

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КОНДРАШИНА ЛІДІЯ АНАТОЛІЇВНА

УДК 664.002.35: 613.29

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО
БОРОШНЯНОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ЖЕЛАТИНУ І ФЕРМЕНТУ
ТРАНСГЛЮТАМІНАЗА**

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

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ Л.А. Кондрашина

Науковий керівник:
Гурський Петро Васильович,
кандидат технічних наук, доцент
Перцевой Федір Всеволодович,
доктор технічних наук, професор

Суми -2021

АНОТАЦІЯ

Кондрашина Л.А. «Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази» - 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, 2021 рік.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці технологічних режимів виробництва напівфабрикату збивного борошняного типу бісквіт з використанням желатину в композиції з ксантаном за присутності ферменту трансглютаміназа.

Експериментально доведено, що застосування желатину в якості піноутворюючого компонента за каталітичної взаємодії з ферментом трансглютамінази, ксантану як додаткового структуроутворювача в технології напівфабрикату збивного борошняного типу бісквіт є актуальним і дає можливість зменшити кількість стадій технологічного процесу, його енергоємність, значно розширити асортимент кондитерської продукції, а ціленаправлена ферментативна модифікація дозволяє надати необхідну форму, текстуру, смакові показники та отримати продукт з високими органолептичними характеристиками і харчовою цінністю.

Дана технологія напівфабрикату збивного борошняного, з принципово новими властивостями, розрахована на споживачів з особливими потребами і дає можливість:

- використання різних видів борошна незалежно від кількості клейковини;
- регулювання кількості цукру (в класичній технології виготовлення бісквітного напівфабрикату цукор впливає на в'язкість та кількість сухих речовин);
- заморожування тіста для напівфабрикату збивного борошняного;
- зберігання тіста для напівфабрикату збивного борошняного в замороженому стані;
- підтримання свіжості протягом тривалого терміну зберігання.

Проведено аналітичні та експериментальні дослідження, моделювання в'язкості і вологоутримувальної здатності залежності процесу технологічної обробки від концентрації основних рецептурних компонентів із застосуванням системного підходу. Науково обґрунтована і реалізована рецептура та технологія напівфабрикату збивного борошняного, а також рекомендації щодо його використання у складі кулінарної продукції.

Науково обґрунтовано вміст основних рецептурних компонентів в межах, що забезпечують необхідні умови піноутворення: желатину – $3,0 \pm 0,5\%$, ксантану – $0,2 \pm 0,05\%$, ферменту трансглютамінази – $0,07 \pm 0,01\%$, цукрової пудри – $29,0 \pm 0,1\%$, та борошна – $50,0 \pm 5,0\%$. Доведено закономірності каталітичного впливу ферменту трансглютамінази на взаємодію аміногруп лізину з γ -карбоксиамідною групою, пов'язаних пептидним зв'язком залишків глютаміну в системі цукрово-желатинового розчину в присутності ксантану. Встановлено, що для отримання стабільної в часі пінної структури процес збивання цукрово-желатинової маси повинен відбуватися за температури $50,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$ зі швидкістю перемішування $(20,0 \pm 1,0) \times 60\text{c}^{-1}$. Рецептура запропонованої технології напівфабрикату борошняного збивного не містить ячні продукти і розрахована на споживачів з особливими потребами.

Встановлено, що при додаванні ксантану за концентрації вище $0,3 \pm 0,05\%$ в'язкість композиції желатин-ксантан зростає в 1,5 рази вірогідно внаслідок синергетичної взаємодії ксантану з желатином та перерозподілу асоційованих і неасоційованих гідроксильних груп, що сприяє утворенню значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків. Доведено, що збільшення вмісту ферменту трансглютамінази понад $0,09 \pm 0,01\%$ % призводить до підвищення швидкості зшивання структури та призведе до надто швидкого зростання міцності, що ускладнить процес перемішування. При зменшенні вмісту трансглютамінази менше $0,05\%$ готовий продукт не набуває необхідної структури. При введенні желатину менше $2,0\%$ тістова маса не збільшиться в об'ємі, при введенні желатину більше $3,0\%$ структура напівфабрикату буде занадто пружною, що буде ускладнювати подальшу обробку напівфабрикату збивного. При введенні

цукрової пудри менше $27,7 \pm 1,3\%$ або більше $32 \pm 1,3\%$ бажана стійка дрібна структура дисперсної системи тістової маси не утвориться. Збільшення вмісту цукрової пудри призводить до значного підвищення в'язкості та появи надто солодкого смаку.

Доведено, що раціональною для збивання цукрово-желатинової суміші в присутності ферменту трансглютамінази є температура $50,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$. При подальшому підвищенні температури відбувається значне зростання в'язкості в наслідок інактивації ферменту трансглютамінази.

Встановлено, що оптимальні умови технологічної обробки тістової заготовки напівфабрикату збивного борошняного забезпечуються температурою в межах $160 \dots 200^\circ\text{C}$ та тривалістю $35 \pm 2 \times 60\text{с}$. При цьому, в наслідок каталітичної взаємодії ферменту трансглютамінази, значно посилюється вологоутримувальна здатність пшеничного тіста та зростає його термічна стійкість. Втрати вологи напівфабрикату борошняного збивного найменші і складають $41,0 \pm 0,2\%$.

Визначено основні фізико-хімічні показники та показники безпечності споживання нової продукції, її харчову та біологічну цінність.

Доведено, що термін зберігання напівфабрикату збивного борошняного замороженого в упакованому вигляді протягом 6 місяців за температури -36°C не погіршує органолептичні та фізико-хімічні показники. Розроблено шкалу органолептичної оцінки напівфабрикату збивного борошняного випеченого та сформовано інтегральний показник якості.

Розроблено та затверджено Технічні умови на суху суміш для виготовлення напівфабрикату збивного борошняного (ТУ У 42987569-001:2019), рецептуру і технологічну інструкцію (до ТУ У 42987569-001:2019), що регламентує технічні вимоги та технологічний процес виробництва напівфабрикату збивного борошняного.

Доведено, що розробленням і впровадженням технології напівфабрикату збивного борошняного можливо досягти певного соціального та економічного ефекту. Зокрема, соціальний ефект полягає в розширенні асортименту кондитерських виробів на основі напівфабрикату збивного борошняного з

поліпшеними споживними властивостями завдяки підвищеному вмісту незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, мінеральних елементів, вітамінів. Економічний ефект зумовлений збільшенням прибутку від реалізації напівфабрикату збивного борошняного.

Рецептурний склад, технологія виробництва та асортимент кондитерської продукції з використанням напівфабрикату збивного борошняного знайшли відображення в розроблених та затверджених технологічних картках.

Запропонована технологія підтверджена трьома патентами України на корисну модель. Апробацію нової технології напівфабрикату збивного борошняного здійснено у виробничих умовах промислових підприємств та закладах ресторанного господарства. Основні положення дисертаційної роботи протягом 2018...2020 рр. доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на щорічних вітчизняних та міжнародних науково-практичних конференціях.

Ключові слова: напівфабрикат збивний борошняний, фермент трансглютаміназа, желатин, камедь ксантанова, кондитерські вироби.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Перцевой Ф.В. / Визначення впливу рецептурних компонентів на фізико-хімічні процеси в напівфабрикаті борошняному збивному за програмованої зміни температури / Ф.В. Перцевой, П.В. Гурський, Л.А. Кондрашина, Л.З. Шильман, О.Ю. Мельник, Н.В. Федак, С.Б. Омельченко, В.М. Кісь, І.М. Лукьянов, Т.Ю. Мітяшкіна // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2019. - № 6/11 (102), 17.12.2019, С.48-55. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.186557. *(Особистий внесок здобувача: аналіз літературних даних, проведення експериментальних досліджень, систематизація результатів та підготовка до публікації, участь автора – 4,3 друк арк.).*

2. Кондрашина Л.А. / Розробка інноваційної стратегії технології збивного випеченого напівфабрикату з використанням желатину / Л.А. Кондрашина,

О.Ю. Кошель, Д.О. Бідюк, Ф.В. Перцевой // Праці ТДАТУ, Вип. 18. Т. 1. – 2018 - С. 132-137. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора - 2,1 друк арк.)*.

3. Кондрашина Л.А. / Дослідження впливу технологічних чинників на піноутворювальні властивості розчинів желатину / Л.А. Кондрашина, Д.О. Бідюк,

П.В. Гурський та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відповід. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ, 2019. – Вип. 2 (30). – С. 83-95. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень та підготовка до публікації, участь автора – 4,3 друк арк.)*.

4. Кошель О.Ю. / Аналітичне обґрунтування та розробка моделей технології термостійкої молокової начинки з використанням желатину / О.Ю. Кошель,

Л.А. Кондрашина, Д.О. Бідюк, Ф.В. Перцевой, Д.О. Трофімов // Праці ТДАТУ, Вип. 18. Т. 1. – 2018 - С. 159-165. *(Особистий внесок здобувача: проведення досліджень, систематизація результатів та підготовка до публікації, участь автора - 0,74 друк арк.)*.

5. Кондрашина Л.А. / Визначення взаємодії рецептурних компонентів напівфабрикату збивного борошняного в присутності ферменту трансглютамінази / Ф.В. Перцевой, П.В. Гурський, Л.А. Кондрашина та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відповід. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ, 2020. – Вип. 2 (32). – С. 184-198. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 2,7 друк арк.)*.

Тези доповідей та матеріали конференцій

6. Кондрашина Л.А. / Дослідження впливу дисперсності желатину на швидкість його розчинення/ Ф.В. Перцевой, Л.А. Кондрашина // Матеріали

науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів / – Суми, 2019. – С. 636. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,3 друк арк.)*.

7. Кондрашина Л.А. / Вивчення термічної стійкості модельної системи напівфабрикату збивного для тістечок на основі желатину / Л.А. Кондрашина, П.В. Гурський, Ф.В. Перцевой // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів. Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі. / – Київ, 2019. – С. 108. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,4 друк.арк.)*.

8. Кондрашина Л.А. / Перспективи використання напівфабрикату збивного борошняного на основі желатину з використанням ферменту трансглютамінази / Л.А. Кондрашина, Ф.В. Перцевой, П.В. Гурський // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів / – Суми, 2020. – С. 487. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,5 друк арк.)*.

9. Кондрашина Л.А. / Технологія напівфабрикату борошняного збивного замороженого / Л.А. Кондрашина, П.В. Гурський, Ф.В. Перцевой // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції “Topical issues of science and practice”– Лондон, Велика Британія, 2020. – С. 28-32. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,7 друк арк.)*.

10. Кондрашина Л.А. / Визначення впливу рецептурних компонентів напівфабрикату борошняного збивного на динамічну в'язкість / Л.А. Кондрашина, П.В. Гурський, Ф.В. Перцевой // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції “Trends in the development of modern scientific thought”– Ванкувер, Канада, 2020. – С. 26-28. *(Особистий внесок здобувача: проведення*

експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,6 друк арк.).

11. Кондрашина Л.А. / Визначення впливу ферменту трансглютамінази на волого-утримуючу здатність напівфабрикату збивного / Л.А. Кондрашина, П.В. Гурський, Ф.В. Перцевой // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції “Advancing in research and education” – Ла-Рошель, Франція, 2020. – С. 25-28. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,8 друк арк.).*

12. Кондрашина Л.А. / Дослідження граничного напруження зсуву тіста для напівфабрикату збивного борошняного / Л.А. Кондрашина, П.В. Гурський, Ф.В. Перцевой // Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції “Multidisciplinary research” – Більбао, Іспанія, 2020. – С. 22-25. *(Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, підготовка до публікації, участь автора – 0,7 друк арк.).*

Патенти на корисну модель України

13. Гурський П.В., Кондрашина Л.А., Перцевой Ф.В., Бідюк Д.О. / Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного: патент України на корисну модель № 145812. заявка № у 2020 04202 від 09.07.2020. Опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. *(Особистий внесок здобувача: проведення патентного пошуку, систематизація експериментальних даних, оформлення заявки на винахід, участь автора – 0,41 друк арк.).*

14. Кондрашина Л.А., Перцевой Ф.В., Гурський П.В., Бідюк Д.О. / Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного замороженого: патент України на корисну модель № 145813. заявка № у 2020 04204 від 09.07.2020. Опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. *(Особистий внесок здобувача: проведення патентного пошуку, систематизація експериментальних даних, оформлення заявки на винахід, участь автора – 0,41 друк арк.).*

15. Кондрашина Л.А., Гурський П.В., Перцевой Ф.В., Бідюк Д.О. / Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного із сухої суміші: патент

України на корисну модель № 146747 заявка № u 2020 04203 від 09.07.2020. Опубл. 17.03.2021, Бюл. № 11. (*Особистий внесок здобувача: проведення патентного пошуку, систематизація експериментальних даних, оформлення заявки на винахід, участь автора – 0,41 друк. арк.*).

L.A. Kondrashina "Improvement of the technology of a semi-finished product of whipped flour with the use of gelatin and the enzyme transglutaminase" - Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy for specialty 181 "Food Technologies". Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2021.

In the dissertation, the expediency of using gelatin in a composition with xanthan in the presence of the enzyme transglutaminase in an improved technology of a semi-finished product of whipped flour is scientifically substantiated.

It has been experimentally proven that the use of gelatin as a foaming component in the catalytic interaction with the enzyme transglutaminase, xanthan as an additional structurant in the technology of a semi-finished product of the whipped flour type biscuit is relevant and makes it possible to reduce the number of stages of the technological process, its energy consumption, significantly expand the range of confectionery products, and purposeful enzymatic modification allows to provide the required shape, texture, taste and obtain a product with high organoleptic characteristics and nutritional value.

This technology of a semi-finished whipped flour product, with fundamentally new properties, is designed for consumers with special needs and makes it possible to:

- the use of different types of flour, regardless of the amount of gluten;
- regulation of the amount of sugar (in the classical technology of making biscuit semi-finished product, sugar affects the viscosity and the amount of dry matter);
- freezing dough for semi-finished whipped flour product;
- storage of dough for semi-finished whipped flour product in frozen form;
- maintaining freshness over a long shelf life

Analytical and experimental studies, modeling of viscosity and water-holding capacity, the dependence of the process of technological processing on the

concentration of the main recipe components using a systematic approach, scientifically substantiated and implemented the recipe and technology of semi-finished churned flour product and recommendations regarding its use in the composition of culinary products.

The content of the main recipe components has been scientifically substantiated within the following limits: gelatin - $3.0\pm 0.5\%$, xanthan - $0.2\pm 0.05\%$, TG enzyme - $0.07\pm 0.01\%$, powdered sugar - $29.0\pm 0.1\%$, which provide the necessary conditions for foaming and flour - $50.0\pm 5.0\%$. The regularity of the catalytic effect of the transglutaminase enzyme on the interaction of lysine amino groups with the γ -carboxamide group of peptide-linked glutamine residues in the sugar-gelatin solution system in the presence of xanthan was proved. It has been established that in order to obtain a foam structure that is stable in time, the process of churning the sugar-gelatin mass should take place at a temperature of $50.0\pm 2.0^\circ\text{C}$ with a stirring speed $(20.0\pm 1.0) \times 60 \text{ s}^{-1}$. The recipe of the proposed technology of a semi-finished product of whipped flour does not contain egg products and is designed for consumers with special needs.

It has been established that when xanthan is added with a concentration of more than $0.3\pm 0.05\%$, the viscosity of the gelatin-xanthan composition increases 1.5 times, probably due to the synergistic interaction of xanthan with gelatin and the redistribution of associated and non-associated hydroxyl groups, which promote the formation of a significant amount of intermolecular hydrogen bonds. It has been proven that an increase in the content of the enzyme transglutaminase more than $0.09\pm 0.01\%$ leads to an increase in the rate of crosslinking of the structure and a very rapid increase in strength, which will complicate the mixing process. With a decrease in the content of the enzyme transglutaminase less than 0.05% , the finished product will not acquire the required structure. With the introduction of gelatin less than 2.0% , the dough mass will not increase in volume, with the introduction of gelatin more than 3.0% , the structure of the semi-finished product will be too elastic, which will complicate the further processing of the semi-finished product. With the introduction of powdered sugar less than $27.7\pm 1.3\%$ or more than $32\pm 1.3\%$, the required stable fine structure of the

dispersed system of the dough mass is not formed. Increasing the content of powdered sugar leads to a significant increase in viscosity and a very sweet taste.

It has been proven that the rational temperature for churning a sugar-gelatin mixture in the presence of the TG enzyme is 50.0 ± 2.0 ° C. With a further increase in temperature, due to inactivation of the TG enzyme, a significant increase in viscosity occurs.

It has been established that the optimal conditions for the technological processing of the dough semi-finished product of the whipped flour product are provided with a temperature in the range of 160...200°C and a duration of $35 \pm 2 \times 60$ s. At the same time, as a result of the catalytic interaction of the TG enzyme, the water-holding capacity of wheat dough is significantly enhanced and its thermal stability increases. At the same time, the moisture loss of the semi-finished flour whipped product is the smallest and amounts to $41.0 \pm 0.2\%$.

The main physical and chemical indicators and indicators of safety of consumption of new products, its nutritional and biological value have been determined.

It has been proved that the shelf life of frozen whipped flour semi-finished product for 3 months at a temperature of -18°C does not impair the organoleptic and physicochemical characteristics. A scale of organoleptic evaluation of a semi-finished product of whipped flour baked has been developed and an integral quality indicator has been formed.

It is proved that the shelf life of semi-finished whipped frozen flour in a packaged form for 6 months at a temperature of -36°C does not worsen the organoleptic and physicochemical parameters. The scale of organoleptic evaluation of semi-finished baked whipped flour has been developed and an integrated quality indicator has been formed.

Developed and approved (Technical conditions for a dry mixture for the manufacture of semi-finished aerated flour product TU V 42987569-001: 2019), a recipe and technological instruction (to TU V 42987569-001: 2019), which regulate the technical requirements and technological process for the production of a semi-finished product of a whipped flour product. It has been proven that the development

and implementation of the technology of semi-finished products of whipped flour can achieve a certain social and economic effect. In particular, the social effect consists in expanding the range of confectionery products based on semi-finished whipped flour products with improved consumer properties due to the increased content of essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, minerals, and vitamins. The economic effect is due to the increase in profit from the sale of semi-finished whipped flour product.

The recipe composition, production technology and assortment of confectionery products using semi-finished whipped flour products are reflected in the developed and approved technological cards.

The proposed technology is confirmed by three patents of Ukraine for a useful model. The approbation of the new technology of semi-finished whipped flour product was carried out in the production conditions of industrial enterprises and restaurants. The main provisions of the dissertation work during 2018...2020 reported, discussed and received a positive assessment at annual domestic and international scientific and practical conferences.

Key words: semi-finished whipped flour product, transglutaminase enzyme, gelatin, xanthan gum, confectionery.

LIST OF PUBLISHED PAPERS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION

1. Pertsevoy FV, Determination of the influence of prescription components on physicochemical processes in the semi-finished flour whip at a programmed temperature change FV Pertsevoy, PV Gursky, LA Kondrashina, LZ Shilman, O. Yu Melnik., NV Fedak, SB Omelchenko, VM Kis, IM Lukyanov, T. Yu Mityashkina. // East European Journal of Advanced Technologies. - 2019. - № 6/11 (102), 17.12.2019, P.48-55. Articles in professional publications of Ukraine

2. Kondrashina LA Development of innovative strategy of technology of whipped baked semi-finished product using gelatin / LA Kondrashina, OY Koshel, DO Bidyuk, FV Pertsevoy // Proceedings of TSATU, Issue. 18. T. 1. - 2018 - P. 132-137.

3. Kondrashina LA Investigation of the influence of technological factors on the foaming properties of gelatin solutions / LA Kondrashina, DO Bidyuk, PV Gursky etc.

// Progressive techniques and technologies of food production, restaurant business and trade: coll. Science. etc. / resp. ed. OI Cherevko. - Kharkiv: KhDUHT, 2019. - Issue. 2 (30). - P. 83-95.

4. Koshel O.Yu. Analytical substantiation and development of models of technology of heat-resistant milk-containing filling with the use of gelatin / O.Yu Koshel., LA Kondrashina, DO Bidyuk, FV Pertsevov, DO Trofimov // Proceedings of TSATU, Issue. 18. T. 1. - 2018 - P. 159-165.

5. Determination of the interaction of prescription components of semi-finished whipped flour in the presence of the enzyme transglutaminase / F.V. Pertsevov, P.V. Gursky, L.A. Kondrashina, etc. // Progressive techniques and technologies of food production, restaurant business and trade: collection. Science. etc. / resp. ed. OI Cherevko. - Kharkiv: KhDUHT, 2020. - Issue. 2 (32). - P. 184-198.

6. Kondrashina LA / Investigation of the influence of gelatin dispersion on the rate of its dissolution / F.V. Pertsevov, LA. Kondrashina // Proceedings of the scientific-practical conference of teachers, graduate students and students / - Sumy, 2019. - P. 636.

7. Kondrashina LA / Study of thermal stability of the model system of semi-finished whipped cream for cakes based on gelatin / LA Kondrashina, PV Gursky, FV Pertsevov // Proceedings of the scientific-practical conference of teachers, graduate students and students Achievements and prospects for the development of the confectionery industry. / - Kyiv, 2019. - P. 108.

8. Kondrashina LA / Prospects for the use of semi-finished whipped flour based on gelatin using the enzyme transglutaminase / LA Kondrashina, FV Pertsevov, PV Gursky // Proceedings of the scientific-practical conference of teachers, graduate students and students / - Sumy, 2020. - P. 487.

9. Kondrashina LA / Technology of semi-finished flour whipped frozen / LA Kondrashina, PV Gursky, FV Pertsevov, // Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference "Topical issues of science and practice" - London, UK, 2020. - P. 28-32.

10. Kondrashina LA / Determination of the influence of prescription components of semi-finished flour whipping on the dynamic viscosity / LA Kondrashina, PV Gursky, FV Pertsevov // Proceedings of the X International scientific-practical conference "Trends in the development of modern scientific thought "- Vancouver, Canada, 2020. - P. 26-28.

11. Kondrashina LA / Determination of the effect of the enzyme tansglutaminase on the moisture holding capacity of the semi-finished product whipping/ LA Kondrashina, PV Gursky, FV Pertsevov // Proceedings of the XII International scientific-practical conference "Advancing in research and education "- La Rochelle, France, 2020. - P. 25-28.

12. Kondrashina LA / Investigation of the shear stress of the dough for semi-finished whipped flour / LA Kondrashina, PV Gursky, FV Pertsevov // Proceedings of the XIV International scientific-practical conference "Multidisciplinary research" - Bilbao, Spain, 2020. - P. 22-25.

Patents for utility model of Ukraine

13. Gursky PV, Kondrashina LA, Pertsevov FV, Bidyuk DO The method of obtaining a semi-finished flour whip: Ukraine's patent for a utility model № 145812. application № u 2020 04202 dated 09.07.2020. Publ. 06.01.2021, Bull. № 1.

14. Kondrashina LA, Pertsevov FV, Gursky PV, Bidyuk DO The method of obtaining semi-finished frozen whipped flour: a patent of Ukraine for a utility model № 145813. application № u 2020 04204 from 09.07.2020. Publ. 06.01.2021, Bull. № 1.

15. Kondrashina LA, Gursky PV, Pertsevov FV, Bidyuk DO The method of obtaining a semi-finished flour whipping from dry mix: patent of Ukraine for a utility model № 146747 application № u 2020 04203 from 09.07.2020. Publ. March 17, 2021, Bull. № 11.

Personal contribution of the applicant: conducting experimental research, participation in the discussion, processing and generalization of results, preparation of materials for publication [1-12], conducting a patent search, preparation of materials for patenting [13-15].

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	22
ВСТУП.....	23
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО БОРОШНЯНОГО.....	28
1.1 Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку технологій напівфабрикатів збивних борошняних.....	28
1.2 Теоретичні основи піноутворення та стабілізації піни у білкових борошняних системах.	32
1.3 Характеристика функціонально-технологічних властивостей желатину в композиції з ксантаном.	37
1.4 Перспективи використання ферменту транглутаміназа в технології напівфабрикату збивного борошняного.....	42
1.5 Вивчення синергізму дії структурних елементів у борошняних сумішах з додаванням желатину	47
Висновки до розділу 1.....	52
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	53
2.1. Предмети та матеріали дослідження	53
2.2. Методи дослідження	54
2.3. Статистична обробка експериментальних даних.	64
2.4. Організація та планування проведення досліджень	66
Висновки до розділу 2.....	68
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО БОРОШНЯНОГО.....	69

3.1 Обґрунтування вибору рецептурних компонентів напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину в композиції з ксантаном та ферментом транsgлютаміназа.	69
3.1.1 Розроблення моделі інноваційної стратегії технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транsgлютаміназа	69
3.1.2 Дослідження впливу концентрацій рецептурних компонентів та температури на в'язкість модельних систем.	73
3.1.3 Дослідження впливу ферменту транsgлютаміназа на вологоутримувальну здатність тіста напівфабрикату збивного борошняного.	78
3.1.4 Дослідження каталітичного впливу ферменту транsgлютаміназа в композиції желатин-ксантан в рецептурі напівфабрикату збивного борошняного.....	81
3.2 Обґрунтування технологічних параметрів отримання напівфабрикату збивного борошняного.	93
3.2.1 Дослідження впливу ступеня подрібнення компонентів сухої суміші на тривалість розчинення.....	93
3.2.2 Дослідження впливу температури на процес піноутворення системи «вода-желатин-ксантан» з модифікацією ферментом транsgлютаміназа.	96
3.3 Обґрунтування параметрів теплової обробки напівфабрикату збивного борошняного.....	101
3.3.1 Дослідження впливу синергетичної взаємодії ксантану з желатином на величину втрат маси напівфабрикату.....	101
3.3.2 Дослідження каталітичного впливу ферменту транsgлютаміназа в системі желатин-ксантан на величину втрат маси напівфабрикату.....	103
3.3.3 Дослідження втрати маси напівфабрикату борошняного збивного за умов програмованої зміни температури та визначення раціонального температурного діапазону випічки.....	104
3.3.4 Дослідження впливу рецептурних компонентів напівфабрикату борошняного збивного на механізм видалення вологи.....	106

3.4 Дослідження форм зв'язку вологи в модельних системах напівфабрикату збивного борошняного під час заморожування-нагрівання методом термограм деференціально-сканувальної калориметрії (ДСК)	108
3.5 Дослідження структурно-механічних характеристик тістової заготовки напівфабрикату збивного борошняного.....	116
3.6 Оптимізація впливу концентрацій структуруючих компонентів модельних систем напівфабрикату збивного борошняного на параметри в'язкості та вологоутримуючої здатності тістової заготовки	118
Висновки до розділу 3.....	122
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТУ БОРОШНЯНОГО ЗБИВНОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ЖЕЛАТИНУ І ФЕРМЕНТУ ТРАНСГЛЮТАМІНАЗА	125
4.1. Розробка рецептури та технології напівфабрикату борошняного збивного	125
4.2 Дослідження харчової та біологічної цінності напівфабрикату збивного борошняного.....	132
4.3 Вивчення фізико-хімічних і мікробіологічних характеристик тіста напівфабрикату збивного борошняного під час зберігання.....	141
4.3.1 Зміни структурно-механічних характеристик.	141
4.3.2 Зміни вологоутримувальної здатності.....	143
4.3.3 Зміни мікробіологічних характеристик.....	146
4.4 Вивчення фізико-хімічних характеристик напівфабрикату збивного борошняного випеченого під час зберігання.....	148
4.4.1 Дослідження процесу черствіння.....	148
4.4.2 Дослідження деформації м'якушки	149
4.4.3 Дослідження крихкості м'якушки	151
4.5 Дослідження органолептичних показників якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого.	152

4.5.1 Дослідження пористості напівфабрикату збивного борошняного.....	152
4.5.2 Визначення основних органолептичних показників якості.	153
4.6 Розроблення рекомендацій з формування асортименту та використання напівфабрикату збивного борошняного випеченого у складі кондитерської продукції.....	160
Висновки до розділу 4.....	164
РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ.....	166
5.1 Визначення соціально-економічного ефекту від впровадження нової технології.....	166
5.2 Впровадження результатів наукових досліджень у практику	170
Висновки до розділу 5.....	174
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	175
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	178
ДОДАТКИ	201
Додаток А Нормативна документація для виготовлення напівфабрикату збивного	202
Додаток А1 Технічні умови на суху суміш для виготовлення напівфабрикату збивного ТУ У 42987569-001:2019.....	203
Додаток А2 Рецептúra сухої суміші для виготовлення напівфабрикату збивного	217
Додаток А3 Технологічна інструкція на виробництво сухої суміші для напівфабрикату збивного.....	218
Додаток Б Витяг з акту №3 обласної дегустаційної комісії щодо поставлення сухої суміші для напівфабрикату збивного на виробництво	219
Додаток В Протоколи випробувань сухої суміші для виготовлення напівфабрикату збивного.....	220

Додаток В1 Протоколи випробувань сухої суміші на відповідність вимогам технічних умов ТУ У 42987569-001:2019	221
Додаток В2 Протоколи випробувань сухої суміші на на вміст ГМО ..	222
Додаток Г Регресійний аналіз і оптимізація фізико-хімічних властивостей модельної системи напівфабрикату збивного	223
Додаток Г1 Моделювання в'язкості	224
Додаток Г2 Моделювання вологоутримуючої здатності	235
Додаток Д Акти дегустації, впровадження, випуску дослідно промислових партій	244
Додаток Д1 Акт дегустації харчової продукції в рамках Міжнародного аграрного форуму « Територія євроінтеграції»	245
Додаток Д2 Акт дегустації фірмового кондитерського виробу рулет «Насолода» в комбінаті громадського харчування Краснопільської райспоживспілки.....	249
Додаток Д3 Акт дегустації нової продукції – фірмового кондитерського виробу тістечко « Вишневе».....	251
Додаток Д4 Акт дегустації фірмового кондитерського виробу «Шоколадне диво» в кафе «Парк-кафе»	253
Додаток Д5 Акт про випуск дослідно-промислової партії напівфабрикату збивного борошняного випеченого на підприємстві «Хлібохарчокомбінат» Краснопільської райспоживспілки Сумської області.....	255
Додаток Д6 Акт про випуск дослідно-промислової партії ФОП Лютий.....	260
Додаток Д7 Акт впровадження результатів науково-дослідної роботи ФОП Лютий.....	264
Додаток Д8 Акт впровадження результатів науково-дослідницьких, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в навчальний процес СНАУ	268

Додаток Е Технологічні картки на виготовлення кондитерської продукції на основі напівфабрикату збивного борошняного	270
Додаток Е ₁ Технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб рулет «Насолода»	271
Додаток Е ₂ Технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб торт «Шоколадне диво»	275
Додаток Е ₃ Технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб тістечко «Вишневе»	279
Додаток Ж Патенти України на корисну модель	283
Додаток Ж1 Патент України на корисну модель № 145812. заявка № u 2020 04202 від 09.07.2020. Опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного»	284
Додаток Ж2 Патент України на корисну модель № 145813. заявка № u 2020 04204 від 09.07.2020. Опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного замороженого»	285
Додаток Ж3 Патент України на корисну модель № 146747 заявка № u 2020 04203 від 09.07.2020. Опубл. 17.03.2021, Бюл. № 11. «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного із сухої суміші»	286
Додаток З Реєстраційна картка НДДКР за темою дисертаційної роботи (бюджетне фінансування)	287
Додаток І Розробка та передача науково-технічної документації за темою дисертаційної роботи (фінансування за кошти юридичних осіб)	291
Додаток І ₁ Договір про розробку та передачу науково-технічної документації	292
Додаток І ₂ Протокол узгодження ціни	294
Додаток І ₃ Календарний план робіт по НТП	295
Додаток І ₄ Замовлення-завдання	296
Додаток І ₅ Калькуляція договірної ціни	297
Додаток І ₆ Акт виконаних робіт за договором	298

Додаток К Сертифікати участі у роботі науково-практичних конференцій.....	299
Додаток К ₁ Сертифікат участі у роботі VI Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» 11.09.2019.....	300
Додаток К ₂ Сертифікат участі у роботі VII Міжнародної науково-практичної конференції “Topical issues of science and practice” 02-06.11.2020.	301
Додаток К ₃ Сертифікат участі у роботі X Міжнародної науково-практичної конференції “Trends in the development of modern scientific thought” 23-26.11.2020	302
Додаток К ₄ Сертифікат участі у роботі XII Міжнародної науково-практичної конференції “Advancing in research and education”07-10.12.2020...	303
Додаток К ₅ Сертифікат участі у роботі XIV Міжнародної науково-практичної конференції “Multidisciplinary research” 21-24.12.2020	304
Додаток Л Список опублікованих праць за темою дисертаційної роботи	305

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПАР - поверхнево-активна речовина;

ТГ – фермент транsgлютаміназа;

НПС – некрохмальлі полісахариди;

СП - стійкість піни;

ПУЗ – піноутворювальна здатність;

КЗР - кількість залишкового розчину;

ВУЗ – вологоутримуюча здатність;

НЗБ – напівфабрикат збивний борошняний;

МБВ – медико-біологічні вимоги;

СН – санітарні норми;

ТУ У – технічні умови України;

ТІ – технологічна інструкція;

ФАО/ВООЗ – всесвітня організація охорони здоров'я

ВСТУП

Актуальність теми. В останні роки спостерігається тенденція збільшення попиту на нові види продукції, зокрема структуровані та реструктуровані, які являються результатом впровадження у виробництво високоефективних технологій і характеризуються високою харчовою і біологічною цінністю. При цьому використання в складі структурованої і реструктурованої харчової продукції желатину дає можливість значно розширити її асортимент, а ціленаправлена ферментативна модифікація його властивостей дозволяє надати харчовій продукції необхідну форму і текстуру, високі смакові показники.

Структуровані харчові продукти набирають все більшу популярність з кожним роком. Впровадження наукових принципів ферментативної модифікації властивостей желатину, а також його поєднання з структуроутворювачами іншої природи дозволить створити принципово нові нетрадиційні види харчової продукції (збиті заморожені/збиті напівфабрикати типу бісквіт).

Желатин є гарним субстратом для ферменту транглутаминази, відповідно фермент використовується для модифікації властивостей желатину для біомедичного та харчового застосування [1]. Фізичні властивості желатину модифікуються під час взаємодії з ферментом [2] і дають можливість використовувати желатин як альтернативну сировину для заміни яєчних продуктів у збивних виробках.

Одним з напрямків інтенсифікації виробництва кондитерської та кулінарної продукції являється застосування сухих сумішей. Використання сухих сумішей напівфабрикатів значно спрощує технологію виробництва багатьох видів кондитерських та кулінарних виробів, так як дозволяє шляхом змішування отримати напівфабрикати із заданими фізико-хімічними та реологічними властивостями. Порошкоподібні або сухі суміші мають ряд переваг у порівнянні з іншими видами сировини. Це мінімальна кількість вологи і відповідно невеликий об'єм та маса, а також висока концентрація поживних речовин.

Використання сухих сумішей дає можливість розширити асортимент виробів, підвищити свіжість на протязі тривалого терміну зберігання, покращує культуру виробництва. Все це представляє інтерес для підприємств малої потужності та приватних підприємців.

Серед вітчизняних вчених, які вивчають вплив ферменту транsgлютаміназа на властивості білків борошна та конфірмаційний стан білків борошняного тіста та безглютенового хліба є Шаніна О.М., Лобачева Н.Л., Зверев В.О. та ін.

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

Дисертаційна робота виконувалась згідно з основними напрямками наукових досліджень Сумського національного аграрного університету в рамках деофбюджетної теми: «Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транsgлютаміназа» (реєстраційний номер: 0120U100888 від 21-02-2020) та госпдоговірної теми: «Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транsgлютаміназа» (договір №1-9-3 від 01.09.2020, підприємство «Хлібохарчокомбінат» Краснопільської районної споживспілки Сумської області).

Мета і завдання дослідження. Метою даної дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та розробка технології напівфабрикату борошняного збивного на основі сухої суміші типу бісквіт.

Необхідно вирішити такі завдання для досягнення поставленої мети.

- обґрунтувати вибір і концентрацію вмісту піноподібних речовин та проаналізувати їх комплексний вплив на зміни органолептичних, реологічних та фізико – хімічних властивостей харчової системи;

- обґрунтувати основні технологічні параметри виробництва напівфабрикату збивного борошняного;

- розробити рецептуру та технології виробництва напівфабрикату збивного борошняного, вивчити органолептичні, реологічні, фізико – хімічні властивості;

- виявити закономірність та механізм впливу концентрації піноутворювачів на якість готового виробу;

- дослідити комплексні показники якості розробленого продукту протягом зберігання;

- розробити рекомендації щодо використання суміші сухої для одержання напівфабрикату збивного борошняного типу бісквіт та шляхи формування асортименту продукції;

- провести апробацію у виробничих умовах і обґрунтувати доцільність виробництва напівфабрикату збивного борошняного з огляду економічної ефективності від впровадження технології.

Об'єкт дослідження – технологія напівфабрикату збивного борошняного для тістечок на основі желатину із застосуванням трансглютаміназа як принципово нового способу виробництва збивних напівфабрикатів.

Предмет дослідження - модельні системи на основі розчину желатину, желатину з ксантаном, желатину та ферменту трансглютаміназа; желатину з ксантаном та цукровою пудрою, желатину з ксантаном, цукровою пудрою та борошном, напівфабрикат збивний борошняний, випечений напівфабрикат.

Методи дослідження – фізичні, фізико – хімічні, мікробіологічні, органолептичні, методи системного аналізу, планування експерименту, математичного моделювання, математичної обробки результатів

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано та розроблено технологію напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину як піноутворюючого елементу та ферменту траглютаміназа без використання яєчних продуктів. За статистичними даними в 15% хлібобулочних виробів [3] виявлені збудники *Salmonella Enteritidis*. Дана технологія дає можливість виготовляти напівфабрикат збивний випечений, з принципово новими властивостями:

- використання різних видів борошна не залежно від кількості клейковини;
- регулювання кількості цукру, тому що в класичній технології виготовлення бісквітного напівфабрикату цукор впливає на в'язкість та кількість сухих речовин;

- можливість заморозувати напівфабрикат збивний борошняний.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено науково обгрунтовану технологію напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту траглютаміназа та рекомендації щодо їх використання у складі кондитерської продукції.

Розроблено та затверджено в установленому порядку нормативну документацію для виготовлення напівфабрикату збивного (ТУ У 42987569-001:2019), рецептуру і технологічну інструкцію (до ТУ У 42987569-001:2019), що регламентує технічні вимоги та технологічний процес виробництва напівфабрикату збивного борошняного.

Розроблено асортимент, рецептурний склад та технологію виробництва кондитерської продукції з використанням напівфабрикату збивного борошняного, що знайшли відображення в розроблених та затверджених технологічних картках на кондитерську продукцію з виготовлення тістечок та тортів.

Здійснено впровадження напівфабрикату збивного борошняного у виробничий процес промислових підприємств і в навчальний процес університету. Випущено дослідно-промислову партію напівфабрикату борошняного збивного випеченого у виробничих умовах «Хлібохарчокомбінату» Краснопільської райспоживспілки Сумської області (акт від 07.06.2019 р.), у виробничих умовах приватної пекарні ФОП Лютий (акт від 30.08.2020 р.). Результати дисертаційної роботи впроваджено у виробничий процес ФОП Лютий (акт від 30.08.2020 р) і в навчальний процес СНАУ (акт від 03.09.2020).

Особистий внесок здобувача. Полягає в аналізі наукової проблеми та сформулюванні мети і завдань досліджень, розробці програми і методики досліджень, в плануванні, організації та проведенні експериментальних робіт, в аналізі, обробці та узагальненні одержаних даних, формулюванні висновків і підготовці матеріалів до публікації, апробації наукових досліджень на науково-практичних конференціях та дегустаційних нарадах. В оформленні

деклараційних патентів України на корисну модель, розробці нормативної та технологічної документації, проведенні заходів із впровадження результатів досліджень у виробництво та навчальний процес.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу та аспірантів СНАУ та та інших закладів освіти (2018...2020 рр.), а саме на VI Міжнародній спеціалізованій науково-практичній конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» 11.09.2019 (м. Київ.), на VII Міжнародній науково-практичній конференції “Topical issues of science and practice” 02-06.11.2020 (м. Лондон, Велика Британія.), на X Міжнародній науково-практичній конференції “Trends in the development of modern scientific thought” 23-26.11.2020 (м. Ванкувер, Канада.), на XII Міжнародній науково-практичній конференції “Advancing in research and education” 07-10.12.2020 (м. Ла Рошель, Франція), на XIV Міжнародній науково-практичній конференції “Multidisciplinary research” 21-24.12.2020 (м. Більбао, Іспанія).

Нові види продукції демонструвалися в рамках Міжнародного аграрного форуму «Територія євроінтеграції» (м. Суми) і дегустувалися в закладах ресторанного господарства протягом 2017-2020 р.р.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 5 статей, серед яких 1 - у виданні, що входить до науково-метричних баз SCOPUS і 4 - у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 7 тез доповідей, 3 деклараційних патентів України на корисну модель.

Структура й обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, що нараховує 212 найменувань, у тому числі 56 зарубіжних, 10 додатків. Дисертація викладена на 177 сторінках друкованого тексту, містить 17 таблиць та 53 рисунків.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО БОРОШНЯНОГО

1.1 Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку технологій напівфабрикатів збивних борошняних.

Борошняні кондитерські вироби займають великий сегмент вітчизняного кондитерського ринку за об'ємом продаж, завдяки своїм високим споживним якостям, харчової та біологічної цінності. Збиті випечені напівфабрикати займають вагоме місце серед кондитерських виробів. До них можна віднести напівфабрикати типу бісквітів, повітряних, повітряно-горіхових.

Згідно статистичних даних кількість бісквітних виробів становить від 15 до 17% від загального об'єму виробництва борошняних кондитерських виробів. Слід зазначити, що сучасні тенденції розвитку ринку борошняних кондитерських виробів свідчать про збільшення попиту населення на бісквітні вироби [1].

В останні роки в сучасній харчовій індустрії спостерігається тенденція збільшення попиту на нові види харчової продукції, які є результатом впровадження у виробництво високоефективних технологій і характеризуються високою харчовою і біологічною цінністю, відповідають сучасним вимогам нутриціології.

Значне споживання борошняних кондитерських виробів населенням дозволяє вважати їх важливими продуктами харчування. Тому набуває важливого значення питання підвищення якості, харчової цінності, розширення асортименту борошняних кондитерських виробів функціонального призначення. Все це робить актуальними дослідження, спрямовані на розширення і вдосконалення рецептур і технології борошняних кондитерських виробів. Борошняні кондитерські вироби за енергетичною цінністю значно перевершують багато інших продуктів харчування [2]. Вони є суттєвими джерелами легкозасвоюваних вуглеводів, які при надмірному споживанні, особливо при малорухливому способі життя, можуть стати фактором, що

сприятиме розвитку низки захворювань, пов'язаних з порушенням обміну речовин в організмі. Тому вельми актуальною є розробка нових видів борошняних кондитерських виробів із зменшеним вмістом інгредієнтів високої енергетичної цінності за рахунок включення в рецептуру нових видів сировини з незначною енергетичною цінністю, але біологічно і технологічно повноцінними. Бісквітні напівфабрикати є основною або складовою частиною багатьох борошняних кондитерських виробів. Бісквітне тісто є термодинамічно нестійкою піноподібною харчовою системою, тому важливе технологічне значення при його виробництві має стабілізація цієї системи. [2]

Аналіз сучасних науково-практичних напрямків розвитку кондитерської галузі свідчить про доцільність і актуальність подальшого вдосконалення технологій, розробки технологічних рішень раціонального використання традиційних і нових видів рецептурних компонентів для розширення асортименту і отримання продукції з поліпшеними якісними характеристиками [3].

Структуру цілої групи кондитерських виробів (збивні цукерки, зефір, білково-збивні і бісквітні напівфабрикати) визначає процес піноутворення, який залежить від багатьох чинників - виду і властивостей вихідної сировини, технологічних і механічних параметрів обробки і т.д. Однак багато в чому ефективність цього процесу визначається наявністю і властивостями піноутворювачів в системі. Тому серед розмаїття робіт, які вивчають умови формування і збереження стійкості пінних структур, більшість присвячено ролі яєчних продуктів як основних піноутворювачів та їх взаємодії з іншими складовими системи [4, 5, 6].

Значний інтерес в розробці технології бісквітних напівфабрикатів становить використання сухого білка і сухого жовтка при виробництві бісквітних напівфабрикатів замість натурального яйця. Перевага, що віддається сухим яєчним продуктам в порівнянні з натуральними яйцями, пов'язана з тим, що при їх використанні істотно поліпшуються санітарні умови виробництва, виключається ймовірність обсіменіння продукції небажаними мікроорганізмами, підвищується стабільність якості продукції [7].

Останніми роками погіршилися показники здоров'я населення України. Харчування повинне стати раціональним, тобто забезпечувати фізіологічну потребу людини в основних поживних речовинах з урахуванням вікових, професійних та інших особливостей. При цьому важливим є збереження рівноваги між енергією, яка споживається та витрачається. Важливим моментом також є надходження до організму людини не тільки певної кількості основних харчових речовин, але й їх якість, безпечність та збалансованість харчування [8, 9].

Аналіз ринку України показує [10], що виробництво та реалізація кулінарної і кондитерської продукції розвивається в декількох напрямках: покращення споживчих властивостей, забезпечення безпечності продукції, варіювання термінів зберігання, зниження вартості та енергоємності, розширення асортименту виробів, що вказує на потребу вдосконалення існуючих і розробки нових технологій бісквітних напівфабрикатів. Проте, якість рецептурної сировини не завжди відповідає технологічним вимогам, що забезпечують необхідні структурно-механічні властивості тіста для отримання продукції з запланованими показниками якості і безпечності, що приводить до необхідності коректування рецептури і параметрів проведення технологічного процесу. Одним з перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є цілеспрямоване застосування інгредієнтів, які володіють широким спектром технологічних властивостей, що дозволяють покращити фізико-хімічні і органолептичні характеристики напівфабрикатів, надати їм нові показники якості, корегувати харчову цінність і хімічний склад, продовжити строки зберігання [10].

Підвищення конкурентоспроможності борошняних кондитерських виробів у великій мірі визначається їх якістю і здатністю до збереженості [11]. В процесі зберігання погіршення споживчих властивостей готових виробів частіше за все характеризується черствінням і пліснявінням. Збереження свіжості борошняних кондитерських виробів забезпечується використанням вологоутримуючих добавок. Введення емульгаторів в рецептури борошняних кондитерських виробів також сприяє пролонгації термінів їх придатності за

рахунок запобігання процесів їх черствіння. Існує велика кількість харчових добавок на основі біополімерів, що володіють високою вологоутримуючою здатністю, так званих «гідроколоїдів», які також сприяють формуванню необхідної структури борошняних кондитерських виробів [11].

Створення нових технологій кондитерських виробів базується на оригінальних технологічних ідеях і винаходах з використанням нетрадиційних сировинних інгредієнтів, що дозволяють суттєво змінити структуру і розробити нові види напівфабрикатів та готової продукції.

Желатин [12] є важливим гідроколоїдом, який має широке застосування в харчових продуктах і зокрема в борошняних кондитерських виробках. Загалом, желатин ссавців широко використовується завдяки його швидкому плавленню, температурою драглеутворення та термозворотністю. Желатин – це високомолекулярна маса і водорозчинний білок. Всі амінокислоти присутні в желатині за винятком триптофану і мають низький вміст метіоніну, цистину та тирозину завдяки деградації під час гідролізу. Амінокислотний склад у желатині, в залежності від джерела отримання, різний, але завжди містить з велику кількість гліцину, проліну та гідроксипроліну, які стабілізують його структуру і впливають на хімічні властивості.

Перспективним в технології харчової продукції, яка виробляється харчопереробним комплексом і закладами ресторанного господарства, є використання желатину. Цей гідроколоїд має значний потенціал функціонально-технологічних властивостей, реалізація яких в технології харчової продукції обмежена температурним діапазоном 30-35 °С через його природну особливість забезпечувати термозворотну структуру [12].

В представлений роботі нами розроблено технологію нового нетрадиційного продукту – напівфабрикату борошняного збивного типу бісквіт, в якому замість яйцепродуктів в якості піноутворювача запропоновано використання розчину желатину. Науково обґрунтовано використання функціонально-технологічних властивостей цього гелеутворювача, а також цілеспрямована модифікація його структури за рахунок використання ферменту

трансглютаміназа дозволить отримати термостабільну піноподібну структуру, що здатна витримувати термообробку, характерну для класичних бісквітних напівфабрикатів. Розроблений напівфабрикат борошняний збивний пропонується після випічки використовувати як основу тортів, печива, тістечок тощо.

1.2 Теоретичні основи піноутворення та стабілізації піни у білкових борошняних системах.

Відомо [13], що желатин - це чистий білок, що отримується з колагену, і продається у вигляді сухого порошку без запаху. Желатин з високим рівнем світлокольоровості все частіше застосовують в продуктах харчування людини в якості стабілізатора, піноутворювача та основи для капсул серед інших цілей. Желатин з низьким рівнем кольоровості може знайти можливість застосування в якості харчового в'язучого інгредієнта в їжі для домашніх тварин. Дослідниками [30] експериментально перевірено і проаналізовано різні сили желатинового драглю, з низьким рівнем кольоровості та драглів звичайних желатинів з високим рівнем кольоровості. Обробку проводили контрольного зразка без желатину та желатинів з силою драгля 100, 175 та 250 Блум. Результати показали підвищену міцність драглів желатину, збільшення об'єму продукту, його розширення, ймовірно, завдяки ефекту піноутворення. Однак тривалість зберігання драглів з желатину середньої та високої світлокольоровості знизилася. Тобто, желатин з низьким рівнем світлокольоровості може бути перспективним для поліпшення характеристик продукту та збереження довготривалого зберігання.

Піноутворюючі та піностабілізуючі властивості желатину використовуються в кондитерській промисловості при виробництві екструдованих, формованих і зернистих збитих виробів з низькою густиною ($0,25-1,0 \text{ г/см}^3$) – маршмеллоу, тіста для вафель [14, 15] – для стабілізації піноутворення, начинок для вафель і шоколадних батончиків, жувальних цукерок, збитих желейних цукерок, нуги, збитих вершків [15], в молочній промисловості – при виробництві морозива, а також знаходить застосування

самостійно, або у поєднанні з іншими піноутворювачами білкової природи (молочним, яєчним білком) в ресторанному господарстві при виробництві готових аерованих солодких страв – мусів, самбуків, суфле, кремів [15], жельованих молочних десертів, десертних кремів, збитих вершків, у т.ч. низькокалорійних. Окремо слід виділити похідні желатину – інстант-желатини (розчинні у холодній воді), які знаходять своє призначення у піноподібних десертах, зокрема, швидкого приготування (сухі суміші) – кремах, мусах, а також гідролізати желатину, які не утворюють гелів внаслідок низької молекулярної маси, але виявляють добрі піноутворюючі властивості та використовуються в молочній промисловості для сприяння збиванню та отримання легкої кремоподібної текстури з більшим об'ємом. Ці продукти мають широкий спектр текстур, інгредієнтів, вмісту сухих речовин і ступеня аерації [17].

Також мають бути прийняті до уваги технологічні вимоги. Наприклад, якщо екструдовані маршмеллоу повинні бути отримані з використанням безперервного процесу, то після збивання необхідне швидке структуроутворення для стабілізації піни. В цьому випадку слід використовувати желатин з дуже високою міцністю в Блумах – 240-280 (high-Bloom) за його концентрації 3...5%. У разі виробництва формованих маршмеллоу маса після збивання повинна мати здатність текти на відсадочній машині. Швидке гелеутворення в цьому випадку не потрібне, оскільки продукт піддається подальшому сушінню. Для цього процесу придатні желатин із середньою – 160-200 (medium-Bloom) і високою – 200-240 (high-Bloom) міцністю в Блумах в концентрації 4...6% [14-17].

Оглядом зарубіжних та вітчизняних літературних джерел встановлено, що питанням вивчення піноутворюючих властивостей желатину, а також впливу на них інших білкових речовин, цукрів, рН тощо приділено багато уваги. Як свідчить аналіз даних, увага вчених зосереджена на вивченні впливу окремих технологічних факторів (виду джерела отримання, його типу, концентрації, співвідношення компонентів) на піноутворюючі властивості чистих розчинів желатину [12-14], у поєднанні його з іншими піноутворювачами білкової

природи [15], полісахаридами [16,17,18], їх композицій, а також простими цукрами та цукрозамінниками.

Автором [17] було розглянуто взаємозв'язок між поверхневим натягом та піноутворенням розчинів на основі яєчного альбуміну, соєвого білку, казеїну, білку молочної сироватки та желатину. Було встановлено, що поверхневий натяг білкових розчинів не корелював з піноутворюючою здатністю, але константа швидкості розпаду поверхневого натягу білкових розчинів мала добру кореляцію з піноутворюваністю білкового розчину.

Дослідниками [19] встановлено вплив виду желатину (із бичачої шкіри – типу В та зі свинячої шкіри – типу А) та його концентрації на піноутворюючу здатність їх розчинів та стабільність піни. Було визначено, що максимальних значень досліджувані показники набували за концентрації желатину 3%, при чому для желатину із бичачої шкіри вони були дещо вищими – $94,67 \pm 1,53\%$, ніж для желатину зі свинячої шкіри – $93,00 \pm 1,00\%$. За концентрації вище зазначеної – 4 та 5% досліджувані показники істотно знижувались, що, на думку авторів, може бути пов'язано із неправильною гомогенізацією розчину желатину. Аналогічна тенденція спостерігалася для показника стабільності піни, яка знижувалася з часом.

В роботі [20] вивчено піноутворюючу здатність розчинів желатину зі шкіри вугра за рН 5 та 8, бичачого желатину та стабільність їх піни. Зазначено, що коефіцієнти піноутворюючої здатності желатину зі шкіри вугра за рН 5 та 8 відрізнялись не істотно та дорівнювали відповідно 2,56 та 2,76. Для бичачого желатину цей показник дорівнював 1,89. Різниця у піноутворюючій здатності між желатинами зі шкіри вугра та бичачим, на думку авторів, пояснюється більш високим вмістом гідрофобної амінокислоти в желатині зі шкіри вугра, яка за рН 8 також була вище, ніж у цьому желатині за рН 5. Коефіцієнти стабільності піни для желатину зі шкіри вугра за рН 5 та 8 складав відповідно 1,02 та 1,16, а для бичачого – 1,10. Більш низька стабільність піни для желатину зі шкіри вугра при рН 5, як вважають дослідники, може бути обумовлена меншим відсотком негативно заряджених амінокислот. Більш високий вміст негативно заряджених

амінокислот в желатині зі шкіри вугра за рН 8, можливо, запобігав нейтралізації заряду в молекулах желатину і додатково збільшував стійкість піни.

В дослідженнях [21] описується вплив співвідношення змішування біополімерів на властивості піни на основі субкритичної води (води з температурами в межах +100...+374°C під високим тиском для підтримання її у рідкому стані) з додаванням розчинів яєчного білка і желатину з риб'ячої луски. Було визначено, що піноутворююча здатність системи на основі яєчного білка та субкритичної води була вище, ніж системи без субкритичної води, хоча перша мала нижчу стабільність піни. При цьому було встановлено, що піноутворююча здатність системи на основі яєчного білка та субкритичної води додатково збільшувалася при додаванні желатину з риб'ячої луски за рахунок зменшення поверхневого натягу. Желатин сприяв створенню міжфазної в'язкопружної системи на границі розділу повітря-вода з підвищеною поверхневою ділатаційною реологічною поведінкою, викликаючи низький рівень відділення рідини і інгібування злиття бульбашок в системі. Крім того, зміни еластичності поверхні відповідали підвищенню стабільності піни при збільшенні концентрації риб'ячого желатину. Наведені дослідження дозволили отримати білковий порошок з високою піноутворюючою та стабілізаційною здатністю.

В своїй роботі Ветров В.М. [22] науково обґрунтував доцільність використання желатину в модельних системах білково-полісахаридного гелеутворення на основі сульфатованих полісахаридів у спільному комплексі з модифікованим крохмалем гороховим для поліпшення піноутворюючої здатності на 15...18% в технологіях збивних напівфабрикатів типу «суфле» [22].

З'ясовано вплив концентрації желатину та ксампану на перебіг процесу піноутворення та якість отриманих пінних структур в модельних системах на основі сколотин та знежиреного молока. Встановлено, що показник піноутворюючої здатності набував максимальних значень за температури 275 К і концентрації в молочній сировині желатину в кількості 1,0...1,5% та ксампану в кількості 0,5...0,7% та складав відповідно 208...224% та 210...234%. Стійкість піни модельних систем при цьому також значно зростав й становив відповідно

95...98% та 96...99% [16].

Бадруком В.В. [23] досліджено вплив співвідношення низькоетерифікованого пектину та каппа-карагенану в бінарних сумішах з желатиною на піноутворюючу здатність їх розчинів. Було встановлено, що найбільше значення піноутворюючої здатності спостерігалось при співвідношенні композиції желатин-низькоетерифікований пектин та желатин-каппа-карагенан як 3:1. Було встановлено, що стійкість піни досліджених систем збільшувалась при зниженні рН, що можна пояснити, на думку автора, збільшенням в'язкості колоїдних розчинів завдяки електростатичній взаємодії гідроколоїдів.

Автором [24] встановлено, що перспективним напрямком при створенні нових структур кремово-збивних цукеркових мас, які формуються методом коекструзії, є використання сумішей гідроколоїдів: желатину, к-карагінану, LM пектину з врахуванням їх технологічних властивостей. Встановлено, що найбільша піноутворююча здатність спостерігалася при температурі 65 – 70 °С в ізоелектричній точці при співвідношенні желатин – LM пектин та желатин – к-карагінан 3:1. Доведено, що найбільша піноутворююча здатність спостерігалася при додаванні 2,2±0,5 % суміші желатин – LM пектин, а найменша – LM пектин – к-карагінан.

Отже, огляд джерел дозволив виявити закономірності впливу окремих технологічних факторів на піноутворюючі властивості розчинів желатину. На підставі проведених аналітичних досліджень можна зробити висновок, що необхідним є проведення додаткових досліджень та виявлення нових закономірностей, які дозволять вирішити поставлені завдання з розробки запропонованого збивного випеченого напівфабрикату з використанням желатину.

Аналітичним оглядом встановлено, що системних фундаментальних дослідження, які стосуються встановлення закономірностей піноутворюючих властивостей желатину, в літературі носять розрізнений характер. Це обумовлює актуальність обраного напрямку.

1.3 Характеристика функціонально-технологічних властивостей желатину в композиції з ксантаном.

Ксантан є широко вивченим в'язучим агентом [25], виявленим у 1961 р. Ацетилювання та пірувілювання мають великий вплив на його реологічні властивості, і вплив цих груп на конформацію та реологічні властивості ксантану вивчався десятки років. Однак ці дослідження в основному покладаються на хімічні модифікації, і тому ступінь пірувілювання та ацетилювання, а також регіоселективність деацетилювання не можна контролювати. Тут ми представляємо поглиблену реологічну характеристику природного ксантану та семи варіантів ксантану, з визначеними моделями ацетилювання та пірувілювання, створеними за допомогою генетичної модифікації *Xanthomonas campestris* LMG 8031. Таким чином, ксантанові варіанти із визначеними моделями ацетилювання та пірувілювання природний стан завдяки м'яким умовам виробництва. Можна було пов'язати визначені схеми заміників з відповідними реологічними властивостями, щоб дати нові уявлення про взаємозв'язок між структурою та функцією ксантанових варіантів у безсолевих середовищах та за наявності одно- та двовалентних катіонів.

Ксантанова камедь [26] - це високомолекулярний мікробний екзополісахарид з холодним набуханням, що виробляється ферментацією вуглеводів бактерією *Xanthomonas campestris* з подальшим осадженням у спирті, сушінням та розмелюванням. Основна структура ксантанової камеді - це полімер одиниць D-глюкози з бічним ланцюгом трисахариду. Цей бічний ланцюг демонструє дві одиниці манози, розділені гулурановою кислотою. Ксантанова камедь повністю розчиняється в холодній воді, а негативно заряджені карбоксильні групи (COO-) на бічних ланцюгах молекули відповідають за сильно в'язку рідину, отриману при контакті з водою. Основна функція ксантанової камеді - згущувати, емульгувати та стабілізувати продукти на водній основі. Ксантан широко використовується у харчових продуктах, що переробляються, через його незвичні та дуже корисні властивості. Багато з цих властивостей, безсумнівно, зумовлені структурною жорсткістю його молекул, що, в свою чергу, є результатом його лінійної, целюлозної основи, яка зміцнена і захищена

боковими ланцюгами трисахаридів. Висока ступінь псевдопластичності розчину, що надається присутністю ксантану, полегшує змішування та перекачування рідинних / рідинних систем, що призводить до чистих органолептичних властивостей у роті (тобто відсутність сприйняття слизовості). Найбільше застосування ксантану спостерігається у хлібобулочних сумішах. У кексах та суміжних сумішах ксантан забезпечує збалансованість рецептури, збільшення об'єму та утримання вологи. Однак використання занадто великої кількості ксантану в системах на основі борошна може призвести до щільності, клейкості, зернистості або інших небажаних змін текстури. Рівні використання в сухих сумішах, як правило, менше 0,1% (вага готової композиції). Жодні ферменти, що містяться в харчових інгредієнтах або продуктах, не погіршать ксантан [26].

Дослідниками встановлено [27], що суміші розчинів желатину GB і ксантанової камеді XG у співвідношенні (GB / XG, (0,2-2%)/0,2% мас./об.) проявляють поліпшені драглеутворювальні властивості порівняно з розчинами їх чистих компонентів при аналогічних співвідношеннях. Змішані гелі включають спільно локалізовані мережі доменів, багатих на GB і XG. Доведено, що ці домени складаються з міжмолекулярних комплексів та їх агрегатів, стабілізованих ефектом нейтралізації GB, і пов'язаних між собою утворенням потрійних спіралей GB.

Окислена ксантанова камідь з різним вмістом альдегіду, яка успішно готується періодатним окисленням, використовується як зшиваючий агент для харчових плівок желатину. Рентгенівські дифракційні вимірювання та мікроскопія атомної сили демонструють, що деградація супроводжується процесом окислення, який призводить до зниження кристалічності та зміни структури. Дослідженням оптичних властивостей встановлено, що всі плівки дуже прозорі та мають чудові бар'єрні властивості проти ультрафіолетового світла. Введення альдегідних груп покращує ультрафіолетові бар'єрні властивості, які виникають внаслідок збільшення груп CN за рахунок утворення основи Шиффа. Дослідження властивостей показують, що ксантанова камедь може різко знизити загальну розчинну речовину, вміст вологи та водопроникність та значно покращити механічні властивості та термостійкість

желатинових плівок. Зі збільшенням рівня окислення окисленої ксантанової камеді спостерігається посилення властивостей водяного бар'єру, механічних властивостей та термічної стійкості плівок ксантанової окисленої желатином ксантану, що в основному пояснюється ковалентним зв'язуванням двох полімерів [28].

Авторами [29] досліджено покращення якості безглютенової продукції, виготовленої за допомогою гідротермічно оброблених полісахаридних сумішей (НТТ-PSM) з клейового рисового борошна та додаванням ксантанової камеді в різних концентраціях. Встановлено, що НТТ-PSM мав нижчу температуру желатинізації, більш високу пікову в'язкість і слабку міцність гелю, ніж рідке клейове рисове борошно. Включення НТТ-PSM в рисове тісто значно скоротило час і стабільність розвитку тіста і збільшила його розтяжність з 2,8 мм до 11,9 мм. Показник високої розтяжності тіста дозволив виготовити безглютенову локшину з більшою міцністю на розрив та схожий профіль текстури порівняно з локшиною пшеничною. Сенсорна оцінка показала, що загальна текстура локшини без глютену була прийнятною, але не такою, як порівнянна з локшиною пшеничної. Позитивні кореляції спостерігалися між вмістом ксантанової камеді та піковою в'язкістю, міцністю гелю, міцністю на розрив локшини, твердістю та жувальністю.

Викликає інтерес дослідження авторів [30] з розробки складених харчових плівок із трьох різних полімерів для перевірення реакцій зшивання, які покращували якість плівок, виготовлених із двох полімерних типів, для вивчення ефектів від додавання ксантанової камеді різних концентрацій (0, 5, 10, 15, 20 і 25%, мас /мас.) до желатин-СМС плівок. Оцінювались фізичні та механічні властивості відповідних плівок. Встановлено [30], що додавання ксантанової камеді збільшувало товщину, вміст вологи та водонепроникність плівки желатин-КМЦ ($p < 0,05$). Крім того, захист від ультрафіолетового (ультрафіолетового) світла збільшувався разом зі зниженою прозорістю видимого світла ($p < 0,05$) та підвищенням термостабільності (T_g) ($p < 0,05$). Отримані плівки також демонстрували меншу міцність на розрив із зменшеним подовженням у точці розриву, а також більш високу силу проколу та нижчу деформацію проколу, що

свідчить про більш високу стійкість до проколу, ніж порівнянна плівка желатин-СМС. В цілому, желатино-СМС плівка з ксантановою каміддю (5%, мас. / Мас. Твердої речовини) демонструвала поліпшені фізичні та механічні властивості більше, ніж плівки, приготовані із порівнянних рецептур.

Досліджено[31] вплив вмісту вологи при додаванні ксантанової камеді (XG) та сиропу глюкози (GS): співвідношення сахарози на еластичні (G') та в'язкі (G'') модулі під час генерування *in situ* та на великі деформаційні реологічні властивості застиглих драглів. Збільшення обох модулів зразків із додаванням XG свідчить про посилення структури мережі. Усі зразки драглів мали чіткий руйнування. Збільшення коефіцієнта GS: сахарози призвело до зменшення напруги руйнування та збільшення деформації руйнування, що передбачає більш гнучку полімерну мережу каркасу [31]. Зниження вмісту вологи може призвести до поділу фаз між фазами, з високим вмістом цукру і полімеру, щоб утворити міцніший зв'язок у структурі мережі. Аналізом текстурних характеристик зразків, за допомогою карти текстур, доведено, що збільшення співвідношення сиропу глюкози GS: сахарози та внесення XG робило текстуру зразка більш еластичною

Водні системи полімеру та ПАР важливі для різних галузей промисловості. Властивості цих систем [32], серед іншого, залежать від взаємодії між ними. Авторами [32] було проведено дослідження для визначення взаємодії між аніонним полімером - ксантановою камедью та аніонною поверхнево-активною речовиною - SDS або неіонною поверхнево-активною речовиною - Tween 80. Результати, отримані в результаті комбінації всіх цих методик, показали, що взаємодія ксантанової камеді - SDS / Tween 80 існує. Структурні зміни молекул ксантанової камеді в присутності обох ПАР були отримані за допомогою віскометрії та SEM. Характерні точки взаємодії (CAC та PSP) визначалися шляхом вимірювання поверхневого натягу та питомої провідності водних розчинів чистих поверхнево-активних речовин та їх сумішей із ксантановою камедью. Значення PSP були пропорційні концентрації полімеру. Після подолання електростатичного відштовхування між ксантановою каміддю та CAC вони утворюють комплекси за допомогою гідрофобного механізму та

посилюють адсорбцію молекул САС на межі вода-повітря. На відміну від SDS, Tween 80 в основному взаємодіє з ксантановою камеддю в основному, створюючи водневі зв'язки, а також шляхом гідрофобних взаємодій. Результати вимірювань флуоресценції додатково підтвердили, що механізм взаємодії між ксантановою камеддю та досліджуваними поверхнево-активними речовинами був головним чином за рахунок гідрофобної взаємодії та шляхом створення водневих зв'язків з Tween 80 як електростатичного відштовхування з SDS.

Відомо [33], що дослідження закономірностей процесів піноутворення і стійкості піни є науковою основою для розробки обґрунтованих рекомендацій з оптимального складу різних піноутворюючих композицій. Автором [33] доведено, що за однакової в'язкості піноутворюючих розчинів з добавкою полімерів найбільшою стійкістю володіє піна, яка містить ксантан. З'ясовано, що з підвищенням концентрації ксантану зростає стійкість піни до гравітаційного синерезису і розриву плівок, що пов'язано з формуванням тиксотропної структури в пінних каналах і плівках, а також по відношенню до дифузійного переносу газу (Оствальдовому дозріванню).

Процес пастеризації призводить до небажаних впливів на піноутворюючі властивості та стабільність рідкого яєчного білка. Персидську камедь (PG) як нативний гідролоїд та ксантанову камедь (XG) додавали до рідкого яєчного білка [34] з метою поліпшення властивостей піноутворення кінцевого розчину до пастеризації. Збільшення в'язкості яєчного білка було природним наслідком додавання XG та PG. Додавання гідролоїдів до розчину яєчного білка, поведінка потоку розчину змінювалася з ньютонівської на псевдопластичну, і, отже, криві потоку підходили до моделі закону потужності. Обидва гідролоїди виявляли позитивний вплив на стабільність піни на всіх рівнях, проте їх негативний вплив на перевищення та щільність піни був незаперечним. Встановлено [34], що високі концентрації XG та PG ($0,1\% \leq$) призвели до поліпшення текстури піни, тоді як XG виявив найбільший вплив на еластичність піни завдяки фізичній взаємодії з розгорнутими білками. Аналіз мікроскопічних зображень пінопластових бульбашок, зумовлений різною об'ємною в'язкістю зразків, показав негативний ефект надмірного побиття для деяких зразків, тоді

як для деяких інших час відбивання був недостатнім для досягнення максимальної газової фази.

Авторами [35] досліджено вплив ксантанової камеді (XG) та гідроксипропіл-метилцелюлози (HPMC) на об'єм пирога, твердість та сенсорні властивості печених бісквітних коржів. Досліджено також реологічні характеристики, що полягають у поведінці течії та в'язкості пшениці, щоб відповідати фізичним властивостям бісквіта. Щільність тіста та питома вага були суттєво ($p < 0,05$) співвіднесені з твердістю та об'ємом макухи. Гидроколоїдні коржі (як XG, так і HPMC) мали значно ($p < 0,05$) менший об'єм порівняно з контрольним пирогом. Показник консистенції значно ($p < 0,05$) корелює з твердістю (індекс стійкості $r = 0,71$), що дозволяє визначити текстуру крихти бісквітної кірки. Доведено, що свіжоспечений пиріг, який містить 1% XG, має значно більш високе значення твердості ($p < 0,05$) порівняно з 1% HPMC та контрольні коржі. Крім того, бісквіт, що містить гідролоїди, мав значно менший об'єм ($p < 0,05$) порівняно з контрольним пирогом. Для сенсорної оцінки бісквіт, який містить ксантанову камідь, був менш привабливим для учасників форуму порівняно з іншими рецептурами бісквіта, оскільки він мав найнижчий середній бал (6,25) у загальній оцінці.

1.4 Перспективи використання ферменту транглутаміназа в технології напівфабрикату збивного борошняного

Трансглютаміназа має унікальний спектр застосування завдяки своїм технологічним характеристикам, а саме, має широкий інтервал стабільності за активної кислотності рН від 5,0 до 8,0; володіє високою термічною стабільністю у діапазоні 45...55°C, за температури 65°C і вище відбувається її інактивація [36].

Фермент ТГ впливає виключно на протеїни, каталізуючи реакцію формування специфічного ізопептидного зв'язку між карбоксиамідною групою глутаміну і аміногрупою лізину. Ці зв'язки можуть бути сформовані між білками, що відрізняються за типом (казеїни, міозин, глобуліни і т.д.) і за походженням (з

сої, пшеничної клейковини і т.д.). ТГ утворює сильні ковалентні зв'язки, які важко розриваються в умовах неферментативних реакцій [37, 38, 39, 40].

Трансглютаміназа використовується у виробництві широкого спектру харчових продуктів – м'ясних, рибних, хлібобулочних, молочних[41]. Вона придатна для вирішення багатьох завдань, може виступати як покращувач фізичних властивостей і структури, знижуючи вміст солі і сприяти поєднуванню шматків м'яса або риби. Зважаючи на реакційну здатність трансглютаміназа ефективно взаємодіяти з різними білками харчових продуктів, її функціональні властивості можна поділити на три групи: 1 група - висока реакційна здатність ТГ із білками молока (казеїном) та м'яса (желатином); 2 група – середня реакційна здатність ТГ, з білками хлібних культур; 3 група – реакційна здатність ТГ, з білками сироватки (α -лактальбуміном та β -лактоглобуліном), яйця (овальбуміном) та м'яса (міоглобіном) [41].

