,3 %, меду 25 %, кунжутного борошна 30 %, в температурному діапазоні 20...60 °С.

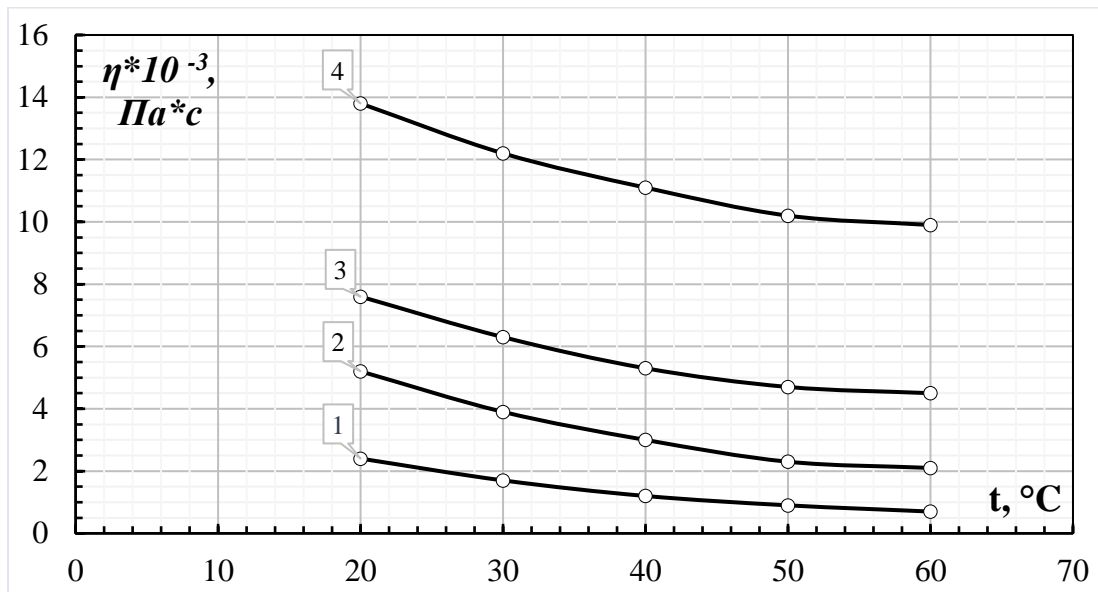


Рис. 3.11 - Вплив температури на динамічну в'язкість розчинів: 1 - «агар-вода», 2 - «агар-вода-гліцерин», 3 - «агар-вода-гліцерин-мед», 4 - «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно»

Встановлено, що підвищення температури в діапазоні 20...60 °С зменшує динамічну в'язкість розчину «агар-вода» на  $1,7\pm 0,2$  Па×с, додавання гліцерину збільшує динамічну в'язкість до  $5,2\pm 0,2$  Па×с за температури 30 °С. Додавання меду та кунжутного борошна призводить до збільшення в'язкості на  $7,6\pm 0,2$  Па×с та  $13,8\pm 0,2$  Па×с відповідно, за температури 30 °С.

При введенні агару менше 1 % начинка не набуває бажаних структурних властивостей. При додаванні понад 1,0 % агару, структура начинки стає надто пружною, що ускладнює подальше виробництво батончиків.

Додавання гліцерину у кількості понад 0,3 % призводить до значного

збільшення в'язкості начинки, швидкості структурного зшивання та надмірного збільшення міцності, що ускладнює процес змішування розчину для подальшого приготування начинки.

Зменшення вмісту меду та кунжутного борошна менше  $25 \pm 2$  % та  $30 \pm 2$  % відповідно, призводить до зменшення кількості сухих речовин. Збільшення кількості вище згаданих компонентів призводить до погіршення смакових властивостей готових виробів.

### **3.4 Накопичення оксиметилфурфуролу при термічному впливі на сировину.**

В процесі теплової обробки меду, відбуваються хімічні реакції розкладу цукрів, що призводять до утворення оксиметилфурфуролу. Швидкість утворення оксиметилфурфуролу залежить від типу цукру (глюкоза для альдогексозів, фруктоза для кетоглюкозів) та наявності кислого середовища з рН менше 4. Під впливом теплової обробки, за умов збільшення концентрації цукрів і кислот, утворюються умови для деградації цукрів, що супроводжується відщепленням трьох молекул води та утворенням специфічного сполуку - оксиметилфурфуролу. Оксиметилфурфурол є потужним інгібітором ферментів, що беруть участь у травленні. Наші дослідження спрямовані на вивчення накопичення оксиметилфурфуролу у соняшниковому меді, який планується використовувати для виробництва желейних батончиків.

Для вимірювання використовували високоефективний рідинний хроматограф Agilent 1200 з діодно-матричним детектором. Розділення здійснювали на колонці Zorbax RX-C8 розміром  $250 \times 4,6$  мм і зернистістю 5 мікрон. Рухому фазі складалася з суміші ацетонітрилу, води та оцтової кислоти (у співвідношенні 15:84:1 за відсотками), зі швидкістю подачі 1,0 мл/хв. Детектування проводили при довжині хвилі 285 нм і оптичній щілині шириною 8 нм. Результати досліджень наведено в табл. 3.1.

**Накопичення оксиметилфурфуролу в продукті (n=3, P≥0,95)**

Назва сировини	Температура нагрівання, °С	Вміст оксиметилфурфуролу, мг/кг	
		нормативні вимоги не більше	фактичне значення (n = 3)
Мед соняшниковий	45	25,0	16,4

Багато факторів впливають на рівень накопичення оксиметилфурфуролу, основними з яких є тривалість теплового впливу та склад продукту. Збільшення тривалості теплового впливу призводить до прискорення накопичення оксиметилфурфуролу в незмінному температурному полі. Варто відзначити, що при однакових параметрах (температура і тривалість) максимальний вміст оксиметилфурфуролу після 30-хвилинного теплового оброблення меду становив 16,4 мг/кг. Ці дані свідчать, що накопичення оксиметилфурфуролу не перевищує встановлені норми.

Оскільки редукувальні цукри є одним з основних факторів зниження харчової цінності білків через їхню високу активність у реакції меланоїдиноутворення під час теплової обробки, вивчався вплив температури на зміни редукувальних цукрів під час технологічних процесів, зокрема підігріву меду під час змішування з іншими компонентами желе-батончика. Ми використовували мед у поєднанні з системою "агар-гліцерин-вода-кунжутне борошно" для проведення досліджень. Вуглеводний склад був визначений за допомогою градієнтного хроматографа зі створенням градієнту складу рухомої фази за лінією низького тиску. На рисунку 3.12 представлені отримані хроматограми вуглеводного складу зразків меду в поєднанні з системою «агар-гліцерин-вода-кунжутне борошно» після термічної обробки.

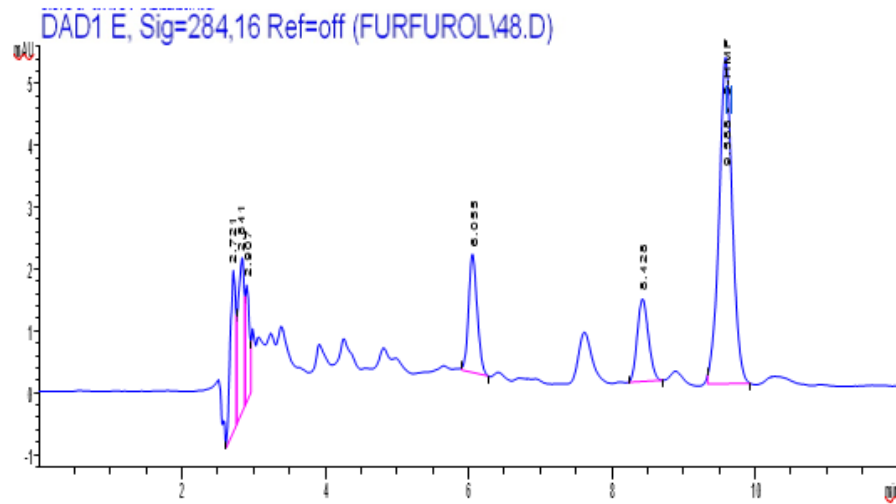


Рис. 3.12 - Хроматограма вуглеводів меду в поєднанні з системою «агар-гліцерин-вода-кунжутне борошно»

За отриманими результатами можна зробити висновок, що вуглеводний склад дослідженого зразка залишається стабільним після теплової обробки. В системі спостерігаються незначні зміни, найбільш помітні у масовій частці фруктози - зменшення на 1,4%, тоді як втрати глюкози не перевищують 0,4%.

Результати досліджень підтверджують доцільність удосконалення технології батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

### **3.5. Дослідження гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном методом диференціально-скануючої калориметрії для виробництва батончиків.**

Одним з основних методів фізико-хімічного дослідження агарових розчинів є диференціальна скануюча калориметрія (ДСК). Цей метод дозволяє визначити температури та ентальпії конформаційних переходів у розчинах та дисперсіях біополімерів та якісно охарактеризувати гелеутворювальну здатність полісахаридів. Відомо, що агар-агар слабо розчиняється в холодній воді і набухає в ній. При нагріванні у воді до 90-100 С агар-агар утворює колоїдний розчин, який при охолодженні дає міцний гель. Концентрація, з якої агар-агар формує гелі, становить 0,5% (відповідає початку формування міжмолекулярних зв'язків у розчині біополімеру). Процес гелеутворення у агару-агару відбувається за

рахунок утворення та агрегації подвійних спіралей і не залежить від вмісту катіонів або низькомолекулярних цукрів у розчині.

У дослідженнях були використані агар 1200 ТМ "Fujian Province" (Китай), гліцерин харчовий ТМ BASF (Germany), мед соняшниковий та кунжутне борошно ТМ «Корисне борошно» (Україна), для приготування розчинів використовували дистильовану воду.

Систему «агар-вода-гліцерин» готували наступним чином. Попередньо зважений агар засипали у воду за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , перемішували, вносили гліцерин і залишали для набухання при  $30-40 \times 60$  с. Далі нагрівали розчин на водяній бані при температурі  $85-95^\circ\text{C}$  до повного розчинення агару. Після цього у розчин вносили мед (модельний зразок «агар-вода-гліцерин-мед») і кунжутний порошок (модельний зразок «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок») та ретельно перемішували.

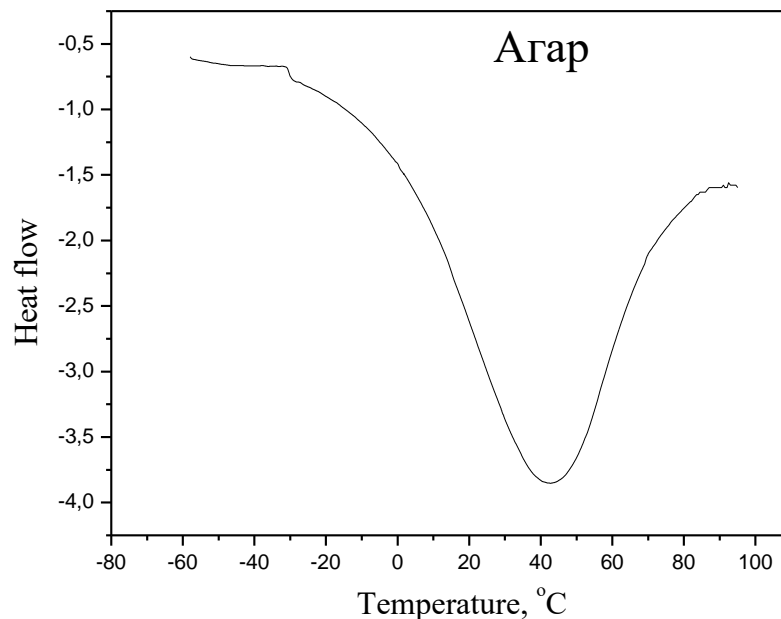


Рис. 3.13 - Залежність теплового потоку від температури для чистого агару.

На рис. 3.13 приведена ДСК крива для чистого агару. Із рисунку видно, що на кривій спостерігається розширений ендотермічний пік, що вказує на деякий температурний перехід у даному матеріалі. Температура максимуму цього переходу становить  $42,7^\circ\text{C}$ . Сам пік спостерігається у температурному діапазоні від  $-23,8^\circ\text{C}$  до  $81,7^\circ\text{C}$ . Ентальпія такого переходу становить  $336,4$  Дж/г.

Отримані результати добре корелюють із літературними даними щодо чистого агару. У деяких роботах показано, що для агарової плівки спостерігається ендотермічний пік при температурі близько 90 °С, проте інші автори стверджували, що для агару характерний ендотермічний пік при 110 °С, який спостерігається при вищих температурах ніж зазвичай для агару [125].

Також дослідники [126] встановили наявність ендотермічні піки у трьох видах агарового гелю, які спостерігалися при різних температурах у діапазоні від 75 °С до 90 °С. Варто відзначити, що температура переходу у агарі значно залежить від його природи та методу виготовлення. На думку деяких авторів, цей ендотермічний пік пов'язаний з температурою плавлення.

Однак її часто називають температурою дегідратації, що пояснюється випаровуванням води, зв'язаної з гідрофільними групами полімерів [127] і відображає силу взаємодії вода-полімер. Це говорить про те, що деяка кількість зв'язаної води все ще не була видалена із зразків при висушуванні в ексикаторі.

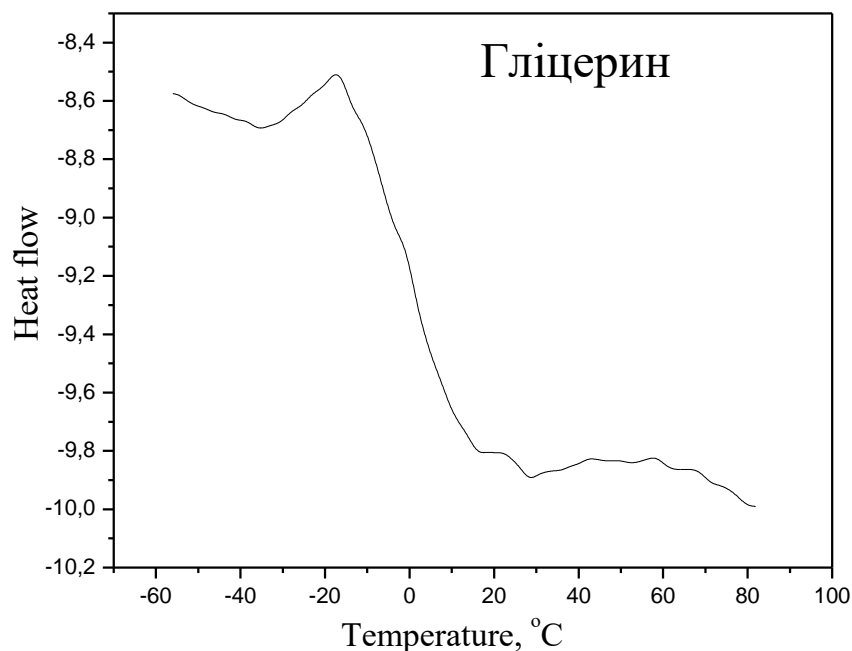


Рис. 3.14 - Залежність теплового потоку від температури для чистого гліцерину.

На рис. 3.14 приведена залежність теплового потоку від температури для чистого гліцерину. З графіка видно, що нагрівання гліцерину в області

температур від  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  супроводжується температурним переходом. Цей перехід пов'язаний із розклуванням гліцерину, який при переохолодженні переходить у квазісклоподібний стан. Зазвичай температура склування для гліцеринових систем є нижчою, проте вона значно залежить від типу гліцерину та умов його виготовлення.

У випадку гліцерину, який використовували у роботі, температура склування становила  $-7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При цьому енергетичний стрибок при розклуванні матеріалу становив  $0,07\text{ мВт/мг}$ . Особливістю переходу склування для даного гліцерину є наявність додаткового максимуму, який передує процесу розклування. Цей максимум характеризує надлишкову ентальпію при склуванні, виникнення якої зв'язують із неспроможністю молекул утворити упорядковану структуру. Величина надлишкової ентальпії при склуванні становить  $1,8\text{ Дж/г}$ .

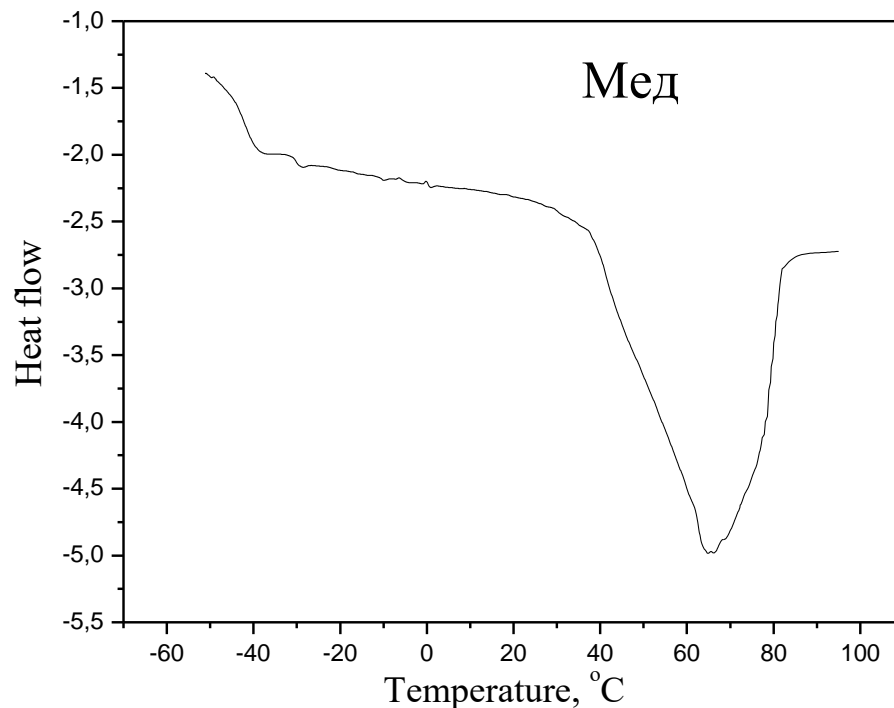


Рис. 3.15 - Залежність теплового потоку від температури для чистого меду.

На рис. 3.15 приведена ДСК крива для чистого меду, який використовували у роботі. З рисунку видно, що для досліджуваного зразка у інтервалі температур від  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  спостерігається декілька температурних переходів:



сходиноподібна зміна теплового потоку та два ендотермічних максимуми. Зміна теплового потоку в інтервалі температур від  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  пов'язана із переходом склування. При цьому температура склування становить  $-41,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що добре корелює із даними роботи [128], які отримали значення температури склування для меду рівну  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При цьому для досліджуваного меду енергетичний стрибок при розсклуванні матеріалу становив  $0,06\text{ мВт/мг}$ . Окрім цього на кривій ДСК спостерігається малоінтенсивний ендотермічний пік, максимум якого становить  $-28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ентальпія  $0,18\text{ Дж/г}$ . Наявність температури склування та малоінтенсивного ендотермічного піку в області температур  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  є типовим для перенасичених розчинів цукру, які не здатні утворювати лід.

У інтервалі температур від  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  спостерігається інтенсивний ендотермічний максимум. Цей пік відповідає за плавлення кристалічної фази меду. Температура плавлення при цьому рівна  $64,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ентальпія  $-29\text{ Дж/г}$ . Такі значення температури плавлення та склування є характерними для меду, зібраного на різнотрав'ї.

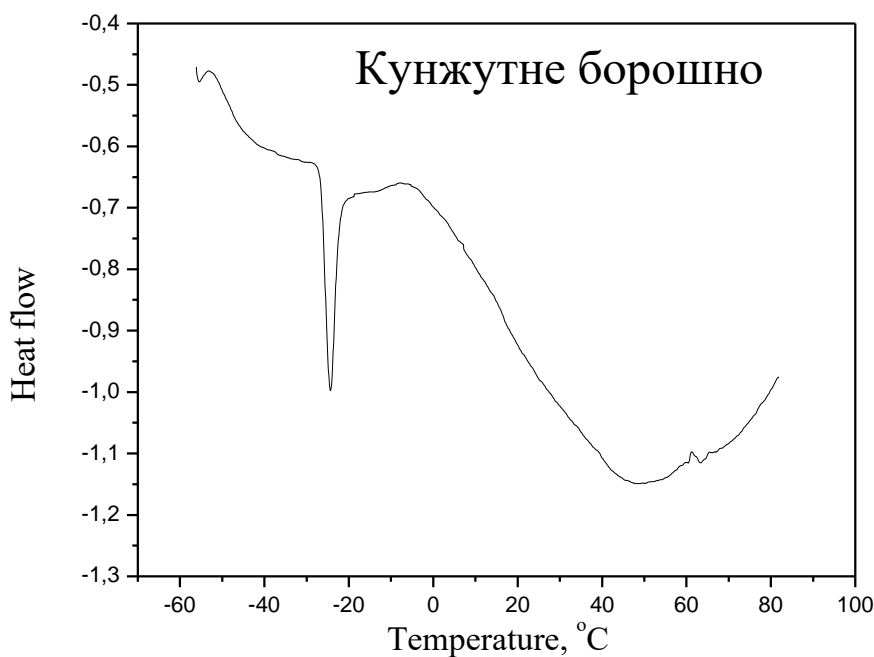


Рис. 3.16 - Залежність теплового потоку від температури для чистого кунжутного борошна.

На рис. 3.16 показано ДСК криву для досліджуваного кунжутного борошна. З рисунку видно, що у досліджуваному інтервалі температур для кунжутного борошна спостерігається один ендотермічний пік. Цей пік відповідає за плавлення однієї із фаз кунжутного борошна. Відомо, що борошно із маслянистих культур складається із сухої та масляної компоненти. У даному випадку суха компонента кунжутного борошна ніяк не проявляється на кривій ДСК у досліджуваному інтервалі температур. Проте масляна компонента при зниженні температури кристалізується. Отже, цей ендотермічний пік в інтервалі температур від  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  відповідає за плавлення кунжутної олії. Температура цього фазового переходу становить  $-24,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що добре корелює зі значеннями температур плавлення чистої кунжутної олії, яка рівна  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$  [130].

Тепер розглянемо вплив компонентів системи на їх теплофізичні характеристики.

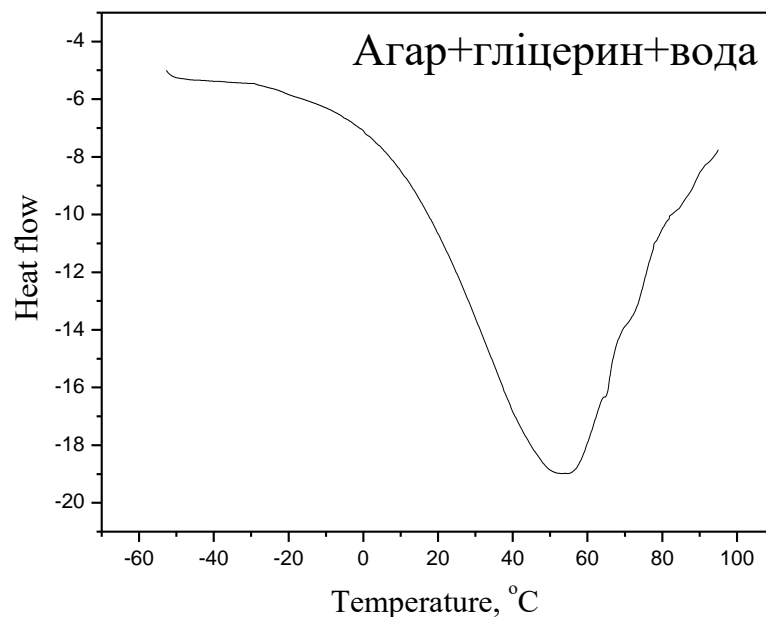


Рис. 3.17 - Залежність теплового потоку від температури для багатокомпонентної системи агар-гліцерин-вода.

На рис. 3.17 приведена крива ДСК для багатокомпонентної системи агар-гліцерин-вода. На кривій ДСК спостерігається один широкий інтенсивний ендотермічний максимум, що є свідченням фазового переходу. Температура цього переходу становить  $54,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ентальпія –  $375\text{ Дж/г}$ . Вища температура, у

порівнянні із чистим агаром пояснюється впливом великої кількості води на дану систему. Вміст води становив 46 %, тоді як вміст агару всього 2 %.

Набухання та гелеутворення агару утворюється тривимірна полімерна сітка, у комірках якої молекули води зв'язуються. Наслідком цього є зростання температури дегідратації, яка зростає на 12 °С у порівнянні із чистим агаром. На значний вплив води вказує і зростання ентальпії процесу дегідратації.

Варто відмітити, що в області 70 °С на максимумі спостерігається певне «плече», що є проявом додаткового максимуму. Можна припустити, що це є проявом впливу гліцерину, який частково пластифікує систему.

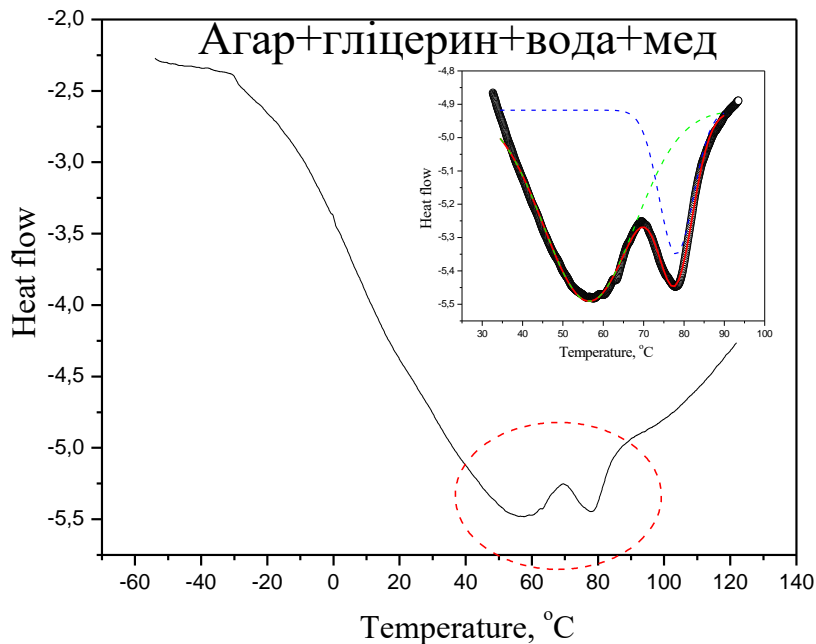


Рис. 3.18 - Залежність теплового потоку від температури для багатокомпонентної системи агар-гліцерин-вода-мед.

Зі збільшенням кількості компонент у системі, загальний вид кривої ДСК, а отже і теплофізичні властивості значно змінюються. На рис. 3.18 приведена крива ДСК для багатокомпонентної системи агар-гліцерин-вода-мед. На кривій спостерігається широкий бімодальний максимум. Використовуючи методи математичної обробки даних вдалося розділити бімодальний максимум на дві складові, як показано на вкладці рис. 6. Бімодальний максимум вказує на два фазових переходи, а отже у системі існує дві кристалічні фази.

Так дійсно, перший максимум, який спостерігається при температурі 57,5 °С і відповідає фазі агар-вода, пластифікованих гліцерином (рис. 5). При чому температури цього переходу для системи та фази агар-вода-гліцерин майже рівні. Ентальпія переходу першої фази становить 13,9 Дж/г, що є значно меншим від значення ентальпії для системи агар-вода-гліцерин.

Таке зменшення є наслідком зменшення кількості цієї фази у багатокомпонентній системі та перерозподілу енергії між фазами. При цьому вміст цієї фази складає 68 %. Другий максимум вказує на плавлення фази меду. При цьому температура плавлення цієї фази меду становить 77,8 °С. При цьому спостерігається збільшення температури плавлення медової фази у порівнянні з чистим медом на 13 °С. Це є свідченням часткового зв'язування кристалів меду з комірками тривимірної полімерної сітки агару.

Ентальпія другого максимуму становить 5,3 Дж/г, що менше від ентальпії чистого меду. Це зменшення є пропорційним до зниження кількості меду у системі.

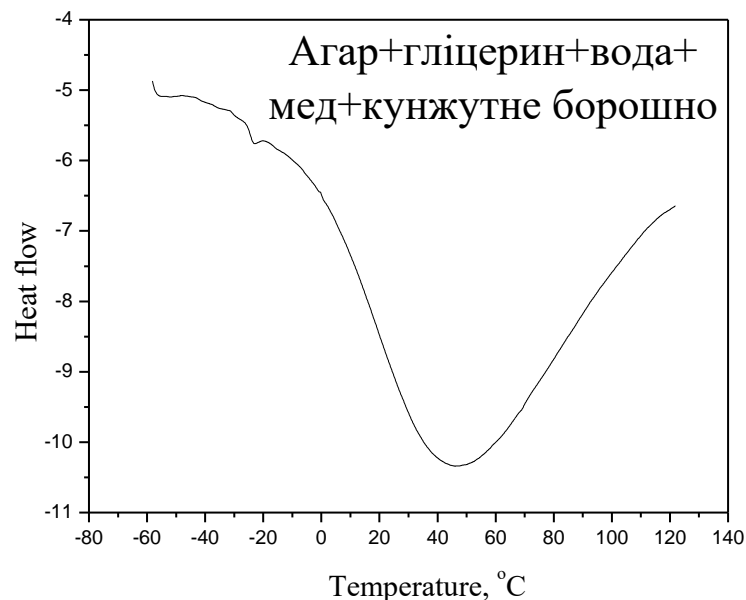


Рис. 3.19 - Залежність теплового потоку від температури для багатокомпонентної системи агар-гліцерин-вода-мед-кунжутне борошно.

При додаванні наступного компоненту теплофізичні характеристики системи також змінюються. На рис. 3.19 приведені ДСК крива для

багатокомпонентної системи агар-гліцерин-вода-мед-кунжутне борошно. З рисунку видно, що на ДСК кривій спостерігається два ендотермічних піка. Один пік малоінтенсивний в межах  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  та більш широкий в діапазоні температур від  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

З графіка видно, що введення кунжутного борошна в кількості 22 % зв'язує різні фази багатокомпонентної системи, тому максимум є унімодальним. Однак фаза кунжутної олії все ж проявляється у вигляді ендотермічного максимуму. Температура цього переходу становить  $-22,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що майже дорівнює температурі плавлення чистої кунжутної олії.

Великий ендотермічний пік має мінімум при температурі  $46\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ентальпія  $251\text{ Дж/г}$ . Така температура є дуже близькою до температури дегідратації у чистому агарі. Це свідчить, що компоненти у такій складній багатокомпонентній системі подавляють кристалічність один одного, тому інші ендотермічні максимуми не спостерігаються.

### **3.6. Термогравіметричний аналіз гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном для виробництва желейних батончиків.**

Агарові гелі широко використовуються у виробництві різних кондитерських виробів, зокрема батончиків. При виробництві батончиків з гелеподібною структурою агар слід розглядати не як харчову добавку, а як основний інгредієнт, що визначає структуру готового продукту. Гелі являють собою складні багатокомпонентні системи, що містять високомолекулярні речовини і низькомолекулярну рідину (воду). Щоб скласти рецептури для приготування розчинів з оптимальними властивостями, необхідно вивчити реологічні властивості водних розчинів окремих компонентів.

Важливим фактором стабільності та якості гелів під час виробництва, зберігання та використання у складі кондитерських і кулінарних виробів є їх термостійкість, яка залежить від інгредієнтного складу та вмісту сухих речовин [131]. На сьогоднішній день термічний аналіз, особливо дериватографія, є одним з найпоширеніших фізико-хімічних методів дослідження. Він дозволяє вивчати

поведінку різних речовин як індивідуально так і в композиції при запрограмованих умовах нагрівання. На практиці різні процеси, що відбуваються під час нагрівання зразка, кількісно оцінюють за екзотермічними кривими та кривими втрати маси.

З метою вивчення термічного розкладу, окислення, сумісності активних та допоміжних речовин доцільно застосовувати термогравіметричний аналіз, який дозволяє отримувати дериваторами як індивідуальних речовин так і їх композицій. Дослідження складалося з двох етапів. На першому вивчали дослідні зразки – окремі інгредієнти запропонованих желеєних батончиків: агар 1200 ТМ "Fujian Province" (Китай), гліцерин харчовий ТМ BASF (Germany), мед соняшниковий та кунжутне борошно ТМ «Корисне борошно» (Україна).