Встановлено[42], що фермент трансглютаміназа сприяє утворенню поперечних зв'язків між молекулами клейковинного білка і таким чином поліпшує реологічні властивості тіста. Ефективно доповнюючи інші хлібопекарські ферменти, трансглютаміназа підсилює білок клейковини і сприяє формуванню оптимальних характеристик тіста. Особливістю цього ферменту є те, що реакція між глютаміном і лізином обумовлена температурою і тривалістю самої реакції. Трансглютаміназа може легко окислюватися та інактивуватися цистеїном групи SH. В'язкопружні властивості клейковини у присутності трансглютаміназа, а також чутливість білка до термічної обробки зменшуються порівняно з немодифікованою клейковиною. Ці дослідження сприяли використанню ТГ для приготування локшини і макаронів в Японії [43]. Трансглютаміназу додають в борошно, що надає макаронам і локшині твердість, яка залежить від вмісту ферменту.

Зарубіжними авторами [44] вивчені механічні властивості і морфологія желатинових плівок, які містять різні рівні фізичних та хімічних зв'язків, отриманих шляхом регулювання відносної кількості потрійних спіралей і ковалентних зв'язків, що каталізуються трансглютаміназою за рахунок зміни температури сушки. Вміст потрійної спіралі зменшується в наслідок

підвищення температури сушіння над температурою гелеутворення желатину, що було підтверджено результатами досліджень. Модифікація желатину з допомогою транsgлютаміназа призводила до створення плівок з підвищеними механічними властивостями, водостійкістю і термостабільністю незалежно від температури сушіння. Крім того, зі збільшенням температури сушіння спостерігалися більш сильні і більш компактні структури плівкоутворюючих розчинів і плівок, що вказує на вищий рівень зшивання.

Ученими [45] зазначено, що текстурні властивості желатинових пін високо ціняться шеф-поварами усього світу, однак такі гелі і піни неможливо використовувати в кулінарних виробках, які повинні подаватися гарячими, тому що желатин плавиться при температурі від 30 до 40°C. При цьому, використовуючи ферментативну модифікацію желатину з допомогою транsgлютаміназа, гелі та піни, вироблені з желатину, можна зробити термостабільними. За результатами піни та гелі, виготовлені із желатину і оброблені транsgлютаміназою, стабільні при 80°C на протязі певного часу, хоч текстурні властивості таких гелей повинні бути оптимізовані.

Авторами [46] досліджено закономірності впливу транsgлютаміназа на желатин, з якого отримані гелі та піни. Вивчена стабільність піни при 20°C та 80°C, термічна стабільність та текстура гелів. Вміст желатину і транsgлютаміназа значно збільшує стабільність піни при обох температурах, але ефект впливу транsgлютаміназа був більш значним. Дослідниками відмічено, що модифікація піни та гелів на основі желатину з додаванням транsgлютаміназа може знайти практичне застосування у кулінарних технологіях, де желатин повинен нагріватися.

Обґрунтовано [47] доцільність спільного застосування борошняних сумішей, транsgлютаміназа та колагенвмісних білків, до яких вона має високу реакційну здатність (желатин, Геліос-11, Сканпро Т95). Експериментально підтверджено, що застосування добавок-коректорів структури дозволяє суттєво поліпшити питомий об'єм хліба, його пористість та смакові властивості.

Вітчизняними вченими [48] вивчено вплив транsgлютамінази на швидкість формування структури розчину желатину. Були отримані математичні моделі,

що описують зміну в'язкості в часі. Показано математичну модель і процес формування структури при різних співвідношеннях фермент-субстрат.

Вивчено вплив транsgлутамінази [46, 47, 48] на швидкість формування структури розчину желатину, отримано математичні моделі, які описують зміну в'язкості в часі, наведено математична модель та процес формування структури при різних співвідношеннях фермент-субстрат. Актуальним є використання біотехнологічних прийомів для одержання продуктів, які містять білок, із заданими функціонально-технологічними властивостями. Для цього використовують різні методи модифікації білків, найбільш ефективним методом є ферментативна модифікація, яка дозволяє проводити зміни властивостей білків і впливати на такі характеристики, як гелеутворення та структурно-механічні властивості гелів. Модифікація харчових білків транsgлутаміназою призводить до одержання текстурованих продуктів, змінює розчинність і функціонально-технологічні властивості, дозволяє одержувати білки з високою харчовою і біологічною цінністю. Одержані результати [48] дозволяють прогнозувати зміни структурно-механічних властивостей гелів желатину в присутності ферменту транsgлутамінази. Одержані математичні рівняння описують процеси структуроутворення і дозволяють розраховувати коефіцієнт динамічної в'язкості - важливий технологічний показник. Двофакторні моделі дають можливість враховувати такі чинники, як масова частка структуроутворювача (желатину) та кількість.

В дослідженнях [49] визначено вплив ізоляту нутового білка (CPI) (0–7%), транsgлутамінази (MTG) (0–1,5%) та ксантанової камеді (0–0,6%) на реологічні характеристики та показники якості кексів з безглютенового пшона з використанням методології реакційної поверхні (RSM). Результати показали, що ксантан збільшував питомий об'єм і пористість і зменшував твердість за рахунок збільшення його концентрації, тоді як додавання CPI та MTG у нижчих рівнях мало інший ефект, ніж у вищих рівнях. MTG та CPI спочатку зменшували питому вагу, а потім збільшували. Ксантан збільшував цю властивість на всіх досліджених концентраціях. Індекс коричневого кольору кірки зменшувався із додаванням ксантану та CPI та збільшувався із додаванням MTG.

Оцінено вплив додавання різних білкових ізолятів (гороху, сої, яєчного альбуміну та сироваткових білків) на в'язкосиметричні та реологічні властивості тіста з рисового борошна та розвиток білкової мережі за допомогою використання мікробної трансглютамінази (TG) [50]. Білкові ізоляти значно ($p < 0,05$) модифікували желатинізацію та гелеутворення рисового крохмалю, визначеного у швидкому віскоаналізаторі (RVA). Горохові, соєві та сироваткові білки значно ($p < 0,05$) знизили кінцеву в'язкість, крім того, сироватковий білок також сприяв значному зниженню (27,3%) пікової в'язкості. На величину модуля пружності (G'), зафіксовану в коливальних тестах, суттєво ($p < 0,01$) впливали як білкові ізоляти, так і TG. Ступінь ефекту залежала від джерела білка; горох та соя збільшили цей параметр, тоді як ячний білок та сироватковий білок різко знизили його. Модифікація властивостей емульгування спостерігалася також шляхом додавання білкових ізолятів та впливом TG. Зменшення кількості вільних аміногруп після взаємодії TG підтвердило зшивання білка, який каталізувався TG [50]. Тому використання білкових ізолятів і TG розширює сферу застосування рисового борошна в хлібобулочній промисловості і призводить до збільшення вмісту білка з подальшим поліпшенням харчових продуктів отриманих продуктів.

Проведеними дослідженнями [51] доведено ефективність застосування ферментного препарату трансглютаміназа, найбільшою мірою в композиції з білками тваринного і рослинного походження (молока, желатина, Геліос-11, борошна різних видів), для покращання структурно-механічних та органолептичних характеристик безглютенового хліба. Доведено, що цей фермент є ефективним поліпшувачем структури макаронних виробів з пшеничного хлібопекарського борошна. Криві сушіння тіста з безглютенових видів борошна та їх суміші наведено на рис. 1-3, де видно, що залежно від виду борошняної сировини та наявності ферменту вологоутримувальна здатність тіста помітно змінюється. Додавання TG до борошна кукурудзяного гальмує процес випаровування вологи: протягом досліджуваного проміжку часу контрольний зразок (без TG) втрачає 46 % від початкового вмісту вологи (швидкість випаровування дорівнює 88,4 мг/хв). Під дією ферменту вологоутримувальна

здатність кукурудзяного тіста посилюється — втрати вологи становлять 39-43 %, а швидкість випаровування дорівнює 75-82,6 мг/хв.

Оскільки агрегація білка та утворення безперервної білкової матриці в житньому тісті дуже обмежена, досліджено ферментативний метод агрегації білків для поліпшення властивостей випічки [52]. Вплив мікробної трансглютамінази (TG) на властивості житнього тіста вивчали реологічними тестами, конфокальною лазерною скануючою мікроскопією (CSLM), стандартними масштабними тестами випічки та аналізом текстури текстури крихти. Додавання TG в межах 0–4000 кг / кг житнього борошна модифікувало реологічні властивості тіста з житнього борошна, що призводило до прогресивного збільшення складного модуля зсуву та зменшення коефіцієнта втрат через зшивання білка або агрегацію білка [52]. Аналіз зображень CLSM проілюстрував TG-індуковане збільшення розміру комплексів протеїну жита. Стандартні випікальні випробування показали позитивний вплив на об'єм буханця та текстуру крихти житнього хліба з TG, що застосовується до 500 кг кг житнього борошна. Більш високий рівень TG ($500 \text{ U} \leq \text{TG} \leq 4000 \text{ OD}$) згубно вплинув на об'єм хліба. Підвищення концентрації TG призвело до збільшення пружинності і твердості крихти. На закінчення результати цієї роботи продемонстрували, що TG можна використовувати для поліпшення хлібопекарської роботи з житнього тіста шляхом створення безперервної білкової мережі [52].

1.5 Вивчення синергізму дії структурних елементів у борошняних сумішах з додаванням желатину

Структуровані і реструктуруванні харчові продукти набирають все більшої популярності з кожним роком. Впровадження наукових принципів ферментативної модифікації властивостей желатину, а також його комбінування зі структуроутворювачами іншої природи дозволить створити клас принципово нової харчової продукції, яка імітує традиційні харчові продукти (структуровані замітники м'ясної сировини, імітований шпик, реструктуровані аналоги овочевого і плодово-ягідної сировини, цукатів, снекової продукції, ікри риб і ін.),

створити нові нетрадиційні види харчової продукції (збиті заморожені / випечені напівфабрикати типу бісквіт, гаряче желе та ін.), а також надати традиційній харчовій продукції (термостабільні начинки, десертна продукція з драглеподібною структурою та ін.) нових споживчих властивостей і знизити її собівартість.

Перспективним напрямком в технології виробництва різних видів реструктурованих продуктів є процеси ферментативного зшивання (cross - links) макромолекул, яка з успіхом може бути реалізована як на білкових, так і на вуглеводних субстратах [53]. Цей процес може відбуватися за участю ароматичних груп, присутніх в білках і вуглеводах або за участю низки амінокислот, що входять до складу білка. Найбільш вивченим способом ферментативного реструктурування рибного і м'ясного сировини є застосування трансглютамінази. В якості гелеутворювача доцільно використовувати желатин, в зв'язку з його високою здатністю створювати ізопептидні зв'язки за каталітичного впливу трансглютамінази. Встановлено, що міцність «стандартних» гелів желатину змінюється за лінійним законом в залежності від масової частки введеного в систему ферменту трансглютамінази в діапазоні його концентрацій до 1%. Величина penetрації отриманих гелів обернено пропорційна кількості введеного ферментного препарату [53].

Авторами [54] вивчені механічні властивості і морфологія желатинових плівок, що містять різні рівні фізичних і хімічних мереж, отриманих шляхом регулювання відносної кількості потрійних спіралей і ковалентних зв'язків, що каталізуються TG, за рахунок зміни температури сушіння. Встановлено [54], що додавання TG гальмує утворення потрійної спіралі. Желатинові плівки, модифіковані TGase, демонстрували більш сильні механічні властивості, ніж без TG, і найвища міцність на розрив спостерігалася у плівках, висушених близько до температури гелеутворення (25°C) та найвищому подовженню при розриві над ним (35°C). Модифікація желатину за допомогою TG приводила до утворення плівок з підвищеними механічними властивостями, водостійкістю і термостабільністю незалежно від температури сушіння за рахунок зниження розчинності у воді, підвищення температури склування. Крім того, зі

збільшенням температури сушіння спостерігалися міцніші і більш компактні мережеві структури плівкоутворюючих розчинів і плівок, що вказувало на велику ступінь зшивання внаслідок синергічної взаємодії TG з желатином.

Встановлено [55], що водні суміші желатину В та ксантанової камеді (GB / XG, (0,2-2%)/0,2%w/v) виявляють підвищені властивості гелеутворення порівняно з їх чистими розчинами компонентів у подібних композиціях. Змішані гелі містять спільно локалізовані мережі доменів, багатих на GB і XG. Доведено, що ці домени складаються з міжмолекулярних комплексів та їх агрегатів, стабілізованих ефектом нейтралізації GB, і зв'язаних між собою утворенням потрійних спіралей GB. Збільшення молекулярної маси GB Bloom прискорює формування мережі і призводить до підвищення модуля пружності (G), тоді як збільшення молекулярної маси XG викликає протилежний ефект через обмеження дифузії [55].

Дослідженнями желуючих властивостей желатин-ксантанових смол із високим рівнем спільних розчинених речовин встановлено [56] вплив вмісту вологи внесенням ксантанової камеді (XG) та суміші глюкозного сиропу (GS) і сахарози на модуль еластичності (G') та модуль в'язкості (G'') під час гелеутворення. Збільшення обох модулів підтверджує про зміцнення каркасної структури мережі за додавання XG. Збільшення співвідношення глюкозного сиропу GS: сахароза призводило до зменшення напруги руйнування та збільшення деформації руйнування, що означає більш еластичну полімерну мережу. Зменшення вмісту вологи може призвести до поділу фаз між фазами збагаченими цукром і збагаченими полімером, утворюючи міцніші зв'язки в структурі мережі. Текsturні характеристики зразків, проаналізованих за допомогою текстурної карти, показали, що збільшення співвідношення GS: сахароза робило текстуру більш еластичною ніж у зразків, що містили тільки XG [56].

Дослідженнями фізичних властивостей желатинових плівок модифікованих трансглютаміназою [57] шляхом зміни температури сушіння встановлено, що плівки, модифіковані трансглютаміназою, виявляли сильніші механічні властивості, ніж глухі плівки, і найвища міцність на розрив спостерігалася у плівок, висушених близько до температури гелеутворення

(25°C) та найбільшого подовження при розриві вище (35°C). Модифікація трансглютаміназою підвищила водостійкість і термостійкість желатинових плівок за рахунок зменшення розчинності у воді, підвищення температури склування та температури деградації, що додатково посилювалось із збільшенням температури сушіння.

Один із способів поліпшити функціональність білків у різних харчових матрицях полягає у застосуванні впливу різних ферментів [58]. Це дослідження було спрямоване на дослідження ефекту поперечного зшивання, каталізованого трансглютаміназою, та нейтрали каталізований гідроліз на реологічні властивості похідних яєць, клейковини та соєвого білка, а також на термомеханічні показники білків - цілі рисові борошняні суміші. Дослідження, що були проведені на 15% білкових суспензіях показали, що реологічна поведінка суттєво варіюється залежно від субстрату та типу ферментної обробки. Контрольованим впливом ферменту покращило не тільки консистенцію, але й міцність суспензій на основі яєць та соєвих білків. Більше того, значно зросли значення модулів пружності та вязкості G'' , G' , а також порогові значення потоку після обробки ферментами. З іншого боку, при дослідженні впливу ферментів на реологічну речовину спостерігали нижчу в'язкість і стабільність поведінка суспензії клейковини [58].

Дослідженнями реологічних характеристик тіста та терміну придатності для розробки технології вівсяного хліба з покращеними текстурою та терміном придатності було встановлено [59] вплив трансглютамінази (TG) на ці характеристики. Доведено, що додавання TG збільшувало водопоглинання в межах 34,80-38,45% та пікову стійкість (696,40 - 840,30 FU), але зменшувало м'якість тіста (93,20 - 67,75 FU), оскільки його рівень коливався від 0,5 до 1,5 г. Модуль зберігання вівсяного тіста дещо збільшився за рахунок додавання трансглютамінази в межах 180,37 - 202,78 кПа [59]. Фермент сприяв зменшенню модуля втрат 65,95 - 62,87 кПа вівсяного тіста та підвищенню термічних властивостей вівсяного тіста. За рахунок введення в рецептуру трансглютамінази температуру денатурації було збільшено на 6,53 - 8,33 °C. Фізичний та текстурний аналіз вівсяного хліба показав, що додавання трансглютамінази вплинуло на

показники м'якості хліба, знижуючи пружність на 6,47 - 4,14 мм, питомий об'єм на 1,61 - 1,54 мл/г та підвищуючи твердість в межах 537,85 - 692,41 Н.

Проведеними дослідженнями щодо впливу ферменту трансглютаміназа в присутності желатину на властивості білкових речовин борошняної сировини встановлено неадитивне зв'язування іонів водню та гідроксильних іонів білками безглютенового борошна [60]. Це підтверджує взаємодію між білками різного походження. Найбільші розходження між теоретичними та експериментальними дослідженнями відмічались зі зниженням рН у кислий бік. Це узгоджується з відомими даними щодо взаємодії між амінокислотами лізином та глютаміною, які здатні до зв'язування іонів H^+ і OH^- відповідно. Поясненням цього може бути та обставина, що кількість вільних залишків цих амінокислот внаслідок їхньої активної взаємодії за додавання ферменту ТГ зменшується, тож експериментально встановлено, що кількість зв'язаних іонів є меншою, ніж за відсутності такої взаємодії. Додавання желатину разом з ферментом ТГ посилює ці тенденції. Встановлено [60] зростання ступеня і швидкості агрегації клейковинних білків за додавання ферменту трансглютаміназа (прямо пропорційне кількості ферменту) та тваринного білка желатину (найбільшою мірою – за спільного використання з ферментом).

Доведено [60], що застосування цих добавок у досліджуваному інтервалі концентрацій посилює клейковину. Висока ефективність дії ферменту зумовлена ефективним комбінуванням рослинних білків борошна з тваринним білком желатином. Ці результати співпадають з висновками дослідників [61] щодо здатності трансглютаміназа активно взаємодіяти з протеїнами тваринних білків і протеїнами пшеничного борошна.

Результати, які було отримано під час аналітичних досліджень, дозволяють прогнозувати позитивні зміни структурно-механічних властивостей гелів желатину в присутності ферменту трансглютамінази в технології напівфабрикату збивного борошняного. Доведено, що на характер цих процесів впливає масова частка структуроутворювача (желатину) та кількість ферментного препарату (каталізатора структуроутворення).

Висновки до розділу 1

Огляд літературних джерел та аналіз сучасного стану виробництва закусочних продуктів розкрив перспективи створення нової технології, дозволив:

1. Визначити напрямок досліджень, орієнтованих на розширення асортименту кондитерських виробів на основі напівфабрикату збивного борошняного, доцільність залучення до його рецептурного складу желатину як піноутворюючого інгредієнту в поєднанні з ферментом транглутаміназа який призводить до зміни функціонально-технологічних властивостей желатину. При цьому, введення ксантанової камеді в рецептурний склад напівфабрикату збивного борошняного сприятиме поліпшенню властивостей піноутворення, зниженню водопроникності та покращенню механічних властивостей та термостійкості желатинових драглів [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33].

2. З'ясувати основні тенденції зміни хімічного складу і функціонально-технологічних властивостей желатинового драглю у композиції з ксантаном за каталітичної дії ферменту транглутаміназа [26, 27, 34, 35, 36, 37].

3. Встановити доцільність додавання ферменту транглутаміназа до системи желатин-ксантан в рецептурі напівфабрикату борошняного збивного, що посилює клейковину в наслідок зростання ступеня і швидкості агрегації клейковинних білків [60, 61].

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В даному розділі наведено план аналітичних та експериментальних досліджень із розробки технології сухої суміші для напівфабрикату збивного із заміною яєчних продуктів желатином та ферментом транглютаміназа, визначено предмети та матеріали досліджень, надано характеристику методів дослідження фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних та інших показників предметів дослідження, а також планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних.

2.1. Предмети та матеріали дослідження

Предметами та матеріалами для досліджень в межах даної дисертаційної роботи виступають:

- желатин типу А із свинячої шкіри виробництва Sigma-Aldrich з твердістю за Блумом 225 і середньов'язкісною молекулярною масою 96 кДа, який порівняно з желатином типу В має меншу в'язкість і кращу піноутворюючу і формоутримувальну здатність, подрібнювали на лабораторному млині, фракції різних крупинок відбирали за допомогою каліброваних сит з різними діаметром вічок;

- ксантанова камедь (ксантан) виробництва Sigma-Aldrich зі середньов'язкісною молекулярної масою $4,3 \cdot 10^5$ Да, яку використовували без додаткового очищення.

- цукрова пудра – ДСТУ 4623:2006 [62];
- вода питна [63];
- борошно пшеничне [64];
- ванілін [65];

Збивне бездріжджове тісто вологістю 50-56 %, яке отримували на лабораторній установці змішуванням за температури 50 ± 5 °С збитого цукрово-желатинового розчину з борошном лопатевою мішалкою зі швидкістю обертання 2 с^{-1} протягом $(1 \dots 2) \times 60$ с. Рецептuru тіста представлена в таблиці 5.1.

Доведення напівфабрикату борошняного збивного до кулінарної готовності здійснювали випіканням в електричній духовій шафі за температури 120-200°C.

Експериментальна частина проводилася у дослідницьких лабораторіях кафедри технології харчування Сумського національного аграрного університету.

2.2. Методи дослідження

При виконанні дослідницьких робіт використовували загальноприйняті, стандартні, спеціальні та модифіковані, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні методи досліджень.

Відбір та підготовку проб для лабораторних досліджень сировини проводили відповідно до єдиної методики вивчення вітчизняних харчових продуктів[66]. Дослідні та контрольні зразки готувалися із одних партій сировини, масову частку цукру (за сахарозою) визначали за ДСТУ 5059 [67].

Якість борошна, яке використовувалось в дослідженнях, визначалося по вмісту сирої клейковини й розтяжності її над лінійкою згідно з стандартними методиками [68, 69]. У дослідженнях використовувалося пшеничне борошно першого сорту зі вмістом сирої клейковини 26% і середньою її якістю /розтяжність 15 см/, а також пшеничне борошно вищого сорту зі вмістом сирої клейковини 24,5% і середньою її якістю /розтяжність 15 см/.

Органолептичні властивості пшеничного борошна (колір, запах, смак і хрускіт (наявність мінеральних домішок)) визначали згідно ДСТУ 7662 [70], масову частку вологи - по ДСТУ 8004 [71], масову частку і якість сирої клейковини – по ДСТУ ISO 21415-1:2009 [72], крупність помелу - по ГОСТ 27560-88[73], титруєму кислотність - по ГОСТ 27493-87[74].

Піноутворюючу здатність визначали методом Лур'є. Для цього готували 100 см³ розчину желатину зазначеної концентрації, наливали їх у мірну склянку об'ємом см³ та термостатували її з використанням магнітної мішалки РІВА-03.4 до досягнення температури розчину відповідно 20±1°C, 30±1°C, 40±1°C та 50±1°C. Після цього розчин збивали лабораторним міксером при швидкості

2000 с⁻¹ при подальшому термостатуванні за визначених температур. При цьому кожні 60 с фіксували об'єм піни, що утворився. Після того, як було встановлено, що об'єм піни не змінюється, збивання припиняли та відмічали останнє значення як максимальний об'єм піни, що утворився при зазначених параметрів. Величину піноутворюючої здатності розраховували у відсотках як відношення об'єму піни після збивання до об'єму вихідного розчину. Кількість залишкового розчину встановлювали паралельно з визначенням піноутворюючої здатності за аналогічних параметрів шляхом фіксування об'єму розчину желатину, що не перетворився у піну. Дослідження піноутворюючої здатності проводили у 5-кратному повторенні. Отримані експериментальні дані з використанням інструментів математичної статистики з використанням критерію Ст'юдента. При цьому похибка експерименту не перевищувала 5%.

За кількістю піни, яка утворилася із постійного об'єму розчину і обчислюють за формулою:

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

де ПУЗ – піноутворююча здатність, %;

V_n – об'єм піни, що утворилася, см³;

V_p – об'єм рідини до початку збивання, см³

Стійкість піни розчину желатину, желатино-цукрового розчину з додаванням ПАР та ферменту визначали як співвідношення висоти стовпа піни після витримання 24×60² с за температури 20...до 60°С до загальної висоти стовпа піни, виражену у відсотках.

Визначення масової частки вологи в тістовій масі напівфабрикату збивного борошняного здійснювали на приладі Чижової за ДСТУ 4910:2008 [75].

Масову частку вологи в тісті у відсотках розраховували по формулі:

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де m_2 – маса пакета з наважкою до висушування, г;

m_1 , – маса пакета з наважкою після висушування, г;

m – наважка напівфабрикату, г (5 г).

Кількість паралельних вимірів була не менше 5-х. Розбіжність між паралельними визначеннями була не більше 0,5%.

Вологоутримуючу здатність визначали методом центрифугування [76] в інтерпретації для систем з підвищеним вмістом води .

Вологоутримуючу здатність тіста (ВУЗ), як масову частку води, % (стосовно загального вмісту води в наважці), що залишилося в зразку після пресування, обчислювали за формулою:

$$ВУЗ = 100 - (m_1 - m_2) \frac{100}{m \cdot W} \cdot 100 \quad (2.3)$$

де m – маса наважки, г;

m_1 – маса вологого фільтрувального паперу після пресування і зняття з нього тіста, г;

m_2 – маса сухого фільтрувального паперу після пресування, зняття з нього тіста і висушування, г;

W – масова частка води в наважці, %.

Остаточний результат – середнє арифметичне результатів двох рівнобіжних визначень, що допускаються розбіжності яких не повинні перевищувати 1%. Обчислення проводили до одиниць.

Опірність структури тіста та м'якшки готового виробу характеризували граничним напруженням зсуву незруйнованої структури, яке досліджували на напівавтоматичному пенетрометрі Labor з напівсферичним індентором [77, 78].

Граничне напруження зсуву визначали за формулою:

$$\theta = k \frac{m}{h^2} + k', \quad (2.4)$$

де θ – граничне напруження зсуву, Па;

k – константа індентора, яка залежить від його кута при вершині ($k = 0,687 \text{ctg} 2\alpha$);

m – маса індентора і стрижня приладу, яка діє на досліджуваний напівфабрикат (за мінусом тертя і опору пружини індентора), кг;

h – глибина занурення індентора в продукт, м;

k' – коефіцієнт, який враховує силу тертя:

$$k' = \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{9\operatorname{tg}^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 4}}{3\operatorname{tg}^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 1}. \quad (2.5)$$

Крихкість м'якушки напівфабрикату збивного борошняного випеченого визначали за загальноприйнятою методикою [79, 80] через кожні 48 год зберігання. Цей показник характеризує свіжість хліба або ступінь його черствіння. З м'якушки вирізали два шматки у формі паралелепіпеда по 5 г кожен і переносили у конічну колбу об'ємом 250 см³. Вміст колби протягом 5 хв перемішували на вібраційному змішувачі. Крихту, що утворилася внаслідок тертя двох шматків, збирали і зважували на вагах з точністю до 0,01 кг.

Крихкість X , % до маси м'якушки, визначали за формулою:

$$X = (G_1 / G_2) \times 100 \quad (2.6)$$

де G_1 – маса крихти, г;

G_2 , – маса наважки виробу, г.

Показник усихання напівфабрикату збивного борошняного випеченого в залежності від часу зберігання, визначали зважуванням свіжовипеченого напівфабрикату з наступним повторним його зважуванням через кожні 48 год зберігання. При дослідженні процесу усихання напівфабрикату будували криву усихання, яка відображає динаміку зменшення маси протягом зберігання, за формулою:

$$Y = (m_1 / m) \times 100 \quad (2.7)$$

де Y – показник усихання, %:

m – маса напівфабрикату збивного борошняного свіжовипеченого, г;

m_1 – маса напівфабрикату збивного борошняного випеченого після зберігання, г.

Пористість напівфабрикату збивного борошняного випеченого. Під пористістю приймали об'єм пор, що знаходяться в даному обсязі м'якушки, виражений у відсотках [80, 81]. З середини виробу вирізали кубик м'якушки з довжиною ребра 3 см, що відповідає обсягу виїмки 27 см³ (V). Цей кубик

поділяли на кілька частин, стискаючи їх пальцями до повного видалення пор і робили з них щільні кульки діаметром не більше 1 см. Кульки опускали в мірний циліндр з поділками по 0,5 або 1 мл, наповнений до певного рівня олією. За різницею рівня рідини в циліндрі визначали обсяг виробу без пор (V_1) і обчислювали його пористість за формулою:

$$P=100 \cdot (V-V_1)/V \quad (2.8)$$

де V – об'єм вирізаної м'якушки, см^3 ;

V_1 – обсяг безпористої м'якушки, спресованої до відмови, см^3 .

Динамічну в'язкість систем желатин – ксантан та желатин – фермент глютаміназа досліджували в діапазоні температур 30...95°C, підігриваючи і охолоджуючи зразки з інтервалом 5°C на рео-віскозиметрі Хеплера, який працює за принципом падаючого в рідині та витискувального скляного шару, виготовленого заводом ФЕБ Карл Цейсс Йена з допуском на точність розміру і форми менше 0,001 мм, швидкість падіння якого і є мірилом в'язкості. Дослідження проводили по черзі в двох мірних циліндрах, один з яких характеризує число 1 (нормальна рідина NF 1000), інший характеризує число 10 (нормальна рідина NF 10000). Напруження зсуву змінювали застосуванням спеціальних гир, які входять в комплект приладу [82].

Динамічну в'язкість досліджуваних систем розраховували за формулою:

$$\eta = P \cdot t \cdot K \cdot 30, \quad (2.9)$$

де P – навантаження, зсувальний натяг, $\text{г}/\text{см}^2$;

t – час дослідження, с;

K – коефіцієнт мірного циліндра.

Тривалість структуроутворення визначали методом, оснований на встановленні навантаження, що необхідне для руйнування структури тіста напівфабрикату борошняного збивного. Суть методу полягає в тому, що досліджуваний зразок піддавали руйнуванню навантаженням на приладі Валента. Величину навантаження при цьому фіксували при остаточному руйнуванні структури. Час дії на поверхню тіста напівфабрикату борошняного збивного, протягом якого величина навантаження, що необхідна для руйнування

структури тіста напівфабрикату борошняного збивного, залишалася постійною, фіксували як тривалість структуроутворення [83, 84].

Термогравіметричні дослідження форм зв'язків вологи в напівфабрикаті борошняному збивному протягом нагрівання в інтервалі проводили на термоаналітичному приладі „Дериватограф Q-1500" (Угорщина), за допомогою якого з великою точністю можна визначити всі кількісні зміни в зразках, що супроводжуються зменшенням чи збільшенням ваги в харчових продуктах унаслідок перерозподілу вологи під час термічного впливу [85-87].

У дослідних зразках за допомогою чотириканального реєструвального приладу одночасно фіксували зміну температури (Т), зміну ваги (ТГ), швидкість зміни ваги (ДТГ) та термічного аналізу тепломісткості (ДТА) в залежності від часу. За дериватограмами визначали величину втрати маси зразка Δm за відповідної температури.

Термогравіметричні дослідження проводили в керамічних тиглях під кварцевим ковпаком з масою наважки від 2г до на дериватографі Derivatograph Q-1500D, в динамічному режимі. В якості еталону використовували А1203, прокалений до 1500°C. Зразки нагрівали до 500°C зі швидкістю нагрівання 2,5°C /хв. Визначення форм зв'язку вологи на всіх етапах внесення рецептурних компонентів здійснювали на основі аналізу кривих температури (крива Т), зміни маси (TG) та її похідної (крива DTG), а також ентальпії (крива ДТА). Дослідження проводили після додавання кожного інгредієнта рецептури, вивчали зв'язки вологи на всіх етапах виробничого процесу.

Для встановлення типів зв'язку та ідентифікації окремих з'єднань застосовували ІК-спектроскопію. Інфрачервоний спектр поглинання зразка проводили методом ІЧ-спектроскопії [88] на спектрофотометрі FT-IR Spectrometr Spectrum 1000 (Perkin Elmer Int. Inc., Switzerland).

Метод диференційно-скануючої колориметрії (ДСК) використовувався для дослідження фізико-хімічних процесів, заснованих на реєстрації теплових ефектів, що супроводжуються перетворенням речовин в умовах програмованої температури. Даний метод дозволяє зафіксувати так звані криві нагрівання (або охолодження) дослідного зразка, тобто зміни температури зразка в часі. У

випадку будь-якого фазового перетворення першого роду в речовині відбувається виділення або поглинання теплоти і на кривій (термограмі) з'являються площа або пік [89].

Оптимізацію параметрів технологічного процесу здійснювали на основі кластерного кореляційно-регресійного аналізу на базі персонального комп'ютера. Для перевірки адекватного і ефективного використання основних структуруючих компонентів напівфабрикату збивного борошняного, з метою оптимізації їх концентрацій, визначення оптимальних меж впливу на фізико-хімічні властивості модельних систем було обрано тривірневий план Бокса-Бенкена [90].

Для об'єктивного судження про ступінь вірогідності отриманих даних проводили математичну обробку результатів досліджень [91]. Оцінку похибки експериментальних даних і вимірюваних величин здійснювали за стандартними методиками [92]. При зіставленні результатів експериментальних даних враховували стандартні помилки дослідів (коефіцієнти варіації). При цьому проводили не менш трьох паралельних дослідів, з яких знаходили середнє арифметичне і середнє квадратичне відхилення.

Надійність отриманих результатів визначали за допомогою коефіцієнтів Стьюдента (t_{ST}) для прийнятого рівня залежності $P=0,05$ і відповідного $(n-1)$ числу ступенів свободи.

Розробку рецептури та технології бісквітного напівфабрикату кулінарної та кондитерської продукції на його основі здійснювали відповідно до методичних рекомендацій з розробки рецептур на нові й фірмові страви (вироби) в закладах ресторанного господарства, а також керуючись ДСТУ 3946 «Продукція харчова. Основні положення», наказом Міністерства економіки України №210 від 25.09.00р. «Про порядок розробки та затвердження технологічної документації на фірмові страви, кулінарні і борошняні кондитерські вироби в підприємствах громадського харчування» [93, 94].

Методи оцінки якості виробів. Збивні бездріжджові вироби аналізували через 3 год після випічки за органолептичними показниками (зовнішній вигляд,

форма, характер поверхні, колір, смак і запах, структура пористості, стан м'якушки, пропеченість виробів) з допомогою профільного методу [93-95].

Сутність профільного методу полягає в тому, що складне поняття одного з органолептичних властивостей (смак, запах або консистенція) представляють у вигляді сукупності простих складових, які оцінюються дегустаторами по якості, інтенсивності та порядку прояви. При виконанні профільного аналізу використовують бальні шкали для оцінки інтенсивності окремих ознак. Кожен бал цієї шкали кількісно виражає певний рівень якості, послідовно визначають прояви відчуття і результати, графічно зображують у вигляді профілограми (профілю). Залежно від оцінюваного показника отримують профілограми смаку, запаху або консистенції продукту.

Органолептичну оцінку якості сухої суміші та напівфабрикату випеченого проводили за допомогою методів кваліметрії ДСТУ 7662 [95].

Органолептичний аналіз готової продукції проводили за певною кількістю дескрипторів профільним методом з використанням десятибальної шкали за усередненими даними [96]. Результати аналізу представляли графічно у вигляді діаграми. Осі на діаграмі відповідали обраним дескрипторам [93, 94], величина органолептичної оцінки відзначалась за відповідною віссю за десятибальною шкалою.

Визначення фізико-хімічних показників напівфабрикату борошняного збивного з використанням желатину, ксантану і ферменту транглутаміназа, кулінарної продукції, виготовленої за його використанням, проводили згідно з ДСТУ 7045:2009 [97]. Здатність до намокання визначали за ДСТУ 5023:2008 [98].

Масову частку білка в зразках визначали шляхом виділення азотистих речовин з наступним спалюванням за методом К'ельдаля ДСТУ 7169:2010-[99, 100], вміст та якість клейковини - по ДСТУ ISO 21415- 1:2009 [101] вміст цукрів визначали йодометричним методом [67].

Фракціонування білків проводили методом послідовної екстракції протягом 12 год. і співвідношенні субстрат: екстрагент - 1:100 за об'ємом Центрифугуванням розділяли розчин I від осаду I. До розчину I додавали сірчаноокислий амоній до повного насичення. Осад білків розчиняли в

дистильованій воді і діалізували проти дистильованої води з рН 5,0 протягом двох діб при 3...5°C. Осад II глобулінів декілька разів промивали дистильованою водою й висушували ліофільно. Розчин II знову насичували сірчанокислим амонієм. Отриманий осад III альбумінів відділяли і розчиняли в мінімальному об'ємі дистильованої води, діалізували проти дистильованої води і остаточно знесолювали, пропускаючи через колонку з сефадексом G-25. Із осаду I екстракцією 70% C₂H₅OH отримували препарат проламінів. Із осаду IV екстракцією 0,2% розчином NaOH отримували препарат глютелінів.

Амінокислотний склад білків зразків напівфабрикату борошняного збивного визначали в кислотному гідролізаті на амінокислотному аналізаторі Т.339 М методом високоефективної рідинної хроматографії на спеціальних сферичних полістирольних сульфатованих смолах [102]. Кількісне визначення триптофану здійснювали за калібрувальною кривою, побудованою за допомогою стандартних розчинів триптофану окремо після лужного гідролізу [103].

Визначення ступеня перетравлюваності білка напівфабрикату борошняного збивного проводили згідно з встановленими методиками Покровського А.А. і Єртанова Е.Д. [104...107]. Ферментативний гідроліз білків *in vitro* визначали в умовах послідовної дії пепсину при рН 1,2 та суміші трипсину і α -хімотрипсину при рН 8,2 за температури 37⁰ С. Відношення фермент: субстрат для протеолітичних ферментів складало 1:10. Використовувались ферменти пепсин, трипсин та хімотрипсин виробництва "Біофарма" (м. Київ). Ступінь розщеплення білку у продуктах ферментолізу розраховували за кольоровою реакцією Лоурі в умовних одиницях (мкг тирозину на 1 мг білку).

Визначення вмісту жиру в напівфабрикаті борошняному збивному визначали згідно з ДСТУ 7045:2009 [97]

Жирнокислотний склад ліпідів в напівфабрикаті борошняному збивному визначали методом газорідинної хроматографії на хроматографі Shumadzu GC-14В з полум'яно-іонізаційним детектором, використовуючи скляні колонки розміром 3000×0,25 мм, сорбент - суміш диетиленглікольсукцинату (5%) та етиленглікольсукцинату (2%) на "хроматоні" NAW, розмір часточок 0,16...0,20 мм. Робочий режим колонок - ізотермічний за програмованої температури інжектора 180°C,

температура випаровувача і детектора 200°C. Швидкість газу-носія (аргон) 32 мм/60 с; інтегратор C-R2AX. Ідентифікацію жирних кислот проводили за відносними об'ємами утримання метилових ефірів жирних кислот порівняно зі стандартними еталонами розрахунково-графічним методом [108].

Фракційний склад ліпідів напівфабрикату борошняного збивного визначали методом тонкошарової хроматографії на хроматографічних пластинках з шаром силікагелю G60 з товщиною шару 0,25 мм в суміші розчинників – гексан: діетиловий ефір: оцтова кислота: ізобутилацетат (90:10:1:15) за отриманими даними та співставленні з розрахунком R_f , кількісну оцінку фракцій проводили сенситометричним способом при довжині хвилі 550 нм [108, 109]

Мінеральний склад напівфабрикату борошняного збивного визначали на полум'яному спектрометрі ПАЖ-3 з відповідними світлофільтрами [110, 111].

Вміст вітамінів визначали за стандартними методиками. Для визначення тіаміна (вітамін B₁) і рибофлавіна (вітамін B₂) використовували флуометричний метод, визначення цианкобаламіна (вітамін B₁₂) проводили на полум'яному спектрометрі ПАЖ-3, кількісне визначення вітамінів А,Е проводили на фотоелектроколориметрі КФЕ-2УХЛ4.2 [103, 110] вміст вітаміну Е визначали методом основанийому на колориметричному вимірі інтенсивності кольору, що виникає під час окислення токоферолів азотною кислотою в спиртовому розчині. Вміст вітамінів С, РР та ін. визначали за загально прийнятими методиками [103, 110].

Мікробіологічні показники напівфабрикату борошняного збивного визначали: за ДСТУ 8446:2015[111]; БГКП за ГОСТ 30518-97 [112]; патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду *Salmonella* ДСТУ EN 12824:2004 [113]; плісеневі гриби по ДСТУ ISO 7954:2006 [114].

Відбір проб для проведення мікробіологічних досліджень та підготовку їх до аналізу проводили за ДСТУ 8051[115], ДСТУ 7963[116], ДСТУ 8535 [117]. Визначення кількості МАФАМ здійснювали за ДСТУ8446 [118], дріжджі та плісеневих грибів – за ДСТУ 8447 [119], патогенні мікроорганізми в тому числі бактерії роду *Salmonella* за–ДСТУ EN 12824[120]; кількості бактерій виду

Escherichia coli за ДСТУ ГОСТ 30726-2002[121]; кількість бактерій групи кишкової палички за ГОСТ 30518[122];

Визначення токсичних елементів і важких металів здійснювали за МР 4.4.4-108-2004 [123], ГОСТ 30178-96 [124], визначення вмісту ртуті [125], вміст радіонуклідів [126], вміст пестицидів за ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 [127].

Економічну ефективність від впровадження результатів визначали за діючими методиками розрахунків [128].

2.3. Статистична обробка експериментальних даних.

Експериментальні дані, що наведені в роботі, є середніми з повторюваністю не менше 3...5 разів. Закономірності отриманих даних відтворювалися в кожному з рівнозначних досліджень. Для об'єктивного судження щодо ступеня вірогідності отриманих даних проводили математичну обробку результатів досліджень [90, 91, 92].

Статистичну обробку експериментальних даних [129] проводили на персональному комп'ютері методом кореляційно-регресійного аналізу загальноприйнятими методиками [130] з визначенням середньоарифметичного \bar{X} та середньоквадратичного відхилення окремого результату (стандартне відхилення) $S(J)$. Результати вимірів X_i , абсолютне відхилення яких від середнього арифметичного перевищувало величину $3S$, відкидали як невірогідні. Точність вимірів визначали з надійністю $d = 0,95$. Похибку метода оцінювали величиною відносної помилки у відсотках. Апроксимацію емпіричних даних проводили за допомогою пакету прикладних програм MathCAD, MathLAB і пакету електронних таблиць Excel. Дисертаційна робота реалізована засобами Microsoft Windows 10 та його компонентами Microsoft Word, Microsoft Excel, PowerPoint, CorelDraw.

Для визначення раціональних концентрацій основних компонентів напівфабрикату борошняного збивного використовували математичну обробку отриманих результатів методами порівняння функцій двох перемінних і зондування параметрів простору. Рішення поставленої задачі для систем парних моделей з двома технологічними параметрами (m_1 – концентрації ферменту

трансглютаміназа та m_2 , – желатину) (m_2 , – концентрації желатину та m_3 – ксантану) (m_1 – концентрації ферменту трансглютаміназа та m_3 – ксантану) з урахування вимог до рецептури (F - критерій оптимізації) зводили до наступного. Спочатку проводили оптимальне зондування простору параметрів на нерівномірній прямокутній мережі, а потім - математичну обробку експериментальних і розрахованих (теоретичних) значень функцій F на всьому просторі параметрів. Для перевірки вірогідності співпадання значень F проводили серії контрольних експериментів у довільно обраних точках простору параметрів. Після отримання даних про задовільне співпадання теоретичних і експериментальних результатів виконували подальшу обробку значень F з метою визначення глобальних екстремумів функції. Для цього враховували всі найбільші значення функції в заданій області зміни перемінних. При побудові ліній рівня, тобто ліній $F(m_1, m_2)=\text{const}$, $F(m_1, m_3)=\text{const}$ $F(m_2, m_3)=\text{const}$ постійну брали у частках від F_{max} . Оскільки дані експерименту мали стрибкоподібні значення, то нулі функцій знаходили по m_1, m_2, m_3 . Крім того, вважали доцільним зменшувати крок співпадання поблизу глобального екстремуму [131].

На основі експериментальних даних в рамках парних моделей методами кореляційно-регресійного аналізу визначались оптимальні: концентрації компонентів моделі напівфабрикату борошняного збивного для моделювання в'язкості і вологоутримувальної здатності.

Вплив технологічних чинників на якість напівфабрикату борошняного збивного оцінювався шляхом моделювання комплексного коефіцієнта якості готового продукту (K_p), отриманого експертним шляхом з урахуванням узгодженості експертів. Коефіцієнт конкордації (кендела) вибирався не менш ніж 0,95.

Математичну обробку результатів здійснювали за допомогою множинної кореляції економічної моделі, що відбиває вплив вихідних чинників: концентрації желатину m_1 (%) і ксантану m_2 (%), концентрації желатину m_1 (%) і ферменту трансглютаміназа m_3 (%) на показники температури теплової обробки та відносний коефіцієнт якості. Для аналізу використовували критерій Кохрена.

2.4. Організація та планування проведення досліджень

Відповідно до мети та задач дослідження розроблено програму аналітичних та експериментальних робіт, які спрямовані на наукове обґрунтування, розробку та впровадження в закладах ресторанного господарства технології бісквітного напівфабрикату з желатином та ферментом транглутаміназа (рис. 2.1).

Відповідно до плану дослідження на першому етапі передбачається аналіз наукових даних щодо сучасного стану споживання та виробництва бісквітних напівфабрикатів, використання сухих сумішей для виробництва напівфабрикатів, використання желатину та ферменту транглутамінази в хлібопекарському виробництві, зокрема аналіз особливостей технологічного процесу виробництва бісквітного напівфабрикату, особливості застосування желатину та ферменту, ефективність використання ПАР для регулювання процесу піноутворення. Аналітичні дослідження стали основою для визначення завдань дисертаційної роботи та досягненням поставленої мети.

На другому етапі проведення експериментальних досліджень заплановано вивчення властивостей розчину желатину в поєднанні з ферментом, ПАР та цукром, які направлені на обґрунтування технологічних параметрів отримання збивного випеченого напівфабрикату, розробки технології отримання напівфабрикату типу бісквіт без яєчних продуктів, визначення показників якості нової продукції.

Відповідно до визначеного плану досліджень на третьому етапі прогнозовано дослідження органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників сухої суміші для збивного напівфабрикату, а також випеченого напівфабрикату. Визначення харчової цінності, впливу термічної обробки на якісні показники продукту, розробка рекомендацій з використання. З цією метою необхідно вивчити вплив кожного інгредієнту рецептури та їх оптимального поєднання та сировини, що дасть можливість створити широкий асортимент сухих сумішей з різними ароматами та смаками, визначити показники якості готової продукції та її харчову цінність.

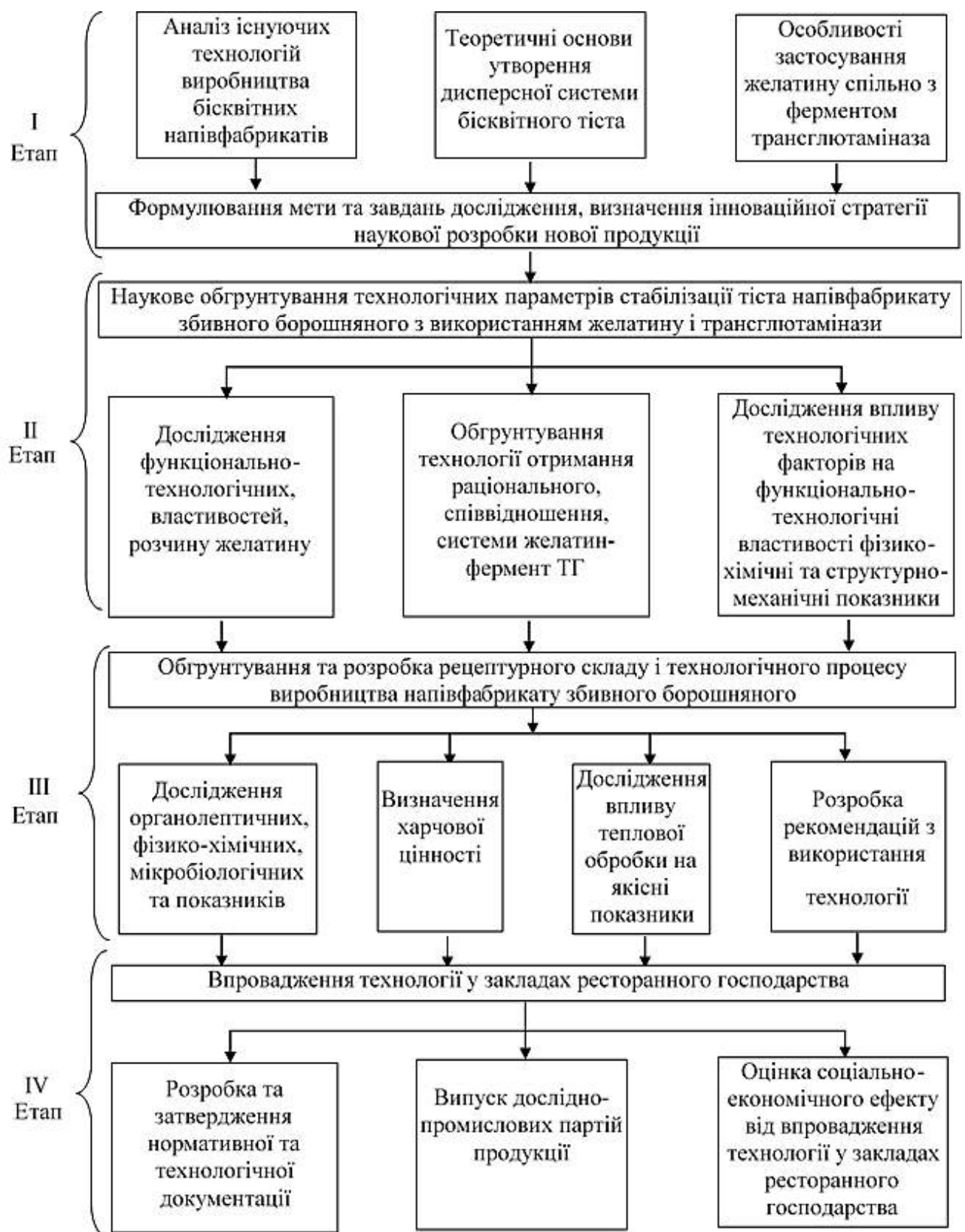


Рис. 2.1. Програма аналітичних та експериментальних робіт з розробки технології напівфабрикату збивного борошняного

Заключним, четвертим, етапом досліджень передбачається здійснення організаційно-технологічних заходів щодо впровадження технології та

кулінарної продукції з її використанням в закладах ресторанного господарства. На даному етапі плануються роботи з випуску дослідно-промислових партій нової продукції, розробки та затвердження нормативної та технологічної документації, оцінювання соціально-економічної ефективності від впровадження технології у закладах ресторанного господарства.

Висновки до розділу 2

1. Відповідно до поставленої мети та завдань дослідження, розроблено план аналітичних та експериментальних робіт, що спрямований на розробку та наукове обґрунтування технології напівфабрикату збивного борошняного без використання яєчних продуктів. Виділено взаємопов'язані етапи з аналізу наукових даних за проблемою, обґрунтування складу рецептурних компонентів та параметрів технологічного процесу, впровадження нової технології у виробничій процес.

2. Визначено об'єкт та предмет досліджень. Проведено підбір методів дослідження, які необхідні для визначення органолептичних, реологічних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних з використанням комп'ютерних програм.

3. Створено програму аналітичних та експериментальних робіт з розробки технології напівфабрикату збивного борошняного.

РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО БОРОШНЯНОГО

3.1 Обґрунтування вибору рецептурних компонентів напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину в композиції з ксантаном та ферментом транглутаміназа.

3.1.1 Розроблення моделі інноваційної стратегії технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглутаміназа

Системний підхід до проблеми є одним з найбільш ефективних способів вирішення завдань з розробки, процесів удосконалення технології і розробки принципово нових видів продукції. Для одержання кінцевого продукту із запланованими рівнем якості та передбачуваними технологічними параметрами оптимально обґрунтовувати та визначати в межах кожної підсистеми. Також практичне застосування моделювання технології застосовується при плануванні технологічних процесів, проектування певних ділянок, виробничих цехів повного технологічного процесу в межах системи [131, 130, 131].

Важливо відмітити, що на ринку практично відсутні напівфабрикати збивні борошняні для кондитерських виробів з використанням желатину, як піноутворюючого компоненту. На наш погляд головною проблемою для впровадження даної продукції, виготовленої індустріальним методом, є відсутність наукових основ її виробництва.

Нами було проведено моделювання технологічної системи виробництва з метою встановлення можливості регулювання та оптимізації параметрів технологічного процесу, для визначення взаємопов'язаних параметрів виробництва з показниками якості напівфабрикатів випечених типу бісквіт без яєчних продуктів. Для спрощення складності реальних технологічних процесів застосовано моделювання, яке дозволяє деталізувати та конкретизувати їх. Це теоретичний метод, за допомогою якого є можливість намітити план та вирішувати технологічні завдання найбільш економічним способом, мінімізувати прийняття помилкових рішень щодо реальних технологічних систем.

Враховуючи зазначені вище передумови нами було розроблено модель інноваційної стратегії (рис. 3. 1) та модель рецептурного складу харчових піноподібних систем з термостабільними властивостями. (рис. 3.2) [131, 132, 133].

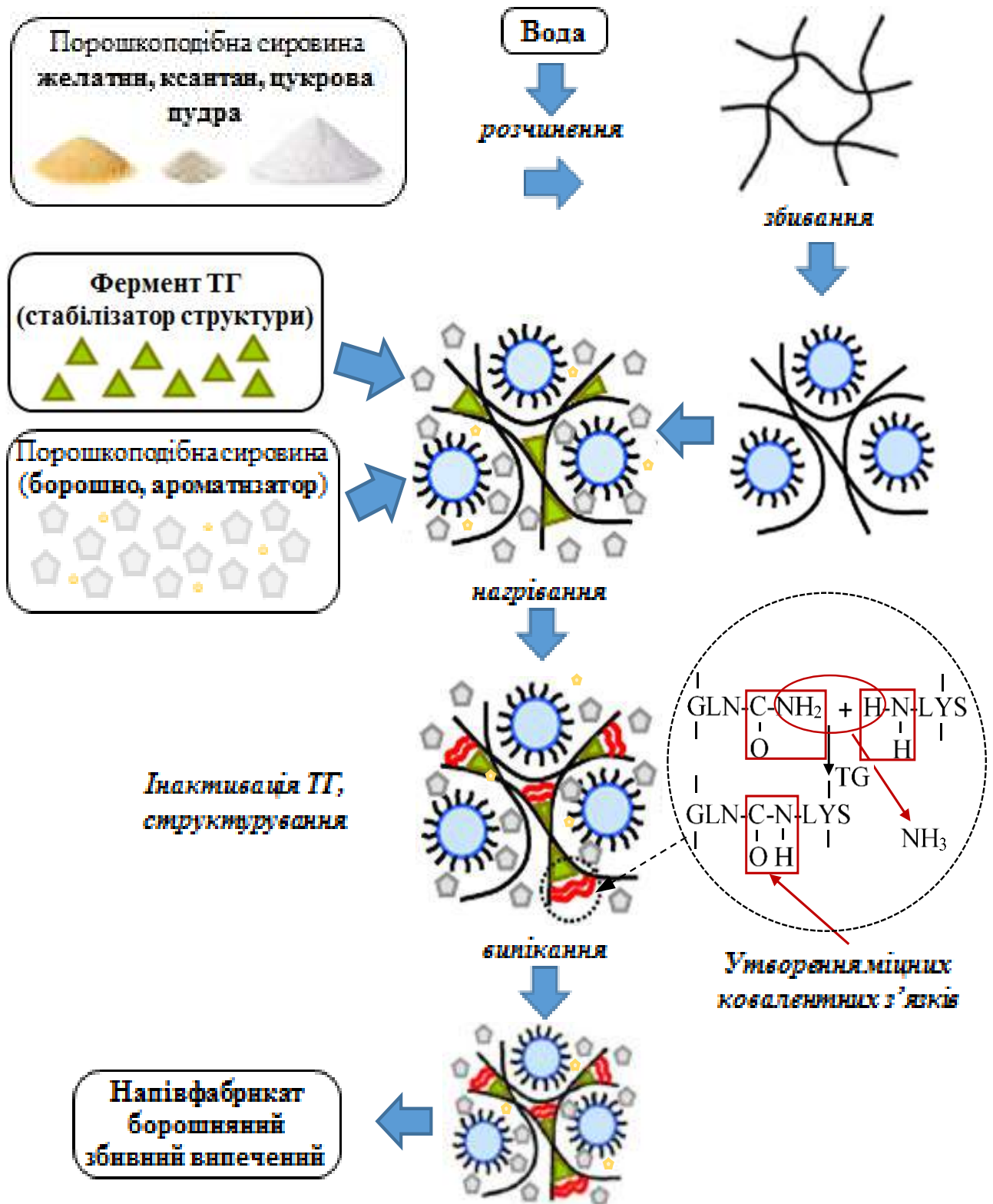


Рис. 3.1. Модель інноваційної стратегії технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транsgлютаміназа.

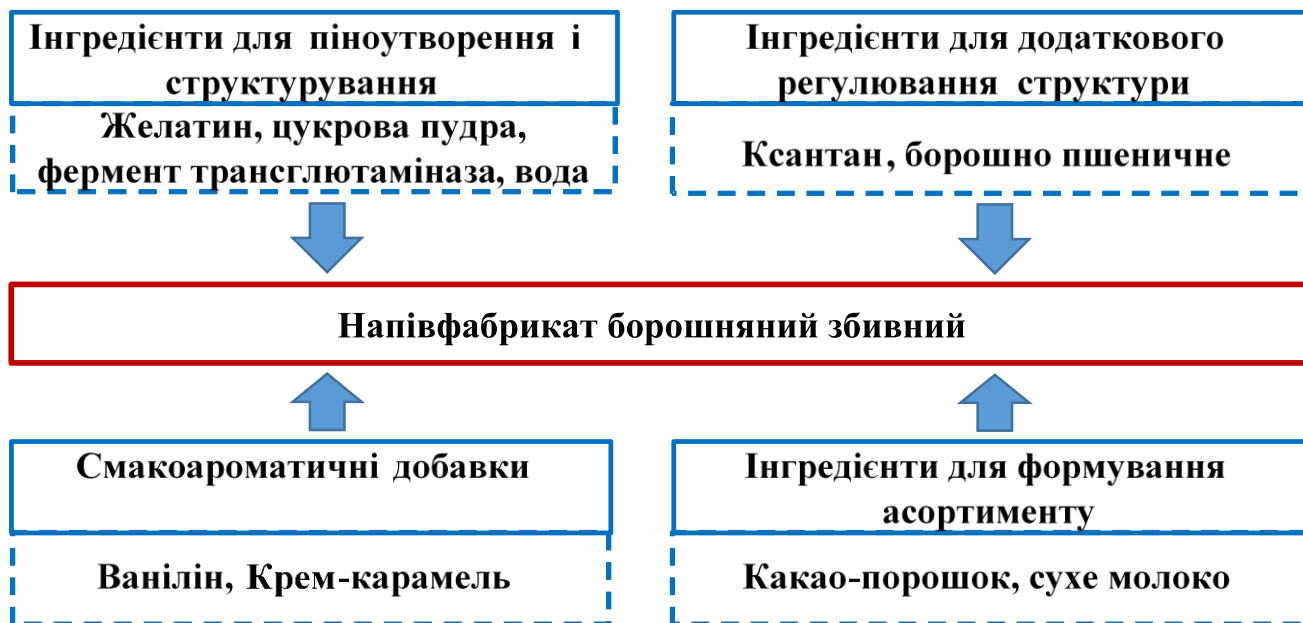


Рис 3.2. Модель складу напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютаміназа.

Не зважаючи на те, що моделювання є основним методом дослідження технологічних систем, все ж це теоретичний метод дослідження. Тому, наступними етапами націленими на реалізацію моделі інноваційної стратегії технології напівфабрикату збивного борошняного було проведення низки експериментальних досліджень її підтвердження або спростування.

Отже, нами пропонується модель інноваційної стратегії технології отримання модель складу напівфабрикату збивного борошняного без яєчних продуктів, що дають можливість у загальному вигляді визначити рецептурний склад та технологію нової продукції.

На основі робочої гіпотези нами було розроблено модель технологічної системи (рис.3.3) отримання напівфабрикату збивного борошняного.

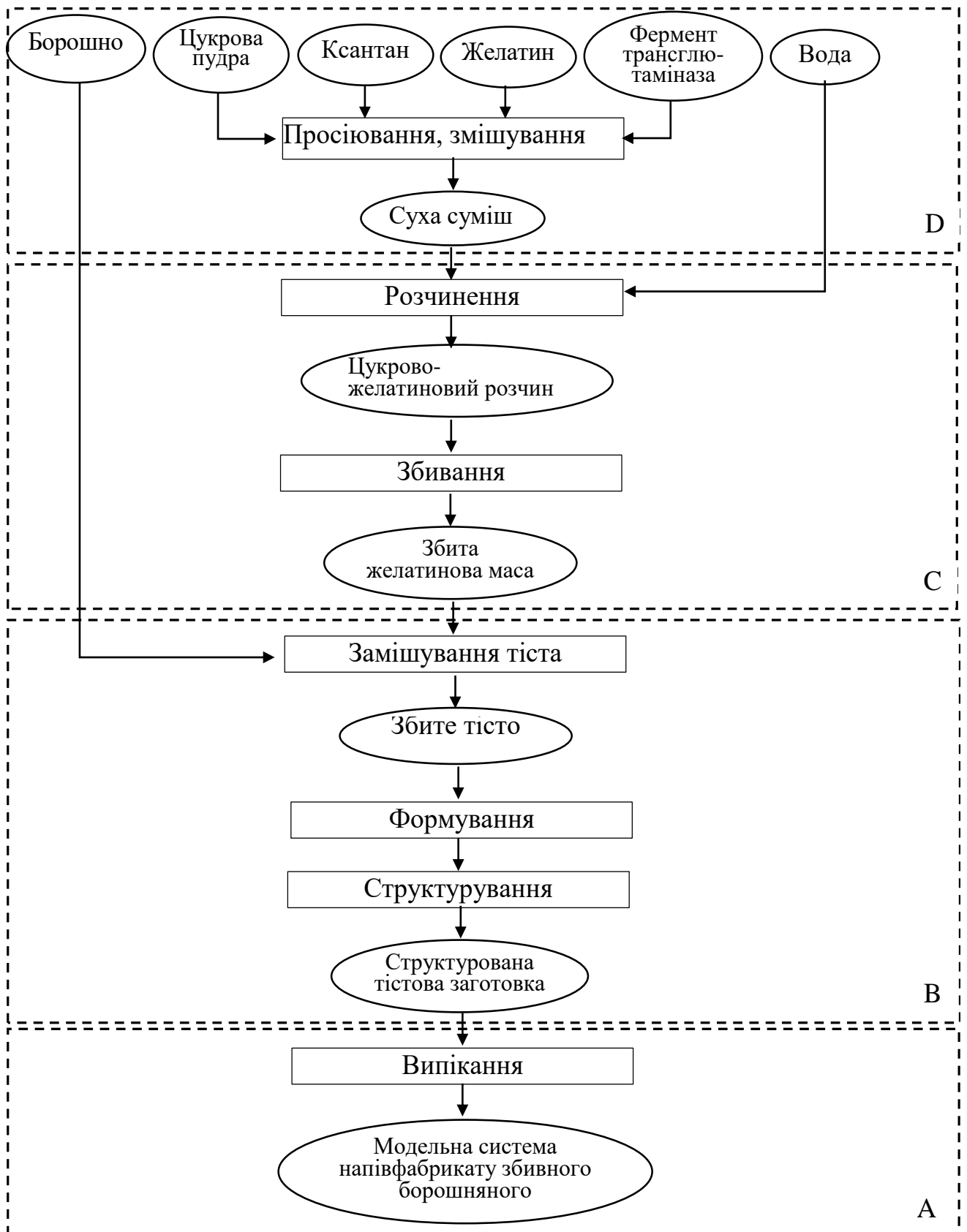


Рис.3.3 Модель технологічної системи отримання напівфабрикату збивного борошняного

Аналізом моделі технологічної системи встановлено, що ключовими стадіями отримання напівфабрикату збивного борошняного з відповідними технологічними характеристиками є обґрунтування концентрацій та способу внесення рецептурних компонентів для отримання сухої суміші (підсистема D), підготовка цукрово-желатинового розчину з регульованими технологічними властивостями та отримання збитої желатинової маси (підсистема C), замішування тіста та отримання структурованої тістової заготовки (підсистема B), формування і стабілізація структури напівфабрикату збивного борошняного (підсистема A).

3.1.2 Дослідження впливу концентрацій рецептурних компонентів та температури на в'язкість модельних систем.

Важливою технологічною властивістю для тіста є в'язкість, оскільки вона виконує роль структурно механічного бар'єра при утворенні та руйнуванні піноподібної структури, зумовлює її стабільність. При недостатньо високій в'язкості, утворення бульбашок повітря в об'ємі тіста при його збиванні відбувається швидко і при малих затратах енергії, однак при цьому плівки дисперсійного середовища легко руйнуються надлишковим тиском повітря. Реологічні характеристики знаходяться в тісній залежності від внутрішньої структури речовини. [12-14, 19-22].

В'язкість, термоозворотність, структура, стійкість дисперсних розчинів гідроколоїдів залежить від їх виду і концентрації, температури і часу застигання, рівня рН середовища, наявності та концентрації добавок. Для досягнення необхідного рівня в'язкості, концентрація більшості полісахаридів коливається в межах від 0,1 до 3%. При використанні тонкодисперсних порошоків (розмір часток близько 100 мкм) геле- і драглеутворення протікає за 20-40 хвилин (для більшості полісахаридів). Для гідратації і набрякання великих часток низки полісахаридів (200-300 мкм) необхідна витримка близько 1 години. Слід мати на увазі, що швидкість набухання частинок істотно залежить від інтенсивності перемішування і температури, в якій знаходиться дана система [134, 135, 136].

Для виключення або зниження ефекту плівкоутворення і грудкування гідроколоїдів при розчиненні необхідно застосовувати високошвидкісне переміщуючий обладнання та попередньо змішувати зразки з іншими сипучими рецептурними компонентами (цукор, лимонна кислота і ін.), Що дозволяє збільшити відстань між частинками і запобігти їх агломерації [137].

Впровадження наукових принципів ферментативної модифікації властивостей желатину, а також його комбінування зі структуроутворювачами іншої природи дозволить створити клас напівфабрикатів принципово нової харчової продукції з якісно зміненими функціональними властивостями [138,139].

Для встановлення раціональної концентрації основних рецептурних компонентів напівфабрикату борошняного збивного: желатину, ксантану, ферменту трансглютаміназа, цукрової пудри, досліджували динамічну в'язкість розчинів (рис. 3.4...рис.3.6) [27, 28, 30, 31, 50].

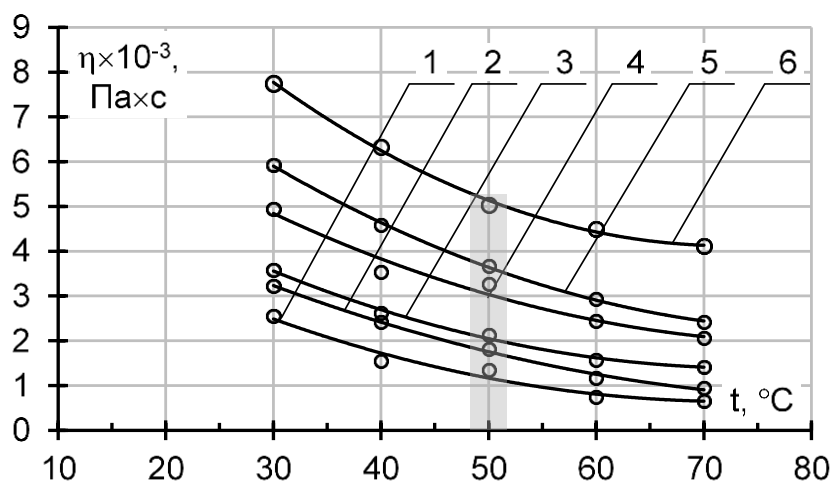


Рис.3.4 Вплив температури на динамічну в'язкість розчину желатину за концентрації 3,0%; в композиції з ксантаном, % : 1–0,1; 2–0,15; 3–0,2; 4–0,25; 5–0,3; 6–0,35

Встановлено, що при додаванні ксантану за концентрації вище $0,3 \pm 0,05\%$ в'язкість композиції желатин-ксантан зростає в 1,5 рази вірогідно внаслідок синергетичної взаємодії ксантану з желатином та перерозподілу асоційованих і неасоційованих гідроксильних груп, що сприяє утворенню значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків.

Доведено, (рис.3.5) що збільшення вмісту ферменту трансглютаміназа понад $0,09 \pm 0,01\%$ % призводить до підвищення швидкості зшивання структури та призведе до надто швидкого зростання міцності, що ускладнить процес перемішування. При зменшенні вмісту трансглютаміназа менше $0,05\%$ готовий продукт не набуває необхідної структури.

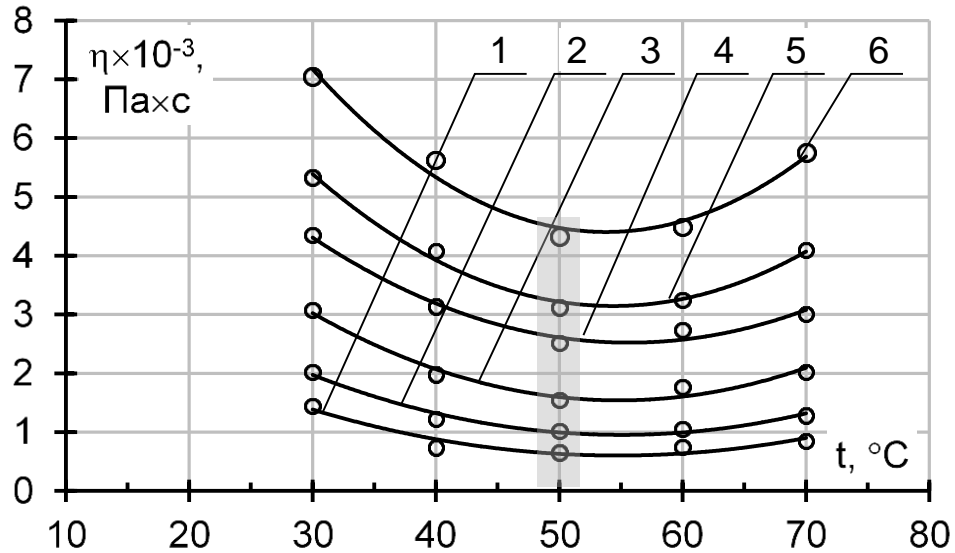


Рис. 3.5 Вплив температури на динамічну в'язкість системи желатин-ксантан за концентрації желатину 3,0%; ксантану 0,25; в присутності ферменту трансглютаміназа, % :1-0,05; 2-0,06; 3-0,07; 4-0,08; 5-0,09; 6-0,1

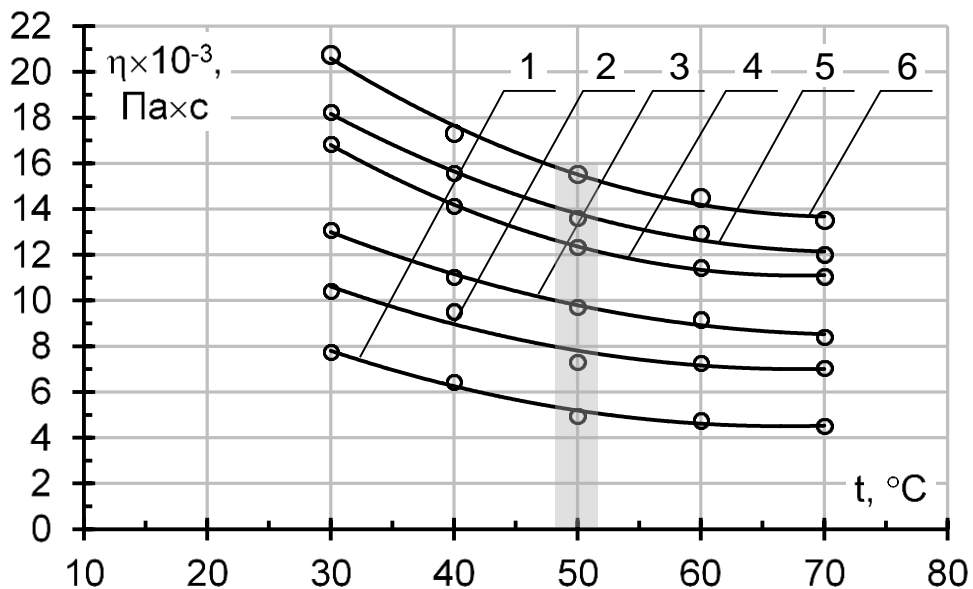


Рис. 3.6. Вплив температури на динамічну в'язкість системи желатин-ксантан за концентрації желатину 3,0%; ксантану 0,25; в композиції з цукровою пудрою, % : 1-26,0; 2-27,0; 3-28,0; 4-29,0; 5-30,0; 6-31,0

Встановлено, що при введенні цукрової пудри менше $27,7\pm 1,3\%$ або більше $32\pm 1,3\%$ бажана стійка дрібна структура дисперсної системи тістової маси не утвориться. Збільшення вмісту цукрової пудри призводить до значного підвищення в'язкості та появи надто солодкого смаку.

Для підтвердження раціональної концентрації основних рецептурних компонентів напівфабрикату борошняного збивного, що беруть участь у процесах піноутворення, структурування проводили дослідження динамічної в'язкості (рис. 1) розчинів рецептурних компонентів за концентрації: желатини – $3,0\pm 0,2\%$, ксантану – $0,2\pm 0,01\%$, трансглютаміназа – $0,08\pm 0,01\%$, та поліелектролітних комплексів: желатин+ксантан+трансглютаміназа, желатин+ксантан, желатин+ ксантан+ цукрова пудра, желатин+ксантан+ цукрова пудра + трансглютаміназа, в температурному діапазоні $30\dots 70^\circ\text{C}$.

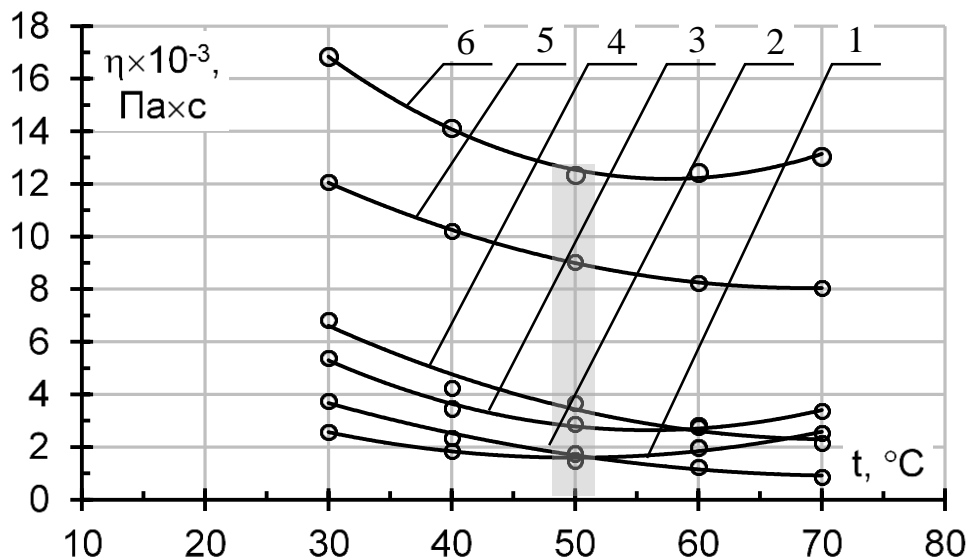


Рис. 3.7. Вплив температури на динамічну в'язкість рецептурних компонентів: 1- желатин; 2-ксантан; і поліелектролітних комплексів: 3-желатин+ ксантан+трансглютаміназа; 4-желатин+ксантан; 5-желатин+ксантан+цукрова пудра; 6-желатин+ксантан+ цукрова пудра + трансглютаміназа

Встановлено, що підвищення температури в діапазоні $30\dots 70^\circ\text{C}$ зменшує динамічну в'язкість розчину желатину на $3,5\pm 0,2$ Па·с, додавання ксантану збільшує динамічну в'язкість на $3,2\pm 0,2$ Па·с за температури 30°C , додавання цукру на $8,4\pm 0,2$ Па·с, додавання до цукрово-желатинового розчину в присутності ксантану ферменту трансглютаміназа за температури 30°C збільшує

динамічну в'язкість на $14,1 \pm 0,2$ Па·с. За температури $50,0 \pm 2,0$ °С динамічна в'язкість системи желатин+ксантан+цукрова пудра +трансглютаміназа становить $12,34 \times 10^{-3}$ Па·с (табл. 3.1).

При введенні желатину менше 2,5% тістова маса не збільшиться в об'ємі. При введенні желатину більше 3,0% структура напівфабрикату буде занадто пружною, що буде ускладнювати подальшу обробку напівфабрикатів збивних.

Введення камеді ксантанової менше 0,1% на структурні властивості тістової маси не вплине, при введенні камеді ксантанової у кількості 0,3% густина тістової маси значно збільшується.

Зменшення вмісту цукрової пудри менше менше $27,7 \pm 1,3\%$ призводить до зменшення кількості сухих речовин та погіршення смакових властивостей готових виробів.

Таблиця 3.1

Динамічна в'язкість компонентів напівфабрикату збивного борошняного за температури 50°С

Склад зразків дослідження	Динамічна в'язкість ($\eta \times 10^{-3}$), Па·с
Желатин	1.76
Ксантан	2.50
Желатин+ксантан	3.66
Трансглютаміназа	1.49
Желатин+ксантан+трансглютаміназа	2.88
Желатин+ксантан+ цукрова пудра	9.03
Желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа	12.34

Таким чином збільшення вмісту ферменту трансглютаміназа понад 0,1% призводить до підвищення швидкості зшивання структури та призведе до надто швидкого зростання міцності, що ускладнить процес перемішування. При зменшенні вмісту трансглютаміназа менше 0,05% готовий продукт не набуває необхідної структури.

На наш погляд, додавання ксантану до желатинового розчину сприяє зростанню в'язкості вірогідно внаслідок синергетичної взаємодії ксантану з желатином що призводить перерозподілу асоційованих і неасоційованих

гідроксильних груп і сприяє утворенню значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків.

Підтверджено каталітичний вплив ферменту трансглютаміназа (рис. 3.7) ймовірно на взаємодію аміногруп лізину з γ -карбоксиамідною групою пов'язаних пептидним зв'язком залишків глютаміну в системі цукрово-желатинового розчину в присутності ксантану. Цей вплив забезпечує більш високий рівень зшивки макромолекул білкового каркасу і суттєве зростання в'язкості.

Отже, збільшення в'язкості модельних систем внаслідок впливу ксантану і ферменту ТГ відбувається завдяки зв'язуванню вільної вологи, що забезпечить підвищену структурну в'язкість і механічну міцність плівці на поверхні бульбашок пінної структури.

Обґрунтовано доцільність використання системи желатин–ксантан в присутності ферменту трансглютаміназа для виробництва напівфабрикату борошняного збивного.

3.1.3 Дослідження впливу ферменту трансглютаміназа на вологоутримувальну здатність тіста напівфабрикату збивного борошняного.

У технологічному процесі виробництва напівфабрикату збивного борошняного вода є активним учасником багатьох реакцій (гідроліз, гідратація, набрякання білків, збивання та ін). Вільна волога забезпечує розчинення інгредієнтів сухої суміші і формування збитої піноподібної структури желатино-цукрового розчину, а зв'язана вода обумовлює стабільність і термостійкість модельної системи [140].

Відомо, що бісквітне тісто відноситься до слабкоструктурованих систем. Саме тому в технології напівфабрикату збивного борошняного для забезпечення необхідних умов гідратації білку під час збивання цукрово-желатинового розчину, структурування тістової заготовки та випікання ми використовували желатин, як основний піноутворюючий інгредієнт, ксантан в якості додаткового загущувача системи і фермент трансглютаміназу як стабілізатор структури [141, 142, 143].

Виходячи з досвіду виготовлення напівфабрикату збивного борошняного за традиційними технологіями, підвищення частки зв'язаної води в збитому структурованому тісті, підготовленому до випікання, здійснювалось регулюванням концентрації цукрової пудри в рецептурі для підвищення відсотку сухих речовин [140].

Наявність великої кількості цукрової пудри в тісті без жиру надає виробам надмірну твердість. Також великий вплив на якість тіста і виробів надає крупність часток цукру. Тому для отримання пластичного тіста, в якому різко обмежений вміст води, ми використовували не цукор-пісок, а цукрову пудру. Це пов'язано з тим, що в порівняно невеликій кількості води не може повністю розчинитися вся кількість цукру передбачена рецептурою і залишаються нерозчиненими кристали, що будуть видимі на поверхні напівфабрикату і погіршать його якість [140].

В даних дослідженнях (рис.3.8, 3.9) була поставлена мета: одержати кількісні показники вологоутримуючої здатності (ВУЗ) модельних систем напівфабрикату збивного борошняного за загально відомою методикою виділення води з проби пресуванням і визначенням її по масі.

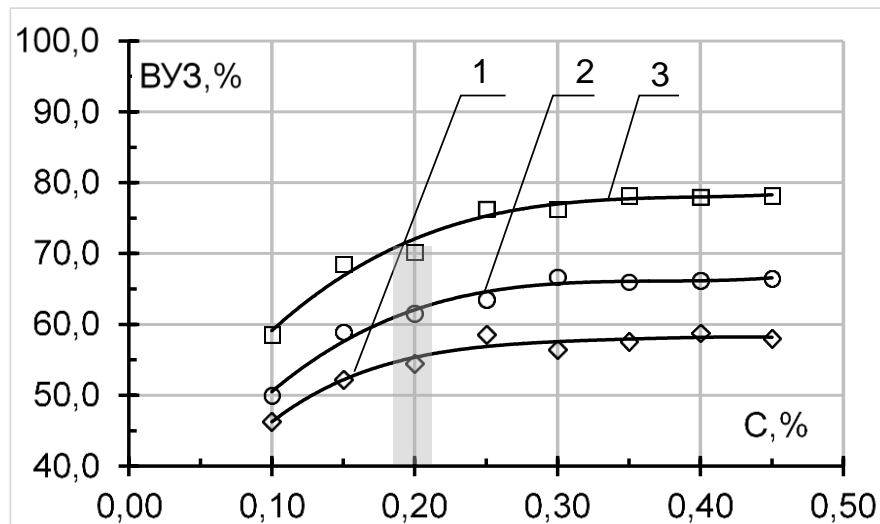


Рис.3.8. Вплив концентрації ксантану на вологоутримувальну здатність тіста напівфабрикату збивного борошняного з желатином 3,0% до інактивації ферменту ТГ, %: 1- 0,05; 2- 0,07; 3- 0,09

Експериментально було доведено (рис.3.19, 3.20), що для отримання тіста напівфабрикату збивного борошняного з однорідною пластичною

консистенцією, забезпечення відповідної термостійкості під час випікання тістових заготовок, використання ксантану і ферменту трансглютаміназа є раціональним і доцільним.

Встановлено, що збільшення концентрації ксантану в рецептурі напівфабрикату збивного борошняного (рис. 3.20) підвищує вологоутримувальну здатність тіста від $9,0 \pm 1,0$ до $18,0 \pm 1,0\%$. Введення ферменту ТГ в межах $0,05 \dots 0,09\%$ до інактивації (рис. 3.19) додатково підвищує вологоутримувальну здатність тіста від $6,0 \pm 1,0$ до $12,0 \pm 1,0\%$. Після інактивації ферменту ТГ ВУЗ тіста напівфабрикату збивного борошняного збільшується ще на $5,0 \pm 1,0\%$ (Рис. 3.21)

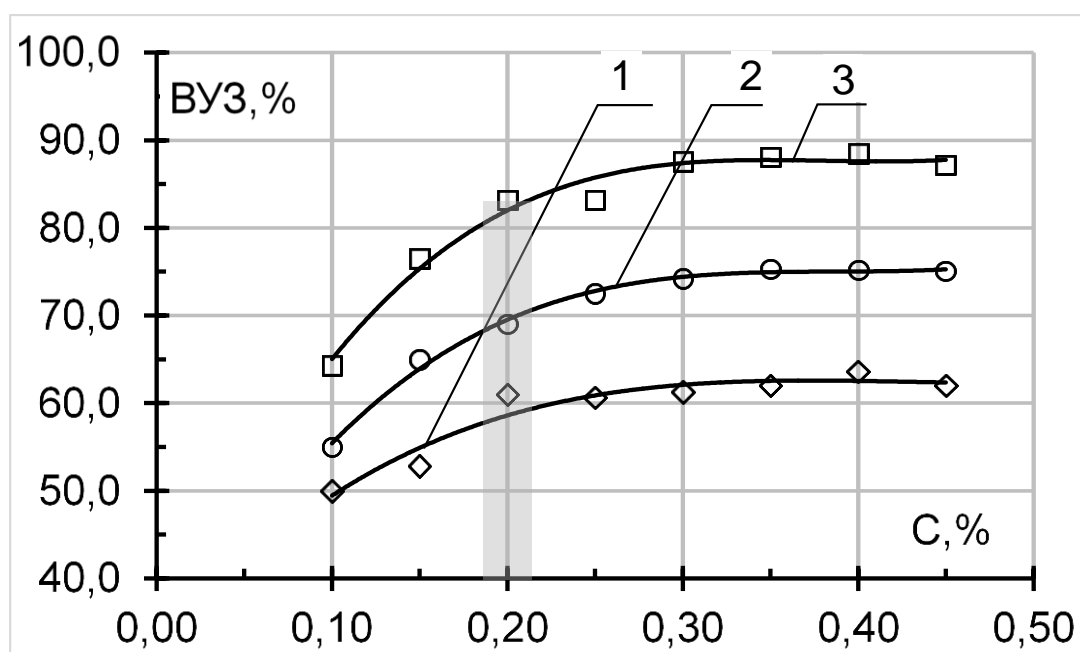


Рис.3.9. Вплив концентрації ксантану на вологоутримувальну здатність тіста напівфабрикату збивного борошняного з желатином 3,0% після інактивації ферменту ТГ, %: 1- 0,05; 2- 0,07; 3- 0,09

Отже, як видно досліджень (рис.3.8, 3.9), під впливом ферменту ТГ вологоутримувальна здатність білкових речовин тіста напівфабрикату збивного борошняного суттєво збільшувалась, особливо під час інактивації за температури $60 \pm 2^\circ\text{C}$.

Експериментально доведено, що здатність білкових речовин тіста напівфабрикату збивного борошняного утримувати вологу під впливом ксантану

за концентрації $0,2 \pm 0,05$ за каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в діапазоні концентрацій $0,05 \dots 0,09\%$. До інактивації ферменту ВУЗ білкових речовин зростає від $56 \pm 2\%$ до $78 \pm 2\%$, а після інактивації – від $62 \pm 2\%$ до $88 \pm 2\%$, що підтверджується зменшенням втрат вологи під час випікання тіста.

Тобто можна спрогнозувати зниження кількісних втрат під час випікання напівфабрикату збивного борошняного за використання ксантану і ферменту трансглютаміназа в поєднанні з желатином в якості піноутворюючого інгредієнту.

3.1.4 Дослідження каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в композиції желатин-ксантан в рецептурі напівфабрикату збивного борошняного.

В основу вирішення наукової проблеми створення технологій продуктів з використанням желатину і ксантану покладено комплексний підхід, заснований на теоретичному і експериментальному обґрунтуванні використання гідроколоїдів різної природи, що дозволив спрогнозувати отримання продуктів харчування різної текстури з високими якісними характеристиками. Сутність підходу полягає у вивченні взаємодій гідроколоїдів різної природи, хімічного складу і молекулярної маси, які використовуються в якості стабілізаторів і структуроутворювачів у багатокомпонентних харчових системах [144].

З метою уточнення механізму формування поліелектролітних комплексів желатин–ксантан за допомогою ІЧ-спектроскопії проведено дослідження взаємодії желатини і ксантану на молекулярному рівні та вивчено вплив рецептурних компонентів [145, 146]. Якісне вивчення складу і структурної організації модельних систем на основі желатину здійснено із застосуванням інфрачервоної спектроскопії на Фур'є-спектрометрі Perkin-Elmer Spectrum One FTIR Spectrometer методом роздавленої краплі. Зразки записували в тонкому шарі між пластинами з цинкум селеніду.

Біополімер желатина – продукт деструкції білка колагену – має у складі макромолекули позитивно і негативно заряджені групи. Позитивно зарядженими групами є вільні аміногрупи залишків лізину. Негативний заряд желатину

зумовлюється залишками глутамінової Glu і аспарагінової Asp кислот, число яких на 1000 амінокислотних залишків поліамфоліта з різних природних джерел становить відповідно 69–72 і 47–48 [147-153].

Основними смугами поглинання для желатину є: широка смуга з максимумом за частоти 3400 см^{-1} (смуга Амід А, $\nu_{\text{N-H}}$ – валентні коливання групи –NH), характерні поглинання за частот 1654 см^{-1} (Амід I, $\nu_{\text{C=O}}$ – валентні коливання груп C=O), 1541 см^{-1} (смуга Амід II, складові частоти деформаційних коливань N–H і валентних коливань CN) і 1240^{-1} (смуга Амід III, складові частоти $\delta_{\text{N-H}}$ – деформаційних коливань N–H і ν_{CN} – валентних коливань CN). Додатково також відмічаються для білків частоти 620 см^{-1} (смуга Амід IV, $\delta_{\text{O=C-N}}$ – деформаційні коливання O=C–N), 750 см^{-1} (смуга Амід V, $\delta_{\text{N-H}}$ – деформаційні коливання N–H). Відомо, що як аналітична смуга для характеристики вторинної структури білка (желатину) під час аналізу ІЧ-спектральних даних найбільш інформативною є смуга Амід I. Смуги поглинання характеристичних груп желатину представлено в табл. 2 [147-153].

Таблиця 3.2

Частотні положення (см^{-1}) основних смуг ІЧ-спектрів поглинання функціональних груп желатину

Функціональна група	Хвильове число, см^{-1}
Амід А (N–H)	3370–3320
Амід I (C=O)	1680–1650
Амід II (N–H, CN)	1550–1485
Амід III (N–H, CN)	1240

У ІЧ-спектрі ксантанової камеді (табл. 3.2) згідно з даними досліджень [147-153] присутні інтенсивні смуги поглинання валентних коливань –ОН зв'язків в області $3613\text{--}3236\text{ см}^{-1}$, коливання адсорбційно зв'язаної води за $3500\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ з максимумом за $3360\text{--}3355\text{ см}^{-1}$, смуги середньої інтенсивності валентних коливань –CH– і –CH₂– зв'язків за $2926, 2903\text{ см}^{-1}$ відповідно,

інтенсивні смуги коливань іонізованих карбоксильних груп $-\text{COO}^-$ за 1729 см^{-1} , етерних угруповань $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ за 1060 см^{-1} .

Таблиця 3.3

Частотні положення (см^{-1}) основних смуг ІЧ-спектрів поглинання функціональних груп ксантану

Функціональна група	Хвильове число, см^{-1}	Джерело
1	2	3
$-\text{OH}$ (валентні коливання)	3613–3236, 3386	[1–4], [3]
H_2O адсорбційно зв'язана	3500–3200 (максимум: 3360–3355)	[1–4]
$-\text{CH}-$ і $-\text{CH}_2-$ (валентні коливання)	2926, 2903	[1–4]
$-\text{COO}^-$	1729	[1–4]
$-\text{COOH}$ пектинових речовин	1650–1500	[4]
$-\text{C}=\text{O}$	1630–1627	[3]
$-\text{COOH}$	1535–1529	[3]
Глюкуронова кислота («відбитки пальців»)	1416, 1331, 1240	[5]
$-\text{CH}(\text{OR})_2-$	1167–1160	[3]
$-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$	1060	[1–4]
$-\text{OH}$ зв'язані	1200–700 (максимум: 1026)	[4]
Пектинові речовини («відбитки пальців»)	1200–850	[5]

За результатами досліджень отримано віднесення смуг ІЧ-спектрів та ідентифікацію функціональних груп дослідних речовин зразків колоїдних розчинів желатин, желатин+ксантан, желатин+ксантан+цукрова пудра (рис. 3.10).

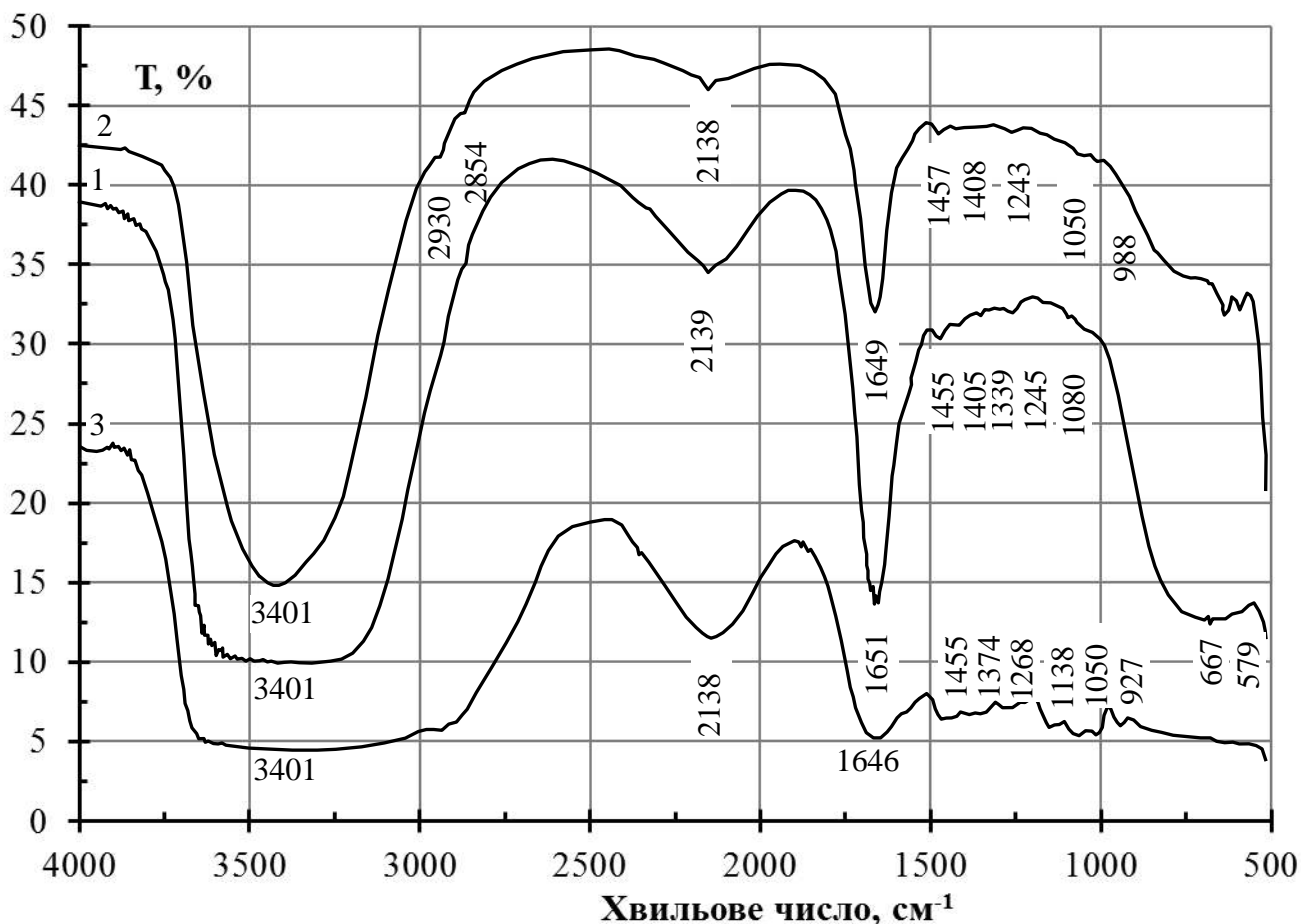


Рисунок 3.10 ІЧ спектри поглинання зразків: 1 – желатин; 2 – желатин+ксантан; 3 – желатин+ксантан+цукрова пудра

На ІЧ спектрі розчину желатину (рис. 3.11, зразок 1) відмічено характерні для желатину: широку розмиту смугу за частоти $3600\text{--}3100\text{ см}^{-1}$, ускладнену перекриванням смуг ($\nu_{\text{N-H}}$ асоційованих груп -NH_2 , $\nu_{\text{O-H}}$ асоційованих груп -OH гідроксипроліну желатину, ν_{OH} , коливання адсорбційно зв'язаної води), поглинання Амід I ($\nu_{\text{C=O}}$) і Амід III ($\delta_{\text{N-H}}$, ν_{CN}) за частот 1651 см^{-1} і 1245 см^{-1} відповідно. У діапазоні $1550\text{--}1485\text{ см}^{-1}$ за частот 1537 см^{-1} , 1491 см^{-1} спостерігається слабка смуга Амід II ($\delta_{\text{N-H}}$ вторинних амідів, ν_{CN} , $\delta_{\text{NH}_3^+}$ амінокислот, що містять аміногрупи -NH_2 , зокрема лізину), зумовлена взаємодією коливань ν_{CN} і $\nu_{\text{C=O}}$. У діапазоні $800\text{--}500\text{ см}^{-1}$ спостерігається смуга поглинання, зумовлена деформаційними позаплощинними віяловими коливаннями N-H групи, деформаційними коливаннями групи O=C-N .

Відмічена смуга має низькочастотний зсув до 667 см^{-1} відносно характеристичної смуги Амід V (750 см^{-1}) і високочастотний – відносно Амід IV (620 см^{-1}).

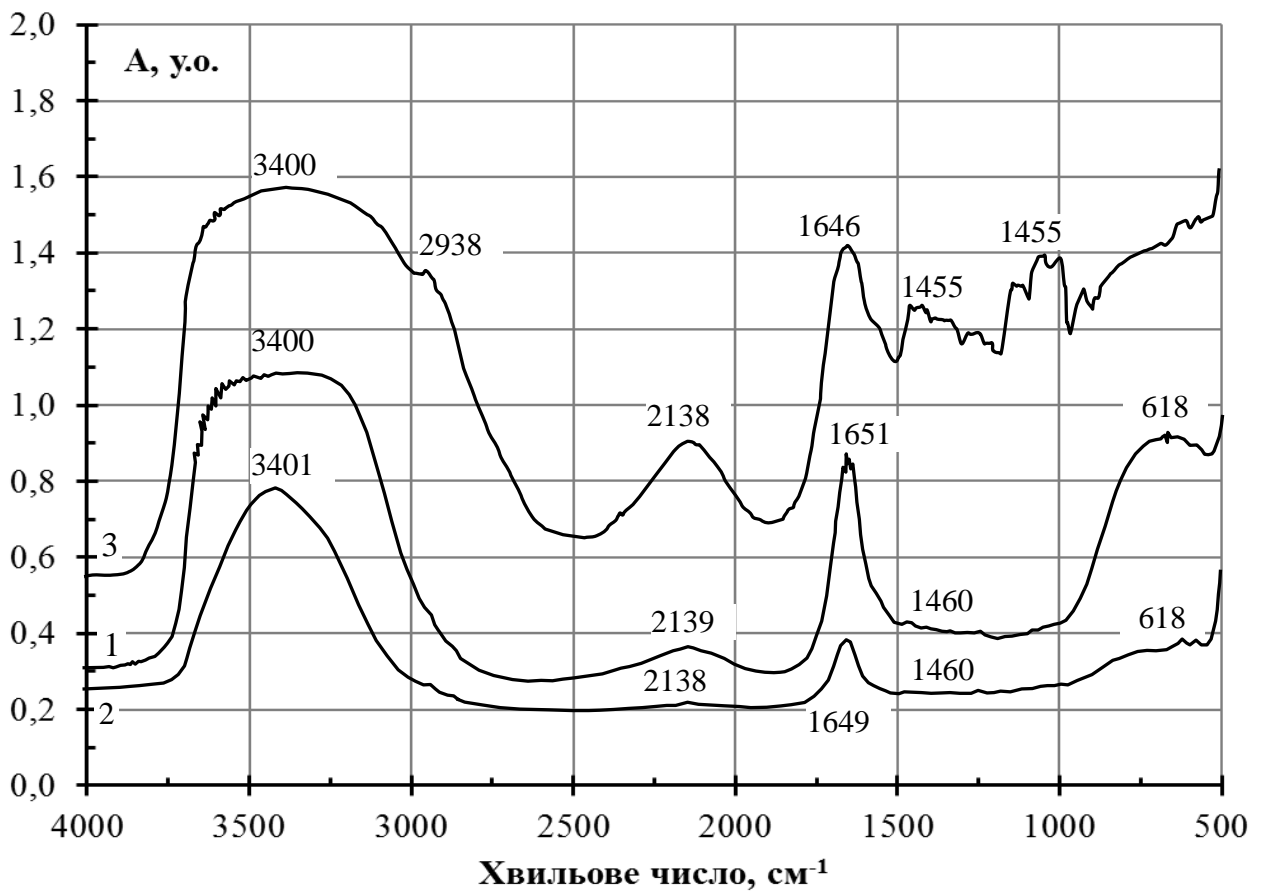


Рисунок 3.11 Порівняння інтенсивності ІЧ-смуг поглинання зразків: 1 – желатин; 2 – желатин+ксантан; 3 желатин+ксантан+цукрова пудра

На спектрі зразка желатин+ксантан (рис. 3.10, 3.11 зразок 2) відмічено характерні для желатину і ксантану такі смуги поглинання: широка інтенсивна смуга з максимумом за 3401 см^{-1} , смуги валентних коливань -NH- і $\text{-NH}_2\text{-}$ зв'язків за $2930, 2854\text{ см}^{-1}$ відповідно.

У спектрі зразка желатин+ксантан (рис. 3.10, 3.11 зразок 2) змінюється профіль смуги валентних коливань N–H груп і відбувається помітне звуження смуги в область високих частот з появою виразного максимуму за 3401 см^{-1} порівняно з желатином за 3400 см^{-1} (рис. 3.5, 3.6 зразок 1). Це пов'язано з певним

підвищенням числа О–Н груп в наслідок уведення ксантану і перерозподілом асоційованих і неасоційованих груп.

Водночас широка смуга поглинання спостерігається для зразків желатин і желатин+ксантан (рис. 3.10, 3.11 зразок 1, 2) в області 2600–1900 cm^{-1} з максимумом за 2139 і 2138 cm^{-1} відповідно. Вона характерна для валентних коливань асоційованих гідроксильних груп і зумовлена утворенням значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків. Смуга поглинання зразка желатин+ксантан має меншу інтенсивність, що свідчить про меншу кількість утворених водневих зв'язків порівняно зі зразком желатину. Порівняно зі спектром води (2150 cm^{-1}) максимумами смуг поглинання зразків зсуваються у бік менших хвильових чисел до 2138 cm^{-1} , 2139 cm^{-1} , зростає інтенсивність смуги, а також інтенсивність її деформаційної складової (ν_{δ} –1645 cm^{-1}).

У діапазоні частот 1800–1500 cm^{-1} (рис. 3.11, зразок 1, 2) спостерігається перекривання характеристичних смуг желатину і ксантану: $\nu_{\text{C=O}}$, $\nu^{\text{as}}_{\text{C-O}}$, δ_{OH} з утворенням широкої смуги з максимумом за 1649 cm^{-1} . З уведенням ксантану (зразок 2) інтенсивність смуги зменшується, що зумовлено, ймовірно, зменшенням карбонільних груп –C=O желатину внаслідок їх взаємодії з гідроксильними групами –ОН – ксантану. Також зазначений максимум поглинання смуги для системи желатин+ксантан має низькочастотний зсув порівняно з максимумом для розчину желатину (1651 cm^{-1}). Високочастотний зсув цієї смуги (1649 cm^{-1}) порівняно з максимумом поглинання, який відповідає деформаційним коливанням води (1645 cm^{-1}), свідчить про наявний перехід від мономерів і димерів молекул води до тримерів і олігомерів.

Більш розмита смуга поглинання в області 1400–950 cm^{-1} може свідчити про підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН в системі желатин+ксантан порівняно з желатином. У діапазоні 800–500 cm^{-1} (рис. 3.5, 3.6) у зразка 2 є дві вузькі смуги слабкої інтенсивності з максимумами за 764 і 576 cm^{-1} .

Результати уведення цукру до водного розчину желатину і ксантану позначаються на всіх розглянутих характеристичних частотах ІЧ-спектру зразка желатин+ксантан+цукрова пудра (рис. 3.10, 3.11, зразок 3). Так, змінюється профіль смуги валентних коливань N–H, O–H груп і відбувається суттєве розширення смуги з максимумом за 3400 см^{-1} в область низьких частот порівняно з желатином (зразок 1) і желатин+ксантаном (зразок 2). Водночас низькочастотно зрушується максимум смуги від 3401 см^{-1} до 3400 см^{-1} (рис. 3.11, зразок 3), відбувається значне посилення інтенсивності смуги, що пов'язано зі збільшенням числа –ОН груп за рахунок сахарози, утворених водневих зв'язків, перерозподілом асоційованих і неасоційованих груп.

Спостерігається зростання інтенсивності смуги поглинання валентних коливань C–N зв'язків (2938 см^{-1}). Суттєво зростає інтенсивність смуги поглинання для зразків желатин+ксантан+цукрова пудра в області $2600\text{--}1900\text{ см}^{-1}$ з максимумом за 2138 см^{-1} внаслідок утворення значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків. Уведення цукрової пудри в розчин желатину і ксантану (зразок 3) зумовлює посилення інтенсивності смуги поглинання валентних коливань груп –C=O і зсув максимуму до 1646 см^{-1} (1651 см^{-1} – зразок 1, желатин; 1649 см^{-1} зразок 2, желатин+ксантан). Такий зсув свідчить про електростатичну взаємодію позитивно заряджених амідних груп поліпептиду желатину з негативно зарядженими групами залишків глюкуронової і піровиноградної кислот ксантану та більш активним утворенням поліелектролітних комплексів желатину і ксантану за присутності цукрової пудри.

Смуга поглинання у зразка 3 (рис. 3.11) з максимумом за 1050 см^{-1} свідчить про валентні коливання C–O глікозидних зв'язків, характерних для сахарози (1072 см^{-1}) і ксантана (1060 см^{-1}).

На рис. 3.12 приведені ІЧ-спектри зразків на основі желатини, ксантану, цукрової пудри (зразок 3), які були структуризовані у присутності трансглютамінази (зразок 4), у тому числі зразок із додаванням борошна (зразок 5).

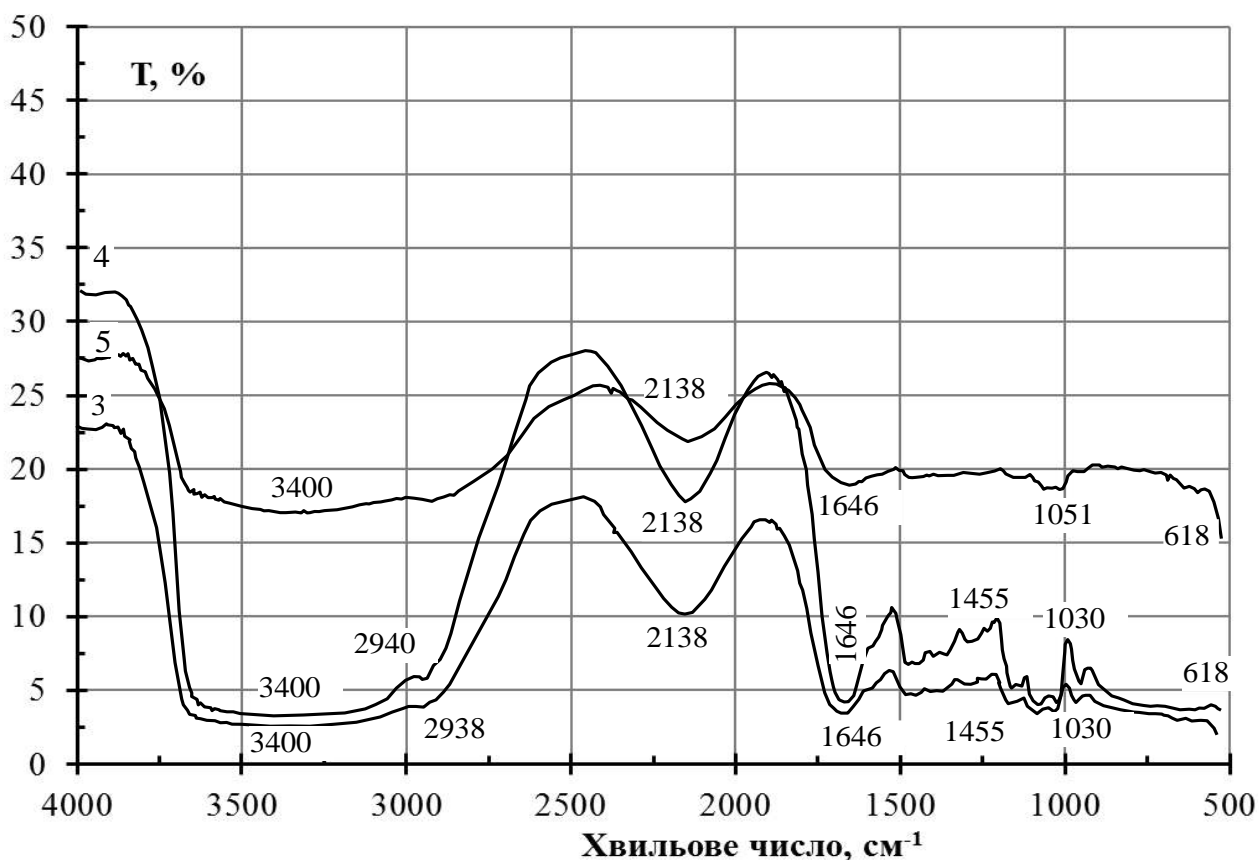


Рис. 3.12 – ІЧ спектри поглинання зразків: 3 – желатин+ксантан+цукрова пудра; 4 – желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа; 5 – желатин+ксантан+ цукрова пудра+трансглютаміназа+борошно

Порівняльний аналіз результатів дослідження зразків з трансглютаміназою (рис. 3.13) показує, що спектр 4 зразка желатин+ксантан+цукрова пудра +трансглютаміназа є аналогічним спектру 3 зразка желатин+ксантан+ цукрова пудра. Профілі цих спектрів, максимумами характеристичних частот практично співпадають. Деякі відмінності смуги поглинання в області 2600–1900 см⁻¹ зразків 4 – з трансглютаміназою – полягають у тому, що смуга має меншу інтенсивність і зсунений низькочастотний максимум (2137 см⁻¹) порівняно зі зразком 3 (2137 см⁻¹). Ймовірно під час структуризації за температури 50°C розчину желатини і ксантану в присутності цукрової пудри і трансглютаміназа відбувається утворення меншої

кількості міжмолекулярних водневих зв'язків, ніж в умовах проведення процесу за відсутності трансглютаміназа.

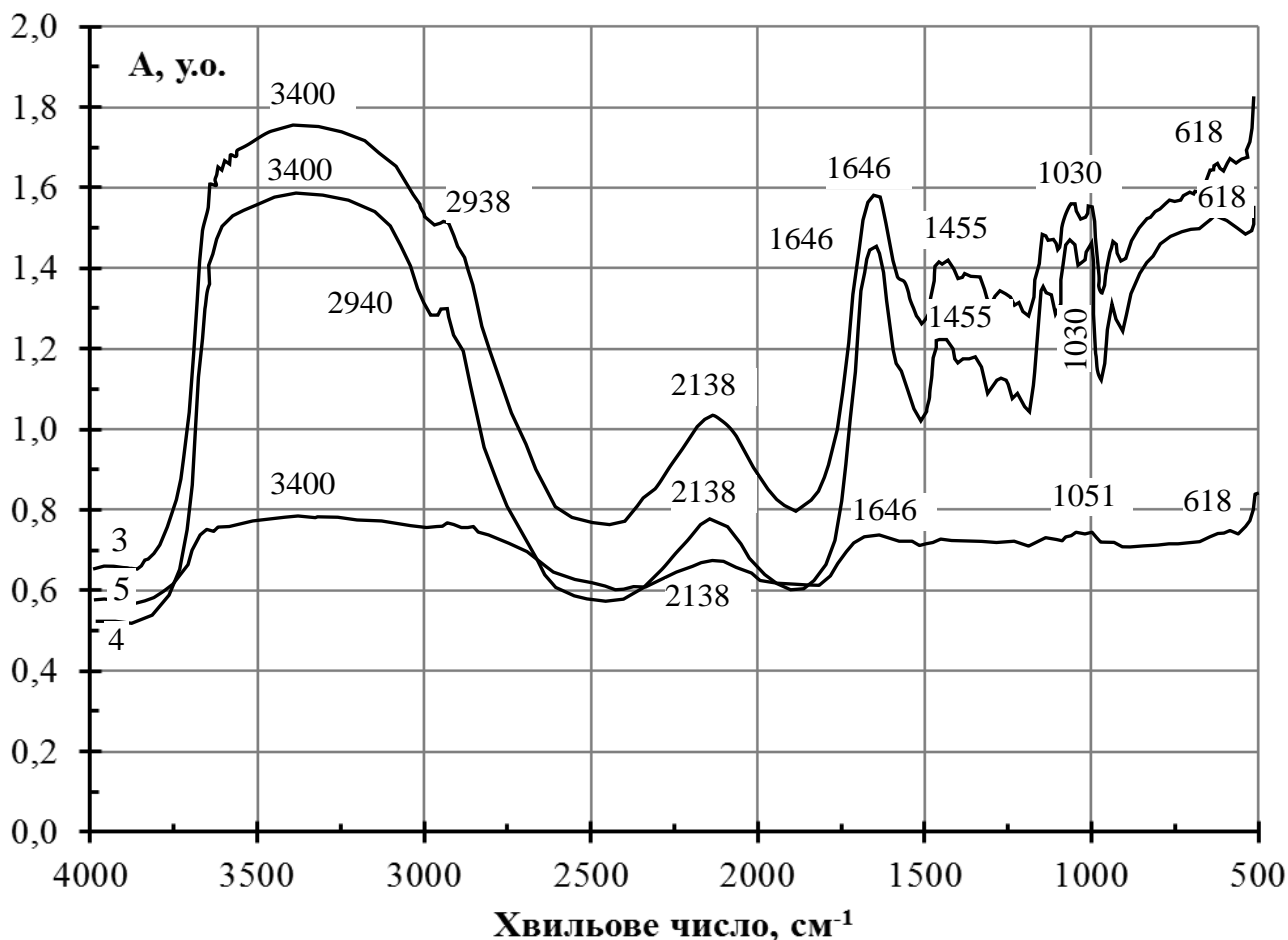


Рисунок 3.13 Порівняння інтенсивності ІЧ-смуг поглинання зразків: 3 – желатин+ксантан+цукрова пудра; 4 –желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа; 5 – желатин+ксантан+ цукрова пудра +трансглютаміназа+борошно

Оскільки трансглютаміназа каталізує реакції ацильного перенесення між γ -карбоксамідною групою пов'язаних пептидним зв'язком залишків глутаміну (ацил-донор) і різними первинними амінами, в тому числі ϵ -аміногрупою залишків лізину (ацил-акцептор), слід розглянути і порівняти інтенсивність, положення максимумів смуг поглинання Амід I, Амід II, Амід III зразків 3 і 4.

Уведення трансглютаміназа (рис. 3.13, зразок 4) порівняно з уведенням цукрової пудри (зразок 3) зумовлює деяке зменшення інтенсивності смуги поглинання з максимумом за 1646 cm^{-1} ($\nu_{\text{C=O}}$). Водночас зсуву максимуму поглинання за частоти 1646 cm^{-1} не відбувається, що є свідченням відсутності взаємодії зазначених функціональних груп під впливом трансглютаміназа.

Широка смуга з декількома максимумами в області $1500\text{--}900\text{ см}^{-1}$, яка з'являється у зразків 3, 4, може бути свідченням взаємодії певних груп. Так для зразка желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа (рис. 3.13, зразок 4) спостерігається посилення інтенсивності смуг поглинання: за частот $1455, 1374, 1339\text{ см}^{-1}$ ($\delta_{\text{O-H}}$ третинних спиртових груп цукрової пудри і ксантану, $\delta_{\text{N-H}}$ аміногруп лізину); Амід III ($\delta_{\text{N-H}}, \nu_{\text{CN}}$) з максимумом 1262 см^{-1} ; глікозидних зв'язків сахарози і ксантана за 1047 см^{-1} (ν_{CO}); первинних аміногруп з максимумом за 999 і 927 см^{-1} . Смуга Амід III має низькочастотний зсув до 1262 см^{-1} (зразок 4) порівняно з 1268 см^{-1} (зразок 3), що є свідченням взаємодії під дією трансглютаміназа аміногруп лізину з ацильними донорами поліелектролітного комплексу желатин–ксантан.

На ІЧ спектрі желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа+борошно (рис. 3.12, 3,13 зразок 5) відмічено широку розмиту смугу за частоти $3600\text{--}3100\text{ см}^{-1}$, ускладнену перекриванням смуг ($\nu_{\text{N-H}}$ асоційованих груп -NH_2 , $\nu_{\text{O-H}}$ асоційованих груп -OH гідроксипроліну желатину, ν_{OH} , коливання адсорбційно зв'язаної води), поглинання Амід I ($\nu_{\text{C=O}}$) і Амід III ($\delta_{\text{N-H}}, \nu_{\text{CN}}$) за частот 1646 см^{-1} і 1268 см^{-1} відповідно. У діапазоні $800\text{--}500\text{ см}^{-1}$ спостерігається слабка смуга поглинання, зумовлена деформаційними коливаннями групи O=C-N . Відмічена смуга має низькочастотний зсув до 616 см^{-1} відносно характеристичної смуги Амід IV (620 см^{-1}).

В ІЧ-спектрі поглинання зразка 5 з борошном (рис. 3.13) за розглянутих характеристичних частот спостерігається зменшення інтенсивності смуг поглинання, які практично повторюють профіль смуг зразків з цукровою пудрою (зразок 3), цукрової пудри і трансглютаміназою (зразок 4). Для зразка 5 з борошном слабка смуга за 2138 см^{-1} (валентні коливання асоційованих гідроксильних груп) має низькочастотний зсув порівняно зі зразком 4 (2137 см^{-1}), що зумовлює можливе утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна.

Смуга поглинання (рис. 3.13, зразок 5) з максимумом за 1051 см^{-1} свідчить про валентні коливання С–О глікозидних зв'язків сахарози і ксантана і має високочастотний зсув порівняно із зразком, що не містить борошна (рис. 3.7, зразок 4). Розмита смуга поглинання в області $1400\text{--}950\text{ см}^{-1}$ може свідчити про підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН в системі з борошном.

Іншим напрямком дослідження асоціативних взаємодій в системах гідроколоїдів є вивчення спільної присутності крохмалю, некрохмальних полісахаридів (НПС) і ТГ, що містяться в білково-вуглеводній основі напівфабрикату борошняного збивного випеченого. Оскільки крохмаль є сумішшю двох полімерів, під час додавання ще одного полімеру утворюється система з чотирьох біополімерів - желатину, амілопектину, амілози і ксантану. Комбінування крохмалю з іншими гідроколоїдами, які при розчиненні у воді мають згущуючу дію, дає деякі переваги з точки зору текстури готового продукту. Внесення невеликої кількості НПС при комбінуванні з крохмалем і ТГ сприяє збільшенню в'язкопружних властивостей харчової системи [144-148, 150, 152-154].

Теоретично і експериментально вивчена можливість комбінування крохмалю і НПС в поєднанні з ТГ. Експериментальні дані щодо динамічної в'язкості білково-вуглеводної основи при частковій заміні крохмалю на некрохмальні полісахариди наведені в таблиці 3.1.

В основу вирішення проблеми створення технологій продуктів з використанням желатину покладено комплексний підхід, заснований на теоретичному і експериментальному обґрунтуванні використання НПС, що дозволив спрогнозувати отримання продуктів харчування різної текстури з високими якісними характеристиками. Сутність підходу полягає у вивченні взаємодій гідроколоїдів різної природи, хімічного складу і молекулярної маси, які використовуються в якості стабілізаторів, загусників і структуроутворювачі в багатокомпонентних харчових системах [144].

Для поліпшення властивостей гелів желатину використовують другий біополімер - природний полісахарид, здатний до взаємодії з желатиною на молекулярному рівні. У даній роботі досліджуються закономірності

структурування в системах желатину-полісахарид, тому що властивості утворюються гелів представляє інтерес з наукової і практичної точки зору.

Численні дослідження [148-154] показали, що при введенні іонного полісахариду в низькоконцентрованого гелі желатини їх реологічні властивості змінюються. При цьому сам полісахарид у низькоконцентраційному діапазоні без желатину гелю не утворює. Потім, при $Z \geq 0.1$ межа плинності в дуже вузькому діапазоні масового співвідношення компонентів різко зростає, більш ніж на порядок. Ксантан був доданий в низьких концентраціях, при якому сам полісахарид не виступає в якості агента структурування, але має позитивний синергетичний ефект на драглеутворюючі властивості змішаних систем.

Відомо, що реологічні характеристики драглів, заснованих на желатині, змінюються з часом в результаті процесів структурування, що відбуваються в драгках нижче температури драглеутворення. Драглеутворення в основі желатинової системи було продемонстрована як кінетично контрольований процес, який триває практично нескінченно після ініціювання. І це робить реологічне дослідження складним. Проте, виявилось можливим визначити час драглеутворення, після якого механічні характеристики збільшуються незначно.

Встановлено механізми утворення різних видів зв'язків між білковими та полісахаридними компонентами рецептурної суміші борошняного збивного напівфабрикату, що сприяють утворенню білково-полісахаридного каркасу випеченого напівфабриката.

Доведено синергізм дії компонентів суміші, а саме, желатин+ксантан, ймовірно, за рахунок зменшення карбонільних груп $-C=O$ желатину внаслідок їх взаємодії з гідроксильними групами $-OH$ – ксантану; желатин+ксантан+цукрова пудра, що характеризується збільшенням за рахунок сахарози числа $-OH$ груп, утворених водневих зв'язків, перерозподілом асоційованих і неасоційованих груп; желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа, що виникає в наслідок взаємодії аміногруп лізину з ацильними донорами поліелектролітного комплексу желатин+ксантан під дією трансглютаміназа, ймовірно, за рахунок утворення меншої кількості міжмолекулярних водневих зв'язків, ніж в умовах

проведення процесу за відсутності трансглютаміназа; желатин+ ксантан+ цукрова пудра+ трансглютаміназа+ борошно, що вірогідно зумовлює утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна і підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН в системі з борошном.

Таким чином при взаємодії желатину з ксантаном при зовнішніх умовах, що сприяють формуванню гелів, змінюється вторинна структура білка, в тому числі, спостерігається підвищена спіралізація желатину. Зростання частки колагенподібної потрійної спіралі при комплексотворенні в системах желатин-полісахарид може обумовлювати, значне збільшення в'язкопружних властивостей модифікованих драглів.

Отже, раціональним є введення до компонентного складу напівфабрикату збивного таких інгредієнтів, як желатин, ксантан, цукрова пудра, трансглютаміназа, борошно.

3.2 Обґрунтування технологічних параметрів отримання напівфабрикату збивного борошняного.

3.2.1 Дослідження впливу ступеня подрібнення компонентів сухої суміші на тривалість розчинення

Відомо [26, 155], що розчинність ксантану у воді визначається наявністю регулярних бокових ланок з кислотними групуваннями, які викликають взаємне відштовхування окремих молекул, що призводить до збільшення їх гідратації. У зв'язку з цим ксантани розчиняються у воді вже при кімнатній температурі, крім того, гарно розчиняються в гарячому та холодному молоці, в розчинах солі та цукру. Камідь ксантану має білий або кремовий колір, виробляється в порошкоподібній формі. Вона розчиняється як у холодній, так і в гарячій воді, але не розчиняється в більшості органічних розчинників.

Відомо [26- 28, 156], що желатин набухає у холодній воді і розчиняється при нагріванні вище 50 °С. Для визначення тривалості розчинення (рис.3.14-3.17) досліджували розчинність композиції желатин-ксантан з різним ступенем дисперсності за швидкості мішалки 20×60 с⁻¹.

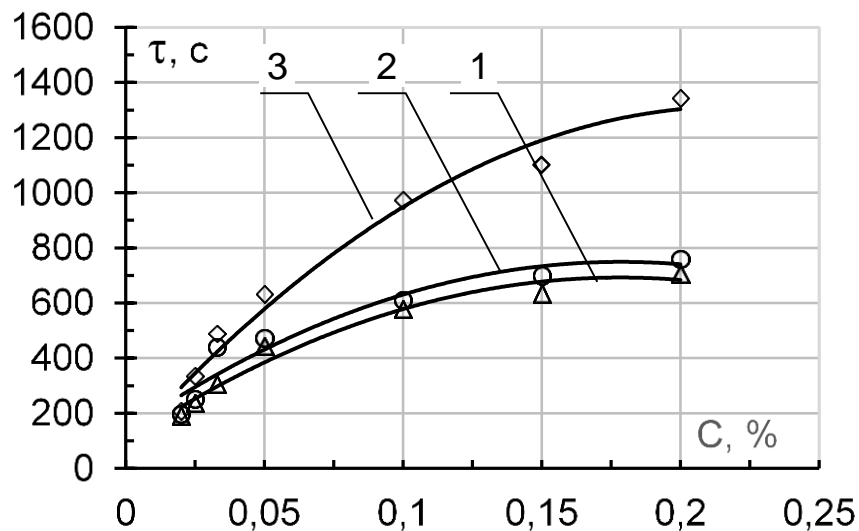


Рис. 3. 14 Вплив ксантану на тривалість розчинення желатину $3,0 \pm 0,5\%$ з різним розміром часток, мм: 1-0,1; 2-0,2; 3-0,3, за температури $60 \pm 1^\circ\text{C}$

Встановлено, що за температури $60 \pm 1^\circ\text{C}$ збільшення розмірів часток ксантану від 0,2 до 0,3 мм підвищує тривалість розчинення на 520 ± 5 с.

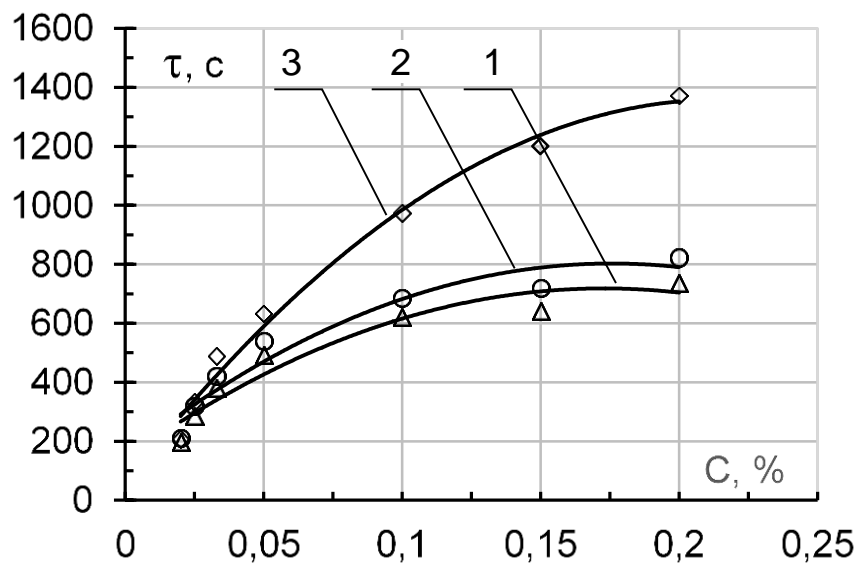


Рис. 3. 15 Вплив ксантану на тривалість розчинення желатину $3,0 \pm 0,5\%$ з різним розміром часток, мм: 1-0,1; 2-0,2; 3-0,3, за температури $50 \pm 1^\circ\text{C}$

З аналізу рис. 3. 15 видно, що зменшення температури до $50 \pm 1^\circ\text{C}$ за розмірів часток ксантану від 0,3 мм підвищує тривалість розчинення на 600 ± 5 с.

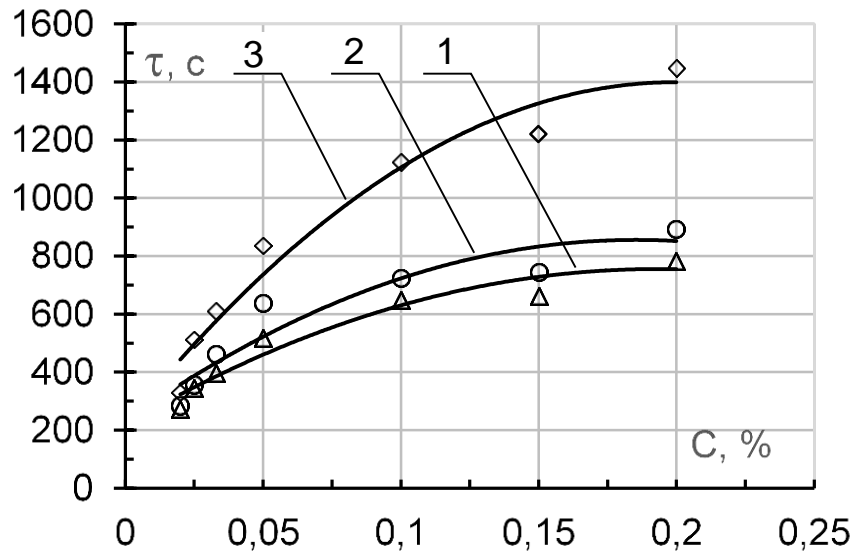


Рис. 3. 16 Вплив ксантану на тривалість розчинення желатину $3,0\pm 0,5\%$ з різним розміром часток, мм: 1-0,1; 2-0,2; 3-0,3, за температури $40\pm 1^\circ\text{C}$

Для визначення раціональної температури проводили дослідження тривалості розчинення суміші желатину $3,0\pm 0,5\%$ ксантану $0,2\pm 0,05\%$ з різним ступенем дисперсності (рис. 3. 17) за швидкості мішалки $20\times 60\text{ c}^{-1}$.

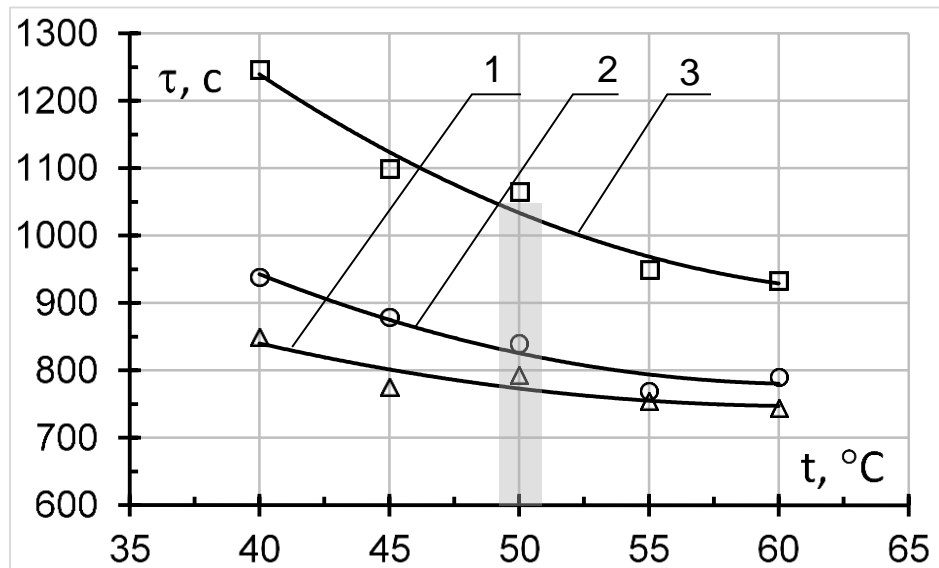


Рис. 3. 17 Вплив температури на тривалість розчинення суміші желатину $3,0\pm 0,5\%$ ксантану $0,2\pm 0,05\%$ з різним розміром часток, мм: 1-0,1; 2-0,2; 3-0,3

Експериментально доведено раціональне значення розмірів часток рецептурних компонентів сухої суміші та температури розчинення. Необхідні

умови швидкого розчинення сухої суміші та отримання розчину відповідної якості забезпечується розміром часток $0,2 \pm 0,05$ мм (рис. 3.14-3.17) інгредієнтів: желатину за концентрації $3,0 \pm 0,2\%$ та ксантану за концентрації $0,2 \pm 0,05\%$ за температури розчинення $50,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$.

3.2.2 Дослідження впливу температури на процес піноутворення системи «вода-желатин-ксантан» з модифікацією ферментом транглютаміназа.

Здатність до утворення та стабілізації пін на основі розчинів желатину пов'язані з його поверхнево-активними властивостями та залежать від молекулярної структури. Поверхневі властивості желатину засновані на тому, що бічні ланцюги желатину, як і всі білки, мають заряджені групи. При цьому певні частини колагенової послідовності містять або гідрофільні, або гідрофобні амінокислоти. Як гідрофобні, так і гідрофільні частини мають тенденцію мігрувати до поверхонь, що знижує поверхневий натяг. Це сприяє утворенню піни, а також стабілізує поверхню межі розділу фаз рідина/повітря шляхом утворення зарядженої плівки навколо компонентів дисперсної фази [16, 156, 157].

При цьому стабілізація піни на основі розчинів желатину відбувається внаслідок збільшення в'язкості водної фази, яка при цьому істотно залежить від температури. Отримана структура також може бути додатково посилена шляхом драглеутворення [154, 156, 157], яке настає у желатину нижче температури в межах $17 \dots 20^\circ\text{C}$.

Таким чином, важливими критеріями при виборі відповідного типу желатину є розподіл заряду і міцність гелю желатину. Важливість останнього показника пов'язана з тим, що чим вище міцність, тим більш міцну драглеподібну захисну оболонку навколо бульбашок повітря при однаковій температурі і концентрації утворює желатин.

Слід зазначити, що під час процесу збивання температура розчину повинна залишатися вище температури застигання желатину. Це пов'язано з тим, що плівки, які утворюються навколо повітряних бульбашок, при драглеутворенні

будуть необоротно руйнуватися під час механічної дії.

Як зазначено в літературі при виробництві збитих виробів колір розчину желатину не має особливого значення, оскільки при збиванні навіть темні види желатину при низьких концентраціях дають білу піну. Прозорість гелю в такому застосуванні також не має значення. Багато виробників віддають перевагу желатину з високою міцністю в Блумах (high-Bloom) для виробництва збитих виробів. У міру того як час застигання зменшується, аеровані вироби швидко досягають необхідної міцності [155-157].

У багатьох областях застосування піноутворення розчину желатину є нормованим параметром. У літературі зазначено, що для розчинів желатину немає стандартної методики визначення піноутворюючої здатності, а більшість тестів є специфічними до застосування [155-157]. За кордоном для визначення піноутворюючої здатності розчинів желатину найчастіше використовують стандартизований метод збивання перфорованим диском. За цього способу піну отримують шляхом збивання 200 мл 5% розчину желатину за температури 35°C прикріпленим до стрижня перфорованим диском в мірному скляному циліндрі. Об'єм піни визначається після 40 ударів протягом 40 с, а стабільність – через 10 і 20 хв.

Згідно даних [155-157] існує основне правило, яке регулює вибір найбільш придатного типу желатину для виробництва збитих виробів: желатин типу А має кращу піноутворюючу здатність та стабільність піни, ніж желатин типу В.

Результати дослідження динаміки піноутворюючої здатності та кількості залишкового розчину желатину після збивання наведені на рис. 3.18-3.21. Аналізом експериментальних даних встановлено, що загальною тенденцією для досліджуваних модельних систем є повільне збільшення піноутворюючої здатності та зниження кількості залишкового розчину під час збивання протягом (1...8)×60 с та стабілізації цих показників протягом (8...10)×60 с. Це є підґрунтям для рекомендації зазначеної тривалості як раціональної. При цьому абсолютні значення як піноутворюючої здатності, так і кількості залишкового розчину є

наближеними один до одного для модельних розчинів із концентрацією желатину 3...5%, а зниження концентрації желатину в межах 1...2% призводить до відповідного зменшення цього показника.

При цьому істотного впливу на піноутворюючу здатність розчинів желатину температура збивання не чинить. Встановлено (рис. 3.18), що за температури збивання $50\pm 1^\circ\text{C}$ піноутворююча здатність розчинів із концентрацією желатину 3...5% протягом $(1...8)\times 60$ с лежить в межах $(210\pm 6)\%... (310\pm 9)\%$, а для розчинів із концентрацією желатину 1...2% – $(170\pm 5)\%... (300\pm 9)\%$.

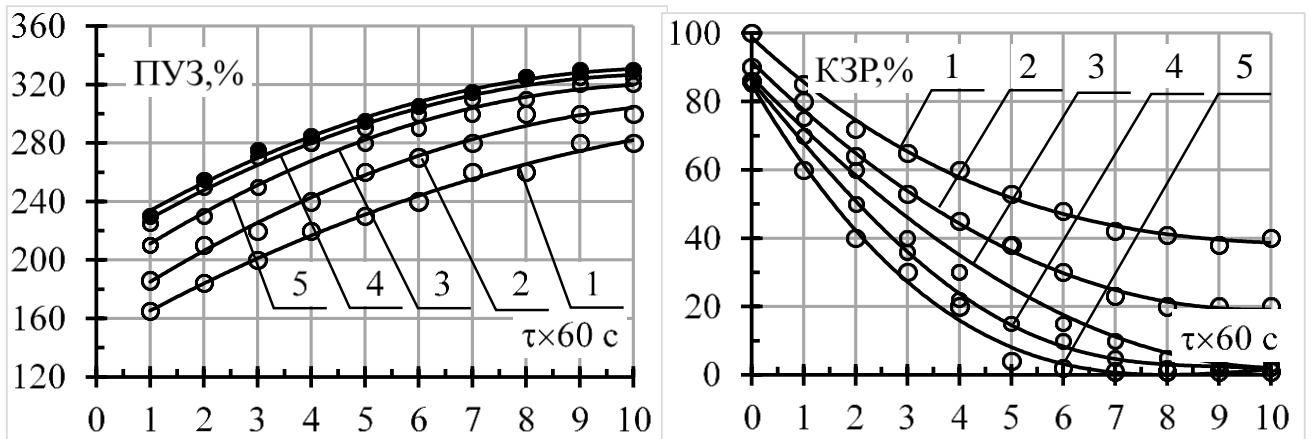


Рис. 3.18 Динаміка (а) – піноутворюючої здатності (ПУЗ, %) розчинів та (б) – кількості залишкового розчину (КЗР, %) від тривалості збивання (τ , $\times 60$ с) за температури $50\pm 1^\circ\text{C}$ та концентрації желатину: 1 – 1%, 2 – 2%, 3 – 3%, 4 – 4%, 5 – 5%

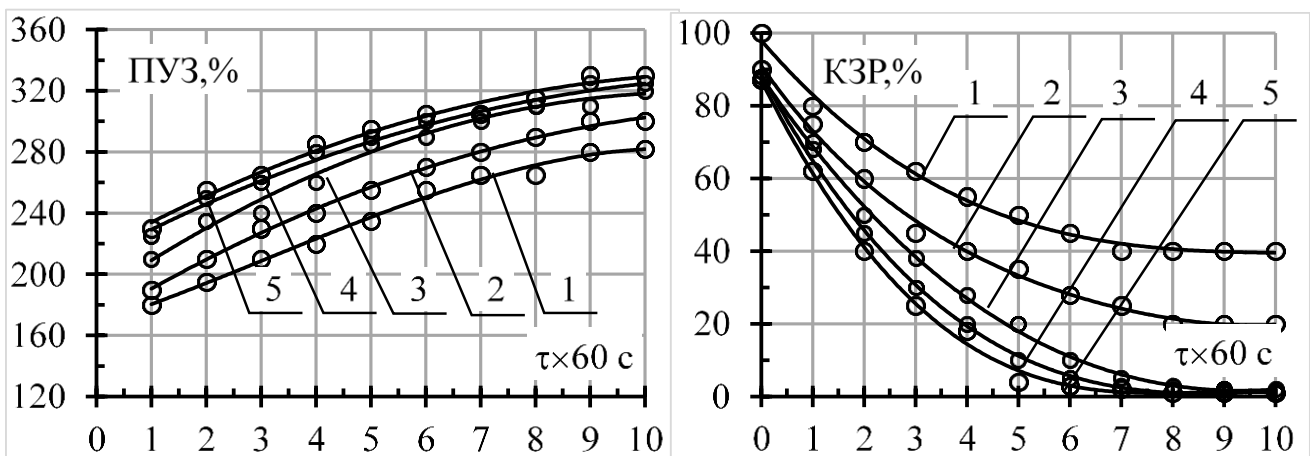


Рис. 3.19 Динаміка (а) – піноутворюючої здатності (ПУЗ, %) розчинів та (б) – кількості залишкового розчину (КЗР, %) від тривалості збивання (τ , $\times 60$ с) за температури $40\pm 1^\circ\text{C}$ та концентрації желатину: 1 – 1%, 2 – 2%, 3 – 3%, 4 – 4%, 5 – 5%

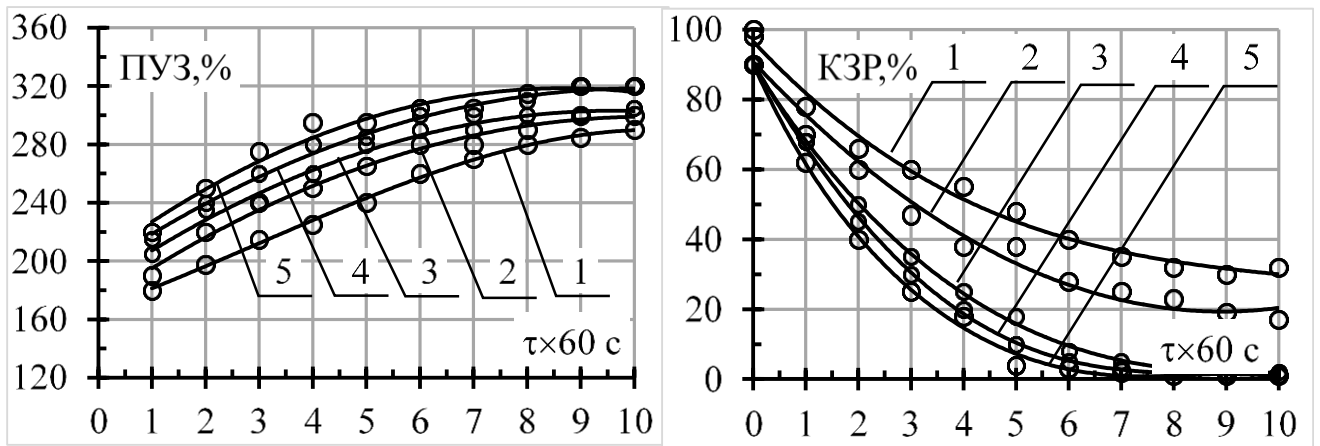


Рис.3.20 Динаміка (а) – піноутворюючої здатності (ПУЗ, %) розчинів та (б) – кількості залишкового розчину (КЗР, %) від тривалості збивання (τ , $\times 60$ с) за температури $30 \pm 1^\circ\text{C}$ та концентрації желатину: 1 – 1%, 2 – 2%, 3 – 3%, 4 – 4%, 5 – 5%

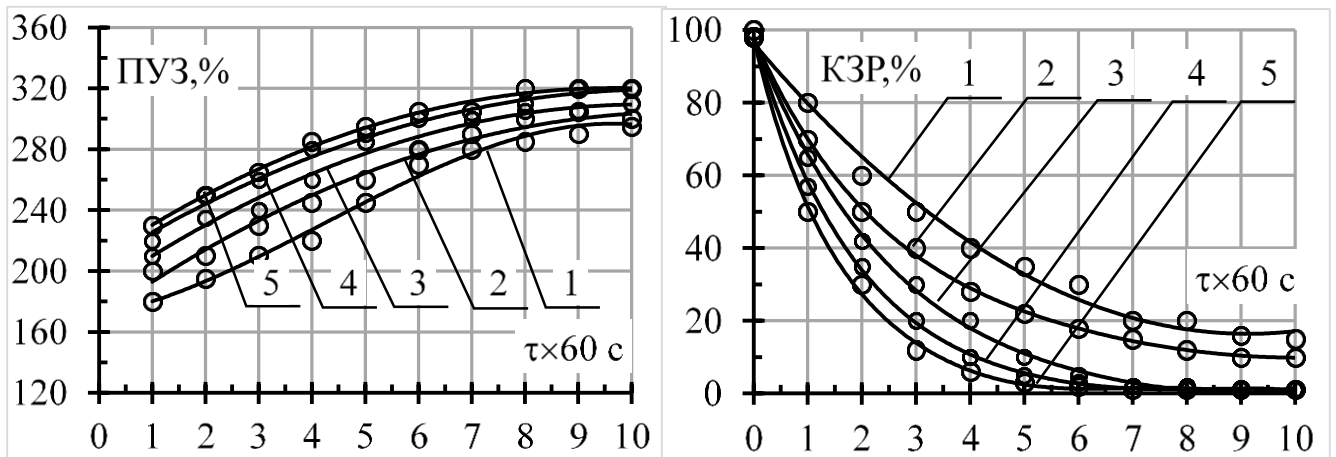


Рис. 3. 21 Динаміка (а) – піноутворюючої здатності (ПУЗ, %) розчинів та (б) – кількості залишкового розчину (КЗР, %) від тривалості збивання (τ , $\times 60$ с) за температури $20 \pm 1^\circ\text{C}$ та концентрації желатину: 1 – 1%, 2 – 2%, 3 – 3%, 4 – 4%, 5 – 5%

Кількість залишкового розчину желатину під час його збивання за розглянутих параметрів повільно знижується, який повністю зникає через 5×60 с, 7×60 с та 9×60 с для розчинів із концентрацією 5%, 4% та 3% відповідно. В модельних розчинах із концентрацією желатину 2% та 1% після збивання протягом $(8 \dots 10) \times 60$ с залишається 20 ± 1 см³ та 40 ± 2 см³ відповідно.