На другому етапі готували зразки агарових гідрогелів, що слугують в якості корпусу для запропонованих батончиків, із необхідною кількістю допоміжних інгредієнтів: «агар 1 %-вода-гліцерин 0,2 %», «агар 1 %-вода-гліцерин 0,2 %-мед 25 %», «агар 1 %-вода-гліцерин 0,2 %-мед 25 %-кунжутне борошно 20 %».

Отримані данні дериватограф графічно фіксував у вигляді кривих Т, ДТА, TG, DTG які представлені на рис. 3.20...3.26. Крива Т, °С на дериватограмі показує зміну температури, а крива TG, m – зміну маси зразка в період дослідження. Крива ДТА відображає диференціювання теплових ефектів, містить інформацію про ендотермічні та екзотермічні максимуми. Крива ДТГ реєструє зміну маси речовини в залежності від часу або температури.

Аналіз дериватограми агару (рис. 3.20) показав, що даний зразок є відносно термічно стабільною сполукою в діапазоні температур від 17 до 45 °С. На сімнадцятій хвилині експерименту при температурі 46,2 °С спостерігається зміна маси зразку, яка від початку експерименту змінилася на 0,33 % (0,33 мг). На двадцять дев'ятій хвилині експерименту при температурі 70,66 °С маса сполуки змінилася на 3,95 % (3,99 мг), а на сорок першій хвилині експерименту при температурі 120,78 °С зміна маси агару уже складала 13,68 % (13,54 мг).

Наприкінці експерименту при температурі 207 °С втрата маси зразку від початку дослідження склала 16,91 % (16,75 мг.).

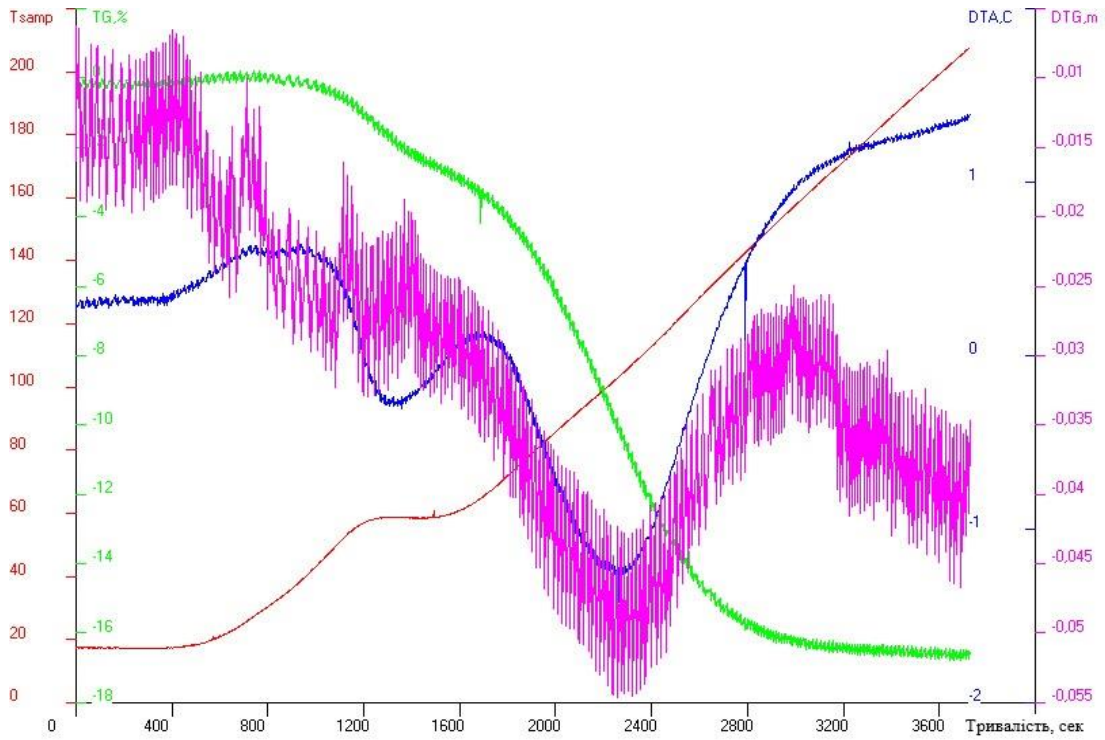


Рис. 3.20 - Дериватограма чистого агару

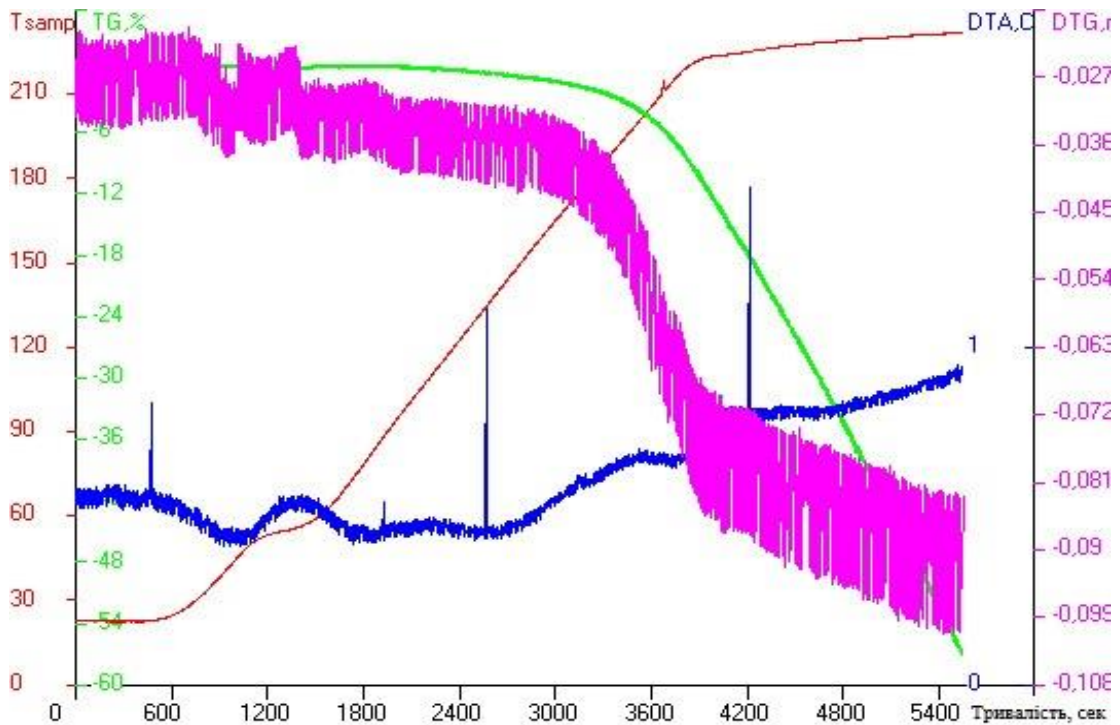


Рис. 3.21 - Дериватограма гліцерину

Як видно з наведених даних (рис. 3.21) діюча речовина – гліцерин є термічно стійкою сполукою в діапазоні температур від 20 до 150 °С. На сорок шостій хвилині експерименту при температурі 150,88 °С маса дослідного зразку зменшилась на 0,44% (0,56 мг), а вже на шістдесятій хвилині досліді при

температурі 205,36 °С спостерігали незначний ендотермічний ефект, при цьому маса гліцерину зменшилась на 4,70 % (5,87 мг). Потім поступово маса зменшувалась до 45,45 % (56,82 мг) при температурі 230,65 °С.

Встановлено (рис. 3.22), що до 45 °С досліджуваний зразок меду є стабільним. На шістнадцятій хвилині експерименту при температурі 45,12 °С спостерігається зміна маси зразку, яка від початку експерименту змінилася на 0,17 % (0,21 мг).

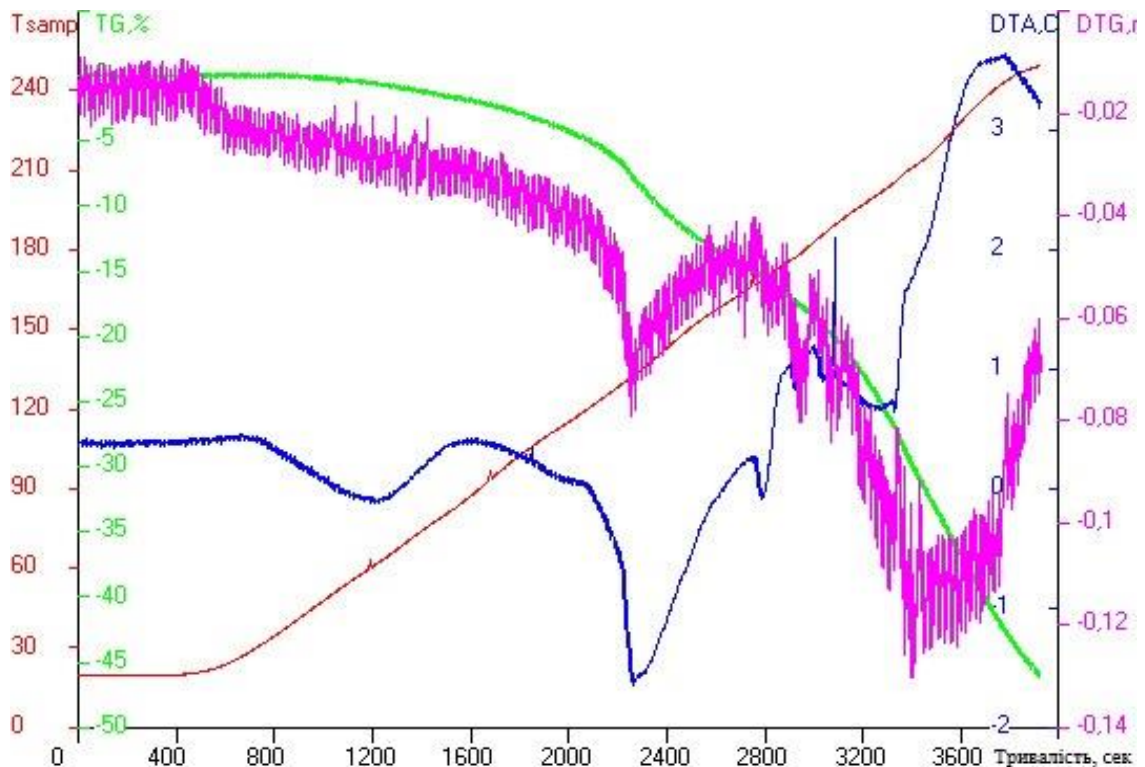


Рис. 3.22 - Дериватограма меду соняшникового

На тридцять четвертій хвилині експерименту при температурі 120,05 °С маса зразка змінилася на 4,76 % (5,81 мг), а на сорок сьомій хвилині експерименту при температурі 172,78 °С зміна маси меду уже складала 16,41 % (20,02 мг). Наприкінці експерименту при температурі 249,41 °С втрата маси зразку від початку дослідів склала 46,06 % (56,20 мг.)



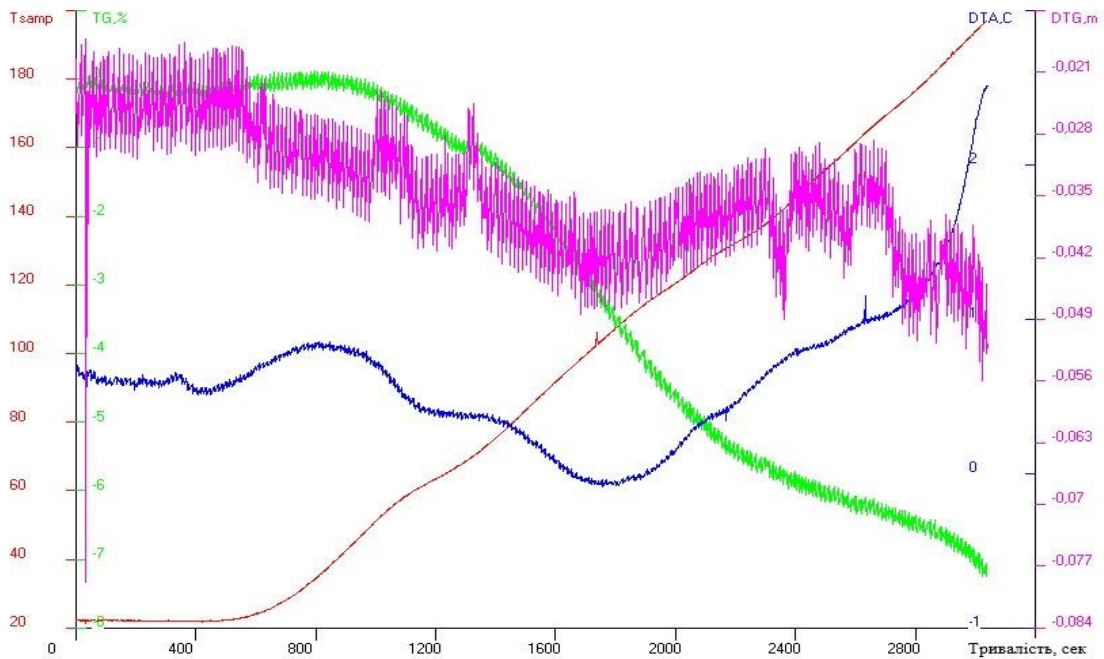


Рис. 3.23 - Дериватограма кунжутного борошна

Як видно з наведених даних (рис. 3.23) кунжутне борошно є термічно стійким в діапазоні температур від 20 до 50 °С. На шістнадцятій хвилині експерименту при температурі 50,37 °С маса дослідного зразку зменшилась на 0,15% (0,18 мг), Втрата маси зразка при температурі 110,06 °С склала 3,73 % (4,58 мг), а вже на тридцять шостій хвилині досліду при температурі 130,42 °С спостерігали зміну маси на 5,24 % (6,45 мг). Потім поступово маса зменшувалась до 7,25 % (8,92 мг) при температурі 197 °С.

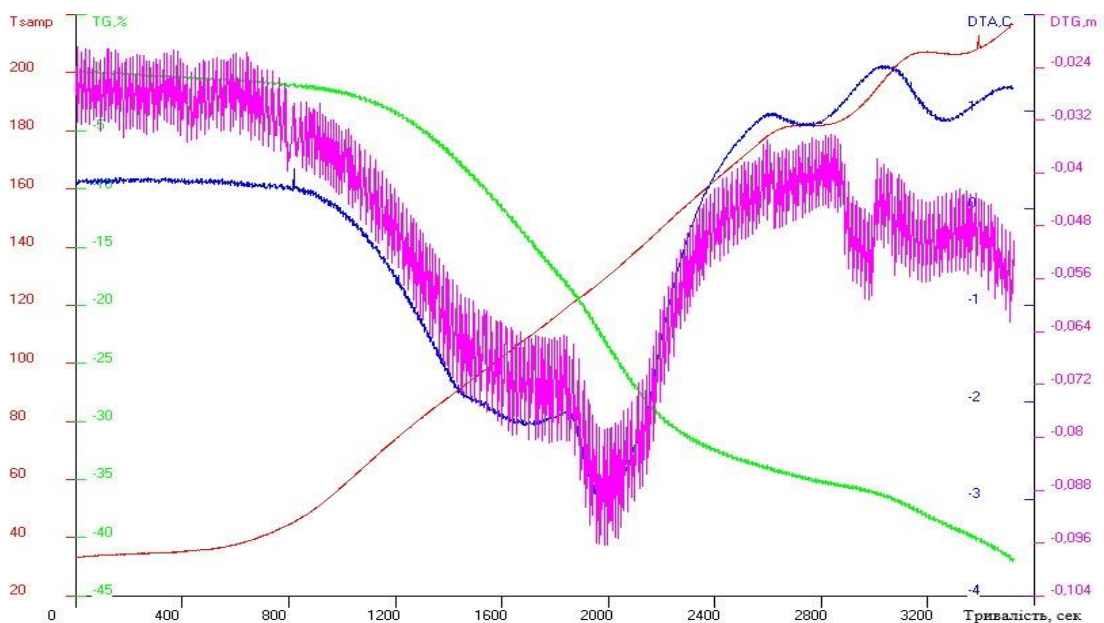


Рис. 3.24 - Дериватограма гідрогелю «агар-вода-гліцерин»

Встановлено (рис. 3.24), що до 35 °С зразки агарового гідрогелю у поєднанні з гліцерином стабільні, а зміна маси досліджуваного зразка починаються за температури 35,60 °С. В інтервалі температур 40–145 °С втрата маси зразка супроводжуються вираженим ендотермічним ефектом – випарюванням та склала 28,94 % (30,39 мг) від початку досліджу. На сорок дев'ятій хвилині експерименту при температурі 190,43 °С маса зразку зменшилась на 35,99% (37,79 мг) В кінці експерименту маса дослідного зразку змінилась на 42 % (44,10 мг).

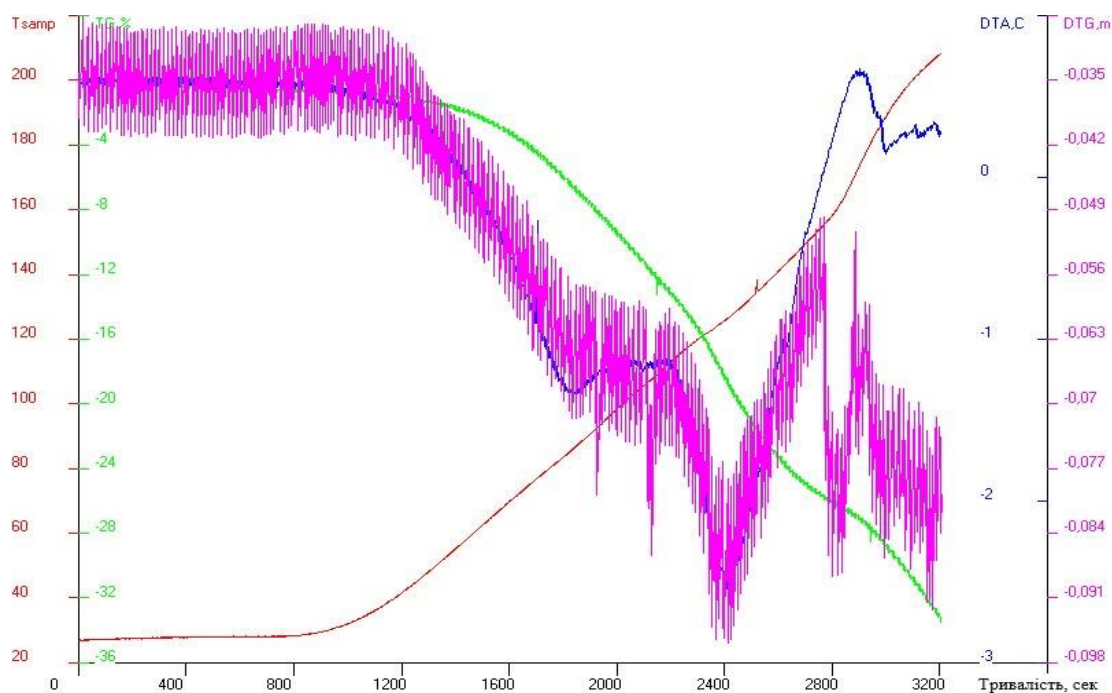


Рис. 3.25 - Дериватограма гідрогелю «агар-вода-гліцерин-мед»

Аналіз дериватограми модельного зразка «агар-вода-гліцерин-мед» (рис. 3.25) показав, що даний зразок є стабільним в діапазоні температур від 20 до 30 °С. На п'ятнадцятій хвилині експерименту при температурі 30,23 °С спостерігається зміна маси зразку, яка від початку експерименту змінилась на 0,82 % (0,90 мг). За подальшого нагрівання відбуваються значні втрати води внаслідок її інтенсивного випаровування - 13,82 % (15,26 мг), а при температурі 150 °С зміна маси агару уже склала 24,89 % (27,38 мг). Це, ймовірно, пов'язано з випаровуванням водної фази. Наприкінці експерименту при температурі 208 °С втрата маси зразку від початку досліджу склала 33,40 % (36,74 мг.).

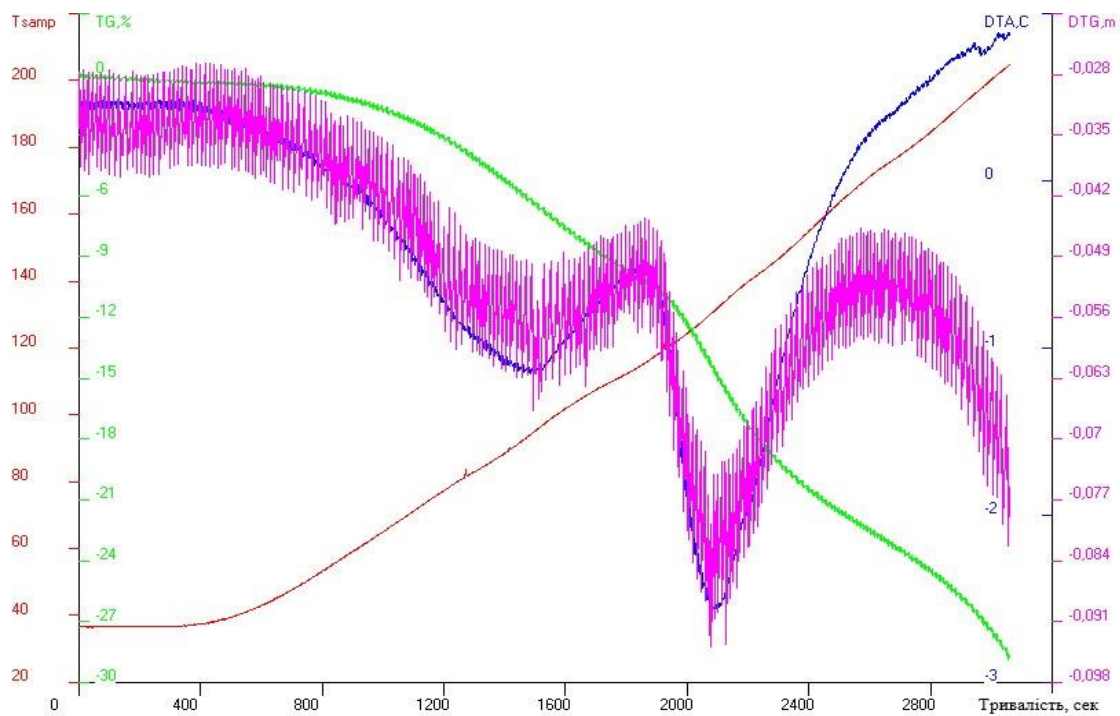


Рис. 3.26 - Дериватограма гідрогелю «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно»

З рис. 3.26 видно, що модельний зразок «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно» має подібний профіль динаміки зміни маси у порівнянні з попереднім зразком, проте втрата маси все ж таки була дещо нижчою. В інтервалі температур 30–120 °С втрата маси досліджуваного зразка склала 11,08 % (13,29 мг). Далі маса поступово зменшувалась та в кінці експерименту змінилася на 28,82 % (34,59 мг) при температурі 204 °С, що пов'язано з випаровуванням водної фази.

У таблиці 3.2 представлені теплофізичні характеристики трьох різних модельних систем на основі агару з додаванням різних інгредієнтів, які додаються до складу гелю.

Таблиця 3.2

### Теплофізичні характеристики агарових гелів

Модельні системи	Характеристики	
	Температура нагрівання, °С	Зміна маси, %
"Агар-вода-гліцерин"	35	-
	145	28,94
	190	35,99
	217	42,00

"Агар-вода-гліцерин-мед"	30	-
	115	13,82
	150	24,89
	208	33,40
"Агар-вода-гліцерин-мед- кунжутне борошно"	30	-
	120	11,08
	160	21,24
	204	28,82

З таблиці видно, що серед усіх досліджених зразків найбільшу термічну стійкість має модельний зразок «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно», оскільки він зберігає свою масу майже без змін навіть після нагрівання до 204 °С. До того ж, цей зразок має найнижчу зміну маси при всіх температурах порівняно з іншими модельними системами. Тому, можна зробити висновок, що цей зразок є найбільш термостійким серед усіх досліджених зразків.

Результати отриманих досліджень агарових гелів, можуть бути корисними для виробництва желейних батончиків з високою термостійкістю. Завдяки високій термостійкості, желейні батончики можуть зберігатися при високих температурах і не втрачати свої властивості, такі як форма, текстура та смак.

### **3.7. Дослідження інфрачервоних спектрів компонентів батончика желейного з використанням меду та порошку кунжутного.**

У запропонованій технології желейних батончиків, для покращення органолептичних властивостей та підвищення харчової та біологічної цінності готового продукту, пропонується сумісне поєднання кунжутного борошна та меду.

У якості структуроутворювача для закріплення структури корпусу желейного батончика нами був обраний агар, оскільки встановлено, що гелі на основі агару володіють високими реологічними властивостями. Також на відміну від інших структуроутворювачів, таких як желатин, агар не додає калорійності та небажаного присмаку готовому продукту.

Однак використання агару в технологічному процесі виробництва батончиків з гелеподібною структурою потребує наукового обґрунтування, оскільки за взаємодії з гліцерином, медом та кунжутним борошном агар, за певних умов, здатен регулювати та надавати продукції заданих структурно-механічних та фізико-хімічних характеристик.

Тому для визначення закономірності впливу окремих компонентів батончика на стан води гелевих систем на основі агару нами було обрано метод інфрачервоної спектроскопії, оскільки цей метод може забезпечити швидкий та точний аналіз хімічного складу зразка без необхідності його руйнування.

Інфрачервона спектроскопія може також виявити навіть дуже малі зміни в хімічному складі зразка, що дозволяє виявляти якість та допомагає в розробці нових продуктів. Метод інфрачервоної спектроскопії є одним з найважливіших методів аналізу доступних сучасним вченим. Однією з найбільших її переваг є те, що вона дозволяє отримувати спектри речовини у всіх її агрегатних станах [142].

Спектроскопія ближнього інфрачервоного випромінювання широко використовується для рутинного аналізу харчових продуктів, технологічних сумішей і кількісного визначення води, білків, жирів і вуглеводів. Однак найзначніші досягнення в інфрачервоній спектроскопії відбулися в результаті впровадження спектрометрії з перетворенням Фур'є і підвищення роздільної здатності. Цей тип приладу заснований на ідеї інтерференції випромінювання між двома пластинами для отримання інтерферограми [143].

До переваг ІЧ-спектроскопії з перетворенням Фур'є відносять високу роздільну здатність і високу точність визначення хвильових чисел, значне спрощення проблеми усунення розсіяного або паразитного світла; швидкість сканування, яка підвищує ймовірність успішного завершення експерименту; можливість дослідження широкої спектральної області за час одного скана; можливість реєстрації слабких сигналів; вимірювання в амплітудній спектроскопії комплексних коефіцієнтів відбиття і пропускання.

Вихідними компонентами для приготування гелів були взяті зразки агару

1200 ТМ "Fujian Province" (Китай) (1), гліцерину харчового ТМ BASF (Німеччина) (2), меду соняшникового (3), порошку кунжутного (тут ще буде вказаний виробник) (4). Підготовка зразків гелів «агар-вода-гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед», «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок» для дослідження методом ІЧ-спектроскопії наведена на рис. 3.27.

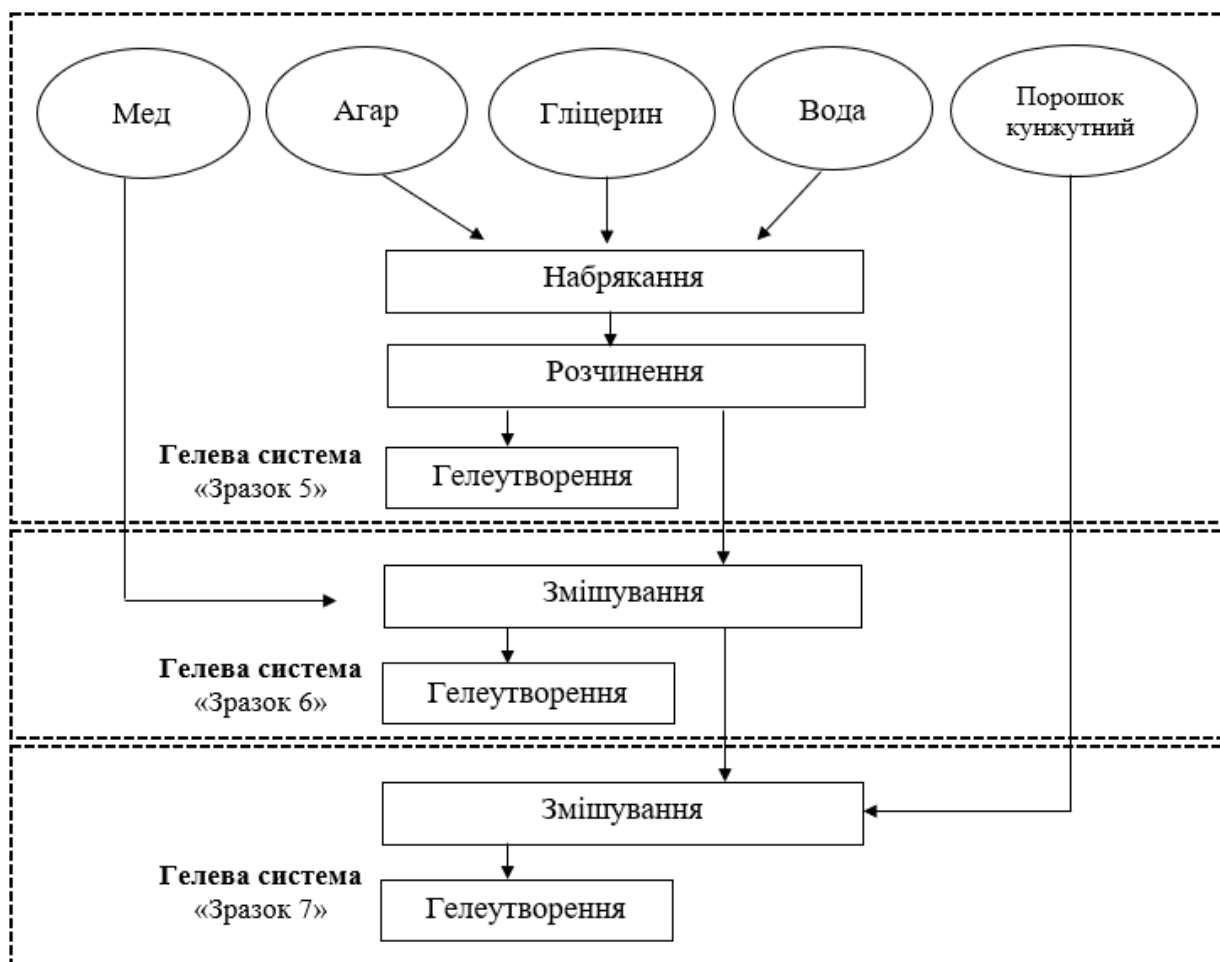


Рис. 3.27 – Принципова технологічна схема отримання гелевих агарових систем

Одержували гелі на основі водних розчинів агару з гліцерином (зразок 5) або агару з гліцерином і медом (зразок 6), або агару з гліцерином, медом і кунжутним порошком (зразок 7). Агар замочували водою, додавали гліцерин і залишали для набрякання упродовж 60–120 хв за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Далі зразки 5–7 нагрівали до  $85\text{--}90^\circ\text{C}$  до повного розчинення сухого компоненту (агару). Зразок 5 охолоджували до утворення гелю. Зразки 6 і 7 охолоджували до температури  $40\text{--}45^\circ\text{C}$ , після чого додавали до зразка 6 – мед, зразка 7 – мед і кунжут, перемішували і залишали для утворення гелю. В результаті, були

одержані гелеподібні системи з однорідною, гладкою поверхнею.

Вивчено якісний склад та закономірності впливу окремих рецептурних компонентів на стан води у модельних гелевих системах «агар-вода-гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед», «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок». Дослідження проведено із застосуванням інфрачервоної спектроскопії на Фур'є-спектрометрі Perkin-Elmer Spectrum One FTIR Spectrometer. Рідкі зразки (гліцерин, мед, гелеві системи) досліджували методом роздавленої краплі й записували в тонкому шарі між пластинами з цинку селеніду. Тверді зразки (агар, кунжутний порошок) попередньо висушували до постійної маси зразка і змішували з калій бромідом (3 мг зразка/300 мг KBr).

У результаті дослідження отримано ІЧ-спектри дослідних зразків модельних гелів на основі агару з гліцерином з додаванням меду і кунжуту.

### 3.1. ІЧ-спектри агару, гліцерину, гелевої системи «агар-вода-гліцерин».

На рис. 3.28 наведено ІЧ-спектри зразків агару, гліцерину, гелевої системи «агар-вода-гліцерин».