Аналізом даних (рис. 3.18-3.21, а) встановлено, що за температури збивання $40 \pm 1^\circ\text{C}$, $30 \pm 1^\circ\text{C}$ та $20 \pm 1^\circ\text{C}$ піноутворююча здатність розчинів із концентрацією желатину 3...5% протягом $(1 \dots 8) \times 60$ с лежить в аналогічних межах (рис. 3.18, а). Це дозволяє зробити висновки, що температура збивання у межах $20 \dots 50^\circ\text{C}$ не впливає на піноутворюючу здатність досліджуваних модельних розчинів желатину.

Кількість залишкового розчину желатину за розглянутих параметрів (рис. 3.18-3.21, б) також повільно знижується та зникає через 5×60 с, 6×60 с та 7×60 с під час його збивання за температури $40 \pm 1^\circ\text{C}$ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ та через 4×60 с, 5×60 с та 6×60 с – за температури $20 \pm 1^\circ\text{C}$ для розчинів із концентрацією 5%, 4% та 3% відповідно.

Для розчинів із концентрацією желатину 1...2% піноутворююча здатність складає $(180 \pm 5)\%$ - $(290 \dots 300) \pm 9\%$ за температури збивання в межах $(20 \dots 40) \pm 1^\circ\text{C}$. При цьому за концентрації желатину 2% для зазначених параметрів збивання (рис. 3.18-3.21, б) кількість залишкового розчину складає $(5,0 \pm 0,3 \dots 20 \pm 1)$ см³, а для концентрації 1% – $(10,0 \pm 0,5 \dots 40 \pm 2)$ см³. Слід зауважити, що в межах встановлених значень цей показник зменшується зі зниженням температури збивання.

Наявність розчину желатину за його концентрації 1% та 2% після збивання модельних систем може свідчити про недостатню концентрацію білка та отримання кінетично нестійкої піноподібної системи.

Проведені дослідження дозволили встановити закономірності впливу температури та тривалості збивання, концентрації желатину німецької компанії Gelita із міцністю гелю 240 bloom на піноутворюючу здатність його розчинів. Було визначено, що для досліджених температур $(20 \dots 50) \pm 1^\circ\text{C}$ максимальною піноутворюючою здатністю – $(300 \pm 9 \dots 320 \pm 9)\%$ володіють модельні системи «вода-желатин» з концентрацією желатину 3...5%. Для низьких концентрацій желатину 1...2% цей показник становить $(280 \pm 8 \dots 300 \pm 9)\%$. Встановлено, що для забезпечення максимального об'єму піни необхідним є збивання протягом $(8 \dots 10) \times 60$ с.

Визначено вплив зазначених параметрів на кількість залишкового розчину як результат нестійкості піноподібних систем після збивання. Отримані дані свідчать, що при збиванні модельних систем «вода-желатин» з концентрацією желатину 1% залишається $(10,5 \pm 0,5 \dots 40 \pm 2)\%$ розчину, 2% – $(5,0 \pm 0,3 \dots 20 \pm 1)\%$, а після збивання модельних систем концентрацією желатину 3...5% протягом $(8 \dots 10) \times 60$ с розчини не залишаються.

3.3 Обґрунтування параметрів теплової обробки напівфабрикату збивного борошняного.

3.3.1 Дослідження впливу синергетичної взаємодії ксантану з желатином на величину втрат маси напівфабрикату

З метою визначення динаміки втрат вологи, що має різні форми зв'язку з білком [158–164] під час теплової обробки в основі модельної системи з різним вмістом рецептурних інгредієнтів та в модельній системі напівфабрикату збивного, борошняного за допомогою експериментальних кривих здійснювали оцінку маси кінетично нерівноцінних молекул води методом термогравіметрії (DTG) і диференціального термічного аналізу (DTA) за неізотермічних умов (рис. 3.22–3.23).

Під час дослідження впливу рецептурних інгредієнтів на вологоутримувальну здатність модельної системи напівфабрикату борошняного збивного встановлено, що процес розкладання усіх зразків відбувається по різному.

Розкладання першого зразка (желатин) і другого зразка (желатин+ксантан) (рис. 3.22 а, б) відбувалось в дві стадії в температурних діапазонах відповідно 1 – 80 ± 3 °C, 2 – 108 ± 3 °C, та 1 – 80 ± 3 °C, 2 – 114 ± 3 °C.

На кривих DTA (рис. 3.22, а, б) зафіксовано ендотермічні реакції, що проходять з інтенсивним поглинанням тепла. На кривих DTA (рис. 3.22, б, рис. 3.23) процес термічними реакціями не супроводжується [158–164]. Кожна стадія характеризує процес втрати маси, який відбувається в основі модельної системи та в модельній системі напівфабрикату борошняного збивного під дією температури.

Перша стадія характеризує початок процесу видалення іммобілізаційної вологи, яка утримується каркасом напівфабрикату борошняного збивного, друга характеризує процес інтенсивного видалення адсорбційно і осмотично зв'язаної вологи, третя – завершення процесу інтенсивного видалення вологи з частковим видаленням хімічно зв'язаної вологи.

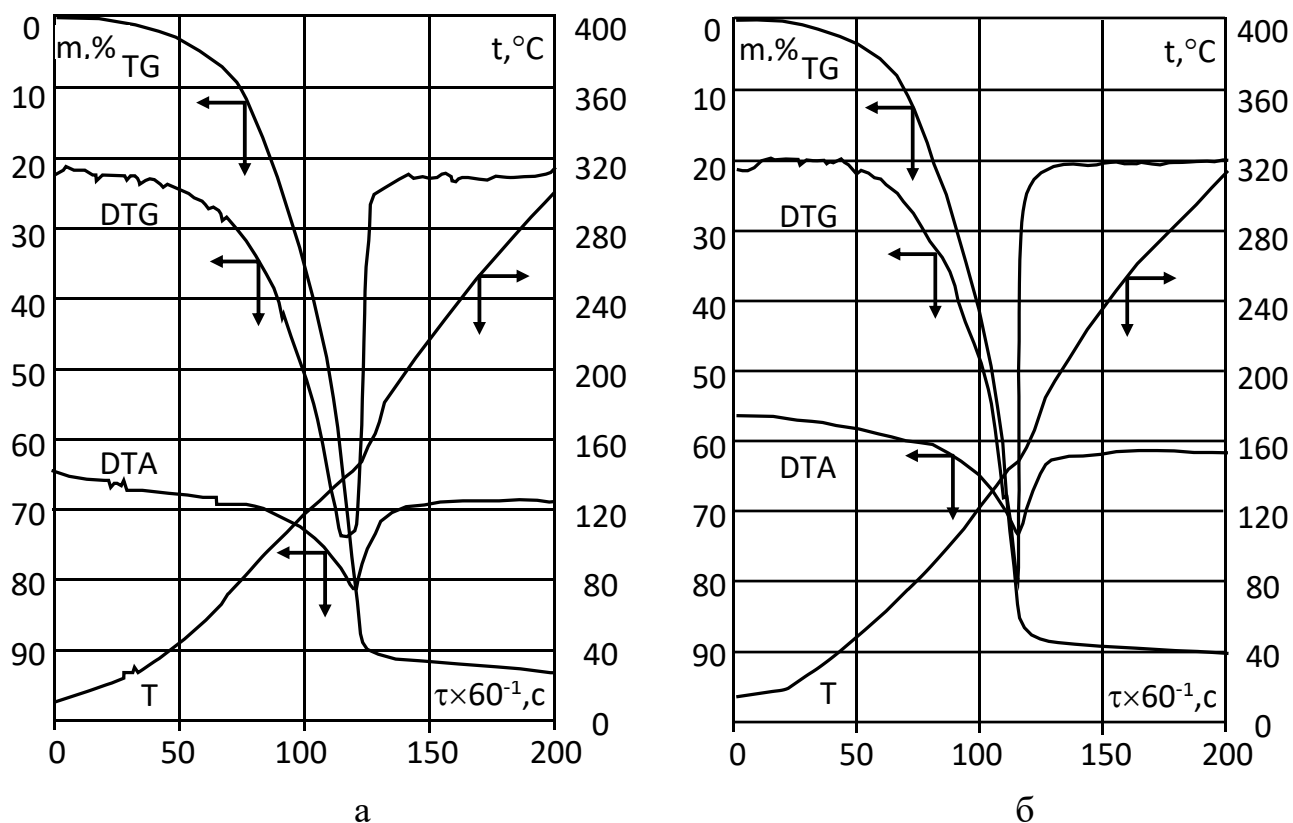


Рис. 3.22 Дериватограми основи модельної системи напівфабрикату збивного за вмісту: а– желатину 3 г і води 97 г; б –желатину 3 г, ксантану 0,2 г і води 96,8 г

З характеру кривих TG дериватограм (рис. 3.22, а, б) видно, що в температурному діапазоні 35...80°C (діапазон I – початок поліморфних перетворень білка) відбувається інтенсивне видалення вільної не зв'язаної або механічно зв'язаної води. Втрати води основою модельної системи напівфабрикату борошняного збивного (зразки 1, 2) відповідно складають $12,5 \pm 0,5$ %; $10,0 \pm 0,3$ %.

В температурному діапазоні 80...120 °C (діапазон II – початок теплової обробки) відбувається видалення механічно зв'язаної води, яка знаходиться в комірках білокмістких компонентів, та осмотично зв'язаної води під час процесу збивання та формування тістової заготовки. Втрати води (зразки 1, 2) відповідно складають $65,5 \pm 0,2$ %; $32,0 \pm 0,2$ %. Вищу гідратаційну здатність має модельна система, що містить ксантан (зразок 2).

В температурному діапазоні 120...160 °С (діапазон ІІІ – основний діапазон теплової обробки) втрати води (зразки 1, 2) відповідно складають 95,5±0,2%; 80,0±0,2%. Зменшення втрат вологи на 15,5% (зразок 2) відбувається в наслідок синергетичної взаємодії ксантану з желатином очевидно, за рахунок перерозподілу асоційованих і неасоційованих гідроксильних груп, що сприяє утворенню значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків.

3.3.2 Дослідження каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в системі желатин-ксантан на величину втрат маси напівфабрикату

На кривих ДТА (рис. 3.23, а) зафіксовано ендотермічні реакції, що відбуваються з інтенсивним поглинанням тепла. На кривих ДТА (рис. 3.23, б) процес термічними реакціями не супроводжується [158–164].

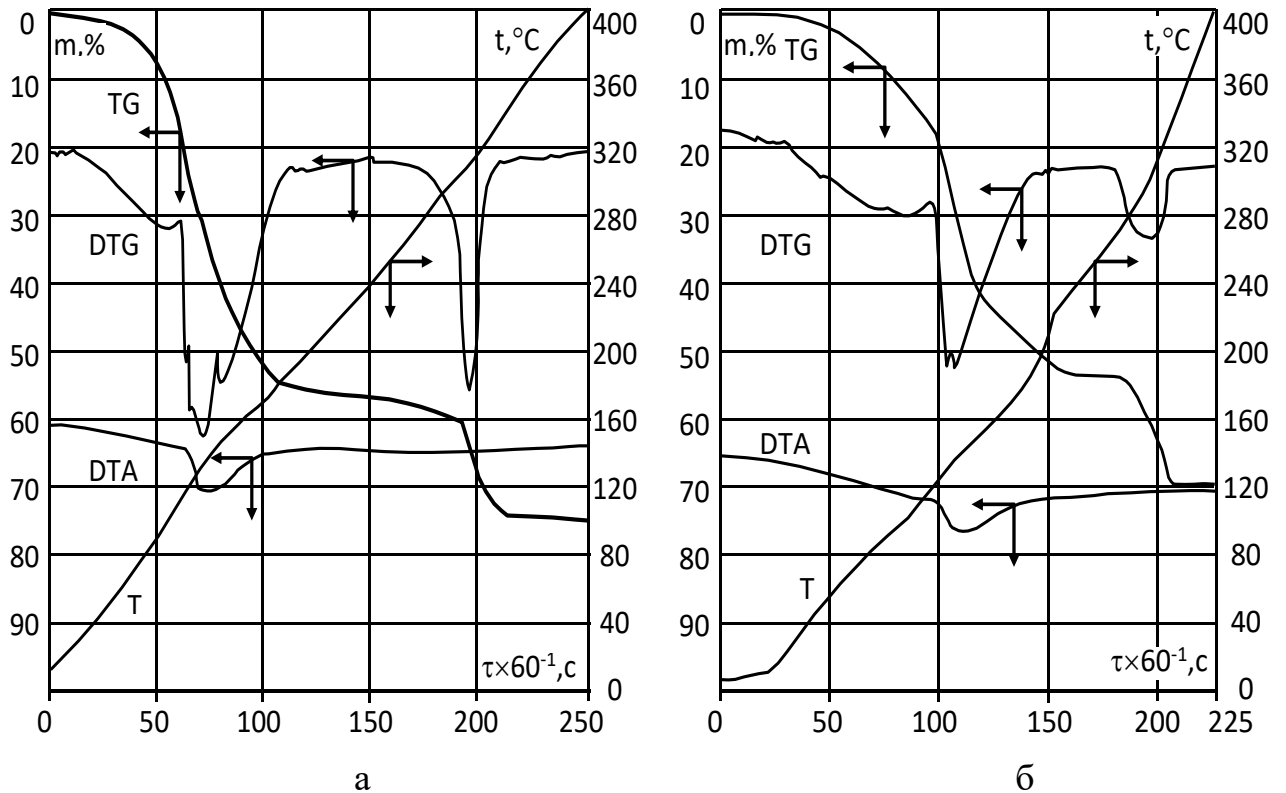


Рис. 3.23 Дериватограми основи модельної системи напівфабрикату збивного за вмісту: а – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 30 г цукрової пудри + 66,8 г води; б – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 0,09 г трансглютаміназа + 30 г цукрової пудри + 66,6 г води

Розкладання третього зразка (желатин+ксантан+цукрова пудра) і четвертого зразка (желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа)

(рис. 3.23 а, б) проходить в три стадії в температурних діапазонах 1 -85 ± 3 °С, 2 -120 ± 3 °С, 3 -124 ± 3 °С.

Аналізом кривих TG дериватограм (рис. 3.23 а, б) встановлено, що в температурному діапазоні 35...80°С (діапазон I –початок поліморфних перетворень білка) втрати води основою модельної системи напівфабрикату борошняного збивного (зразки 3, 4) відповідно складають $8,5\pm 0,2$ %; $6,5\pm 0,2$ %.

В температурному діапазоні 80...120 °С (діапазон II – початок теплової обробки) втрати води (зразки 3, 4) відповідно складають $25,5\pm 0,2\%$; $23,0\pm 0,2\%$.

В температурному діапазоні 120...160 °С (діапазон III – основний діапазон теплової обробки) втрати води (зразки 3, 4) відповідно складають $58,5\pm 0,2\%$; $49,0\pm 0,2\%$. Тобто внесення в основу модельної системи напівфабрикату борошняного збивного цукрової пудри та ферменту трансглютаміназа сприяє підвищенню гідратаційної здатності відповідно на $21,5\pm 0,2\%$ та на $31,0\pm 0,2\%$ відносно зразка 2 (система желатин-ксантан). Вищу гідратаційну здатність має модельна система, що містить фермент трансглютаміназа (зразок 4).

З аналізу кривих TG дериватограм напівфабрикату борошняного збивного (рис. 3.21 а, б) встановлено, що зменшення втрат вологи відбувається імовірно в наслідок каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в системі желатин-ксантан на взаємодію аміногруп лізину з γ -карбоксамідною групою пов'язаних пептидним зв'язком залишків глютаміну.

3.3.3 Дослідження втрати маси напівфабрикату борошняного збивного за умов програмованої зміни температури та визначення раціонального температурного діапазону випічки

На кривих ДТА (рис. 3.24) процес втрати маси модельної системи напівфабрикату борошняного збивного термічними реакціями не супроводжується [158–164]. Розкладання п'ятого зразка (желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа+борошно) відбувається в три стадії в температурних діапазонах 1– 100 ± 3 °С, 2 – 140 ± 3 °С, 3 – 200 ± 3 °С.

Аналізом кривих TG дериватограми (рис. 3.24) встановлено, що з усіх досліджуваних зразків модельної системи напівфабрикату борошняного збивного втрати води у зразку 5 найменші. В температурному діапазоні 35...80°C (діапазон I –початок поліморфних перетворень білка) втрати води складають $5,0\pm 0,1$ %.

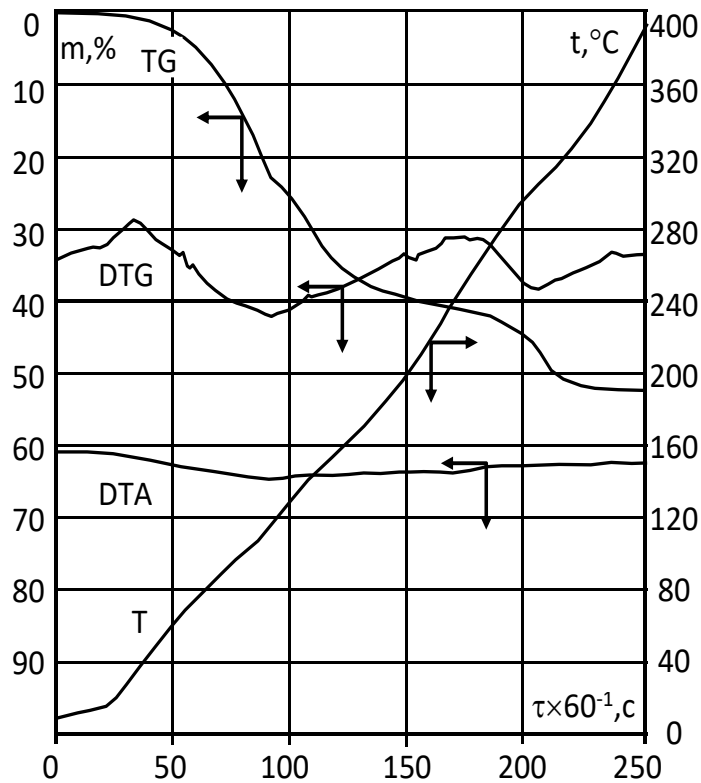


Рис. 3.24 Дериватограма модельної системи напівфабрикату збивного за вмісту: 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 0,09 г трансглютаміназа + 30 г цукрової пудри + 66,6 г води +60 г борошна

В температурному діапазоні 80...120 °C (діапазон II – початок теплової обробки) втрати води (зразок 5) складають $21,0\pm 0,2$ %.

В температурному діапазоні 120...160 °C (діапазон III – основний діапазон теплової обробки - випічки) втрати води (зразок 5) складають $41,0\pm 0,2$ %. Тобто, внесення в модельну систему напівфабрикату збивного борошна відповідної концентрації сприяє суттєвому зменшенню втрат вологи, імовірно, в наслідок підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН з білками борошна, що зумовлює утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу. Крім того, температуру $150\pm 5^\circ C$, яка входить до даного

температурного діапазону, можна вважати раціональною для випічки напівфабрикату борошняного збивного.

3.3.4 Дослідження впливу рецептурних компонентів напівфабрикату борошняного збивного на механізм видалення вологи

Для одержання даних про механізм видалення вологи по кривій TG розраховували ступінь змін маси α (рис. 3.25) і будували залежність $|\lg \alpha|$ від величини зворотної температури $1000/K$ (рис. 3.26) для інтервалу 328...378 К, тому що саме в цьому діапазоні найбільш інтенсивно проходять процеси дегідратації модельної системи напівфабрикату борошняного збивного про що свідчать ендоефекти на графіках дериватограм (рис. 3.22-3.24) [158-160].

Відомо, що швидкість втрати маси (крива DTG) відповідає процесу дегідратації, тому під час теплової обробки (випічки) напівфабрикату збивного використовували цей чинник для одержання залежності зміни маси від температури. Для цього на кривій TG за постійних температурних інтервалів у 10°C знаходили зміну маси Δm_1 зразка напівфабрикату борошняного збивного, що відповідає кількості вологи, яка випарувалася під дією температурного впливу [158, 159, 163. 165].

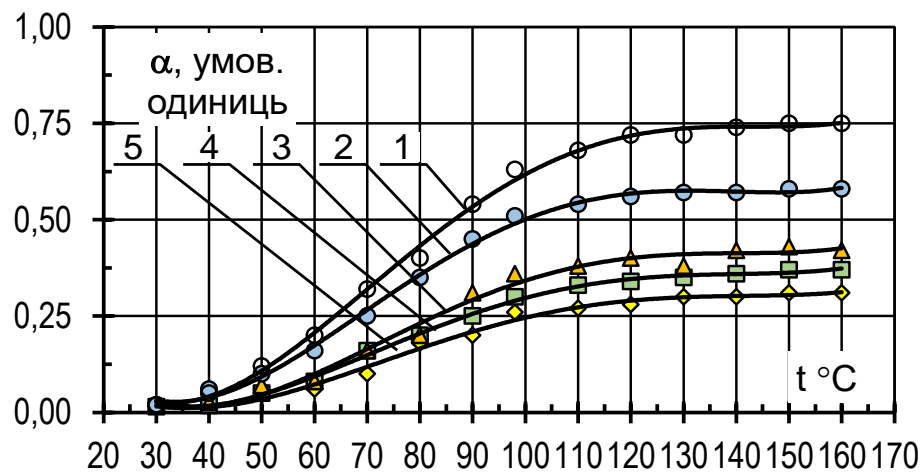


Рис. 3.25 Залежність ступеню змін маси в модельній системі напівфабрикату збивного від температури за вмісту рецептурних компонентів: 1 – желатину 3 г і 97 г води; 2 – желатину 3 г, ксантану 0,2 г і 96,8 г води; 3 – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 30 г цукрової пудри + 66,8 г води; 4 – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 0,09 г трансглютаміназа + 30 г цукрової пудри + 66,6 г води; 5 – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 0,09 г трансглютаміназа + 30 г цукрової пудри + 66,6 г води +60 г борошна

Ступінь зміни маси α (рис. 3.25) розраховували як відношення Δm_1 до загальної кількості вологи, яка міститься в основі модельної системи (зразки 1, 2, 3, 4) і в модельній системі напівфабрикату борошняного збивного (зразок 5) і видаленої наприкінці процесу дегідратації (крива TG).

Криві TG, отримані у координатах $\alpha-t$ (рис. 3.25), мають S-подібний вигляд, що характеризує складні форми взаємодії води і сухих речовин основи та модельної системи напівфабрикату борошняного збивного і передбачає різницю у швидкості вивільнення води на різних ділянках кривих. Отже, криві залежності зміни маси модельної системи напівфабрикату борошняного збивного від температури дозволяють вивчити енергію активації води, кінетику нерівноцінних форм зв'язку вологи і відбивають різну швидкість дегідратації готового продукту [158-160, 163,165].

На першій стадії, за температури 303...323 К (рис. 3.26 ділянка AB), відбувається видалення «вільної» або механічно зв'язаної (капілярної) вологи, що має невисоку енергію зв'язку білком основи і напівфабрикату борошняного збивного.

Спочатку вивільнюється вода, що утворює структурну сітку молекул води, зв'язаних між собою водневими зв'язками. При цьому десорбція капілярної води характеризується більш низькими величинами енергії активації порівняно з водою, яка вивільнюється на другій стадії процесу [158-160]. На другій стадії (ділянка BC), у процесі нагрівання за температури 323...378 К частина осмотично та іммобілізаційно зв'язаної вологи, що утримується в замкнутих осередках білкових міцел напівфабрикату збивного, вивільнюється внаслідок розгортання їхніх поліпептидних ланцюгів у результаті порушення міцелярних і гідрофобних взаємодій білків і вуглеводів з водою [158-160].

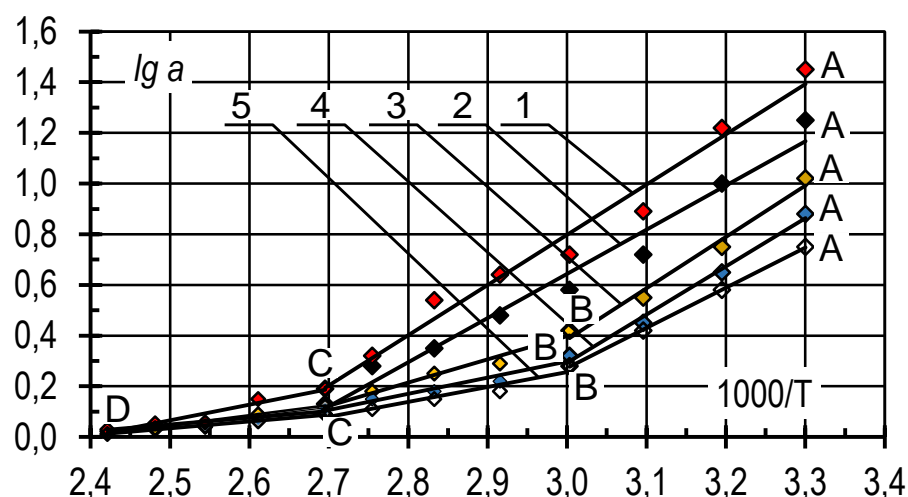


Рис. 3.26 Залежність логарифма ступеню змін маси в модельній системі напівфабрикату збивного від температури за вмісту рецептурних компонентів: 1 – желатину 3 г і 97 г води; 2 – желатину 3 г, ксантану 0,2 г і 96,8 г води; 3 – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 30 г цукрової пудри + 66,8 г води; 4 – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 0,09 г трансглютаміназа + 30 г цукрової пудри + 66,6 г води; 5 – 3 г желатину + 0,2 г ксантану + 0,09 г трансглютаміназа + 30 г цукрової пудри + 66,6 г води +60 г борошна

В інтервалі температур 378...416 К на третій стадії (ділянка CD) починається вивільнення частини – 41% слабо зв'язаної адсорбційної вологи полімолекулярних шарів усередині часток модельної системи напівфабрикату збивного з виділенням газоподібних фракцій. Вода, що при цьому виділяється, утворює кілька наступних шарів молекул, більш міцно зв'язаних з білком модельної системи напівфабрикату борошняного збивного.

3.4 Дослідження форм зв'язку вологи в модельних системах напівфабрикату збивного борошняного під час заморожування-нагрівання методом термограм диференціально-сканувальної калориметрії (ДСК)

Вода – це важлива речовина у харчових продуктах, оскільки обумовлює їх реологічні характеристики. Ступінь взаємодії води з хімічними компонентами і вплив на консистенцію харчового продукту визначається як її термодинамічним станом, так званим хімічним потенціалом (або активністю води), так і її кількістю в

продукті – вологовмістом. Проте масова частка вологи вказує на кількість вологи, але не характеризує її відношення до хімічних, біохімічних і мікробіологічних змін в продукті. Вода в харчових продуктах завдяки своїм структурним зв'язкам характеризується різними властивостями, доступністю, що дозволяє принципово розділити її за цими ознаками на вільну та зв'язану [165, 166].

Тому в технології продуктів харчування поряд з такою характеристикою як загальна вологість виділяють не менш важливі показники зв'язаної вологи, вологоутримуючої та вологовиділяючої здатності. Одним з впливових чинників у забезпеченні стійкості гелевої системи під час зберігання є співвідношення вільної і зв'язаної вологи, що часто є домінуючим показником, який характеризує технологічну, товарознавчу та мікробіальну стабільність продуктів [165, 166].

Великого наукового інтересу набувають дослідження форм зв'язку вологи в модельних системах напівфабрикату збивного борошняного, що містять желатин, ксантан і фермент трансглютаміназу в діапазоні температур від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ та можуть суттєво вплинути на кінцеву якість готового продукту. Ці дослідження здійснювали за допомогою методу диференціально-сканувальної калориметрії [164, 167, 168].

Об'єктами дослідження форм зв'язку вологи були наступні модельні системи напівфабрикату збивного борошняного: желатин (3%) та вода (92%); желатин (3%), ксантан (0,2%) та вода (96,8%); желатин (3%), ксантан (0,2%), цукрова пудра (30%) та вода (66,8); желатин (3%), ксантан (0,2%), цукрова пудра (30%), трансглютаміназа (0,09%) та вода (66,71%); желатин (3%), ксантан (0,2%), цукрова пудра (30%), трансглютаміназа (0,09%), борошно (60%) та вода (6,71%).

Термограми досліджуваних модельних систем (рис.3.27-3.31) отримували за умови нагрівання до температури $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ після заморожування до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. ДСК-термограми побудовані в наступних координатах: по осі абсцис – температура в градусах Цельсія t ; по осі ординат j_q – тепловий потік пронормований на максимальну амплітуду, яка досягається під час плавлення відповідного зразка. Нормування теплового потоку проводилось з метою встановлення більш наочного вигляду ДСК-термограм для їх порівняння між собою.

Для детального аналізу особливостей нагрівання та точного встановлення діапазонів температур, за яких мають місце піки поглинання теплоти в кожній з модельних систем напівфабрикату збивного борошняного в дослідженнях (рис.3.27-3.31) наведено ДСК-термограми разом з інтегральним значенням теплового потоку.

Значення температур, за яких має місце початок піку поглинання теплоти досліджуваним зразком, відповідають початку стрибкоподібного зростання інтегральної кривої. Відповідно, кінцева температура піку поглинання визначалася за точкою, яка відповідає закінченню стрибкоподібного зростання тієї ж інтегральної кривої.

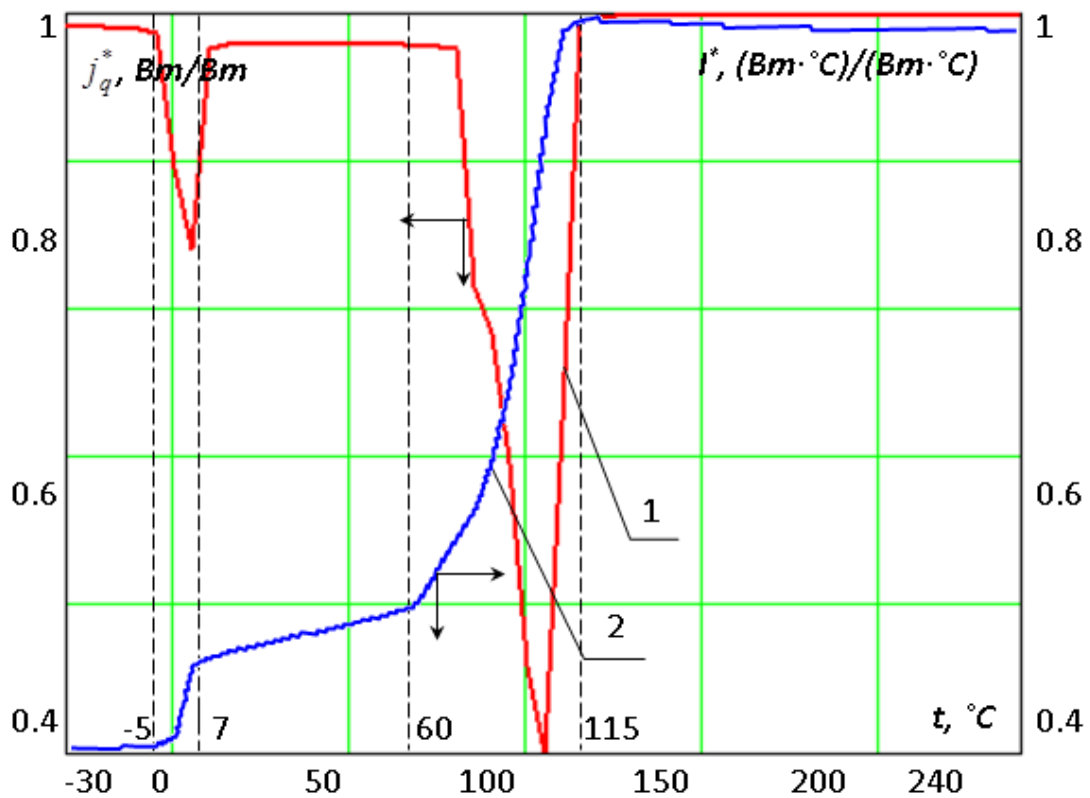


Рис.3.27 – Залежність теплового потоку (1) та його інтегрального значення (2) від температури за вмісту модельної системи: желатин (3%), вода (97%)

Відомо [165, 166], що для вільної води фазовий перехід із твердого стану до рідкого відбувається за температури 0°C. З аналізу ДСК-термограм (рис. 3.27) видно, що фазовий перехід системної рідини модельної системи із твердого та твердоаморфного стану в рідкий відбувається в діапазоні температур від -5°C до

7°C. Для модельної системи напівфабрикату збивного борошняного, яка містить желатин встановлено, що діапазон температур, за якого відбувається фазовий перехід I роду (перехід системної води із рідкого стану в газоподібний) знаходиться в межах від 60°C до 115°C. Очевидно, причиною цього є певна інерційність методу, а також наявність різних форм зв'язку системної води з сухими речовинами модельної системи, що свідчить про утворення первинної гідратної структури й зв'язування вологи.

В модельній системі напівфабрикату збивного борошняного, яка містить желатин і ксантан (рис.3.28), ксантан використовується як зшиваючий агент з утворенням потрійних спіралей, вірогідно в наслідок ковалентного зв'язування між собою двох полімерів, що призводить до більш інтенсивного структурування модельної системи та зменшення рухливості молекул води.

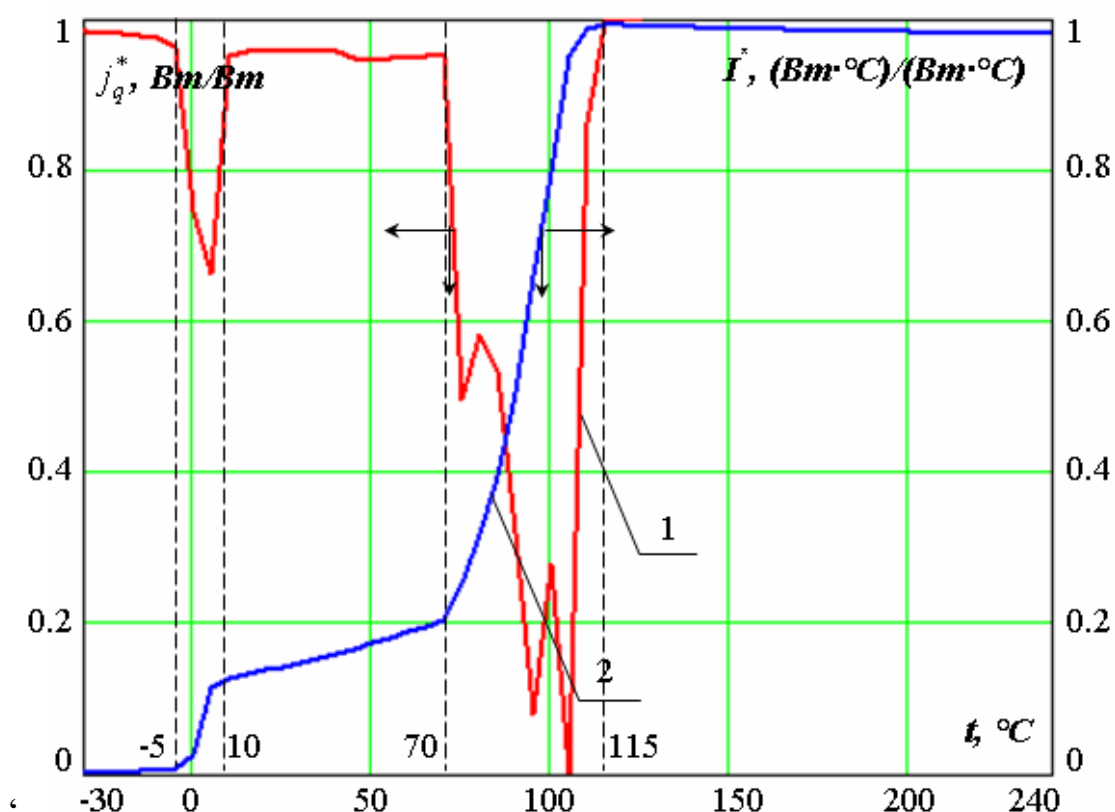


Рис.3.28 – Залежність теплового потоку (1) та його інтегрального значення (2) від температури за вмісту модельної системи: желатин (3%), ксантан (0,2%), вода (96,8%)

З аналізу ДСК-термограм (рис. 3.28) видно, що фазовий перехід вільної води модельної системи із твердого та твердоаморфного стану в рідкий відбувається в діапазоні температур від -5°C до 10°C. Встановлено, що діапазон

температур для даної модельної системи, за якого відбувається фазовий перехід I роду (перехід системної води із рідкого стану в газоподібний) знаходиться в межах від 70°C до 115°C. Очевидно, взаємодія ксантану з желатином, сприяючи утворенню значної кількості міжмолекулярних водневих зв'язків, призводить до зменшення кількості вільної води в системі.

При нагріванні в діапазоні $t=75...90^\circ\text{C}$ спостерігається два ендотермічних переходи, пов'язаних з розгортанням макромолекул. При подальшому нагріванні в діапазоні температур $80...110^\circ\text{C}$ спостерігався екзотермічний перехід з виділенням теплоти набрякання. Це явище, очевидно, викликане внутрішньо-структурним етапом набрякання системи, при якому, зі збільшенням коефіцієнта дифузії, молекули води починають проникати усередину макромолекул, утворюючи нові внутрішньо-структурні зв'язки.

Адсорбування води модельної системи напівфабрикату збивного борошняного молекулами ксантану з утворенням мережі з потрійних спіралей, взаємодія з молекулами желатину, а також внесення в систему цукрової пудри підвищує її гідратаційну здатність (рис.3.29).

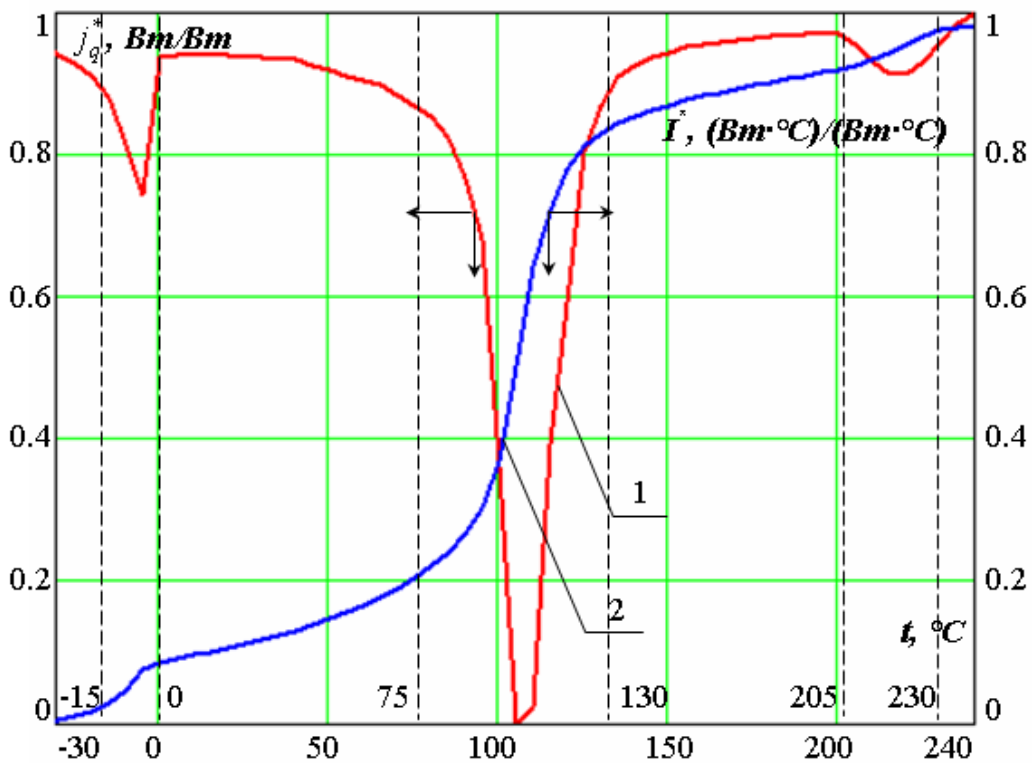


Рис.3.29 – Залежність теплового потоку (1) та його інтегрального значення (2) від температури за вмісту модельної системи: желатин (3%), ксантан (0,2%), цукрова пудра (30%), вода (66,8%)

В модельній системі напівфабрикату збивного борошняного, яка містить желатин, ксантан, цукрову пудру і фермент трансглютаміназу (рис.3.30) внаслідок високої реакційної здатності трансглютаміназа відбувається зміцнення ковалентних зв'язків, що каталізуються трансглютаміназою та забезпечується більш вищий рівень зшивання структури.

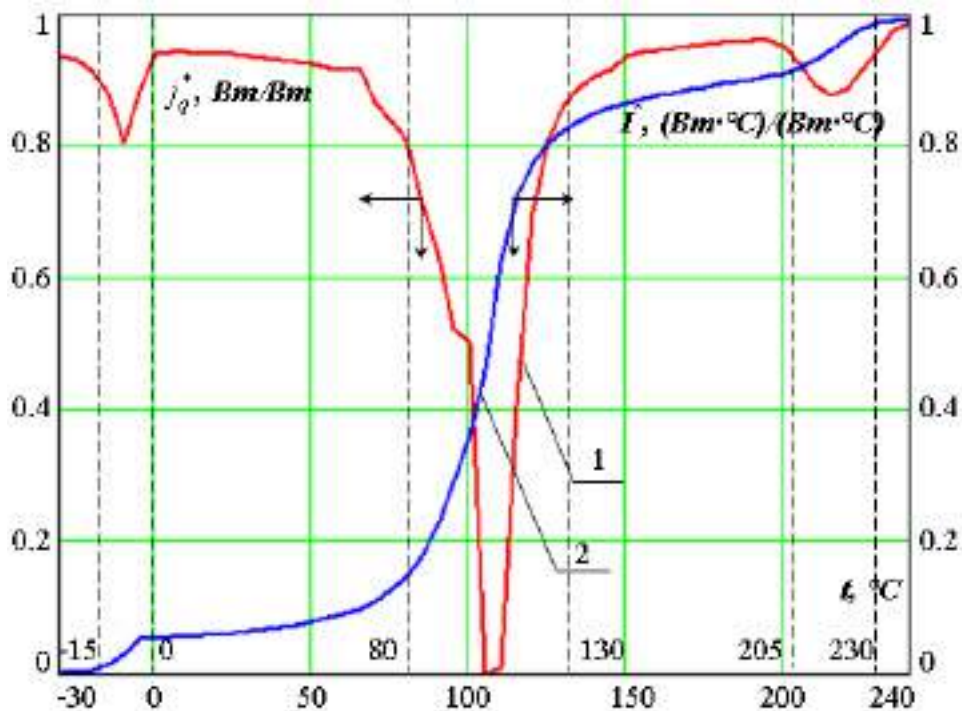


Рис.3.30 – Залежність теплового потоку (1) та його інтегрального значення (2) від температури за вмісту модельної системи: желатин (3%), ксантан (0,2%), цукрова пудра (30%), трансглютаміназа (0,09%), вода (66,71%)

З аналізу ДСК-термограм (рис. 3.30) видно, що фазовий перехід вільної води модельної системи твердого та твердоаморфного стану в рідкий відбувається в діапазоні температур від -15°C до 0°C , як і в попереднього зразка. При цьому діапазон температур, за якого відбувається фазовий перехід I роду (перехід вільної води із рідкого стану в газоподібний) змістився в бік високих температур на $+5^{\circ}\text{C}$ і знаходиться в межах від 80°C до 130°C , очевидно, в наслідок каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в системі желатин-ксантан.

Встановлено (рис.3.31), що при введенні борошна в модельну систему напівфабрикату збивного ширина діапазону температур і для першого, і для

другого піку поглинання збільшується в наслідок зменшення частини системної води, яка має властивості близькі до вільної (об'ємної) води. Цьому сприяє збільшення кількості нових форм зв'язку води (зокрема осмотичної вологи та вологи моно- і поліадсорбції) з сухими речовинами через утворення колоїдів (розчин желатину, розчин ксантану), зміни концентрації розчинених речовин у воді (розчин цукрової пудри), набухання полісахаридів (колоїдний розчин крохмалю борошна), утворення поперечних зв'язків між молекулами клейковинного білка (внаслідок каталітичної дії ферменту трансглютаміназа).

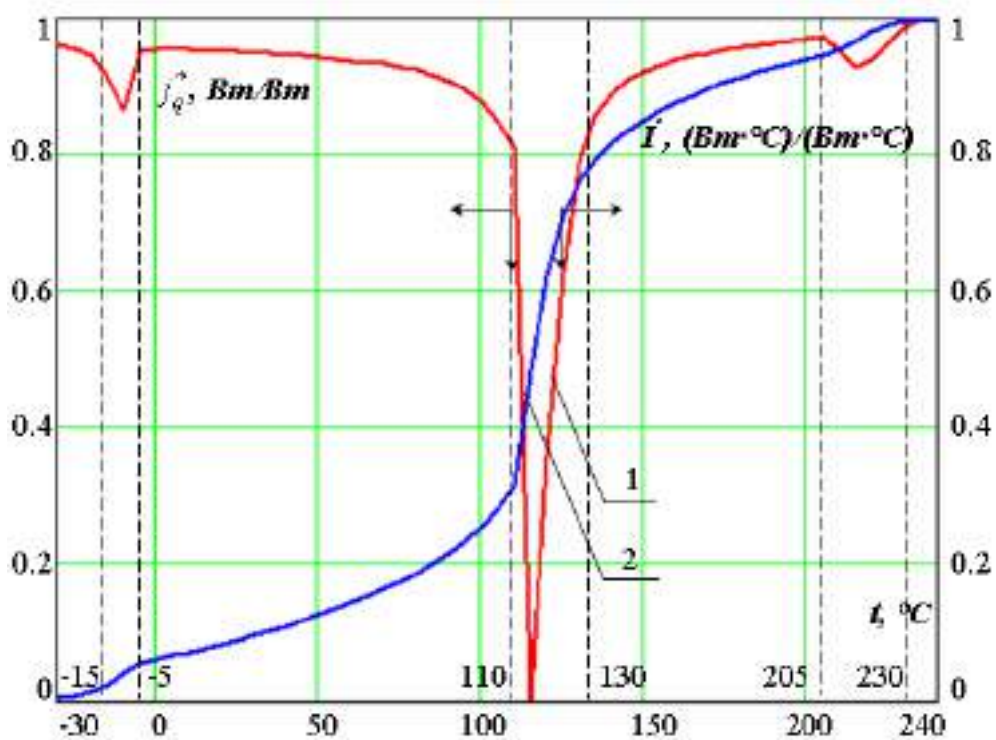


Рис.3.31 – Залежність теплового потоку (1) та його інтегрального значення (2) від температури за вмісту модельної системи: желатин (3%), ксантан (0,2%), цукрова пудра (30%), трансглютаміназа (0,09%), борошна (50%), вода (16,71%)

З аналізу ДСК-термограм (рис. 3.31) видно, що фазовий перехід вільної води модельної системи із твердого та твердоаморфного стану в рідкий змістився в бік низьких температур на -5°C і відбувається в діапазоні температур від -15°C до -5°C . При цьому діапазон температур, за якого відбувається фазовий перехід І роду (перехід системної води з рідкого стану в газоподібний) змістився в бік високих температур ще на $+30^{\circ}\text{C}$ і знаходиться в межах від 110°C до 130°C ,

очевидно, в наслідок впливу ферменту трансглютаміназа забезпечується більш високий рівень зшивки макромолекул білкового каркасу, підвищується ступінь зв'язаності груп -ОН з білками борошна, що зумовлює утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу і суттєво уповільнює процес дегідратації.

Отже, аналізом ДСК-термограм (рис.3.27-3.31) встановлено, що термограми в цілому мають схожий характер. Відмінності полягають у формі максимумів поглинання та інтервалі температур їх знаходження на осі абсцис. Можна зробити деякі загальні висновки, що витікають з виду отриманих ДСК-термограм.

Так перший пік, що знаходиться в діапазоні температур від -15°C до 10°C , відповідає переходу системної води із кристалічного та твердоаморфного стану до рідкого стану. Другий пік поглинання, що спостерігається в діапазоні температур від 60°C до 130°C , відповідає переходу системної води досліджуваних модельних систем із рідкого стану в газоподібний. Третій пік, наявний лише для трьох зразків, а саме, що містить цукрову пудру (рис.3.29); що містить цукрову пудру та трансглютаміназу (рис.3.30), що містить цукрову пудру, трансглютаміназу та борошно (рис.3.31), спостерігається в діапазоні температур від 205°C до 230°C . Очевидно даний пік відповідає деструкції полісахаридів, що містять означені модельні системи, а саме: цукрової пудри та крохмалю борошна.

Підтвердженням результату утворення нових форм зв'язку системної води з сухими речовинами є «розщеплення» температури її фазових переходів I роду і, як наслідок, розширення та зміщення діапазону температур, за яких дані переходи мають місце. Ці розширення характеризуються наявністю фізико-хімічно зв'язаної води, а саме, осмотичної та моно- і поліадсорбційної вологи в модельних системах напівфабрикату збивного борошняного, які містять крім желатину й інші інгредієнти: ксантан, цукрову пудру, фермент трансглютаміназу, борошно.

3.5 Дослідження структурно-механічних характеристик тістової заготовки напівфабрикату збивного борошняного.

Структурно-механічні властивості реальних тіл, дисперсних і високомолекулярних систем безпосередньо зв'язані з молекулярними взаємодіями, що відбуваються в них, особливостями будови і теплового руху їхніх структурних елементів. Тобто, структурно-механічні властивості характеризують виникнення в системі напівфабрикату збивного борошняного структур різного виду. З одного боку, пружко-пластично-в'язкісні властивості з іншого боку властивості міцності модельної системи напівфабрикату визначають характер її деформаційних процесів і процесів руйнування.

Як відомо головне в переваги

[3, 10, 48, 169].

Ефективним компонентом, що бере участь у структуроутворенні тіста є фермент трансглютаміназа. Фермент ТГ сприяє створенню з білкових ланцюгів більш великі протеїнові сполуки. Завдяки унікальній здатності фермента ТГ, забезпечується зшивання не тільки функціональних білків борошна, але й клейковинних білків [43, 170, 171].

В дослідженнях опірність структури тіста для напівфабрикату збивного борошняного ми характеризували граничним напруженням зсуву незруйнованої структури, яке досліджували за допомогою напівавтоматичного пенетрометра Labor з напівсферичним індентором [172].

Граничне напруження зсуву визначали розрахунковим методом за формулою (2.3) [172].

На основі досліджень залежності граничного напруження зсуву [8] модельних систем свіжовиготовленого (рис. 3.32) тіста для напівфабрикату збивного борошняного від вмісту основних структуроутворюючих компонентів, органолептичних досліджень консистенції було встановлено залежність змін структури модельної системи тіста для напівфабрикату від співвідношення основних рецептурних компонентів.

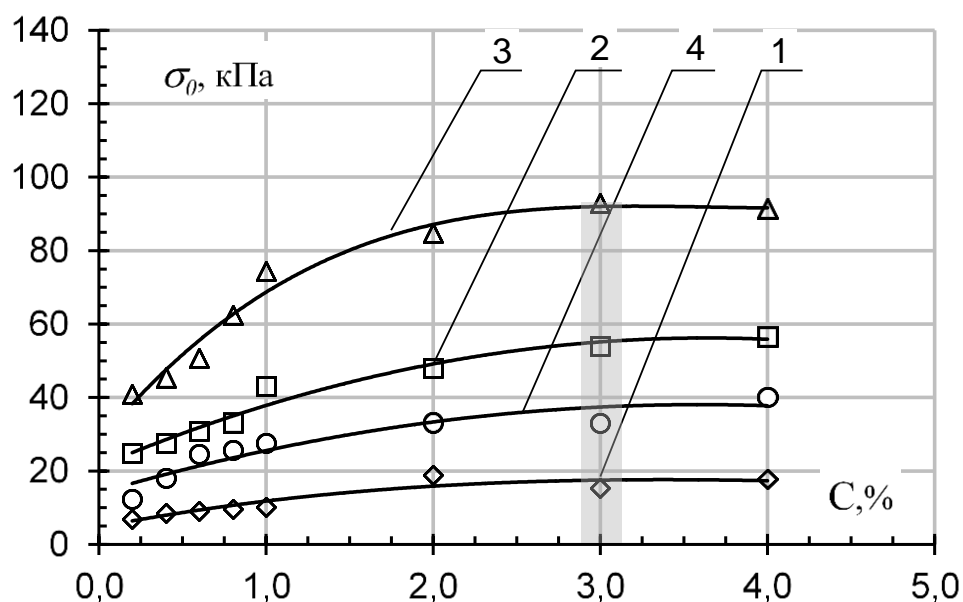


Рис. 3.32. Вплив на граничне напруження зсуву свіжовиготовленого тіста напівфабрикату збивного желатину в композиції з ксантаном 0,2% за взаємодії з ферментом трансглютаміназа, %: 1- 0,05; 2- 0,07; 3- 0,09; 4- контроль

Так в модельній системі свіжовиготовленого тіста напівфабрикату збивного борошняного (рис. 1), яка містить желатину 3,0% в композиції з ксантаном 0,2% за концентрації 0,09% ферменту трансглютаміназа відповідає консистенція, що визначається як щільна і пружна з граничним напруженням зсуву $86,0 \pm 1,0$ кПа, за концентрації 0,07% – як щільна, еластична і в міру пружна з граничним напруженням зсуву $58,0 \pm 1,0$ кПа, за концентрації 0,05% – як м'яка, еластична, пластична з граничним напруженням зсуву $19 \pm 1,0$ кПа.

Доведено, що раціональною концентрацією ферменту трансглютаміназа в рецептурі тіста модельної системи напівфабрикату збивного борошняного є концентрація $0,07 \pm 0,01\%$, яка найкраще відповідає значенню граничного напруження зсуву тіста контрольного зразка.

3.6 Оптимізація впливу концентрацій структуруючих компонентів модельних систем напівфабрикату збивного борошняного на параметри в'язкості та вологоутримуючої здатності тістової заготовки

Для перевірки адекватного і ефективного використання основних структуруючих компонентів тіста напівфабрикату збивного борошняного, з метою оптимізації їх концентрацій та визначення оптимальних меж впливу на фізико-хімічні властивості було обрано трирівневий план Бокса-Бенкена [91,92] для моделювання в'язкості η (Па·с) і вологоутримувальної здатності ВУЗ (%) - основних параметрів оптимізації. Параметри оптимізації залежали від вмісту структуруючих компонентів: глютамінази $m_{\text{ТГ}}$, желатину $m_{\text{Ж}}$, ксантану $m_{\text{К}}$, а також від значення факторів та інтервалів їх варіювання (табл.1 додаток А).

Рівні варіювання факторів були обрані за результатами та аналізом попередніх експериментальних досліджень модельних систем напівфабрикату збивного, а саме:

- дослідження впливу концентрацій рецептурних компонентів та температури на в'язкість модельних систем (розділ 3.1.1);
- дослідження механізму формування поліелектролітних комплексів желатин–ксантан у присутності ферменту ТГ за допомогою ІЧ-спектроскопії (розділ 3.1.2);
- дослідження впливу технологічних чинників на процес піноутворення системи «вода-желатин-ксантан» з модифікацією ферментом транглютаміназа (розділ 3.2);
- дослідження впливу ферменту транглютаміназа на вологоутримувальну здатність тіста напівфабрикату збивного борошняного (розділ 3.4);
- обґрунтування параметрів теплової обробки напівфабрикату збивного борошняного (розділ 3.5);
- дослідження форм зв'язку води в модельних системах напівфабрикату збивного борошняного під час заморожування-нагрівання методом термограм диференціально-сканувальної калориметрії (розділ 3.6);
- дослідження структурно-механічних характеристик тістової заготовки напівфабрикату збивного борошняного (розділ 3.7).

Нижні і верхні межі варіювання компонентів були визначені експериментально (рис. 3.4...3.7) в ході створення розчинів і вимірювання їхньої в'язкості. Дослідження проводили на модельних системах, що містили фермент транsgлютаміназу, желатин і ксантан.

Методами кореляційно-регресійного аналізу в рамках парних моделей: фермент транsgлютаміназа-желатин (рис. 3.33), фермент транsgлютаміназа-ксантан (рис. 3.34) желатин-ксантан (рис. 3.35) були визначені раціональні концентрації компонентів модельних систем напівфабрикату збивного борошняного. За основу приймалась адекватність фізико-хімічної моделі в'язкості, подібність форм зв'язку, рівні факторів, коефіцієнти термінації.

Отриманими залежностями ліній рівних значень в'язкості як функції від концентрації основних компонентів $\eta=f(x_i;x_j)$ і ВУЗ як функції від концентрації основних компонентів $W=f(x_i;x_j)$ доведено, що у межах парної моделі за концентрацій ферменту транsgлютаміназа 0.05...0.09% та желатину 1.0...3.0% оптимальне значення в'язкості знаходиться в інтервалі $(1,15\pm 0,1) \times 10^{-3}$ Па·с; (рис. 3.33, а), оптимальне значення ВУЗ знаходиться в інтервалі $76\pm 3\%$ (рис. 3.33, б).

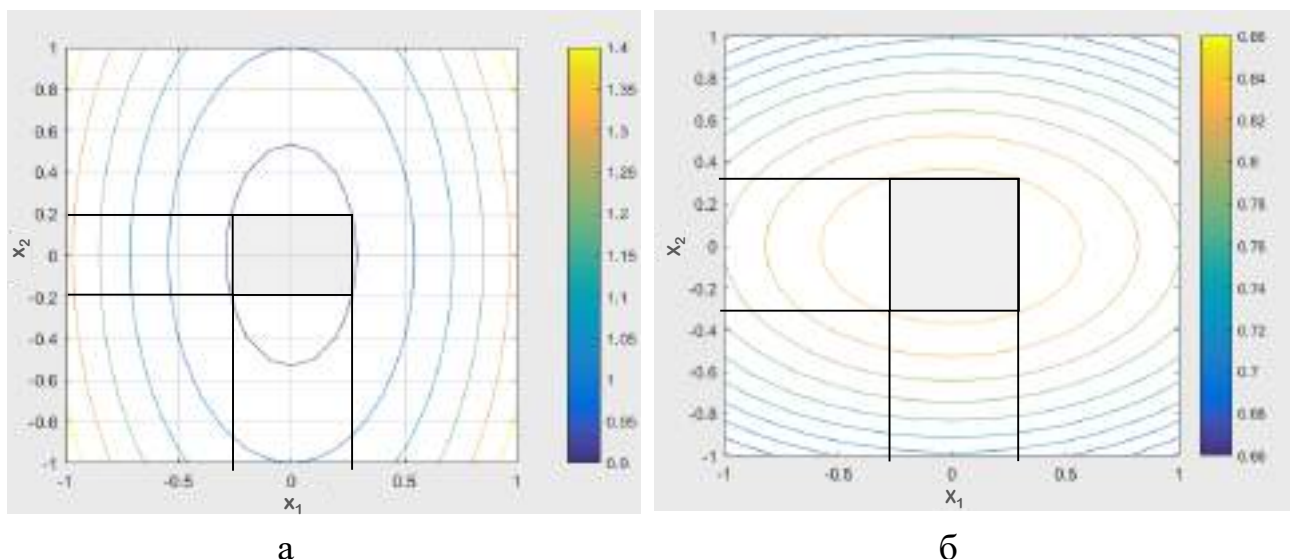


Рис.3.33- Залежність ліній рівних значень в'язкості (а); ВУЗ (б) парної моделі напівфабрикату збивного борошняного від вмісту основних компонентів: x_1 – фермент транsgлютаміназа; x_2 – желатин

У межах парної моделі за концентрацій ферменту транsgлютаміназа 0.05...0.09% та ксантану 0,1...0,3% оптимальне значення в'язкості знаходиться в

інтервалі $(1,0 \pm 0,1) \times 10^{-3}$ Па·с (рис. 3.34, а); оптимальне значення ВУЗ знаходиться в інтервалі $78 \pm 3\%$ (рис. 3.34, б).

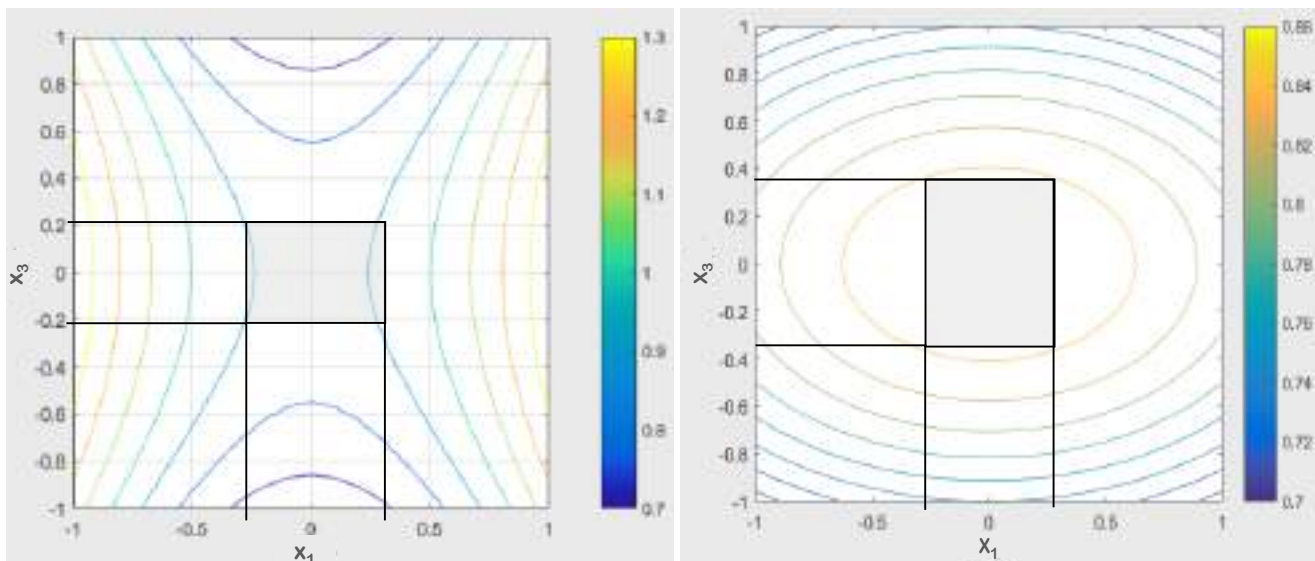


Рис.3.34- Залежність ліній рівних значень в'язкості (а); ВУЗ (б) парної моделі напівфабрикату збивного борошняного від вмісту основних компонентів: x_1 – фермент транглютаміназа; x_3 – ксантан

У межах парної моделі за концентрації желатину 1.0...3.0% та ксантану 0,1...0,3% оптимальне значення в'язкості знаходиться в інтервалі $(1,45 \pm 0,1) \times 10^{-3}$ Па·с (рис. 3.35, а); оптимальне значення ВУЗ знаходиться в інтервалі $75 \pm 3\%$ (рис. 3.35, б).

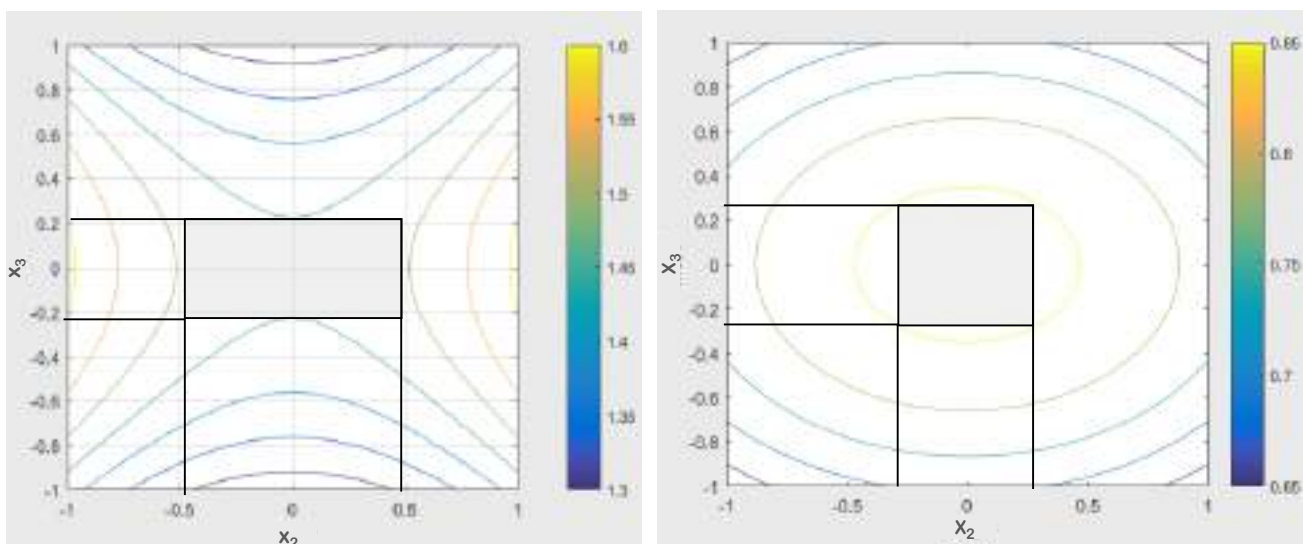


Рис.3.35- Залежність ліній рівних значень в'язкості (а); ВУЗ (б) парної моделі напівфабрикату збивного борошняного від вмісту основних компонентів: x_2 – желатин; x_3 – ксантан

Згідно з критерієм Кохрена не менше ніж 95% статистичної залежності в'язкості і вологоутримувальної здатності від концентрації основних компонентів модельної системи напівфабрикату збивного борошняного (рис.3.48...3.50) описується одержаними регресійними кривими [90, 91, 92].

Після визначення раціональних меж параметрів була побудована тривимірна модель (рис.3.36) залежності в'язкості від концентрації двох параметрів ($C_3^2=3$ варіанти).

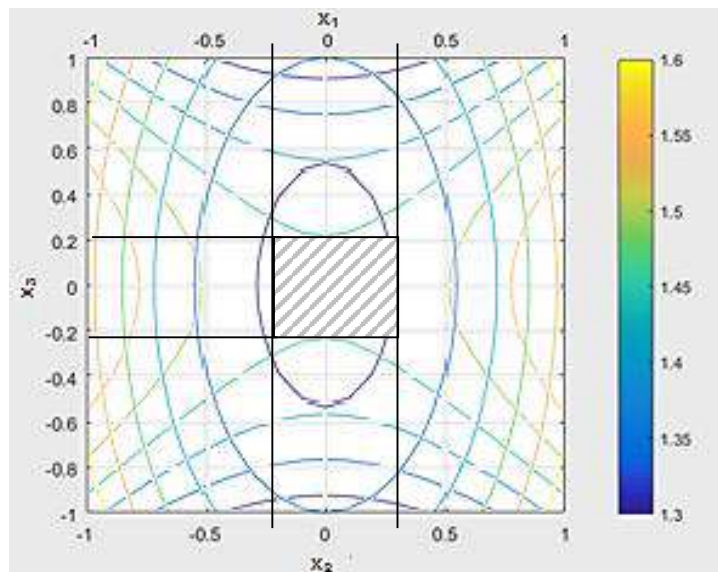


Рис.3.36- Залежність ліній рівних значень в'язкості парної моделі напівфабрикату збивного борошняного від вмісту основних компонентів: x_1 – фермент транглютаміназа; x_2 – желатин; x_3 – ксантан

Проведене математичне моделювання дозволило визначити оптимальні значення основних структуруючих компонентів у базовій рецептурі модельної системи напівфабрикату збивного борошняного: ферменту транглютаміназа 0.05...0.09% та желатину 1.0...3.0% ксантану 0,1...0,3%; оптимальне значення в'язкості в інтервалі $1,45 \pm 0,1$ Па·с та вологоутримувальної здатності (ВУЗ) в інтервалі $78,0 \pm 3,0\%$, що узгоджується з попередніми експериментальними дослідженнями.

Запропонована нами модельна система напівфабрикату збивного борошняного в своєму складі не містить яєчних продуктів, характерних для даного типу продукції – бісквітів, крім того, додавання до рецептури ферменту

трансглютаміназа дозволяє сформувати стійку білкову каркасну сітку в напівфабрикаті збивному борошняному, що дає можливість зберігати напівфабрикат у вигляді сухої суміші протягом тривалого часу.

Висновки до розділу 3

1. Доведено можливість одержання напівфабрикату борошняного збивного з використанням желатину в якості піноутворюючого компонента замість яєчних продуктів, що пов'язана зі спроможністю желатину до утворення та стабілізації пін внаслідок збільшення в'язкості водної фази і заснована на тому, що бічні ланцюги желатину, як і у всіх білках, мають заряджені групи, частини яких мають тенденцію мігрувати до поверхонь, що знижує поверхневий натяг і сприяє утворенню піни, а також стабілізує поверхню межі розділу рідина/повітря шляхом утворення зарядженої плівки навколо компонентів дисперсної фази.

2. В рамках реалізації робочої гіпотези (рис.3.1) встановлено, що суха суміш може бути використана для отримання збитої цукрово-желатинової маси, але для створення необхідних умов піноутворення концентрація желатину має бути в межах $3,0 \pm 0,5\%$, ксантану $0,2 \pm 0,05\%$ і введення ферменту ТГ концентрацією $0,09 \pm 0,01\%$ для модифікації желатину. Для отримання стабільної в часі пінної структури процес збивання цукрово-желатинової маси повинен відбуватися за температури $50,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$ зі швидкістю перемішування $(20,0 \pm 1,0) \times 60 \text{ c}^{-1}$.

3. Підтверджено каталітичний вплив ферменту трансглютаміназа (рис. 3.7) ймовірно на взаємодію аміногруп лізину з γ -карбоксамідною групою пов'язаних пептидним зв'язком залишків глутаміну в системі цукрово-желатинового розчину в присутності ксантану. Цей вплив забезпечує більш високий рівень зшивки макромолекул білкового каркасу і суттєве зростання в'язкості. Встановлено, що підвищення температури в діапазоні $30 \dots 70^\circ\text{C}$ зменшує динамічну в'язкість розчину желатину на $3,5 \pm 0,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$, додавання ксантану збільшує динамічну в'язкість на $3,2 \pm 0,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$ за температури 30°C , додавання цукру на $8,4 \pm 0,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$, додавання до цукрово-желатинового розчину в присутності ксантану ферменту трансглютаміназа за температури 30°C

збільшує динамічну в'язкість на $14,1 \pm 0,2$ Па·с. За температури $50,0 \pm 2,0$ °С динамічна в'язкість системи желатин+ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа становить $12,34 \times 10^{-3}$ Па·с (табл. 3.1).

4. Експериментально доведено здатність білкових речовин тіста напівфабрикату збивного борошняного утримувати вологу під впливом ксантану за концентрації $0,2 \pm 0,05$ за каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в діапазоні концентрацій 0,05...0,09%. До інактивації ферменту ВУЗ білкових речовин зростає від $56 \pm 2\%$ до $78 \pm 2\%$, а після інактивації – від $62 \pm 2\%$ до $88 \pm 2\%$, що підтверджується зменшенням втрат вологи під час випікання тіста.

5. Встановлено, що додавання ксантану за низьких концентрацій, при якому сам полісахарид не виступає в якості агента структурування, але має позитивний синергетичний ефект на драглеутворюючі властивості змішаних систем - змінюється вторинна структура білка, в тому числі, спостерігається підвищена спіралізація желатину. Зростання частки колагенподібної потрійної спіралі при комплексотворенні в системах желатин-ксантан може обумовлювати, значне, збільшення в'язкопружних властивостей модифікованих гелів. Додавання до системи желатин-ксантан трансглютаміназа зменшує в'язкість, як ми вважаємо, за рахунок утворення меншої кількості міжмолекулярних водневих зв'язків, що корелюється з даними спектроскопії. Введення цукру підвищує в'язкість за рахунок часткового зв'язування вологи та більш активним утворенням поліелектролітних комплексів желатину і ксантану за присутності цукрової пудри. Введення борошна, вірогідно, зумовлює утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна і підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН. Спрогнозовано зниження кількісних втрат під час випікання напівфабрикату збивного борошняного за використання ксантану і ферменту трансглютаміназа в поєднанні з желатином в якості піноутворюючого інгредієнту.

6. Отриманими термогравіметричними даними модельної системи напівфабрикату борошняного збивного доведено раціональну концентрацію борошна $50,0 \pm 5,0\%$, що сприяє суттєвому зменшенню втрат вологи, імовірно, в наслідок підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН з білками борошна, що

зумовлює, в присутності трансглютаміназа, утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу. Встановлено, що раціональною для випічки напівфабрикату борошняного збивного можна вважати температуру $140\pm 5^{\circ}\text{C}$.

7. Дослідженнями форм зв'язку вологи з аналізу ДСК термограм модельних систем напівфабрикату збивного борошняного, які містять желатин, ксантан, цукрову пудру, фермент трансглютаміназу, борошно, доведено перехід системної води з рідкого стану в газоподібний в діапазоні температур $110^{\circ}\text{C}\dots 130^{\circ}\text{C}$. Очевидно, в наслідок впливу ферменту ТГ забезпечується більш високий рівень зшивки макромолекул білкового каркасу, підвищується ступінь зв'язаності груп $-\text{OH}$ з білками борошна, що зумовлює утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу і суттєво уповільнює процес дегідратації, який характеризуються наявністю фізико-хімічно зв'язаної води, а саме, осмотичної та моно- і поліадсорбційної вологи в модельних системах.

8. Дослідженнями структурно-механічних характеристик модельної системи напівфабрикату борошняного збивного підтверджено, що діапазон концентрацій рецептурних компонентів желатину $-3,0\pm 0,1\%$; ксантану $-0,2\pm 0,1\%$; ферменту ТГ $-0,07\pm 0,01\%$ є раціональним і дозволяє регулювати структуру тіста напівфабрикату в потрібних межах. Фермент ТГ сприяє створенню з білкових ланцюгів більш великі протеїнові сполуки. Завдяки унікальній здатності фермента ТГ, забезпечується зшивання не тільки функціональних білків борошна, але й клейковинних білків.

9. Проведеним математичним моделюванням визначено оптимальні значення основних структуруючих компонентів у базовій рецептурі модельної системи напівфабрикату збивного борошняного: ферменту трансглютаміназа $0,05\dots 0,09\%$, желатину $1,0\dots 3,0\%$, ксантану $0,1\dots 0,3\%$; оптимальне значення в'язкості в інтервалі $1,45\pm 0,1\text{ Па}\cdot\text{с}$ та вологоутримувальної здатності (ВУЗ) в інтервалі $78,0\pm 3,0\%$, що узгоджується з попередніми експериментальними дослідженнями.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТУ БОРОШНЯНОГО ЗБИВНОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ЖЕЛАТИНУ І ФЕРМЕНТУ ТРАНСГЛЮТАМІНАЗА

4.1. Розробка рецептури та технології напівфабрикату борошняного збивного

Низка експериментальних досліджень з окремими основними рецептурними компонентами, їх поліелектролітними комплексами: желатин+ксантан+трансглютаміназа, желатин+ксантан, желатин+ксантан+цукрова пудра, желатин+ ксантан+цукрова пудра+трансглютаміназа і готовим напівфабрикатом дозволив нам науково обґрунтувати рецептуру (табл. 4.1) [93, 94] нормативно закріплену в розроблених та затверджених технічних умовах ТУ У 10.6-42087560-001:2019 “ Суміш суха для напівфабрикату збивного ” (додаток А) та схему технологічного процесу (рис.4.2) напівфабрикату борошняного збивного, нормативно закріплену в розробленій та затвердженій технологічній інструкції (додаток В).

Під час визначення рецептурного складу з метою збереження основних закономірностей технологічного процесу, було розроблено модель технологічної схеми отримання напівфабрикату борошняного збивного як технологічну систему (рис.4.1), функціональні складові частини якої методом декомпозиційно-агрегативного підходу можна виділити у вигляді окремих підсистем A_1 , A_2 , В, С, D.



Рис. 4.1 Модель технологічної системи виробництва напівфабрикату борошняного збивного

Зведена рецептура напівфабрикату борошняного збивного на 100 кг

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Загальні витрати сировини з урахуванням втрат в технологічному процесі, кг	
		в натурі	в сухих речовинах
Желатин	84,0	3,0	2,52
Камідь ксантанова	85,0	0,2	0,05
Фермент транглютаміназа	99,9	0,07	0,09
Цукрова пудра	99,85	29,0	0,09
Борошно пшеничне в/г	85,5	50,0	42,75
Ароматизатор ідентичний натуральному «Крем-карамель»	99,85	0,2	0,19
Вода питна		29,38	–
Всього		111,85	45,69
Вихід		100	

Для обґрунтування технологічних стадій (рис.4.2) розроблену модель технологічної схеми виробництва напівфабрикату борошняного збивного (рис. 4.1) як цілісну технологічну систему ми декомпозували в наступні підсистеми:

Підсистема A_2 “Отримання напівфабрикату борошняного випеченого” утворюється внаслідок синтезу підсистеми В “Технологічна обробка, формування структури тіста”. Підсистема A_1 “Отримання напівфабрикату борошняного замороженого” – також утворюється внаслідок синтезу підсистеми В “Технологічна обробка, формування структури тіста”, якщо напівфабрикат підлягає тривалому зберіганню.

В свою чергу утворення підсистеми В “Технологічна обробка, формування структури тіста” відбувається в процесі синтезу підсистеми С " С “Формування збитої структури цукрово-желатинового розчину”, що ієрархічно залежить від підсистеми D “Формування сухої суміші напівфабрикату борошняного”.

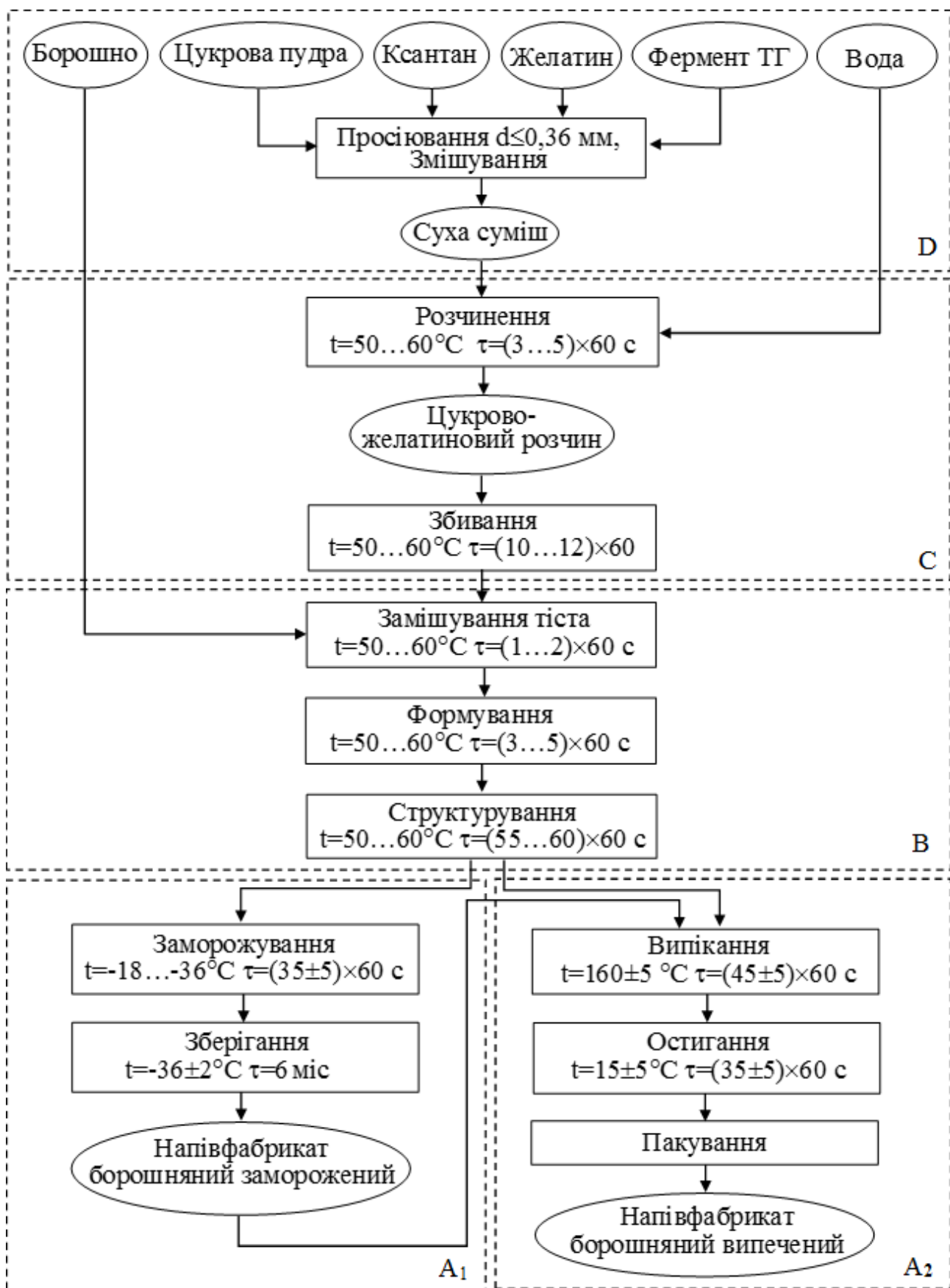


Рис. 4.2 Технологічна схема напівфабрикату борошняного збивного

Отже, враховуючи те, що існування даної технологічної системи в цілому забезпечується функціонуванням та ієрархічною залежністю її окремих підсистем A_1 , A_2 , B, C, D, для дослідження і наукового обґрунтування технологічних стадій отримання напівфабрикату борошняного збивного в межах цих підсистем ми декомпозували їх до окремих завдань (табл.4.2), вирішення яких в цілому забезпечує досягнення основної мети технологічної системи [132, 140, 144, 173, 174].

Таблиця 4.2

Структура та завдання складових частин технологічної системи

Підсистема		Завдання підсистеми
позначення	назва	
1	2	3
A_2	Отримання напівфабрикату борошняного випеченого	Отримання напівфабрикату борошняного випеченого здатного зберігати задані властивості під час виготовлення тістечок та реалізації готової продукції, обґрунтування температури та тривалості теплової обробки.
A_1	Отримання напівфабрикату борошняного замороженого	Отримання напівфабрикату борошняного замороженого здатного зберігати задані властивості до випічки протягом терміну зберігання за реалізації функціонально-технологічних властивостей рецептурних інгредієнтів, обґрунтування температури та тривалості зберігання.
B	Технологічна обробка, формування структури тіста	Обґрунтування температури та тривалості замішування, формування та структурування тіста, обґрунтування концентрації смако-ароматичних інгредієнтів.

1	2	3
С	Формування збитої структури цукрово-желатинового розчину	Обґрунтування концентрації рецептурних компонентів в композиції желатин-ксантан-цукрова пудра в присутності ферменту ТГ, технологічних параметрів розчинення та збивання цукрово-желатинового розчину.
Д	Формування сухої суміші напівфабрикату борошняного	Формування необхідної дисперсності і однорідності сухої суміші для забезпечення швидкості та якості її розчинення.

Підсистема D “Формування сухої суміші напівфабрикату борошняного” забезпечує утворення однорідної сухої суміші, яка дозволить формувати необхідну якість розчинення при мінімальній тривалості процесу за рахунок раціональної дисперсності і співвідношення рецептурних компонентів.

Експериментально встановлено (підрозділ 3.3), раціональне значення розмірів часток рецептурних компонентів сухої суміші. Необхідні умови швидкого розчинення сухої суміші та отримання розчину відповідної якості забезпечується розміром часток $0,2\pm 0,05$ мм (рис. 3.16-3.18) інгредієнтів: желатину за концентрації $3,0\pm 0,2\%$ та ксантану за концентрації $0,2\pm 0,05\%$ за температури розчинення $50,0\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ (рис. 3.19).

Підсистема С “Формування збитої структури цукрово-желатинового розчину” забезпечує утворення цукрово-желатинового розчину з пінною структурою (підрозділ 3.2.2), що впливає на тривалість структуроутворення та термічну стійкість під час теплової обробки (підрозділи 3.5, 3.6), на структурно-механічні показники (підрозділ 3.7), підвищує харчову цінність напівфабрикату борошняного (підрозділ 4.2).

Реалізацію завдань даної підсистеми здійснювали, розчиняючи та збиваючи підготовлені рецептурні компоненти за температури $50\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Відомо, що бісквітне тісто відноситься до слабкоструктурованих систем. Саме тому в технології напівфабрикату збивного борошняного для забезпечення необхідних умов гідратації білку під час збивання цукрово-желатинового розчину, структурування тістової заготовки та випікання ми використовували желатин, як основний піноутворюючий інгредієнт та його високою здатністю створювати ізопептидні зв'язки за каталітичного впливу трансглютамінази, ксантан в якості додаткового загущувача системи і фермент трансглютаміназу як стабілізатор структури [48, 51, 143].

Також з урахуванням сучасних тенденцій щодо яєчних продуктів, які входять до списку харчових продуктів, що можуть спричинити алергічні реакції або непереносимість, в рецептурі замість меланжу використовується желатин в композиції з ксантаном за присутності ферменту ТГ, що при збиванні з цукровою пудрою дозволяє сформувати стійку білкову каркасну сітку в напівфабрикаті борошняному. При цьому підвищується в'язкість (рис. 3.4-3.7) вірогідно за рахунок часткового зв'язування вологи та більш активним утворенням поліелектролітних комплексів желатину і ксантану за присутності цукрової пудри.

Наявність великої кількості цукру в тісті без жиру надає виробам надмірну твердість. Також великий вплив на якість тіста і виробів надає крупність часток цукру. Для отримання пластичного тіста, в якому різко обмежений вміст води, ми використовували не цукор-пісок, а цукрову пудру. Це пов'язано з тим, що в порівняно невеликій кількості води не може повністю розчинитися вся кількість цукру передбачена рецептурою і залишаються нерозчиненими кристали, що будуть видимі на поверхні напівфабрикату і погіршать його якість [140, 167, 168].

Встановлено (рис. 3.12-3.15), що в межах температур $(30...50)\pm 1^\circ\text{C}$ максимальною піноутворюючою здатністю – $(300\pm 9...320\pm 9)\%$ володіють модельні системи «вода-желатин» з концентрацією желатину 3...5%. Експериментально доведено що максимальний об'єм піни забезпечує збивання протягом $(8...10)\times 60$ с.

Підсистема В “Технологічна обробка, формування структури тіста” забезпечує отримання тіста на основі збитого цукрово-желатинового розчину

замішуванням борошна разом з ароматизатором, формуванням у силіконових формах або з пергаментного паперу та структуруванням протягом 60 ± 5 хв за температури 50°C з наступним нагріванням тістової маси до $90 \dots 95^\circ\text{C}$ для інактивації ферменту ТГ. Каталітичний вплив ТГ зумовлює можливе утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна, сприяє формуванню текстури та смакових якостей готового продукту.

Введення в рецептуру ароматизатора продиктовано необхідністю надання специфічних органолептичних властивостей напівфабрикату борошняному.

Експериментально встановлено (рис. 3.10, 3.11), що введення в композицію желатин-ксантан ферменту трансглютаміназа сприяє підвищенню гідратаційної здатності на $31,0 \pm 0,2\%$ та термічної стійкості під час випічки (рис. 3.20...3.26) напівфабрикату

При введенні желатину менше $2,5\%$ тістова маса не збільшиться в об'ємі. При введенні желатину більше $3,0\%$ структура напівфабрикату буде занадто пружною, що буде ускладнювати подальшу обробку напівфабрикатів збивних.

Введення камеді ксантанової менше $0,1\%$ на структурні властивості тістової маси не вплине, при введенні камеді ксантанової у кількості $0,3\%$ густина тістової маси значно збільшується.

При введенні цукрової пудри менше $27,7\%$ або більше 32% бажана стійка дрібна структура дисперсної системи тістової маси не утвориться. Збільшення вмісту цукрової пудри призводить до значного підвищення в'язкості та появи надто солодкого смаку. Зменшення вмісту цукрової пудри призводить до зменшення кількості сухих речовин та погіршення смакових властивостей готових виробів.

Збільшення вмісту ферменту трансглютаміназа понад $0,1\%$ призводить до підвищення швидкості зшивання структури та призведе до надто швидкого зростання міцності, що ускладнить процес перемішування. При зменшенні вмісту трансглютаміназа менше $0,05\%$ готовий продукт не набуває необхідної структури.

При введенні борошна пшеничного менше 50% тістова маса не набуде

необхідної структури і буде занадто рідкою. При додаванні борошна більше 60,0% тістова маса утвориться занадто густою.

Підсистема А₁“Отримання напівфабрикату борошняного замороженого”
Для реалізації завдань підсистеми структуровану та інактивовану ТГ тістову заготовку заморожували за температури від -18°C до -36°C протягом 35±5 хв. в камері шокового заморожування, пакували під вакуумом в поліетиленову плівку Polyethylene film FLT 0.110 ТУ У 25.2-14022407-00 8 2010 і зберігали в холодильній камері за температури -36°C протягом 6 місяців.

Підсистема А₂“Отримання напівфабрикату борошняного випеченого”
Для реалізації завдань підсистеми свіжовиготовлену структуровану та інактивовану ТГ тістову заготовку, або після зберігання в холодильній камері випікали без розморожування за температури 210±5 °С протягом 40-45хв. Після випікання і остигання – 20-30 хв, виймання з форм та вистоювання 8-10 годин за температури 15±2°C для охолодження, пакували та реалізовували.

4.2 Дослідження харчової та біологічної цінності напівфабрикату збивного борошняного.

Харчова цінність продуктів харчування визначається вмістом в них білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів. В розробленому напівфабрикаті борошняному збивному випеченому, вміст харчових речовин в кожному окремому найменуванні буде індивідуальним, однак коливання абсолютних значень показників будуть незначними і лежатимуть в межах раціональної концентрації рецептурних компонентів. У зв'язку з цим дослідження харчової цінності та їх зміни під впливом різних технологічних чинників вважаємо можливим проводити на конкретному прикладі напівфабрикату борошняного збивного.

Показники харчової цінності визначали за відомими методиками [80, 97, 98, 100, 102, 103].

Загальний хімічний склад (табл. 4.3) і харчову цінність (табл. 4.4) напівфабрикату борошняного збивного визначали за вмістом у її складі білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин. [96, 103, 108, 109, 110].

Таблиця 4.3

Загальний хімічний склад напівфабрикату борошняного збивного

Найменування	Вміст, %	В с.р.%
Масова частка вологи	54,3±1,0	0
Масова частка сухих	45,7±1,0	100
Масова частка білка	8,9±0,1	19,5
Масова частка жиру	1,4±0,1	3,06
Масова частка вуглеводів	28,2±0,3	61,7
Масова частка золи	7,2±0,1	15,7

Аналізуючи загальний хімічний склад (табл.4.3) слід відмітити, що у рецептурі напівфабрикату борошняного збивного міститься 8,9±0,3% білкових речовин, які складають 19,5% від загального вмісту сухих речовин і забезпечуються основним білокмістким рецептурним компонентом – борошном та незначно желатином.

Слід відмітити значний вміст вуглеводів, які складають 52,9% від загального вмісту сухих речовин

З точки зору біологічної цінності крім загального вмісту білка в продукті досить важливим є і його якість, яка характеризується в першу чергу, вмістом і співвідношенням есенціальних амінокислот.

Вміст аміногруп у пробах визначали за методом Лоурі, який базується на утворенні фарбованих продуктів при взаємодії реактиву Фоліна з лужними розчинами білків за калібрувальним графіком (додаток К.2). Інтенсивність кольору залежить від вмісту в дослідному білку амінокислот триптофану та тирозину.

На доступність амінокислот впливає низка чинників, зв'язаних головним чином з їхнім неповним перетравлюванням, що спостерігається за наявності перехресних зв'язків у молекулі білка в присутності інгібіторів протеаз, а також

при інгібуванні пептидами і пептидоподібними з'єднаннями всмоктування амінокислот [102...107].

Для встановлення біологічної цінності напівфабрикату борошняного збивного визначали її амінокислотний склад (табл.4.4).

Таблиця 4.4

Вміст амінокислот в напівфабрикаті збивному борошняному

Амінокислота	Вміст	
	мг/%	%
Незамінні амінокислоти		
Валін	292,7	4,27
Ізолейцин	249,9	3,64
Лейцин	473,3	6,90
Лізин	231,6	3,38
Метионін	93,0	1,36
Треонін	198,2	2,89
Триптофан	47,5	0,69
Фенілаланін	285,6	4,17
Разом	1871,7	27,30
Замінні амінокислоти		
Аспарагінова кислота	326,8	4,77
Аргінін	413,8	6,04
Аланін	415,4	6,06
Гістидін	115,9	1,69
Глутамінова кислота	1709,4	24,93
Пролін	916,2	13,36
Серін	318,5	4,64
Тирозин	93,9	1,37
Цистін	105,0	1,53
Гліцин	570,0	8,31
Разом	4984,8	72,70
Всього	6856,5	100,00

В ході досліджень (табл.4.4) ідентифіковано і кількісно визначено 18 амінокислот, сумарний вміст есенціальних амінокислот складає 27,3%, що дозволяє характеризувати напівфабрикат борошняний збивний, як продукт високої біологічної цінності.

Збалансованість амінокислотного складу, його первинна структура, зокрема вміст і кількісне співвідношення незамінних амінокислот (табл.4.5), є одним з найважливіших показників харчової цінності напівфабрикату збивного борошняного [102, 103].

Таблиця 4.5

Біологічна цінність напівфабрикату збивного борошняного

Амінокислота	Шкала ФАО/ВООЗ		НЗБ	
	мг/1г білка	Амінокислотний скор	мг/1г білка	Амінокислотний скор
Валін	50	1,0	47	0,40
Ізолейцин+ лейцин	110	1,0	134	0,90
Лізин	55	1,0	27	0,25
Метіонін	25	1,0	10	0,52
Треонін	40	1,0	31	0,67
Триптофан	10	1,0	10	-
Фенілаланін + тирозін	60	1,0	89	1,05

Аналізом вмісту амінокислот порівняно з фізіологічними нормами харчування, встановлено, що співвідношення амінокислот має певні відмінності від оптимального. Спостерігається недостатній вміст таких амінокислот як лізин, метіонін та дефіцит амінокислоти триптофан [102, 103].

Відомо, що споживчі властивості напівфабрикату збивного борошняного випеченого визначаються, окрім органолептичних і фізико-хімічних показників якості, харчовою цінністю та фізіологічною дією на організм людини. Оскільки основними компонентами загального хімічного складу готового продукту є білок $8,9 \pm 0,1\%$ і вуглеводи - $28,2 \pm 0,3\%$ (табл. 4.3) та, зважаючи на те, що в перерахунку

на сухі речовини вміст білка складає 19,5%, вуглеводів – 61,7%, є необхідність, дослідити їх гідроліз за умов *in vitro* [175-178].

Підвищення харчової цінності готового виробу типу бісквіт визначається не тільки вмістом фізіологічно функціональних інгредієнтів, таких як білок та вуглеводи, що містяться у ньому, але й ступенем їх засвоюваності у організмі людини. Тому, нами було визначено ступінь перетравлюваності *in vitro* білкових речовин (рис. 4.3) та вуглеводів (рис. 4.4) напівфабрикату збивного борошняного випеченого. Інтенсивність перетравлюваності білків напівфабрикату збивного борошняного випеченого встановлювали за приростом масової частки кінцевих продуктів ферментативного гідролізу білкових речовин – вільних амінокислот (рис. 4.3) та масової частки редукуючих цукрів (рис. 4.4).

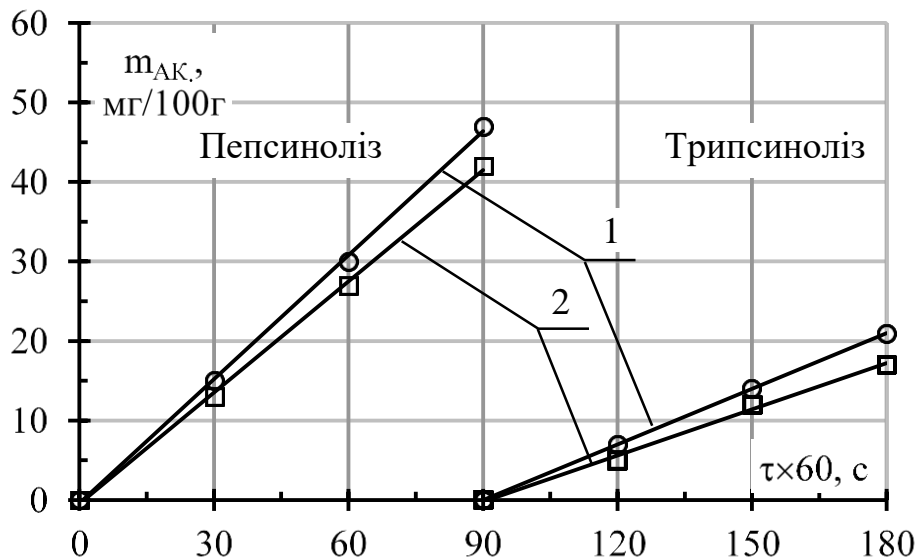


Рис.4.3 Перетравлюваність *in vitro* білків: 1 - напівфабрикату збивного борошняного випеченого; 2 - контроль

Підтверджено (рис. 4.3), що швидкість ферментативного гідролізу білка напівфабрикату збивного борошняного випеченого проходить в два етапи. Незначне зниження ступеня перетравлюваності білків напівфабрикату збивного борошняного випеченого, що містить желатино-ксантановий комплекс за присутності ферменту ТГ на 5,1% на стадії пепсинолізу і на 7,2% на стадії трипсинолізу порівняно з контрольним зразком можна пояснити синергетичною взаємодією ксантану з желатином та перерозподілу асоційованих і неасоційованих гідроксильних груп, утворенням міжмолекулярних водневих

зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна, що ускладнює доступ протеолітичних ферментів до субстрату за рахунок утворення білок-полісахаридних комплексів, підвищення ступеня зшивання структури та ступеня зв'язаності груп $-OH$, також і за рахунок енергії активації зв'язаної води [176].

Інтенсивність ферментативного гідролізу вуглеводів напівфабрикату збивного борошняного випеченого досліджували аналізуючи приріст масової частки редукуючих цукрів в перерахунку на суху речовину (рис. 4.4) у витяжці з м'якушки готового напівфабрикату протягом гідролізу. Визначення продуктів гідролізу вуглеводів (редуючих цукрів), накопичених в процесі гідролізу проводили за методом Бертрана [177]. Як контрольний зразок використовували бісквіт виготовлений за традиційною технологією.

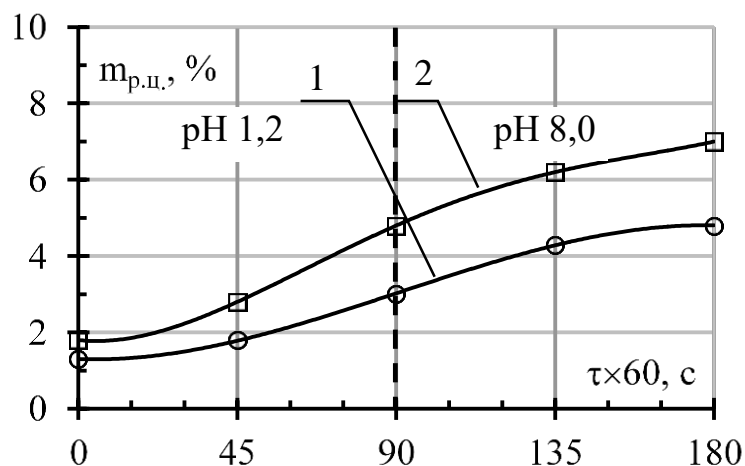


Рис.4.4 Перетравлюваність *in vitro* вуглеводів: 1 - напівфабрикату збивного борошняного випеченого; 2 - контроль

Основним вуглеводом напівфабрикату збивного борошняного випеченого є крохмаль. Ступінь його перетравлюваності можна характеризувати швидкістю ферментативного гідролізу в шлунково-кишковому тракті під дією ферментів амілолітичної дії.

Встановлено (рис. 4.4), що швидкість ферментативного гідролізу вуглеводів напівфабрикату збивного борошняного випеченого, що містить гідроколоїди желатин і ксантан в присутності ферменту ТГ на 2,2% нижча порівняно зі швидкістю трансформації вуглеводів контрольного зразка. Так, через 180×60 с гідролізу напівфабрикату збивного накопичується 4,8%

редуючих цукрів, а контрольного зразка – бісквіту виготовленого за традиційною технологією – 7,0%.

Це можна пояснити утворенням білок-полісахаридних комплексів, зшиванням структури напівфабрикату збивного борошняного випеченого, що підвищує в'язкість системи та знижує доступність вуглеводів для дії травних ферментів [176].

Отже, чим міцніше зв'язана вода, тим вона менше підтримує процеси, що руйнують харчовий продукт, менше підтримує гідролітичні процеси у розроблених виробках уповільнюючи процес перетравлення білкових речовин напівфабрикату збивного борошняного випеченого, і на пепсиновій, і на трипсиновій стадії та зменшуючи швидкість ферментативного гідролізу вуглеводів ніж контрольного зразка, що є позитивним, оскільки знижується вуглеводне навантаження на організм. [178].

Проведені дослідження мінерального складу (табл.4.7) показали, що зольний залишок напівфабрикату збивного борошняного містить макро– та мікроелементи. Напівфабрикат борошняний збивний випечений є суттєвим джерелом калію, фосфору, сірки, кальцію. Крім того він багатий вмістом таких важливих мінеральних речовин, як магній і натрій.

Таблиця 4.6

Результати досліджень мінерального складу напівфабрикату збивного борошняного

Найменування	Вміст мг/100г
Калій, К	122,0±0,1
Кальцій, Са	18,0±0,1
Кремній, Si	4,0±0,1
Магній, Mg	16,0±0,1
Натрій, Na	3,0±0,1
Сірка, S	70,0±0,1
Фосфор, P	86,0±0,1

Вивчення вітамінного складу напівфабрикату збивного борошняного (табл.4.7) показало, що продукт багатий на (В4) холін - водорозчинний вітамін, необхідний для лікування захворювань печінки та при атеросклерозі. Найважливішим з біологічної точки зору є фосфохолін, який грає важливу роль в різних синтезах, наприклад, анаболізмі лецитину і метіоніну.

Таблиця 4.7

Результати досліджень вітамінного складу напівфабрикату збивного борошняного після випічки

Найменування	Вміст мг/100г
В1, тіамін	0,08
В2, рибофлавін	0,03
В4, холін	26,0
В5, пантотенова к-та	0,15
В6, піридоксин	0,09
В9, фолати	0,0274
Е, альфа токоферол	0,85
Н, біотин	0,0009
РР,	2,4
Ніацин	0,7

Відомо, що рівень рухливості води визначає її здатність брати участь в фізико-хімічних процесах і сприяти розвитку мікроорганізмів [167]. За наявності високого осмотичного тиску в продуктах розвиток мікроорганізмів блокується внаслідок зневоднення їх клітин. Тобто за рахунок переходу молекул води в зв'язаний стан відбувається уповільнення процесу мікробіологічного пошкодження хлібобулочних та бісквітних виробів [168].

Мікробіологічні дослідження напівфабрикату збивного борошняного свіжо- випеченого і після зберігання 8 діб за температури +2...+6°C наведені в табл. 4.8, токсикологічні дослідження наведені в табл. 4.9. Встановлено (табл. 4.10), що коліформні бактерії (БГКП) в готовому продукті, що зберігався, були стабільно відсутні; патогенних мікроорганізмів, сальмонел, *staphylococcus aureus*, дріжджів і пліснявих грибів в досліджуваних зразках не виявлено.

Проведеними дослідженнями доведено, що мікробіологічні показники і узгоджуються з нормативами МБТіСН №5061. Вимоги НД МБТ № 5061-89.

Таблиця 4.8

Результати мікробіологічних досліджень
напівфабрикату збивного борошняного випеченого

Показник	Вимоги НД МБТ № 5061-89	Результати досліджень	
		свіжо- випечений зразок	після зберігання 8 діб
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми КУО в 1 г продукту	Не більше 5×10^2	не виявлено	$0,8 \times 10^1$
Бактерії групи кишкової палички, в т. ч. поліморфні в 0,01 г продукту	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Коагулазопозитивні стафілококи в 0,01 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. бактерії сальмонела в 25г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Дріжджі КОЕ в 1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Плісняві гриби КОЕ в 1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено

Отже, за мікробіологічними показниками напівфабрикат збивний борошняний випечений після зберігання протягом 8 діб безпечний до споживання і відповідає встановленим нормативам.

Таблиця 4.9

Результати токсикологічних досліджень напівфабрикату збивного
борошняного випеченого

Показник	Допустимий рівень, мг/кг, не більше	Фактичний вміст, мг/кг
Свинець	0,5	0,1
Кадмій	0,1	0,03
Миш'як	0,3	0,1
Мідь	10,0	7,2
Ртуть	0,02	0,01
Афлатоксин В ₁	0,005	0,003

Як показали результати токсикологічних досліджень (табл. 4.9), напівфабрикату збивного борошняного випеченого відповідають критеріям безпеки щодо вмісту токсичних елементів значно менше нормативних вимог і узгоджуються з нормативами МБТиСН №5061 та ДГН №256 до даної продукції [108].

Отже, можна зробити висновок, що за результатами мікробіологічних досліджень (табл. 4.8) напівфабрикату збивного борошняного випеченого в упакованому вигляді можна зберігати протягом 8 діб за температури $+2...6^{\circ}\text{C}$.

4.3 Вивчення фізико-хімічних і мікробіологічних характеристик тіста напівфабрикату збивного борошняного під час зберігання.

4.3.1 Зміни структурно-механічних характеристик.

Для дослідження змін структурно-механічних характеристик тістової заготовки для напівфабрикату збивного борошняного під час зберігання, тісто, після інактивації ферменту трансглютаміназа, заморожували за температури $-36,0\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ і зберігали за температури $-36,0\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ протягом 7 місяців. Дослідження граничного напруження зсуву тіста модельної системи напівфабрикату збивного борошняного (рис. 4.5), яка містить желатину 3,0% в композиції з ксантаном 0,2% за взаємодії з ферментом трансглютаміназа різної концентрації проводили після розморожування через певні проміжки часу зберігання.

Доведено (рис. 4.5), що при збільшенні вмісту ферменту трансглютаміназа в межах 0,05...0,09 граничне напруження зсуву під час зберігання тіста модельної системи напівфабрикату збивного борошняного збільшується від 30 до 120 кПа, очевидно, в наслідок утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна і підвищення ступеня зв'язаності груп $-\text{OH}$ в системі з борошном.

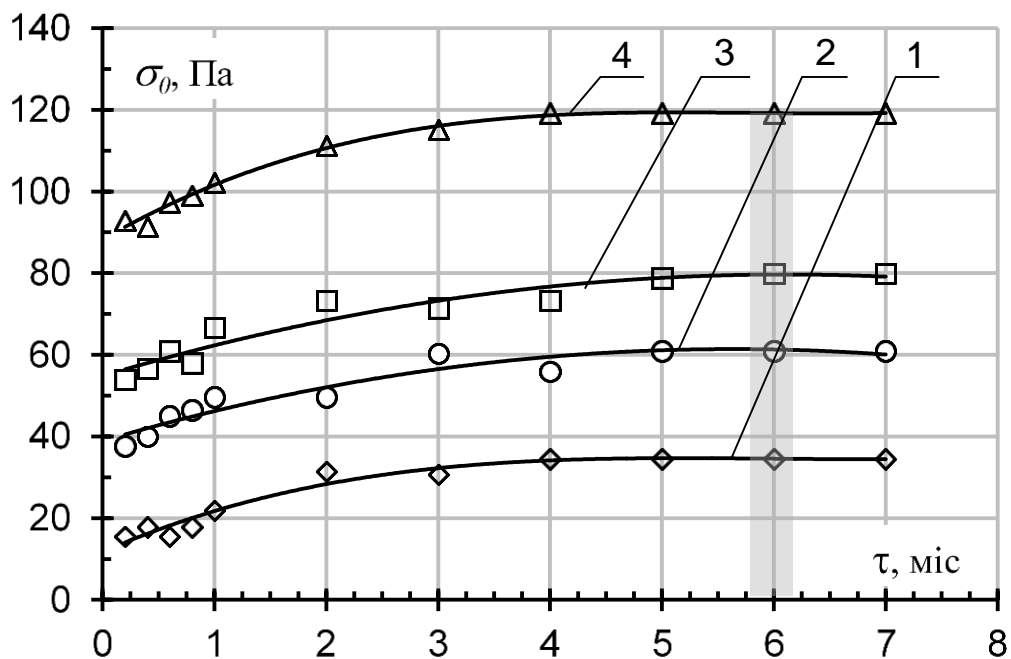


Рис. 4.5. Вплив желатину 3,0% в композиції з ксантаном 0,2% за взаємодії з ферментом трансглютаміназа, %: 1- 0,05; 2- 0,07; 3- 0,09; 4- контроль, на граничне напруження зсуву тіста напівфабрикату збивного борошняного під час зберігання за температури -36°C

Аналізом граничного напруження зсуву тіста модельної системи напівфабрикату збивного борошняного під час зберігання (рис. 4.5) встановлено, що при зберіганні протягом перших 3 місяців за концентрації ферменту трансглютаміназа 0,05%, відбувається підвищення граничного напруження зсуву на 14 кПа і складає 30 кПа, за концентрації ферменту трансглютаміназа 0,07%, підвищується на 21 кПа і складає 89 кПа, що лише на 8 кПа більше і найкраще відповідає значенню граничного напруження зсуву тіста контрольного зразка. За концентрації ферменту трансглютаміназа 0,09%, граничне напруження зсуву підвищується на 28 кПа і складає 120 кПа. При зберіганні протягом наступних 2 місяців граничне напруження зсуву зростає несуттєво і, за концентрації ферменту трансглютаміназа від 0,05 до 0,09%, знаходиться в межах 5...6 кПа.

Отже, зважаючи на динаміку граничного напруження зсуву тістової заготовки напівфабрикату збивного борошняного, зберігання за температури -36

°C протягом 6 місяців є раціональною тривалістю, а також раціональною концентрацією ферменту трансглютаміназа в рецептурі тіста модельної системи напівфабрикату збивного борошняного є 0,07%, що найкраще відповідає значенню граничного порушення зсуву тіста контрольного зразка.

4.3.2 Зміни вологоутримувальної здатності.

У білкових продуктах вода міститься в різних формах. Одна її частина представлена вільною водою, а інша – так званою зв'язаною водою. Кількісний вміст води в продукті, а також співвідношення вільної і зв'язаної води відіграють важливу роль у структуроутворенні і стабілізації системи. Важливою властивістю білків харчових продуктів є їхня гідратація, або здатність зв'язувати воду. Відомо, що вологоутримуюча здатність значною мірою визначає органолептичні властивості багатьох харчових продуктів і тісно корелює з пружністю, соковитістю, ніжністю готових продуктів [169, 170].

При замішуванні тіста напівфабрикату збивного борошняного частки борошна, набухаючи, починають швидко вбирати воду. Злипання набряклих часток борошна в суцільну масу, яке відбувається в результаті механічної дії мішалки при замішуванні і забезпечує утворення тіста. Провідна роль в утворенні тіста з властивими йому властивостями пружності, пластичності і в'язкості належить білковим речовинам борошна. Нерозчинні у воді білкові речовини борошна (гліадин і глютенін), що утворюють клейковину, зв'язують у тісті воду не тільки адсорбційно, але й осмотично. Осмотичне набухання відбувається в результаті дифузії молекул води всередину клітин молекули білка. Осмотичне зв'язування води в основному й викликає набухання білків. Білки клейковини здатні набухати в холодній воді і утримувати воду в кількості, приблизно в 2-2,5 рази більшій за свою масу. Набряклі білкові речовини при замісі утворюють в тісті губчастий «каркас», який в значній мірі обумовлює специфічні фізичні властивості тіста - його розтяжність і пружність. Цей білковий структурний каркас часто називають клейковинним [160, 170, 181].

Взаємодія білкових речовин борошна з водою складається з двох основних стадій, тісно пов'язаних між собою. Перша стадія набухання полягає в адсорбційному зв'язуванні води з утворенням навколо часток борошна водних оболонки. При цьому взаємодія води з гідрофільними групами відбувається не тільки на поверхні часток борошна, але й усередині них. Перша стадія набрякання є екзотермічним процесом (з виділенням тепла) і не супроводжується значним збільшенням обсягу часток, тому що кількість води, зв'язаної таким чином невелика і складає близько 30%. Друга стадія являє собою так зване осмотичне набухання, що відбувається в результаті дифузії молекул води всередину часток борошна. Друга стадія набрякання протікає без виділення теплоти, але зі значним збільшенням обсягу міцел білка, тому що кількість води, зв'язана білками таким чином, становить понад 200%. Більшість білків, в тому числі білки клейковини, не однорідні і являють собою комплекс різних фракцій з різною молекулярною масою і різною водопоглинальною здатністю [140, 169, 170].

У технологічному процесі виробництва напівфабрикату збивного борошняного вода є активним учасником багатьох реакцій (гідроліз, гідратація, набрякання білків, збивання та ін). Вільна волога забезпечує розчинення інгредієнтів сухої суміші і формування збитої піноподібної структури желатино-цукрового розчину, а зв'язана вода обумовлює стабільність і термостійкість модельної системи [140, 169, 170].

Виходячи з досвіду виготовлення напівфабрикату збивного борошняного за традиційними технологіями, підвищення частки зв'язаної вологи в збитому структурованому тісті, підготовленому до випікання, здійснювалось регулюванням вмісту цукрової пудри в рецептурі для підвищення відсотку сухих речовин [140, 169, 170].

Під час зберігання тіста напівфабрикату збивного борошняного за температури -36°C відбувається перерозподіл зв'язаної і вільної вологи. Вільна вода виморожується і, внаслідок переходу частини слабо зв'язаної води у вільний стан, система набуває нового рівноважного стану.

Відомо, що молекули полісахаридів являють собою згорнуті в клубок ланцюги, які у разі потрапляння у воду або в середовище, що містить вільну вологу, розкручуються, тим самим обмежуючи рухливість молекул води. Таким чином, присутність полісахаридів у розчині призводить до збільшення його в'язкості, а це впливає на структуру криги та перешкоджає переміщенню вимороженої води [182-185].

Введення желатину, ксантану і ферменту трансглютаміназа в рецептуру напівфабрикату дозволяє зв'язати та іммобілізувати велику кількість води, що дає можливість регулювати в'язкість системи, текстуру, зменшити поверхневий натяг, сформувати структуровані шари на поверхні розділу фаз і забезпечити стабілізацію білково-вуглеводного комплексу в умовах значного зниження температури.

Дослідження вологоутримувальної здатності тіста напівфабрикату збивного борошняного упакованого в пергамент (рис. 4.6) здійснювали за зберігання при температурі -36°C протягом 8 місяців. Метою даних досліджень було встановлення раціональної тривалості зберігання тіста напівфабрикату до моменту випічки.

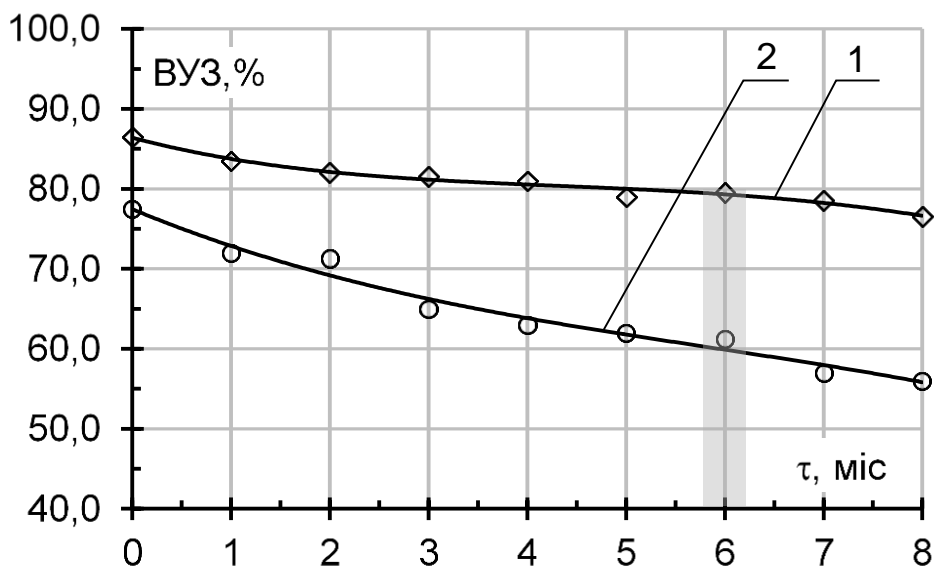


Рис.4.6. Динаміка вологоутримувальної здатності тіста напівфабрикату збивного борошняного протягом зберігання: 1- з желатином 3,0%, ксантаном 0,2%, ферментом ТГ 0,09% (після інактивації); 2- контрольний зразок

Експериментально доведено (рис.4.6), що за температури $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ раціональною тривалістю зберігання тіста напівфабрикату збивного борошняного є 6 місяців. Використання гідроколоїдів желатину, ксантану і ферменту трансглютаміназа в рецептурі напівфабрикату забезпечує ВУЗ системи в межах $80,0\pm 5,0\%$, що на 20% вище ніж у контрольного зразка.

Встановлено, що взаємодією желатину концентрацією $3,0\pm 0,5\%$ із ксантаном концентрацією $0,2\pm 0,05$ за каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в концентрацію $0,09\%$ забезпечується здатність білкових речовин тіста напівфабрикату збивного борошняного утримувати вологу в межах $80,0\pm 5,0\%$, протягом 6 місяців.

Тобто можна спрогнозувати зниження кількісних втрат готового продукту під час випікання напівфабрикату збивного борошняного за використання ксантану і ферменту трансглютаміназа в поєднанні з желатином в якості піноутворюючого інгредієнту.

Отже, за результатами досліджень вологоутримувальної здатності тіста (рис.4.6) напівфабрикату збивного борошняного в упакованому вигляді можна зберігати протягом 6 міс. за температури $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.3.3 Зміни мікробіологічних характеристик.

Заморожування є найбільш розповсюдженим способом зберігання харчових продуктів. При цьому необхідний ефект досягається не за рахунок утворення криги, а за рахунок впливу низьких температур [186-190].

Утворення криги у клітинних структурах тістової заготовки напівфабрикату борошняного збивного має два важливі наслідки. По-перше неводні компоненти концентруються в незамерзаючій фазі (незамерзаюча фаза зв'язаної води існує у харчових продуктах за будь-яких низьких температур зберігання). По-друге вся вільна вода збільшується у об'ємі на $\sim 9\%$, кристалізуючись і перетворюючись у кригу [186-190].

Проведені мікробіологічні дослідження тіста напівфабрикату збивного борошняного після зберігання за температури $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ наведені в табл. 4.10.

Результати мікробіологічних досліджень тіста напівфабрикату збивного борошняного після зберігання за температури -36 °С

Показник	Вимоги НД МБТ № 5061-89	Результати досліджень	
		свіжо- виготовле- не тісто	після зберігання 8 міс
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми КУО в 1 г продукту	Не більше 5×10^2	не виявлено	$0,8 \times 10^2$
Бактерії групи кишкової палички, в т. ч. поліморфні в 0,01 г продукту	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Коагулазопозитивні стафілококи в 0,01 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. бактерії сальмонела в 25г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Дріжджі КОЕ в 1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Плісняві гриби КОЕ в 1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено

Під час заморожування вільна вода переходить у кристалічний стан, що призводить до концентрування усіх неводних компонентів у зменшеній кількості незамерзаючої зв'язаної води. При цьому незамерзаюча фаза суттєво змінює рН, титровану кислотність, в'язкість, іонну силу, точку замерзання, поверхневий натяг та окисно-відновний потенціал. Тобто зв'язаний стан молекул води в сприяє уповільненню процесів мікробіологічного псування харчових продуктів [168].

Встановлено (табл. 4.10), що коліформні бактерії (БГКП) в тістовій заготовці напівфабрикату, яка зберігалася за температури – 36 °С протягом 6 місяців, були стабільно відсутні; патогенних мікроорганізмів, сальмонел, *staphylococcus aureus*, дріжджів і пліснявих грибів в досліджуваних зразках не виявлено.

Отже, за результатами мікробіологічних досліджень (табл. 4.10) напівфабрикату збивного борошняного в упакованому вигляді можна зберігати протягом 6 міс. за температури -36 °С.

4.4 Вивчення фізико-хімічних характеристик напівфабрикату збивного борошняного випеченого під час зберігання.

4.4.1 Дослідження процесу черствіння

Черствіння напівфабрикату збивного борошняного випеченого пов'язане з процесами зміни стану крохмалю та клейковини борошна. Під час випікання зерна крохмалю частково клейстеризуються, зв'язують вільну вологу тіста та воду, що виділяється внаслідок коагуляції білків. А крохмаль частково переходить із кристалічного стану в аморфний, зерна його набрякають і збільшуються в об'ємі. При зберіганні напівфабрикату збивного борошняного випеченого відбувається зворотний процес: клейстеризований крохмаль з аморфного стану частково переходить у кристалічний і відбувається його ретроградація [191, 192].

Під час випікання денатурована клейковина втрачає вологу, знижується її гідратаційна здатність, а це призводить до ущільнення структури. Оскільки в бісквітних напівфабрикатах клейковина утворює каркас із тонких плівок, в якому розміщені частково клейстеризовані зерна крохмалю, можна припустити, що втрата води білками спричиняє підвищенню жорсткості м'якушки. Тобто процес черствіння обумовлюється і ретроградацією крохмалю, і також трансформацією клейковинних білків [10, 191, 192].

Одним із раціональних способів забезпечення свіжості напівфабрикату збивного борошняного випеченого під час зберігання є використання інгредієнтів желатину і ксантану, які в поєднанні з ферментом трансглютаміназа мають широкий спектр технологічних властивостей і водночас сприяють поліпшенню споживних характеристик виробів, коригуванню поживної цінності, подовженню терміну зберігання.

Процес черствіння напівфабрикату збивного борошняного випеченого аналізували дослідженням ступеня усихання готових виробів під час зберігання (рис. 4.7). Зменшення цього показника підтверджує зростання ступеня зв'язування вільної вологи, що дозволяє збільшити термін зберігання готових виробів.

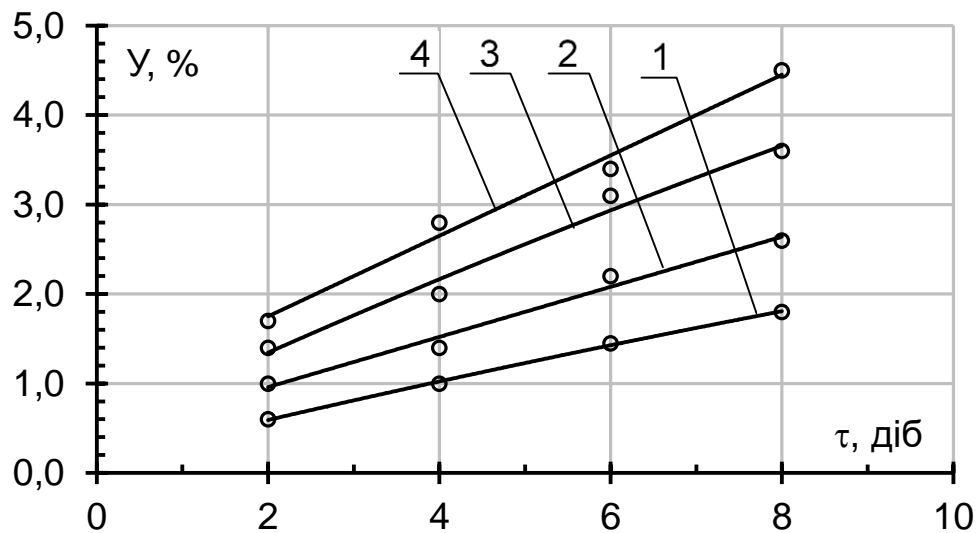


Рис. 4.7 Динаміка усихання напівфабрикату збивного борошняного випеченого за концентрації желатину 3,0%, ксантану 0, 2% з різним вмістом ферменту ТГ, %: 1- 0,05; 2- 0,07; 3- 0,09; 4 – контрольний зразок

Аналізом кривих (рис.4.7) встановлено зменшення ступеня усихання на 0,9% за зберігання протягом 2 діб та на 2,7% за зберігання протягом 8 діб відносно контрольного зразка готових виробів напівфабрикату збивного борошняного випеченого, які в рецептурі містять желатино-ксантановий комплекс за присутності ферменту трансглютаміназа межах 0,05...0,09%.

Отже, уповільнення черствіння напівфабрикату збивного борошняного випеченого пояснюється взаємодією гідролоїдів желатину і ксантану з ферментом трансглютаміназа, що перешкоджає випаровуванню вологи із набряклих зерен крохмалю, утворенням міжмолекулярних водневих зв'язків, які окутують молекули крохмалю й захищають готовий виріб від швидкого усихання.

4.4.2 Дослідження деформації м'якушки

Усихання напівфабрикату збивного борошняного випеченого під час зберігання сприяє також уповільненню швидкості зменшення показника деформації його м'якушки [10, 180]. Дослідження деформації м'якушки проводили через кожні 2 доби зберігання (рис.4.8).

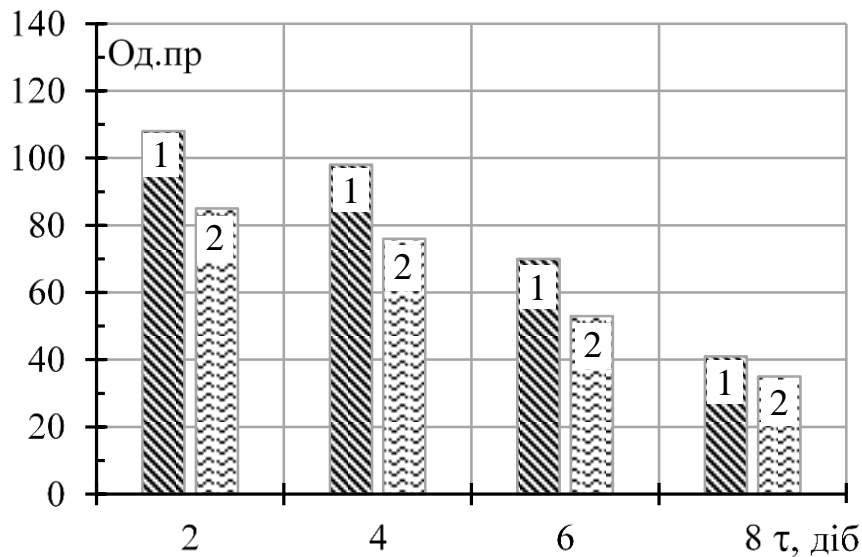


Рис. 4.8 Динаміка деформації м'якушки протягом зберігання напівфабрикату збивного борошняного випеченого - 1 (за вмісту: желатину 3,0%, ксантану 0, 2% ферменту ТГ, 0,09%); контрольного зразка - 2

Отриманими експериментальними даними підтверджено зниження цього показника і в досліджуваному зразку, і в контрольному. Однак кількісні значення зразка, що містить желатин і ксантан за присутності ферменту трансглютаміназа вищі, ніж у контрольного.

Встановлено, що значення деформації м'якушки зразка напівфабрикату збивного борошняного випеченого через 2 доби зберігання більше ніж у контрольного на 21,3 %, через 4 – на 22,4%, через 6 днів – на 24,3%, через 8 днів – на 14,6 %. Через 6 днів зберігання деформація м'якушки зразка напівфабрикату збивного борошняного випеченого зменшилася на 35,2% і склала 70 од. приладу, а контрольного зразка на 37, 6% і склала 53 од. приладу.

Отже, встановлено, що через 6 днів зберігання напівфабрикату збивного борошняного випеченого усихання відбувається повільніше на 2,4% ніж контрольного зразка вірогідно в наслідок зменшення кількості вільної води в готовому продукті. За раціональну тривалість зберігання приймаємо 6 днів. При подальшому зберіганні спостерігається швидке черствіння продукту, що підтверджується значним зменшенням деформації напівфабрикату збивного

борошняного випеченого і контрольного зразка. Різниця деформації м'якушки між зразками склала лише 14,6%.

4.4.3 Дослідження крихкості м'якушки

Крихкість напівфабрикату збивного борошняного випеченого характеризує його свіжість або ступінь черствіння [79, 80, 193, 194]. Дослідження крихкості м'якушки проводили через кожні 2 доби зберігання (рис. 4.9).

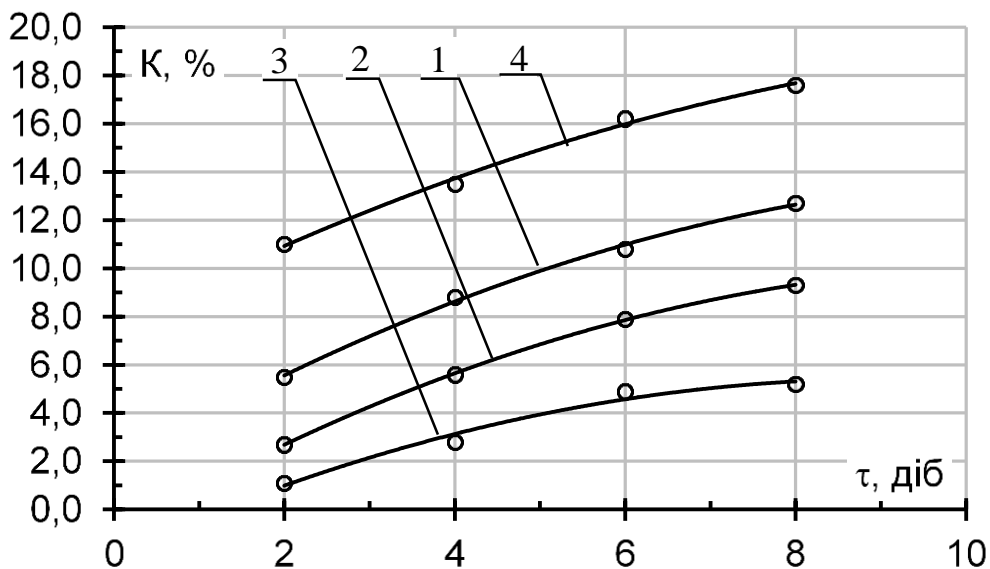


Рис. 4.9 Динаміка крихкості м'якушки напівфабрикату збивного борошняного випеченого за концентрації желатину 3,0%, ксантану 0,2% з різним вмістом ферменту ТГ, %: 1- 0,05; 2- 0,07; 3- 0,09; 4 – контрольний зразок

Аналізом крихкості м'якушки напівфабрикату збивного борошняного випеченого (рис. 4.9), встановлено, що крихкість контрольного зразка та зразків напівфабрикату з різним вмістом ферменту ТГ протягом 8 діб зберігання збільшується. Однак, через 2 доби зберігання крихкість досліджуваних зразків була менша відносно контрольного за вмісту ферменту трансглютаміназа (%) відповідно 0,05 на 10%; - 0,07 на 24,5%; 0,09 на 59%. Через 8 діб зберігання крихкість досліджуваних зразків була менша від контрольного зразка відповідно на 30,7%; 52,8%; 72,2%.

Дослідженнями доведено, що під час зберігання напівфабрикату збивного борошняного випеченого протягом 8 діб деформація м'якушки зменшується, а крихкість збільшується. Усихання зразків напівфабрикату збивного борошняного випеченого відбувається повільніше, ніж у контрольного зразка.

Тобто, можна припустити, що крихкість зменшується внаслідок взаємодії гідроколоїдів, які забезпечують зв'язування вільної води.

4.5 Дослідження органолептичних показників якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого.

4.5.1 Дослідження пористості напівфабрикату збивного борошняного.

Відомо, що якість бісквітних напівфабрикатів визначають за об'ємом, пористістю, еластичністю м'якушки, вологістю, смаком, ароматом, кольором та станом скоринки [80, 81, 195, 196, 197]. Під час дослідження якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого, нами було приділено особливу увагу пористості, яка, перш за все, характеризує органолептичні, структурно-механічні та технологічні показники готових виробів. Значення загальної пористості напівфабрикату збивного борошняного ми приймали як кількісну характеристику пишності готового виробу, зважаючи на те, що збільшення цього показника, вказує на зростання об'єму виробу і зниження його твердості.

Для встановлення змін структурно-механічних властивостей досліджували пористість напівфабрикату збивного борошняного випеченого з різним вмістом ферменту трансглютаміназа (рис.4.10).

З аналізу графіків (рис.4.10) видно, що введення до рецептури ферменту трансглютаміназа в межах 0,05...0,09% підвищує пористість структури напівфабрикату збивного борошняного випеченого від 4 до 9%. Очевидно, утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна в наслідок каталітичного впливу трансглютаміназа, сприяє зменшенню ступеня поглинання вільної води клейковиною борошна [198], що забезпечує формування більш м'якої структури з тонкостінною пористістю та поліпшить смакові якості готового виробу і позитивно позначиться на сповільненні процесу черствіння готового виробу, а отже на збільшенні термінів

його зберігання зі збереженням напівфабрикату знаходиться в нормативних межах [199, 200].

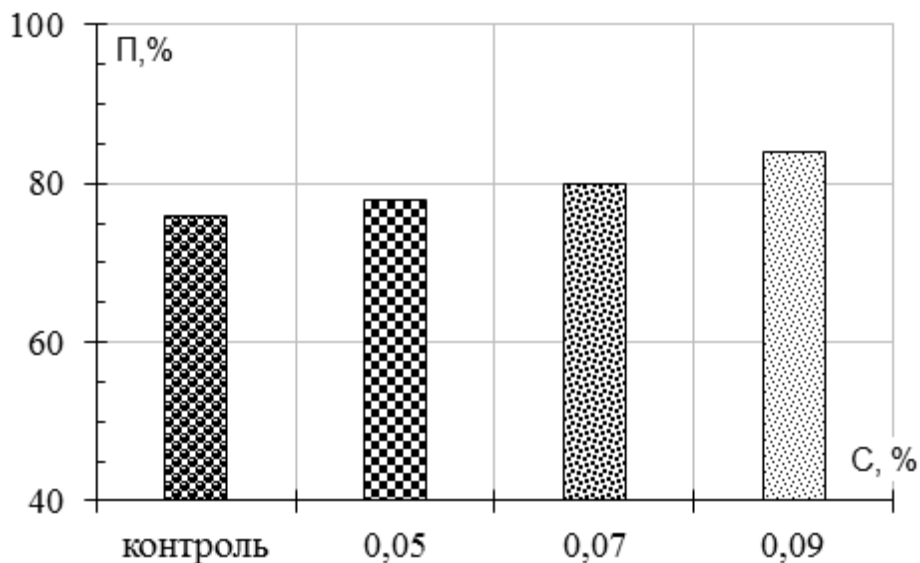


Рис. 4.10 Вплив ферменту трансглютаміназа на пористість структури напівфабрикату збивного борошняного випеченого за концентрації желатину 3,0%, ксантану 0, 2% з різним вмістом ферменту ТГ

Отже, за експериментальними даними всіх розглянутих зразків напівфабрикату збивного борошняного випеченого за концентрації желатину 3,0%, ксантану 0, 2% з різним вмістом ферменту ТГ пористість складає від 70% до 82%, що відповідає середнім і високим показникам даної продукції і вказує на добре пророблене тісто.

4.5.2 Визначення основних органолептичних показників якості.

Органолептичні властивості харчових продуктів оцінюються органами почуттів (смак, запах, консистенція, колір, зовнішній вигляд і т.д.). Органолептичний аналіз харчових і смакових продуктів проводиться за допомогою дегустацій, тобто досліджень, які здійснюються за допомогою органів почуттів фахівця – дегустатора без застосування вимірювальних приладів [201].

Для визначення основних органолептичних показників якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого були проведені дослідження,

направлені на розробку кількісної шкали сенсорної оцінки готового продукту за 5–бальною системою з визначенням коефіцієнтів вагомості для показників якості продукту (табл.4.11) [202-205].

Таблиця 4.11

Розробка шкали сенсорної оцінки оцінки напівфабрикату збивного борошняного випеченого

Рівень якості, бал	Показники якості, коефіцієнт важливості				
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Вигляд на розрізі
	0,1	0,15	0,25	0,35	0,15
5	Поверхня чиста, рівна, без тріщин	Однорідний, натуральний, насичений, притаманний даному виду продукції	Приємний, чистий, виражений, відповідає назві, повільно вивільнюється	Натуральний, збалансований, виражений, чистий, відповідає назві, без стороннього присмаку	Рівномірна пористість, без порожнеч, відсутні сліди непромісу, збереження форми
4	Поверхня рівна, без тріщин	Однорідний, натуральний, притаманний даному виду продукції	Натуральний, чистий, відповідає назві, але швидко вивільнюється	Натуральний, виражений, чистий, відповідає назві, без стороннього присмаку	Рівномірна пористість, збереження форми
3	Поверхня рівна, з невеликими тріщинами	Натуральний, притаманний даному виду продукції	Натуральний, невиражений, швидко вивільнюється	Натуральний, невиражений, відповідає назві, без стороннього присмаку	Рівномірна пористість, збереження форми, наявність слідів непромісу
2	Поверхня нерівна, з тріщинами	Натуральний, не виражений, притаманний даному виду продукції	Невиражений, дуже швидко вивільнюється	Невиражений, із післясмаком основних рецептурних інгредієнтів	Нерівномірна пористість, наявність порожнеч, непроміс
1	Поверхня нерівна, дірчаста з тріщинами	Натуральний, неоднорідний, з наявністю підгорілості	Різкий, не натуральний запах ароматизатора	З вираженим післясмаком основних рецептурних інгредієнтів, із стороннім присмаком	Нерівномірна пористість, наявність порожнеч, слабка пружність, значний непроміс

В ході органолептичних досліджень свіжовиготовленого напівфабрикату збивного борошняного випеченого встановлено, що у формуванні органолептичних показників даної продукції найбільш визначальними є однорідність і без тріщин поверхні, натуральність та однорідність кольору і без

підгорілої, рівномірність пористості і без порожнеч, збереження форми і відсутність непромісу, чистота, натуральність і збалансованість смаку, вираженість та швидкість вивільнення запаху і смаку.

Результатами сенсорного оцінювання підтверджено високі органолептичні властивості розробленого напівфабрикату борошняного збивного випеченого типу бісквіт (рис.4.11, 4.12), які узгоджуються з вимогами ДСТУ 8001:2015 [206].

Таблиця 4.12

Результати сенсорної оцінки напівфабрикату збивного борошняного випеченого

Найменування	№ дескриптора	Характеристика	Оцінка, бал	
			свіжо-виготовлений	після 6 діб зберігання
1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд	1	Однорідність	5,0	5,0
	2	Неоднорідність	0,9	0,9
	3	Рівна поверхня	1,5	0,5
	4	Нерівності на поверхні	4,0	4,0
	5	Тріщини на поверхні	0	0
Колір	1	Однорідний	4,0	4,0
	2	Натуральний	4,5	4,0
	3	Насичений	1,0	0,8
	4	Невиражений	3,5	3,0
	5	Неоднорідний, підгорілий	1,5	1,5
Запах	1	Чистий	5,0	5,0
	2	Натуральний	5,0	5,0
	3	Виражений	4,5	4,0
	4	Різкий	0,5	0,5
	5	Швидкість вивільнення	4,0	3,5
Смак	1	Натуральний	5,0	5,0
	2	Збалансований	5,0	4,5
	3	Виражений	4,5	4,0
	4	Чистий, відповідає назві	5,0	4,5
	5	Сторонній присмак	4,0	3,5
Вигляд на розрізі	1	Рівномірна пористість	4,5	4,0
	2	Збереження форми	5,0	5,0
	3	Пластичність	3,0	4,0
	4	Пружність	0,8	0,8
	5	Наявність порожнеч	2,0	1,5
	6	Нерівномірна пористість	0,5	0,5
	7	Сліди непромісу	0,5	0,8

Зважаючи на те, що розроблений напівфабрикат збивний борошняний випечений є новим продуктом на сучасному ринку харчових продуктів та враховуючи граничні відхилення у функціонуванні підсистем А, Б, В, Д (рис. 4.1) для забезпечення отримання продукту з однаковим рівнем якості, з урахуванням коефіцієнтів вагомості за допомогою експертів на основі шкали сенсорної оцінки нами було проведено сенсорний аналіз [201-206] загальної органолептичної оцінки напівфабрикату свіжовиготовленого та після зберігання 6 діб (табл.4.12).

На профілях органолептичної оцінки свіжовиготовленого (рис. 4.11) та після зберігання 6 діб (рис. 4.12) напівфабрикату збивного борошняного випеченого у вигляді фіксованої площі, візуально підкреслено значимість кожного показника у межах конкретної характеристики, а саме зовнішній вигляд, колір, запах, смак, вигляд на розрізі.