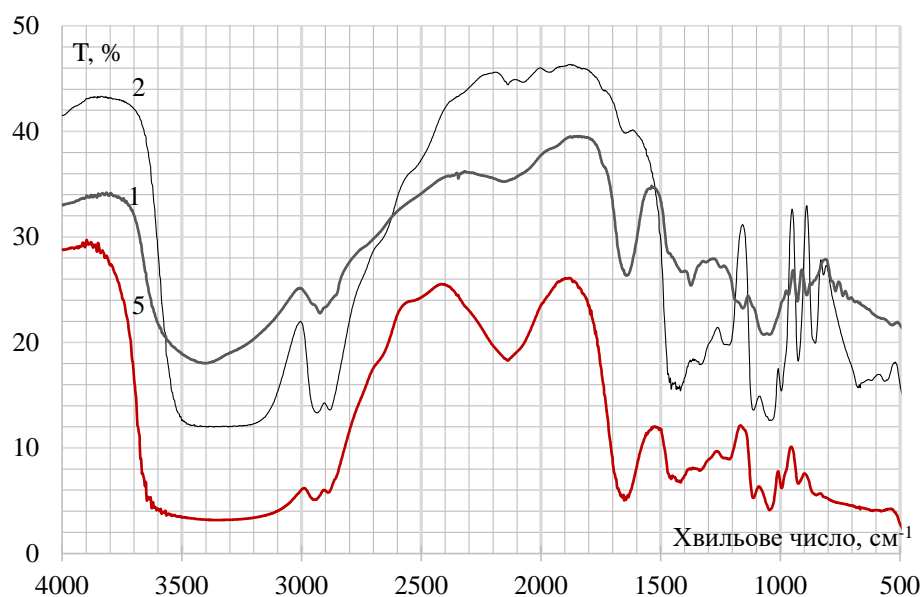


Рис. 3.28 – ІЧ-спектри зразків: 1 – агар, 2 – гліцерин, 5 – гелева система «агар-вода-гліцерин»

В ІЧ-спектрі агару (3 мг попередньо висушеного до постійної маси зразка/300 мг KBr) в області  $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$  з максимумом за  $3400\text{ см}^{-1}$ , присутні інтенсивні смуги поглинання валентних коливань  $\text{--OH}$ ,  $\text{--NH}_2$  зв'язків, коливання

адсорбційно зв'язаної води; за  $2924\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань  $-\text{CH}-$ ,  $-\text{CH}_2-$ ,  $-\text{OCH}_3$  зв'язків, за  $1644\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань коньюгованого пептидного зв'язку і групи  $-\text{COOH}$  пектинових речовин;  $1374\text{ см}^{-1}$  – смуга естерів сульфату,  $1248\text{ см}^{-1}$  – смуга, загальна для всіх сульфатних груп агару,  $1072, 930\text{ см}^{-1}$  – смуги середньої інтенсивності, характерні для 3,6-ангідрогалактози,  $857\text{ см}^{-1}$  – слабка смуга, характерна для галактозо-4-сульфату,  $812\text{ см}^{-1}$  – слабка смуга, характерна для 3,6-ангідрогалактозо-2-сульфату.

Для гліцерину (рис. 3.28, зразок 2) характерний водневий зв'язок хелатного типу, що виявляється у вигляді дуже широкої розмитої смуги в області  $3500\text{--}3200\text{ см}^{-1}$  (максимум поглинання – за  $3391\text{ см}^{-1}$ ). Ділянка  $1400\text{--}1000\text{ см}^{-1}$  є ділянкою скелетних коливань молекули. Наявність полярного  $\text{C}-\text{O}$  зв'язку викликає появу інтенсивної смуги в інтервалі  $1200\text{--}1000\text{ см}^{-1}$ .

Відомі основні положення максимуму смуг поглинання в ІЧ-спектрі води, що відповідають таким коливанням: валентні асиметричні  $V_{as}\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ , валентні симетричні  $V_s\text{--}3450\text{ см}^{-1}$ , обертони  $2V_{\square}\text{--}3290\text{ см}^{-1}$ , сумарні  $V_L+V_{\square}\text{--}2150\text{ см}^{-1}$ , деформаційні  $V_{\square}\text{--}1645\text{ см}^{-1}$ , крутильні  $V_L\text{--}780\text{ см}^{-1}$  [7].

Експериментально визначені дані віднесення смуг ІЧ-спектрів агару, гліцерину і водно-гліцеринових гелів агару наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

**Частотні положення ( $\text{см}^{-1}$ ) основних смуг ІЧ-спектрів поглинання функціональних груп агару і гліцерину до і після взаємодії**

Хвильове число, $\text{см}^{-1}$			Віднесення смуг
агар	гліцерин	«агар-вода-гліцерин»	
3400	3391	3700–3000	$-\text{OH}$ (валентні коливання); $\text{H}_2\text{O}$ адсорбційно зв'язана (валентні коливання); $3500\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ (максимум: $3360\text{--}3355\text{ см}^{-1}$ )
2924	2935 2882 –	2945 2889	$-\text{CH}-$ і $-\text{CH}_2-$ (валентні коливання <i>as</i> і <i>s</i> ); $-\text{OCH}_3$ (метоксильні групи агару)



## Продовження таблиці 3.3

2156*	2138	2139	–ОН (валентні коливання асоційованих груп); –ОН карбоксильної групи*; води (2150 см <sup>-1</sup> )
1644	–	1645	–NH–CO– (валентні коливання коньюгованого пептидного зв'язку); –COOH пектинових речовин (1650–1500 см <sup>-1</sup> ); вода (деформаційні коливання)
–	1647	1652	–ОН (деформаційні коливання)
–	1417	1417	C–O–H (деформаційні коливання)
1374	–	1373	естер сульфату
–	1337	1337	–ОН (деформаційні коливання спиртів)
1248	–	1234	загальна для всіх сульфатних груп
–	1215	–	–C–C (спиртів)
1159	–	–	R–SO <sub>2</sub> –R
–	1112	1112	C–O (деформаційні коливання багатоатомного спирту)
1072, 1047, 930	–	– 1045, 925	3,6-ангідрогалактоза (1070 і 930 см <sup>-1</sup> )
–	1039, 996, 925	1045, 994 925	C–O– (деформаційні коливання); C–O–H
891, 857 812	–	850	D-галактозо-4-сульфат (845 см <sup>-1</sup> ); D-3,6-ангідрогалактозо-2-сульфат (805 см <sup>-1</sup> )
–	854	–	C–O–H (деформаційні коливання)
–	667	–	O–H зв'язана (деформаційні коливання)

Приготування водно-гліцеринового гелю агару характеризується перебігом різноманітних фізико-хімічних взаємодій між функціональними групами. Після утворення гелю «агар-вода-гліцерин» (зразок 5) в області 3700–2600 см<sup>-1</sup> присутня широка розмита інтенсивна смуга, значно розширена за рахунок зростання кількості зв'язаних ОН груп, адсорбційно зв'язаної води, перерозподілу асоційованих і неасоційованих груп і перекривання смуги 3600–3200 см<sup>-1</sup> (валентні коливання –ОН, –NH<sub>2</sub> зв'язків, валентні коливання адсорбційно зв'язаної води) і смуги 3000–2800 см<sup>-1</sup> (валентні коливання зв'язків

–CH–, –CH<sub>2</sub>–, –OCH<sub>3</sub>) порівняно з даними для вихідних агару (1) і гліцерину (2). Смути валентних коливань зв'язків –CH–, –CH<sub>2</sub>–, –OCH<sub>3</sub> за 2924 см<sup>-1</sup> (агар), 2935 і 2882 см<sup>-1</sup> (гліцерин) у гелі «агар-вода-гліцерин» трансформуються, зміщуючись у бік більш високих частот – 2945 см<sup>-1</sup> і 2889 см<sup>-1</sup>.

У гелі (рис. 3.28, 3.29, зразок 5) з'являється інтенсивна широка смуга поглинання в області 2500–1800 см<sup>-1</sup> з максимумом за 2139 см<sup>-1</sup>, характерна для валентних коливань асоційованих гідроксильних груп і зумовлена утворенням значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків. Порівняно зі спектром води (V<sub>L</sub>+V<sub>□</sub>–2150 см<sup>-1</sup>) максимум смуги поглинання гелю зміщується у бік менших хвильових чисел, зростає інтенсивність смуги, а також інтенсивність смуги її деформаційної складової (V<sub>□</sub>–1645 см<sup>-1</sup>). Водночас у спектрі значно розширюється смуга валентних симетричних коливань (3450 см<sup>-1</sup>).

У спектрі гелю (рис. 3.28, 3.29, зразок 5) в діапазоні частот 1800–1500 см<sup>-1</sup> спостерігається перекривання смуг деформаційних коливань групи –ОН гліцерину (1647 см<sup>-1</sup>) і валентних коливань кон'югованого пептидного зв'язку, групи –COOH пектинових речовин агару (1644 см<sup>-1</sup>) з утворенням широкої інтенсивної смуги з двома практично накладеними максимумами за 1652 см<sup>-1</sup> і 1645 см<sup>-1</sup>. Зазначений максимум поглинання смуги для гелю (1652 см<sup>-1</sup>) зміщений у бік більш високих частот порівняно з максимумом поглинання, який відповідає деформаційним коливанням води V<sub>□</sub>–1645 см<sup>-1</sup>, що свідчить про наявний перехід від мономерів і димерів молекул води до тримерів і олігомерів.

Слабка смуга поглинання за 1417 см<sup>-1</sup>, характерна для деформаційних коливань груп С–О–Н гліцерину (рис. 3.28–3.30, зразок 2), зменшує інтенсивність у гелі «агар-вода-гліцерин», демонструючи залучення гідроксильних груп до процесу гелеутворення. Аналогічно зменшується інтенсивність слабкої смуги деформаційних коливань –О–Н спиртових груп (1337 см<sup>-1</sup>). Для гелю зберігається характер і зменшується інтенсивність широкої тріади смуг у діапазоні частот від 1200 до 900 см<sup>-1</sup> (максимуми за 1112, 1045, 994 см<sup>-1</sup>) порівняно з гліцерином (максимуми за 1112, 1039, 996 см<sup>-1</sup>).

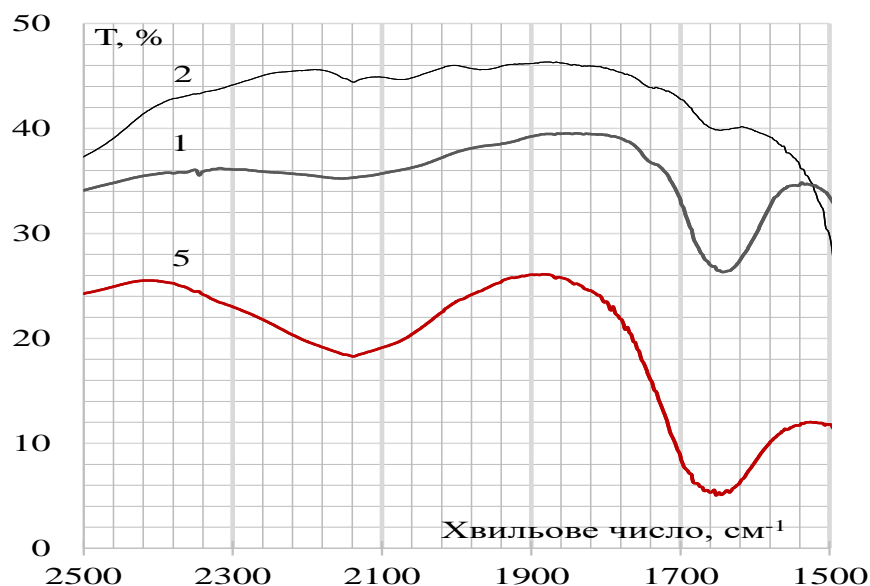


Рис.3.29 - ІЧ-спектри зразків: 1 – агар, 2 – гліцерин, 5 – гелева система «агар-вода-гліцерин» у діапазоні частот 2500–1500  $\text{cm}^{-1}$

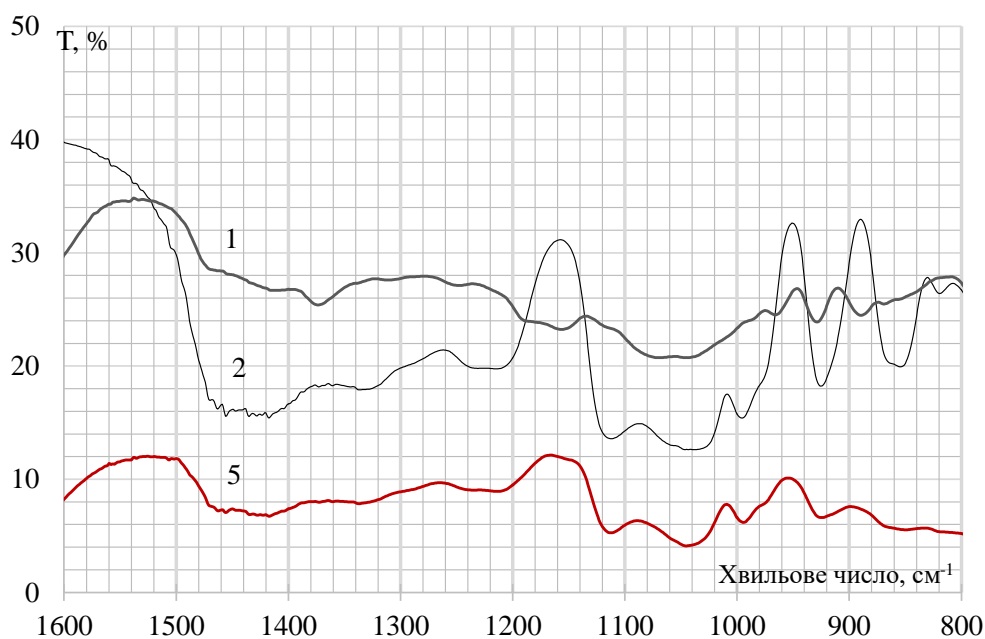


Рис. 3.30 - ІЧ-спектри зразків 1 – агар, 2 – гліцерин, 5 – гелева система «агар-вода-гліцерин» у діапазоні частот 1600–800  $\text{cm}^{-1}$

Після утворення гелю істотно змінюється характер та інтенсивність слабкої смуги поглинання естерів сульфату агару з максимумом за  $1374 \text{ cm}^{-1}$  – у гелевій системі з гліцерином положення максимуму зберігається, проте сама смуга практично не виражена. Смуга за  $1159 \text{ cm}^{-1}$  в спектрі агару, яка може бути віднесена до груп  $\text{R-SO}_2\text{-R}$ , у спектрі гелю відсутня. Значно зменшується в гелі

інтенсивність слабкої смуги агару за  $1248\text{ см}^{-1}$ , яка є загальною для всіх сульфатних груп. До того ж у гелі вона зміщується у бік більш низьких частот ( $1234\text{ см}^{-1}$ ).

Після утворення гелю агару у діапазоні від  $1140\text{ см}^{-1}$  до  $950\text{ см}^{-1}$  значно змінюється широка смуга середньої інтенсивності. У спектрі гелю відсутня смуга середньої інтенсивності ( $1072\text{ см}^{-1}$ ), характерна для 3,6-ангідрогалактози. Відсутніми є також смуги за  $967\text{ см}^{-1}$  і  $857\text{ см}^{-1}$  (слабка смуга, характерна для галактозо-4-сульфату),  $812\text{ см}^{-1}$  (слабка смуга, характерна для 3,6-ангідрогалактозо-2-сульфату).

Результати дослідження ІЧ-спектрів меду і гелів на основі агару з гліцерином з додаванням меду «агар-вода-гліцерин-мед» порівняно зі спектром гелю «агар-вода-гліцерин» наведено на рис. 3.31.

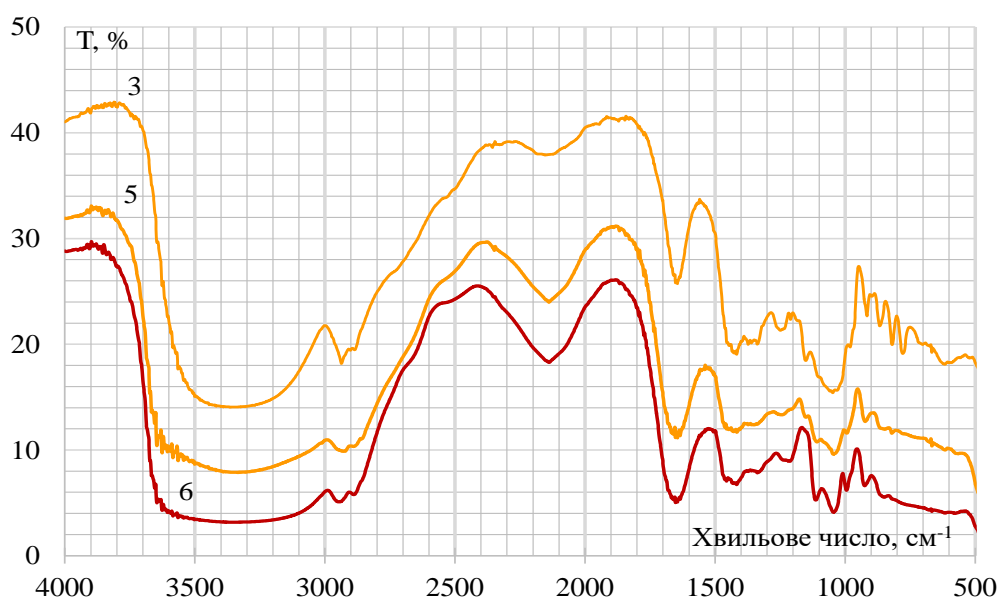


Рис. 3.31 - ІЧ-спектри зразків: 3 – мед, 5 – гелева система «агар-вода-гліцерин», 6 – гелева система «агар-вода-гліцерин-мед»

Визначено типовий для природного меду ІЧ-спектр поглинання (рис. 3.31, зразок 3) з відповідним віднесенням характеристичних частот у 6 областях спектру:  $3600\text{--}3200$ ,  $3000\text{--}2800$ ,  $1700\text{--}1600$ ,  $1540\text{--}1175$ ,  $1175\text{--}940$ ,  $940\text{--}700\text{ см}^{-1}$ . Зокрема, присутні смуги поглинання:

в області  $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$  з максимумом за  $3365\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань

–ОН вуглеводів і карбонових кислот, валентних коливань  $-\text{NH}_2$  вільних амінокислот (інтенсивна);

$2936 \text{ cm}^{-1}$  і  $2903 \text{ cm}^{-1}$  – валентних коливань  $-\text{CH}-$ ,  $-\text{CH}_2-$ ;

$2152 \text{ cm}^{-1}$  – валентних коливань асоційованих груп  $-\text{OH}$  і води;

$1645 \text{ cm}^{-1}$  – валентних коливань  $-\text{OH}$ , деформаційних коливань води, валентних коливань  $-\text{C}=\text{O}$  вуглеводів, деформаційних коливань  $-\text{NH}$  Амід I (інтенсивна);

$1417 \text{ cm}^{-1}$  – комбінації деформаційних коливань  $-\text{OH}$  групи  $-\text{C}-\text{OH}$  і деформаційних коливань  $-\text{C}-\text{H}$  вуглеводів (слабка);

$1048 \text{ cm}^{-1}$  – валентних коливань  $\text{C}-\text{O}$  в глікозидних зв'язках вуглеводів (середня);

$916 \text{ cm}^{-1}$ ,  $866 \text{ cm}^{-1}$ ,  $819 \text{ cm}^{-1}$   $778 \text{ cm}^{-1}$  – деформаційних коливань  $-\text{C}-\text{H}$  аномерів і циклів вуглеводів (середні).

У спектрі меду також відмічено слабку смугу з максимумом за  $1151 \text{ cm}^{-1}$ , який відповідає деформаційним коливанням групи  $\text{C}-\text{O}$  і який пов'язують з присутністю піранозного кільця.

Оскільки спектральний діапазон від  $1200$  до  $700 \text{ cm}^{-1}$ , ( $1048 \text{ cm}^{-1}$  – максимальне поглинання) встановлено як характерний для природного меду, то під час подальшого аналізу модельного гелю з додаванням меду доцільно дослідити саме цю спектральну область. Спектри поглинання гелів «агар-вода-гліцерин-мед» (рис. 3.31, зразок 6) і «агар-вода-гліцерин» (рис. 3.31, зразок 5) мають подібний характер і відрізняють інтенсивністю окремих смуг. Так, спостерігається зменшення інтенсивності смуги валентних коливань  $\text{C}-\text{C}$  вуглеводів ( $1245 \text{ cm}^{-1}$ ), яка водночас зміщується в область більших частот, порівняно з медом ( $1249 \text{ cm}^{-1}$ ) і гелем «агар-вода-гліцерин» ( $1234 \text{ cm}^{-1}$ ). Змінюється характер спектру гелю з медом (рис. 3.31, зразок 6) в області  $900-600 \text{ cm}^{-1}$ , в якій відсутні смуги ( $916 \text{ cm}^{-1}$ ,  $866 \text{ cm}^{-1}$ ,  $819 \text{ cm}^{-1}$   $778 \text{ cm}^{-1}$ ), характерні для деформаційних коливань  $-\text{C}-\text{H}$  аномерів і циклів вуглеводів меду (рис. 3.31, зразок 4).

У гелі «агар-вода-гліцерин-мед» (рис. 3.31, зразок 6) за частоти  $1151\text{ см}^{-1}$  відмічена слабка смуга поглинання, яка може бути віднесеною до деформаційних коливань С–О, пов'язаних із присутністю піранозного кільця вуглеводів меду, якої не було в гелі «агар-вода-гліцерин».

ІЧ-спектри зразків гелю (рис. 3.32), до якого уведено кунжутний порошок «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок», відрізняються від гелів «агар-вода-гліцерин» і «агар-вода-гліцерин-мед» на всіх ділянках спектру ( $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ ,  $3000\text{--}2800\text{ см}^{-1}$ ,  $2500\text{--}1800\text{ см}^{-1}$ ,  $1800\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ ,  $1500\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ ,  $1200\text{--}940\text{ см}^{-1}$ ,  $940\text{--}700\text{ см}^{-1}$ ). Тому доцільно провести аналіз впливу додавання кунжутного порошку і віднесення частотних положень основних смуг поглинання функціональних груп речовин кунжутного порошку (рис. 3.32).

Кунжутний порошок має один з найбільших вмістів олії серед основних олійних культур [132]. Він також багатий білками, вуглеводами, вітамінами, поліненасиченими жирними кислотами у складі триацилгліцеринів жиру, лігнанами (сезамін та сезамолін), токоферолом, фітостеринами, фітатами та іншими мікронутрентами [133]. Особливості його хімічного складу мають знайти відображення в ІЧ-спектрах поглинання (рис. 3.33).

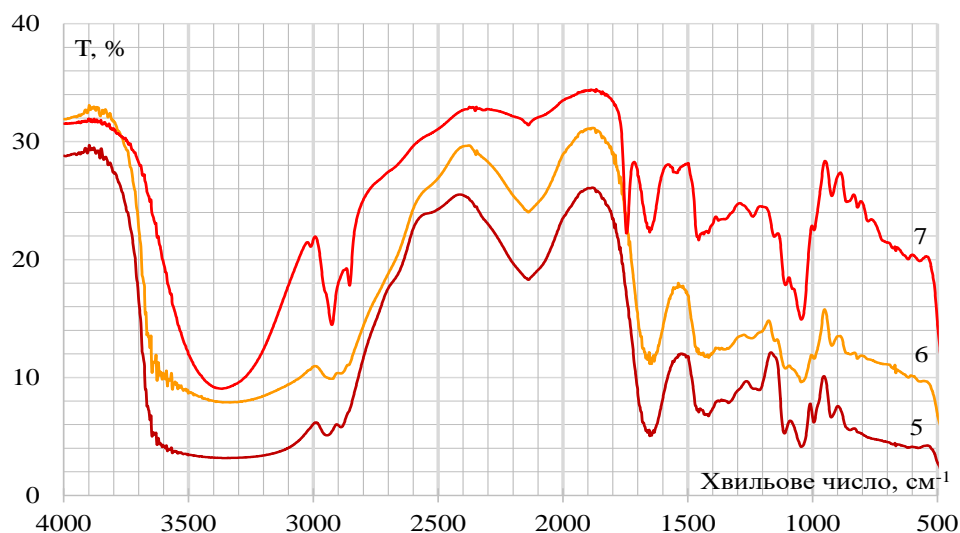


Рис. 3.32 - ІЧ-спектри зразків: 5 – гелева система «агар-вода-гліцерин», 6 – гелева система «агар-вода-гліцерин-мед», 7 – гелева система «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок»

Вивчено інфрачервоні спектри кунжутного порошку (рис. 3.33, зразок 4) і

зроблено аналіз характеристичних смуг поглинання, віднесених до відповідних типів валентних і деформаційних коливань:

- в області  $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$  з максимумом за  $3351\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань  $\text{–OH}$  вуглеводів і фенольного, валентних коливань  $\text{–NH}$  Амиду А (інтенсивна);  $3009\text{ см}^{-1}$  – валентних асиметричних коливань  $\text{C–H}$  у групах  $\text{–CH=CH–}$  у цис-формі (здебільшого лінолева кислота у складі триацилгліцеринів кунжутної олії);  $1736\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань  $\text{C=O}$  естерів (триацилгліцеринів кунжутної олії);  $1653\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань  $\text{–OH}$ ,  $\text{–C=O}$  вуглеводів, деформаційних коливань  $\text{–NH}$  Амиду І (інтенсивна);  $1546\text{ см}^{-1}$  – валентних коливань  $\text{–OH}$ ,  $\text{–C=O}$  вуглеводів, комбінація деформаційних коливань  $\text{–NH}$  і валентних коливань  $\text{CN}$  Амиду ІІ (середня);  $1240\text{ см}^{-1}$ ,  $1163\text{ см}^{-1}$ ,  $1098\text{ см}^{-1}$  – триада смуг естерів (триацилгліцеринів кунжутної олії) з комбінацією валентних коливань груп  $\text{–CH}_2\text{–OCO–}$  і  $\text{–OCH}_2\text{–CH}_2$  (слабка, середня і слабка);

Можна припустити малоімовірним, що слабка смуга за частоти  $1240\text{ см}^{-1}$  може бути віднесеною до смуги Амиду ІІІ і якій відповідає комбінація деформаційних коливань  $\text{–NH}$  і валентних коливань  $\text{CN}$ .

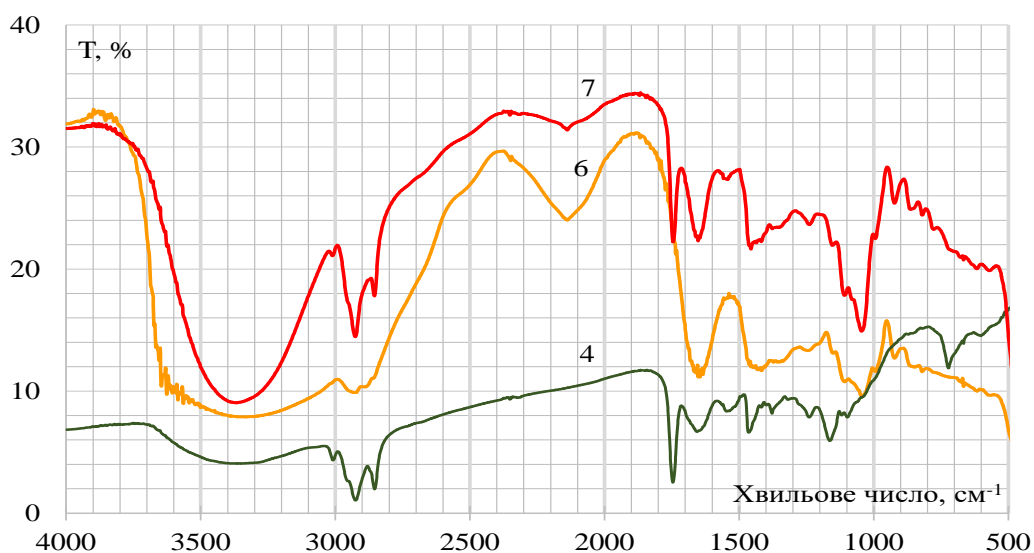


Рис. 3.33 - ІЧ-спектри зразків: 4 – кунжутний порошок, 6 – гелева система «агар-вода-гліцерин-мед», 7 – гелева система «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок»

Спектр поглинання гелю з кунжутним порошком (рис. 3.32, 3.33, зразок 7)

узгоджується з профілем спектру кунжутного порошку і суттєво змінює характер смуг поглинання порівняно з гелями «агар-вода-гліцерин» (рис. 3.32, зразок 5) і «агар-вода-гліцерин-мед» (рис. 3.32, 3.33, зразок 6) на ділянках  $3600\text{--}2600\text{ см}^{-1}$ ,  $2400\text{--}1800\text{ см}^{-1}$ ,  $1800\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ .

Так, саме додавання до гелю кунжутного порошку, багатого на білкові, фенольні сполуки, жири з вмістом поліненасичених кислот, зумовлює формування чіткої широкої інтенсивної смуги з максимумом за  $3366\text{ см}^{-1}$ , (валентні коливання  $\text{--OH}$  вуглеводів і фенольного гідроксили, валентних коливань  $\text{--NH}$  Аміду А, адсорбційно зв'язаної води); слабкої смуги за  $3011\text{ см}^{-1}$  (валентні асиметричні коливання  $\text{C--H}$  у групах  $\text{--CH=CH--}$  у цис-формі здебільшого лінолевої кислоти у складі триацилгліцеринів кунжутної олії); посилення інтенсивності широкої смуги за  $2926\text{ см}^{-1}$  і  $2855\text{ см}^{-1}$  (валентні коливання  $\text{C--H}$  у групах  $\text{--CH}_2\text{--}$ ). Також на ділянці  $1800\text{--}1500\text{ см}^{-1}$  для спектру системи «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок» порівняно зі зразками «агар-вода-гліцерин» і «агар-вода-гліцерин-мед» спостерігається розділення і поява трьох виражених смуг – за  $1745\text{ см}^{-1}$  (валентні коливання  $\text{C=O}$  естерів – триацилгліцеринів кунжутної олії),  $1652\text{ см}^{-1}$  (валентні коливання  $\text{--OH}$ ,  $\text{--C=O}$  вуглеводів, деформаційних коливань  $\text{--NH}$  Аміду I, деформаційних коливань води),  $1544\text{ см}^{-1}$  (валентні коливання  $\text{--OH}$ ,  $\text{--C=O}$  вуглеводів, комбінація деформаційних коливань  $\text{--NH}$  і валентних коливань  $\text{CN}$  Аміду II). Високочастотний зсув смуги за  $1652\text{ см}^{-1}$  порівняно з максимумом поглинання, який відповідає деформаційним коливанням води ( $1645\text{ см}^{-1}$ ), свідчить про наявний перехід від мономерів і димерів молекул води до тримерів і олігомерів.

Для гелю «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок» заслуговує на увагу факт зменшення інтенсивності широкої смуги валентних коливань асоційованих груп  $\text{--OH}$  і води з максимумом за  $2151\text{ см}^{-1}$ , а також зміщення її у бік більш високих частот порівняно з водою ( $2150\text{ см}^{-1}$ ) і гелями без кунжуту ( $2139\text{ см}^{-1}$ ). Під час утворення в бінарному розчиннику вода-гліцерин гелю «агар-вода-гліцерин» і «агар-вода-гліцерин-мед», яке супроводжувалося значним збільшенням числа



міжмолекулярних водневих зв'язків між ланцюгами агарози, агарози і води, агарози і олігосахаридів меду та ін., на ІЧ-спектрах було відмічено оформлення інтенсивної широкої смуги з максимумом за  $2139\text{ см}^{-1}$ . Додавання під час виготовлення гелю кунжутного порошку може зумовлювати зменшення інтенсивності деформаційних коливань молекул води, числа утворення водневих зв'язків у системі і означати збільшення кількості слабко зв'язаної води.

На інших ділянках спектру також були відзначені певні відмінності смуг поглинання зразків гелів, характер яких більш наочно можна порівняти на ділянці спектру  $1600\text{--}800\text{ см}^{-1}$  (рис. 3.34).