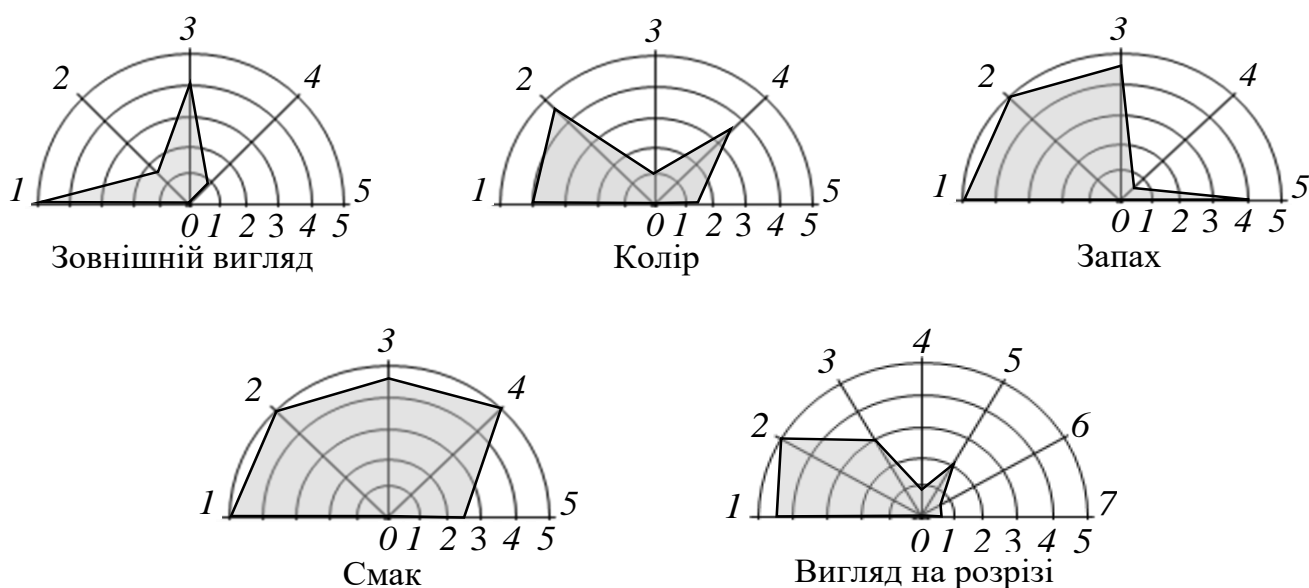


Рис.4.11– Профілі органолептичної оцінки свіжовиготовленого напівфабрикату збивного борошняного випеченого

Дослідження органолептичних показників напівфабрикату збивного борошняного випеченого у процесі зберігання за температури +2...6°C та вологості повітря, не більше 50% до 6 діб у споживчій тарі - боксах з картонних або полімерних матеріалів, закритих кришками (рис. 4.12) показали, що спостерігається незначні зміни вигляду на розрізі, зменшення інтенсивності і збільшення швидкості вивільнення запаху і смаку.

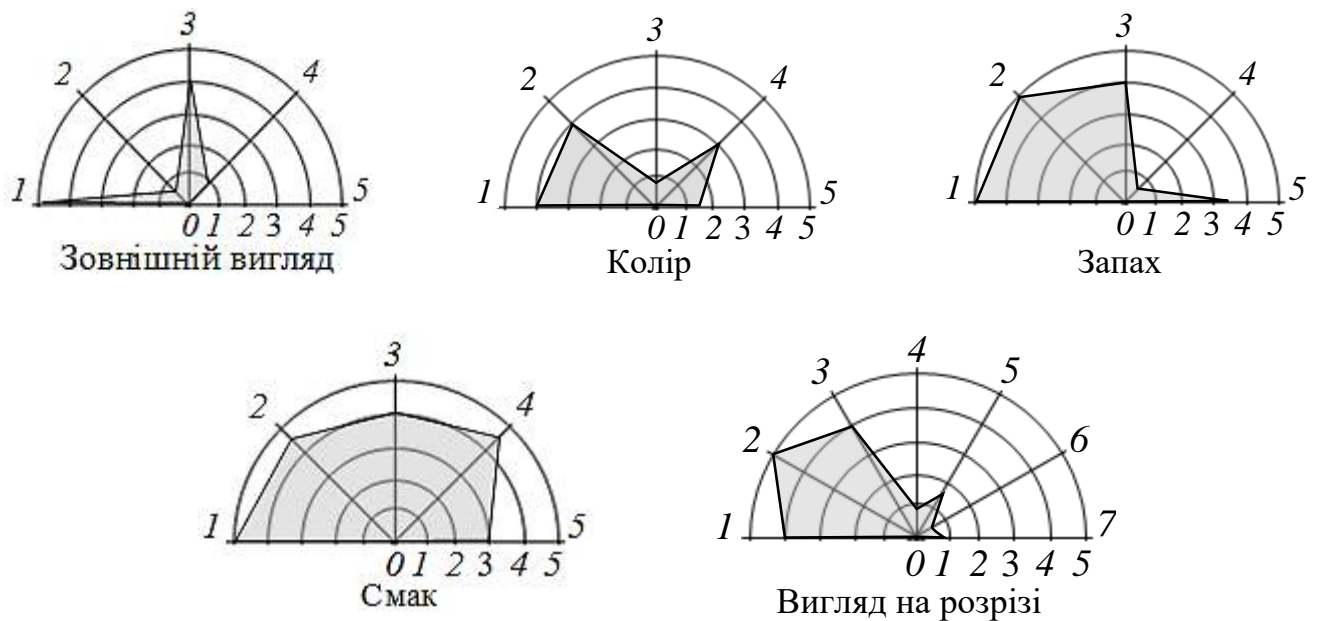


Рис.4.12– Профілі органолептичної оцінки напівфабрикату збивного борошняного випеченого після зберігання 6 діб

Зазвичай виробник і споживач прагнуть до оптимізації комплексного показника якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого з урахуванням реальних умов (обмежень) виробництва і споживання продукції. При цьому, виробник орієнтується на отримання більшого прибутку за мінімізації витрат, що може супроводжуватись зниженням рівня якості, а споживачу потрібен максимальний рівень якості за найменшої ціни [207]. Це впливає на коефіцієнти вагомості (табл.4.13) попередньо визначених одиничних показників якості k_i та на оцінку невизначеності c величини комплексного показника якості K_n , які відображаються думкою експертів. Експертами, залежно від конкретної ситуації, може бути група спеціалістів або представники зацікавлених сторін, зокрема, сам споживач. Процеси виготовлення харчової продукції мають супроводжуватись постійним контролем якості на всіх етапах технологічного циклу. Корисність функції системи якості заснована на зворотному зв'язку результатів контролю з відповідними впливами (технічними, технологічними, економічними та або організаційними) на процеси створення продукту.

Для перевірки адекватності впливу оптимальних концентрацій основних рецептурних компонентів [103, 104] кінетично стійкої піноподібної системи на кількісну залежність та форму зв'язку коефіцієнта якості від технологічних

чинників для визначення комплексного показника якості (рис.4.13) проводили експертну оцінку зразків напівфабрикату збивного борошняного випеченого в межах желатину – 2,0...5,0%; ксантан – 0,1...0,35%, ферменту трансглютаміназа –0,05...0,09% для забезпечення кінетично стійкої піноподібної системи та досліджували кінетику K_p в рамках двопараметричних моделей.

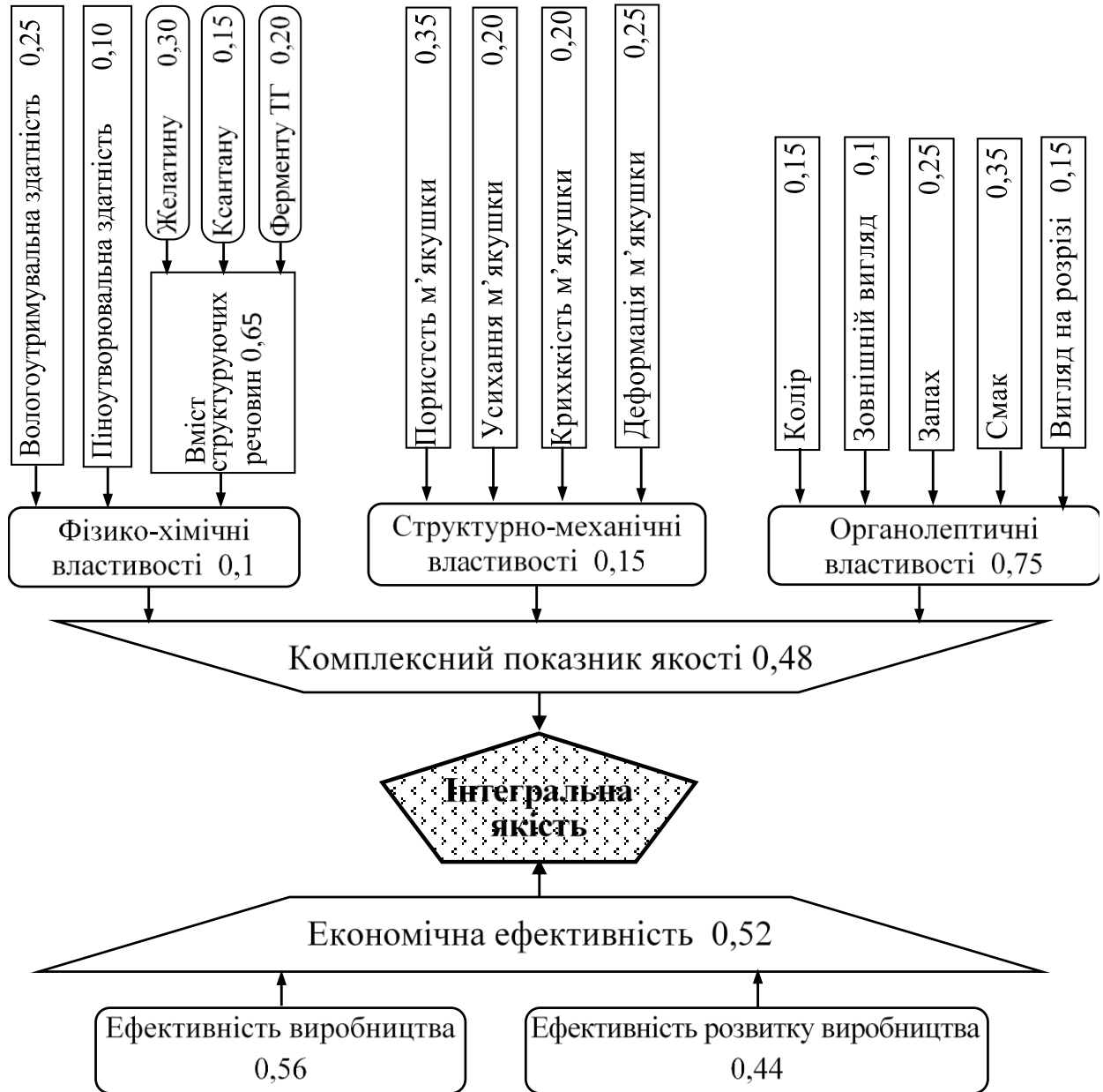


Рис. 4.13 Формування інтегрального показника якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого

Вплив технологічних чинників на якість напівфабрикату збивного борошняного випеченого оцінювали шляхом моделювання комплексного

коефіцієнта якості готового продукту (K_{II}), що було отримано експертним шляхом, при чому враховувалась узгодженість експертів. Коефіцієнт конкордації (кендела) вибирався не менше ніж 0,95. В разі слабкої узгодженості експертної оцінки кількість експертів збільшувалась [208-210]. Ми вважаємо, що K_{II} має один локальний екстремум в межах зміни технологічних чинників (желатин, фермент трансглютаміназа і ксантан).

Моделюванням [208-210] встановлено, що рівняння залежності $K_{II}(x)$ в рецептурі напівфабрикату збивного борошняного випеченого від вмісту: желатину (рівняння 4.1), камеді ксантану (рівняння 4.2) ферменту трансглютаміназа (рівняння 4.3) – мають вигляд полінома другого ступеня.

$$K_{II}(x) = 1,47 + 0,3916x_1 + 0,0775x_2 + 0,0875x_1 x_2 + 0,4680x_1^2 + 0,1412x_2^2 \quad (4.1)$$

$$K_{II}(x) = 1,47 + 0,3916x_1 - 0,3576x_1 x_3 + 0,4680x_1^2 - 0,1820x_3^2 \quad (4.2)$$

$$K_{II}(x) = 1,47 + 0,0775x_2 + 0,0825x_2 x_3 + 0,1412x_2^2 - 0,1820x_3^2 \quad (4.3)$$

Для визначення оптимальних значень вологоутримувальної здатності – одного з головних чинників формування якісної структури напівфабрикату збивного борошняного випеченого та впливу на нього вмісту желатину розраховували K_{II} та будували його залежність від вмісту желатину, ферменту трансглютаміназа і ксантану в рамках двопараметричних моделей: желатин-фермент ТГ; ксантан- фермент ТГ; желатин- ксантан.

Встановлено, що відносний коефіцієнт якості K_{II} має максимальне значення за вмісту желатину 3,0%, при цьому вологоутримувальна здатність (рис. 4.13) складає 85% що узгоджується з результатами моделювання комплексного показника якості напівфабрикату збивного борошняного випеченого.

Доведено, що K_{II} має максимальне значення за вмісту ферменту трансглютаміназа 0,09%, при цьому вологоутримувальна здатність складає 87% (рис. 4.13). Отриманий результат узгоджується з даними експертної оцінки щодо впливу ферменту ТГ на якість напівфабрикату збивного борошняного випеченого.

Визначено, що за вмісту ксантану 0,2%, відносний коефіцієнт якості K_p має максимальне значення, при цьому вологоутримувальна здатність складає 78,5% (рис.4.14). Отриманий результат узгоджується з даними експертної оцінки щодо впливу ксантану на якісні характеристики напівфабрикату збивного борошняного випеченого.

4.6 Розроблення рекомендацій з формування асортименту та використання напівфабрикату збивного борошняного випеченого у складі кондитерської продукції.

Поєднання желатину в композиції з ксантаном та ферментом ТГ в рецептурі напівфабрикату надало виробам рівномірної пористості, легкості та розпушеності, забезпечило збереження смакових властивостей протягом 6 діб зберігання. Напівфабрикат збивний борошняний випечений із заміною яєчних продуктів на желатин в якості піноутворювального інгредієнту є новим продуктом в існуючому асортиментному переліку традиційних продуктів типу бісквіт і може бути використаний в складі кондитерської кулінарної продукції: тістечок, рулетів, тортів, тощо. [8, 15, 94, 132].

Проведені дослідження харчової цінності, структурно-механічних, фізико-хімічних та якісних показників напівфабрикату збивного борошняного, (підрозділи 4.1...4.4) склали наукове підґрунтя для розробки рекомендацій з використання напівфабрикату у складі кондитерської продукції [211].

За результатами комплексу експериментальних досліджень та на підставі узагальнення технологічних характеристик встановлено, що напівфабрикат збивний борошняний, виготовлений із сухої суміші (ТУ У 15.5-01566330-190:2006) може використовуватися як харчовий продукт для виробництва кулінарної продукції, зокрема тістечок, тортів і рулетів (рис. 4.14, 4.15, 4.16).

Під час технологічних досліджень та випробувань розроблено рецептурний склад, технологію виробництва та асортимент кондитерських виробів – тістечок, тортів і рулетів та затверджені в установленому порядку технологічні картки, що наведені в додатках (додатки Е1, Е2, Е3) [211].

Тістечко «Вишневе» – легкий і надзвичайно повітряний десерт. Це кондитерський виріб, який складається з кількох листів напівфабрикату збитого борошняного випеченого з прошарками крему між листами (рис. 4.14). Зверху тістечко прикрашають візерунками з крему «Вершкового» та фруктів (плоди вишні) (рис. 4.14).

Також для прошарків між листами тістечка використовують крем масляний, масляно-заварний, масляно-шоколадний, йогуртовий крем, білковий крем, вершковий. Для оздоблення використовують цукати, фрукти (плоди малини, суниці та ін.).

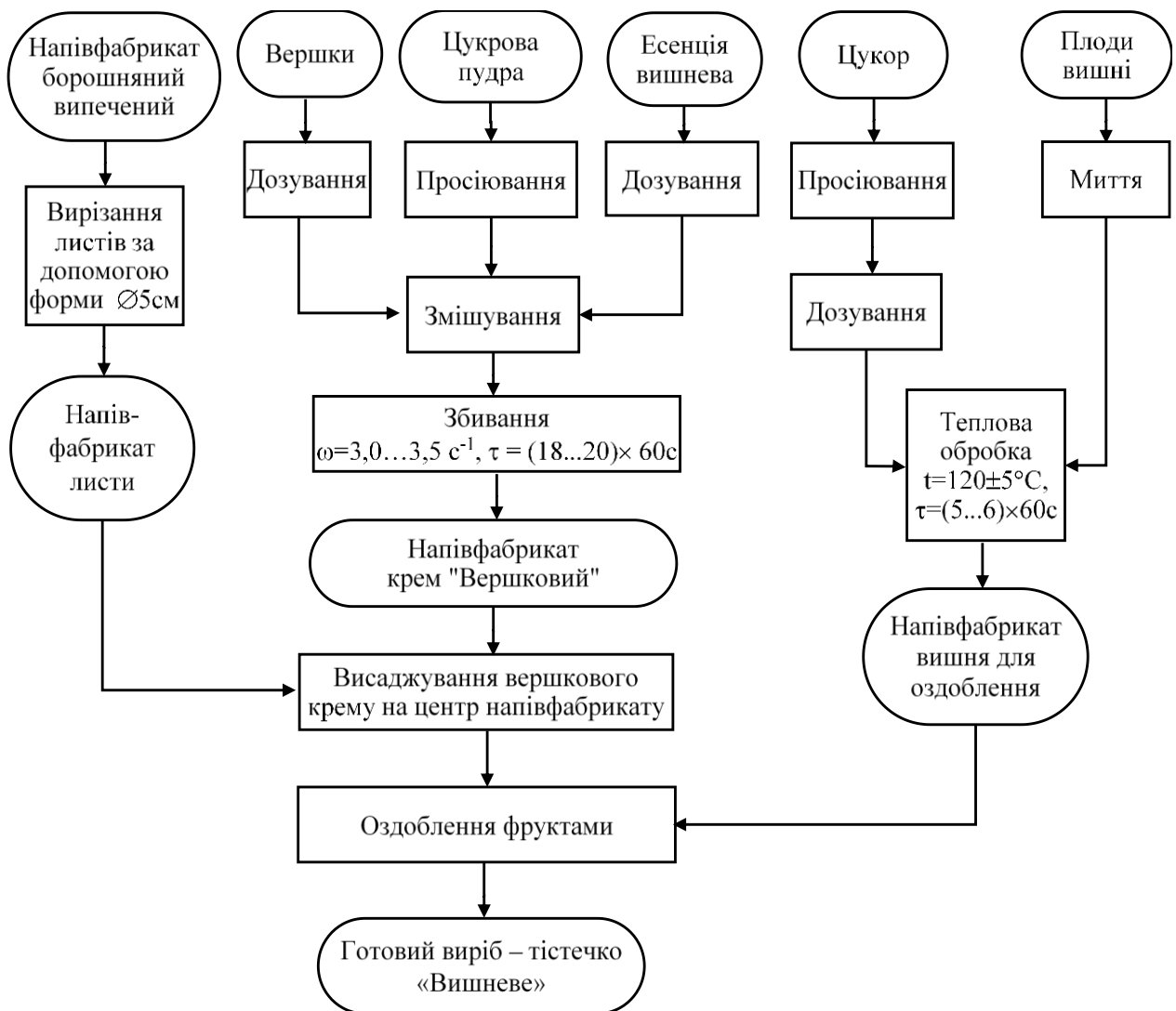


Рис.4.14 Технологічна схема виготовлення тістечка «Вишневе»

Торт «Шоколадне диво» – легкий і надзвичайно повітряний десерт. Це кондитерський виріб, який складається з декількох коржів напівфабрикату

збитого борошняного випечених з додаванням какао) з прошарками крему між коржами (рис. 4.14). Зверху торт прикрашають візерунками з крему та фруктів, або кондитерською присипкою (рис. 4.14).

Для прошарків між коржами використовують крем масляний, масляно-заварний, масляно-шоколадний, йогуртовий крем, білковий крем, вершковий,

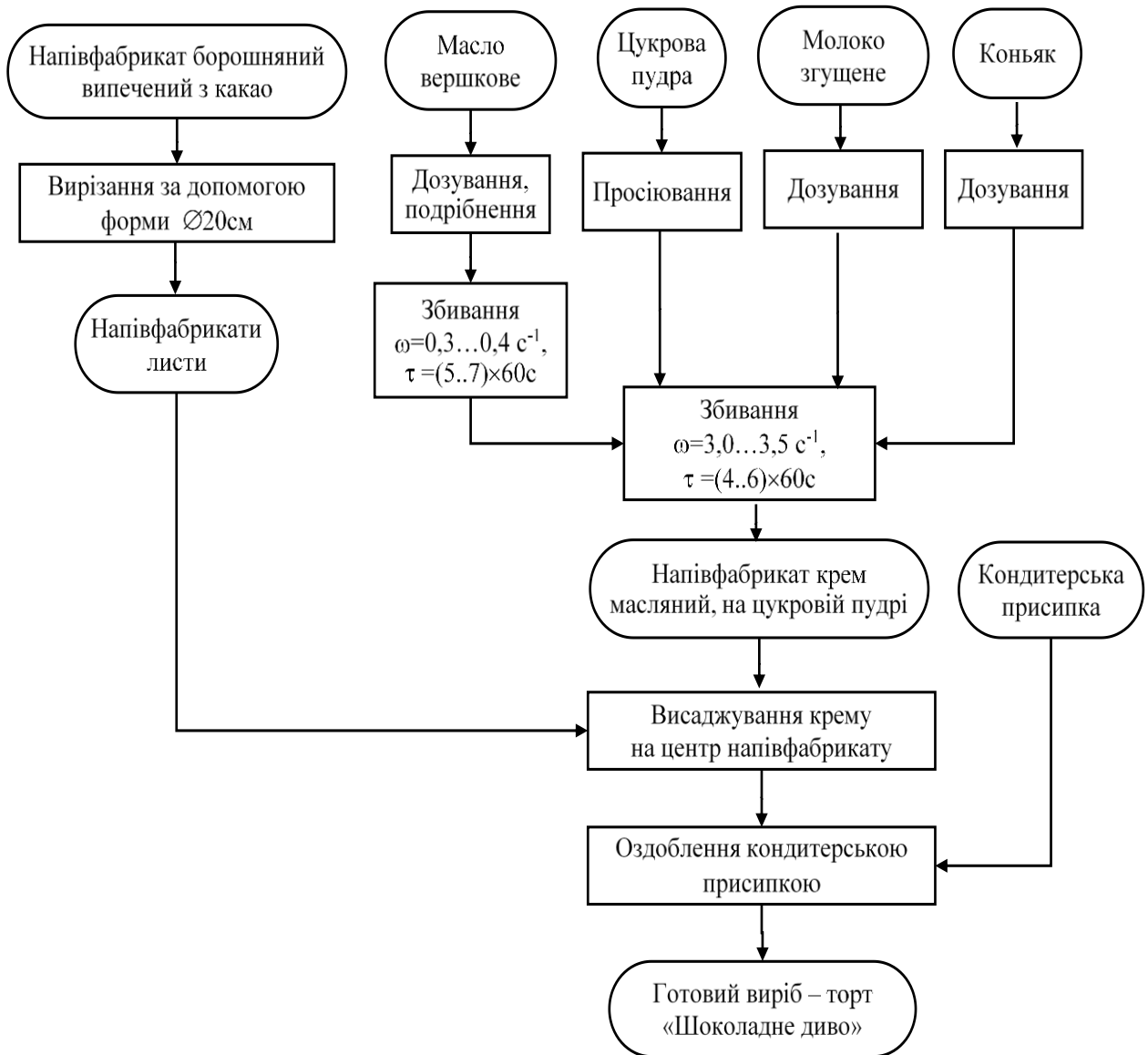


Рис.4.15 Технологічна схема виготовлення торта «Шоколадне диво»

Рулети являють собою згорнуті пласти випеченого напівфабрикату збитого борошняного, перешаровані різноманітною начинкою. Товщина шару випеченого напівфабрикату становить 6,0...9,0 мм. Для начинок використовують фруктову (джем, повидло, варення без кісточок, консервовані фрукти), а також

сирну, горіхову, медову, мигдальну, макову або шоколадно-кремову начинку (рис.4.16).

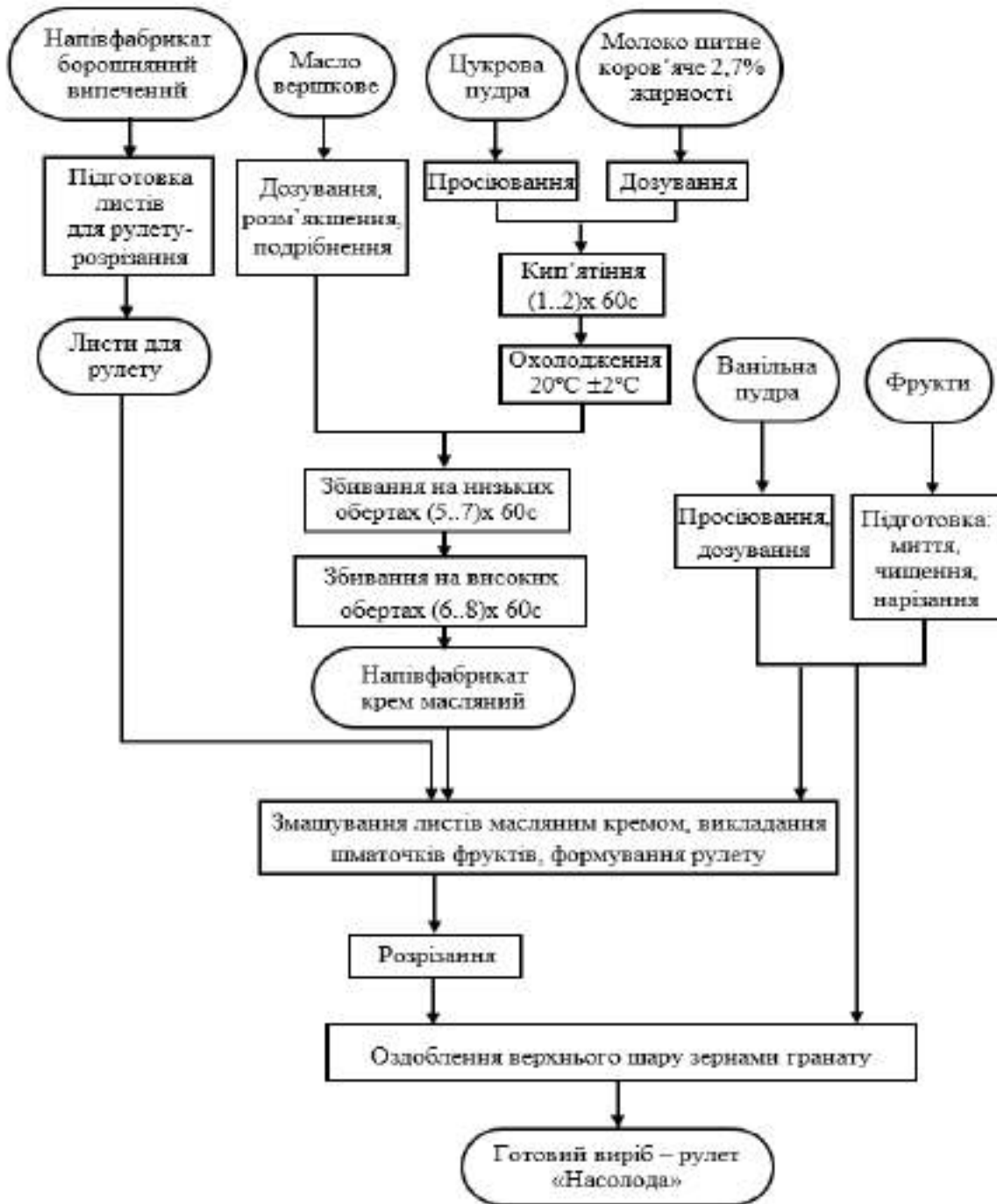


Рис.4.16 Технологічна схема виготовлення рулетів «Насолода»

Для обробки поверхні використовують шоколадну глазур, цукрову пудру. Рулети випускають штучними масою нетто не більше 500 г і ваговими. Асортимент рулетів різноманітний: рулет фруктовий ваговий, рулет шоколадний ваговий, рулет з варенням, рулет медовий з варенням, рулет з мигдальною

начинкою, рулет глазуrowаний шоколадною помадою, рулет з маковою начинкою, рулет глазуrowаний лимонною помадою та ін.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що використання напівфабрикату збивного борошняного може бути запропоноване закладам масового харчування у складі кулінарної продукції – кондитерських виробів: тістечках, тортах і рулетах з новими споживчими властивостями, дозволить розширити асортимент кондитерських виробів, підвищити ефективність роботи закладів ресторанного господарства за рахунок використання нової продукції функціонального призначення.

Висновки до розділу 4

1. Обґрунтовано спосіб виробництва напівфабрикату збивного борошняного випеченого з використанням науково обґрунтованого поєднання комплексу желатин-ксантан з ферментом трансглютаміназа. Розроблено рецептуру та технологічну схему напівфабрикату збивного борошняного випеченого, що буде вироблятися за удосконаленою технологією.

2. За результатами бального оцінювання зразків напівфабрикату збивного борошняного випеченого та профілограм якості встановлено, що розроблені вироби характеризуються вищими органолептичними показниками якості у порівнянні з контрольними зразками, а саме мають кращі об'єм, форму, стан поверхні та колір скоринки виробів, структуру пористості м'якушки, її еластичність та смакові властивості.

3. Органолептичними дослідженнями зразків напівфабрикату збивного борошняного випеченого встановлено, що утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу борошна в наслідок каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа в межах 0,05...0,09% в рецептурі, сприяє зменшенню ступеня поглинання вільної води клейковиною борошна і забезпечує формування більш м'якої структури з тонкостінною пористістю поліпшує смакові якості готового виробу і позитивно позначається на сповільненні процесу черствіння готового виробу.

4. Доведено кращу збереженість свіжості напівфабрикату збивного борошняного випеченого порівняно з контрольним зразком протягом 6 діб зберігання, що проявляється в зменшенні крихкості, ступеню деформації та ступеня усихання м'якушки.

5. Встановлено зменшення ступеню усихання м'якушки напівфабрикату збивного борошняного випеченого на 0,9% за зберігання протягом 2 діб та на 2,7% за зберігання протягом 8 діб, що пояснюється взаємодією гідроколоїдів желатину і ксантану з ферментом трансглютаміназа, який перешкоджає випаровуванню вологи із набряклих зерен крохмалю, ймовірно утворенням міжмолекулярних водневих зв'язків з білками клейковинного комплексу, що окутують молекули крохмалю й захищають готовий виріб від швидкого усихання.

6. На основі системного підходу в моделюванні структури напівфабрикату в межах розробленої технології узагальнено наукові принципи виробництва напівфабрикату борошняного збивного з використанням желатину в поєднанні з ксантаном в присутності ферменту трансглютаміназа, які полягають в утворенні стійкої збитої цукрово-желатинової основи напівфабрикату в наслідок каталітичної взаємодії ферменту ТГ з комплексом желатин-ксантан і сприяє суттєвому зменшенню втрат вологи під час випікання, імовірно, в наслідок підвищення ступеня зв'язаності груп –ОН з білками борошна, що зумовлює утворення міжмолекулярних водневих зв'язків із білками клейковинного комплексу.

7. Запропоновані в роботі технологічні рішення підтверджено трьома патентами на корисну модель. Удосконалену технологію напівфабрикату борошняного збивного випеченого апробовано в умовах виробництва харчових підприємств та закладів ресторанного господарства.

РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

5.1 Визначення соціально-економічного ефекту від впровадження нової технології

Як відомо розвиток економіки України, критично залежить від світових цін на сировину. Отже, країні потрібний розвиток інноваційних технологій харчової продукції, що зможе кардинально знизити вартість ресурсів і прискорити зростання продуктивності. Підвищення ціни на харчову сировину, що пов'язане із здорожчанням енергоносіїв спонукає виробників до пошуку альтернативних видів більш дешевої сировини, яка за функціонально-технологічними показниками відповідає сировині традиційних технологій, а на фоні загальної тенденції щодо підвищення вимог споживачів до якості харчових продуктів, удосконалення традиційних технологій стає необхідним і актуальним.

Перед науковцями постає проблема розробки нових технологій, що спрямовані на підвищення споживчої цінності продуктів харчування з одночасним зниженням вартості, розширенням асортименту та безпечністю споживання.

Крім того конкурентоздатність розробленої продукції повинна забезпечувати отримання необхідного прибутку для ефективного розвитку підприємства та успішного просування харчової продукції на споживчому ринку.

Тому необхідним і важливим етапом розробки інноваційної технології нової харчової продукції є розрахунок економічної ефективності її впровадження у виробництво.

Ефективність розробки напівфабрикату борошняного збивного складається з економічної й соціальної ефективності. З точки зору соціальної ефективності запропонований харчовий продукт має низку переваг перед продуктами – аналогами, які сьогодні представлені на споживчому ринку та виготовляються за традиційною рецептурою і технологією, оскільки дозволяє створити нову продукцію з підвищеними функціональними властивостями за доступною споживчою ціною.

За умов низької платіжоспроможності населення на етапі впровадження нових технологій на споживчий ринок політика низьких цін є, на наш погляд, єдиною можливістю забезпечення населення якісними харчовими продуктами і забезпечення ефективності господарювання виробництва [212].

Для оцінки конкурентоспроможності запропонованої продукції на споживчому ринку визначали очікувану ціну реалізації розробленого продукту. Для цього необхідно розрахувати собівартість і відпускну ціну нової продукції та порівняти її з відпускну ціною аналогу продукції - напівфабрикату безквітного. Розрахунок собівартості здійснювали на 100 кг продукції за такими статтями:

Стаття «Вартість сировини і матеріалів» визначається закупівельна вартість сировини і матеріалів розробленого продукту (табл. 5,1) та продукту-аналогу (табл. 5.2), витрачених для виробництва продукту, без ПДВ.

Таблиця 5.1

Рецептура напівфабрикату борошняного збивного на основі сухої суміші

№ п/п	Сировина	Загальні витрати сировини на 100 кг		
		Маса сировини, кг	Відпускну ціна за 1кг, грн	Вартість сировини у відпускну цінах, грн.
1	Цукрова пудра	59,8	18.90	1130,22
2	Желатин	4,3	89,00	382,5
3	Камедь ксантанова	0,29	91.50	26,39
4	Фермент трансглютаміназа	0,09	712,50	64,13
5	Ароматизатор	0,3	830,80	249,24
6	Борошно пшеничне вищого гатунку	62,0	8.50	425,0
	Всього	126,98	x	2381,38
	Вихід	100,00	x	

Стаття «Паливо та енергія на технологічні цілі». враховують ціну, палива та енергії витрачених під час виробництва продукту на технологічні та інші цілі. Витрати складають 1% від вартості сировини і матеріалів.

Стаття «Основна заробітна плата» розраховуються витрати з оплати праці виробничого персоналу в розмірі 2% від вартості сировини і матеріалів.

Таблиця 5.2

Рецептура напівфабрикату бісквітного

№ п/п	Сировина	Загальні витрати сировини на 100 кг		
		Маса сировини, кг	Відпускна ціна за 1кг, грн	Вартість сировини у відпускних цінах, грн.
1	Борошно пшеничне вищого гатунку	28,12	9.50	267,14
2	Крохмаль картопляний	6,94	32,40	224,86
3	Цукор пісок	34.71	12.30	426,93
4	Меланж	57,85	30,00	1735.50
5	Есенція	0.35	1700,00	595,00
Всього		127,96	х	3249,43
Вихід		100,00	х	

Стаття «Додаткова заробітна плата.» До цієї статті відносяться витрати на надбавки, доплати та премії, що нараховують за наднормову трудову діяльність, особливі трудові успіхи та умови праці, передбачені чинним законодавством у зв'язку з виконанням визначених виробничих завдань та функцій. Витрати складають 20% від основної заробітної платні.

Стаття «Відрахування на соціальне страхування» Вона включає відрахування до фонду сприяння зайнятості населення та обов'язкове медичне страхування, що в цілому складають витрати на державне соціальне страхування. Прийнято в розмірі 22% від фонду заробітної платні.

Стаття « Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва». Витрати складають 0,1% від вартості сировини та матеріалів.

Стаття «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання». Ураховуються витрати на поточний ремонт, технічне обслуговування обладнання в розмірі 15% від вартості сировини і матеріалів.

Стаття «Загальновиробничі витрати». Вони складають 140% від витрат на оплату праці.

Стаття «Загальногосподарські витрати». Вони нараховуються як 2% від витрат на оплату праці.

Стаття «Втрати внаслідок технічно неминучого браку» враховуються витрати на вартість остаточно забракованої з технічних причин продукції, що складають 0,5% від вартості сировини та матеріалів.

Стаття «Інші виробничі витрати». відносяться витрати не враховані вище наведеними статтями, і ті, що зосереджені на орієнтації та обслуговуванні підприємства (1,2% від виробничої собівартості).

Стаття «Позавиробничі (комерційні) витрати» пов'язані з вартістю вантажно-розвантажувальних робіт, підготовкою товару до продажу. Їх розмір складає 1% від виробничої собівартості продукції.

З огляду на зазначене вище основним критерієм оцінки економічної ефективності для виробника є прибуток підприємства, тобто рентабельність від упровадження у виробництво розробленої продукції. Таким чином, нормативна рентабельність складає 20% від повної собівартості, при цьому, ПДВ нараховується в розмірі 18 % від оптової ціни підприємства (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Розрахунок вартості сировини та матеріалів паст закусочних на основі
кисломолочного сиру

Стаття витрат	Сума грн.	
	розроблений продукт	продукт-аналог
1	3	5
Сировина і матеріали	2381,38	3249,43
Паливо та енергія на технологічні цілі	238,14	324,94
Основна заробітна платня	476,28	649,89

1	3	5
Додаткова заробітна платня	190,51	259,96
Відрахування на соціальне страхування	146,69	200,17
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	357,21	487,41
Загальногосподарські витрати	13,34	18,20
Витрати внаслідок технічно неминучого браку	11,90	16,25
Витрати на підготовку та засвоєння виробництва	2,38	3,25
Загальновиробничі витрати	933,51	909,85
Разом виробничі витрати	4751,34	6119,39
Інші виробничі витрати	57,02	73,43
Позавиробничі витрати	47,51	61,19
Собівартість виробництва або виробнича собівартість, усього	4855,87	6254,01
Повна собівартість	5001,55	6441,63
Прибуток підприємства	1000,31	1288,33
Оптова ціна	6001,86	7729,96
ПДВ	1080,33	1391,39
Відпускна ціна 1000 кг	7082,19	9121,35
Відпускна ціна 1 кг	70,82	91,21
Відпускна ціна 0,1 кг	7,08	9,21

Наведені в таблиці 5.3 результати вказують на доцільність упровадження розробленої продукції. Доведено економічну ефективність розробленої продукції, розраховано собівартість та відпускну ціну. Розрахунком критеріїв економічної ефективності під час виробництва продукції встановлено, що повна собівартість і оптова ціна за 100 кг відповідно складають, 5001,55 і 6001,86 грн, при цьому прибуток підприємства – 1000,31 грн., відпускна ціна за 1 кг розробленого продукту на споживчому ринку складає 70,82 грн., що на 20,39 грн. нижче продукта-аналогу.

5.2 Впровадження результатів наукових досліджень у практику

На підставі результатів наукової розробки нової продукції, проведені теоретичні та експериментальні дослідження були випробувані та реалізовані в приватній пекарні ФОП «Лютий». Технологію напівфабрикату борошняного збивного впроваджено у виробничих умовах ФОП «Лютий» (акт від 30.08.2020 р.),

у виробничих умовах «Хлібохарчокомбінату» Краснопільської райспоживспілки Сумської області (акт від 07.06.2019 р.), проведено дегустацію тістечка «SWEET NUTTY CAKE» на основі напівфабрикату збивного випеченого в рамках Міжнародного аграрного форуму «Територія євроінтеграції», дегустацію нової продукції – фірмового кондитерського виробу рулету «Насолода» в комбінаті громадського харчування Краснопільської райспоживспілки (акт від 01.02.2019 р), фірмового кондитерського виробу тістечко «Вишневе» в кафе «Вікторія» (акт від 15.01.2020 р), дегустацію фірмового кондитерського виробу «Шоколадне диво» в кафе «Парк-кафе» (акт від 07.02.2020 р) (додаток Д). Отримано три деклараційних патентів України на корисну модель: «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного» №145812, «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного із сухої суміші» №146747 та «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного замороженого» №145813. (додаток Ж).

Розроблено і затверджено технічні умови на суху суміш для виготовлення напівфабрикату збивного ТУ У 42987569-001:2019, зареєстровані 01.08.2019, рецептуру сухої суміші за ТУ У 42987569-001:2019 для виготовлення напівфабрикату збивного, затверджену 28.08.2019, технологічну інструкцію з виробництва сухої суміші напівфабрикату збивного (додаток А) та затверджено технологічні картки на виготовлення кондитерської продукції на основі напівфабрикату борошняного збивного: рулет «Насолода» (від 08.02.20), торт «Шоколадне диво» (від 07.03.20), тістечко «Вишневе» (від 21.02.20) (додаток Е).

Проведена науково-дослідна робота впроваджена у навчальний процес СНАУ в рамках держбюджетної теми № 10120U100888 “Теоретичні та практичні аспекти використання желатину у виробництві напівфабрикатів борошняних збивних” (акт від 03.09.2020 р.) (додаток Д₈) та випуск дослідно-промислової партії (акт від 07.06.2019 р.) (додаток Д₅) з впровадженням у виробничий процес в рамках госпдоговірної теми №1-9-3 від 01.09.20 (додаток І).

Результати впровадження технології напівфабрикату борошняного збивного у виробничих умовах і закладах ресторанного господарства наведено в табл.5.4

Таблиця 5.4

Результати впровадження технології напівфабрикату борошняного збивного у виробничих умовах і закладах ресторанного господарства

Найменування продукції	Нормативна технологічна документація, що регламентує виробництво	Назва організації, в якій здійснено впровадження	Реалізовано продукції,	Документ про впровадження	Апробація результатів дослідження
1	2	3	4	5	6
Суша суміш напівфабрикату збивного борошняного	Технічні умови ТУ У 42987569-001:2019 “ Суша суміш напівфабрикату збивного борошняного ”	Випробувальна лабораторія «Сумистандарт метрологія»	50 кг	Надання чинності Від 01.08.2019	Міжнародні, всеукраїнські, регіональні вузівські виставки, конференції, семінари, дегустаційні наради
	Технологічна інструкція до ТУ У 42987569-001:2019			Надання чинності Від 27.08.2019	
	Рецептура сухої суміші для виготовлення напівфабрикату збивного			Надання чинності Від 29.08.2019	
				Протокол випробувань №1085 від 13.08.2019р	
				Протокол випробувань №1401 від 27.08.2019р	

1	2	3	4	5	6
Напівфабрикат збивний борошняний, кондитерська продукція використанням напівфабрикату збивного борошняного		Міжнародний аграрний форум «Територія євроінтеграції» (м. Суми)	2 кг	акт від 16.09.2017 дегустації тістечка «Sweet nutty cake»	Міжнародні, всеукраїнські, регіональні вузівські виставки, конференції, семінари, дегустаційні наради
	Технічні умови ТУ У 42987569-001:2019 “ Суха суміш напівфабрикату збивного борошняного ”	Комбінат громадського харчування Краснопільської райспоживспілки Сумської області	5 кг	акт від 08.02.2019 дегустації рулету «Насолода»	
	Технологічна інструкція на виробництво сухої суміші для напівфабрикату збивного до ТУ У 42987569-001:2019	«Хлібохарчокомбінат» Краснопільської райспоживспілки Сумської області	35 кг	акт від 07.06.2019 про випуск дослідно промислової партії	
	Технологічні картки на кондитерські вироби	Кафе “Вікторія” м.Лебедин Сумської області	10 кг	акт від 115.01.2020р дегустації тістечка «Вишневе»	
		Кафе «Парк-кафе» (м. Суми)	5 кг	акт від 07.02.2020 дегустації торта «Шоколадне диво»	
		ФОП “Лютий” м.Суми	5 кг	акт від 30.08.20р про випуск дослідно-промислової партії	
		ФОП “Лютий” м.Суми	5 кг	акт від 30.08.20р. впровадження у виробництво	
		СНАУ		акт від 03.09.20р впровадження у навчальний процес	

Висновки до розділу 5

Проведено комплекс організаційно-технічних заходів із впровадження розробленої технології у виробництво закладів ресторанного господарства (табл.5.4).

Науково-дослідна робота в рамках госпдоговірної теми №1-9-3 від впроваджена у виробничий процес підприємства «Хлібохарчокомбінат» Краснопільської районної споживспілки Сумської області та у навчальний процес СНАУ в рамках держбюджетної теми № 10120U100888 “Теоретичні та практичні аспекти використання желатину у виробництві напівфабрикатів борошняних збивних ”.

Доведено економічну ефективність розробленої продукції, розраховано собівартість та роздрібну ціну. Підтверджено економічну ефективність розробленої продукції, із забезпеченням зниження повної собівартості на 22,4% і оптової ціни на 22,3% відносно продукта-аналогу та підвищення на 20% прибутку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі наведено теоретичні передумови, науково обґрунтовано та експериментально підтверджено технологічні принципи створення напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину як піноутворюючого компонента в поєднанні з ксантановою каміддю в якості додаткового структуроутворювача з додаванням ферменту трансклятаміназа як компонента, що забезпечує фіксацію структури збитої тістової маси.

1. На підставі аналізу та узагальнення науково-технічної інформації встановлено, що значний сировинний потенціал харчових продуктів залишається невикористаним. Застосування желатину в якості піноутворюючого компонента в технології кондитерської продукції типу бісквіт є актуальним і дає можливість зменшити кількість стадій технологічного процесу та його енергоємність, отримати напівфабрикат збивний борошняний з високими органолептичними характеристиками і харчовою цінністю.

2. Проведенням аналітичних та експериментальних досліджень, моделюванням структури, залежності процесу технологічної обробки від концентрації основних рецептурних компонентів із застосуванням системного підходу науково обґрунтовано і реалізовано рецептуру та технологію напівфабрикату збивного борошняного і рекомендації щодо його використання у складі кулінарної продукції.

3. Встановлено, що для забезпечення необхідних умов піноутворення концентрація желатину має бути в межах $3,0 \pm 0,5\%$, ксантану $0,2 \pm 0,05\%$ і введення ферменту ТГ концентрацією $0,09 \pm 0,01\%$ для модифікації желатину. Для отримання стабільної в часі пінної структури процес збивання цукрово-желатинової маси повинен відбуватися за температури $50,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$ зі швидкістю перемішування $(20,0 \pm 1,0) \times 60 \text{ c}^{-1}$.

4. Науково обґрунтовано концентрації основних рецептурних компонентів в межах: желатину – $3,0 \pm 0,5\%$, ксантану – $0,2 \pm 0,05\%$, ферменту трансклятаміназа – $0,09 \pm 0,01\%$ цукрової пудри – $27,7 \pm 0,5\%$ Доведено, що оптимальні умови технологічної обробки напівфабрикату збивного борошняного забезпечуються

температурою в межах $160\pm 5^{\circ}\text{C}$ та тривалістю обробки $28\pm 2\times 60$ с. Встановлено закономірності каталітичного впливу ферменту трансглютаміназа на взаємодію аміногруп лізину з γ -карбоксамідною групою пов'язаних пептидним зв'язком залишків глутаміну в системі цукрово-желатинового розчину в присутності ксантану.

5. Визначено основні фізико-хімічні показники та показники безпеки споживання нової продукції, її харчову та біологічну цінність. Встановлено що в основному напівфабрикат збивний борошняний містить приблизно $8,9\pm 0,3$ білка, $1,14\pm 0,1$ жиру, $24,2\pm 0,1$ вуглеводів і характеризується високою біологічною цінністю за амінокислотним складом, містить 33,50% незамінних амінокислот, мінеральних речовин, в тому числі кальцію $-18,0\pm 0,1\%$, фосфору $- 86,0\pm 0,1$ калію $- 122,1\pm 0,1\%$, магнію $- 16,0\pm 0,1\%$. Доведено, що термін зберігання тістової заготовки замороженої напівфабрикату збивного борошняного протягом 6 місяців за температури -36°C не погіршує органолептичні та фізико-хімічні показники готового продукту після випічки. Розроблено шкалу оцінки напівфабрикату збивного борошняного та сформовано інтегральний показник якості.

6. Запропонована нами рецептура напівфабрикату збивного борошняного в своєму складі не містить яєчних продуктів, характерних для даного типу продукції – бісквітів, крім того, додавання до рецептури ферменту трансглютаміназа дозволяє сформувати стійку білкову каркасну сітку в напівфабрикаті збивному борошняному, що дає можливість зберігати напівфабрикат у вигляді сухої суміші протягом тривалого часу.

7. В установленому порядку розроблено та затверджено пакет нормативної і технологічної документації напівфабрикату борошняного збивного випеченого та кулінарної продукції з його використанням. Розроблено та затверджено (Технічні умови на суху суміш для виготовлення напівфабрикату збивного борошняного ТУ У 42987569-001:2019), технологічну інструкцію з виготовлення сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного та технологічні картки

на виготовлення кулінарної продукції з використанням напівфабрикату збивного борошняного.

8. Проведено комплекс організаційно-технічних заходів із впровадження розробленої технології у виробничий процес харчового підприємства «Хлібохарчокомбінат» Краснопільської районної споживспілки Сумської області та у навчальний процес СНАУ.

9. Доведено економічну ефективність виробництва нової продукції, розраховано собівартість та спрогнозовано відпускну ціну напівфабрикату збивного борошняного випеченого, яка становить 70,82 грн. за 1 кг, що на 20,39 грн. нижче вартості продукта-аналогу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Любимые сладости: аналитический обзор рынка бисквитных изделий Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://proconsulting.ua/pressroom/lyubimye-sladosti-analiticheskij-obzor-rynka-biskvitnyh-izdelij-ukrainy>
2. Красина И. Б. Разработка технологии функционального бисквита с применением пищевых волокон./ И. Б. Красина, Т. С. Хандамова, Ю. Н. Ткачева // Харчова наука і технологія. – 2014.- №1(26) с. 8-12
3. Иоргачева Е. Г. Пенообразователи в технологии кондитерских изделий/ Л. В. Гордиенко, О. В. Макарова, С. М. Капетула // Харчова наука і технологія. 2014. – №1(26) С. 12-17
4. Гайдаенко Ж. Н. Применение сухих яичных продуктов при производстве кондитерских изделий / Ж. Н. Гайдаенко // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2004. – № 4. С. 10 – 11.
5. Горбань Н. Сухие яичные продукты в кондитерских изделиях / Н. Горбань // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2008. – №1. – С. 13 – 15.
6. Васькина И. А. Использование сухих яичных продуктов при производстве бисквитного полуфабриката / И. А. Васькина, В. В. Дубцов, Е. А. Гужевский // Кондитер, и хлебопек, пр-во. 2004.–№ 12.– С. 12 – 13.
7. Мельник Е.В. Разработка технологии мучных изделий профилактического назначения с использованием сухих яйцепродуктов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01. М., 2009. 27 с.
8. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення: Монографія /Рудавська Г.Б., Тищенко Є.В.,Притульська Н.В. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 371 с.
9. Сильчук, Т. Підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів в закладах ресторанного господарства / Т. Сильчук, А. Коваленко // Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного

бізнесу : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 29 – 30 жовтня. 2012 р. – К.: НУХТ, 2012. – С. 63-65.

10. Лісовська Т. О. Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого: Дис...канд. техн.наук. -Харків, 2018. -200 с.

11. Евелева В.В. Новая комплексная пищевая добавка для повышения качества и хранимостпособности мучных кондитерских изделий./ В.В. Евелева, Т.М.Черпалова // Материалы XII международной конференции «Кондитерские изделия XXI века» Москва, 25 – 27 февраля 2019 г. Международная промышленная академия. С.122-124.

12. Raja Mohd Hafidz, R.N., Yaakob, S.M., Amin, I., Noorfaizan, A. (2011), “Chemical and functional properties of bovine and porcine skin gelatin”, International Food Research Journal, Vol. 18, pp. 787-791.

13. A. E. Manbeck; C. G. Aldrich; S. Alavi; T. Zhou; R. A. Donadelli (2017) The effect of gelatin inclusion in high protein extruded pet food on kibble physical properties Animal Feed Science and Technology, Vol: 232, Page: 91-101. DOI10.1016/j.anifeedsci.2017.08.010.

14. Пілюгіна І.С. Технологія маршмеллоу з використанням солубілізованих речовин і рослинних добавок антоціанової природи. Автореферат дис... канд.техн. наук. Харків: ХДУХТ, 2018. – 23 с.

15. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий: для предприятий общественного питания / [авт.-сост. : А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко]. – К. : Арий ; М. : ИКТЦ «Лада», 2009. – 680 с.

16. Аймесон А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / А. Аймесон (ред.-сост.). – СПб. : ИД «Профессия», 2012. – 408 с.

17. Григоренко А. М. Технологія желейних і збивних напівфабрикатів на основі драглеутворювачів білково-полісахаридної природи та їх використання в кондитерських виробках : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Григоренко А. М. – Харків, 2013. – 389 с.

18. Филлипс Г. О. Справочник по гидроколлоидам / Г. О. Филлипс, П. А. Вильямс. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 536 с.
19. Raja Mohd Hafidz, R.N., Yaakob, C.M., Amin, I., Noorfaizan, A. (2011), “Chemical and functional properties of bovine and porcine skin gelatin”, *International Food Research Journal*, Vol. 18, pp. 787-791.
20. Nurul, A., Sarbon, N. (2015), “Effects of pH on functional, rheological and structural properties of eel (*Monopterus sp.*) skin gelatin compared to bovine gelatin”, *International Food Research Journal*, Vol. 22(2), pp. 572-583.
21. Huang, Tao, Tu, Zong-cai, Hui, Wang, et al. (2017), “Promotion of foam properties of egg white protein by subcritical water pre-treatment and fish scales gelatin”, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, Vol. 512, pp. 171-177.
22. Ветров В. М. Технологія молочно-білкових напівфабрикатів зі сколотин для виробництва структурованої десертної продукції : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / В. М. Ветров. – Донецьк, 2007. – 20 с.
23. Бадрук В. В. Раціональне використання цукрозамінників нового покоління при виробництві маршмелу спеціального призначення : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Бадрук В. В. – К., 2013. – 20 с.
24. Кияниця С. Г. Розробка раціональної технології цукерок з комбінованими корпусами, які формуються методом коекструзії : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / С. Г. Кияниця. – К., 2006. – 20 с.
25. Gansbiller, Moritz; Schmid, Jochen; Sieber, Volker (2019) In-depth rheological characterization of genetically modified xanthan-variants *Carbohydrate polymers*. Vol: 213, Page: 236-246. DOI:10.1016/j.carbpol.2019.02.055.
26. Hossein Habibi; Kianoush Khosravi-Darani (2017) Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, Vol: 10, Page: 130-140. DOI:10.1016/j.bcab.2017.02.013
27. C.-S. Wang, N.Virgilio, P. Wood-Adams, M.-C. Heuzey. (2017) A mechanism for the synergistic gelation properties of gelatin B and xanthan gum

aqueous mixtures. *Carbohydrate Polymers*, Vol: 175, Page: 484-492. 2017.
DOI:10.1016/j.carbpol.2017.08.015

28. Jimin Guo, Liming Ge, Xinying Li, Changdao Mu, Defu Li.(2014) Periodate oxidation of xanthan gum and its crosslinking effects on gelatin-based edible films. *Food Hydrocolloids*, Vol. 39, Pages 243-250.
DOI:10.1016/j.foodhyd.2014.01.026.

29. Jingwen Cai, Jie Hong Chiang, Marilyn Yi Pei Tan, Lin Kiat Saw, Mann Na Ngan-Loong (2016) Physicochemical properties of hydrothermally treated glutinous rice flour and xanthan gum mixture and its application in gluten-free noodles. *Journal of Food Engineering*, Volume 186, October 2016, Pages 1-9/
DOI:10.1016/j.jfoodeng.2016.03.033.

30. M. A. S. P. Nur Hazirah, M. I. N. Isa, N. M. Sarbon (2016) Effect of xanthan gum on the physical and mechanical properties of gelatin-carboxymethyl cellulose film blends. *Food Packaging and Shelf Life*, Volume 9, Pages 55-63.
DOI:10.1016/j.fpsl.2016.05.008.

31. Filiz Altay, Sundaram Gunasekaran (2013) Gelling properties of gelatin–xanthan gum systems with high levels of co-solutes. *Journal of Food Engineering*, Volume 118, Issue 3, Pages 289-295.
DOI:10.1016/j.jfoodeng.2013.04.018

32. Veljko Krstonošić; Maja Milanović; Ljubica Dokić (2019) Application of different techniques in the determination of xanthan gum-SDS and xanthan gum-Tween 80 interaction. *Food Hydrocolloids* Volume 87, Pages 108-118.
DOI:10.1016/j.foodhyd.2018.07.040

33. Ерасов В. С. Стабильность и реологические свойства водных многокомпонентных пен. Автореф. дис... канд.техн. наук. – М., 2019. – 26 с.

34. Mohsen Dabestani; Samira Yeganehzad (2019) Effect of Persian gum and Xanthan gum on Foaming Properties and Stability of Pasteurized Fresh Egg White Foam *Food Hydrocolloids* Volume 87, Pages 550-560.
DOI:10.1016/j.foodhyd.2018.08.030.

35. A. Noorlaila; H. Nor Hasanah; R. Asmeda; A. Yusoff (2018) The effects of xanthan gum and hydroxypropylmethylcellulose on physical properties of sponge cakes Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, DOI:10.1016/j.jssas.2018.08.001.

36. Agyare K. K. Emulsifying and foaming properties of transglutaminase-treated wheat gluten hydrolysate as influenced by pH, temperature and salt/ Kingsley K. Agyare, Kwaku Addo, Youling L. Xiong // Food Hydrocolloids. – 2009. – Vol. 23. – P.72–81.

37. Motoki M. Transglutaminase and its use in food processing/ M.Motoki, K.Seguro // Trends in Food Science and Technology. – 1998. –Vol. 9. –204–210 p.

38. Folk J. E. The ε-(γ-glutamyl) lysine cross-link and the catalytic role of transglutaminase / J. E. Folk, J. S. Finlayson // Advances in Protein Chemistry. – 1977. – Vol. 31. – P. 1–133.

39. Nonaka M. Polymerization of several proteins by Ca²⁺- independent transglutaminase derived from microorganisms/ M. Nonaka, H. Tanaka, A. Okiyama, M. Motoki, H. Ando, K. Umeda, A. Matsuura // Agricultural and Biological Chemistry. – 1989. –Vol. 53. – P. 2619–2623.

40. Min Yi Han. Microbial Transglutaminase Catalyzed the Cross-Linking of Myofibrillar/Soy Protein Isolate Mixtures [Электронный ресурс] Min Yi Han, Hai Zhen Zu, Xing Lian Xu, Guang Hong Zhou // Journal of Food Processing and Preservation (Impact Factor: 0.45). 09/2014; DOI: 10.1111/jfpp.12316 // Режим доступа: http://www.researchgate.net/publication/265172050_Microbial_Transglutaminase_Catalyzed_the_Cross-Linking_of_MyofibrillarSoy_Protein_Isolate_Mixtures/ – Загл. зэкрану

41. ACTIVA® Transglutaminase. Substrate Specificity (food proteins) [Электронный ресурс]/Ajinomoto. 2014.– Режим доступа: http://www.ajinomoto.de/cms/front_content.php?idcat=183

42. Koksel V. Effects of transglutaminase enzyme on fundamental rheological properties of sound and bug damaged wheat flour dough / V. Koksel, P. Sivri, D. Steffe // Cereal Chemistry. – 2001. – Vol. 78. – P. 26–30.

43. Kuraishi C. Transglutaminase: Its utilization in the food industry/ C. Kuraishi, K. Yamazaki, Y. Susa // *Food Rev. Int.* – 2001. – Vol.17. – P. 221–246.

44. Tailoring physical properties of transglutaminase-modified gelatin films by varying drying temperature / Fei Liu, Hamid Majeed, John Antoniou and oth. // *Food Hydrocolloids.* - 2016, Vol. 58, P. 20-28

45. Science and Technology for New Culinary Techniques / Jorge Ruiz , Julia Calvarro , José Sánchez del Pulgar and oth. // *Journal of Culinary Science & Technology.* – 2013, Vol. 11, Issue 1: Creativity and Innovation in Haute Cuisine, P. 66-79

46. Modification of gelatin functionality for culinary applications by using transglutaminase / Julia Calvarro Trinidad Perez-Palacios Jorge Ruiz // *International Journal of Gastronomy and Food Science.* – 2016, Vol. 5–6, P. 27-32.

47. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібо-булочних виробів : монографія / Н. Л. Лобачова. – Суми: СНАУ, 2015. – 214 с.

48. . Капрельянц Л. В. Структурування у розчинах желатину під дією ферменту трансглютамінази / Л. В. Капрельянц, Т. В. Шпирко, А. А. Зинов'єв, О. В. Шалигін // *Харчова наука і технологія.* – 2010. – № 4. – С. 29-31.

49. Shaabani S., Yarmand M. S., Kiani H., Emam-Djomeh Z. (2018). The effect of chickpea protein isolate in combination with transglutaminase and xanthan on the physical and rheological characteristics of gluten free muffins and batter based on millet flour. *Food Science and Technology*, 90, 362-372. DOI:10.1016/j.lwt.2017.12.023.

50. Cristina Marcoa, Cristina M. Rosell (2008) Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties. *Journal of Food Engineering*, Vol.84, Issue 1, Pages 132-139. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2007.05.003.

51. Шаніна О.М. Вологоутримувальна здатність борошняного тіста з додаванням ферменту трансглютаміназа. // О.М. Шаніна, Н.Л.Лобачова, В.О. Зверев. ОНАХТ. Наукові праці. 2014. Випуск 46. Том 1. – С.153–157.

52. Beck M., Jekle M., Selmair P. L., Koehler P., Becker T. (2011). Rheological properties and baking performance of rye dough as affected by

transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 54, Issue 1, 29-36. DOI:10.1016/j.jcs.2011.01.012.

53. Баль–Прилипко, Л. Эффективность катализа образования изопептидных связей препаратами трансглутаминазы / Л. Баль–Прилипко, А. Виннов, Б. Леонова, А. Гармаш, Р. Александров // *Продовольча індустрія АПК*. – 2014. – № 1. – С. 6-10.

54. Fei Liu, Hamid Majeed, John Antoniou, Yue Li, Fang Zhong (2016) Tailoring physical properties of transglutaminase-modified gelatin films by varying drying temperature. *Food Hydrocolloids*, Volume 58, Pages 20-28. DOI:10.1016/j.foodhyd.2016.01.026

55. Wang, C.-S., Virgilio, N., Wood-Adams, P., Heuzey, M.-C. (2017). A mechanism for the synergistic gelation properties of gelatin B and xanthan gum aqueous mixtures. *Carbohydrate Polymers*, 175, 484–492. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.08.015>

56. Altay, F., Gunasekaran, S. (2013). Gelling properties of gelatin–xanthan gum systems with high levels of co-solutes. *Journal of Food Engineering*, 118 (3), 289–295. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.04.018>

57. Liu, F., Majeed, H., Antoniou, J., Li, Y., Ma, Y., Yokoyama, W. et. al. (2016). Tailoring physical properties of transglutaminase-modified gelatin films by varying drying temperature. *Food Hydrocolloids*, 58, 20–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.01.026>

58. PĂTRAȘCU L., APRODU I., VASILEAN I., BANU I. (2017) Effect of transglutaminase and neutrase on the properties of protein enriched rice flour. *Animal Science*. Vol. LX,. P.291-299.

59. Nitcheu N., P. H. Effect of transglutaminase and cyclodextrinase on the rheological and shelf-life characteristics of oat bread. Thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Technology (Food Technology) Cape Peninsula University of Technology.– 2014, 184 p.

60. Шаніна О. М. Вплив ферменту трансглютаміназа на властивості білків борошна/ О. М. Шаніна, Н. Л. Лобачова, В. О. Зверев// Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 5/11 (71) 2014. С.28-33

61. Truong, V.-D. Cross-Linking and Rheological Changes of Whey Proteins Treated with Microbial Transglutaminase [Text] / V.-D. Truong, D. A. Clare, G. L. Catignani, H. E. Swaisgood // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2004. – Vol. 52, № 5. – P. 1170–1176. doi:10.1021/jf034397c.

62. Цукор білий. Технічні умови [Текст] ДСТУ 4623-2006 – Держспоживстандарт України К., 2006. –13 с

63. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». Держспоживстандарт України К., 2014

64. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. К., 1999. 9 с.

65. ДСТУ 1009:2005. Цукор ванільний Технічні умови. ДСТУ 1009:2005 – Держспоживстандарт України К., 2006. –12 с.

66. ДСТУ 4619: 2006 Вироби кондитерські. Правила приймання К., 2006. –12 с

67. ДСТУ 5059:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів. Держспоживстандарт України К., 2008. –14 с.

68. Бегеулов М. Хлебопекарные свойства пшеничной муки // Хлебопродукты. 2003. № 4. С. 22-23.

69. Дробот В.И., Сачук Н.И., Чагаров А.М. Улучшение качества муки со слабой клейковиной на мукомольных заводах // Хранение и переработка зерна. 2001. № 3(21). С. 49-51.

70. Концентрати харчові. Методи визначання органолептичних показників, готовності концентратів до вживання та оцінювання дисперсності суспензії. [Текст]: ДСТУ7662:2014 К., 2009. –13 с.

71. Концентрати харчові методи визначання вологи [Текст]: ДСТУ 8004:2015– К., 2015. –13 с.

72. Борошно пшеничне. Визначення вмісту сирії клейковини механічними засобами [Текст]: ДСТУ ISO 21415-2:2009 – К., 2009. –13 с.

73. ГОСТ 27560-87 Мука и отруби. Метод определения крупности. М.: Стандартиформ, 2007.

74. ГОСТ 27493-87 Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке. М.: Стандартиформ, 2007.

75. Вироби кондитерські. Методи визначання масових часток вологи та сухих речовин [Текст]: ДСТУ 4910:2008 – К., 2008. –13 с.

76. ДСТУ 8029:2015 Рыба и рыбные продукты. Методы определения влаги. К., 2015. –12 с.

77. Пенетромтр ПМДП для мясных и других продуктов. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.- М.: НИИ тепловых процессов, 1991.-11 с.

78. Пирогов А.Н. Исследование инвариантности метода внедрения конуса при определении предельного напряжения сдвига /А.Н.Пирогов, Д.В.Доля //Хранение и переработка сельхозсырья. - 2002. - №10. - С.17-19.

79. Лурье И. С., Скокан Л. Ю., Цитович А. П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: справочник. М. : Колосс, 2003. 416 с.

80. Дробот В. І., Арсеньева Л. Ю., Білик О. А. та ін. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посіб.; за ред. В. І. Дробот. Київ: Центр навч. літ-ри, 2006. 341 с.

81. Барабанова, Е. Н. и др. Справочник товароведа продовольственных товаров. – Москва.: Экономика, 2004. –319 с.

82. Рео–Вискозиметр по Хепплеру Техническое описание, способ употребления и возможности применения. – VEB MLW PRUFGERATE–WERK MEDINGEN/DRESDEN: 1983. - 22 с.

83. Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник. – М.: Колос, 2003. 416 с.

84. Перцевой Ф.В. Разработка технологии получения икры белковой красной: Дис...канд. тех. наук. М.: 1983, 173 с.

85. Касьянова Н.О. Вплив стабілізаторів структури на перерозподіл форм зв'язку води в сметанних десертах/ Н.О. Касьянова, Т.А.Скорченко // Молочна пром-сть.- 2005. - №2(17). – С.34-36.

86. Остриков А.Н. Исследование гороха с белковой добавкой методом дифференциально-термического анализа / А.Н. Остриков, И.В. Кузнецова, В.Н. Василенко // Известия ВУЗОВ Пищевая технология. - №2. -2003.- С. 94-96

87. Остриков А.Н. Исследование форм связи влаги в топинамбуре методом дифференциально-термического анализа / А.Н.Остриков, И.В.Кузнецова, И.А.Зуев //Хранение и переработка сельхозсырья. - 2004. - №7. - С. 33-35.

88. Ефременко В.И. Изучение полисахаридных комплексов методом инфракрасной спектроскопии / В.И. Ефременко, Е.П. Ефимцева // Антибиотики. – 1969, № 3. – С. 470–477.

89. Patent 3263484 United States, МПК7 G 01 N 25/20. Differential microcalorimeter / E. S. Watson et al; заявитель и патентообладатель Perkin-Elmer, US.. - заявл. 04.04.1962; опубл. 021.08.1966. 4. Patent 4848921 United States, МПК7 G 01 N 25/00. Apparatus and method for power compensation in a differential scanning calorimeter / Wolfgang Kunze; заявитель и патентообладатель Bodenseewerk PerkinElmer & Co., GmbH. - заявл. 09.22.1986; опубл. 07.18.1989

90. Жарский, И. М. Планирование и организация эксперимента: учеб. пособие / И. М. Жарский, Б. А. Каледин, И. Ф. Кузьмицкий. — Минск: БГТУ, 2003. — 184 с.

91. Адлер Ю.П., Маркова Е.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1982. -284 с.

92. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем. / С.И. Пинчук / Учебное пособие. – Днепропетровск: Издательская организация "Дива", 2008. – с. 248.

93. ДСТУ 3946:2018 Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Настанови щодо розроблення і поставлення на виробництво нових та новітніх харчових продуктів. Держспоживстандарт України К., 2018. –14 с.

94. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания (2017). СПб.: Троицкий мост, 194.

95. Концентрати харчові. Методи визначання органолептичних показників, готовності концентратів до вживання та оцінювання дисперсності суспензії [Текст]: ДСТУ 7662:2014– К., 2014. –13 с

96. Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин [Текст]: ДСТУ 4683:2006 – К., 2006. –13 с

97. ДСТУ 7045:2009 Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників. Зі зміною та поправкою. [Текст]: ДСТУ 7045:2009 – К., 2009. –18 с

98. ДСТУ 5023:2008 Вироби кондитерські борошняні. Метод визначання здатності до намокання. [Текст]: ДСТУ 5023:2008 – К., 2008. –16 с

99. ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну. [Текст]: ДСТУ 7169:2010 – К., 2010. –18 с

100. Шеховцева Н.Н. Прибор для автоматического определения белка в молоке методом Къельдаля /Н.Н. Шеховцева, Н.И. Перрассе, А.Ю.Бер, и др.. // Молочная пром-сть. - 1982. -№5. - С.9 - 10.

101. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирого клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT).

102. Сорочан О. О. Методи аналізу амінокислот : навч.-метод. посіб. / О. О. Сорочан, Н. І. Штеменко. – Д. : РВВ ДНУ, 2005. – 60 с.

103. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / (Под ред. проф., д-ра техн. наук Н.М. Скурихина и проф. д-ра мед. наук Волгарева М.Н. -2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. – 360с.

104. Покровский, А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания [Текст] / Покровский А.А. // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25-29.

105. Липатов Н.Н. Усовершенствованный прибор и методика для определения переваримости белков *in vitro* [Текст] / Липатов Н.Н., Юдина С.Б., Лисицин А.Б. // Вопросы питания. – 1994. – № 4 – С. 43-44.

106. Чернова Е.В. Новый метод оценки биологической ценности белков кулинарно обработанных круп [Текст] / Чернова Е.В. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 1 – С. 11-13.

107. ДСТУ 7617:2014. Продукти харчові. Метод визначення засвоюваності білка. – [Чинний від 2015–07–01]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 8 с.

108. Шталь Е. Х. Хроматография в тонких слоях. - М.: Мир, 1985. - 508 с.

109. Bligh E.J., Dyer W.I. A rapid method of total lipid extraction and purification. // Canadian journal of biochemistry and physiology. - 1959.- V.37. - № 8. -P.911-917.

110. Скурихин И. М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. Москва, 1998. 380 с.

111. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 12 с.

112. ДСТУ 30518-97 Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – Минск: Міждержавний технічний комітет зі стандартизації МТК 93 «Продукти переробки плодів і овочів», 2001. – 5 с

113. ДСТУ EN 12824-2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, ІОТ). Держспоживстандарт України К., 2005. –12 с.

114. ДСТУ ISO 7954:2006. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови з підрахунку дріжджів і мікроскопічних грибів.