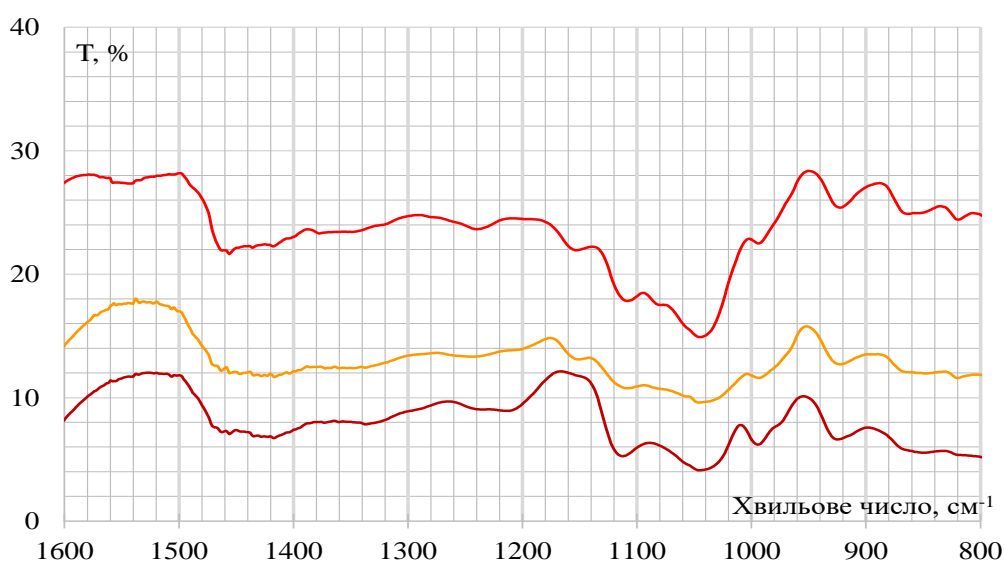


Рис. 3.34 - ІЧ-спектри зразків гелевих систем: 5 – «агар-вода-гліцерин», 6 – «агар-вода-гліцерин-мед», 7 – «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутний порошок» у діапазоні частот  $1600\text{--}800\text{ см}^{-1}$

Триада смуг естерів (триацилгліцеринів кунжутної олії)  $1240\text{ см}^{-1}$ ,  $1163\text{ см}^{-1}$ ,  $1098\text{ см}^{-1}$  спектру кунжутного порошку в спектрі гелю з ним – не виявилася. Водночас широка смуга поглинання з максимумами для зразків 5, 6, 7 відповідно  $1234\text{ см}^{-1}$ ,  $1245\text{ см}^{-1}$ ,  $1240\text{ см}^{-1}$  може бути віднесена до валентних коливань С–С вуглеводів ( $1249\text{ см}^{-1}$ ) і всіх сульфатних груп агару.

У спектрах зразків гелів з медом (рис. 3.34, зразок 6) і з медом та кунжутом (рис. 3.34, зразок 7) також відмічено слабку смугу з максимумом відповідно за  $1151\text{ см}^{-1}$  і  $1153\text{ см}^{-1}$ , який відповідає деформаційним коливанням групи С–О і

який пов'язують з присутністю піранозного кільця. Для гелю «агар-вода-гліцерин-мед» така смуга не виражена.

Для всіх зразків 5, 6, 7 присутні смуги деформаційних коливань С–О ( $1112\text{ см}^{-1}$ ,  $1109\text{ см}^{-1}$ ,  $1108\text{ см}^{-1}$ ), валентних коливань С–О глікозидних зв'язків вуглеводів ( $1045\text{ см}^{-1}$ ,  $1046\text{ см}^{-1}$ ,  $1045\text{ см}^{-1}$ ), деформаційних коливань –С–Н аномерів і циклів вуглеводів.

У спектрах гелів не виражені смуги, характерні для 3,6-ангідрогалактози ( $1072\text{ см}^{-1}$ ), галактозо-4-сульфату ( $967\text{ см}^{-1}$  і  $857\text{ см}^{-1}$ ), 3,6-ангідрогалактозо-2-сульфату ( $812\text{ см}^{-1}$ ).

Даними аналізу ІЧ-спектрів під час утворення гелю в бінарному розчиннику вода-гліцерин доведено виникнення додаткових зв'язків між структуроутворювачем на основі агару і запропонованими рецептурними компонентами – медом і кунжутним порошком, а також суттєве обмеження рухливості води через утворення кластерів води числом молекул від 3 до 6.

У спектрі гелю «агар-вода-гліцерин» слабка смуга поглинання характерна для деформаційних коливань груп С–О–Н гліцерину, зменшує його інтенсивність, що підтверджує залучення гідроксильних груп до процесу гелеутворення, а її високочастотний зсув, порівняно з максимумом поглинання, свідчить про наявний перехід від мономерів і димерів молекул води до тримерів і олігомерів.

Доведено, що утворення гелю «агар-вода-гліцерин» і «агар-вода-гліцерин-мед» в бінарному розчиннику вода-гліцерин супроводжується значним збільшенням числа міжмолекулярних водневих зв'язків між ланцюгами агарози, агарози і води, агарози і олігосахаридів меду.

Встановлено, що додавання до гелевої системи кунжутного порошку може зумовлювати певне зменшення інтенсивності деформаційних коливань молекул води під час виготовлення гелю, а значить зменшувати утворення кількості водневих зв'язків у системі і сприяти збільшенню кількості слабо зв'язаної води.

Відмічено слабку смугу поглинання у гелі «агар-вода-гліцерин-мед», яка

може бути віднесеною до деформаційних коливань С–О, вірогідно, пов'язаних із присутністю піранозного кільця вуглеводів меду, наявності якого не було в гелі «агар-вода-гліцерин».

### **Висновки до розділу 3**

У цьому розділі було використано моделі, які дозволили дослідити різні аспекти технології батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного. Модель "чорний ящик" була використана для аналізу загальної функціональності системи, модель "склад системи" дозволила визначити оптимальний склад компонентів, а модель "структура системи" була спрямована на вивчення структурних особливостей системи.

Крім моделювання, були проведені різні фізико-хімічні, реологічні та дериватографічні дослідження модельних систем на основі агару у поєднанні з структурними компонентами начинки желейного батончика. Ці дослідження дозволили отримати більш детальну інформацію про властивості та поведінку системи під впливом різних факторів.

Проведено наукове обґрунтування впливу гліцерину на міцність гелеподібних систем на основі агару, фурцелларану, каппа-карагенану та желатину. Дослідження показали, що додавання гліцерину в діапазоні від 10,0% до 50,0% до модельних систем на основі агару, фурцелларану та желатину сприяє збільшенню міцності гелевої структури. Для системи на основі капакарагенану доцільним є внесення гліцерину в діапазоні від 10,0% до 40,0%. Однак, додавання гліцерину понад 40,0% призводить до зниження міцності гелю. Крім того, встановлено, що система на основі фурцелларану має значно меншу міцність гелю в порівнянні зі зразками на основі агару, капакарагенану та желатину.

Проведено дослідження впливу концентрацій рецептурних компонентів та температури на в'язкість модельних систем, зокрема: «агар-вода», «агар-вода-гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед», та «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно». Виявлено, що додавання 0,3% гліцерину до розчину на основі агару

збільшує його в'язкість шляхом сприяння утворенню більшої кількості міжмолекулярних водневих зв'язків, які взаємодіють з агаром. Дослідження також показали, що додавання меду у кількості  $25 \pm 2\%$  сприяє формуванню стійкої структури начинки.

Проведено ДСК дослідження рецептурних компонентів батончика, таких як агар, гліцерин, мед, кунжутне борошно, а також для модельних систем: «агар-вода-гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед», «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно». В рамках дослідження були вивчені ендотермічні піки, температурні переходи та вплив компонентів модельних систем на їх теплофізичні характеристики.

Порівняльний аналіз кривих (TG, DTG, DTA, T) показав, що на всіх етапах розкладання експериментальних агарових гелів спостерігаються масові втрати, що пов'язані з випаровуванням води. Однак у складних гелях спостерігається затримка процесу видалення води, що пов'язана з утворенням додаткових взаємодій між агаром та рецептурними компонентами желейного батончика - медом і кунжутним борошном. Було підтверджено, що зразок «агар-вода-гліцерин-мед-кунжутне борошно» має більшу термічну стійкість.

Аналіз ІЧ-спектрів під час процесу гелеутворення в бінарному розчиннику вода-гліцерин підтвердив наявність додаткових взаємодій між структуроутворювачем на основі агару та запропонованими рецептурними компонентами, такими як мед і кунжутний порошок. Також було виявлено значне обмеження рухливості води через утворення водних кластерів з кількістю молекул від 3 до 6. Встановлено, що утворення гелю в бінарному розчиннику вода-гліцерин збільшує кількість міжмолекулярних водневих зв'язків між ланцюгами агарози, агарозою та водою, агарозою та олігосахаридами меду. Додавання кунжутного порошку до гелевої системи може призводити до певного зменшення інтенсивності деформаційних коливань молекул води під час утворення гелю, що сприяє зменшенню кількості водневих зв'язків у системі та сприяє збільшенню кількості слабко зв'язаної води.

## РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БАТОНЧИКІВ ШОКОЛАДНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО

### 4.1 Дослідження властивостей меду та борошна кунжутного, визначення хімічного складу та харчової цінності

Дослідження властивостей меду та борошна кунжутного, включаючи визначення їх хімічного складу та харчової цінності, є важливим аспектом для розуміння їх потенційного впливу на якість та харчову цінність батончиків желейних.

Мед – це природний продукт, що має довгу історію використання в харчовій, медичній та косметичній галузях. Він виробляється бджолами з нектару квітів та має широкий спектр властивостей, які роблять його цінним інгредієнтом.

Зовнішній вигляд меду залежить від його походження, типу квітів, з яких бджоли зібрали нектар, та способу його збирання та переробки. Мед може мати різні кольори – від світло-жовтого до темно-коричневого, а також різні консистенції, від рідкого до густого. Його смак і аромат також варіюються від ніжно-солодкого до насичено-квіткового.

Хімічний склад меду багатий і складається з різних компонентів, які вносять свій внесок у його харчову цінність та корисні властивості. В основному, мед складається з вуглеводів, зокрема глюкози та фруктози, які надають йому солодкий смак. Глюкоза і фруктоза є природними цукрами, які швидко засвоюються організмом та надають енергію. Крім того, мед містить певну кількість амінокислот, хоча їх вміст не є значним порівняно з іншими джерелами білків.

Соняшниковий мед - це вид меду, який отримують від нектару квітів соняшнику. Він відзначається своєрідним смаком, ароматом і характеристиками, які його відрізняють від інших видів меду. Соняшниковий мед має насичений і пряний смак, інтенсивний аромат та золотистий колір. Він часто має легку гіркоту і пікантність, що робить його особливим і цікавим для багатьох людей.

Цей мед використовується як самостійний продукт для споживання, а також як інгредієнт у багатьох кулінарних рецептах.

Хімічний склад соняшникового меду може варіюватися залежно від регіону, умов вирощування соняшника та інших факторів. Однак, в загальному, соняшниковий мед містить велику кількість вуглеводів, переважно у формі глюкози та фруктози. Він також містить певну кількість води, мінералів, вітамінів та інших корисних речовин.

Мінерали, що містяться в соняшниковому меді, включають калій, кальцій, магній та залізо. Калій має важливу роль у підтримці нормального функціонування серцево-судинної системи та регулюванні рівня тиску. Кальцій є необхідним для здоров'я кісток та зубів, а також впливає на нервову та м'язову функцію. Магній сприяє здоров'ю серця та має заспокійливу дію на нервову систему. Залізо є важливим компонентом гемоглобіну, що забезпечує доставку кисню до тканин.

Соняшниковий мед також багатий на вітаміни, зокрема вітамін С та вітаміни групи В. Вітамін С є потужним антиоксидантом, який сприяє імунній системі та захисту від вільних радикалів. Вітаміни групи В впливають на роботу нервової системи, метаболізм та енергетичний обмін організму.

Наведена нижче таблиця містить хімічний склад та харчову цінність соняшникового меду на 100 грамів продукту.

*Таблиця 4.1*

#### **Хімічний склад та харчова цінність соняшникового меду**

Найменування компонентів	Вміст
Білки	0,4 г
Жири	0 г
Вуглеводи	80 г
Глюкоза	30 г
Фруктоза	38 г
Вітамін В1	0,01 мг

Вітамін В2	0,05 мг
Вітамін С	2 мг
Калій	36 мг
Кальцій	14 мг
Магній	3 мг
Залізо	0,8 мг

Соняшниковий мед є чудовим доповненням до раціону харчування завдяки своєму природному смаку, корисним речовинам та потужним властивостям. Він може бути використаний як підсолоджуючий інгредієнт у технологіях різних кулінарних та кондитерських виробів для заміни цукру.

Загалом, соняшниковий мед володіє численними корисними властивостями, що роблять його цінним додатком до раціону харчування. Його природний смак, багатий хімічний склад та різноманітність застосувань роблять його популярним продуктом серед споживачів. Правильне включення соняшникового меду до харчової дієти може сприяти покращенню загального здоров'я та благополуччю організму.

Кунжутне борошно є цінним інгредієнтом, який використовується в кулінарії і має багато корисних властивостей. Воно отримується шляхом помелу насіння кунжуту, яке має характерний аромат і ніжний смак. Кунжутне борошно має багату історію в азіатській кухні і використовується як складова частина багатьох страв.

Одна з основних переваг кунжутного борошна полягає в його харчовій цінності. Воно багате на білки, жирні кислоти, вітаміни та мінерали. Кунжут містить велику кількість багатієнних жирів, включаючи Омега-3 та Омега-6, які сприяють здоров'ю серця і судин.

Крім того, кунжутне борошно є відмінним джерелом дієтичних волокон, які сприяють здоровому травленню і підтримці нормальної роботи кишечника. Волокна також допомагають контролювати апетит і підтримувати нормальний

рівень цукру в крові.

Щодо хімічного складу, кунжутне борошно містить різні макро- та мікроелементи, включаючи кальцій, залізо, магній, фосфор і мідь. Ці елементи є важливими для зміцнення кісток і зубів, підтримки здоров'я нервової системи та енергетичного метаболізму.

Кунжутне борошно також містить антиоксиданти, які захищають клітини від пошкоджень вільними радикалами і можуть допомагати у зниженні запалення в організмі. Також воно відоме своїми антибактеріальними властивостями, що можуть допомагати у боротьбі зі шкідливими мікроорганізмами і запобігати поширенню інфекційних захворювань. Воно може мати також протизапальні ефекти, допомагаючи заспокоювати запалення в організмі та зменшувати ризик розвитку хронічних захворювань.

Кунжутне борошно має також високу стійкість до окислення, що дозволяє йому тривалий час зберігати свої корисні властивості без втрати якості. Це робить його популярним інгредієнтом в харчовій промисловості, де воно використовується для виробництва різних видів харчових продуктів, таких як хліб, печиво, кекси та солодощі.

У кулінарії кунжутне борошно має широкий спектр застосувань. Воно може бути використане як добавка до тіста для хлібу, печива та тістечок, додаватися до супів, соусів та салатів для підвищення їх смаку і харчової цінності. Кунжутне борошно також може бути використане для приготування кунжутних смажених кульок, млинців та кунжутних соусів.

Нижче наведений хімічний склад та харчова цінність борошна кунжутного на 100 грамів продукту табл. 4.2.

*Таблиця 4.2*

**Хімічний склад та харчова цінність борошна кунжутного**

<b>Найменування компонентів</b>	<b>Вміст</b>
Білки	40 г
Жири	11,9 г
Вуглеводи	35 г



Вода	7 г
Вітамін А	3 мг
Вітамін В1	2,53 мг
Вітамін В2	0,27 мг
Вітамін РР	12,6 мг
Калій	425 мг
Кальцій	150 мг
Магній	362 мг
Залізо	14,3 мг

Узагальнюючи, використання меду та кунжутного борошна в технології виробництва желейних батончиків вносить особливості, які позитивно впливають на якість та харчову цінність готових продуктів. Обидва інгредієнти володіють цікавим хімічним складом, а також мають корисні властивості, які сприяють здоровому харчуванню.

Мед, завдяки своїй природній солодкості і високому вмісту цінних поживних речовин, є прекрасною альтернативою для традиційних солодошів. Він надає батончику желейну текстуру, підсилює смакові відтінки і пропонує відчуття задоволення від споживання. Кунжутне борошно, з своїм характерним смаком і текстурою, додає батончику унікальний аромат і хрусткість. Крім того, воно приносить значну кількість білків, жирів і мінералів, зокрема кальцію, магнію і заліза, що допомагають підтримувати здоров'я кісток, м'язів і крові.

Таким чином, використання меду та кунжутного борошна у технології желейних батончиків додає не лише смакові якості, але й покращує їхню харчову цінність. Ці інгредієнти забезпечують більш збалансований склад продукту, надають йому природну солодкість, багатий аромат і багатоцінні поживні речовини. Завдяки цьому, батончики желейні з використанням меду та кунжутного борошна можуть бути вигідним вибором для тих, хто прагне поєднати задоволення від смаку і користь для здоров'я.

## **4.2 Особливості технологічного процесу виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного**

Особливості технологічного процесу виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного мають вагоме значення для отримання високоякісного продукту з бажаною текстурою, смаковими властивостями та довготривалим збереженням.

Початковим етапом виробництва є підготовка сировини. Мед, кунжутне борошно, агар та гліцерин, що використовуються, мають відповідати вимогам якості та безпечності. При виборі кунжутного борошна необхідно звернути увагу на його якість та ступінь обробки для забезпечення необхідних властивостей готової продукції.

Далі, важливою складовою є гідратація агару у поєднанні з гліцерином, а також змішування системи з медом та кунжутним борошном. Цей процес дозволяє отримати гелеву основу, яка забезпечує необхідну текстуру батончиків. Оскільки, у переважній більшості технологій батончиків, мед нагрівається до температури 80-90 °С, при цьому його поживні властивості погіршуються. Особливістю додавання меду соняшникового в технології запропонованих нами батончиків є його нагрівання до температури не вище 45 °С, щоб зберегти його природні харчові властивості і біологічну активність. Це дозволяє зберегти максимальну кількість корисних речовин, які притаманні меду, включаючи ферменти, вітаміни та мінерали.

Одним з важливих етапів технологічного процесу є правильне змішування компонентів яке забезпечує рівномірний розподіл сировини та допомагає уникнути утворення грудочок або нерівномірностей у готовій масі. Застосування спеціального устаткування та контрольованого процесу змішування гарантує однорідність і стабільність продукту.

Після цього настає етап формування маси. За допомогою спеціальних форм або пресів батончики набувають бажаної форми та розміру. Також необхідно забезпечити контроль якості продукції на кожному етапі. Це означає оцінку сенсорних властивостей, таких як смак, аромат, текстура, а також зовнішнього

вигляду. На наступному етапі технологічного процесу, після формування маси та термічної обробки, батончики піддаються процесу охолодження і затвердіння. Це необхідно для стабілізації текстури та забезпечення правильної консистенції продукту.

Для досягнення оптимальної якості та довготривалого збереження батончиків, важливо забезпечити правильну упаковку. Упаковка повинна бути герметичною, щоб запобігти впливу зовнішніх факторів, таких як волога та кисень, на якість продукту. Використання високоякісних упаковочних матеріалів та вакуумних упаковок може забезпечити довготривалу свіжість та збереження поживних речовин.

#### **4.3. Аналіз процесу структуроутворення желевної маси на основі агару з додаванням гліцерину.**

Желейні кондитерські вироби характеризуються драглеподібною структурою, яка формується за рахунок присутності в їхній рецептурі високомолекулярних речовин, здатних за певних умов утворювати студні. Структура описує будову студня, а, також його гомогенність, її добре видно на його поверхні після розлому. Агаровий студень має більш жорстку структуру, ніж пектиновий. Отримання бажаної структури желевного батончика залежить від багатьох факторів, зокрема від рецептурних компонентів. Основна проблема при створенні жележних кондитерських виробів без використання цукру полягає в тому, що він одночасно є не лише смаковим компонентом, а й впливає на процес драглеутворення. Однак, для формування агарового студня присутність цукру не є обов'язковою, але при внесенні його в розчин міцність студня підвищується [48].

Агар харчовий є високомолекулярним полісахаридом, що володіє желюючими властивостями. Водний розчин, що містить до 1 % агару, утворює міцний студень зі склоподібним зламом. Температура, при якій агар у розчині утворює студень 38-45 °С.

Гліцерин харчовий є ще одним важливим інгредієнтом, який може

використовуватись для кращого формування агарових студнів. Він має безбарвну та безсмакову консистенцію, що робить його ідеальним для використання у харчовій промисловості.

Гліцерин відіграє декілька важливих ролей у процесі гелеутворення. По-перше, він є гумектантом, тобто речовиною, яка забезпечує еластичність та гнучкість гелю. Це дозволяє отримати продукт з однорідною текстурою та приємною жувальною консистенцією.

По-друге, гліцерин виступає в якості зв'язуючого компонента та добре зберігає вологу. Він притягує та утримує воду, що допомагає підтримувати гелеву масу свіжою та м'якою протягом тривалого часу. Крім того, гліцерин є природним підсолоджувачем. Він додає легку солодкість до гелевої маси, що в свою чергу може покращити смакові відтінки желейних батончиків.

Досліджували механізм впливу різних дозувань гліцерину (зразок 1 - контроль; зразок 2 - 0,2 %; зразок 3 - 0,3 %; зразок 4 - 0,4 %) на пластичну міцність гелевої маси для виробництва батончиків у процесі вистойки. Вимірювання пластичної міцності здійснювали через кожні 10 хв до досягнення максимального значення пластичної міцності.

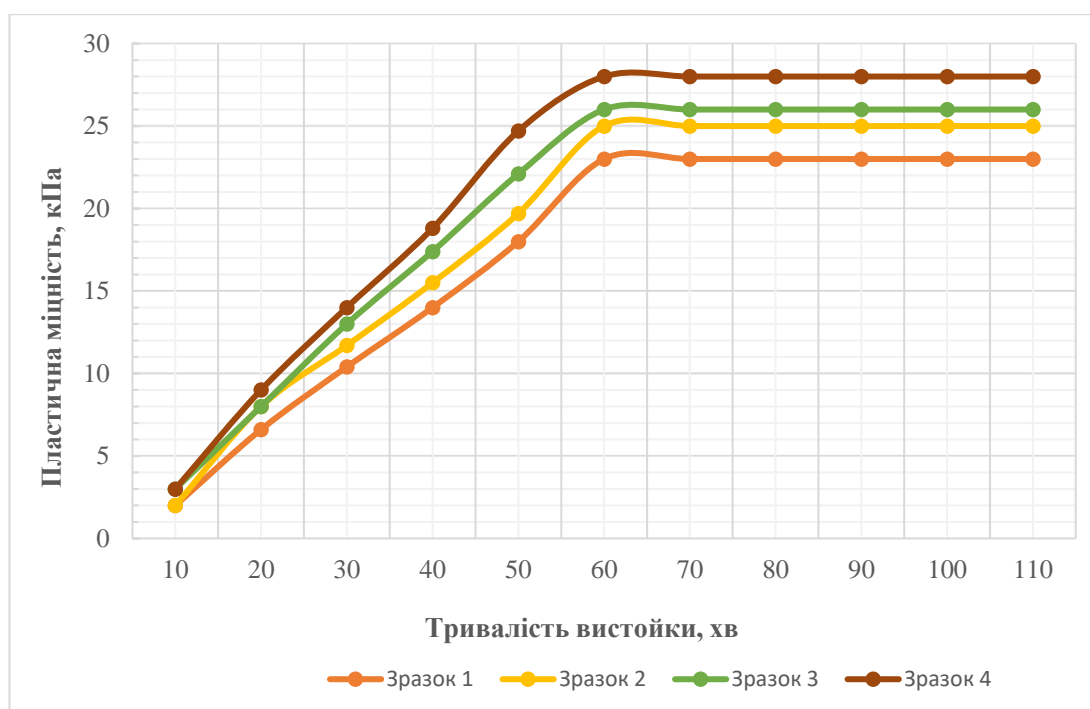


Рис. 4.1 - Динаміка зміни пластичної міцності желейної маси при різних дозах концентрації гліцерину.

Спостерігається зростання пластичної міцності желейної мармеладної маси зі збільшенням тривалості вистоювання, оскільки відбувається поступове зміцнення просторової сітки за рахунок взаємодії полярних груп макромолекул, іонізованих груп. Відбувається впорядкування щодо дільних ділянок молекул. Ці ділянки зазвичай орієнтуються паралельно одне одному, оскільки таке орієнтування сприяє зменшенню вільної енергії системи [45].

Додавання до рецептури желейного батончика гліцерину сприяє скороченню часу утворення драглеподібної структури (рисунок 4.1), оскільки гліцерин володіє високою водопоглинальною здатністю. Таким чином, вода поглинається із сольватних оболонок молекул агару, при цьому збільшується ступінь дегідратації, внаслідок чого процес формування студнів протікає швидше.

При внесенні концентрації гліцерину 0,2 % відбувається незначне збільшення пластичної міцності експериментальних зразків (25,3 кПа) порівняно з контролем (23,1 кПа) (рисунок 4.1, зразки 2; 1). При збільшенні дозування гліцерину від 0,2 до 0,3 %, незважаючи на подальше збільшення вологості, пластична міцність желейної маси значно зростає, тому що відбувається синергетична дія структуроутворюючих компонентів. За значенням пластичної міцності найбільш прийнятний зразок 4 (28,45 кПа), який містить максимальне дозування гліцерину (0,4 %). Але за органолептичними показниками він поступається зразкам 2 і 3. Контрольний зразок характеризується найменшим значенням пластичної міцності 23,1 кПа. Таким чином, раціональну сукупність властивостей має зразок 3, який містить 0,3 % гліцерину, при цьому його пластична міцність є досить високою та становить - 26,1 кПа.

#### **4.4 Визначення раціональних дозувань меду та борошна кунжутного у технології нового продукту**

Технологічний процес виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного містить наступні стадії: підготовка сировини, приготування рідкої системи на основі агару, змішування маси з додатковими компонентами, драглеутворення желейної маси, формування з подальшим

глазуруванням, вистоювання, фасування, пакування виробів.

Для встановлення раціональних дозувань додаткових компонентів, меду та борошна кунжутного, в технології батончиків желейних були виготовлені експериментальні зразки з різною кількістю дозувальних компонентів. За контроль обрано батончик Fizi без цукру з додаванням борошна мигдалю. В зразках, що досліджувались в якості структуроутворюючого компоненту використовували рідку систему «ага-вода-гліцерин», в якості підсолоджувача використовували мед соняшниковий, в якості безглютенового компонента, для підвищення харчової цінності використовували кунжутне борошно.

Встановлення раціональних дозувань меду соняшникового та борошна кунжутного визначали органолептичним методом. Для цього були підготовлені зразки з наступним дозуванням (табл. 4.3).

*Таблиця 4.3*

**Встановлення раціональних дозувань меду соняшникового та борошна кунжутного**

<b>Найменування зразка</b>	<b>Дозування меду та борошна кунжутного, %</b>
Контроль	-
Зразок 1	35:25
Зразок 2	30:30
Зразок 3	25:35
Зразок 4	25:40

На основі наведеної таблиці з дозуванням меду та борошна кунжутного у рецептурі батончика желейного було проведено оцінку органолептичних показників різних зразків.



Рис. 4.2 - Органолептичні показники експериментальних зразків батончиків желейних з додаванням меду та борошна кунжутного

Зразок № 3 з дозуванням меду та борошна кунжутного в співвідношенні 25:35 % відповідно, проявив найкращі органолептичні властивості, що робить його привабливим варіантом для виробництва. Він виділяється на тлі інших зразків своєю збалансованістю і гармонійним поєднанням компонентів. Його відмінна органолептична характеристика визначається декількома факторами.

По-перше, співвідношення 25:35 % меду та борошна кунжутного забезпечує оптимальну солодкість та аромат меду, який приємно поєднується з неперевершеним смаком кунжуту. Це створює гармонійну синергію між двома інгредієнтами і робить смак батончика насиченим та приємним для споживання.

По-друге, зразок № 3 має оптимальну текстуру, де відчуття м'якості та еластичності поєднується зі зручністю при пережовуванні. Це досягається завдяки правильному балансу агару, який використовується для створення желе-

подібної консистенції. Зразок № 3 має приємну жувальну текстуру, не занадто твердий або липкий, що забезпечує комфортне споживання.

Таблиця 4.4

**Органолептичні показники експериментальних зразків батончиків  
желейних з додаванням меду та борошна кунжутного**

Найменування зразка	Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Колір	Консистенція
Зразок 1	Притаманний батончикам, з помітними нерівностями	Надто солодкий, виражений смак меду	Занадто виражений запах меду	Яскраво-коричневий	Надто м'яка
Зразок 2	Притаманний батончикам, з помітними нерівностями	Солодкий, виражений смак меду	Притаманний мед та кунжуту	Яскраво-коричневий	Надто м'яка
Зразок 3	Притаманний батончикам, з рівною поверхнею	В міру солодкий зі смаком кунжуту	Притаманний мед та кунжуту	Янтарно-коричневий	В міру м'яка, еластична
Зразок 4	Притаманний батончикам, з рівною поверхнею	Занадто виражений смак кунжуту	Занадто виражений запах кунжуту	Коричневий	Надто крихка

Зразок № 1 з дозуванням 35 % меду та 25 % борошна кунжутного відрізняється від зразка № 3 надто вираженим солодким смаком. Це може зменшити баланс та гармонію смаку батончика, роблячи його менш привабливим для споживачів.

Зразок № 2 з дозуванням 30 % меду та 30 % борошна кунжутного має помірний смаковий баланс, але його текстура була менш еластичною та м'якою, порівняно зі зразком № 3. Це може вплинути на комфортність споживання батончика.

Зразок № 4 з дозуванням 25 % меду та 40 % борошна кунжутного мав виражений смак кунжутного борошна, який перебиває смак меду. Це може знизити приємність та баланс смаку батончика, що робить його менш привабливим для споживачів.



Отже, зразок № 3 з дозуванням меду та борошна кунжутного 25:35 % є оптимальним варіантом у технології виробництва батончиків желейних. Його збалансований смак, приємна текстура та тривалий термін зберігання зроблять його привабливим для споживачів. Крім того, використання меду та борошна кунжутного в рецептурі батончиків желейних додає природніх складників з поживними властивостями, що підкреслює сприятливий аспект цих продуктів для здорового харчування.

#### **4.5 Розробка рецептурного складу та технологічної схеми виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного**

Сьогодні у харчовій промисловості одним з перспективних напрямків технологічних розробок є виробництво продуктів, які задовольняють потреби швидкого та здорового харчування. Враховуючи це, ми вважаємо, що цей факт повинен бути врахований підприємствами, які спеціалізуються на виготовленні різноманітних батончиків, оскільки ці продукти часто використовуються як швидкий перекус.

Останнім часом споживачі все більше звертають увагу на харчові продукти, які містять корисні та поживні компоненти природного походження і мають відповідні органолептичні властивості. Нами запропоновано інноваційний підхід до виготовлення желейних батончиків шляхом включення до рецептури поживних інгредієнтів - меду та кунжутного борошна, для використання їх у кондитерській галузі та ресторанному господарстві.

Під час попередніх досліджень було встановлено, що ключовими складовими рецептури, які визначають структурно-механічні властивості готового желейного батончика, є агар, гліцерин, мед і кунжутне борошно. Гліцерин виконує роль з'єднувального елемента, який сполучає молекули агару, формуючи міцну просторову структуру начинки батончика. Додавання меду та кунжутного борошна до начинки також має позитивний вплив на ряд фізико-хімічних показників продукту.

У результаті дослідження аналітичних, органолептичних, структурно-механічних, фізико-хімічних та технологічних властивостей желейного батончика з медом та кунжутним борошном, були отримані дані, що стали підставою для подальшого наукового обґрунтування рецептури (див. Таблиця 4.5) та технології виробництва нового продукту (див. Рисунок 4.3).