Техніка підрахування колоній, культивованих за температури 25°C (ISO 7954:1987 IDT). Держспоживстандарт України К., 2007. –10 с

115. Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів [Текст]: ДСТУ 8051:2015 – К., 2015 –10 с

116. Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів [Текст]: ДСТУ 7963:2015 – К., 2015 –12 с

117. .Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів [Текст]: ДСТУ 8535:2015 – К., 2015 –13 с

118. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів [Текст]: ДСТУ 8446:2015 – К., 2015 –10 с

119. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів [Текст]: ДСТУ 8447:2015 – К., 2015 –13 с

120. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення Salmonella [Текст]: ДСТУ EN 12824:2004 – К., 2004 –12 с

121. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида Escherichia coli (ГОСТ 30726-2001, IDT) [Текст]: ДСТУ ГОСТ 30726-2002 – К., 2002 –11 с

122. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій) [Текст]: ДСТУ ГОСТ 30518-97 – К., 2001 –13 с

123. МР 4.4.4-108-2004. Методичні рекомендації. Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки. К., 2004 –22 с.

124. ГОСТ 30178-96 Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. К., 2002 –12 с.

125. Методичні вказівки. Визначення вмісту ртуті в об'єктах виробничого, навколишнього середовища і біологічних матеріалах. Затверджені наказом МОЗ України 10.06.2005 №263.

126. Державні гігієнічні нормативи. "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs 137 і Sr 90 у продуктах харчування та питній воді" Затверджені наказом МОЗ України 03.05.2006 № 256.

127. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. Затверджені наказом Постановою Головного державного санітарного лікаря України 20.09.2001 №137.

128. Комаров В.И. Методические основы повышения эффективности производства / В.И. Комаров, С.П. Андреев // Пищевая пром-сть. - 2001. -№7.- С. 24-25.

129. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке /Н. Джонсон, Ф. Лион / Пер. с англ. - М.: Мир, 1981. – 520 с

130. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 688 с.

131. Умнов А.Е. Методы математического моделирования: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2012. 295 с

132. Стабников, В.Н. Общая технология пищевых продуктов / В. Н. Стабников, Н.В. Остапчук. – К. : [б. и.], 1980. – 303 с.

133. Остапчук, Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств / Н.В. Остапчук. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Выща шк., 1991. – 366 с.

134. Использование гидроколлоидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alma-veko.com.ua/content/ispolzovanie-gidrokolloidov>

135. Williams, P.A., Phillips, G.O. (2009), "Introduction to food hydrocolloids", Handbook of hydrocolloids. Second edition, Woodhead Publishing Limited, p. 12.

136. Sworn, G. (2009), "Xanthan gum", Handbook of hydrocolloids. Second edition, Woodhead Publishing Limited, pp. 187-202.

137. Віннікова Л. Г. Дослідження реологічних властивостей комплексів гідроколоїдів в якості плівкоутворюючих покриттів/ Л. Г. Віннікова, А. В. Кишеня, К. В.Пронькіна //Технологический аудит и резервы производства — № 4/4(30), 2016. –С.52-56.
138. Бахмач В.О. Дослідження реологічних властивостей водних розчинів камеді ксантану/В.О. Бахмач //Харчова промисловість № 17, 2015.– С.51-56.
139. Деркач С.Р. Реология пищевых эмульсий / С.Р. Деркач, К.В. Зотова // Вестник МГТУ. – 2012. – Т.15, №1. – С.84-95.
140. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / под ред. Л. И. Пучковой. СПб.: Профессия, 2003. 253 с
141. Шаніна О.М. Дослідження впливу трансглютаміназа та білкових добавок на вологоутримувальну здатність безглютенового борошняного тіста / О.М. Шаніна, Н.Л.Лобачова // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв, 2014. Вип. 152. С. 243—249.
142. Шаніна О.М. Поліпшення кулінарних достоїнств макаронних виробів із застосуванням ферменту трансглютаміназа /О.М.Шаніна, В.О.Зверев, А.Т.Теймурова // Наукові праці ОНАХТ, 2013. Вип. 44, Т. 1, – С. 184-188.
143. Transglutaminases. Multiple Functional Modifiers and Targets for New Drug Discovery / Kiyotaka Hitomi, Soichi Kojima, Laszlo Fesus // Springer Tokyo Heidelberg New York Dordrecht London, Springer Japan, 2015. – 392 P.
144. The technology of food products on the base of gelatinizers with qualitative modified functional properties: The monograph / F.V. Pertsevov [et al.]; edited by F.V. Pertsevov; Kharkiv State University of Food Technology and Trade.- КН.: KSUFT, 2012.- 285 p.
145. Миронов Д. А. Дослідження інфрачервоних спектрів екстрактів з плодів шипшини, обліпихи та калини / Д. А. Миронов // Восточно-Европейский журнал передових технологий. – 2014. № 2/12 (68). – С. 51-55.

146. Гасанова А. Е. Структура молекулярних з'єднань бісквітного тіста з еламіном та стевіозидом / А. Е. Гасанова, О. О. Соколовська // Молодий вчений. - 2016. - № 12.1. - С. 30-33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_12.

147. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М., Изд-во МГУ, 2012, 55 с. http://www.chem.msu.su/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf

148. Ахмедов О.Р. Биологически активные соединения на основе модифицированной ксантановой камеди / О.Р. Ахмедов, Х.А. Сохибназарова, Ш.А. Шомуратов // Химия растительного сырья. – 2017, 3, С. 227–231. DOI: [10.14258/jcprm.2017031729](https://doi.org/10.14258/jcprm.2017031729)

149. Свойства водных растворов карбоксиметилцеллюлозы с добавками наночастиц и композиционных пленок на их основе / А.М. Бочек, Н.М. Забивалова, В.Е. Юдин и др. // Высокомолекулярные соединения, Серия А, 2011, том 53, №12, С. 2085–2093. <http://naukarus.com/svoystva-vodnyh-rastvorov-karboksimetiltsellyulozy-s-dobavkami-nanochastits-i-kompozitsionnyh-plenok-na-ih-osnove>

150. Gilani S.L. Kinetic models for Xanthan gum production using *Xanthomonas campestris* from molasses / S.L. Gilani, Najafpour G. D., Heydarzaden H. D., H. Zare // Chemical industry & Chemical Engineering Quarterly, 2011, 17 (2), Pp. 179–187. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1451-9372/2011/1451-93721100002G.pdf>

151. Гашевская А.С. Определение нейтральных сахаров и глюкуроновой кислоты в составе микробного полисахарида ксантана / А.С. Гашевская // Advances in current Natural sciences. Chemical science (02.00.00), №4, 2017, P. 12–18. : https://www.natural-sciences.ru/pdf/2017/2017_4.pdf

152. Application of infrared spectroscopy for quantitative analysis of new food emulsifiers. / Murlykina N. V., O. Upatova, Yancheva M., and oth. // Ukrainian Food Journal. – 2015, Vol. 4, Issue 2, P. 299-310.

<http://ufj.ho.ua/Archiv/UKRAINIAN%20FOOD%20JOURNAL%202015%20V.4%20Is.2.pdf>

153. Перцевой М. Ф. Вивчення ІЧ-спектрів сухих плівок модельних систем на основі желатину / М. Ф. Перцевой, П. В. Гурський, Т. О. Кузнецова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. - 2013. - Вип. 1(1). - С. 302-310. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2013_1\(1\)__45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2013_1(1)__45).

154. Ersilia Alexa, Anca Dragomirescu, Georgeta Pop, Cglin Jianu and Dan Dragoe. (2009), The use of FT-IR spectroscopy in the identification of vegetable oils adulteration, Journal of Food Agriculture & Environment, 7(2), pp. 20-24.

155. Филлипе Г. О. Справочник по гидроколлоидам / Г. О. Филлипе, П. А. Вильямс. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 536 с.

156. Schrieber, R., Gareis, Dr. Herbert (2007), Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA., Weinheim, 347 p.

157. Benjakul S., Kittiphattanabawon Ph. (2019). Gelatin. Encyclopedia of Food Chemistry, 121-127. DOI:10.1016/b978-0-08-100596-5.21588-6.

158. Просеков А. Ю. Влияние различных технологических факторов на качество пенообразных пищевых масс / А. Ю. Просеков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 10. – С. 15–17. 5.

159. Просеков А. Ю. Устойчивость пенообразных масс / А. Ю. Просеков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 7. – С. 40–45.

160. Исследование грибов методом дифференциально-термического анализа [Текст] / А.Н.Остриков, И.В. Кузнецов, С.А.Шевцов // Вестник ОГУ выпуск 5 Технические науки. – Оренбург: ОГУ. – 2005. – С.43–146.

161. Дослідження впливу агару на процес дегідратації пасти закусочної за допомогою диференціальної термогравіметрії [Текст] / П.В.Гурський, Ф.В.Перцевий., Д.О. Бідюк // Вісник ХНТУСГ. Випуск 119. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробн. – Харків: ХНТУСГ. – 2011 – С.179–186.

162. Roozendaal H., Abu-hardan M., Frazier R.A. (2012). Thermogravimetric analysis of water release from wheat flour and wheat bran suspensions. *Journal of Food Engineering*, 111, 606-611. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2012.03.009.

163. Kumar M., Sabbarwal Sh., Mishra P. K., Upadhyay S. N. (2019). Thermal degradation kinetics of sugarcane leaves (*Saccharum officinarum* L) using thermogravimetric and differential scanning calorimetric studies. *Bioresource Technology*, 279, 262-270. DOI:10.1016/j.biortech.2019.01.137.

164. Shadangi K. P., Mohanty K. (2014). Kinetic study and thermal analysis of the pyrolysis of non-edible oilseed powders by thermogravimetric and differential scanning calorimetric analysis. *Renewable Energy*, 63, 337-344. DOI:10.1016/j.renene.2013.09.039.

165. Beck M., Jekle M., Selmair P. L., Koehler P., Becker T. (2011). Rheological properties and baking performance of rye dough as affected by transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 54, Issue 1, 29-36. DOI:10.1016/j.jcs.2011.01.012.

166. Shadangi K. P., Mohanty K. (2014). Kinetic study and thermal analysis of the pyrolysis of non-edible oilseed powders by thermogravimetric and differential scanning calorimetric analysis. *Renewable Energy*, Vol: 63, Page: 337-344. DOI:10.1016/j.renene.2013.09.039

167. Ablett, S. Water in foods [Text] / S. Ablett, P. Lillford // *Chemistry in Britain*. – 1991. – № 27. – P. 1024–1026.

168. Поландова Р. Д. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении /Р.Д. Поландова, С.П.Полякова // *Хлебопекарное и кондитерское производство* – 2003.–№1.–С.17–18.

169. Пивоваров П.П., Прасол Д.Ю. Теоретичні основи технології харчових виробництв. Навч. Посібник. Частина IV. Вода та її значення у формуванні фізико-хімічних, органолептичних показників сировини та проектів харчування / Харківський держуніверситет харчування та торгівлі - Харків, 2003. - 48 с.

170. Нечаев, А. П. Пищевая химия: Учебник для студентов вузов [Текст] / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова; Нечаев, А. П.; 2-е издание, перер. и испр. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.

171. Потапов В. О. Дослідження впливу рецептурних компонентів на форми зв'язку вологи в модельних системах продукту структурованого закусочного методом ДСК термограм / В. О. Потапов, М. Ф. Перцевий, П. В. Гурський // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. - 2012. - Вип. 42(2). - С. 399-402. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_42\(2\)_98](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_42(2)_98).

172. Дослідження структуроутворення та змін форми зв'язку вологи в пектинових гелях методом диференціально-сканувальної калориметрії [Текст] / І. О. Крапивницька, В.О.Потапов, П. В. Гурський, Ф. В. Перцевий, // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2015. - № 1/6 (73). - С. 48-51. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.37358>

173. Кравченко М., Поп Т., Криворучко М. Технологічні властивості тістових напівфабрикатів з порошком із листя волоського горіха. Товари і ринки. 2015. №1 С.201-208.

174. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик. Навчальний посібник / А.Б. Горальчук, ПП Пивоваров, О.О. Гринченко, М.І.Погожих, В.В. Полевич, П.В.Гурський / ХДУХТ. - Харків, 2006. – 63 с.

175. Renzetti, S. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase [Text] / S. Renzetti, F. Dal Bello, E. K. Arendt // Journal of Cereal Science. - 2008. - Vol. 48, № 1. - P. 33-45. doi:10.1016/j.jcs.2007.07.011.

176. Bauer, N. Studies on Effects of Microbial Transglutaminase on Gluten Proteins of Wheat. I. Biochemical Analysis [Text] / N. Bauer, P. Koehler, H. Wieser, P. Schicberle // Cereal Chemistry. - 2003. - Vol. 80, № 6. - P. 781-786. doi:10.1094/cchem.2003.80.6.781.

177. Цуканова О. С. Дослідження перетравлюваності вуглеводів безбілкового хліба в умовах *in vitro* / О. С. Цуканова, З. І. Кучерук // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. - 2014. - Вип. 1. - С. 64-72. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2014_1_10.

178. Дудкин М. С. Новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. – М. : Наука, 1998. – 304 с.

179. Вешняков В. А. Сравнение методов определения редуцирующих веществ: метод Бертрана, эбулестатистический и фотометрический методы / В. А. Вешняков, Ю. Г. Хабаров, Н. Д. Камакина // Химия растительного сырья. – 2008. – № 4. – С. 47–50.

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

181. Определение связанной воды индикаторным методом в хлебопекарном производстве / Юрчак В. Г., Берзина Н. И., Шмаровоз В. М., Прищепа М. П. // Известия Вузов. Пищевая технология. 1989. № 4. С. 78–80.

182. Филипс, Г. О. Справочник по гидроколлоидам [Текст] : пер. с англ. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.

183. Milani, J. Hydrocolloids in Food Industry [Текст] / J. Milani, G. Maleki // Food Industrial Processes – Methods and Equipment. – 2012. – №2. – С. 2–37.

184. Krala, L. The effect of hydrocollloid mixtures on frozen pork properties [Текст] / L. Krala, M. Dziomdziora // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2003. – Vol. 12 / 53. - № 4. – С. 55–58.

185. Nishinari, K. Structure and Properties of Food Hydrocolloids - Gels, Emulsions and Foams [Текст] / K. Nishinari // Foods Food Ingredients J. Jpn. – 2008. – Vol. 213. – № 5 – С. 138–141.

186. Янчева М. О. Кріоскопічні дослідження розчинів харчових інгредієнтів полісахаридної природи / М. О. Янчева Т. С. Желева М. І. Погожих

О. О. Гринченко// Восточно-Европейский журнал передовых технологий 2/12 (68) 2014 С. 84-89.

187. Одарченко А.М. Заморожені тістові напівфабрикати з додаванням рослинної сировини: монографія / А.М. Одарченко, В.Ю.Черкашина, Д.М. Одарченко, А.О.Сергієнко – Х. : ХДУХТ, 2015. – 200 с.

188. Погожих М. І. Мікробіологічні показники замороженого тістового напівфабрикату з додаванням рослинної сировини в процесі виробництва та зберігання / М. І. Погожих, Д. М. Одарченко, А. М. Одарченко, В. Ю. Черкашина // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. - 2011. - Вип. 1. - С. 177-180. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2011_1_29.

189. Шевчук О. Ю. Удосконалення технології здобних виробів із заморожених напівфабрикатів: автореф. дис.... канд. техн. наук: спец. 05.18.15. Київ. НУХТ. - 2008. - 19 с.

190. Солоницька І.В. Якість хлібобулочних виробів із заморожених напівфабрикатів за технологією відкладеного випікання/ І.В. Солоницька, Г.Ф.Пшенишнюк// Зернові продукти і комбікорми. -2012. № 4 (48). -С.19-23

191. Романовська О. Динаміка якості бісквітних напівфабрикатів при зберіганні./ О.Романовська. Товари і ринки. К.: КНТЕУ.– 2017. №1 С.176-184

192. Холодова Е. Н. Разработка технологии и оценка потребительских свойств бисквитного полуфабриката с использованием тритикалевой и пшеничной муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.15. Одесса, 2010.

193. Дробот, В. І. Зміни показників якості безглютенового хліба при зберіганні / В. І. Дробот, А. М. Грищенко // Ukrainian Food Journal. – К. : НУХТ, 2013. – Vol. 2, Is. 3. – P. 347-353.

194. Перспективи використання комплексного хлібопекарського поліпшувача «свіжість к+» у технології хлібобулочних виробів/ О.А. Білик, Е.Ф. Халікова, Н.М. Грегірчак, А.І. Маринін //Харчова наука і технологія. 2015.- 2(31). - С.90-97.

195. Дорохович В. В. Використання цукрозамінників нового покоління в технології бісквітів спеціального призначення / В. В. Дорохович, А. Г. Абрамова // Наукові праці ОНАХТ. - 2013. - Вип. 44(1). - С. 153-157. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2013_44\(1\)_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2013_44(1)_39).

196. Використання порошків калини, горобини та обліпихи в технології бісквітного напівфабрикату / Ю. А. Мирошник, І. М. Медвідь, О. Б. Шидловська, В. Ф. Доценко // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Вип. 46, Т. 1. – С. 166–169.

197. Иоргачева Е.Г. Влияние мучных композитных смесей на показатели качества бисквитных полуфабрикатов / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е. Котузаки, Н. Кожокаръ // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2010. – № 3. – С. 17-21.

198. Иоргачева Е.Г. Оптимизация производства бисквитных полуфабрикатов на основе мучных смесей. / Е.Г. Иоргачева, Г.Н. Станкевич, О.В. Макарова, С.М. Капетула// Зернові продукти і комбікорми. № 4 (52). 2013.– С.20-23.

199. Современные технологии получения мучных кондитерских изделий на основе бисквита функционального назначения/ О.Л. Ладнова, Е.Г. Меркулова, Е.В. Извекова [и др.] // Вестник ОрелГИЭТ. – 2015. – № 1 (31). – С. 133–137.

200. Янова М.А. Использование текстурированных зерновых продуктов в производстве основного бисквита / М.А. Янова, Н.В. Присухина // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2.– С. 137-147. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-2-137-147.

201. Сенсорний аналіз харчових продуктів: навч. посіб. / Ф.Ф. Гладкий, В.К. Тимченко, П.О. Некрасов, З.П. Федякіна, К.В. Куниця, С.М. Мольченко. – Харків: Видавництво та друкарня «Технологічний Центр», 2018. – 132 с.

202. Сенсорний аналіз [Електронний ресурс]: навч. посібник у структурно-логічних схемах / А. А. Дубініна, Т. В. Щербакова, Н. І. Черевична, О. В. Шмиголь ; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Електрон. дані. – Х., 2017. –12 см. – Назва з тит. екрана.

203. Аналіз органолептичний. Метод дослідження смакової чутливості. ДСТУ ISO 3972:2004. – К. : Держстандарт України, 2004. – 21 с.

204. Дослідження сенсорне. Методологія. Метод парного порівняння. ДСТУ ISO 5495:2004. – К. : Держстандарт України, 2001. – 14 с.

205. Дослідження сенсорне. Ідентифікація та вибирання дескрипторів для створення сенсорного спектру за багатобічного підходу ДСТУ ISO 11035:2005. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 27 с.

206. Бісквіти. Загальні технічні умови ДСТУ 8001:2015 – К. : Держстандарт України, 2015. – 17 с.

207. Должанський А. Метод максимізації комплексного показника якості об'єкта шляхом оптимізації керуючих дій / А. Должанський, О. Бондаренко // Стандартизація сертифікація якості. 2012, №4. – С. 50-56.

208. Седюкин В.К. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции / В.К. Седюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев - М.: ИИД "Филинь", Рилант, 2000. - 328 с.

209. Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика. М.: Нолидж. 2001.–1296 с.

210. Полевич В.В. Моделювання технологічних процесів і розробка прогресивного обладнання для переробки харчової сировини: Дис...д-ра. техн.наук. -Харків, 2002. -271 с.

211. Касилова Л.А. Изучение методики отработки рецептур на кулинарную продукцию: Методические указания к лабораторным работам / Касилова Л.А., Крайнюк Л.Н. - Харьков.: ХГАТОП, 1997. -16 с.

212. Комаров В.И. Методические основы повышения эффективности производства / В.И. Комаров, С.П. Андреев // Пищевая пром-сть. - 2001. -№7.- С. 24-25.

ДОДАТКИ

Додаток А

Нормативна документація для виготовлення напівфабрикату збивного

Додаток А1

Технічні умови на суху суміш для виготовлення напівфабрикату збивного ТУ У 42987569-001:2019

ДКПП 10.61.24-00.00

УКНД 67.220.10



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ТОВ «Гідродар»
[Signature]
В.А. Кондрашин
«03» червня 2019р.



СУМІШ СУХА ДЛЯ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО

ТЕХНІЧНІ УМОВИ
ТУ У 10.6-42087560-001:2019

Вводяться вперше
Дата надання чинності «01» 08 2019р.
Чинні до: 01. 08. 2019р.

РОЗРОБЛЕНО
Професор, д.т.н СНАУ
[Signature] Ф.В.Перцевий
"31" травня 2019р

Аспірант СНАУ
[Signature] Л.А. Кондрашина
"31" травня 2019р.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
Державне підприємство
"Сумський регіональний науково-виробничий центр
стандартизації, метрології та сертифікації"
ДП "Сумистандартметрологія"
Ідентифікаційний код 02568064
ПЕРЕВІРЕНО
на відповідність законодавства України
"31" липня 2019р.
Внесено до книги обліку за № 02568064/002374

ЗМІСТ

1 Сфера застосування.....	3
2 Нормативні посилання.....	4
3 Технічні вимоги.....	8
4 Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація	13
5 Правила приймання	14
6 Методи контролювання.....	14
7 Правила транспортування та зберігання.....	15
8 Рекомендації щодо використання.....	15
9 Гарантії виробника.....	16
Додаток А - Інформаційні данні щодо харчової (поживної) та енергетичної цінності (калорійності) 100 г продукту.....	17
Додаток Б – Бібліографія	18

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Дані технічні умови поширюються на напівфабрикати виробів з борошна, які являють собою сухі суміші для напівфабрикату збивного, далі за текстом – суміш. Суміш виробляються з цукру білого, желатину, ксантанової камеді, фермента трансглютаміназа та іншої сировини згідно з рецептурою, затвердженою у встановленому порядку.

Суміш призначена для виробництва кулінарних та кондитерських виробів, що проходять процес збивання, термостатування та випікання. Може бути реалізована в торгівельній мережі, а також використана в різних галузях харчової промисловості та ресторанному господарстві.

Вимоги цих технічних умов є обов'язковими.

Дані технічні умови не можуть бути використані та тиражовані підприємствами без письмового дозволу власника. Власником технічних умов є ТОВ «Гідродар».

Ці технічні умови придатні для цілей сертифікації.

Приклад позначення продукції під час замовлення:

Суміш суха для напівфабрикату збивного. ТУ У 10.6-42087560-001:2019.

Позначення продукції може містити знак для товарів та послуг (торгове найменування (торгівельну марку) прийняті для неї підприємством – виробником чи замовником, що не суперечить чинному законодавству.

Технічні умови необхідно перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останнього перевіряння, якщо не виникає потреби перевірити їх раніше у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені у технічних умовах.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

В даних технічних умовах надані посилання на наступні нормативні документи (НД):

ДСТУ EN 136:2003	Засоби індивідуального захисту органів дихання. Маски. Вимоги, випробування, маркування.
ДСТУ EN 140:2004	Засоби індивідуального захисту органів дихання. Півмаски і чвертьмаски. Вимоги, випробування, маркування
ДСТУ 12824:2004	EN Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин
ДСТУ БА 3.2-12:2009	Горизонтальний метод виявлення Salmonella
ДСТУ 1672-1-2001	ССБПТ. Системи вентиляційні. ЗТУ
ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99)	Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки.
ДСТУ 3147-95	Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін.
ДСТУ 3273-95	Коди та кодування інформації. Штрихове кодування. Формат та розташування штрихових позначок EAN на тарі та упаковці товарної продукції. Загальні вимоги
ДСТУ 4260:2003	Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги.
ДСТУ 4623:2006	Тара і пакування спожиткові. Маркування. Загальні технічні умови
ДСТУ 4462.3.01:2006	Цукор білий. Технічні умови
ДСТУ 4462.3.02:2006	Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операції
ДСТУ 5020:2008	Охорона природи. Поводження з відходами. Пакування, маркування і захоронення відходів. Правила перевезення відходів. Загальні технічні та організаційні вимоги
ДСТУ 7350:2013	Концентрати харчові. Методи визначення домішок і зараженості шкідниками зерна.
ДСТУ 7661:2014	Концентрати харчові. Методи визначення сахарози.
ДСТУ 7670:2014	Концентрати харчові. Правила приймання, відбирання та готування проб.
ДСТУ 7662:2014	ДСТУ 7670:2014 Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів
ДСТУ 7662:2014	Концентрати харчові. Методи визначення органолептичних показників, готовності концентратів до вживання та оцінювання дисперсності суспензії.

ДСТУ 7670:2014	Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів.
ДСТУ 7963:2015	Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічного аналізу
ДСТУ 8004:2015	Концентрати харчові. Методи визначення вологи.
ДСТУ 8051:2015	Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів.
ДСТУ 8404:2015	Концентрати харчові. Методи визначення якості пакування, маси нетто, об'ємної маси, масової частки окремих видів продукту та крупності помелу.
ДСТУ 8446:2015	Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів
ДСТУ 12.1.005-88	Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.
ДСТУ 12.4.041-2006	ГОСТ Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования.
ГОСТ 12.1.018-93	Пожежовибухобезпека статичної електрики
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов
ГОСТ 30178 – 96	Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичності.
ГОСТ 30518-97	Продукты пищевой. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
МБТ и СН № 5061-89	Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов
ДБН В.2.2-28:2010	Будинки адміністративного та побутового призначення
ДБН В 2.5-64:2012	Внутрішній водопровід та каналізація.
ДБН В 2.5-67:2013	Опалення, вентиляція та кондиціонування
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
ДСП 3.3.6.042-99	Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
ДСП 201-97	Державні санітарні норми та правила з охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)
ДСП № 262	Державні санітарні правила для підприємств (цехів), що виробляють кондитерські вироби з кремом
СНиП 2.09.02-85	Производственные помещения.

НАПБ А 01.001-2014	Правила пожежної безпеки в Україні
ДНАОП 0.00-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів
НПАОП 0.00-4.01-08	Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту
НПАОП 0.00-4.12-05	Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці
МБТ № 5061-89	Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов.
ДСанПіН 2.2.4.171-10	Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною
ДСанПіН 2.2.7.029-99	Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення
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
СП 1042-73	Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічні вимоги до виробничого устаткування
ГН 6.6.1.1-130-2006	Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді, затверджені МОЗ України 03.05.2006 р № 256
МР № 2273-80	Методические рекомендации по обнаружению, идентификации и определению содержания афлатоксинов пищевых продуктах
МР 4.4.4-108-2004	Методичні рекомендації «Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показники безпеки» № 329 від 02.07.2004 р.
Наказ МОЗ України № 145 від 17.03.2011 р.	Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць.
Наказ № 222 від 23.07.1996	Про затвердження санітарних правил і норм по застосуванню харчових добавок
Наказ МОЗ № 280 від 23.07.2002 р.	Щодо організації проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв і організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб.

Наказ №487 від 28.10.2010 Про затвердження Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів

Закон України від 23.12.97 № 771/97-ВР Про безпечність та якість харчових продуктів

Р 50-056-96 Рекомендації. Продукція фасована в пакованні. Загальні вимоги до кількості

Закон України № 1393-XIV, від 14.01.2000р. Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, подальше використання неякісної та небезпечної продукції

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Суміш повинна вироблятися відповідно до вимог даних технічних умов, за технологічною інструкцією та рецептурою, що затверджена у відповідності з чинним законодавством України, із дотриманням Закону України №771/97-ВР від 23.12.1997р.

3.2 Залежно від складу компонентів суміші поділяється на:

- а) суміш суха для збивного напівфабрикату;
- б) суміш суха для збивного напівфабрикату з додавання харчових ароматизаторів та харчових барвників.

3.3 Вимоги до сировини

3.3.1 Сировина та матеріали, що використовуються для виробництва сумішей для збивного напівфабрикату повинні відповідати вимогам діючої нормативної документації (НД), а імпортного виробництва – мати висновок МОЗ України.

- цукор білий згідно з ДСТУ 4623;
- желатин згідно з діючою НД;
- фермент трансглютаміназа згідно з чинною НД;
- ксантанова камідь за діючою НД;
- ароматизатори харчові:
 - ванілін кристалічний порошковий за діючою НД;
 - порошкоподібний харчовий ароматизатор «Карамель»;
 - порошкоподібний харчовий ароматизатор «Вершковий»;
 - порошкоподібний харчових ароматизатор «Кунжут (сезам)» та інші ароматизатори згідно з чинними НД вітчизняного виробництва або зарубіжного виробництва за наявності висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу влади у сфері охорони здоров'я.

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.

3.3.3 Кожну партію сировини та матеріалів, що надходить на підприємство, супроводжують документи – декларація виробника, що підтверджує безпечність та якість.

3.3.4 Для визначання якості сировини та матеріалів, призначених для виробництв сухих сумішей, проводять вхідне контролювання згідно з порядком, діючим на підприємстві виробнику.

3.3.5 Сировина та матеріали за вмістом токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів та радіонуклідів повинна відповідати вимогам, встановленим у МБТ і СН № 5061, ГН 6.6.1.1-130, ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000.

3.4 Характеристики

3.4.1 Проби для визначення органолептичних, фізико-хімічних показників, маси нетто, токсичних елементів відбирають згідно ДСТУ 7661, мікробіологічних показників згідно з ДСТУ 8051.

3.4.2 За органолептичними показниками суміш відповідає характеристикам, зазначеними у таблиці 1.

Таблиця 1 – Органолептичні показники сухої суміші

Назва показника	Характеристика
	Суміш суха
Зовнішній вигляд	Однорідна порошкоподібна маса без грудочок, допускається наявність грудочок, що нещільно злежалися та розсипаються у разі легкого натискання. Суміші, до складу яких входять добавки, мають вкраплини відповідних добавок, передбачених рецептурою.
Смак і запах	Власивий інгредієнтам, які входять до складу, з вираженим смаком і запахом застосованих добавок. Сторонній присмак і запах не дозволено.
Колір	Від білого до кремового, різних відтінків

3.4.3 За фізико-хімічними показниками сухі суміші повинні відповідати характеристикам, зазначеними у таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники сумішей

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Масова частка вологи, % не більше ніж	14,0	Згідно з ДСТУ 8004

Масова частка металевих домішок не повинна перевищувати 0,3мм у найбільшому лінійному вимірі, % не більше ніж	3×10^{-3}	Згідно з ДСТУ 5020
Розмір часток сухої суміші, крупність помелу, % не більше мм	0,36	Згідно з ДСТУ 8404
Примітка. Масова частка сахарози повинна відповідати нормам установленим для кожної назви напівфабрикатів виробів з борошна у рецептурі, з допустимим мінусовим відхиленням 0,5 %, визначається згідно з ДСТУ 7350		

3.4.4 За мікробіологічними показниками напівфабрикати виробів повинні відповідати вимогам вказаними у таблиці 3.

Таблиця 3 – Мікробіологічні показники

Найменування показника	Норма	Метод контролювання
Кількість мезофільних аеробних чи факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1г, не більше	5×10^4	Згідно з ДСТУ 8446
Бактерії групи кишкової палички в 0,1г	Не допускається	Згідно з ГОСТ 30518
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г	Не допускається	Згідно з ДСТУ EN 12824
Плісеневі гриби, КУО в 1г, не більше ніж	1×10^2	Згідно з ДСТУ 8447
Дріжджі та плісняві гриби, КУО в 1г, не більше ніж	1×10^2	Згідно з ДСТУ 8447

3.4.5 Вміст токсичних елементів та мікотоксинів у сухій суміші не повинен перевищувати допустимі рівні, вказані МБТ та СН №5061, радіонуклідів – ГН 6.6.1.1-130 та вимогам вказаним у таблиці 4:

Таблиця 4 – Вміст токсичних елементів та мікотоксинів

Назва показника	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод контролювання
Токсичні елементи, мг/кг: свинець	0,5	Згідно з ГОСТ 26932 [4] або ГОСТ 30178
Кадмій	0,1	Згідно з ГОСТ 26933 [5] або ГОСТ 30178
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930 [2]
Ртуть	0,02	Згідно з ГОСТ 26927 [1]
Мідь	15,0	Згідно з ГОСТ 26931 [3]
Цинк	30,0	Згідно з ГОСТ 26934 [6]
Радіонукліди, Бк/кг: цезій стронцій-90	30 10	Згідно з МУ 5779 [8] Згідно з МУ 5778 [7]

3.5 Пакування

3.5.1 Суміш пакують у споживчу тару згідно з ДСТУ 4260 масою нетто від 100 г до 1000 г та в пакети з поліетилену та інші пакувальні матеріали, які пакують в п'ятишарові картонні коробки. Пакування може бути змінено за бажанням споживача.

3.5.2 Суміш у споживчій тарі укладають у транспортну тару масою нетто від 1 кг до 24 кг – картонні ящики згідно з діючою НД, у груповому пакуванні у плівку згідно з діючою НД. У кожен ящик вкладають суміші однієї партії та однакового пакування.

3.5.3 Всі види пакувальних матеріалів, споживчої та транспортної тари, зазначені у пункті 3.5, вітчизняного виробництва повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів, а пакувальні матеріали закордонного виробництва повинні бути дозволені Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я для пакування харчових продуктів та забезпечувати якість та безпечність під час зберігання, транспортування та реалізації сумішей.

3.5.4 Маса нетто продукції повинна відповідати вказаній в маркуванні. Допустимі відхилення маси нетто для окремих пакувальних одиниць споживчої тари згідно з Р 50-056 не повинні перевищувати в сторону зменшення:

Таблиця 5 – Значення меж допустимих мінусових відхилів

Номінальне значення кількості продукції в пакованій одиниці, г	Значення межі допустимого мінусового відхилення від номінального значення	
	%	г
Від 20 до 50 включ.	9,0	-
Понад 50 » 100	-	4,5
» 100 » 200 »	4,5	-
» 200 » 300 »	-	9,0
» 300 » 500 »	3,0	-
» 500 » 1000 »	-	15,0

Примітка. Відхилення маси нетто по верхній межі не обмежено

Середнє арифметичне значення маси нетто пакувальних одиниць у вибірці, відібраній з партії, для контролю маси нетто повинно дорівнювати або бути більшим від вказаного в маркуванні. Відхилення маси нетто в сторону збільшення не обмежується.

3.5.5 Допустимі відхилення маси нетто суміші в транспортній тарі не повинні бути більше ніж 0,2%.

3.6 Маркування

3.6.1 Споживче маркування

Розфасовану суміш маркують державною мовою відповідно до вимог Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів, затвердженого наказом № 487 від 28.10.2010 р., Закону України №771/97-ВР від 06.09.2005 р. та інших чинних нормативно-правових актів та НД і цих технічних умов шляхом нанесенням наступних реквізитів, які містять:

- назву продукту;
- склад продукту в порядку зменшення кількості інгредієнтів;
- кількість харчового продукту, г(кг);
- дата виготовлення та строк придатності;
- умови зберігання;
- умови та рекомендації використання;
- найменування та місцезнаходження і номер телефону виробника;
- номер партії виробництва;
- інформацію про генетично модифіковані організми в складі харчового продукту (відповідно до чинного законодавства);
- поживну (харчову) цінність із позначенням кількості білків, вуглеводів та вітамінів (при їх використанні) у встановлених одиницях виміру на 100 г (100 мл) харчового продукту та енергетичну цінність (калорійність) виражену в кДж та/або ккал на 100 г (100 мл) харчового продукту;
- позначення знака для товарів та послуг;
- позначення цих технічних умов;
- штриховий код згідно ДСТУ 3174;
- інформацію щодо сертифікації (за наявності);

Допускається наявність написів рекламного характеру, що не суперечать законодавству України.

3.6.2 Транспортне маркування наноситься на одну з торцевих сторін транспортної тари фарбою, яка не змивається та не пахне, за допомогою штампку, трафарету або наклеювання етикетки за ГОСТ 14192 з вказівкою наступних додаткових позначень:

- назву, повну адресу та телефон виробника, адресу місця виробництва, товарний знак для підприємства (при його наявності);
- найменування продукції;
- маса нетто одиниці транспортної тари, кг;
- кількість пакувальних одиниць та масу нетто одиниці споживчої тари в грамах;
- кінцеву дату вживання «вжити до» або дату виготовлення і строк придатності;
- умови зберігання;
- номер партії;
- позначення даних технічних умов;
- маніпуляційні знаки «Берегти від вологи», «Обмеження температур»

3.6.3 Маркувальні реквізити повинні бути виконані державною мовою, а також допускається мовою замовника в відповідності з умовами договору.

4 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ, ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ

4.1 Ведення технологічного процесу і обладнання повинні відповідати вимогам безпеки ДСТУ 3273 згідно діючих галузевих та санітарних норм.

4.2 Повітря робочої зони повинно відповідати вимогам діючих санітарних норм, мікроклімат повинен відповідати ДСН 3.3.6.04, рівень шуму не повинен перевищувати норми ДСН 3.3.6.037, вібрації – ДСН 3.3.6.039.

4.3 Виробничі приміщення повинні бути обладнані загальною припливно-витяжною вентиляцією відповідно до вимог ДСТУ БА 3.2-12, ДБН В 2.5-67, опалення згідно ДБН В 2.5-67

4.4 Пожежна безпека і розміщення засобів пожежогасіння повинні відповідати вимогам діючого законодавства та НАПБА 01.001. Все технологічне обладнання повинно бути заземлене відповідно вимог НПАОП 40.1-1.21 та ГОСТ 12.1.18.

4.5 До роботи з виробництва суміші допускаються особи, що пройшли попередній (до прийняття на роботу) і періодичні медичні огляди відповідно до Наказу МОЗ України № 280 від 23.07.2002 та постановою Кабміну від 23.05.2001 №559.

4.6 Виробничі приміщення повинні відповідати вимогам СН.П 2 09 02, ДБН В.2.2-28.

4.7 Виробничі приміщення повинні бути обладнані каналізацією, згідно з ДБН В 2.5-64, питною водою згідно ДСанПін 2.2.4.171.

4.8 Інструктаж з охорони праці потрібно проводити відповідно вимог НПАОП 0.00-4.12 і галузевих правил з охорони праці.

4.9 Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01.

4.10 Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів дихання у відповідності з ДСТУ ГОСТ 12.4.041, ДСТУ EN 136, ДСТУ EN 140

4.11 Вимоги до охорони навколишнього середовища та утилізація – у відповідності з діючим законодавством України, ДСанПін 2.2.7.029, ДСТУ 2195, ДСТУ 4462.3.01, ДСТУ 4462.3.02.

5 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

5.1 Приймання продукції (визначення партії, об'єм вибірки і відбирання зразків) здійснюють згідно з ДСТУ 7661.

5.2 Для визначення відповідності суміші вимогам цих технічних умов підприємство-виробник проводить приймально-здавальні випробування продукції.

5.3 Приймально-здавальні випробування проводять за органолептичними, фізико-хімічними показниками, масою нетто, якістю пакування і маркування.

5.4 У разі отримання незадовільних результатів випробувань хоча б за одним показником проводять повторне відбирання подвійної кількості одиниць продукції від тієї самої партії. Якщо отримують незадовільні результати повторного випробування, партію бракують.

6 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ

6.1 Відбирання та підготовка проб для органолептичної і фізико-хімічного контролювання здійснюється згідно ДСТУ 7661, мінералізація проб для визначення токсичних елементів – згідно з ДСТУ 7670, відбирання проб для мікробіологічного контролювання – згідно з ДСТУ 8051, підготовка проб – згідно з ДСТУ 7963, методи культивування мікроорганізмів – згідно з ДСТУ 8535.

6.2 Зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак та запах визначають органолептично, згідно з ДСТУ 7662.

6.3 Якість пакування, маркування, масу нетто, масову частку добавок визначають згідно з ДСТУ 8404, масова частка сахарози – згідно з ДСТУ 7350, решту показників згідно з 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4 цих ТУ.

6.4 Цілісність пакування і правильність маркування на відповідність вимогам цих технічних умов контролюють візуально.

6.5 Дослідження на наявність патогенних мікроорганізмів проводить у встановленому порядку в державних та/або приватних лабораторіях, які акредитовані на проведення досліджень за затвердженими методиками.

7 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ

7.1 Транспортування

7.1.1 Суміші транспортують всіма видами транспорту в критих транспортних засобах згідно з правилами перевезень швидкопсувних вантажів, які чинні на відповідному виді транспорту.

7.1.2 Формування вантажних місць у транспортні пакети виконують згідно з діючими НД

7.2 Зберігання

7.2.1 Суміші треба зберігати в чистих, сухих добре вентильованих, не заражених шкідниками приміщеннях за температури не вище ніж 8°C і відносної вологості повітря не більше ніж 75%.

7.2.2 Термін придатності суміші складає не більше 3 місяців, а за температури не вище ніж 8°C, а за температури мінус 10° С складає не більше 6 місяців.

7.2.3 Суміші, що зберігалася за температури (мінус 10°C) перед застосуванням витримують у виробничому приміщенні не менше ніж 24 години.

7.2.4 Транспортування та зберігання сумішей разом із продуктами, які мають різкий специфічний запах, не дозволено.

8 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ

8.1 Суміші використовують для приготування збивних напівфабрикатів для кулінарних та кондитерських виробів, що проходять процес збивання, витримання в термостаті та випікають.

8.2 Суміші згідно потребам замовника може бути використана на підприємствах харчової промисловості та ресторанному господарстві.

8.3 Етапи приготування складаються з таких стадій:

- підготовка води – підігрів до $(55\pm 5)^\circ\text{C}$;
- змішування та розчинення при невеликих обертах міксера чи/або збивальної машини (3-5)хв;
- збивання (10 ± 2) хв при високих обертах міксера чи/або збивальної машини;
- при зменшених обертах міксера чи/або збивальної машини додається просіяне борошно, перемішується;
- залити у форми для випікання;
- вистоювання (структуризація) при температурі $(50\pm 2)^\circ\text{C}$, (60 ± 5) хв;
- випікання при температурі $(185\pm 5)^\circ\text{C}$, (45 ± 5) хв;
- остигання, вистоювання 8-10годин.

9 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА

8.1 Виробник гарантує відповідність якості напівфабрикату вимогам цих технічних умов в разі дотримання умов транспортування та зберігання.

8.2 Термін придатності до споживання напівфабрикату повинен бути не більший, ніж у 7.2.2

ІНФОРМАЦІЙНІ ДАННІ ЩОДО ХАРЧОВОЇ (ПОЖИВНОЇ) ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ (КАЛОРІЙНОСТІ) 100 Г ПРОДУКТУ (ПОЖИВНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ І КАЛОРІЙНОСТІ) 100Г

Назва продукту	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність (калорійність), ккал (кДж)
Суха суміш для напівфабрикату збивного	8,6	6,5	60,3	1421/340

БІБЛІОГРАФІЯ

- | | |
|-------------------|---|
| 1 ГОСТ 26927 | Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути |
| 2 ГОСТ 26930 – 86 | Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка |
| 3 ГОСТ 26931 – 86 | Сырье и продукты пищевые. Метод определения меди |
| 4 ГОСТ 26932 – 86 | Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца |
| 5 ГОСТ 26933 – 86 | Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия |
| 6 ГОСТ 26934 – 86 | Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка |
| 7 МУ 5778-91 | Стронций-90. Определение в пищевых продуктах |
| 8 МУ 5779 | Цезий-137. Определение в пищевых продуктах |

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН ТЕХНІЧНИХ УМОВ

№ Зм.	Номери листів				Номер документа	Підпис	Дата	Термін введення змін
	Змінені	Нових	Скасованих	Замінені				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Додаток А2

Рецептура сухої суміші для виготовлення напівфабрикату збивного

<p>ЗАТВЕРДЖЕНО Голова обласної дегустаційної комісії Генеральний директор ДП "Сумистандартметрологія" Хляр В.М. 2019р</p> 		<p>ЗАТВЕРДЖУЮ Директор ТОВ «Гідролар» В.А. Кондрашин 2019р.</p> 	
РЕЦЕПТУРА			
Суміш суха для напівфабрикату збивного		РЦ У Україна 42087560:2019	
Згідно ТУ У 10.6-42087560-001:2019			
Виробляється за технологічною інструкцією ТІ У 42087560-001:2019			
<p>Рекомендована до затвердження Обласною дегустаційною комісією по оцінці якості продукції ДП «Сумистандартметрологія» Мінагрополітики України.</p>			
Маса, кг до Протокол № <u>3</u> від " <u>29</u> " <u>08</u> 2019 року Термін введення " <u>29</u> " <u>08</u> 2019 року		Маса, кг 5000	
Рівень вологи сухої суміші, % вуглець, % білок, мг		Згідно з ДСТУ 8404	
Розроблена фахівцями Сумського аграрного університету			

Додаток АЗ

Технологічна інструкція на виробництво сухої суміші для напівфабрикату збивного

УЗГОДЖУЮ

Голова обласної дегустаційної комісії

Генеральний директор

ДП «Сумистандартметрологія»



В.М.Хярм

2019р

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТОВ «Гідролар»



В.А. Кондрашин

«27» серпня 2019р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

На виробництво сухої суміші для напівфабрикату збивного

ТІ У 42087560-001:2019

Вводяться вперше

Дата надання чинності «29» 08 2019 р.

Чинні до: _____

РОЗРОБЛЕНО

Професор, д.т.н СНАУ

Ф.В.Перцевий

" " 2019р

Аспірант СНАУ

Л.А. Кондрашина

«27» серпня 2019р

Суми 2019

Додаток Б

Витяг з акту №3 обласної дегустаційної комісії щодо поставлення сухої суміші
для напівфабрикату збивного на виробництво

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова Сумської обласної
дегустаційної комісії
Генеральний директор
ДП «Сумистандартметрологія»
В.М.Хярм
29 серпня 2019 р.

ВИТЯГ З АКТУ №3 обласної дегустаційної комісії поставлення продукції на виробництво від 29 серпня 2019 р.

Дегустаційна комісія, затверджена розпорядженням Голови Сумської обласної державної адміністрації №102-ОД від 18.12.2019р., розглянувши зразки продукції та проекти рецептур:

- суміш суха для напівфабрикату збивного

РЦ У 42087560-001:2019 та ТІ У 42087560-001:2019 згідно ТУ У 10.6-42087560-001:2019 «Суміш суха для напівфабрикату збивного. ТУ»;

продукція подана на дегустацію ТОВ «Гідродар», директор Кондрашин В.А.;

вважає:

1. Розроблена продукція за показниками якості відповідає вимогам споживача і промисловості.
2. Показники якості продукції введені до рецептури, відповідають:
- ТУ У 10.6-42087560-001:2019 «Суміш суха для напівфабрикату збивного. ТУ»;

рекомендує:

- 1 **Продукцію** ТОВ «Гідродар», – суміш суха для напівфабрикату збивного -до виробництва.
- 2 **Документацію** - РЦ У 42087560-001:2019 та ТІ У 42087560-001:2019 - до затвердження.

Зведений дегустаційний лист засідання обласної дегустаційної комісії від 29 серпня 2019 року додається.

Голова обласної дегустаційної комісії

Хярм Віктор Миколайович - генеральний директор ДП «Сумистандартметрологія»

Заступник голови обласної дегустаційної комісії

Шовкун Олександр Михайлович - заступник генерального директора
ДП «Сумистандартметрологія»;

Секретар комісії,

Дмитренко Любов Миколаївна - провідний хімік ДП «Сумистандартметрологія»;

Члени комісії:

Фролова Валентина Миколаївна - головний спеціаліст відділу безпеки середовища життєдіяльності управління державного нагляду за дотриманням санітарного законодавства Головного управління Держпродспоживслужби України у Сумській області;

Додаток В
Протоколи випробувань сухої суміші для виготовлення напівфабрикату
збивного

Додаток В1 Протоколи випробувань сухої суміші на відповідність вимогам
технічних умов ТУ У 42987569-001:2019

<p>МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «СУМСЬКИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ» (ДП «СУМИСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ»)</p> <hr/> <p>ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ ДП «СУМИСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ» акредитована Національним агентством з акредитації України на компетентність відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Атестат акредитації № 2Н156 дійсний до 25 вересня 2019 р. Адреса: 40007, м. Суми, вул. Харківська, 101, тел./факс: (0542) 33-45-10, e-mail: lab334510@gmail.com</p>	
<p>ЗАТВЕРДЖУЮ Начальник лабораторії</p> 	<p>С.Г. Сігідина 2019р.</p>
<p>ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ №1401 від «27» серпня 2019 р.</p>	
<p>Замовник: <u>ФО Кондрашина Л.А.</u> <small>(назва підприємства, адреса)</small></p>	
<p>Об'єкт випробувань: <u>зразок №1401 – суміш суха для напівфабрикату збивного</u> <small>(назва продукції)</small></p>	
<p>Виробник: <u>ФО Кондрашина Л.А.</u> <small>(назва підприємства-виробника, країна)</small></p>	
<p>Розмір партії: <u>20 кг;</u></p>	
<p>Дата виготовлення: <u>29.07.2019;</u></p>	
<p>Зразки відібрані: <u>запит на проведення випробування від 22.08.2019р., ФО Кондрашина Л.А.</u> <small>(дата, посада, прізвище, ініціали)</small></p>	
<p>Дата одержання зразка: <u>22.08.2019</u></p>	
<p>Дата проведення випробувань: <u>22.08.2019-27.08.2019</u></p>	
<p>Мета випробувань: перевірка відповідності зразка <u>суміш суха для напівфабрикату</u> <small>(назва продукції)</small> <u>збивного виробництва України</u> вимогам: <small>(країна виробник)</small></p>	
<p><u>ТУ У 10.6 - 42087560-001:2019 «Суміш суха для напівфабрикату збивного. ТУ»;</u> <small>(позначення НД на продукцію/запиту на проведення випробувань)</small></p>	
<p>згідно запиту на проведення випробувань від 22.08.2019р.</p>	
<p>Протокол випробувань не може бути частково або повністю передрукований, тиражований та розповсюджений як офіційний документ без дозволу випробувальної лабораторії. Зразки піддаються руйнуванню при випробуваннях, що означає їх знищення</p>	
<p>Ф1 П 7.8-01 (редакція 01) від 19.03.2019</p>	<p>Сторінка 1 з 2</p>

Додаток В2 Протоколи випробувань сухої суміші на на вміст ГМО

<p>МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «СУМСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ЦЕНТР МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ» вул. Привокзальна буд. 27, м. Суми, 40022, тел./факс (0542) 65-78-86, код ЄДРПОУ 38523259</p>	
<p>E-mail: sumy_olc@ukr.net, web: http://www.scs.sumv.ua Випробувальна лабораторія акредитована НААУ відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 (ISO/IEC 17025:2017 IDT) Атестат акредитації за № 20627 дійсний до 10.01.2024р.</p>	
<p>Затверджую Керівник випробувальної лабораторії Торгачов М.М. «13» серпня 2019р.</p>	
<p>ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 1085 досліджень проб харчових продуктів на вміст ГМО від «13» серпня 2019р.</p>	
<p>Виданий: Фізична особа Кондрашина Л.А., Україна, Сумська обл., Лебединський р-н, м. Лебедин, вул. Пилипінська, 38/2.</p>	
<p>Найменування зразка: Суха суміш для напівфабрикату збивного.</p>	
<p>Походження: Факультет харчових технологій Сумського державного аграрного університету, 40021, Україна, Сумська обл., м. Суми, вул. Герасима Кондратьєва, 160.</p>	
<p>Дата виробництва: 25.07.2019р.</p>	
<p>Зразок продукції від партії 20 кг аспірантами Кондрашиною Л.А., Кошель О.Ю. в присутності відібраний: професора Перцевого Ф.В. згідно акту відбору від 29.07.2019р.</p>	
<p>Опис стану Зразок в поліетиленовому пакеті, опломбованому паперовою пломбою з підписами зразка: осіб, які проводили відбір. Наданий зразок ідентичний даному виду продукції.</p>	
<p>Мета дослідження: визначення наявності генетично-модифікованих організмів (ГМО).</p>	
<p>Зразок продукції доставлено в лабораторію: 29.07.2019р.</p>	
<p>Дата проведення випробувань: 13.08.2019р.</p>	
<p>НД на метод випробувань: ДСТУ ISO21569:2008.</p>	
<p>Всього сторінок – 2 сторінка № 1</p>	

Додаток Г

Регресійний аналіз і оптимізація фізико-хімічних властивостей модельної системи напівфабрикату збивного

Додаток Г1 Моделювання в'язкості

Основним завданням математичного планування експерименту є отримання статистичної моделі об'єкта у вигляді полінома (рівняння регресії), що дозволить оцінити дію факторів x_i , що впливають на в'язкість модельної системи напівфабрикату збивного. Щоб усунути кореляцію між коефіцієнтами регресії і складність в оцінці розрахункових значень функції відгуку, користувалися кодованими значеннями факторів [88, 89, 90]:

$$X_i = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_{i0}}{\varepsilon_i} \quad (1)$$

де x_i - натуральне значення i -го фактора;

x_{i0} - натуральне значення фактора на нульовому рівні;

ε_i - значення інтервалу варіювання фактора.

Рівні варіювання факторів і кодові позначення змінних наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Рівні варіювання факторів і їх кодове позначення

Фактор			Рівні варіювання фактора			Інтервал варіювання	Розрахунок фактора
Найменування	Позначення		+1	0	-1		
	натуральне	кодове					
Вміст ферменту глютамінази m_{Γ}	X_1	x_1	0,09	0,07	0,05	0,02	$x_1 = \frac{m_{\Gamma} - 0,07}{0,02}$
Вміст желатину $m_{\text{ж}}$	X_2	x_2	3,0	2,0	1,0	1,0	$x_2 = \frac{m_{\text{ж}} - 2,0}{1}$
Вміст ксантану $m_{\text{к}}$	X_3	x_3	0,2	0,15	0,1	0,05	$x_3 = \frac{m_{\text{к}} - 0,15}{0,05}$

При проведенні однофакторних експериментів було встановлено, що в залежності від досліджуваних параметрів в'язкість модельних систем напівфабрикату збивного змінюється по параболічній кривій. Це значить, що факторний простір описується рівнянням регресії у вигляді полінома другого ступеня, який має наступний вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \quad (2)$$

Для отримання рівняння регресії другого порядку було проведено аналіз з

вибору методу математичного планування експерименту, в результаті якого було запропоновано реалізувати некомпозиційний план по методу Бокса-Бенкена [89].

Загальна кількість досліджень за планом Бокса-Бенкена для $K=3$ становить:

$$N_{\text{заг}} = N + N_0 = 12 + 3 = 15,$$

де: N_0 - число досліджень в центрі плану.

Для опису математичної моделі нерівномірності в'язкості будували матрицю другого порядку за обраним методом Бокса-Бенкена (таб.2).

Таблиця 2. Матриця плану Бокса-Бенкена

№ п/п	№ досліджу	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	\bar{y}
1	14	1	1	0	1	0	0	1	1	0	3,06
2	9	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0	1,28
3	15	1	-1	0	-1	0	0	1	1	0	2,63
4	10	-1	1	0	-1	0	0	1	1	0	1,36
5	3	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1,42
6	5	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1	1,38
7	2	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	2,14
8	6	-1	0	1	0	-1	0	1	0	1	2,09
9	7	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1,54
10	11	0	-1	-1	0	0	1	0	1	1	1,49
11	4	0	1	-1	0	0	-1	0	1	1	1,38
12	12	0	-1	1	0	0	-1	0	1	1	1,32
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,47
14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,48
15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,46

Перевірку всіх експериментальних даних на однорідність розраховували за критерієм Кохрена:

$$G_{\text{расч}} = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} \leq G_{(0,05; f_1; f_2)} \quad (3)$$

де $S_{u \max}^2$ – максимальна вибіркова дисперсія в N вибірках;

S_u^2 – вибіркова дисперсія в j -му досліді;

N – кількість дослідів;

j - поточний номер дослід.

Вибіркову дисперсію в кожній вибірці визначали за формулою:

$$S_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{ji} - \bar{y}_j)^2}{n-1}, \quad (4)$$

де y_{ji} - значення параметра оптимізації в j -му досліді та i -му дублі;

i - поточний номер дубля, 1, ..., n ;

n - число дублів кожного з N дослідів;

y_j - вибіркове середнє значення в j -му досліді.

Середнє арифметичне значення параметру оптимізації для кожного рядка визначали за формулою:

$$\bar{y}_j = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ji}}{n}, \quad j = 1, \dots, N. \quad (5)$$

Реалізуючи експеримент згідно з матрицею планування (табл.2), результати усіх досліджень заносили в таблицю 3 за рандомізованою схемою.

Таблиця 3. Результати реалізації матриці планування (критерій оптимізації - в'язкість, η (Па·с))

№ досліду	В'язкість $\eta \times 10^{-3}$ Па·с				Дисперсія S_j^2
	y_1	y_2	y_3	\bar{y}_j	
1	3,18	3,02	2,98	3,06	0,0112
2	1,27	1,35	1,22	1,28	0,0043
3	2,59	2,62	2,68	2,63	0,0021
4	1,29	1,3	1,49	1,36	0,0127
5	1,38	1,46	1,42	1,42	0,0016
6	1,27	1,37	1,41	1,35	0,0052
7	2,25	2,01	2,16	2,14	0,0147
8	2,07	1,97	1,91	1,98	0,0065
9	1,58	1,49	1,55	1,54	0,0021
10	1,42	1,57	1,48	1,49	0,0057
11	1,36	1,47	1,31	1,38	0,0067
12	1,35	1,4	1,21	1,32	0,0097
13	1,61	1,75	1,66	1,67	0,0050
14	1,38	1,42	1,58	1,46	0,0112
15	1,48	1,49	1,29	1,42	0,0127

Розраховували коефіцієнти рівняння регресії за відомою методикою [90].

Дисперсія відтворюваності (похибка досліду) складала: $S_y^2 = 0,0037$

Коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_0=1,47 \qquad b_{13}=-0,3576$$

$$b_1=0,391 \qquad b_{23}=0,0825$$

$$b_2=0,0775 \qquad b_{11}=0,4680$$

$$b_3=-0,0025 \qquad b_{22}=0,1412$$

$$b_{12}=0,0875 \qquad b_{33}=-0,1820$$

В результаті розрахунків коефіцієнтів отримували рівняння регресії в наступному вигляді:

$$y = 1,47 + 0,3916x_1 + 0,0775x_2 - 0,0025x_3 + 0,0875x_{12} - 0,3576x_{13} + 0,0825x_{23} + 0,4680x_1^2 + 0,1412x_2^2 - 0,1820x_3^2 \quad (6)$$

Таблиця 4 Зміна в'язкості від поєднання факторів

№ досліду	Y_1	Y_2	Y_3	\bar{Y}	$\sum_{p=1}^m (Y_{iu} - \bar{Y})$	S_u^2 s_i^2
1	3,18	3,02	2,98	3,06	3,06	0,0112
2	1,27	1,35	1,22	1,28	1,28	0,0043
3	2,59	2,62	2,68	2,63	2,63	0,0021
4	1,29	1,30	1,49	1,36	1,36	0,0127
5	1,38	1,46	1,42	1,39	1,42	0,0016
6	1,37	1,37	1,41	1,42	1,38	0,0005
7	2,25	2,01	2,16	1,38	2,14	0,0147
8	2,00	2,23	2,05	2,14	2,09	0,0146
9	1,58	1,49	1,55	2,09	1,54	0,0021
10	1,62	1,37	1,48	1,54	1,49	0,0157
11	1,36	1,47	1,31	1,49	1,38	0,0067
12	1,35	1,40	1,21	1,38	1,32	0,0097
13	1,51	1,59	1,52	1,32	1,54	0,0019
14	1,38	1,42	1,58	1,54	1,46	0,0112
15	1,48	1,39	1,39	1,46	1,42	0,0027

Найбільша з дисперсій в рядках плану: $S_{u \max}^2 = 0,0157$

Сума дисперсій:
$$\sum_{u=1}^N S_u^2 = 0,0932$$

Розрахункове значення критерію Кохрена: $G_{расч} = 0,1405$

$$G_{расч} = 0,1405 \leq G_{табл} = 0,3346$$

Дисперсії, що характеризують похибки у визначенні коефіцієнтів регресії:

$$S^2 \{b_0\} = 0,00124 \quad S^2 \{b_i\} = 0,00047 \quad S^2 \{b_{ij}\} = 0,00093 \quad S^2 \{b_{ii}\} = 0,00163$$

Довірчі інтервали коефіцієнтів регресії:

$$\Delta b_0 = 0,0752 \quad \Delta b_i = 0,046 \quad \Delta b_{ij} = 0,0651 \quad \Delta b_{ii} = 0,0861$$

Порівняння коефіцієнтів регресії з довірчими інтервалами:

$b_0 = 1,47$	$\geq \Delta b_0 = 0,0752$	$b_{13} = -0,3575$	$\geq \Delta b_{ij} = 0,0651$
$b_1 = 0,3916$	$\geq \Delta b_i = 0,046$	$b_{23} = 0,825$	$\geq \Delta b_{ij} = 0,1843$
$b_2 = 0,0775$	$\geq \Delta b_i = 0,046$	$b_{11} = 0,4680$	$\geq \Delta b_{ii} = 0,0861$
$b_3 = -0,0025$	$\leq \Delta b_i = 0,046$	$b_{22} = 0,1412$	$\geq \Delta b_{ii} = 0,0861$
$b_{12} = 0,875$	$\geq \Delta b_{ij} = 0,0651$	$b_{33} = -0,1820$	$\geq \Delta b_{ii} = 0,0861$

Після відкидання незначущих коефіцієнтів рівняння регресії приймає наступний вигляд:

$$y = 1,47 + 0,3916x_1 + 0,0775x_2 + 0,0875x_1 x_2 - 0,3576x_1 x_3 + 0,0825x_2 x_3 + 0,4680x_1^2 + 0,1412x_2^2 - 0,1820x_3^2 \quad (7)$$

Перевірка на адекватність рівняння регресії:

$$F_{расч} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} \leq F(0,05; f_{ад}, f_y)$$

Дисперсія адекватності:

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2}{N - (k + 1)} = 0,0373$$

Тоді

$$F_{расч.} = \frac{S_{ад.}^2}{S_y^2} = 0,354 \leq F_{табл.} = 2,12$$

Рівняння адекватне з довірчою ймовірністю 95%.

Підставляючи дані кодування значень факторів з таблиці 1 в рівняння 7, отримаємо:

$$YI = 1170m_{\Gamma}^2 + 4.38m_{\Gamma}m_{ж} + 357.6m_{\Gamma}m_{к} - 99.33m_{\Gamma} + 0.1412m_{ж}^2 + 1.65m_{ж}m_{к} - 1.04m_{ж} - 72.8m_{к}^2 + 43.57m_{к} + 1.9569$$

Визначали координати нового центру, для чого рівняння (7) диференціювали й похідні прирівнювали до нуля:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = 0,3916 + 0,0875x_2 - 0,3576x_3 + 0,936x_1 = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = 0,0775 + 0,0875x_1 + 0,0825x_3 + 0,2824x_2 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = -0,0025 - 0,3576x_1 + 0,0825x_2 - 0,364x_3 = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Вирішивши систему рівнянь отримували координати точки S

$$x_{1s} = -0,3; x_{2s} = -0,25; x_{3s} = 0,24.$$

Розкодовані значення факторів: маса ферменту глютаміназа $m_{\Gamma} = 0,064$ г, желатину $m_{ж} = 1.75$ г, ксантан $m_{к} = 0,162$ г. Підставивши значення факторів у рівняння (8) отримували значення параметра оптимізації:

$$Y = 1,35 \times 10^{-3} \text{Па}\cdot\text{с}$$

Для забезпечення інтерпретації отриманих результатів дослідження при вивченні поверхні відгуку був використаний метод двовимірних перетинів. Побудову двовимірних перетинів функції відгуку виконували в такий спосіб. В отриману раніше математичну модель (8) підставляли закодовані значення всіх факторів, крім будь-якого одного, причому в першу чергу досліджувалися ті перетини, які мають найбільш практичне значення. Далі в отриманому значенні виразу визначався центр поверхні відгуку й проводилося канонічне

перетворення моделі другого порядку. Після канонічного перетворення визначався тип поверхні відгуку й проводився графоаналітичний аналіз отриманого виразу.

Побудову двовимірного перетину першої функції відгуку виконували підставляючи значення $x_3=0$ в рівняння (7).

У результаті отримували рівняння у вигляді:

$$y = 1,47 + 0,3916x_1 + 0,0775x_2 + 0,0875x_1 x_2 + 0,4680x_1^2 + 0,1412x_2^2 \quad (9)$$

Для визначення центру поверхні відгуку складали систему диференціальних рівнянь, що є окремими похідними по факторах x_1 і x_2 :

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = 0,3916 + 0,0875x_2 + 0,936 x_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = 0,0775 + 0,0875x_1 + 0,2824 x_2 = 0 \end{cases}$$

$$x_{1s} = -0,4;$$

$$x_{2s} = -0,15.$$

Підставляючи значення x_{1s} і x_{2s} в рівняння (9), отримували значення в'язкості в центрі поверхні відгуку:

$$Y_s = 1,38 \times 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Для канонічного перетворення рівняння (9) розв'язували його характеристичне рівняння:

$$B^2 + pB + q = 0;$$

Власними коренями характеристичного рівняння (9) будуть:

$$B_1 = 0,47, \quad B_2 = 0,14$$

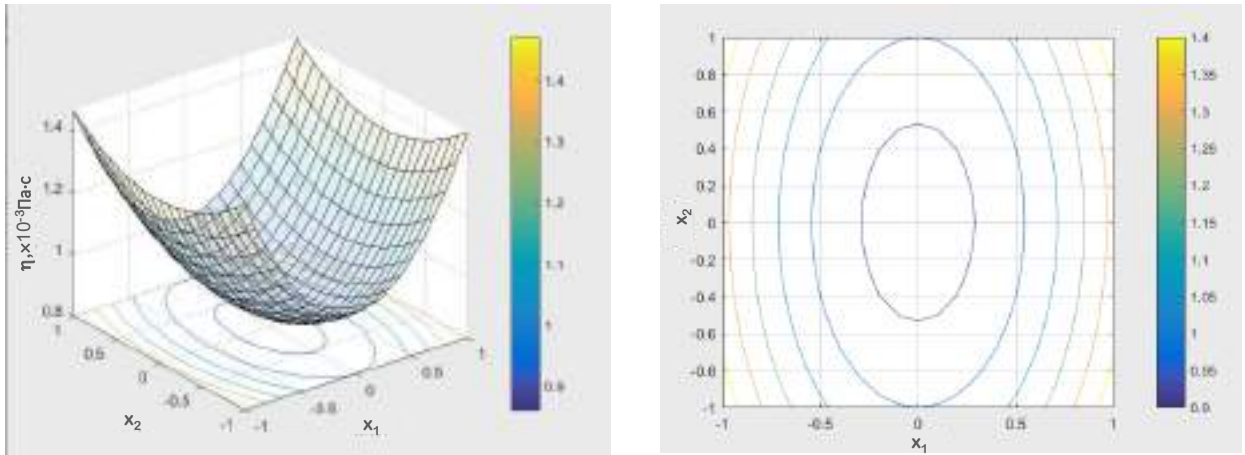
Тоді рівняння в канонічній формі матиме вигляд:

$$Y - 0,86 = 0,47x_{-1}^2 + 0,14x_{-2}^2$$

Визначали кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку з формули

$$\begin{aligned} \text{ctg}(2\varphi) &= \frac{b_{11} - b_{22}}{2b_{12}} \\ \varphi &= -7,4^\circ \end{aligned}$$

Поверхня відгуку має вигляд еліптичного параболоїду. Обидва коефіцієнта B_1 і B_2 мають однакові знаки. Центр еліпсів є мінімум, тому що коефіцієнти негативні і еліпси витягнуті по осі x_2 .



а

б

Рис. 5. а - поверхня відгуку впливу факторів X_1 і X_2 , б - двовимірний перетин.

Підставляючи значення $x_2=0$ в рівняння (9) виконували побудову двовимірного перетину другої функції відгуку.

У результаті отримували рівняння у вигляді:

$$Y = 1,47 + 0,3916x_1 - 0,3576x_1 x_3 + 0,4680x_1^2 - 0,1820x_3^2 \quad (10)$$

Для визначення центру поверхні відгуку склали систему диференціальних рівнянь, що є окремими похідними по факторах x_1 і x_3 :

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = 0,3916 - 0,3576x_3 + 0,936 x_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = - 0,3576x_1 - 0,364x_3 = 0 \end{cases}$$

$$x_{1s} = 0,3;$$

$$x_{3s} = 0,29.$$

Підставляючи значення x_{1s} і x_{3s} в рівняння (10), отримували значення в'язкості в центрі поверхні відгуку рівне:

$$Y_s = 1,0 \times 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Для канонічного перетворення рівняння (10) розв'язували його характеристичне рівняння:

$$B^2 + pB + q = 0;$$

Власними коренями характеристичного рівняння (10) будуть:

$$B_1 = 0,51, \quad B_2 = -0.23$$

Тоді рівняння в канонічній формі буде мати вигляд:

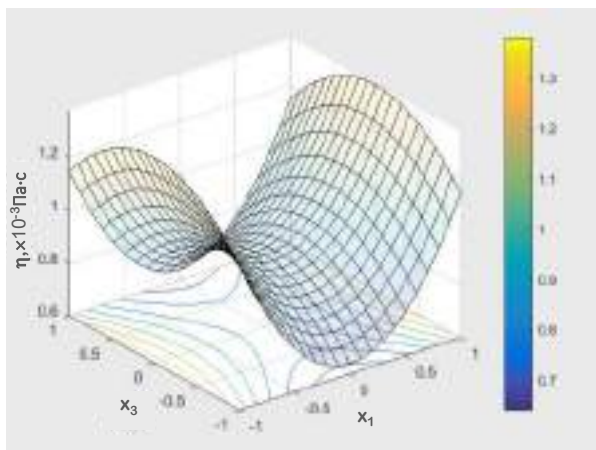
$$Y - 0.87 = 0.51\bar{x}_1^2 - 0.23\bar{x}_3^2$$

Визначали кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку з формули:

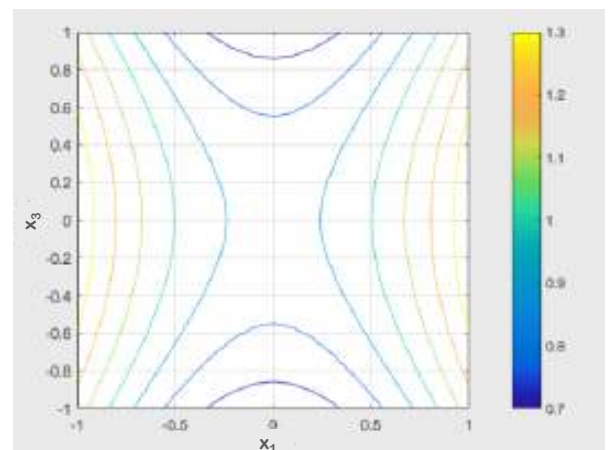
$$\operatorname{ctg}(2\varphi) = \frac{b_{11} - b_{22}}{2b_{12}}$$

$$\varphi = 14,3^\circ$$

Поверхня відгуку має вигляд гіпербол. Коефіцієнти B_1 і B_2 мають різні знаки. Центр поверхні є мінімаксом.



а



б

Рис. 5. а - поверхня відгуку впливу факторів X_1 і X_3 , б - двовимірний перетин.

Підставляючи значення $x_1 = 0$ в рівняння (7) виконували побудову двовимірного перетину третьої функції відгуку.