Таблиця 4.5

**Рецептурний склад батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного на 1 шт**

№ п/п	Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Маса сировини, г		Нормативна документація, що регламентує вимоги до якості сировини
			На 1, шт		
			брутто	брутто	
1	Агар	83	0,5	0,5	ГОСТ 16280-2002
2	Гліцерин	98	0,15	0,15	ГОСТ 6824-96
3	Мед соняшниковий	80	12,5	12,5	ДСТУ 4497:2005
4	Борошно кунжутне	98	15	15	ДСТУ 7012:2009
5	Вода	-	17	17	ДСТУ 7525:2014
6	Глазур шоколадна	55	4,8	4,8	ДСТУ 4660:2017

Таблиця 4.6

**Рецептурний склад батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного на 1000 кг.**

№ п/п	Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Маса сировини, кг		Нормативна документація, що регламентує вимоги до якості сировини
			На 100, шт		
			брутто	нетто	
1	Агар	83	10	10	ГОСТ 16280-2002
2	Гліцерин	98	3	3	ГОСТ 6824-96
3	Мед соняшниковий	80	250	250	ДСТУ 4497:2005
4	Борошно кунжутне	98	300	300	ДСТУ 7012:2009

5	Вода	-	340	340	ДСТУ 7525:2014
6	Глазур шоколадна	55	96	96	ДСТУ 4660:2017

На рис. 4.3 представлена загальна технологічна схема та модель «структура системи» виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного

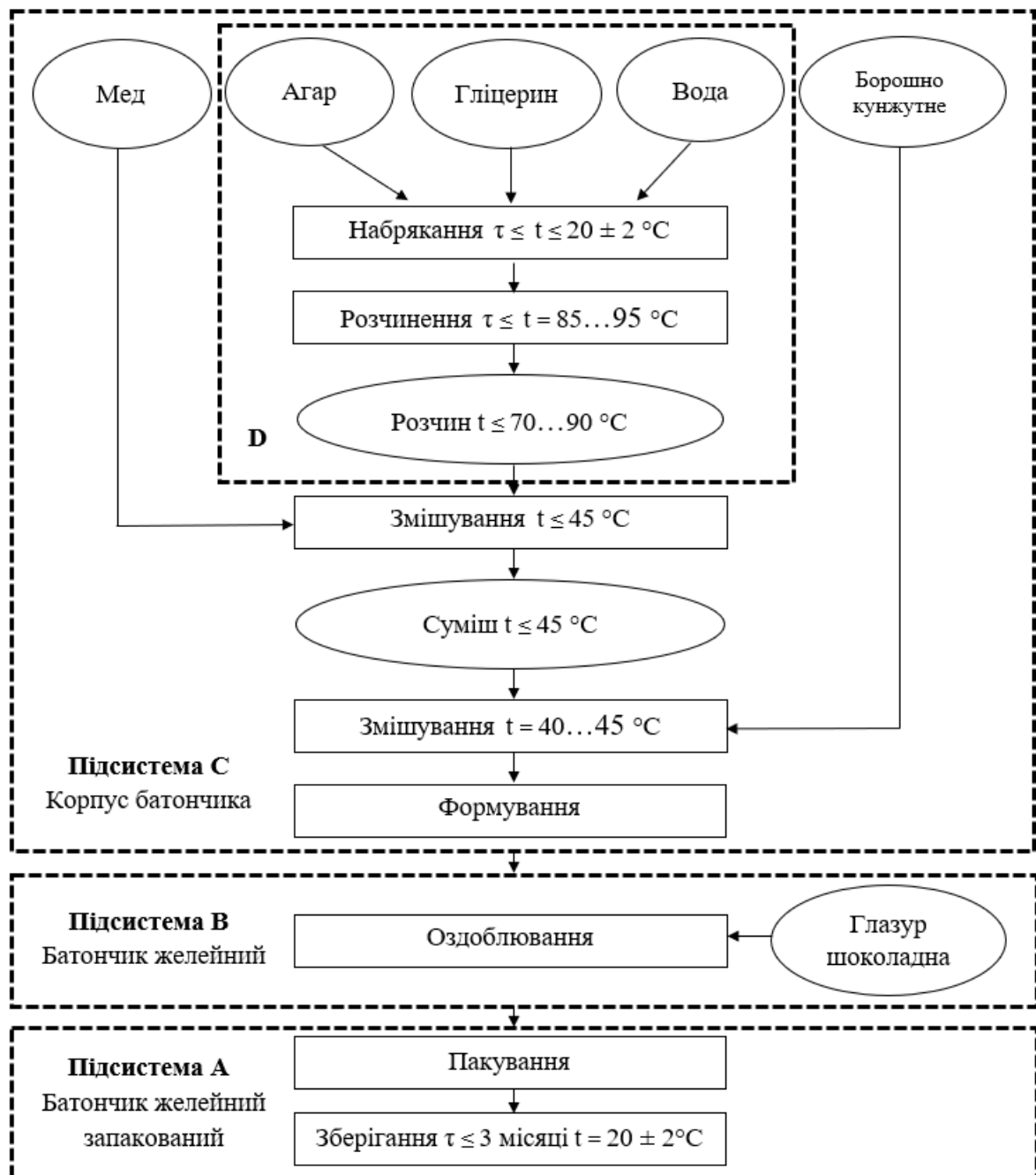


Рис. 4.3 - Технологічна схема та модель «структура системи» виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного

Процес приготування починається з підготовки агару. Його замочують у воді для набрякання. Далі додаємо гліцерин, який допомагає покращити текстуру і м'якість продукту. Залишаємо агар набрякати протягом 60...120 хв, щоб він увібрав достатню кількість рідини і став еластичним.

Після набрякання агару переходимо до наступного етапу. Розчиняємо агар при температурі 85...95 °С, де він повністю розчиняється і утворює однорідну суміш. Потім поступово охолоджуємо розчин до температури 40...45 °С та на цьому етапі додаємо мед. Після додавання меду масу ретельно змішують, щоб забезпечити однорідний розподіл інгредієнтів, далі додається кунжутне борошно, яке не тільки прикрашає продукт, але й надає йому додатковий смак та хрусткість.

Змішану однорідну масу, формуємо у вигляді батончика. Для цього масу розливаємо у відповідні форми або формуємо вручну. Після формування батончиків вони покриваються шоколадною глазур'ю, яка додає смакових ноток і забезпечує привабливий зовнішній вигляд продукту.

В таблиці 4.7 наведено опис структури технологічної системи виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного

*Таблиця 4.7*

**Структура технологічної системи виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного**

<b>Найменування підсистеми (етапу)</b>	<b>Операції</b>	<b>Характеристика функціонування підсистем (етапу)</b>
Д – структуроутворююча система «агар-вода-гліцерин»	- змішування; - набрякання; - розчинення.	Контроль кількості та якості. Забезпечення набрякання та розчинення.
С - приготування корпусу батончика	- змішування; - охолодження; - формування.	Контроль кількості та якості. Забезпечення охолодження та надання форми батончикам
В – приготування батончика желейного	- оздоблювання.	Контроль кількості та якості. Забезпечення оздоблювання готових батончиків
А – батончик желейний запакований	- пакування; - зберігання.	Забезпечення пакування та зберігання готової продукції

#### 4.6 Сенсорний аналіз органолептичних показників якості нового продукту батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного

Відповідно до оптимізованої рецептури покращених желейних батончиків, в яких використовується мед і кунжутне борошно, було проведено лабораторне виготовлення дослідних зразків. В рамках дослідження було оцінено фізико-хімічні та органолептичні показники якості цих батончиків.

Для проведення органолептичної оцінки дослідних зразків батончиків з використанням меду та кунжутного борошна була утворена дегустаційна комісія. Оцінка здійснювалася згідно вимог, встановлених у ДСТУ 2903:2005. Результати оцінки представлені у таблиці 4.8.

Покращені желейні батончики характеризувалися високими органолептичними показниками, отримали високі бальні оцінки, повністю відповідали стандарту і не поступалися за якістю продукту аналогу.

Таблиця 4.8

#### Органолептичні показники якості батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного та продукту аналогу

Найменування продукту	Частка меду та борошна кунжутного, %	Оцінка продукту по п'яти бальній шкалі					Загальна оцінка в балах
		Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Консистенція	Смак	
Батончики Fizi (продукт аналог)	-	4	5	5	4	4	22
Батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного	25:30	5	5	5	5	5	25

У рамках даного дослідження було проведено сенсорний аналіз

органолептичних показників якості нового продукту - батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного. Сенсорний аналіз включав оцінку зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку та консистенції. Показники оцінювалися за шкалою від 1 до 5 балів, де 1 відповідає найнижчій якості, а 5 - найвищій якості (рис. 1).

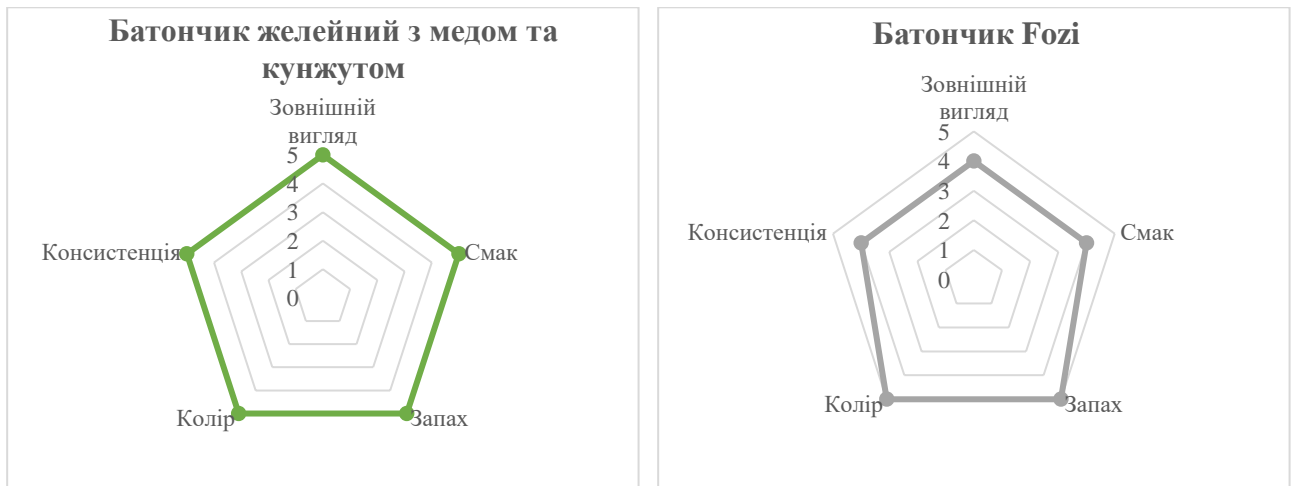


Рис. 4.4 - Органолептична оцінка досліджуваних батончиків

У порівнянні з продуктом аналогом (батончиками Fozi), було спостережено покращення органолептичних характеристик у батончиках желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

1) Зовнішній вигляд: батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного отримали оцінку 5, що свідчить про їх привабливий зовнішній вигляд. У порівнянні з батончиками Fozi, які отримали оцінку 4, було виявлено значне покращення поверхні нових розроблених батончиків.

2) Колір: обидва типи батончиків отримали оцінку 5, що свідчить про те, що обидва батончики мали насичений і привабливий колір.

3) Запах та смак: батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного отримали оцінку 5, оскільки мали оптимальну солодкість та аромат меду, який приємно поєднується з неперевершеним смаком кунжуту. Ця унікальна комбінація створює синергію між обома складовими, роблячи смак батончика насиченим та надзвичайно приємним для задоволення смакових рецепторів. Батончики Fozi отримали нижчу оцінку, оскільки мали надто виражений смак підсолоджувача та ледь помітний смак мигдалю.

4) Консистенція: обидва типи батончиків мали прийнятну консистенцію. Проте батончики з використанням меду та борошна кунжутного виділялися своєю винятковою текстурою, яка поєднує м'якість і пружність, надаючи їм особливу перевагу під час жування. Це досягається завдяки умілому використанню агару, який створює ідеальну желе-подібну текстуру. Також зразок не був надто твердим або липким. Його текстура легко розчиняється в роті, а м'якість і еластичність створюють приємні відчуття при кожному споживанні.

Загалом, на основі проведеного сенсорного аналізу органолептичних показників якості, було встановлено, що запропоновані нами батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного перевершували продукт аналог в більшості оцінюваних аспектів, таких як зовнішній вигляд, смак та консистенція. Вони виявилися привабливими, ароматними, смачними та мали вищу загальну оцінку порівняно з батончиками Fozi.

Таким чином, використання меду та борошна кунжутного у складі желейних батончиків сприяє поліпшенню їх органолептичних характеристик та якості (табл. 4.9).

*Таблиця 4.9*

**Характеристика органолептичних показників батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного**

<b>Назва показника</b>	<b>Характеристика</b>
Зовнішній вигляд та консистенція	Притаманний батончикам, з рівною поверхнею глазури
Смак та запах	Смак в міру солодкий зі смаком кунжуту. Запах притаманний меду та кунжуту
Колір	Янтарно-коричневий. Однорідний за всією масою, властивий використаним видам сировини.
Консистенція	Драгледоподібна, зтяжна консистенція. міру м'яка, еластична

#### 4.7 Розрахунок харчової, біологічної цінності та показників безпеки нової продукції

Аналіз харчової цінності батончиків (табл. 4.10) свідчить про те, що вміст білка в удосконалених нами батончиках практично не поступається контрольному зразку, проте в останніх спостерігається незначне зниження вмісту жирів.

Враховуючи високий вміст білка у розроблених желейних батончиках, було вивчено біологічну цінність збагаченого продукту. До складу рецептури крім основної сировини, входять додаткові джерела білка – мед соняшниковий та борошно кунжутне.

Таблиця 4.10

##### Харчова цінність досліджених батончиків, г/100 г

Варіант зразку	Вміст основних речовин			
	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	Енергетична цінність, ккал
Батончики (контроль)	22,1	23,6	51,6	542,0
Батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного	16,2	24,4	47,0	480,0

Відповідно до рекомендацій при збагаченні кондитерських виробів необхідно приділяти увагу збільшення вмісту вітамінів. Рівень досягнутого комплексного збагачення батончиків желейних представлено таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

##### Визначення вмісту вітамінів, мг/кг на 100 г

Показник	Батончики (контроль), мг/100 г	Батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного, мг/100 г
Вітамін В1	0,28	0,32
Вітамін В2	0,26	0,24
Вітамін В3	1,8	2,4



Вітамін С	0,12	0,18
Вітамін Е	0,37	0,35
Вітамін РР	3,46	3,81

В удосконалених батончиках желейних з використанням меду та борошна кунжутного використовуються сировинні компоненти, які відрізняються не лише своїм смаком і текстурою, але й високим потенціалом біологічно активних речовин, включаючи вітаміни. Тому можна вважати, що удосконалені желейні батончики без додавання цукру містять функціональні інгредієнти.

Важливими основоположними показниками якості термостабільних начинок начинки, за якими визначають їх придатність до споживання, є фізико-хімічні та мікробіологічні показники. Отримані батончики досліджувалися за такими основними фізико-хімічними показниками якості як масова частка вологи, масова частка сухих речовин, кислотність та масова частка глазури (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

#### Фізико-хімічні показники різних видів батончиків

Найменування показників	Батончик желейний з використанням меду та борошна кунжутного	Контрольний зразок	Метод визначення
	Показники		
Масова частка вологи, %	16,0	14,0	ДСТУ 4910:2008
Масова частка сухих речовин, %	75	73	ДСТУ 4910:2008
Загальна кислотність для батончиків желейних, град	8,4	9.1	ДСТУ 5024:2008
Масова частка глазури для батончика з глазур'ю %	11,0	13,0	ДСТУ 5076:2008

Батончик желейний з використанням меду та борошна кунжутного має вищу масову частку вологи (16,0% проти 14,0% у контрольному зразку), що

може вплинути на його тривалість зберігання та спричинити швидше псування продукту. Однак цей показник повністю відповідає нормам державного стандарту. Для забезпечення оптимальної якості і тривалості зберігання батончика, важливо зберігати його у правильних умовах, наприклад, в сухому та прохолодному місці.

Вища масова частка сухих речовин у батончику желейному з використанням меду та борошна кунжутного (75%) може сприяти підвищеній стійкості продукту до псування, а нижча кислотність може забезпечити більш стабільну якість протягом зберігання. Більша концентрація сухих речовин може допомогти зберегти текстуру і смак продукту протягом тривалого періоду зберігання.

Усі згадані показники відповідають нормам і не вказують на якісні проблеми з продуктом. Однак, враховуючи відмінності у складі та фізико-хімічних властивостях, можна очікувати нюанси у смаковому профілі, текстурі та тривалості зберігання між двома батончиками. Ретельне зберігання у відповідних умовах є ключовим для збереження якості продукту протягом його терміну придатності.

Нижче представлений вміст токсичних елементів та мікотоксинів у готових виробках (табл. 4.13). Усі значення вказані в таблиці відповідають нормативам та максимально допустимим рівням для цих речовин. Це свідчить про те, що батончик відповідає встановленим стандартам безпеки і якості.

*Таблиця 4.13*

**Вміст токсичних елементів у батончиках желейних з використанням меду та борошна кунжутного**

<b>Назва показника</b>	<b>Одиниця вимірювання</b>	<b>Значення</b>
Токсичні елементи:		
свинець	мг/кг	1,0
кадмій	мг/кг	0,1
мідь	мг/кг	5,00
цинк	мг/кг	10,00
миш'як	мг/кг	0,2

## Продовження таблиці 4.13

ртуть	мг/кг	0,01
Мікотоксини: патулін	Максимальний рівень мкг/кг	5,0
Радіонукліди:		
цезій -137	Бк/кг	40
стронцій-90	Бк/кг	5

Мікроорганізми, що наявні у сировині, з якої виготовляється кунжутне борошно, можуть засідати мікрофлору цього борошна. У процесі виробництва батончиків кількість і склад мікроорганізмів можуть змінюватися. Це важливо контролювати, оскільки мікроорганізми можуть впливати на якість продукту, спричиняючи небажані зміни.

В рамках нашого дослідження ми провели мікробіологічний аналіз батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного з метою оцінки його безпеки та якості. Результати мікробіологічного аналізу готового виробу були документовані і представлені у таблиці 4.14, яка містить відомості про наявність та кількість мікроорганізмів.

Таблиця 4.14

**Мікробіологічні показники досліджуваних батончиків**

Найменування показників	Допустимий рівень, не більше ніж	Метод контролювання
Загальна кількість бактерій	$10^4$	ДСТУ 7444:2013
Кількість патогенних бактерій (Salmonella, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus) в 25 г	Не знайдено	ДСТУ 8446:2015
Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^2$	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^2$	ДСТУ 8447:2015
Загальна кількість молочнокислих бактерій, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^7$	ДСТУ 7999:2015

#### 4.8 Визначення показників якості нового продукту та зміну їх властивостей під час зберігання

Один з аспектів, який потрібно враховувати, це зміна властивостей продукту під час зберігання. Під час тривалого зберігання батончика можуть відбуватися різні фізико-хімічні процеси, які можуть впливати на якість та стан продукту.

Один з таких показників - загальна кислотність, яка визначається концентрацією кислотних сполук у продукті. Зміна загальної кислотності може свідчити про процеси ферментації або окислення, які можуть впливати на смак, аромат та стійкість продукту. Контроль цього показника дозволяє забезпечити стабільність якості продукту протягом його зберігання.

На рис. 4.5 представлена динаміка зміни кислотності досліджуваних батончиків за умов зберігання в упаковці при температурі 20 °С.

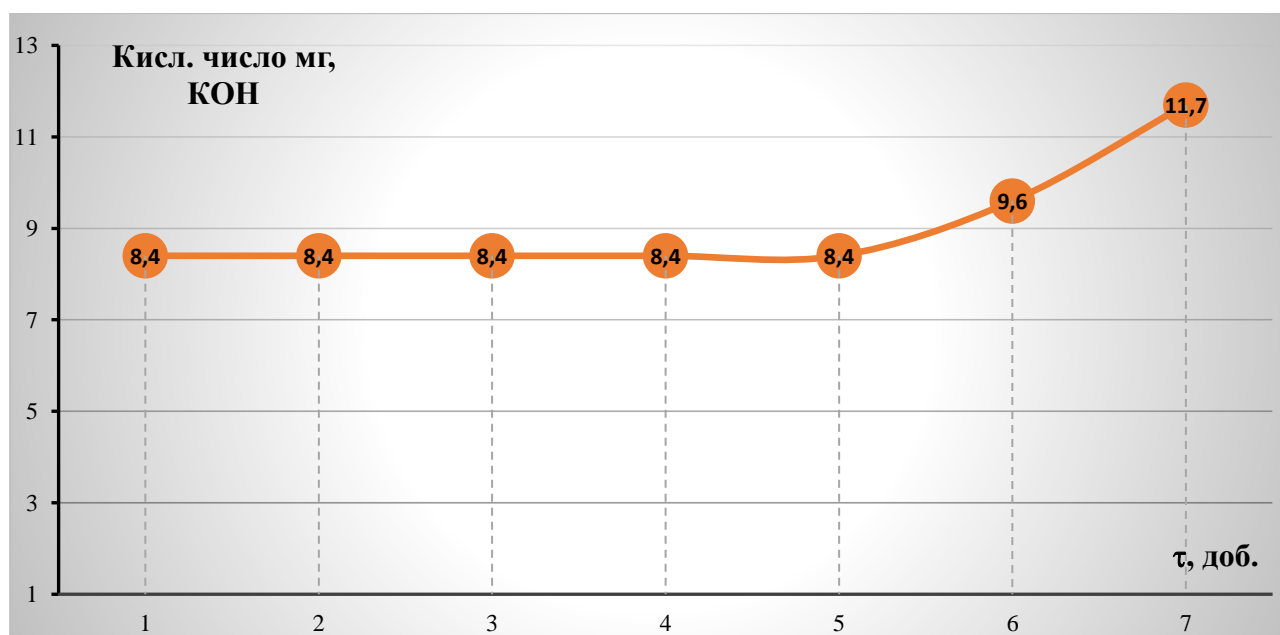


Рис. 4.5 - Динаміка зміни кислотності при зберіганні удосконалених батончиків

Аналізуючи зміни в кислотності під час 7-місячного зберігання удосконалених батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного, було встановлено, що окисні процеси залишалися стабільними протягом перших 5 місяців. Проте після 6 місяців зберігання відбулося незначне збільшення кислотності, а після 7 місяців спостерігалось значне підвищення до 11,7 град.

Дослідження термінів придатності, що встановлює виробник для батончиків, враховуючи види основної сировини та склад рецептури, показало, що тривалість придатності коливається від 3 до 5 місяців. У випадку удосконалених батончиків, що містять підвищений вміст жиру та значну кількість антиоксидантів, які розчиняються у воді та жири, було запропоновано придатність упакованих батончиків желейних з медом та кунжутним борошном від 3 до 6 місяців за умови зберігання при температурі 20 °С та відносній вологості повітря на рівні 60 %.

#### **Висновки до розділу 4.**

- Проведено аналіз властивостей меду соняшникового та борошна кунжутного з метою вивчення їх впливу на характеристики готового продукту. В результаті дослідження було встановлено, що ці інгредієнти сприяють створенню більш збалансованого складу батончика, надають йому природну солодкість, насичений аромат та значну кількість корисних поживних речовин. Завдяки цим властивостям, батончики желейні з медом та кунжутним борошном можуть бути привабливим вибором для тих, хто бажає поєднати задоволення від смаку з користю для здоров'я.

- Описано особливості технологічного процесу виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

- Здійснено аналіз процесу структуроутворення желейної маси на основі агару з додаванням гліцерину. Виявлено, що додавання гліцерину до рецептури желейних батончиків прискорює утворення драглеподібної структури, оскільки гліцерин має високу здатність до поглинання вологи. Це призводить до збільшення ступеня дегідратації, так як вода поглинається з сольватних оболонки молекул агару, що сприяє швидшому формуванню студнів. Досліджено, що оптимальна кількість гліцерину для досягнення задовільної пластичної міцності складає 0,3 %.

- Визначено раціональне дозування меду та борошна кунжутного у технології нового продукту. Встановлено, що зразок з дозуванням меду та

борошна кунжутного у співвідношенні 25:35% є найкращим варіантом для виробництва желейних батончиків. Цей зразок має збалансований смак, приємну текстур, а використання меду та борошна кунжутного в рецептурі додає природні складники з високою харчовою цінністю, підкреслюючи благотворні аспекти цих продуктів для здорового харчування.

- Розроблено рецептурний склад та технологічну схему виготовлення батончиків з використанням меду та борошна кунжутного.

- Проведено сенсорний аналіз органолептичних показників якості нового продукту батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного. За результатами проведеного аналізу було встановлено, що батончики, які ми запропонували, мали високі органолептичні характеристики. Вони були привабливими, ароматними та смачними, що підтверджується високими загальними оцінками.

- Проведено розрахунок харчової, біологічної цінності та показників безпечності нового батончика желейного, визначено показники якості нового продукту та зміну їх властивостей під час зберігання.

Одержані результати дозволяють зробити висновок, що отримані удосконалені желейні батончики з використанням меду та борошна кунжутного характеризуються високими показниками якості, а також високою біологічною та харчовою цінністю та можуть бути рекомендовані для здорового широкими верствами населення.

## РОЗДІЛ 5 РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ І ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ БАТОНЧИКІВ ЖЕЛЕЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕДУ ТА БОРОШНА КУНЖУТНОГО

Зазвичай, харчове виробництво складається з трьох основних етапів: підготовка сировини, безпосереднє перетворення та отримання готових продуктів. Ці етапи утворюють складну харчову-технологічну систему (ХТС). Сучасні великомасштабні харчові підприємства складаються з багатьох взаємопов'язаних підсистем, що мають ієрархічну структуру з трьома рівнями взаємозв'язків.

Харчова-технологічна система охоплює всі фізико-хімічні процеси і засоби, які використовуються для їх реалізації. Вона включає рецептурний склад, сам процес, параметри технологічних процесів і обладнання, на якому вони здійснюються, а також засоби контролю та управління процесами і зв'язками між ними.

Система взаємодіє з зовнішнім середовищем і може бути кількісно оцінена сукупністю вхідних змінних  $X$  і вихідних змінних  $Y$  (рис. 5.1).

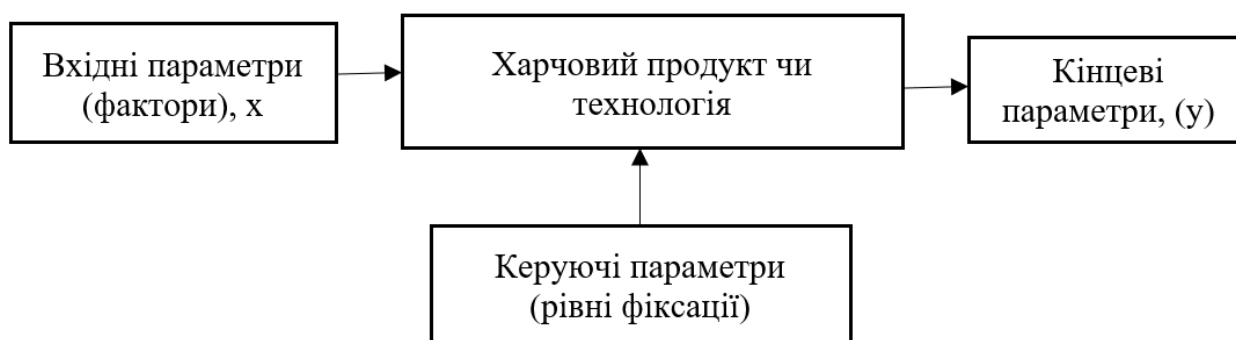


Рис. 5.1 - Найпростіша структура системи

Можна розглядати різні фактори як вхідні змінні у системі, такі як обсяг перероблюваної сировини, її склад, температура тощо. Серед вихідних результатів можуть бути кількість готового продукту, його концентрація, реологічні параметри, термін придатності, температура та інші характеристики. Для досягнення бажаних значень вихідних змінних використовуються керуючі змінні. Таким чином, ХТС представляє собою складний об'єкт, який можна розбити на складові підсистеми або елементи шляхом декомпозиції. Ці

підсистеми взаємопов'язані інформаційно між собою та, можливо, з навколишнім середовищем системи.

У традиційних методах виробництва харчових продуктів у ресторанному господарстві, часто застосовується емпіричний підхід при визначенні кількості інгредієнтів та параметрів технологічних операцій. Цей підхід не завжди обґрунтований з точки зору фізико-хімічних процесів, їх оптимальності та економічної доцільності. Такий підхід не використовує всі можливості сучасних технологічних систем і знижує конкурентоспроможність харчової продукції.

Науково обґрунтований підхід до проектування технологічних систем виробництва харчових продуктів вимагає активного використання математичних моделей для аналізу технологічних процесів і знаходження оптимальних рішень, що сприяють раціоналізації технологічного циклу виробництва харчових продуктів.

Завдання експериментально-статистичного моделювання, так само як будь-які наукові і технологічні задачі, вирішуються шляхом послідовного виконання кроків, що дозволяють пройти від постановки задачі до отримання розв'язків. Ці етапи є необхідними при розв'язанні будь-якої практичної задачі, використовуючи вказані методи.

Етап 1 - Визначення мети та завдань дослідження. На цьому етапі прямо встановлюються цілі та завдання, які потрібно вирішити під час проведення дослідження. Наприклад, це може бути задача оптимізації об'єкта дослідження. Також визначаються обсяги та джерела фінансування досліджень, а також засоби, необхідні для їх проведення.

Етап 2 - Виділення функцій відгуку. На цьому етапі проводиться аналіз всіх впливових змінних об'єкта, і вибираються ті змінні, які будуть використовуватися як функції відгуку в дослідженні. Функції відгуку можуть бути однією або декількома впливовими змінними. Зрозуміло, що ці змінні повинні відповідати меті та завданням дослідження, а також заданим критеріям для функцій відгуку. Крім того, на цьому етапі вибирають або встановлюють шкалу числових оцінок для функцій відгуку, обирають метод та визначають



похибку вимірювання необхідних впливових величин та реєстрацію результатів цих вимірювань.

Етап 3 - Виділення впливових факторів. Фактори, які будуть змінюватися у дослідженні, вибираються таким чином, щоб вони мали значний вплив на всі або більшість функцій відгуку. Крім того, ці фактори повинні відповідати вимогам, що ставляться до них. Якщо необхідно, може бути проведений аналіз результатів попередніх досліджень або здійснено невелику кількість експериментів для перевірки значущості впливу різних факторів. Вибір кількості факторів потребує великої відповідальності. Залучення зайвих факторів у дослідження може призвести до значного збільшення обсягу експериментів. У той же час, пропуск значущих факторів може призвести до отримання неповних та неточних результатів, що поставить під сумнів дослідження в цілому. Також на цьому етапі встановлюються діапазони значень факторів, вибираються їх основні рівні та інтервали варіації.

Етап 4 - Вибір типу експериментально-статистичної моделі та планування експерименту. На цьому етапі, враховуючи поставлену задачу та попередні дані про функції відгуку, вибирається тип майбутньої експериментально-статистичної моделі (наприклад, нелінійне програмування або багатфакторний експеримент). З урахуванням кількості обраних факторів визначається загальний вид моделі. На основі обраної моделі створюється план експерименту, встановлюється кількість окремих експериментів та умови їх проведення. Також на цьому етапі визначається кількість дослідів, які необхідно провести за однакових рівнів факторів - так званих паралельних дослідів.

Етап 5 - Здійснення плану експерименту. На цьому етапі проводиться пряме здійснення експериментальних досліджень. Очевидно, що дослідження проводяться у відповідності до планувальних умов. З точки зору статистики, під час реалізації експериментів важливо дотримуватись принципу рандомізації. Цей принцип передбачає, що окремі експерименти повинні проводитись не послідовно відповідно до плану, а у випадковому порядку. Особливо це стосується паралельних дослідів.

Етап 6 - Регресійний аналіз. Цей етап часто називають математичною обробкою результатів експерименту. Регресійний аналіз включає вирішення наступних завдань: оцінка повторюваності дослідів та виявлення значних помилок при їх проведенні, розрахунок числових оцінок коефіцієнтів експериментально-статистичної моделі, оцінка значущості окремих складових частин моделі - регресорів та оцінка адекватності отриманої моделі об'єкта дослідження.

Етап 7 - Пряме досягнення мети дослідження та вирішення поставлених задач з першого етапу на основі розроблених експериментально-статистичних моделей.

#### **Мета і завдання дослідження.**

Метою дослідження є оптимізація рецептурного складу батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного за вмістом білків, жирів та вуглеводів при одному з максимальних значень органолептики.

Для досягнення заданої цілі були виконані такі завдання:

1) Розробка ортогонального центрально-композиційного плану для чотирьох (n) факторів оптимізації рецептури батончиків желейних з використанням меду та кунжутного борошна. Фактори були фіксовані на п'яти рівнях з урахуванням мінімальних і максимальних значень рецептурних інгредієнтів при незмінних основних характеристиках страви.

2) Оцінка органолептичних властивостей кожної рецептурної композиції, визначеної під час експерименту.

3) Подання отриманих результатів у формі 3D-моделі для визначення найкращої рецептурної композиції.

4) Визначення співвідношення білків, жирів та вуглеводів у страві, яке наближене до оптимального співвідношення в раціоні дорослої середньостатистичної людини. Це було здійснено шляхом інтерпретації отриманих математичних даних за допомогою експериментальної мови, з урахуванням органолептичних показників.

5) Визначення вмісту мінеральних речовин у страві з урахуванням

кількісних показників оптимальної рецептурної композиції рецептурних інгредієнтів.

### Матеріали і методи дослідження

Для оцінки органолептичної якості готового продукту використовувалися аналітичні методи, зокрема якісний аналіз та метод профільного аналізу. Використання профільного методу полягало у представленні складного поняття органолептичного показника (такого як консистенція, смак або запах, колір) як сукупності складових (дескрипторів), які експертами оцінювалися за показниками якості, інтенсивності та послідовності прояву.

Для оптимізації була сформована функція відгуку у формі повного квадратного поліному другого порядку для  $n=4$ , який представлений в формулі 1. Для визначення коефіцієнтів поліному був використаний ортогональний центральньо-композиційний план другого порядку (ОЦКП).

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + b_{234}x_2x_3x_4 + b_{1234}x_1x_2x_3x_4 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{44}x_4^2 \quad (5.1)$$

Ортогональний центральньо-композиційний план (ОЦКП) є планом, у якому матриця планування  $X$  формується таким чином, що матриця  $C = XtX$  стає діагональною. Цей підхід застосовується для побудови планів другого порядку. Якщо всі точки плану розташовані симетрично щодо центру плану, то такий план називається центральним. ОЦКП є центральним симетричним прямокутним композиційним планом.

Для визначення ОЦКП, який може бути використаний у дослідженнях, застосовуються три загальновідомі критерії:

*t-критерій Ст'юдента/Ст'юдента* - це загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), які ґрунтуються на порівнянні з розподілом Ст'юдента. Найчастіше використовується для перевірки рівності середніх значень у двох вибірках.

*Критерій Кохрена* - використовується для порівняння трьох або більше вибірок однакового обсягу.

*F-тест або критерій Фішера* - це будь-який статистичний критерій, тестова

статистика якого має розподіл Фішера (F-розподіл), коли нульова гіпотеза виконується.

**Основна частина.** Одним з параметрів оптимізації є досягнення оптимального співвідношення між білками, жирами та вуглеводами у рецептурі, за умови забезпечення високої органолептичної якості. Згідно з раціональними нормами щоденного споживання основних поживних речовин, оптимальне співвідношення для дорослої людини складається у відношенні 1:1:4 для білків, жирів та вуглеводів відповідно. В ортогональному центральном-композиційному плані (ОЦКП) кожен фактор фіксується на п'яти рівнях, враховуючи максимальну та мінімальну кількість інгредієнтів, при цьому основні характеристики страви залишаються незмінними, як показано в таблиці 5.1. План експерименту, результати безпосередніх вимірювань та їх початковий аналіз представлені відповідно в таблицях 5.2 та 5.3.

*Таблиця 5.1*

**Рецептурні компоненти та рівні фіксації факторів, що впливають на оптимізацію рецептури батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного**

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	Агар	0,12	0,3	0,5	0,7	0,88	4	0	76
x2	Мед	4,8	7	12	17	19,2	0,8	0	74
x3	Кунжутне борошно	7,8	10	15	20	22,2	38,8	9,2	32
x4	Гліцерин	0,04	0,1	0,2	0,3	0,36	0	0	0
<b>Компоненти рецептури, що не є факторами в математичній моделі</b>		<b>Вміст в 1 порції нетто, г</b>					<b>Білки</b>	<b>Жири</b>	<b>Вуглеводи</b>
Вода		17					0	0	0
Глазур шоколадна		4,8					4	30	55

Таблиця 5.2

**Ортогональний центрально-композиційний план для чотирьох (n)  
факторів оптимізації рецептури батончиків желейних з використанням  
меду та борошна кунжутного (матриця планування)**

№	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>1</sub> <sup>2</sup> – 0,8	x <sub>2</sub> <sup>2</sup> – 0,8	x <sub>3</sub> <sup>2</sup> – 0,8	x <sub>4</sub> <sup>2</sup> – 0,8
1	1	1	1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
2	1	-1	1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
3	1	1	-1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
4	1	-1	-1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
5	1	1	1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
6	1	-1	1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
7	1	1	-1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
8	1	-1	-1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
9	1	1	-1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
10	1	-1	-1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
11	1	1	1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
12	1	-1	1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
13	1	1	-1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
14	1	-1	-1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
15	1	1	1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
16	1	-1	1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
17	1	-1,414	0	0	0	-0,80	-0,80	-0,80	1,20
18	1	1,414	0	0	0	-0,80	-0,80	-0,80	1,20
19	1	0	-1,414	0	0	-0,80	-0,80	1,20	-0,80
20	1	0	1,414	0	0	-0,80	-0,80	1,20	-0,80
21	1	0	0	-1,414	0	1,20	-0,80	-0,80	-0,80
22	1	0	0	1,414	0	1,20	-0,80	-0,80	-0,80
23	1	0	0	0	-1,414	-0,80	1,20	-0,80	-0,80
24	1	0	0	0	1,414	-0,80	1,20	-0,80	-0,80
25	1	0	0	0	0	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80

Таблиця 5.3

**Результати безпосередніх вимірювань**

№	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>4</sub>	$\bar{y}_j$	$s_j^2$	$\hat{y}$	$\bar{y}$	$s_{ад}^2$
1	7,9	1,8	22,2	12,41	11,1	73,23	11,1	11,6	0,258
2	7,9	1,8	21,8	10,56	10,5	70,16	10,5	10,6	0,004

*Продовження таблиці 5.3*

3	7,8	1,8	14,8	13,71	9,5	35,57	9,5	9,3	0,035
4	7,8	1,8	14,4	11,67	8,9	29,81	8,9	8,4	0,328
5	4,0	0,9	19,0	14,16	9,5	71,48	9,5	10,1	0,318
6	4,0	0,9	18,6	11,02	8,7	62,23	8,7	8,8	0,032
7	4,0	0,9	11,6	12,75	7,3	33,21	7,3	7,2	0,006
8	3,9	0,9	11,2	13,26	7,3	34,35	7,3	6,8	0,268
9	7,8	1,8	14,8	11,64	9,0	30,89	9,0	9,1	0,007
10	7,8	1,8	14,4	10,20	8,6	27,68	8,6	8,2	0,130
11	7,9	1,8	22,2	14,22	11,5	75,65	11,5	11,8	0,057
12	7,9	1,8	21,8	11,61	10,8	70,45	10,8	10,7	0,021
13	4,0	0,9	11,6	12,53	7,2	32,42	7,2	7,4	0,019
14	3,9	0,9	11,2	12,26	7,1	30,65	7,1	6,8	0,062
15	4,0	0,9	19,0	14,01	9,5	71,02	9,5	9,8	0,123
16	4,0	0,9	18,6	11,26	8,7	62,62	8,7	8,6	0,008
17	5,7	1,4	11,3	10,25	7,2	20,86	7,2	8,3	1,404
18	6,2	1,4	22,1	13,49	10,8	81,35	10,8	9,6	1,334
19	5,8	1,4	6,2	12,34	6,4	20,28	6,4	7,7	1,493
20	6,0	1,4	27,2	14,05	12,2	127,41	12,2	11,0	1,421
21	3,2	0,7	14,4	14,25	8,2	52,13	8,2	7,9	0,049
22	8,7	2,0	19,0	10,96	10,2	48,80	10,2	10,4	0,063
23	5,9	1,4	16,7	11,83	9,0	44,92	9,0	9,1	0,009
24	5,9	1,4	16,7	12,18	9,0	45,62	9,0	9,0	0,004
25	5,9	1,4	16,7	12,84	9,2	47,10	9,2	9,2	0,002

Внаслідок проведених досліджень було визначено коефіцієнти регресійного рівняння. Здійснений статистичний аналіз моделі в цілому, а також окремо аналізувалися коефіцієнти моделі. Отримані результати представлені в таблиці 5.4.

## Результати статистичного аналізу експерименту

	x0	x1	x2	x3	x4	$x_1^2 - 0,8$	$x_2^2 - 0,8$	$x_3^2 - 0,8$	$x_4^2 - 0,8$			
$\sum x_i \cdot y_{cp}$	227,5	9,2	23,3	17,5	-0,5	0,0	-0,6	0,6	-0,7			
$\sum x_i^2$	25	20,0	20,0	20,0	20,0	8,0	8,0	8,0	8,0			
b <sub>i</sub>	9,10	0,46	1,17	0,88	-0,03	0,00	-0,07	0,08	-0,09			
S <sup>2</sup> {b <sub>i</sub> }	8,13	0,87	0,87	0,87	0,87	2,17	2,17	2,17	2,17			
S{b <sub>i</sub> }	2,85	0,93	0,93	0,93	0,93	1,47	1,47	1,47	1,47			
t <sub>i</sub>	3,19	0,49	1,25	0,94	0,03	0,00	0,05	0,05	0,06			
t <sub>i</sub> -t <sub>кр</sub>	1,13	-1,57	-0,81	-1,12	-2,03	-2,06	-2,01	-2,01	-2,00			
	x1x2	x1x3	x1x4	x2x3	x2x4	x3x4	$\frac{x1x2}{x3}$	$\frac{x1x2}{x4}$	$\frac{x2x3}{x4}$	$\frac{x1x2x3}{x4}$		
$\sum x_i \cdot y_{cp}$	1,8	0,6	-1,3	0,5	0,1	0,0	-1,3	-0,1	-0,1	0,5		
$\sum x_i^2$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
b <sub>i</sub>	0,11	0,04	-0,08	0,03	0,00	0,00	-0,08	-0,01	-0,01	0,03		
S <sup>2</sup> {b <sub>i</sub> }	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08		
S{b <sub>i</sub> }	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04		
t <sub>i</sub>	0,11	0,03	0,08	0,03	0,00	0,00	0,08	0,01	0,01	0,03		
t <sub>i</sub> -t <sub>кр</sub>	-1,95	-2,03	-1,98	-2,03	-2,06	-2,06	-1,98	-2,05	-2,05	-2,03		
$\sum S_j^2$	1299,90			$\sum S_{ад}$			7,455					
S <sub>j2max</sub>	127,41			$S_{ад}^2$			0,3728		Sy <sup>2</sup>	52,00		
G	0,10			F			0,007169		α	0,05		
m-1	3,00			k <sub>1</sub>			4					
N	25,00			k <sub>2</sub>			20		f <sub>1</sub>	24,00		
G <sub>кр</sub>	0,19			F <sub>кр(табл.)</sub>			2,87					
G-G <sub>кр</sub>	- 0,09			F-F <sub>кр</sub>			- 2,862830779		t <sub>T</sub>	2,06		
(G < G <sub>кр</sub> ) дисперсія однорідна				F < F <sub>кр</sub> статистична модель значима, рівняння регресії надійне								

Після побудови ОЦКП та виконання необхідних обчислень, а також визначення рівняння регресії, надійне проведення полягає у заміні коефіцієнтів у формулі 5.1 на значення, отримані в ході досліджень. Це дозволяє встановити взаємозв'язок між рецептурними компонентами та їх впливом на показники оптимізації. В результаті отримана регресійна модель у кодованих одиницях має такий вигляд:

$$Y=9,10+0,46x_1+1,17x_2+0,88x_3-0,03x_4+0,11x_1x_2+0,04x_1x_3-0,08x_1x_4+0,03x_2x_3-0,08x_1x_2x_3-0,01x_1x_2x_4-0,01x_2x_3x_4+0,03x_1x_2x_3x_4-0,07x_2^2+0,08x_3^2-0,09x_4^2 \quad (5.2)$$

Для визначення оптимальної рецептурної композиції згідно з встановленими параметрами, була створена 3D модель методом згладжування найменших квадратів за допомогою програмного пакету для статистичного аналізу Statistica, яка зображена на рисунку 5.2. Після аналізу графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та рівняння регресії, було визначено зразок № 20 оптимальної рецептурної композиції (таблиці 5.1, 5.2, 5.3).

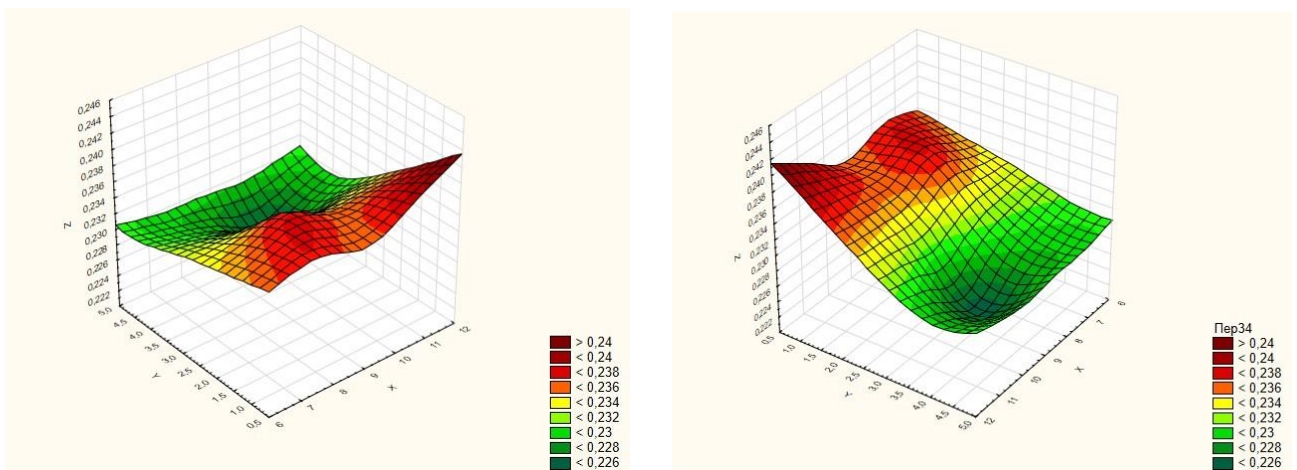


Рис. 5.2 - 3D модель оптимізації рецептурної композиції батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного

Відповідно до проведених досліджень та відображення в 3D моделі, показники досліду № 20 вказують на оптимальну рецептурну композицію. Кількість мінеральних речовин при цій оптимальній рецептурній композиції наведена в табл. 5, яка була встановлена в результаті досліджень.



**Кількість мінеральних речовин при оптимальній рецептурній композиції**

Рецептурні інгредієнти	Маса нетто, г	Мінеральний склад, мг				
		Са мг/маси інгр.	Р мг/мас и інгр.	Mg мг/мас и інгр.	Fe мг/мас и інгр.	I <sub>2</sub> мг/мас и інгр.
Агар	0,5	0	0	0	0	0
Мед	12,5	1,75	2,3	0,38	0,1	0,25
Кунжутне борошно	15	22,35	113,6	50,7	2,13	0
Гліцерин	0,2	0	0	0	0	0
Вода	17	0,8	0	0,2	0	0
Глазур шоколадна	14,8	4,29	19,2	15,24	0,8	0

**Результати та їх обговорення.** Інтерпретація моделі відбувається, коли модель перетворюється на мову експериментатора. Вплив фактору на параметр оптимізації визначається значенням коефіцієнта регресії. Якщо  $Y$  прагне до максимуму, то збільшення коефіцієнтів зі знаком "+" сприяє поліпшенню параметра оптимізації. Фактори, коефіцієнти яких є незначними з точки зору експериментатора з досвідом у даній сфері, не інтерпретуються і не мають суттєвого впливу на параметр оптимізації.

У дослідженнях взаємодія двох або більше факторів є найважливішою для функції відгуку. Згідно з рівнянням регресії, найбільший вплив на параметр оптимізації має взаємодія між факторами  $x_1$  та  $x_2$ , оскільки цей взаємозв'язок має найбільший коефіцієнт. Цей висновок підтверджується рівнянням регресії та обґрунтовується тим, що збільшення параметра оптимізації  $y_1$  (білок) відбувається переважно за рахунок збільшення факторів  $x_1$  та  $x_2$ , а збільшення параметра оптимізації  $y_3$  (вуглевод) залежить від збільшення фактору  $x_1$ . Збільшення параметра оптимізації  $y_2$  (жир) забезпечується факторами  $x_3$  та  $x_4$ , які містять значну кількість жиру, але майже не впливають на оптимізацію вмісту білка та вуглеводів, тому їх вплив на загальний параметр оптимізації є незначним, що підтверджується незначною величиною коефіцієнтів у рівнянні

регресії.

Якщо фактори, які не мають значного впливу на параметр оптимізації, присутні у парному, трьох або чотирьох факторних взаємозв'язках, то ці взаємозв'язки зводяться до менш значущого рівня. Тому в рецептурі страви найважливішими є вміст рису та прісноводних молюсків, оскільки вони мають найбільший вплив на оптимізацію рецептурної композиції. Інтерпретація надійного рівняння регресії, яке має однорідну дисперсію та статистичну значимість, є основним методом для прийняття вірних рішень щодо оптимізації.

Тому після аналізу графічних даних, результатів вимірювань та інтерпретації рівняння регресії було визначено зразок № 20, який має найближче до оптимального співвідношення білків, жирів та вуглеводів з органолептичною оцінкою 14,05. Важливою умовою при дослідженні рецептурної композиції є той факт, що при досягненні високих значень органолептики або співвідношення поживних речовин інші показники можуть мати незадовільні значення. Тому необхідно вибирати композицію з максимальним балансом факторів, навіть якщо це означає зниження деяких показників, і на це треба зосереджувати особливу увагу під час досліджень та інтерпретації результатів.

### **Висновки до розділу 5.**

Під час проведених досліджень було досягнуто поставленої мети - було оптимізовано рецептурний склад батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного і вирішено такі завдання:

1) Було розроблено ортогональний центрально-композиційний план з чотирма факторами оптимізації рецептури батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного. Була підтверджена однорідність дисперсії за допомогою G-критерію (Кохрена) при рівні значущості 0,05, значимість статистичної моделі та надійність рівняння регресії за допомогою F-критерію Фішера (табл. 5.4).

2) Була проведена органолептична оцінка кожної рецептурної композиції, визначеної в ході експерименту, застосовуючи якісні та метод профільного

аналізу.

3) Для визначення оптимальної рецептурної композиції було побудовано 3D модель (рис. 5.2) за допомогою методу згладжування найменших квадратів.

4) Після аналізу графічних даних, результатів вимірювань та інтерпретації рівняння регресії було визначено оптимальну рецептурну композицію, яка відповідає співвідношенню білків, жирів та вуглеводів і має органолептичну оцінку 14,05 (табл. 5.1, 5.2, 5.3).

5) За допомогою рецептурної композиції № 20 було визначено вміст мінеральних речовин, таких як Ca, P, Mg, Fe, I2, в одній порції (табл. 5.5).

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі наведено теоретичні передумови, науково обґрунтовано та експериментально підтверджено технологічні принципи створення батончика желейного на основі агару як структуроутворюючого компонента з використанням меду соняшникового в якості підсолоджувача з додаванням нетрадиційної сировини - борошна кунжутного як компонента, що забезпечує бажану харчову та біологічну цінність нового продукту.

Аналіз сучасних технологій та перспектив розвитку виробництва батончиків, підтвердив важливість дослідження полісахаридів як потенційних структуроутворювачів у технології виготовлення батончиків. Аналіз функціонально-технологічних властивостей агару в композиції з гліцерином виявив потенціал цього поєднання для створення структурних компонентів батончиків.

Для досягнення мети та завдань дослідження був розроблений план аналітичних та експериментальних робіт. Цей план спрямований на розробку та наукове обґрунтування технології виробництва желейних батончиків з використанням меду та борошна кунжутного. В ньому були виділені взаємопов'язані етапи аналізу наукових даних, обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу. Крім того, нову технологію було впроваджено у виробничий процес.

Були проведені різні фізико-хімічні, реологічні та дериватографічні дослідження модельних систем на основі агару у поєднанні з структурними компонентами начинки желейного батончика. Ці дослідження дозволили отримати більш детальну інформацію про властивості та поведінку системи під впливом різних факторів.

Проведено наукове обґрунтування впливу гліцерину на міцність гелеподібних систем на основі агару, фурацелларану, каппа-карагенану та желатину. Проведено дослідження впливу концентрацій рецептурних компонентів та температури на в'язкість модельних систем, зокрема: «агар-вода», «агар-вода- гліцерин», «агар-вода-гліцерин-мед», та «агар-вода-гліцерин-

мед-кунжутне борошно». Досліджено ІЧ спектри компонентів батончика желейного з використанням меду та порошку кунжутного.

Проведено аналіз властивостей меду соняшникового та борошна кунжутного з метою вивчення їх впливу на характеристики готового продукту. В результаті дослідження було встановлено, що ці інгредієнти сприяють створенню більш збалансованого складу батончика, надають йому природну солодкість, насичений аромат та значну кількість корисних поживних речовин.

Здійснено аналіз процесу структуроутворення желейної маси на основі агару з додаванням гліцерину. Визначено раціональне дозування меду та борошна кунжутного у технології нового продукту. Встановлено, що зразок з дозуванням меду та борошна кунжутного у співвідношенні 25:35% є найкращим варіантом для виробництва желейних батончиків. Розроблено рецептурний склад та технологічну схему виготовлення батончиків з використанням меду та борошна кунжутного.

Проведено сенсорний аналіз органолептичних показників якості нового продукту батончика желейного з використанням меду та борошна кунжутного, а також розрахунок харчової, біологічної цінності та показників безпечності нового батончика желейного, визначено показники якості нового продукту та зміну їх властивостей під час зберігання.

Було оптимізовано рецептурний склад батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного, а також проведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження нового продукту.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Краєвська С. П. Основні підходи до створення батончиків спеціалізованого призначення / С. П. Краєвська, Н. О. Стеценко // Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 22-23 березня 2017 р. – К. : НУХТ, 2017. – С. 64.
2. Товма Л. Ф. Обґрунтування інгредієнтного складу та розробка технології продукту спеціального споживання батончиків «Vitabar» / Л. Ф. Товма, І. Є. Морозов, В. В. Євлаш, С. Ю. Штриголь // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки. - 2019. - Вип. 19, т. 3. - С. 212-232.
3. Agbaje R., Hassan C. Z., Norlelawati A., Rahman A. A. and Huda-Faujan N. 2019. Development and physico-chemical analysis of granola formulated with puffed glutinous rice and selected dried Sunnah foods. *International Food Research Journal*. 23 (2). 498–506.
4. Sharma M. and Mridula D. 2015. Development and quality evaluation of maize-based fortified nutritious bar. *Agricultural Research*. 4 (1). 93–101.
5. Iuliano L., Gonzalez G., Casas N., Moncayo D. and Cote S. 2019. Development of an organic quinoa bar with amaranth and chia. *Food Science and Technology*. Vol. 1. 218–24.
6. Prazeres I. C., Carvalho A. V., Domingues A. F. N. and Abreu L. F. 2020. Preparing multicomponent snack bars based on tapioca flour, Brazil nut, and regional fruits. *Revista chilena de nutricion*. 47 (2). 190–99.
7. Saadat S., Akhtar S., Ismail T., Sharif M. K., Shabbir U., Ahmad N. and Ali A. 2020. Multilegume bar prepared from extruded legumes flour to address protein energy malnutrition. *Italian Journal of Food Science*. 32 (1). 167–80.
8. Vitorino K. C., Chambo A. P. S., Coradini M. F., Matiucci M. A., Michka J. M. G., Goes E. S. D., Goncalves A. A. and de Souza M. L. R. 2020. Cereal bars flavored with fish protein concentrate from different species. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 29 (1). 65– 72.
9. Kaur R., Ahluwalia P., Sachdev P. A. and Kaur A. 2018. Development of

gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. 55 (9). 3584–91.

10. Ramzan S. Oat: a novel therapeutic ingredient for food applications. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*. 9 (4). 756–60.

11. Munshi R., Kochhar A. and Kaur A. 2020. Nutrient selection and optimization to formulate a nutrient bar stable on storage and specific to women at risk of osteoporosis. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. 57. 3099–3107.

12. Karim A. A., Rajeev B. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*. 3. 563-576.

13. Haug I. J., Draget K. I. 2009. Handbook of hydrocolloids (Second edition). *Gelatin Series in Food Science, Technology and Nutrition*. 142-163.

14. Iakubuva O. S., Bekesheva A. A. 2018. Scientific rationale for the physical properties of fish gelatin. *Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series Fishing Industry*. 3. 132-140.

15. Tao H., Zong-cai T., Xinchen S., Xiaomei S., Hui W., Lu Z. and Nidhi B. 2019. Fish gelatin modifications: A comprehensive review *Trends in Food Science & Technology*. 86 260-269.

16. Da Silva R. S. G., Pinto L. A. A. I. 2012. Physical cross-linkers: alternatives to improve the mechanical properties of fish gelatin. *Food engineering reviews*. 4165-170.

17. A. Bono, S. Anisuzzaman, and O. W. Ding, (2014). "Effect of process conditions on the gel viscosity and gel strength of semi-refined carrageenan (SRC) produced from seaweed (*Kappaphycus alvarezii*)". *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 26(1): 3–9.

18. J. Venkatesan, B. Lowe, S. Anil, P. Manivasagan, A. A. A. Kheraif, K.-H. Kang, and S. - K. Kim, (2015). "Seaweed polysaccharides and their potential biomedical applications". *Starch-Stärke*. 67(5-6): 381–390.

19. J. Zhao, C. Sun, H. Li, X. Dong, and X. Zhang, (2020). "Studies on the physicochemical properties, gelling behavior and drug release performance of agar/ $\kappa$ -carrageenan mixed hydrogels". *International journal of biological macromolecules*

154: 878–887.

20. V. T. Bui, B. T. Nguyen, T. Nicolai, and F. Renou, (2019). “Mixed iota and kappa carrageenan gels in the presence of both calcium and potassium ions”. *Carbohydrate polymers* 223: 115107.

21. T. G. Polat, O. Duman, and S. Tunc, (2020). “Preparation and characterization of environmentally friendly agar/ $\kappa$ -carrageenan/montmorillonite nanocomposite hydrogels”. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 602: 124987.

22. D. Valderrama, J. Cai, N. Hishamunda, and N. Ridler, (2013). “Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming”. *Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 580*.

23. B. Arifin, A. Bono, A. Prabakar, N. Siambun, and R. Mubin. “Extraction, clarification and physical characteristics of carrageenan from seaweed (*Eucheuma cottonii*)”. In: *Proceedings of International Conference on Chemical and Bioprocess Engineering, Universiti Malaysia Sabah and Kota Kinabalu. 2003*.

24. N. Rhein-Knudsen, M. T. Ale, and A. S. Meyer, (2015). “Seaweed hydrocolloid production: an update on enzyme assisted extraction and modification technologies”. *Marine drugs*. 13(6). 3340–3359.

25. J. Necas and L. Bartosikova, (2013). “Carrageenan: a review”. *Veterinarni medicina*. 58( 4).

26. A. I. Usov, (2011). “Polysaccharides of the red algae”. *Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry*. 65. 115–217.

27. T. Barbeyron, G. Michel, P. Potin, B. Henrissat, and B. Kloareg, (2000). “ $\iota$ -Carrageenases constitute a novel family of glycoside hydrolases, unrelated to that of  $\kappa$ -carrageenases”. *Journal of Biological Chemistry*. 275 (45). 35499–35505.

28. V. L. Campo, D. F. Kawano, D. B. da Silva Jr, and I. Carvalho, (2009). “Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis—A review”. *Carbohydrate polymers*. 77 (2). 167–180.

29. E. M. Vilén, L. C. Lundqvist, D. Jouanneau, W. Helbert, and C. Sandstrom, (2010). “NMR study on hydroxy protons of  $\kappa$ - and  $\kappa/\mu$ -hybrid carrageenan



oligosaccharides: experimental evidence of hydrogen bonding and chemical exchange interactions in  $\kappa/\mu$  oligosaccharides". *Biomacromolecules*. 11 (12). 3487–3494.

30. D. Mondal, A. Ghosh, K. Prasad, S. Singh, N. Bhatt, S. Zodape, J. P. Chaudhary, J. Chaudhari, P. B. Chatterjee, A. Seth, et al., (2015). "Elimination of gibberellin from *Kappaphycus alvarezii* seaweed sap foliar spray enhances corn stover production without compromising the grain yield advantage". *Plant Growth Regulation*. 75 (3). 657–666.

31. Khotimchenko, M. Pectin polymers for colon-targeted antitumor drug delivery. *International Journal of Biological Macromolecules*. (2020). Vol. 158. P. 1110-1124

32. Baldino N., Mileti O., Lupi F. R., Gabriele D. Rheological surface properties of commercial citrus pectins at different pH and concentration. *LWT - Food Sci. Technol.* (2018). 93, 124–130.

33. Picot-Allain, M.C.N., Ramasawmy, B., Emmambux, M.N.: Extraction, Characterisation, and Application of Pectin from Tropical and Sub-Tropical Fruits: A Review. *Food Rev. Int.* (2020). P. 282-312.

34. Senit J. J., Velasco D., Gomez Manrique A., Sanchez-Barba M., Toledo J. M., Santos V. E., Garcia Ochoa F., Yustos P., Ladero M. (2019). Orange peel waste upstream integrated processing to terpenes, phenolics, pectin and monosaccharides: Optimization approaches. *Ind. Crops Prod.* 134. 370–381.

35. Mellinas C., Ramos M., Jimenez A., Garrigos M. C. Recent Trends in the Use of Pectin from AgroWaste Residues as a Natural-Based Biopolymer for Food Packaging Applications. *Materials (Basel)*. (2020). 13. 673.

36. Mudgil D. The Interaction Between Insoluble and Soluble Fiber. In: Samaan, R. (ed.) *Dietary Fiber for the Prevention of Cardiovascular Disease*. Elsevier Inc. (2017). p. 35–59.

37. Polanco-Lugo E., Martínez-Castillo J. I., Cuevas-Bernardino J. C., González-Flores T., Valdez Ojeda R., Pacheco N., Ayora-Talavera T. Citrus pectin obtained by ultrasound-assisted extraction: Physicochemical, structural, rheological and functional properties. *CyTA – Journal of Food*. (2019). 17 463–471.

38. Bower J. A., Whitten, R. (2000). Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*. 15(3). 327–345.
39. Barcenas M. E., O-Keller J. D. L., Rosell C. M. (2009). Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). *Journal of Food Engineering*. 94. 241–247.
40. Covino R., Monteiro A. R. G., Scapim M. R. S., Marques D. R., Benossi L., & Monteiro C. C. F. (2015). Manufacturing cereal bars with high nutritional value through experimental design. *Acta Scientiarum-Technology*. 37(1). 149–154.
41. da Silva E. P., Siqueira H. H., do Lago R. C., Rosell C. M., Vilas Boas E. V. D. B. (2014). Developing fruit-based nutritious snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94(1). 52–56.
42. Gomez M., Ronda F., Caballero P. A., Blanco C. A., Rosell C. M. (2007). Functionality of diferente hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*. 21. 167–173.
43. Gutkoski L. C., Bonamigo J. M. A., Teixeira D. M. F., Pedo I. (2007). Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar [Development of oat based cereal bars with high dietary fiber content]. *Food Science and Technology (Campinas)*. 27(2). 355– 363.
44. Kohajdova. Z., Karovicova J. (2009). Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical Papers*. 63(1). 26–38.
45. Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M., Belc N., Biliaderis C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engeneering*. 70. 1033–1047.
46. Pehanich M. (2003). No holds barred. *Prepared Foods*. 172(3). 79– 80.
47. Sousa A., Velho M., Alves M., Pinheiro R. (2019). Hydrocolloids effect on coating batter and on organoleptic properties of rissol regenerated in oven and comparison with deep-frying process. *Millenium - Journal of Education, Technologies, and Health*. 2(8). 69–78.
48. Choo W. S., Yong W. K. (2011). Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Advances in Applied Science Research*. 2(3). 418–425.

49. Correa, R. C., Peralta R. M., Haminiuk C. W., Maciel G. M., Bracht A., Ferreira I. C. (2016). The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit). *Trends in Food Science & Technology*. 58. 79–95.
50. He X., Luan F., Yang Y., Wang Z., Zhao Z., Fang J., et al., (2020). *Passiflora edulis*: An insight into current researches on phytochemistry and pharmacology. *Frontiers in pharmacology*. 11. 617.
51. Abu-Jdayil B., Al-Malah K., Asoud, H. (2002). Rheological characterization of milled sesame (tehneh). *Food Hydrocolloids*. 16(1). 55–61.
52. Asghar A., Majeed M. N., Akhtar M. N. (2014). A review on the utilization of sesame as functional food. *American Journal of Food and Nutrition*. 4(1). 21–34.
53. Bagheri F., Radi M., Amiri, S. (2014). Use of sweetener stevioside for produce dietary breakfast cream. *Agriculture Science Developments*. 3 (9). 284–291.
54. Borchani C., Besbes S., Blecker C., Attia H. (2010). Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. *Journal of Agriculture Science and Technology*. 12. 585–596.
55. Gabsi K., Trigui M., Barrington S., Helal A. N., Taherian A. R. (2013). Evaluation of rheological properties of date syrup. *Journal of Food Engineering*. 117(1). 165–172.
56. Hou L.-X., Li C.-C., Wang X.-D. (2018). Physicochemical, rheological and sensory properties of different Brands of Sesame Pastes. *Journal of Oleo Science*. 67(10). 1291–1298.
57. Maqsood S., Adiamo O., Ahmad M., Mudgil P. (2019). Bioactive compounds from date fruit and seed as potential nutraceutical and functional food ingredients. *Food Chemistry*. 308. 125522.
58. Megala P., Hymavathi T. V. (2011). Inulin and Fructooligosaccharides Incorporated Functional Fruit Bars. *World academy of science, engineering and technol*. 59. 11–25.
59. Nagendra Prasad M., Sanjay K., Prasad D., Vijay N., Kothari R.,

Nanjunda Swamy S. (2012). A review on nutritional and nutraceutical properties of sesame. *Journal of Nutrition and Food Science*. 2(127). 2.

60. Zhang C.-R., Aldosari S. A., Vidyasagar P. S., Shukla P., Nair M. G. (2017). Health-benefits of date fruits produced in Saudi Arabia based on in vitro antioxidant, anti-inflammatory and human tumor cell proliferation inhibitory assays. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 16(3). 287–293.

61. Carvalho M. G., Costa J. M. C., Rodrigues M. C. P., Sousa P. H. M., Clemente E. (2011). Formulation and sensory acceptance of cereal-bars made with almonds of chichá, sapucaia and gurguéia nuts. *The Open Food Science Journal*. 5(1). 26-30.

62. Friedrichsen J. S. A., Saqueti B. H. F., Bruni A. R. S. Development of a cereal bar with the addition of sweet potato flour, collagen and betaine: review of the ingredients used and feasibility. *Research Society and Development*. 2022. 11(13).

63. Huang X. Hsieh F.H. 2005. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. *J. Food Sci.* 70. 177–186.

64. Phimpharian C., Jangchud A., Jangchud K., Therdthai N., Prinyawiwatkul W. No H.K. 2011. Physico-chemical characteristics and sensory optimisation of a pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. *Int. J. Food Sci. Technol.* 46. 972–981.

65. Sousa A.M., Borges J., Silva A.F., Goncalves M.P. Influence of the extraction process on the rheological and structural properties of agars. *Carbohydrate Polymers*. 2013. Vol. 96, N 1. p. 163–171.

66. Usov A.I. Polysaccharides of the red algae. *Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry*. 2011. Vol. 65, p. 115–217.

67. Delattre C., Fenoradosoa T.A., Michaud P. Galactans: An Overview of their Most Important Sourcing and Applications as Natural Polysaccharides. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2011. Vol. 54 (6). p. 1075–1092.

68. Usov A.I. Sulfated polysaccharides of the red seaweeds. *Food Hydrocolloids*. 1992. 1. p. 9–23.

69. Usov A.I. Structural analysis of red seaweed galactans of agar and

carrageenan groups. *Food Hydrocolloids*. 1998. Vol. 12(3). p. 301–308.

70. Labropoulos K.C., Niesz D.E., Danforth S.C., Kevrekidis P.G. Dynamic rheology of agar gels: theory and experiments. Part I. Development of a rheological model. *Carbohydrate Polymers*. 2002. Vol. 50(4). p. 393–406.

71. Nordqvist D., Vilgis T.A. Rheological Study of the Gelation Process of Agarose-Based Solutions. *Food Biophysics*. 2011. Vol. 6(4). p. 450.

72. Arham R., Mulyati M.T., Metusalach M. and Salengke S. Physical and mechanical properties of agar based edible film with glycerol plasticizer. *International Food Research Journal*. (2016). 23(4). 1669-1675.

73. Nemet N.T., Soso V.M. Lazic V.L. 2010. Effect of glycerol content and pH value of film-forming solution on the functional properties of protein-based edible films. *APTEFF*. 41. 57-67.

74. Sudaryati H.P., Mulyani S.T. Hansyah, E.R. 2010. Physical and mechanical properties of edible film from porang (*Amorphophallus oncophyllus*) flour and carboxymethyl-cellulose. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(3). 196-201.

75. Ahmadi R., Kalbasi-Ashtari A., Oromiehie A., Yarmand M.S. Jahandideh F. 2012. Development and characterization of a novel biodegradable edible film obtained from psyllium seed (*Plantago ovata* Forsk). *Journal of Food Engineering*. 109. 745-751.

76. Vieira M. G. A. Da Silva M. A., Dos Santos L. O. Beppu M. M. 2011. Natural-based plasticizers and biopolymer films: a review. *European Polymer Journal*. 47. 254-263.

77. Bourtoom T. 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend films from rice starch-chitosan. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 30(1). 149-155.

78. Ramos O. L., Reinas I., Silva S. I., Fernandes J. C., Cerqueira M. A., Pereira R. N., Vicente A. A., Pocas M. F., Pintado M. E. Malcata F. X. 2013. Effect of whey protein purity and glycerol content upon physical properties of edible films manufactured therefrom. *Food Hydrocolloids*. 30. 110-122.

79. Sanyang M. L., Sapuan S. M., Jawaid M., Ishak M. R. Sahari J. 2015.

Effect of glycerol and sorbitol plasticizers on physical and thermal properties of sugar palm starch based films. In Bulucea, A (Ed). Proceedings of the 13th International Conference on Environment, Ecosystems and Development (EED '15). p. 157.

80. Demchenko D. V., Pozharitskaya O. N., Shikov A. N. *et al.* Rheological Study of Agar Hydrogels for Soft Capsule Shells. *Pharm Chem J.* (2014). 47. 556–558.

81. Venugopal V. 2011. Marine Polysaccharides: Food Applications. Boca Raton: CRC Press.

82. Wu Y., Geng F., Chang P. R., Yu J. Ma X. 2009. Effect of agar on the microstructure and performance of potato starch film. *Carbohydrate Polymers.* 76. 299-304.

83. Sobral P. J. A., Menegalli F. C., Hubinger M. D., Roques M.A. 2001. Mechanical, water vapor marrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloid.* 15. 423-432.

84. Herliany N. E., Santoso J., Salamah E. 2013. Characteristics of biofilm-based on carrageenan. *Jurnal Akuatika.* 4(1).10-20.

85. Katili S., Harsunu B. T., Irawan S. 2013. Effect of plasticizer concentration of glycerol and chitosan compositions in the solvent on the physical properties of chitosan edible film. *Jurnal Teknologi.* 6(1). 29-38.

86. Oses J., Fernandez-Pan I., Mendoza M., Mate J. I. 2009. Stability of the mechanical properties of edible films based on whey protein isolate during storage at different relative humidity. *Food Hydrocolloids.* 23. 125-131.

87. Oakenfull D, Glicksman M. (2009). Gelling agents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 26(1). 1–25.

88. Yapeng Fang, Hongbin Zhang, Katsuyoshi Nishinari (2021). Food Hydrocolloids: Functionalities and Applications. *Springer Nature Singapore Pte Ltd.* ISBN 978-981-16-0319-8. p. 524.

89. Alan Imeson (2011). Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. *John Wiley & Sons.* ISBN 1405132671. p. 368.

90. Shakeel Ahmed, Aisverya Soundararajan (2018). Marine Polysaccharides: Advances and Multifaceted Applications. *CRC Press.* ISBN

0429608187. p. 322.

91. Holdt S. L., Kraan S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation, *J. Appl. Phycol.* 23. p. 543–597.

92. Venugopal V. (2011). *Marine Polysaccharides—Food Applications*. CRC Press. Boca Raton. FL.

93. Blakemore W. R., Harpell A. R. (2010). Carrageenan. In Imeson, A. (ed.) *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents* (Wiley-Blackwell, Chichester). p. 73–94.

94. Candogan K., Kolsarici N. (2003). The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Sci.* 64. p. 199–206.

95. Mahmoud Nasrollahzadeh (2021). *Biopolymer-Based Metal Nanoparticle Chemistry for Sustainable Applications: Volume 2: Applications*. Elsevier. ISBN 0323898912. p. 724.

96. James N. BeMiller (2018). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* Third Edition. Elsevier. ISBN 0128134380. p. 440.

97. Vagner De Alencar Arnaut De Toledo, Emerson Dechechi Chambo. *Honey Analysis: New Advances and Challenges*. BoD – Books on Demand, London, United Kingdom. 2020.

98. Eva Crane. *A Book of Honey*. Northern Bee Books. 2019.

99. Victor R. Preedy. *Processing and Impact on Active Components in Food*. Academic Press, USA. 2014.

100. Joseph F. Zayas. *Functionality of Proteins in Food*. Springer Science & Business Media, Germany. 2012.

101. Hubsnyi S., Muzyka Ya., Foshchan A., Evlash V., Kaluhyn O. Rheological properties of aqueous solutions of agar, gelatin and their mixtures for jelly products. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Chemistry.* (2018). 31. 64-78.

102. Martínez-Sanz M., Gomez-Mascaraque L. G., Ballester A. R., Martinez-Abad A., Brodkorb A., Lopez-Rubio A. Production of unpurified agar-based extracts from red seaweed *Gelidium sesquipedale* by means of simplified extraction protocols.

Algal Res. 2019. 38. 101420.

103. Armisen R., Gaiatas F. 4—Agar. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition, handbook of hydrocolloids, 2nd edn. Woodhead Publishing. 2009. 82–107.

104. Barbara H Stuart. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. University of Technology. Sydney. Australia. 2004.

105. Madera-Santana T.J., Freile-Pelegrín Y., Azamar-Barrios J.A. Physicochemical and morphological properties of plasticized poly(vinyl alcohol)-agar biodegradable films. *Int. J. Biol. Macromol.* 2014. 69. 176-184.

106. Alpaslan D., Dudu T.E., Aktaş N. Synthesis and characterization of novel organo-hydrogel based agar, glycerol and peppermint oil as a natural drug carrier/release material. *Mater. Sci. Eng. C.* 2021. 118. 111534.

107. Sinaga M. Z. E., Gea S., Zuhra C. F., Sihombing Y. A., Zaidar E., Sebayang F., Ningsih T. U. The effect of plasticizers and chitosan concentration on the structure and properties of *Gracilaria* sp.-based thin films for food packaging purpose. *Polimery.* 2021. 66 (2).

108. Fathiraja P., Gopalrajan S., Karunanithi M., Nagarajan M., Obaiah M. C., Durairaj S., Neethirajan N. Response surface methodology model to optimize concentration of agar, alginate and carrageenan for the improved properties of biopolymer film. *Polym. Bull.* 2022. 79. 6211–6237.

109. Elhefian E. A., Nasef M. M., Yahaya A. H. Preparation and characterization of chitosan/agar blended films: part 2. Thermal, mechanical, and surface properties. *E-J Chem.* 2012. 9(2). 510–516.

110. Fathiraja P., Gopalrajan S., Karunanithi M., Nagarajan M., Obaiah M. C., Durairaj S., Neethirajan N. Development of a biodegradable composite film from chitosan, agar and glycerol based on optimization process by response surface methodology. *Cellulose Chemistry and Technology.* 2021. 55 (7-8). 849-865.

111. Campa-Siqueiros P. I., Vargas-Arispuro I., Quintana-Owen P., Freile-Pelegrín Y., Azamar-Barrios J. A., Madera-Santana T. J. Physicochemical and transport properties of biodegradable agar films impregnated with natural



semiochemical based-on hydroalcoholic garlic extract. *Int. J. Biol. Macromol.* 2020. 151. 27-35.

112. Wu Y., Geng F., Chang P. R., Yu J., Ma X. Effect of agar on the microstructure and performance of potato starch film. *Carbohydr. Polym.* 2009. 76. 299-304.

113. Phillips G., Williams P. *Handbook of Hydrocolloids*. Second Edition, 2009.

114. Elhefian E., Nasef M., Yahaya A. Preparation and Characterization of Chitosan/Agar Blended Films: Part 1. Chemical Structure and Morphology. *J. Chem.* 2012. 9. 1431–1439.

115. Rochas C., Lahaye M., Yaphe W. Sulfate content of carrageenan and agar determined by infrared spectroscopy. *Bot. Mar.* 1986. 29. 335-340.

116. Shahnaz L., Shehnaz H., Haider A. Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopic investigations of four agarophytes from northern Arabian sea. *Bangladesh J. Bot.* 2019. 48.

117. Yuki Kataoka, Norio Kitadai, Osamu Hisatomi, Satoru Nakashima Nature of Hydrogen Bonding of Water Molecules in Aqueous Solutions of Glycerol by Attenuated Total Reflection (ATR) Infrared Spectroscopy / *Applied Spectroscopy V.* 65(4). 2011 436-441.

118. Tykhonov O.I., Tykhonova S.O., Yarnykh T.H., Shpychak O.S., Podorozhna L.N., Zuikina S.S., Andrieieva I.V., Bohutskaia Ye.Ie. Natural honey in medicine and pharmacy (origin, properties, application, medicinal preparations): *Monohrafiia; Kharkiv: Oryhinal.* 2010. 263.

119. Formosa J. P., Lia F., Mifsud D., Farrugia C. Application of ATR-FT-MIR for Tracing the Geographical Origin of Honey Produced in the Maltese Islands. *Foods.* 2020. 9. 710.

120. Sahlan M., Karwita S., Gozan M., Hermansyah H., Yohda M., Young Je Yoo Y. J., Pratami D. K. Identification and classification of honey's authenticity by attenuated total reflectance Fourier-transform infrared spectroscopy and chemometric method. *Veterinary World.* 2019. 12(8). 1304-1310.

121. Wei X., Liu K., Zhang Y., Feng Q., Wang L., Zhao Y., Li D., Zhao Q., Zhu X., Li W., Fan D., Gao Y., Lu Y., Zhang X., Tang X., Zhou C., Zhu C., Liu L., Zhong R., Tian Q., Wen Z., Weng Q., Han B., Huang X., Zhang X. Genetic discovery for oil production and quality in sesame. *Nat. Commun.* 2015. 6. 8609.

122. Pathak N., Rai A., Saha S., Walia S., Sen S., Bhat K. Quantitative dissection of antioxidative bioactive components in cultivated and wild sesame germplasm reveals potentially exploitable wide genetic variability. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 2014. 17. 127-139.

123. Safonova O., Teymurova A. Infrared spectroscopy study of water in protein-polysaccharide gels. *Printed Proceedings of 11th International Congress on Engineering and Food – ICEF 11.* 2011. 2. 969.

124. Дорохович А. М., Мурзін А. В., Клепиков І. Л. Тиксотропія кондитерських агарових гелів. *Хлібний та кондитерський бізнес.* 2014. Vol. 6 (19). С. 34-37.

125. Соколовська І.О., Камбулова Ю.В., Оверчук Н.О. Дослідження ступеню зв'язування води в гелях пектину і альгінату натрію. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2016. Vol. 2(11). с. 1-11.

126. Шаніна О. М., Боровікова Н. О., Гавриш Т. В., Дугіна К. В., Фейзопуло О. Е. Вплив добавок білкової та полісахаридної природи на вологоутримуючу здатність безклейковинного тіста. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства.* 2019. 207. С. 132-141.

127. Кошель О.Ю., Перцевой Ф.В., Марченко О.С., Чуйко О.В., Самілик М. М. Дериватографічні дослідження компонентів розроблених молокозмісних термостабільних начинок з желатином та трансглютаміназою. *Науковий вісник ТДАТУ.* 2020. Вип. 10. Т. 2. С. 232-238.

128. Камбулова Ю.В., Матяс Д.С., Маліновський В.В. Реологічні показники мармеладних мас на агарі і каррагінані з різновидами цукрів. *Технології харчових продуктів і комбікормів: матеріали міжнародної наук.-практ. конф. Одеса.* 2017. С. 24-26.

129. Горальчук А. Б., Троций Т. В., Сабадош Г. О., Дослідження впливу технологічних чинників на міцність гелів капа-карагінану. Оборудование и технологии пищевых производств. Тематический сборник научных трудов. 2012. Vol. 29 (1). с. 264.

130. Гурський П. В., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В., Дослідження впливу агару на реологічні характеристики паст закусочних. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ. 2009. Вип. 2 (10). с. 63-69.

131. Овсяннікова Л. Г., Перцевой Ф. В., Бідюк Д. О. Вивчення міцності змішаних гелів на основі агару. Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукр. наук.- практ. конф. молодих учених і студентів (7 квітня 2016 р.) : [тези у 2-х ч.]. – Х.: ХДУХТ. 2016. Ч. 1. с. 34.

132. Кордзая Н. Р., Ковалів І. О. Вивчення компонентного складу батончиків зернових, що реалізуються у торговельних мережах м. Одеса та Одеської області. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2019. Вип. 22. С. 74-80.

133. Стеценко Н. О., Сімахіна Г. О., Гойко І. Ю. Овочево-горіховий батончик для раціонів військовослужбовців. Strategy of Quality in Industry and Education : proceedings of the XIV International Conference (June 4-7, 2018, Varna, Bulgaria). 2018. Volume 2. С. 175-180.

# ДОДАТКИ

## **Додаток А**

### **Акт про випуск дослідно-промислової партії**



## АКТ

### про випуск дослідно-промислової партії

Найменування продукції: Батончик желейний з використанням меду та борошна кунжутного.

Дата випуску:

Комісія у складі: зав. кафедри технології харчування, к.т.н., доцент Мельник О.Ю., д.т.н., професор Перцевої Ф.В., д.ф., доцент Кошель О.Ю., аспірант Боковець С.П.

Експерименту – відпрацювання технологічного процесу виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного в умовах виробництва КГХ.

Найменування продукції	Вихід продукції, кг	Фасування у споживчу тару, %	Дата виробництва
Технологія батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного	10	100	—

Дані одержані при відпрацюванні технологічного процесу виробництва:

- фактичні витрати сировини (додаток 1);
- параметри технологічного процесу (додаток 2).

Відпрацьована партія батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного, яка досліджувалася за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками протягом усього строку придатності батончиків.

#### Висновки:

Відпрацьовано технологічні параметри виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

Відпрацьовано рецептурний склад батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного.

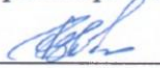
Відпрацьовано технологічні параметри виробництва «батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного».

Додаток:

1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження проєкта) річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу, технічного відділу, гол. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаткою.

2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаткою.


ВІД ВНЗу  
Керівник роботи

  
\_\_\_\_\_ Ф.В. Перцевої  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«28» 06 20 23р.



Відповідальний за впровадження

Аспірант  
  
\_\_\_\_\_ С.П. Боковець  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«28» 06 20 23р.

## **Додаток Б**

### **Акт впровадження науково-дослідної роботи**





## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Кабінет громадського харчування  
найменування організації  
Южан О.В.  
П.І.Б., керівника підприємства

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано згідно плану науково-дослідних робіт СНАУ за темою «Удосконалення батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного».

керівник – професор кафедри технології харчування д.т.н., проф. Перцевой Ф.В.

здобувач – аспірант СНАУ Боковець С.П.

яку виконано на кафедрі технології харчування СНАУ;  
яка виконувалась з 2019 по теперішній час  
впроваджені в підприємстві «КТХ»

1. Вид впроваджених результатів використання виробу на експериментальній технології  
технологія, обладнання, методики, тощо
2. Характеристика масштабу впровадження серійне  
(унікальн не, партія, масове, серійне)
3. Форма впровадження виробничий випуск
4. Новизна результатів науково-дослідних робіт прикладне нові
5. Дослідно-промислова перевірка Кабінет громадського харчування
6. Впровадженні:  
в промислове виробництво проект виробництва батончиків желейних  
в проектні роботи підприємства кабінет громадського харчування

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) очікуваний \_\_\_\_\_

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів \_\_\_\_\_

9. Обсяг впровадження батончиків желейних 100 шт.  
що становить \_\_\_\_\_ від обсягу впровадження,  
що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту,  
який розраховано по закінченні НДР: Егар.= \_\_\_\_\_.

10. Соціальний і науково-технічний ефект розробка батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного з регульованими та заданими властивостями, низькою собівартістю, високою харчовою та біологічною цінністю за рахунок використання продуктів рослинного походження, які реалізуються як нова продукція в закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості.

ВІД ВНЗу

Керівник роботи



(підпис)

Ф.В. Перцевой

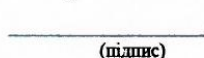
(ініціали, прізвище)

«28» 06 2023р.



Відповідальний за впровадження

Аспірант

  
(підпис)

С.П. Боковець

(ініціали, прізвище)

«28» 06 2023р.

**Додаток В**

**Патент на корисну модель**  
**Спосіб отримання батончика шоколадного**



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **146752** (13) **U**  
 (51) МПК (2021.01)  
**A23L 5/00**  
**A21D 13/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ  
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
 "УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2020 04649</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>22.07.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>18.03.2021</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>17.03.2021, Бюл.№ 11</b></p>	<p>(72) Винахідник(и):  <b>Боковець Сергій Петрович (UA),          Перцевої Федір Всеволодович (UA),          Мельник Оксана Юрївна (UA),          Маренкова Тетяна Іванівна (UA),          Шильман Лев Залманович (UA),          Ярмош Тетяна Анатоліївна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці):  <b>СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ          УНІВЕРСИТЕТ,          вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021          (UA)</b></p>
---	---

**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ БАТОНЧИКА ШОКОЛАДНОГО****(57) Реферат:**

Спосіб отримання батончика шоколадного включає приготування розчину агару з додаванням гліцерину, змішування з медом, охолодження, змішування даної суміші з подальшим покриттям глазур'ю. Для підвищення харчової та біологічної цінності використовується борошно нутове.

**UA 146752 U**

**Додаток Г**

**Патент на корисну модель**  
**Спосіб отримання батончика шоколадного**



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **146753** (13) **U**  
 (51) МПК (2021.01)  
**A23L 5/00**  
**A21D 13/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ  
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
 "УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2020 04650</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>22.07.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>18.03.2021</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>17.03.2021, Бюл.№ 11</b></p>	<p>(72) Винахідник(и):  <b>Боковець Сергій Петрович (UA),          Перцевої Федір Всеволодович (UA),          Мельник Оксана Юрївна (UA),          Маренкова Тетяна Іванівна (UA),          Шильман Лев Залманович (UA),          Ярмош Тетяна Анатоліївна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці):  <b>СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ          УНІВЕРСИТЕТ,          вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021          (UA)</b></p>
---	---

**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ БАТОНЧИКА ШОКОЛАДНОГО****(57) Реферат:**

Спосіб отримання батончика шоколадного включає приготування розчину агару з додаванням гліцерину, змішування з медом, охолодження та подальше покриттям глазур'ю. Для підвищення харчової та біологічної цінності використовується порошок кунжутний.

**UA 146753 U**

**Додаток Д**

**Технічні умови**

**«Вироби кондитерські. Батончики драглистої структури глазуровані»**

ДКПД 10.8

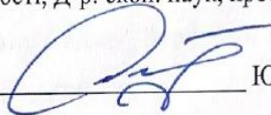
УКНД 67.120



ЗАТВЕРДЖЕНО

Сумський національний аграрний університет

Проректор з наукової та міжнародної діяльності, Д-р. екон. наук, професор

 Ю. Данько  
" 25 " квітня 2023 р.

ВИРОБИ КОНДИТЕРСЬКІ.  
БАТОНЧИКИ ДРАГЛИСТОЇ СТРУКТУРИ ГЛАЗУРОВАНІ


## ТЕХНІЧНІ УМОВИ

ТУ У 10.8-04718013 -001:2023

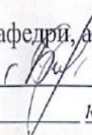
Уведено вперше  
дата надання чинності 26.04.2023 р

РОЗРОБЛЕНО

Сумський національний аграрний університет  
Кафедра технології харчування, професор  
кафедри, Д-р. техн. наук, професор

 Ф. Перцевої  
" 25 " квітня 2023 р.

Асистент кафедри, аспірант

 С. Боковець  
" 25 " квітня 2023 р.



## **1. Сфера застосування**

1.1. Цей стандарт поширюється на вироби кондитерські батончики драглистої структури глазуровані відповідним чином підготовлені з додаванням інгредієнтів згідно з вимогами рецептурної закладки. Далі за текстом – батончики.

Батончики – готовий без попередньої кулінарної підготовки призначено для вживання та реалізацію через торговельну мережу. Батончики виготовляють та реалізують загорнутим поштучно та або загорнутими.

Вимоги щодо безпечності батончиків викладено в 4, безпечності їх виробництва, охорони довкілля – розділах 5, 6.

Умовне позначення при замовленні, ідентифікації та в іншій документації повинні містити назву продукції та позначення ТУ Приклад позначення продукції при замовленні та ідентифікації:

Батончики глазуровані з медом та кунжутним борошном ТУ У 10.8-04718013 -001:2023

Технічні умови придатні для цілей сертифікації.

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**

У цих технічних умовах використані посилання на:

Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» № 771/97-ВР від 23.12.1997 р. зі змінами та доповненнями

Закон України “ Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів,  
№ 2639-VIII від 06.12.2018

Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»

Закон України «Про відходи»

Закон України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції»

Закон України «Про охорону атмосферного повітря»

Закон України «Про охорону праці»

Постанова КМУ від 25.03.1999 р. № 465 Про затвердження «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»

Технічний регламент щодо деяких товарів, які фасують за масою та об'ємом у готову упаковку

ДК 016:2010 Державний класифікатор продукції та послуг

ДСТУ 2630:2007 Технологічні процеси в кондитерській промисловості. Терміни та визначення понять.

ДСТУ 2633:2007 Продукція кондитерського виробництва. Терміни та визначення понять.

ДСТУ 3147–95 Коди та кодування. Штрихових кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Формат та Розташування штихкодових позначок EAN на тарі та пакуванні товарної продукції. Загальні вимоги

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

ДСТУ4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови

ДСТУ 4619:2006 Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору і підготовки проб.

ДСТУ 4660:2006 Глазурі та маси для формування. Загальні технічні умови.

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 визначання кислотності та лужності.

ДСТУ 5059:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів.

ДСТУ 7012:2009 Кунжут. Технічні умови

ДСТУ 7237:2011 ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту

ДСТУ 7444:2013 Продукти харчові. Методи виявлення бактерій родів *Proteus*, *Morqanella*, *Providencia*.

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 8040:2015 Продукти харчові. Метод виявлення та визначання *Bacillus cereus*

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 8448:2015 Продукти харчові консервовані. Відбирання проб і

готування їх до випробування

ДСТУ 8535:2015 Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів

ДСТУ Б.А.3.2-12:2009 ССБП. Системи вентиляційні. Загальні вимоги

ДСТУ ГОСТ 908:2006 Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови (ГОСТ 908-2004, IDT)

ДСТУ ГОСТ 9142:2019 Ящики з гофрованого картону. Загальні технічні умови

ДСТУ EN 482:2016 Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методики вимірювання вмісту хімічних речовин

ДСТУ prEN 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 *Salmonella*

ДСТУ ISO 780–2001 Пакування. Графічне маркування щодо поводження з товарами кількості *Clostridium Perfringens*. Техніка підрахування колоній

ДСТУ OIML R 79:2017 Вимоги до маркування фасованих товарів

ДСТУ OIML R 87:2017 Кількість фасованого товару в упаковках

ДСТУ ГОСТ 745:2004 Фольга алюмінієва для пакування. Технічні умови

ДСТУ ГОСТ 15846:2003 Продукція, що постачається до районів Далекої Півночі та прирівняних до них місцевостей. Пакування, маркування, транспортування та зберігання.

ДСТУ ГОСТ 9569:2009 Папір парафінований. Технічні умови.

ДСТУ ISO 3166-1:2009 Коды назв країн світу.

ГОСТ 1341-97 Пергамент рослинний. Технічні умови.

ГОСТ 14192–96 Маркування вантажів

ГОСТ 26927–86 Сировина та харчові продукти. Методи визначення ртуті

ГОСТ 26929–94 Сировина та харчові продукти. Підготовка проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів

ГОСТ 26930–86 Сировина та харчові продукти. Метод визначення миш'яку  
ГОСТ 26932–86 Сировина та харчові продукти. Методи визначення свинцю  
ГОСТ 26933–86 Сировина та харчові продукти. Методи визначення кадмію  
ГОСТ 30178–96 Сировина та продукти харчові. Атомно-абсорбційний  
метод визначання токсичних елементів

ДГН 6.6.1.1-130–2006 Державні нормативи. Допустимі рівні вмісту  
радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді Державних  
гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих  
забруднюючих речовин у харчових продуктах»

ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного і  
побутового призначення

ДБН В.2.5-28–2006 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

ДСанПіН Державні санітарні норми та правила утримання територій  
населених місць

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

МБТиСН № 5061–89 Медико-біологічні вимоги та санітарні норми якості  
продовольчої сировини та харчових продуктів

НПАОП 0.00-4.01-08 Положення про порядок забезпечення працівників

спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту

СанПіН Гранично допустимі концентрацій хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць

### **3. КЛАСИФІКАЦІЯ**

#### **3.1 Терміни та визначення понять**

Батончики – кондитерські вироби, які виготовлені у промислових умовах. Органолептичні показники наведено у таблиці 1.

3.2 Дозволено виготовляти вироби кондитерські – Батончики 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.

3.3 Назва Батончиків і позначення коду ДКПП згідно з ДК 016 наведено в додатку А.

### **4. Технічні вимоги**

Вироби кондитерські Батончики виготовляють згідно з технологічною інструкцією та рецептурами, затвердженими в установленому порядку відповідно до санітарних правил, та основних санітарно-гігієнічних вимог [1] та чинних нормативних документів. За показниками якості Вироби кондитерські Батончики повинні відповідати вимогам цього стандарту та чинного законодавства України.

Оператори ринку відповідають за виконання вимог законодавства про безпечність і окремі показники якості харчових продуктів в рамках діяльності, яку вони здійснюють відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

#### **4.1. Характеристики**

4.1.1 За органолептичними показниками вироби кондитерські Батончики повинні відповідати вимогам, наведеним у таблицях 1.

**Таблиця 1 - Органолептичні показники**

Назва показника	Вироби кондитерські Батончики
Зовнішній вигляд та консистенція	Драгледоподібна. Допускається драгледоподібна затяжна консистенція
Смак та запах	Солодкий Смак та запах добре виражені, властиві використаним видам сировини, після термічного оброблення. Заборонено сторонні присмак та запах
Колір	Коричневий. Однорідний за всією масою, властивий використаним видам сировини після термічного оброблення Дозволено незначне потемніння, та відтінки різного кольору.
Форма	Різноманітна. Допускається нечіткий контур.
Поверхня	Батончик повинен мати рівну або хвилясту поверхню глазури Не допускається наявність підтьоків та тріщини. Відповідно до сировини, яка використовується, дозволено блискуча, або матова поверхня та наявність нерівної, горбистої поверхні Допускається незначне просвічування корпусу на денці батончика.

4.1.2 За фізико-хімічними показниками продукти повинні відповідати нормам, наведеним у таблиці 2.

**Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники**

Найменування показників	Норма	Метод визначення
Масова частка вологи, %	від 15 до 23	Згідно з ДСТУ 4910
Масова частка вологи корпусу для батончика глазуrowаного, %, не більше ніж	30,0	Згідно з ДСТУ 4910
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше ніж	20,0	Згідно з ДСТУ 5059
Загальна кислотність для батончиків желейних без додавання фруктово-ягідної сировини, карагінану та/або агару, градуси	від 7,5 до 22,5	Згідно з ДСТУ 5024
Загальна кислотність для батончиків желейних з додаванням фруктово-ягідної сировини, карагінану та/або агару, градуси	від 4,0 до 22,5	Згідно з ДСТУ 5024
Масова частка начинки для батончика з начинкою, %	від 15,0 до 50,0	Згідно з ДСТУ 4619

Кінець таблиці 2

Найменування показників	Норма	Метод визначення
Масова частка глазури для батончика з глазур'ю %	від 10,0 до 40,0	Згідно з ДСТУ 5076
Масова частка золи%, не більше ніж	0,1	Згідно з ДСТУ 4672

4.1.3 Вміст токсичних елементів, забруднюючих речовин виробів кондитерських не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені Наказ МОЗ України № 368 від 13.05.2013, МБТ и СН № 5061 [3, 4], а вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівні, встановлені ГН 6.6.1.1-130 [5, 6], які наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 - Показники безпеки

Назва показника	Одиниця вимірювання	Допустимий рівень, не більше ніж	Метод контролювання
Токсичні елементи:			
свинець	мг/кг	1,0	Згідно з ГОСТ 26932, ДСТУ ISO 6633, ГОСТ 30178
кадмій	мг/кг	0,1	Згідно з ГОСТ 26933, ДСТУ ISO 6561, ГОСТ 30178
мідь	мг/кг	5,00	Згідно з ГОСТ 26931, ДСТУ ISO 7952, ГОСТ 30178
цинк	мг/кг	10,00	Згідно з, ДСТУ ISO 6636-2, ДСТУ ISO 6636-3,
миш'як	мг/кг	0,2	Згідно з ГОСТ 26930, ДСТУ ISO 6634
ртуть	мг/кг	0,01	Згідно з ГОСТ 26927, ДСТУ ISO 6637
Мікотоксини: патулін	Максимальний рівень мкг/кг	5,0	Згідно з ДСТУ 4947
Радіонукліди:		ПРВЕРЬ	Згідно з 8.3
цезій -137	Бк/кг	40	
стронцій-90	Бк/кг	5	

4.1.4 Масова частка вологи, % встановлюється відповідно вимог рецептурної закладки з урахуванням граничних відхилів

4.1.5 Масова частка загального цукру, % (в перерахунку на сахарозу), встановлюється відповідно до розрахункового вмісту відповідно до рецептурної закладки та допустимих відхилень від розрахункового  $\pm 3,0$  %.

4.1.6 Масова частка глазури, % (у батончиках з глазур'ю), встановлюється відповідно до розрахункового вмісту відповідно до рецептурної закладки та допустимих відхилень від розрахункового  $\pm 2,0$  %.

4.1.7 Вміст пестицидів не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені МБТ и СН №5061 [4] та ДСанПІН 8.8.1.2.3.4-000 [7].

4.1.8 За мікробіологічними показниками виробу кондитерські повинні відповідати вимогам промислової стерильності відповідно до МБТ и СН № 5061 [4] та показникам наведеним у таблиці 4.



**Таблиця 4 – Мікробіологічні показники**

Найменування показників	Допустимий рівень, не більше ніж	Метод контролювання
Загальна кількість бактерій	$10^4$	Згідно з ДСТУ 7444
Кількість патогенних бактерій ( <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ) в 25 г	Не допускаються	Згідно з ДСТУ 8446
Плісєневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^2$	Згідно з ДСТУ 8447
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^2$	Згідно з ДСТУ 8447
Загальна кількість молочнокислих бактерій, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^7$	Згідно з ДСТУ 7999

#### 4.2. Вимоги до сировини, напівфабрикатів та матеріалів

Для виготовлення виробів кондитерських – Батончиків, використовують такі сировину, напівфабрикати і матеріали:

- агар - згідно з чинним нормативним документом або імпорного виробництва;
- гліцерин харчовий – згідно з чинним нормативним документом або імпорного виробництва;
- мед – згідно з ДСТУ 4497:2005;
- борошно кунжутне – згідно з ДСТУ 7012:2009;
- воду питну – згідно з ДСТУ 7525, ДСанПіН 2.2.4-400 [8],
- кондитерська глазур – згідно з чинною нормативною документацією;
- глазури та маси для формування згідно з ДСТУ 4660:2006;
- кислота лимонна моногідрат харчова згідно з ДСТУ ГОСТ 908:2006.

Заборонено переробляти свіжу сировину в якій вміст нітратів, токсичних елементів та мікотоксину патуліну, афлатоксинів В<sub>1</sub>, М<sub>1</sub>, антибіотиків перевищує максимально допустимі рівні, встановлені МБТ и СН № 5061 [3], вміст радіонуклідів перевищує рівні, встановлені ГН 6.6.1.1-130 [4], а залишкова кількість пестицидів перевищує максимально допустимі рівні, встановлені МБТ и СН № 5061 [3] і ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000 [5].

Напівфабрикати та матеріали імпорного виробництва повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів і мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України та сертифікат відповідності.

Заборонено додання у продукти штучних барвників, синтетичних ароматичних речовин, консервантів.

### **4.3. Маркування**

4.3.1 Маркування проводять згідно з Законом України «Про безпечність та якість харчових продуктів», Технічним регламентом щодо правил маркування харчових продуктів, ДСТУ 4518.

4.3.2 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 продукції;
- 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 (%);
- складу 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 Б;
- 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);
- номера партії виробництва або номером партії вважати дату виробництва;
- позначення цих технічних умов;
- штрихового коду згідно з ДСТУ 3147.

4.3.3 Транспортне маркування повинно проводитись згідно з ДСТУ ISO 780, ГОСТ 14192 з зазначенням маніпуляційних знаків, залежно від виду тари, умов зберігання та транспортування.

4.3.4 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:

- назви продукту;
- назви та повної адреси і телефон виробника та адреси потужностей (об'єкта) виробництва (місцезнаходження);
- товарного знаку (за наявності);
- маси бруто, кг;
- кількості споживчих одиниць пакування;
- виду споживчої тари;
- кінцевої дати споживання «Вжити до» або дати виробництва та строку придатності;
- умов зберігання та використання;
- номер пакувальника;
- позначення цих технічних умов.

#### **4.4. Пакування**

4.4.1 Вироби кондитерські Батончики укладають рядами в коробки з картону згідно з чинною нормативною документацією, фасують в алюмінієву фольгу, згідно з чинним нормативним документом, полімерні плівки та коробки з полімерних матеріалів, дозволені до використання центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування політики у сфері охорони здоров'я.

4.4.2 Дно коробок з картону вистилають писальним папером згідно з чинною нормативною документацією, пергаментом, згідно з чинним нормативним документом, під пергаментом, згідно з чинною нормативним документом, парафінованим папером, згідно з чинною нормативним документом, полімерними плівками або іншими матеріалами, дозволеними до використання центральним органом виконавчої влади, що забезпечує

формування політики у сфері охорони здоров'я. Цими самими матеріалами перестилають батончики без індивідуальної упаковки між рядами і покривають верхній ряд.

4.4.3 Коробки повинні бути художньо оформлені, пов'язані паперовою, віскозною, шовковою, капроною або целофановою стрічкою чи галунним шнурком, або заклеєні ярликом з нанесеним на нього товарним знаком підприємства, або полімерною стрічкою з липким шаром, згідно з чинною нормативною документацією, чи клапанами, висіченими з розкрою накривки коробки, або обтягнуті прозорою плівкою повністю чи у вигляді пояса.

Фарби на етикетках повинні бути стійкі, немаркі, без запаху.

4.4.4 Упаковка, що застосовується для пакування батончиків повинна бути міцною, чистою, сухою, без стороннього запаху та забезпечувати збереженість, якість та безпеку батончиків в процесі упакування, транспортування, зберігання та реалізації.

4.4.5 Пакети повинні бути термоспаяні або перев'язані стрічкою, галунним шнуром, або заклеєні ярликом з нанесеним на ньому товарним знаком підприємства.

4.4.5 Поштучні батончики упаковують у целофан, полімерні металізовані плівки, дозволені до використання центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування політики у сфері охорони здоров'я.

4.4.6 Тара та матеріали імпортного виробництва що використовують під час пакування, 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 Охорону праці здійснюють відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці».

5.2 Під час виробництва продукції необхідно керуватися вимогами, встановленими чинним законодавством України.

5.3 Технологічне устаткування за показниками безпеки повинно відповідати

вимогам ДСТУ 3235, ДСТУ prEN 1672-1, ДСТУ EN 1672-2.

5.4 Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів установлюють відповідно до вимог чинного законодавства.

5.5 Виробничі приміщення та устаткування за показниками пожежної безпеки повинні відповідати вимогам чинного законодавства вибухобезпеки – відповідати вимогам чинного законодавства України, електробезпеки – відповідати вимогам ДСТУ 7237.

5.6 Загальні санітарно-гігієнічні показники мікроклімату та вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 482, ДСН 3.3.6.042, а санітарно-побутові приміщення повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-28.

5.7 Приміщення повинні бути обладнані витяжною вентиляцією згідно з ДСТУ Б А.3.2-12, ДБН В.2.5-67, яка забезпечить чистоту повітря робочої зони.

5.8 Природне та штучне освітлення повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

5.9 Рівень шуму і вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати рівні, встановлені ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039.

5.10 Усі працюючі, пов'язані з виробництвом, повинні бути забезпечені спецодягом відповідно до НПАОП 0.00-4.01-08.

5.11 Споживча тара з комбінованого та полімерного матеріалу, поліпропілену тощо для пакування продукції за показниками допустимої кількості міграції (ДКМ) хімічних речовин повинна відповідати вимогам чинного законодавства України.

5.12 Виробничі приміщення повинні бути забезпечені водою питною згідно ДСТУ 7525, ДСанПін 2.2.4-171.

5.13 Виробничий персонал повинен бути забезпечений спеціальним одягом згідно з НПАОП 0.00-4.01.

5.14 До роботи допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання, перевірку знань, первинний інструктаж з техніки безпеки відповідно до чинного законодавства, та пройшли попередній і періодичний медичний

огляди відповідно до наказів МОЗ України від 23.07.2002 р. № 280 [2] та від 21.05.2007 р. № 246 [3].

## **6. Вимоги щодо охорони довкілля, стилізування відходів**

6.1 Контролюють викиди шкідливих речовин в атмосферу відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» та «Гранично допустимих концентрацій хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць».

6.2 Стічні води під час виробництва продукції повинні підлягати очищенню і відповідати вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами».

6.3 Охороняють ґрунт від забруднень побутовими та промисловими відходами відповідно до «Державних санітарних норм та правил утримання територій населених місць».

6.4 Поводження з відходами та їх утилізування під час виробництва повинно проводитися відповідно до вимог Законів України «Про відходи», «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції», ДСТУ 4462.3.01, ДСТУ 4462.3.02.

## **7. Правила приймання**

7.1 Приймають готову продукцію згідно з вимогами чинних нормативних документів та законодавства України.

7.2 Продукцію приймають партіями.

Партією вважають продукцію одного виду, назви, у тарі одного типорозміру, виготовлену підприємством за одну дату і зміну та оформлену документом про якість.

7.3 Під час приймання кожен пакувальну одиницю партії перевіряють на цілісність пакування та відповідність її маркування вимогам цих Технічних умов.

Під час контролювання перевіряють органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники кожної партії, застосовуючи методи контролювання, зазначені у таблицях 2 – 4 та в розділі 8.

7.4 Для перевіряння показників якості із зразків споживчих одиниць

пакування відбирають випадкову вибірку виробів, з якої відбирають точкові проби, з яких складають об'єднану пробу згідно з чинними нормативними документами.

7.5 Результати перевірки вважають позитивними, якщо показники безпечності, фізико-хімічні та органолептичні показники відповідають вимогам розділу 4 цих Технічних умов.

7.6 У разі отримання незадовільних результатів досліджень хоча б за одним з показників, проводять повторні дослідження подвоєної кількості зразків, які відбирають з тієї ж самої партії.

Результати повторних досліджень є остаточними та поширюються на всю партію. У разі невідповідності якості виробів вимогам цих технічних умов всю партію бракують.

7.7 Періодичність контролювання мікробіологічних показників, вмісту токсичних елементів, радіонуклідів, нітрозамінів, в кондитерських виробках проводять відповідно до плану контролю за безпечністю харчових продуктів, який розробляє та затверджує оператор потужності згідно зі встановленим порядком.

## **8. Методи контролювання**

8.1 Відбирання та готування проб проводять згідно з ДСТУ 8051, ДСТУ 4619.

8.2 Методи випробовування продукції проводять за показниками якості: органолептичні показники – згідно з ДСТУ 4683, зовнішнього вигляду та якості покування – згідно з чинними нормативними документами, фізико-хімічні показники: - масова частка вологи - згідно з ДСТУ 4910; загальна кислотність згідно з ДСТУ 5024, масова частка редукувальних речовин - згідно з ДСТУ 5059, - масова частка золи згідно з ДСТУ 4672.

8.3 Сторонні домішки визначають візуально.

8.4 Якість маркування та пакування визначають згідно з чинними нормативними документами.

8.5 Визначають уміст токсичних елементів, у виробках згідно з чинними нормативними документами, наведеними в 4 цих технічних умов.

8.6 Визначають залишкові кількості нітрозамінів відповідно до вимог чинного законодавства України.

8.7 Визначають радіонукліди згідно з МВ 6.6.1-10.10.1.7.158 [6] та іншими чинними нормативними документами і рекомендаціями, погодженими центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

8.8 Відбирають проби для мікробіологічного аналізування – згідно з ДСТУ 8051, готування проб – згідно з ДСТУ 7963, методи культивування мікроорганізмів – згідно з ДСТУ 8535,

8.9 Виявляють збудників псування у разі потреби підтвердження мікробіального псування згідно з ДСТУ 7444, ДСТУ 7999, ДСТУ 8446, ДСТУ 8447.

8.10 Патогенні мікроорганізми виявляють за вимогою органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду в зазначених ними лабораторіях згідно з ДСТУ 8040.

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 виробів здійснюють згідно чинного законодавства.

9.2 Транспортування продукції проводять всіма видами 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 Продукцію зберігають у добре вентильованих, чистих, сухих, без сторонніх запахів складських приміщеннях за температури від 15 °С до 25 °С та відносної вологості не більшої, ніж 75 %. Готова продукція не повинні зазнавати впливу прямих сонячних променів.

9.4 Ящики з продукцією під час зберігання на складах повинні бути встановлені на стелажах штабелями заввишки не більше ніж 2 м.

Між штабелями та стіною залишають проходи не менші ніж 0,7 м.

Відстань від джерел тепла, водопровідних та каналізаційних труб повинна бути не меншою ніж 1 м.

Під час зберігання на піддонах, висота штабеля не повинна перевищувати:

- для ящиків з гофрованого картону – 3 м;
- для дощатих та фанерних ящиків – 4 м.

9.5 Строк зберігання від дати виготовлення.

9.5.1 Рекомендований строк придатності до споживання з дати виробництва, не більше ніж:

- для батончиків нарізних на основі агару 5 місяців;
- для батончиків розфасованих в пакети з целофану та, або полімерних плівок – 5 місяців;
- для батончиків на основі агару, розфасованих в художні коробки з наступним утягуванням у термоусаджувальну плівку - 6 місяців;

9.5.2 Рекомендований строк придатності до споживання батончиків у разі транспортування в райони зі специфічним кліматом - 6 місяців;

9.5.3 Рекомендований строк придатності до споживання наборів та сумішей установлюють підприємством виробником відповідно вимог чинних нормативних документів та законодавства України;

9.5.4 Виробник може встановлювати збільшений строк придатності до споживання батончиків, за умови дотримання вимог чинних нормативних документів та законодавства України;

## 10. Гарантії виробника

10.1 Виробник гарантує відповідність якості продуктів вимогам цих технічних умов у разі дотримання умов транспортування і зберігання.

10.2 Строк придатності продуктів зазначено в 9.5

### ДОДАТОК А

(довідковий)

### КОДИ ДКПП

Таблиця А.1 – Назви і коди ДКПП

Назва	Код ДКПП
Батончики з медом та кунжутом глазуровані	10.8
Батончики з медом та кунжутом не глазуровані	10.8

ДОДАТОК Б  
(довідковий)

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ДАНІ ПРО ХАРЧОВУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЦІННІСТЬ  
(КАЛОРІЙНІСТЬ)».**

Таблиця Б.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/ поліоли, g (г), не менше ніж	Сіль, g (г), не більше ніж	Енергетична цінність	
					kcal (ккал)	kJ (кДж)
<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 В

(довідковий)

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Наказ МОЗ України від 23.07.2002 р. № 280 «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», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 08.08.2002 р., № 639/6927 Наказ МОЗ України від 21.02.2013 р. № 150 «Про внесення змін до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 23 липня 2002 року № 280», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 23.04. 2013 р., № 662/23194

2. Наказ МОЗ України від 21.05.2007 р. № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 23.07.2007 р. № 846/14113

3. Наказ МОЗ України Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовину у харчових продуктах» № 368 від 13.05.2013.

4. МБТ и СН № 5061 Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов (Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів), затверджені МОЗ СРСР від 01.08.89 р. № 5061–89.

5. МВ 6.6.1-10.10.1.7.158–08 Відбір проб, первинна обробка та визначення вмісту  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  в харчових продуктах. Методичні вказівки, затверджені наказом МОЗ України від 11.08.2007 р., № 446.

6. 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, затверджені наказом МОЗ України від 03.05.2006 р. № 256.

7. 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 постановою Головного державного санітарного лікаря України від 20.09.2001 р. № 137.

8. ДСанПіН 2.2.4-400-10. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"

ДОДАТОК Г

(довідковий)

**АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН**

Таблиця Г.1 – Аркуш реєстрації змін ТУ У 10.8-04718013 -001:2023

Номер зміни	Номери сторінок				Усього сторінок після внесення зміни	Підпис особи, що внесла зміни	Прізвище Особи, що внесла зміни, дата
							Номер аркуша

## **Додаток Е**

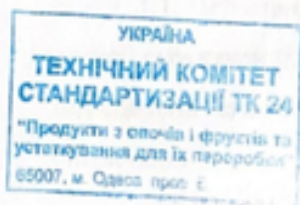
### **Технологічні інструкції**

**«вироби кондитерські. Батончики драглистої структури глазуровані»**

## ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

### На батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного

Підстава: ТУ У 10.8-04718013 -001:2023 «Батончики драглистої структури глазурані».



#### 1. Технічні вимоги.

Вироби батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного виготовляють згідно з технологічною інструкцією та рецептурами, затвердженими в установленому порядку відповідно до санітарних правил, та основних санітарно-гігієнічних вимог [1] та чинних нормативних документів. За показниками якості батончики повинні відповідати вимогам цього стандарту та чинного законодавства України.

Оператори ринку відповідають за виконання вимог законодавства про безпеку і окремі показники якості харчових продуктів в рамках діяльності, яку вони здійснюють відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів».

#### 1.1 Характеристики

1.1.1 За органолептичними показниками батончики драглистої структури глазурані з медом та кунжутним борошном повинні відповідати вимогам, наведеним у таблицях 1.

Таблиця 1 - Органолептичні показники

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд та консистенція	Драглеподібна. Допускається драглеподібна затяжна консистенція

## **Додаток Є**

**Технологічна картка на нову страву батончики желейні з використанням меду та борошна кунжутного**





Технологічна карта №\_\_

**На новий продукт****Ботончики «Medley Bag» з використанням меду та борошна кунжутного**  
Рецептура на новий продукт

Таблиця 1

№ п/п	Назва сировини	Маса сировини				Нормативна документація, що регламентує вимоги до якості сировини
		На 1, шт		На 100, шт		
		брутто	нетто	брутто	нетто	
1	Агар	0,5	0,5	50	50	ГОСТ 16280-2002
2	Гліцерин	0,15	0,15	15	15	ГОСТ 6824-96
3	Мед	12,5	12,5	1250	1250	ДСТУ 4497:2005
4	Борошно кунжутне	15	15	1500	1500	ДСТУ 7012:2009
5	Вода	17	17	1700	1700	ДСТУ 7525:2014
6	Глазур шоколадна	4,8	4,8	480	480	ДСТУ 4660:2017

## Технологічні параметри рецептури

Таблиця 2

№ п/п	Вид витрат	Нормативне значення, %	Інтервал припустимих значень, %
1	Виробничі втрати	-	-
2	Теплові втрати	-	-

**Технологія приготування**

Процес приготування починається з підготовки агару. Його замочують у воді для набрякання. Додаємо гліцерин, який допомагає покращити текстуру і м'якість продукту. Залишаємо агар набрякати протягом 60...120 хвилин, щоб він увібрав достатню кількість рідини і став еластичним.

Після набрякання агару переходимо до наступного етапу. Розчиняємо агар при температурі 85...95 °С, де він повністю розчиняється і утворює однорідну суміш. Потім поступово охолоджуємо розчин до температури 40...45 °С та на цьому етапі додаємо мед.

Після додавання меду масу ретельно замішують, щоб забезпечити однорідний розподіл інгредієнтів, далі додається кунжутне борошно, яке не тільки прикрашає продукт, але й надає йому додатковий смак та хрусткість.

Змішану однорідну масу, формуємо у вигляді батончика. Для цього масу розливаемо у відповідні форми або формуємо вручну. Після формування батончиків вони покриваються шоколадною глазур'ю, яка додає смакових ноток і забезпечує привабливий зовнішній вигляд продукту.

#### Фізико-хімічні показники

Таблиця 3

Найменування показників	Норма	Метод визначення
Масова частка вологи, %	від 15 до 23	Згідно з ДСТУ 4910
Масова частка вологи корпусу для батончика глазурованого, %, не більше ніж	30,0	Згідно з ДСТУ 4910
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше ніж	20,0	Згідно з ДСТУ 5059
Загальна кислотність для батончиків желейних без додавання фруктово-ягідної сировини, карагінану та/або агару, градуси	від 7,5 до 22,5	Згідно з ДСТУ 5024
Загальна кислотність для батончиків желейних з додаванням фруктово-ягідної сировини, карагінану та/або агару, градуси	від 4,0 до 22,5	Згідно з ДСТУ 5024
Масова частка начинки для батончика з начинкою, %	від 15,0 до 50,0	Згідно з ДСТУ 4619
Найменування показників	Норма	Метод визначення
Масова частка глазури для батончика з глазур'ю %	від 10,0 до 40,0	Згідно з ДСТУ 5076
Масова частка золи%, не більше ніж	0,1	Згідно з ДСТУ 4672

Вміст токсичних елементів та мікотоксинів у готових виробках не повинен перевищувати допустимих рівнів, зазначених у таблиці 4.

Таблиця 4

Назва показника	Одиниця вимірювання	Допустимий рівень, не більше ніж	Метод контролювання
Токсичні елементи:			
свинець	мг/кг	1,0	Згідно з ГОСТ 26932, ДСТУ ISO 6633, ГОСТ 30178
кадмій	мг/кг	0,1	Згідно з ГОСТ 26933, ДСТУ ISO 6561, ГОСТ 30178
мідь	мг/кг	5,00	Згідно з ГОСТ 26931, ДСТУ ISO 7952, ГОСТ 30178
цинк	мг/кг	10,00	Згідно з, ДСТУ ISO 6636-2, ДСТУ ISO 6636-3,
миш'як	мг/кг	0,2	Згідно з ГОСТ 26930, ДСТУ ISO 6634
ртуть	мг/кг	0,01	Згідно з ГОСТ 26927, ДСТУ ISO 6637
Мікотоксини: патулін	Максимальний рівень мкг/кг	5,0	Згідно з ДСТУ 4947
Радіонукліди:			
цезій -137	Бк/кг	40	Згідно з 8.3
стронцій-90	Бк/кг	5	

## Мікробіологічні показники

Таблиця 5

Найменування показників	Допустимий рівень, не більше ніж	Метод контролювання
Загальна кількість бактерій	10 <sup>4</sup>	Згідно з ДСТУ 7444
Кількість патогенних бактерій (Salmonella, Listeria monocytogenes,	Не допускаються	Згідно з ДСТУ 8446

Staphylococcus aureus) в 25 г		
Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^2$	Згідно з ДСТУ 8447
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^2$	Згідно з ДСТУ 8447
Загальна кількість молочнокислих бактерій, КУО в 1 г, не більше ніж	$10^7$	Згідно з ДСТУ 7999

**Характеристика готової продукції**

**Зовнішній вигляд** - драгледоподібна

**Колір** – коричневий, однорідний за всією масою, властивий використаним видам сировини після термічного оброблення.

**Консистенція** - драгледоподібна затяжна консистенція.

**Запах і смак** - солодкий смак з добре вираженим запахом шоколаду та кунжуту, властиві використаним видам сировини, після термічного оброблення.

**Форма** – різноманітна.

**Поверхня** - батончик має рівну поверхню глазури, також може мати хвилясту поверхню глазури.

**Харчова та енергетична цінність**

У 100 г, продукції міститься:

Білків - 16,2

Жирів - 12,4

Вуглеводів - 47

Енергетична цінність 275 Ккал

Розробники:



Боковець С.П.

Перцевой Ф.В.

## **Додаток Ж**

**Розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження нового продукту**

## РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОГО ПРОДУКТУ

Серед населення великим попитом відомі кондитерські вироби різноманітних форм та смаків. Для швидкого перекусу споживачі зазвичай віддають перевагу батончикам, були б то енергетичні, дієтичні чи просто солодкі. Це спонукає виробників збільшувати їх асортимент, про те конкурувати на харчовому ринку стає складніше. Аби залишатися лідерами виробництва, компанії ставлять собі задачу на розробку оригінального продукту для здорового харчування.

Для оцінки конкурентоспроможності розроблених батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного потрібно розрахувати прогнозовану рентабельність реалізації даного виробу.

Використовуючи встановлений перелік статей витрат, розрахуємо економічний ефект від виробництва та реалізації розроблених батончиків.

Розрахунок виробничої програми представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Обсяг виробництва продукції в вартісному виразі

Вид продукції	Обсяг виробництва за зміну, кг	Вартість реалізованої продукції, грн.
Батончик желейний з використанням меду та борошна кунжутного	1000	<b>290000,00</b>
Разом:		<b>290000,00</b>

Під час будь-якого виробництва відбуваються втрати додаткових ресурсів підприємства. Тобто, розраховані витрати складатимуть початкову ціну батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного, їх розрахунок роблять на 1000 кг готового продукту.

Розрахунок сировини і основних матеріалів для виробництва батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного наведено нижче.

Таблиця 2 - Розрахунок вартості сировини і основних матеріалів

Вид сировини	Потреба в сировині за зміну, кг	Закупівельна ціна за 1 кг, грн.	Загальна вартість сировини, грн.
Агар	10	1550,00	15500
Гліцерин	3	110,00	330
Мед соняшниковий	250	250,00	62500
Борошно кунжутне	300	130,00	39000
Вода	340	3,00	1020
Глазур шоколадна	96	150,00	14400
Разом:	x	x	<b>132750,00</b>

Потім ми встановлюємо кількість і вартість допоміжних матеріалів, необхідних для виробництва желе-батончиків з медом та кунжутним борошном. При цьому береться до уваги лише вартість допоміжних матеріалів, необхідних для досягнення технологічних цілей. Ця вартість обчислюється прямим шляхом, виходячи з загальних витрат на виробництво продукції та вартості допоміжних матеріалів.

Розрахунки представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Розрахунок вартості допоміжних сировини та матеріалів

Вид сировини	Потреба в матеріалах, (шт.)	Закупівельна ціна за шт., грн.	Загальна вартість, грн.
Упаковка	20000	3,50	70000
Разом:	x	x	<b>70000</b>

Проведемо розрахунок заробітної плати працівників кондитерського цеху підприємства.

Таблиця 4 - Розрахунок фонду заробітної плати

Кількість працівників	Основна заробітна плата, грн.	Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахування на заробітну плату (37,5%), грн.	Фонд основної заробітної плати, тис. грн.
2	1400,0	140,0	577,5	<b>2117,5</b>

Розрахунок енерговитрат здійснюється на основі норм витрат енергоресурсів на одну тону продукту та їх вартості, використовуючи дані, що містяться у техніко-економічному обґрунтуванні проекту з енергетичного та електротехнічного розрахунку.

Таблиця 5 - Розрахунок вартості палива та енергії на виробництво продукції

Види палива та енергії	Норма на 1 т продукції	Норма витрат на виробництво за зміну	Вартість за одиницю, грн.	Всього витрат тис. грн.
Електроенергія	127,5 кВт	5,78	2,68	15,50
Вода	11,70 м <sup>3</sup>	0,71	18,06	13,10
Всього	x	x	x	<b>28,60</b>

Витрати на утримання та експлуатацію машин та обладнання залежать від складності інноваційного рішення:

- приймаємо у кількості 20 % від розміру основної заробітної плати при відсутності капітальних вкладень = **280 грн.**

Загальновиробничі витрати приймаємо у розмірі 50 % від основної заробітної плати = **700 грн.**

Адміністративні витрати складають 1,5 % від виробничої собівартості продукції = **25,33 грн.**

Витрати на збут складають 10 % від виробничої собівартості продукції = **168,89 грн.**

Інші операційні витрати становлять 5 % від виробничої собівартості продукції = **89,9 грн.**

Після проведення розрахунків складається зведена таблиця витрат на виробництво.



Таблиця 6 - Собівартість виробництва продукції

№	Статті витрат	Сума, тис. грн.
1	Сировина та матеріали	<b>132750,00</b>
2	Допоміжні матеріали	70000
3	Паливо та енергія на технологічні цілі	28,60
4	Заробітна плата з відрахуваннями	2117,50
5	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	280
6	Загальновиробничі витрати	700
7	Виробнича собівартість	<b>205876,0</b>
8	Адміністративні витрати	3088,0
9	Витрати на збут	20587,6
10	Інші витрати	10293,80
11	Повна собівартість	<b>239845,00</b>

Узагальнюючі показники діяльності підприємства наведемо в табл. 7.

Таблиця 7 - Техніко-економічні показники роботи підприємства

Показники	Одиниця виміру	Значення
Обсяг виробленої продукції в діючих цінах	грн.	<b>290000,00</b>
Повні витрати на виробництво і реалізацію продукції	грн.	<b>239845,00</b>
Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	<b>0,42</b>
Прибуток від виробничої діяльності	грн.	<b>60155,0</b>
Рентабельність виробництва продукції	%	<b>20</b>
Чисельність промислово-виробничого персоналу	осіб	<b>2</b>
Продуктивність праці	грн./особу	<b>145000,00</b>

Проведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження нового продукту, а саме батончиків желейних з використанням меду та борошна кунжутного. Зроблені розрахунки показали доцільність запровадження виробництва батончиків желейних на підприємстві. Прибуток підприємства за зміну складе 60155,00 грн. Рентабельність виробництва продукції становитиме 20 %. Порівнявши відпускну ціну розробленого батончика із аналогом батончик

Ғізі, устанoвлeно зніження на 16,00 грн.

Отже, розроблений батончик желеий з використанням меду та борошна кунжутного має дещо нижчу ціну (на 16,00 грн) за контрольний аналог батончика. Також запропонований продукт характеризується високою харчовою цінністю, нетрудомістким і недовготривалим технологічним процесом виробництва.

### **Додаток 3**

**Сертифікати за участь у міжнародних конференціях**

# CERTIFICATE

OF PUBLICATION

THIS CERTIFICATE IS AWARDED TO

*Bokovets Serhii Petrovych*

For active participation  
in the international scientific-practical conference:

«TOPICAL ISSUES OF SCIENCE AND PRACTICE»

Organizing committee



Ekaterina Zvereva

24 Hours of Participation  
(0,8 ECTS credits)



INTERNATIONAL  
SCIENCE GROUP

02-06 NOVEMBER 2020  
LONDON, GREAT BRITAIN

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 Таврійський державний агротехнологічний університет  
 імені Дмитра Моторного (Україна)  
 Університет імені Альдо Moro в Барі (Італія)  
 Варшавський політехнічний університет (Польща)  
 Русенський університет імені Ангела Канчева (Болгарія)  
 Краківський сільськогосподарський університет  
 імені Гуго Коллонтая (Польща)  
 Латвійський університет природничих наук і технологій (Латвія)  
 Інститут технології та наук про життя у Фаленці (Польща)  
 Естонський університет природничих наук (Естонія)  
 Університет природничих наук у Познані (Польща)

**Сертифікат**

Виданий  
**Боковець С.П.**  
 за участь у  
**IV Міжнародній науково-практичній конференції**  
**«Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому**  
**комплексі»**  
 01-25 листопада 2022 р., м. Запоріжжя

Ректор університету,  
 доктор технічних наук, професор

**Сергій КЮРЧЕВ**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 Таврійський державний агротехнологічний університет  
 імені Дмитра Моторного (Україна)  
 Університет імені Альдо Moro в Барі (Італія)  
 Варшавський політехнічний університет (Польща)  
 Русенський університет імені Ангела Канчева (Болгарія)  
 Краківський сільськогосподарський університет  
 імені Гуго Коллонтая (Польща)  
 Латвійський університет природничих наук і технологій (Латвія)  
 Інститут технології та наук про життя у Фаленці (Польща)  
 Естонський університет природничих наук (Естонія)  
 Університет природничих наук у Познані (Польща)

**Сертифікат**

Виданий  
*Bokovets S. P.*  
 за участь у  
 III Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених  
 «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому  
 комплексі»  
 30 січня – 24 лютого 2023 р., м. Запоріжжя

Ректор університету,  
 доктор технічних наук, професор



Сергій КЮРЧЕВ