В результаті отримували рівняння у вигляді:

$$Y = 1,47 + 0,0775x_2 + 0,0825x_2 x_3 + 0,1412x_2^2 - 0,1820x_3^2 \quad (11)$$

Для визначення центру поверхні відгуку складали систему диференціальних рівнянь, що є окремими похідними по факторах x_2 і x_3 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial y}{\partial x_1} = 0,0775 + 0,0825x_3 + 0,2824 x_2 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = 0,0825x_2 - 0,364 x_3 = 0 \end{array} \right.$$

$$x_{2s} = -0,26$$

$$x_{3s} = -0,06.$$

Підставляючи значення x_{2s} і x_{3s} в рівняння (11), отримували значення в'язкості в центрі поверхні відгуку, що складає:

$$Y_s = 1,45 \times 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Для канонічного перетворення рівняння (11) розв'язували його характеристичне рівняння:

$$B^2 + pB + q = 0;$$

Власними коренями характеристичного рівняння (11) будуть:

$$B_1 = 0,15, \quad B_2 = -0,19$$

Тоді рівняння в канонічній формі буде мати вигляд:

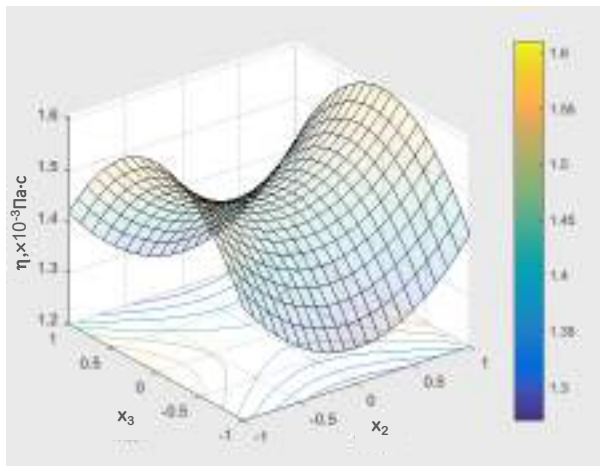
$$Y - 1,46 = 0,15\bar{x}_2^2 - 0,19\bar{x}_3^2$$

Визначали кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку за формулою:

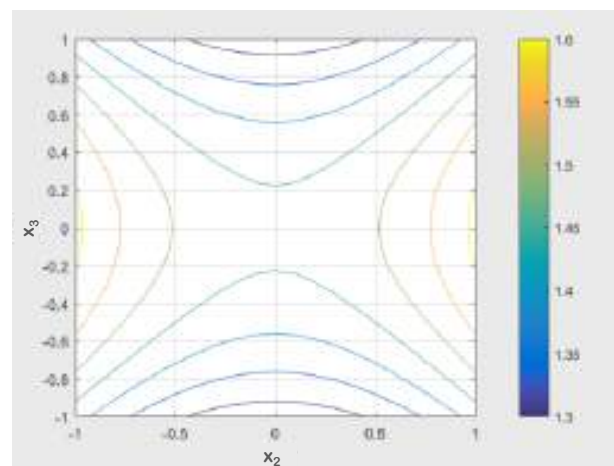
$$ctg(2\varphi) = \frac{b_{11} - b_{22}}{2b_{12}}$$

$$\varphi = -7,16^\circ$$

Контурні криві поверхні відгуку мають вигляд гіпербол. Коефіцієнти B_1 і B_2 мають різні знаки. Центр поверхні є мінімаксом.



а



б

Рис. 5. а - поверхня відгуку впливу факторів X_2 і X_3 , б - двовимірний перетин.

Додаток Г2 Моделювання вологоутримуючої здатності

Основним завданням математичного планування експерименту є отримання статистичної моделі об'єкта у вигляді полінома (рівняння регресії), що дозволить оцінити дію факторів x_i , що впливають на вологоутримувальну здатність (ВУЗ) модельних систем напівфабрикату збивного. Щоб усунути кореляцію між коефіцієнтами регресії і складність в оцінці розрахункових значень функції відгуку, користувалися кодованими значеннями факторів, формула (1).

Рівні варіювання факторів і кодові позначення змінних наведені в табл. 1.

При проведенні однофакторних експериментів було встановлено, що в залежності від досліджуваних параметрів ВУЗ модельних систем напівфабрикату збивного змінюється по еліптичній параболоїдній кривій, а це значить, що факторний простір описується рівнянням регресії у вигляді полінома другого ступеня, який має вигляд (формула 2).

Для опису математичної моделі нерівномірності ВУЗ будували матрицю другого порядку (табл.5) за обраним методом Бокса-Бенкена.

Таблиця 5. Матриця плану Бокса-Бенкена

№ п/п	№ досліджу	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	\bar{y}
1	14	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0,71
2	9	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0	0,73
3	15	1	-1	0	-1	0	0	1	1	0	0,52
4	10	-1	1	0	-1	0	0	1	1	0	0,63
5	3	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0,58
6	5	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1	0,76
7	2	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0,78
8	6	-1	0	1	0	-1	0	1	0	1	0,70
9	7	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0,60
10	11	0	-1	-1	0	0	1	0	1	1	0,68
11	4	0	1	-1	0	0	-1	0	1	1	0,63
12	12	0	-1	1	0	0	-1	0	1	1	0,52
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,84
14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,86
15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89

Дисперсія відтворюваності (похибка досліду): $S_y^2 = 0,0054$

Розраховували коефіцієнти рівняння регресії за відомою методикою [90].

Коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_0=0,86 \qquad b_{13}=-0.0475$$

$$b_1=0,0488 \qquad b_{23}=0.0325$$

$$b_2=0,0463 \qquad b_{11}=-0.0592$$

$$b_3= -0.05 \qquad b_{22}=-0.1442$$

$$b_{12}=-0.02 \qquad b_{33}=-0,1117$$

Реалізуючи експеримент згідно матриці планування. Після проведення всіх дослідів за рандомізованою схемою результати заносимо в таблицю 6.

Таблиця 6. Результати реалізації матриці планування (критерій оптимізації – ВУЗ×10², %)

№ досліду	ВУЗ×10 ² , %				Дисперсія S_j^2
	y_1	y_2	y_3	\bar{y}_j	
1	0,75	0,67	0,71	0,71	0,0016
2	0,75	0,68	0,76	0,73	0,0019
3	0,49	0,56	0,51	0,52	0,0013
4	0,59	0,68	0,62	0,63	0,0021
5	0,55	0,61	0,58	0,58	0,0009
6	0,73	0,80	0,75	0,76	0,0013
7	0,85	0,71	0,78	0,78	0,0049
8	0,77	0,67	0,66	0,70	0,0037
9	0,52	0,65	0,63	0,60	0,0049
10	0,71	0,63	0,70	0,68	0,0019
11	0,68	0,61	0,60	0,63	0,0019
12	0,47	0,58	0,51	0,52	0,0031
13	0,85	0,83	0,84	0,84	0,0001
14	0,84	0,89	0,85	0,86	0,0007
15	0,92	0,84	0,91	0,89	0,0019

У результаті розрахунків коефіцієнтів отримували рівняння регресії в наступному вигляді:

$$y = 0,86 - 0,0288x_1 + 0,015x_2 - 0,0563x_3 - 0,0725 x_1x_2 - 0,035 x_1x_3 + 0,0325 x_2x_3 - 0,0592x_1^2 - 0,1567x_2^2 - 0,0992x_3^2 \quad (12)$$

Таблиця 7 Зміни ВУЗ від поєднання факторів

№ досліджу	Y_1	Y_2	Y_3	\bar{y}	$\sum_{p=1}^m (Y_{iu} - \bar{y})$	S_u^2
1	0,75	0,67	0,71	0,71	0,0032	0,0016
2	0,75	0,68	0,76	0,73	0,0038	0,0019
3	0,49	0,56	0,51	0,52	0,0026	0,0013
4	0,59	0,68	0,62	0,63	0,0042	0,0021
5	0,55	0,61	0,58	0,58	0,0018	0,0009
6	0,73	0,80	0,75	0,76	0,0026	0,0013
7	0,85	0,71	0,78	0,78	0,0098	0,0049
8	0,77	0,67	0,66	0,70	0,0074	0,0037
9	0,52	0,65	0,63	0,60	0,0098	0,0322
10	0,71	0,63	0,70	0,68	0,0038	0,0019
11	0,68	0,61	0,60	0,63	0,0038	0,0019
12	0,47	0,58	0,51	0,52	0,0062	0,0031
13	0,85	0,83	0,84	0,84	0,0002	0,0001
14	0,84	0,89	0,85	0,86	0,0014	0,0007
15	0,92	0,84	0,91	0,89	0,0038	0,0019

Найбільша з дисперсій в рядках плану: $S_{u \max}^2 = 0,0322$

Сума дисперсій:
$$\sum_{u=1}^N S_u^2 = 0,0322$$

Розрахункове значення критерія Кохрена (3):

$$G_{розр} = 0,1522$$

$$G_{розр} = 0,1522 \leq G_{табл} = 0,3346$$

Дисперсії, що характеризують похибки у визначенні коефіцієнтів регресії:

$$S^2\{b_0\} = 0,00124 \quad S^2\{b_i\} = 0,00047 \quad S^2\{b_{ij}\} = 0,00093 \quad S^2\{b_{ii}\} = 0,00163$$

Довірчі інтервали коефіцієнтів регресії:

$$\Delta b_0 = 0,0752 \quad \Delta b_i = 0,046 \quad \Delta b_{ij} = 0,0651 \quad \Delta b_{ii} = 0,0861$$

Порівнювали коефіцієнти регресії з довірчими інтервалами:

$$\begin{aligned}
b_0 = 0,86 & \geq \Delta b_0 = 0,0297 & b_{13} = 0,0325 & \geq \Delta b_{ij} = 0,0257 \\
b_1 = -0,0288 & \geq \Delta b_i = 0,0182 & b_{23} = 0,0325 & \geq \Delta b_{ij} = 0,0257 \\
b_2 = 0,015 & \geq \Delta b_i = 0,0182 & b_{11} = -0,0592 & \geq \Delta b_{ii} = 0,034 \\
b_3 = -0,0563 & \leq \Delta b_i = 0,0182 & b_{22} = -0,1567 & \geq \Delta b_{ii} = 0,034 \\
b_{12} = 0,0725 & \geq \Delta b_{ij} = 0,0257 & b_{33} = -0,0992 & \geq \Delta b_{ii} = 0,034
\end{aligned}$$

Після відкидання незначущих коефіцієнтів, рівняння регресії набуває вигляду:

$$y = 0,86 - 0,0288x_1 - 0,0563x_3 - 0,0725 x_1x_2 - 0,035 x_1x_3 + 0,0325 x_2x_3 - 0,0592x_1^2 - 0,1567x_2^2 - 0,0992x_3^2 \quad (13)$$

Перевіряли рівняння регресії на адекватність:

$$F_{расч} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} \leq F(0,05; f_{ад} f_y)$$

Дисперсія адекватності

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2}{N - (k + 1)} = 0,0006$$

$$F_{расч.} = \frac{S_{ад.}^2}{S_y^2} = 1,0 \leq F_{табл.} = 2,12$$

Рівняння регресії адекватне з довірчою ймовірністю 95%.

Підставляючи значення кодованих значень факторів з таблиці 1 у рівняння 13, отримували:

$$\begin{aligned}
y = & 0,86 - 0,0288 * \left(\frac{x_1-0,07}{0,02}\right) - 0,0563 * \left(\frac{x_3-0,15}{0,05}\right) - 0,0725 * \left(\frac{x_1-0,07}{0,02}\right) * \\
& \left(\frac{x_2-2,0}{1}\right) - 0,035 * \left(\frac{x_1-0,07}{0,02}\right) * \left(\frac{x_3-0,15}{0,05}\right) + 0,0325 * \left(\frac{x_2-2,0}{1}\right) * \left(\frac{x_3-0,15}{0,05}\right) - 0,0592 * \\
& \left(\frac{x_1-0,07}{0,02}\right) * \left(\frac{x_1-0,07}{0,02}\right) - 0,1567 * \left(\frac{x_2-2,0}{1}\right) * \left(\frac{x_2-2,0}{1}\right) - 0,0992 * \left(\frac{x_3-0,15}{0,05}\right) * \\
& \left(\frac{x_3-0,15}{0,05}\right) = -1,8 + 11,93m_k - 148m_\Gamma^2 - 3,625m_\Gamma m_{ж} - 35m_\Gamma m_k + 31,8 * m_\Gamma - 0,157m_{ж}^2 + \\
& 0,65m_{ж} m_k + 0,78m_{ж} - 39,68m_k^2 \quad (14)
\end{aligned}$$

Визначали координати нового центра. Для чого рівняння (13) диференціювали й похідні прирівнювали до нуля:

$$Y = 0,86 + 0,0463x_2 - 0,05x_3 - 0,0475 x_1x_3 + 0,0325 x_2x_3 - 0,0592x_1^2 - 0,1442x_2^2 - 0,1117x_3^2$$

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -0,0475x_3 - 0,1184x_1=0 \\ \frac{dy}{dx_2} = 0,0463 + 0,0325 x_3 - 0,2884x_2 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = -0,05 - 0,0475 x_1 + 0,0325 x_2 - 0,2234x_3 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Розв'язавши систему рівнянь отримували координати точки S

$$x_{1s} = 0,08; x_{2s} = 0,14; x_{3s} = -0,22.$$

Розкодовані значення факторів: маса ферменту трансглютаміназа $m_{\text{тг}} = 0,0716$ г, желатину $m_{\text{ж}} = 2,14$ г, ксантану $m_{\text{к}} = 0,139$ г. Підставляючи значення факторів у рівняння (14) отримували значення параметра оптимізації:

$$Y = -1.8 + 11.93 * 0,139 - 148 * 0,0716 * 0,0716 - 3.625 * 0,0716 * 2,14 - 35 * 0,0716 * 0,139 + 31.8 * 0,0716 - 0.157 * 2,14 * 2,14 + 0.65 * 2,14 * 0,139 + 0.78 * 2,14 - 39.68 * 0,139 * 0,139 = 0.85$$

Після підстановки значень x_{1s} і x_{2s} у рівняння (13) отримували значення критерію оптимізації в новому центрі: $Y_s = 0.86$.

Підставляючи в рівняння (13) значення $x_3 = 0$ виконували побудову двомірного перетину функції відгуку

У результаті цих дій отримували рівняння у наступному вигляді:

$$y = 0,86 + 0,0463x_2 - 0,0592x_1^2 - 0,1442x_2^2 \quad (16)$$

Для визначення центру поверхні відгуку складали систему диференціальних рівнянь, що є окремими похідними по факторах x_1 і x_2 :

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = -0.1184x_1=0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = 0.0463 - 0.2884 x_2=0 \end{cases}$$

$$x_{1s} = 0;$$

$$x_{2s} = 0.16.$$

Підставляючи значення x_{1s} і x_{2s} у рівняння (16), отримували значення ВУЗ у центрі поверхні відгуку, що складає:

$$Y_s = 0,87 \times 10^2, \%$$

Для канонічного перетворення рівняння (16) розв'язували його характеристичне рівняння:

$$B^2 + pb + q = 0;$$

Власними коренями характеристичного рівняння (16) будуть:

$$B_1 = -0.0592, \quad B_2 = -0.1442$$

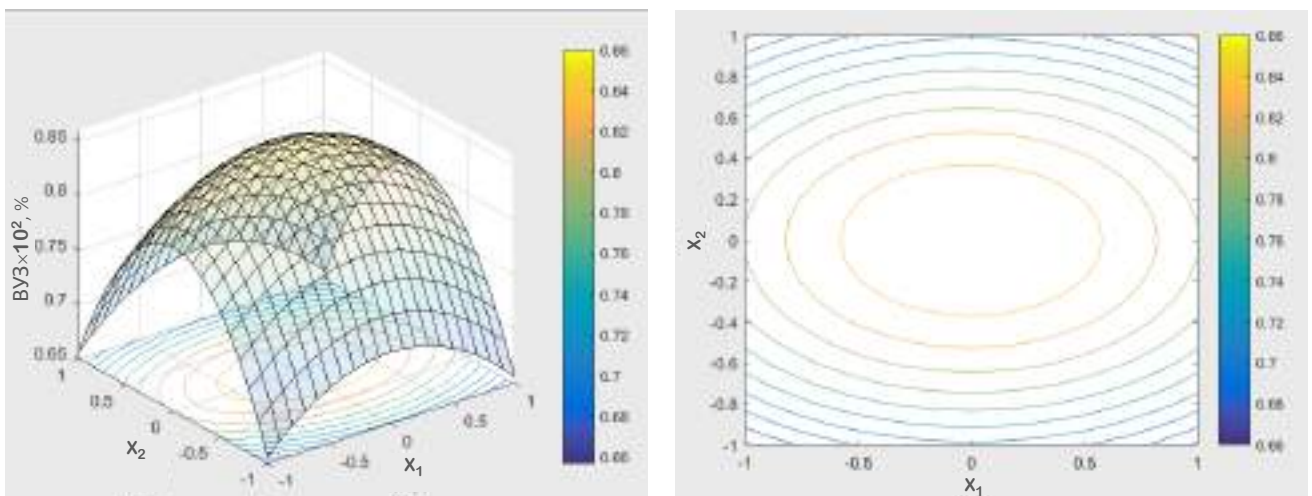
Тоді рівняння в канонічній формі буде мати вигляд:

$$Y - 0.86 = -0.0592\bar{x}_1^2 - 0.1442\bar{x}_2^2$$

Визначали кут повороту нових координатних осей у центрі поверхні відгуку з формули:

$$\text{ctg}(2\varphi) = \frac{b_{11} - b_{22}}{2b_{12}}$$

Поверхня відгуку (рис. 5) є еліптичним параболоїдом. Обидва коефіцієнти B_1 і B_2 мають однакові знаки. Центр еліпсів є максимум, тому що коефіцієнти негативні і еліпси витягнуті по осі x_2 .



а

б

Рис. 5. а - поверхня відгуку впливу факторів X_1 і X_2 , б - двовимірний перетин.

Підставляючи в рівняння (13) значення $x_2=0$ виконували побудову двовимірного перетину функції відгуку

У результаті отримували рівняння у наступному вигляді:

$$Y = 0,86 - 0,05x_3 - 0,0475 x_1x_3 - 0,0592x_1^2 - 0,1117x_3^2 \quad (17)$$

Для визначення центру поверхні відгуку склали систему диференціальних рівнянь, що є окремими похідними по факторах x_1 і x_3 :

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = -0,0475 x_3 - 0,1184x_1^2 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = -0,05 - 0,0475 x_1 - 0,2234x_3^2 = 0 \end{cases}$$

$$x_{1s} = 0,098;$$

$$x_{3s} = -0,24.$$

Підставляючи значення x_{1s} і x_{3s} у рівняння (17), отримували значення ВУЗ у центрі поверхні відгуку, що складає:

$$Y_s = 0,87 \times 10^{-2}, \%$$

Для канонічного перетворення рівняння (17) розв'язували його характеристичне рівняння:

$$B^2 + pb + q = 0;$$

Власними коренями характеристичного рівняння (17) будуть:

$$B_1 = -0,05, \quad B_2 = -0,12$$

Рівняння в канонічній формі буде мати вигляд:

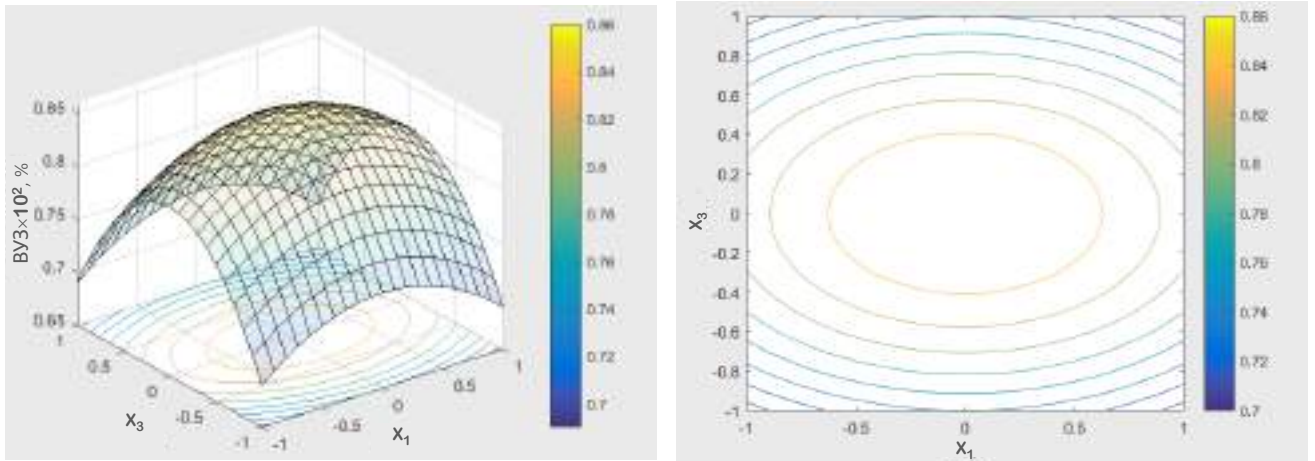
$$Y - 0,87 = -0,05\bar{x}_1^2 - 0,12\bar{x}_3^2$$

Визначали кут повороту нових координатних осей у центрі поверхні відгуку з формули:

$$\cot(2\varphi) = \frac{b_{11} - b_{22}}{2b_{12}}$$

$$\varphi = 21,2^\circ$$

Поверхня відгуку (рис.6) є еліптичним параболоїдом. Обидва коефіцієнти B_1 і B_2 мають однакові знаки. Центр еліпсів є максимум, тому що коефіцієнти негативним і еліпси витягнуті по осі x_3 .



а

б

Рис. 6. а - поверхня відгуку впливу факторів X_1 і X_3 , б - двовимірний перетин.

Підставляючи в рівняння (13) значення $x_1=0$ виконували побудову двовимірного перетину функції відгуку

У результаті отримували рівняння у наступному вигляді:

$$Y = 0,86 - 0,0563x_3 + 0,0325 x_2x_3 - 0,1567x_2^2 - 0,0992x_3^2 \quad (18)$$

Для визначення центру поверхні відгуку склали систему диференціальних рівнянь, що є окремими похідними по факторах x_2 і x_3 :

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = 0,0325 x_3 - 0,3134x_2=0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = -0,0563 + 0,0325 x_2 - 0,1984x_3^2 = 0 \end{cases}$$

$$x_{2s} = -0,03;$$

$$x_{3s} = -0,29.$$

Підставляючи значення x_{2s} і x_{3s} у рівняння (18), отримували значення ВУЗ у центрі поверхні відгуку, що складає:

$$Y_s = 0,87 \times 10^{-2}, \%$$

Для канонічного перетворення рівняння (18) розв'язували його характеристичне рівняння:

$$B^2 + pb + q = 0;$$

Власними коренями характеристичного рівняння (18) будуть:

$$B_1 = -0.09, \quad B_2 = -0.16$$

Рівняння в канонічній формі буде мати вигляд:

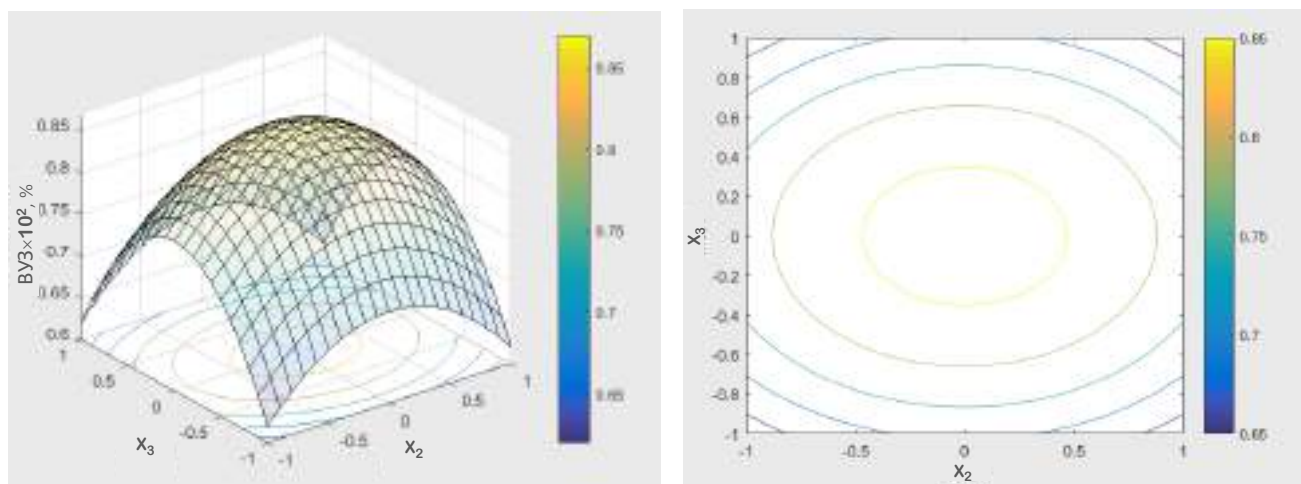
$$Y - 0.87 = -0.09\bar{x}_2^2 - 0.16\bar{x}_3^2$$

Визначали кут повороту нових координатних осей у центрі поверхні відгуку з формули:

$$\operatorname{ctg}(2\varphi) = \frac{b_{11} - b_{22}}{2b_{12}}$$

$$\varphi = 14,9^\circ$$

Поверхня відгуку (рис.7) є еліптичним параболоїдом. Обидва коефіцієнти B_1 і B_2 мають однакові знаки. Центр еліпсів є максимум, тому що коефіцієнти негативним і еліпси витягнуті по осі x_3 .



а

б

Рис. 7. а - поверхня відгуку впливу факторів X_2 і X_3 , б - двовимірний перетин.

Додаток Д
Акти дегустації, впровадження, випуску дослідно промислових партій

Додаток Д1 Акт дегустації харчової продукції в рамках Міжнародного аграрного форуму « Територія євроінтеграції»



АКТ
дегустації нової харчової продукції, яка проходила в рамках
Міжнародного аграрного форуму
«Територія євроінтеграції»

м. Суми, 16.09.2017 р.

16 вересня 2017 р. на базі Сумського національного аграрного університету відбувся Міжнародний аграрний форум «Територія євроінтеграції», який було організовано за сприяння Сумської обласної державної адміністрації, Сумської обласної ради, Фонду підтримки розвитку малого та середнього підприємств, за присутності голови Сумської обласної державної адміністрації Клочка М.О., першого заступника голови Сумської обласної ради Річкаля А.Я., першого заступника голови Сумської обласної державної адміністрації Марченка О.О., заступника голови Сумської обласної державної адміністрації Подопрігори М. А., голови постійної комісії з питань АПК Сумської обласної ради Галасва М.Д., виконуючого обов'язки начальника департаменту агропромислового розвитку Сумської обласної державної адміністрації Турчина П.І., президента Торгово-промислової палати Сумської області Макаренка К.В.

В рамках заходу кафедраю технології харчування було представлено нову розроблену харчову продукцію та проведено її дегустацію.

Присутні:

Представники кафедри технології харчування СНАУ: д.т.н., проф. Перцевої Ф.В., к.т.н., проф. Шильман Л.З., к.т.н., доц. Бідюк Д.О., к.т.н., доц. Мельник О.Ю., к.т.н., доц. Дмитрієвич Л.Р., доц. Степанова Т.М., ст. викл. Маренкова Т.І., асист. Кошель О.Ю.

Технологія нової продукції, що представлена, передбачає інноваційні підходи до раціонального використання сировини, функціональних властивостей її складових, розширення існуючого асортименту, надання лікувально-профілактичної спрямованості, заданих високих органолептичних показників, харчової та біологічної цінності.

На дегустаційну нараду представлено наступні зразки харчової продукції:

І. Фруктовий салат «Sunshine» з желейними кубиками

Розробники: Близнюк О.В., Маренкова Т.І., Бідюк Д.О., Перцевої Ф.В.

Фруктовий салат складається із різних плодів та ягід, а також желе, що порізані великими кубиками та перемішані фруктовим соусом.

Желейні кубики виготовляються із напівфабрикату желейного, який являє

собою суху суміш, до складу якої входять капа-карагенан, цукрова пудра, цитрат калію, висушені фрукти, натуральні барвники та ароматизатори.

Використання запропонованих компонентів дозволяє розширити асортимент сухих сумішей желейних напівфабрикатів, отримати нові органолептичні показники желейних виробів з високою біологічною цінністю.

2. Салат «Світлофор»

Розробники: Швидкий Є.С., Перцевой Ф.В.

Салат «Світлофор» виготовляється із свіжих овочів з додаванням продукту сирного, подається в салатнику.

Особливістю технологічного процесу виробництва продукту сирного є використання молока сухого знежиреного, олії рослинної рафінованої дезодорованої, а також борошна ядра арахісу.

Використання продукту сирного у складі салату дозволяє розширити асортимент, отримати нові органолептичні показники салатів, підвищити їх харчову та біологічну цінність.

3. Напівфабрикат збивний випечений «SWEET CAKE»

Розробники: Кондрашина Л.А., Лисенко М.В., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В.

Особливістю представленого збивного випеченого напівфабрикату, який являє собою аналог бісквітного напівфабрикату, є використання желатину як піноутворювача, трансглютаміназа як структуроутворювача, а також різних видів борошна круп'яних та олійних культур для створення нових органолептичних показників.

Використання запропонованих компонентів забезпечує розширення асортименту збивних випечених напівфабрикатів, дозволяє отримати нові органолептичні показники виробів із заданою харчовою та енергетичною цінністю, знизити собівартість, подовжити термін зберігання.

4. Тістечко на основі напівфабрикату збивного випеченого «SWEET NUTTY CAKE»

Розробники: Кондрашина Л.А., Лисенко М.В., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В.

Тістечко складається з двох половинок напівфабрикату збивного випеченого круглої форми з гладкою та хрусткою скоринкою, які склеєні вершковим кремом. Тістечко має ніжний, пастельний колір, смак та запах борошна, яке використовується у його складі.

Запропонований виріб відрізняються від традиційних новими високими органолептичними показниками, регульованими харчовою та біологічною цінністю, низькою собівартістю.

5. Напівфабрикат варено-заморожений з молюска прісноводного.

Розробники: Геліх Г.О., Головка М.П.

Представлений напівфабрикат являє собою нешкідливий продукт із новими органолептичними властивостями, високою біологічною та харчовою цінністю, сталістю якісних характеристик за умов встановленого терміну зберігання за традиційних умов, а також у замороженому стані. Розроблений напівфабрикат має

невисоку собівартість і може використовуватись як самостійний продукт або у виробництві кулінарних виробів.

6. Гелі пектиновмісні плівкоутворюючі.

Розробники: Степанова Т.М., Кондратюк Н.В., Пивоваров Є.П.

До складу гелів входить пектин низькоетерифікований амідований, порошок яєчної шкаралупи, кислота лимонна у визначених співвідношеннях.

Дані гелі дозволяють отримати принципово нові структури, що володіють унікальним ефектом самоорганізації та саморозчинення в умовах зміни рН.

7. Суфле шоколадне «ChocoSouf»

Розробники: Кондратюк С.В., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В.

Особливістю представленого шоколадного суфле є використання желатину як піноутворювача, транsgлютаміназа, борошна пшеничного як структуроутворювачів, а також шоколаду, сухого молока, цукру та масла вершкового як смакових наповнювачів.

Залучення вказаних рецептурних компонентів забезпечує розширення асортименту, дозволяє отримати нові органолептичні показники суфле із заданою харчовою та біологічною цінністю.

8. Пудинг манний зі жмихом кунжутного насіння.

Розробники: Мартинов С. В., Мельник О. Ю.

Даний вид десертної продукції рекомендовано для харчування дітей та молоді. Особливістю представленого виробу є використання нетрадиційної сировини вторинної переробки кунжутних зерен. Отриманий новий продукт має покращені органолептичні властивості, підвищену харчову та біологічну цінність. Використання даної добавки не є затратним, за рахунок цього собівартість даного готового продукту залишається невисокою.

9. Молочний десерт «Панночка»

Розробники: Євтушенко В.О., Душенюк Д.К., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В.

Особливістю молочного десерту є використання фурцелларану та желатину як гелеутворювачів, транsgлютаміназа для закріплення структури, а також вершків та цукру як смакових наповнювачів.

Залучення вказаних рецептурних компонентів забезпечує розширення асортименту, дозволяє отримати нові органолептичні показники молочних десертів із заданою харчовою та біологічною цінністю.

10. Начинка для кондитерських виробів «Насолода»

Розробники: Кошель О.Ю., Мельник О.Ю.

Особливістю начинки є використання модифікованого крохмалю у складі сухої суміші для покращення структури начинки, а також додавання сухого молока, цукру та смакових наповнювачів.

Використання вказаних рецептурних компонентів забезпечує розширення асортименту, дозволяє отримати начинку високої якості з новими органолептичними показниками.

11. Безглютенові сирники

Розробники: Павлюченко О. В., Мельник О. Ю.

Сирники з кукурудзяним борошном – на основі кукурудзяного борошна, сирники з рисового борошна – на основі рисового борошна.

Безглютенові вироби рекомендовано для профілактичного, оздоровчого, лікувального (зокрема, хворим на целиацію) харчування різних вікових груп населення. Вироби відрізняються від традиційних підвищеною харчовою та біологічною цінністю, а також зовнішнім виглядом, смаком та ароматом, за рахунок використання безглютенової борошняної сировини.

12. Суміш киселю холодного приготування

Розробники: Білосвіт Н.О., Мельник О. Ю.

Кисіль холодного приготування – з використанням модифікованого крохмалю.

Суміш киселю холодного приготування готують з використанням модифікованого крохмалю холодного набухання. Готовий кисіль, який містить модифікований крохмаль в якості структуроутворювача, відрізняється від класичного високим вмістом біологічно-активних речовин, кращими органолептичними показниками та незначним терміном приготування, оскільки не потребує тривалого термічного оброблення для отримання готового продукту.

В результаті обміну враженнями дегустаційна нарада постановила:

1. Відзначити гарні органолептичні властивості та поживну цінність зразків розробленої продукції, що можуть бути віднесені до високоякісних продуктів харчування.
2. Відмітити, що розроблена продукція є конкурентоспроможною, має високі поживні властивості та доступну ціну.
3. Відзначити, що представлена продукція дозволить розширити існуючий асортимент, що обумовлює значну практичну зацікавленість.
4. Рекомендувати представлену продукцію до впровадження.

Додаток Д2 Акт дегустації фірмового кондитерського виробу рулет «Насолода» в комбінаті громадського харчування Краснопільської райспоживспілки

Директор
Підприємство
«Комбінат громадського харчування Краснопільської
райспоживспілки»
П.В. Лопандя
2019р



дегустації нової продукції – фірмового кондитерського виробу
рулет «Насолода» розроблені спеціалістами
Сумського національного аграрного університету,
смт. Краснопілья, область Сумська
Україна

«08» лютого 2019р.

Присутні:

Від Підприємства:
Підприємство «Комбінат громадського харчування Краснопільської Райспожив –
спілки» - директор Лопандя П.В.

Від СНАУ:
д.т.н., професор Перцевої Ф.В.,
к.т.н., професор Гурьскій П.В.,
ст. викл. Кошель О.Ю.,
аспірант Кондрашина Л.А.

На дегустацію представлена нова продукція:

На дегустацію представлений фірмовий кондитерський виріб - рулет «Насолода» на основі напівфабрикату борошняного збивного.

Розробники: д.т.н., професор Перцевої Ф.В., к.т.н., професор Гурьскій П.В.,
аспірант Кондрашина Л.А.

Розроблений продукт відповідає вимогам раціонального харчування та призначений для споживачів, які за своїм уподобанням або медичними показниками не вживають яєчні продукти.

Технологія виробництва кондитерських виробів рулет «Насолода»: передбачає наступні етапи: підготовка сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного, додавання води, збивання, формування заготовок, структурування заготовок, нагрівання для інактивації ферменту та випікання. Після випікання, загортання рулету, остигання, вистоявання, нанесення начинки і загортання рулету, оздоблення та реалізація.

Представлений кондитерський виріб може бути запропонований для реалізації як у закладах ресторанного господарства, так і на підприємствах харчопереробного комплексу.

Економічна привабливість розробки полягає у використанні доступної сировини, експлуатації традиційного обладнання, зростаючому попиті на нову продукцію, високих органолептичних показників, апетитному зовнішньому вигляді готової продукції.

Комплекс виснаведених споживчих характеристик спрямований на забезпечення значного ринкового попиту на розроблені кондитерські вироби.

Нові технології кондитерських виробів рулет «Насолода» на основі сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного пройшли стадії дослідних і промислових розробок і можуть бути безпосередньо впроваджені у виробництво.

Учасники дегустації зазначили, що представлений кондитерський виріб рулет «Насолода» відповідає концепції нового продукту, здатний розширити асортиментний перелік


продукції ресторанного господарства. має високі органолептичні показники, харчову та біологічну цінність, апетитний зовнішній вигляд.

За результатами дегустації комісія постановила:

1. Відзначити високі органолептичні властивості кондитерських виробів рулет «Насолода».
2. Відмітити оригінальність та новизну розробки та відповідність нової продукції вимогам споживачів закладів громадського харчування та ресторанного господарства.
3. Рекомендувати технологію кондитерського виробу рулет «Насолода» на основі сухої суміші для напівфабрикату збивного призначена до впровадження в закладах ресторанного господарства та на підприємствах громадського харчування.
4. Виконати комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження представлених кондитерських виробів у виробництво.


Від СНАУ

Д. т. н, професор
Завідуючій кафедрі
технології харчування СНАУ


_____ Ф.В. Перцевий
(ініціали, прізвище)


Директор

Підприємство
«Комбінат громадського харчування
Краснопільської Райспоживспілки»


_____ Н.В. Лопандя

Від СНАУ

К. т. н, професор



_____ П.В. Гурський
(ініціали, прізвище)

старший викладач
кафедри технології харчування


_____ О.Ю. Кошель
(ініціали, прізвище)

аспірант

кафедри технології харчування


_____ Л.А. Кондрашина
(ініціали, прізвище)

Додаток ДЗ Акт дегустації нової продукції – фірмового кондитерського виробу тістечко «Вишневе»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
«КАФЕ ВІКТОРІЯ»

В.В. Лапіна
" 15 " 01 2020 р.

АКТ

дегустації нової продукції – фірмового кондитерського виробу
тістечко «Вишневе» розроблені спеціалістами
Сумського національного аграрного університету,

м. Лебедин, область Сумська
Україна

«15» січня 2020р.

Присутні:

Від кафе «ВІКТОРІЯ»: директор Лапіна В.В.
Від СНАУ:
д.т.н., професор Перцевої Ф.В.,
к.т.н., професор Гурський П.В.,
ст. викл. Кошель О.Ю.,
аспірант Кондрашина Л.А.

На дегустацію представлена нова продукція:

На дегустацію представлений фірмовий кондитерський виріб - тістечко «Вишневе» на основі напівфабрикату борошняного збивного

Розробники: д.т.н., професор Перцевої Ф.В., к.т.н., професор Гурський П.В.,
аспірант Кондрашина Л.А.

Розроблений продукт відповідає вимогам раціонального харчування та призначений для споживачів, які за своїм уподобанням або медичними показниками не вживають яєчні продукти.

Технологія виробництва кондитерського виробу тістечка «Вишенька»: передбачає наступні етапи: підготовка сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного, додавання води, збивання, формування заготовок, структурування заготовок, нагрівання для інактивації ферменту та випікання. Після випікання остигання, вистоювання, обрізають краї до необхідного діаметру, змащування кремом оздоблення та реалізація.

Представлений кондитерський виріб може бути запропонований для реалізації як у закладах ресторанного господарства, так і на підприємствах харчопереробного комплексу.

Економічна привабливість розробки полягає у використанні доступної сировини, експлуатації традиційного обладнання, зростаючому попиту на нову продукцію.

Комплексу вищенаведених споживчих характеристик спрямований на забезпечення значного ринкового попиту на розроблений кондитерський виріб.

Нові технології кондитерських виробів тістечко «Вишенька» на основі сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного пройшли стадії дослідних і промислових розробок і можуть бути безпосередньо впроваджені у виробництво.

Учасники дегустації зазначили, що представлений кондитерський виріб тістечко «Вишенька» відповідає концепції нового продукту, здатний розширити асортиментний перелік продукції ресторанного господарства. Має високі органолептичні показники, харчову та біологічну цінність, знижену калорійність.


За результатами дегустації комісія постановила:

1. Відзначити високі органолептичні властивості кондитерських виробів тістечко «Вишенька».
2. Відмітити оригінальність та новизну розробки та відповідність нової продукції інноваційній стратегії.


3. Рекомендувати технологію кондитерського виробу тістечко «Вишенька» на основі сухої суміші для напівфабрикату збиного призначена до впровадження в закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчопереробного комплексу.

4. Виконати комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження представлених кондитерських виробів у виробництво.


Від СНАУ
Д. т. н, професор
Завідуючій кафедри
технології харчування СНАУ


Ф.В. Перцевий
(ініціали, прізвище)


Від СНАУ
К. т. н, професор


П.В. Гурський
(ініціали, прізвище)

старший викладач
кафедри технології харчування


О.Ю. Коцель
(ініціали, прізвище)

аспірант
кафедри технології харчування


Л.А. Кондрашина
(ініціали, прізвище)

Директор
Кафе «ВІКТОРІЯ»

В.В. Лагіна
(ініціали, прізвище)

Додаток Д4 Акт дегустації фірмового кондитерського виробу «Шоколадне диво» в кафе «Парк-кафе»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
«ПАРК КАФЕ»
"07" лютого 2020р.
Золотухіна
АКТ



дегустації нової продукції – фірмового кондитерського виробу
«Шоколадне диво» розроблені спеціалістами
Сумського національного аграрного університету,

м. Лебедин, обл Сумська
Україна

«07» лютого 2020р.

Присутні:

Від ТОВ «Парк Кафе»: директор Золотухіна С.П.

Від СНАУ:

д.т.н., професор Перцевой Ф.В.,

к.т.н., професор Гурський П.В.,

ст. викл. Кошель О.Ю.,

аспірант Кондрашина Л.А.

На дегустацію представлена нова продукція:

На дегустацію представлений фірмовий кондитерський виріб - торт «Шоколадне диво» на основі напівфабрикату борошняного збивного

Розробники: д.т.н., професор Перцевой Ф.В., к.т.н., професор Гурський П.В.,
аспірант Кондрашина Л.А.

Розроблений продукт відповідає вимогам раціонального харчування та призначений для споживачів, які за своїм уподобанням або медичними показниками не вживають ячні продукти.

Технологія виробництва кондитерських виробів торт «Шоколадне диво»: передбачає наступні етапи: підготовка сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного, додавання води, збивання, формування заготовок, структурування заготовок, нагрівання для інактивації ферменту та випікання. Після випікання остигання, вистоявання, обрізають краї до необхідного діаметру, змащування кремом оздоблення та реалізація.

Представлений кондитерський виріб може бути запропонований для реалізації як у закладах ресторанного господарства, так і на підприємствах харчопереробного комплексу.

Економічна привабливість розробки полягає у використанні доступної сировини, експлуатації традиційного обладнання, зростаючому попиту на нову продукцію.

Комплекс вищезазначених споживчих характеристик спрямований на забезпечення значного ринкового попиту на розроблені страви.

Нові технології кондитерських виробів торт «Шоколадне диво на основі сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного пройшли стадії дослідних і промислових розробок і можуть бути безпосередньо впроваджені у виробництво.

Учасники дегустації зазначили, що представлений кондитерський виріб торт «Шоколадне диво» відповідає концепції нового продукту, здатний розширити асортиментний перелік продукції ресторанного господарства, має високі органолептичні показники, харчову та біологічну цінність, знижену калорійність.

За результатами дегустації комісія постановила:


1. Відзначити високі органолептичні властивості кондитерських виробів торт «Шоколадне диво».

2. Відмітити оригінальність та новизну розробки та відповідність нової продукції інноваційній стратегії.


3. Рекомендувати технологію кондитерського виробу торт «Шоколадне диво на основі сухої суміші для напівфабрикату збивного призначена до впровадження в закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчопереробного комплексу.

4. Виконати комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження представлених кондитерських виробів у виробництво.


Від СНАУ
Д. т. н, професор
Завідуючій кафедрі
технології харчування СНАУ


Ф.В. Перцевий
(ініціали, прізвище)

Від СНАУ
К. т. н, професор


П.В. Гурський
(ініціали, прізвище)

старший викладач
кафедри технології харчування


О.ІУ. Кошель
(ініціали, прізвище)

аспірант
кафедри технології харчування


Л.А. Кондрашина
(ініціали, прізвище)

Директор
«ПАРК КАФЕ»

С.П. Золотухіна
(ініціали, прізвище)

Додаток Д5 Акт про випуск дослідно-промислової партії напівфабрикату збивного борошняного випеченого на підприємстві «Хлібохарчокомбінат» Краснопільської райспоживспілки Сумської області

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства
«Хлібохарчокомбінат»
Краснопільської райспоживспілки
(виробничої організації)

О.С.Балак
(ініціали, прізвище)

_____ 2019 р.

АКТ

про випуск дослідно-промислової партії напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транглутамінази

Комісія у складі представників підприємства «Хлібохарчокомбінат»:

- директора О.С.Балак,
- завідувачої виробництвом Зінченко О.М.,
- завідувачої лабораторією Бирченко Л.В.,
- головного інженера Савченко В.Д.;

представників Сумського аграрного університету:

- зав. кафедри технології харчування – проф., д.т.н. Перцевого Ф. В.;
- к.т.н., доц. кафедри технології харчування Мельник О.Ю.;
- старшого викладача Маринковою Т.І.;
- аспіранта кафедри тех харчування Кондрашиної Л.А..

складено даний акт про те, що протягом 01.09.2019р., було зроблено випуск дослідно-промислової партії напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транглутамінази згідно з ТУ У 10.6-42087560-01:2019 «Суша суміш для напівфабрикату збивного. Технічні умови.» (загальна кількість 35,0 кг) та реалізовано.

Асортимент кондитерських виробів на сьогодні досить насичений, але виробники на досягнутому не зупиняються і шукають нові шляхи для

доско...
...суючих або створення нових кондитерських виробів.

AI QUAD CAMERA

Технологічний процес виробництва напівфабрикату збивного, що наведено на рис 1 складається з таких стадій:

- підготовка сухих компонентів. Змішування цукрової пудри, желатину, ферменту, ксантану, ароматизатора згідно рецептури та просіювання через сито з діаметром вічка $d \leq 0.36 \text{ мм}$;

- додавання води, температура якої становить $50 \dots 55^\circ \text{C}$, перемішування, розчинення сухої суміші – розчин.

- збивання при високих обертах міксера – збитий цукрово-желатиновий розчин.

- додавання борошна – перемішування-формування, при зменшених обертах міксера додається просіяне борошно, перемішується протягом

- $\square = (1..2) \times 60 \text{ с}$, за температури $t = 30 \dots 40^\circ \text{C}$, в результаті даної технологічної операції отримується збите тісто.

- формування – збите тісто розливається в форми, у яких відбуватиметься випікання;

- структурування – відбувається протягом $(55 \dots 65) \times 60 \text{ с}$ за температури $50 \dots 55^\circ \text{C}$, в результаті – структурована тістова заготовка.

- випікання – тривалість випікання складає $(60 \dots 65) \times 60 \text{ с}$. за температури $185 \pm 5^\circ \text{C}$;

- охолодження – протягом $\square = (8 \dots 10) \times 60 \text{ сек}$ за температури $t = 20 \pm 5^\circ \text{C}$

- виймають з форм та вистояють протягом 8-10 годин за температури $20 \pm 5^\circ \text{C}$ - випечений напівфабрикат;

- зберігання, реалізація за таких температурних умов $t = 6 \dots 18^\circ \text{C}$, протягом 7 дб.



MI NOTE TO LIFE
AQUAD CAMERA

З метою удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного, зручного для використання в процесі виробництва, використовують суху суміш.

Суха суміш для напівфабрикату збивного – це напівфабрикат, який виробляють з використанням желатину та транглутамінази, до сухої суміші додається підігріта вода, суміш збивається, потім додається борошно.

Технологія виробництва напівфабрикату збивного полягає у використанні комплексу з желатину та ферменту транглутамінази як основи для збивання. Застосування нового принципу піноутворення за рахунок раціонального співвідношення кількості компонентів рецептури дисперсності сировини, технологічних параметрів.

Рецептура напівфабрикату збивного на основі сухої суміші для напівфабрикату наведена в таблиці.

Таблиця – Рецептурний склад напівфабрикату збивного на основі сухої суміші для напівфабрикату збивного

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 100кг готової продукції, кг	
		в натурі	в сухих речовинах
Цукрова пудра	99,85	60,72	60,63
Желатин	90,00	6,65	5,99
Камедь ксантанова	94,0	0,45	42
Фермент транглутаміназа	90	0,14	0,13
Ароматизатор	94	0,46	0,43
Мука пшенична вищого ґатунку	85,5	60,12	51,4
Всього	62,42 М.ч. волопи 37,5	128,54	119
Втрати при випіканні – 22,2%		28,54	19
Вихід	75,0 М.ч. волопи 25	100	100



ВІСНИК НАУКОВОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ

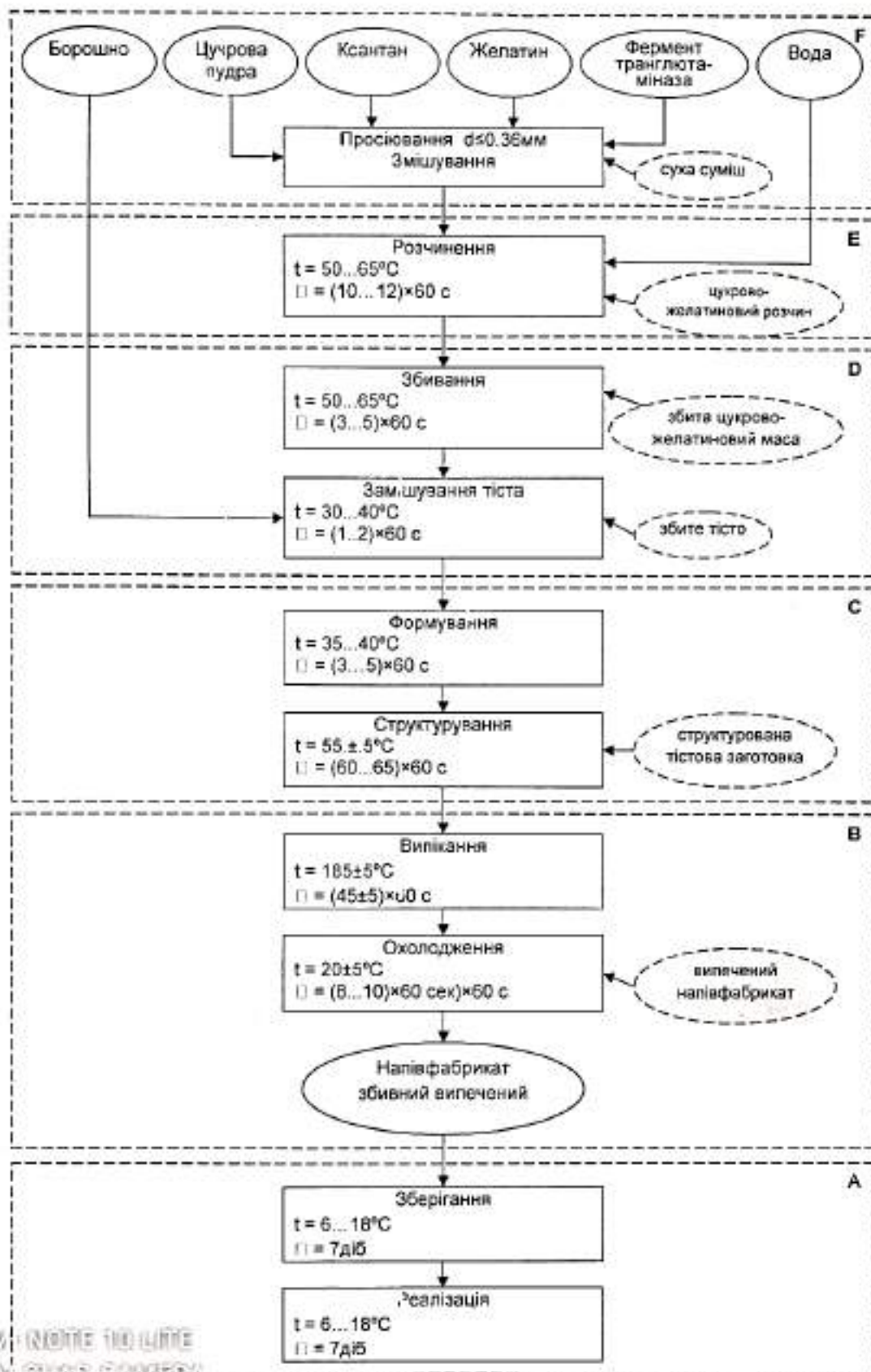


Рис 1 Технологічна схема виробництва збивного напівафабрикату на основі сухої суміші.

Після проведення дегустації збивного випеченого напівфабрикату комісією зроблені наступні висновки:

1 За своїми органолептичними показниками структурований продукт має високі органолептичні показники та відповідає вимогам споживачів



2 Технологія виготовлення збивного напівфабрикату нескладна, під час виробництва не вимагає значних затрат ресурсів, має високі органолептичні властивості, харчову та біологічну цінність.

3 Напівфабрикат збивний борошняний з використанням желатину і ферменту транглутамінази має не високу собівартість та позиціонується як конкурентоспроможний за всіма показниками продукт.

4 Напівфабрикат збивний борошняний з використанням желатину ферменту транглутамінази рекомендовано використовувати у складі кондитерських та кулінарних виробів.

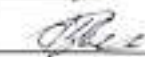



Члени комісії:

Підприємство «Хлібохарчокомбінат»
Краснопільської райспоживспілки
завідуючим виробництвом
завідуючим лабораторією
головним інженером

 Зінченко О.М.
 Бирченко Л.В.
 Савченко В.Д.

від Сумського Національного аграрного університету:

проф., д.т.н.
к.т.н
старший викладач
аспірант

 Перцевий Ф. В.
 Мельник О.Ю.
 Маринкова Т.І.
 Кондрашина Л.А.



BY NC SA
BY NC SA

Додаток Д6 Акт про випуск дослідно-промислової партії ФОП Лютий

ЗАТВЕРДЖУЮ

ФОП Лютий



В.О. Лютий

«21» 2019 р.

Акт
про випуск дослідно-промислової партії

Найменування продукції: напівфабрикат збивний борошняний з використанням желатину і ферменту трансглютамінази.

Дата випуску: 21.08.2019 р.

Комісія у складі: завідувач кафедри технології харчування, професор д.т.н. Перцевой Ф.В, к.т.н. Мельник О.Ю., к.т.н Бідюк Д.О., аспірант Кондрашина Л.А.

Мета експерименту – відпрацювання технологічного процесу виробництва напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази в умовах виробництва пекарні ФОП Лютий

Найменування продукції	Вихід продукції, кг	Фасування у споживчу тару, %	Дата виробництва
Напівфабрикат збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази	5	100	21.08.2019

Дані, одержані при відпрацюванні технологічного процесу виробництва:

- фактичні витрати сировини (додаток 1);
- параметри технологічного процесу (додаток 2).

Відпрацьована партія напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками протягом усього строку придатності випеченого напівфабрикату.

Висновки:

Відпрацьовано технологічні параметри виробництва н/ф «суха суміш для напівфабрикату збивного», н/ф «рецептурна суміш для напівфабрикату збивного».

Відпрацьовано рецептурний склад н/ф збивного борошняного.

Результатами дослідження підтверджено, що напівфабрикат збивний борошняний з використанням желатину і ферменту трансглютамінази за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідають вимогам ТУ У 10.6-42087560-001:2019 «Суміш суха для напівфабрикату збивного. Технічні умови».

Підписи:

д.т.н., професор

Ф.В. Перцевой

к.т.н., доцент

О.Ю. Мельник

к.т.н., доцент

Д.О. Бідюк

аспірант

Л.А. Кондрашина

Фактичні витрати становлять:

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 100кг готової продукції, кг		Витрати сировини на 5кг готової продукції, кг
		в натурі	в сухих речовинах	
Цукрова пудра	99,85	60,72	60,63	3,36
Желатин	90,00	6,65	5,99	0,33
Камедь ксантанова	94,0	0,45	42	0,023
Фермент трансглютаміназа	90	0,14	0,13	0,007
Ароматизатор	94	0,46	0,43	0,023
Мука пшенична вищого гатунку	85,5	60,12	51,4	3,01
Всього	62,42 М.ч. вологи 37,5	128,67	119	6,75
Втрати при випіканні – 22,2%		28,54	19	1,75
Вихід	75,0 М.ч. вологи 25	100	100	5

Параметри технологічного процесу, що контролюються

1. Приготування сухої суміші для напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту транглотамінази.
Всі інгредієнти згідно рецептури змішали та просіяли через мукопросіювач ВПО,15/220-150РОСС, в якому встановлене сито з діаметром вічок $\leq 0,36\text{мм}$.
2. Температуру води, яку додали для розчинення сухої суміші, 55°C , інгредієнти розчинялися у воді протягом 10-12хв. Суміш розчиняли в ємності з підігрівом.
3. Під час збивання контролювали оберти міксера (130об/хв) та температуру цукрово желатинового розчину. Збивання відбувалося за допомогою планетарного міксера GASTROMIX B10 C
4. Структуру тіста після додавання борошно.
5. Час структурування становив 50хв.
6. Температури випікання 185°C , час випікання 50хв.
7. Зовнішній вигляд випечених борошняних напівфабрикатів.



**А К Т
В П Р О В А Д Ж Е Н Н Я Н А У К О В О - Д О С Л І Д Н О Ї Р О Б О Т И**

Замовник _____ **Фізична особа підприємець Лютий** _____
(найменування організації)
_____ **директор Лютий Валерій Олександрович** _____
(П.І.Б. керівника підприємства)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано згідно плану науково-дослідницьких робіт СНАУ за темою «Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази».

керівник - зав. кафедри технології харчування, проф., д.т.н. Перцевої Ф.В.,

здобувач – аспірант СНАУ Кондрашина Л.А.

(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрі технології харчування СНАУ;

вартістю _____
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з III кварталу 2017 року по теперішній час _____
(терміни виконання)

впроваджені в пекарні ФОП Лютий _____
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів виробництво виробу та експлуатація технології _____
(технологія, обладнання, методи, тощо)

3. Характеристика масштабу впровадження серійне

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження виробничий випуск

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт

принципово нові

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка у в пекарні ФОП Лютий

(вказати номер і дату акта випробувань)

(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

в промислове виробництво процес виробництва борошняних напівфабрикатів

(ділянка, цех / цехи, процес)

- в проєктні роботи пекарня ФОП Лютий

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) очікуваний

очікуваний _____ тис. грн. _____

(від впровадження в проєкт)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів тис. грн.

9. Обсяг впровадження борошняні напівфабрикати виготовлена із сухої суміші у кількості 5кг _____

що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: $E_{гар} =$ _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: $E_{гар} -$ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект для задоволення потреб груп населення, яким не рекомендовано вживати яєчні продукти; розроблені напівфабрикати, реалізуються як нова продукція в закладах роздрібної торгівлі, ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості

(охорона навколишнього середовища, надір, оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління)

Примітка.

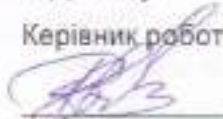
Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.

Додаток:

1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження проєкта) річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного відділу, гол. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.
2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВНЗу

Керівник роботи



(підпис)

Ф.В. Перцевой

08 «15» 2020 р.

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

ФОП Лютий

Директор



В.О. Лютий

08 «15» 2020 р.

Відповідальний за впровадження

Аспірант



(підпис)

Л.А. Кондрашина

ДОВІДКА

Щодо соціального ефекту від впровадження результатів науково-дослідної роботи
«Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з
використанням желатину і ферменту трансглютамінази».

Соціальний ефект від використання науково-дослідної роботи полягає у розширенні асортименту напівфабрикатів збивних борошняних для задоволення потреб всіх груп населення, а особливо груп населення, яким не рекомендовано вживати продукти, які містять яйце чи ячні продукти; розроблено нормативну документацію на суху суміш на напівфабрикат збивний ТУ У10.6-42087560-001:2019 «Суха суміш для напівфабрикату збивного. ТУ.», що може бути використаний у закладах ресторанного господарства при виробництві кулінарної продукції з його використанням.



ФОП Лютий
Директор

В.О. Лютий

« 30 » 20 20 р.

Додаток Д8 Акт впровадження результатів науково-дослідницьких, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в навчальний процес СНАУ

УЗГОДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи, к.е.н. професор


В.М. Жмайлов

«08» 09 2020р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

та Ректор, доктор філософських наук України


В.І. Ладика

«08» 09 2020р.



УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи, д.е.н., професор


Ю.І. Данько

«08» 09 2020р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів науково-дослідницьких, дослідно-конструкторських і технологічних робіт у навчальний процес вищих навчальних закладів

Замовник Сумський національний аграрний університет
найменування організації

ректор Ладика Володимир Іванович

ПІБ керівника підприємства

Дійсним актом підтверджується, що результати роботи

«Теоретичні та практичні аспекти використання желатину у виробництві напівфабрикатів збівних»,
держбюджетна тема № 0120U100888.

найменування теми, № держ. реєстрації

виконаної на кафедрі технології харчування

найменування кафедри

виконуваної з 2016 р до 2020р

терміни виконання

впроваджені в навчальний процес в навчальний процес факультету харчових технологій СНАУ

найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження

1. Вид впроваджених результатів НМК (тексти лекцій, методичні вказівки до виконання практичних занять, курсові проєкти), НДР тощо

технологія, обладнання, методика, тощо

2. Форма впровадження лекційні та лабораторні заняття, курсові та магістерські роботи

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт результати нові, розроблені нові технології, продукція випускається вперше

ініціаторське, протиполовне нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР Дисципліна «Харчові технології» для студентів денного відділення факультету харчових технологій СНАУ

5. Соціально-економічний ефект полягає в ознайомленні майбутніх фахівців з теоретичними основами отримання збивних напівфабрикатів на основі розчину желатину та використання ферменту трансклямінази використання їх у складі кулінарної продукції, формуванні навичок науково-дослідної роботи у студентів; формування системного підходу до розробки нових технологій харчових продуктів; стимулюванні активності і творчої діяльності студентів; підготовці студентів до виконання технологічних досліджень в закладах ресторанного господарства і харчової промисловості.

Керівник НДР


Ф.В. Перцевой
(ініціали, прізвище)

« 26 » 08 2020 р

Завідувач кафедри «Технології харчування»
(підпис)

д.т.н., професор 
(науковий ступінь, вчене звання) Ф.В. Перцевой
(ініціали, прізвище)

« 26 » 08 2020 р

Відповідальний за впровадження


Ф.В. Перцевой
(ініціали, прізвище)

« 26 » 08 2020 р


Л.А. Кондрашина
(ініціали, прізвище)

« 26 » 08 2020 р

Додаток Е
Технологічні картки на виготовлення кондитерської продукції на основі
напівфабрикату збивного борошняного

Додаток Е₁ Технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб рулет «Насолода»

Директор
 Підприємства
 «Комбінат громадського харчування
 Красновишньової Республіки»
 Н.В. Лопандя
 2019 р.

Техніко-технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб
 Рулет «Насолода»

№ з/п	Найменування напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Тісто	Крем	Оздоблення	Витрати напівфабрикатів на 100 кг готових виробів	
						В натурі, кг	В сухих речовинах, кг
1	Напівфабрикат борошняний випечений						
1.1	Борошно пшеничне в/г	85,5	38,05	-	-	36	32,53
1.2	Цукор -пісок	99,85	21,2	-	-	19,2	21,17
1.3	Желатин	90,00	1,9	-	-	1,8	1,71
1.4	Камідь ксантанова	94,0	0,19	-	-	0,18	0,18
1.5	Фермент трансглютаміназа	90	0,06	-	-	0,06	0,05
2	Крем масляний						
2.1	Масло вершкове	5,8	-	25,01	-	25,01	1,7
2.2	Цукрова пудра	99,85	-	9,94	-	9,94	9,93
2.3	Ванільний цукор	99,85	-	0,01	-	0,01	0
2.4	Молоко	11,8	-	3,5	-	3,5	0,41
3	Оздоблення						
3.1	Апельсин	-	-	-	2,0	2,0	0
3.2	Ківі	-	-	-	1,5	1,5	0
3.3	Банан	-	-	-	2,0	2,0	0
3.4	Гранат	-	-	-	1,5	1,5	0
	Разом		61,4	38,46	7,0	102,7	67,68
	Вихід:		100,00			100,00	65,31

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Підготовка сировини: борошно пшеничне, температура якого не нижче 12°C, просіюють через сито з діаметром вічок не більше 2,5 мм і пропускають через магнітоудловлювачі.

Цукор-пісок, який використовують для борошняного напівфабрикату в сухому вигляді, просіюють через сито з діаметром вічок не більше 3,0 мм і пропускають через магнітоудловлювачі.

Виготовлення збивного напівфабрикату: желатин та камідь ксантанову змішують, заливають холодною водою для набухання, нагрівають до 60°C до повного розчинення. Потім змішують з цукром до повного розчинення, охолоджують суміш до 55-50°C. Після цього змішують з ферментом трансглютаміназа та збивають протягом 10±2 хв. Збиту суміш змішують з просіяним борошном пшеничним, та виливають масу на лист, застелений пергаментним папером, товщина шару 1см. Структурування тістової маси відбувається за температури 50±2°C протягом 60±5хв, потім масу нагрівають до 90-95°C для інактивації ферменту та випікають за температури 210±5°C протягом 40-45хв. Після випікання відбувається остигання протягом 20-30 хв, потім – скручування рулету та вистоювання 8-10 годин за температури 15±2°C для охолодження.

Потім випечені напівфабрикати виймають із форм та обрізають краї для необхідного діаметру – 5см.

Технологія приготування масляного крему: Цукор з'єднують з молоком та ванільним цукром, доводять до кипіння і кип'ятять 1-2 хвилини, проціджують і охолоджують до 20°C. Підготовлене вершкове масло зачищають, витримують за кімнатної температури не менше двох годин для пом'якшення. Потім збивають, поступово збільшуючи темп, до утворення пишної маси, поступово додаючи молочний сироп. Крем повинен бути пишної та однорідної консистенції. Тривалість збивання складає 18-20хв. Готовий масляний крем використовують при температурі 8-12°C протягом 0,5-1,0 години.

Підготовка фруктів: з промитих, перебрианих плодів знімають шкірку, нарізають тонкими шматочками (слайсами), зайву рідину (сік) зливають.

Оформлення: охолоджений і витриманий борошняний збивний напівфабрикат звільняють від пергаментного паперу, змащують ½ частиною масляного крему і розрізають по довжині на 2 рівні частини. Зі сторони розрізу укладають нарізані на дрібні шматочки фрукти, змащують їх кремом і закручують у два рулети. Ставлять рулети у холодильник для охолодження. Через 30-40 хвилин розрізають рулети на окремі тістечка, верхню поверхню оформлюють розанчиками з масляного крему та зернятками гранату.

Пакування та маркування: готові вироби укладають у паперові коробки, попередньо застелені пергаментним папером, пакують, маркують і відправляють на реалізацію.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Форма: тістечка мають форму напівовальну, верхня поверхня кругла, або овальна без деформацій, допускаються незначні відхилення.

Поверхня: оздоблена масляним кремом, фруктами, зернятками гранату.

Структура та вигляд на злам: борошняний збивний напівфабрикат має пористу еластичну структуру, на бічному зрізі наявні тонкі прошарки збивного напівфабрикату спіралевидної форми, та масляного крему, в центрі тістечка – шматочки фруктів.

Консистенція: у борошняного напівфабрикату м'якушка пориста, еластична, легко піддається розламуванню; у шарах крему маса пишна, добре зберігає форму.

Колір: напівфабрикат – золотисто-жовтого кольору, крем – молочно-білий, зрілі зернятка гранату - червоні.

Запах та смак: властивий даному найменуванню кондитерських виробів, без стороннього запаху й смаку. Не допускається наявність стороннього запаху або смаку.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГОТОВОГО ВИРОБУ:

№ з/п	Найменування напівфабрикатів	Фізико-хімічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
1	Збивний напівфабрикат	Масова частка вологи, %	28,2 ± 0,3	ДСТУ 4910
		Масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину (сахарозу), %	+ 3,0 36,4 - 2,5	ДСТУ 5059
2	Крем масляний	Масова частка вологи, % не більше	52,0 ± 1,2	ГОСТ 5898
		Масова частка жиру %	35 ± 2	ГОСТ 5901

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Підстава: Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції громадського харчування. Державні санітарні правила ДСП 4.4.5.078-2001 Про затвердження Державних санітарних правил і норм «Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції»

№ з/п	Мікробіологічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
1	Відбір проб та підготовка їх до аналізу	-	ГОСТ 26668 ГОСТ 26669
2	Приготування реактивів, фарб, індикаторів та поживного середовища	-	ГОСТ 10444.1
3	Методи культивування мікроорганізмів	-	ГОСТ 26670
4	Загальна кількість мезофільних анаеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) КУО в 1г, не більше	5x10 ⁴	ДСТУ 8446
5	Маса продукції (г), в якій не допускаються бактерії групи кишкової палички (БГКП, колиформи)	0,1	ГОСТ 30518

№ з/п	Мікробіологічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
6	Маса продукції (г), в якій не допускаються патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонели (<i>Salmonella</i>), г	25.0	ДСТУ EN 12824
7	Кількість осмотолерантних дріждзів, КУО/1г, не більше	$1,0 \times 10^2$	ДСТУ ISO 7954
8	Кількість пліснявих грибів, КУО в 1г, не більше	$1,0 \times 10^3$	ДСТУ ISO 7954

ХАРЧОВА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ 100г ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Білки – 3г, жири – 22г, вуглеводи – 67,3г.
 Енергетична цінність – 422 Ккал /1766 кДж.

УМОВИ ТА ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ:

72 години при температурі $6 \pm 2^\circ\text{C}$ та відносній вологості не більше 75%.

РОЗРОБНИКІ:

Д.т.н., професор

К.т.н., професор

Аспірант

 Ф.В. Перцевий
 П.В. Гурський
 Л.А. Кондрашина



Додаток Е₂

Технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб торт «Шоколадне диво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

ДИРЕКТОР

«ПАРІСКАФЕ»

С.П. Золотухіна

2020 р.

Техніко-технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб
торт «Шоколадне диво»

№ з/п	Найменування напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Тісто	Крем	Оздоблення	Витрати напівфабрикатів на 100 кг. готових виробів	
						В натурі, кг	В сухих речовинах, кг
1	Напівфабрикат борошняний випечений з какао						
1.1	Борошно пшеничне в/т	85,5	36,8	-	-	34,8	31,46
1.2	Какао-порошок	85,5	1,25	-	-	1,2	1,07
1.3	Цукор -пісок	99,85	21,2	-	-	19,2	21,17
1.4	Желатин	90,00	1,9	-	-	1,8	1,71
1.5	Камідь ксантанова	94,0	0,19	-	-	0,18	0,18
1.6	Фермент транглутаміназа	90	0,06	-	-	0,06	0,05
2	Крем						
2.1	Масло вершкове	2,0	-	17,5	-	17,5	0,35
2.2	Цукрова пудра	99,85	-	9,94	-	9,94	9,93
2.3	Молоко згущене	27,8	-	6,99	-	6,99	1,94
2.4	Коньяк	-	-	0,06	-	0,06	-
3	Глазур кондитерська	17,7	-	-	5,0	5,0	0,27
4	Кондитерська посипка для оздоблення	97,2	-	-	2,0	2,0	1,94
	Разом		61,4	33,89	7,0	102,29	70,07
	Вихід:		100,00			100,00	61,66

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Підготовка сировини: борошно пшеничне, температура якого не нижче 12°C, просівають через сито з діаметром вічок не більше 2,5 мм і пропускають через магнітоуловлювачі.

Цукор-пісок, який використовують для борошняного напівфабрикату в сухому вигляді, просівають через сито з діаметром вічок не більше 3,0 мм і пропускають через магнітоуловлювачі.

Виготовлення збивного напівфабрикату: желатин та камедь ксантанову змішують, заливають холодною водою для набування, нагрівають до 60°C до повного розчинення. Потім змішують з цукром до повного розчинення, охолоджують суміш до 55-50°C. Після цього змішують з ферментом трансглютаміназа та збивають протягом 10±2 хв. Збиту суміш змішують з просіяним борошном пшеничним, какао порошком, та формують тістові заготовки (силіконові форми або форми з пергаментного паперу). Структурування тістової маси відбувається за температури 50±2°C протягом 60±5хв, потім масу нагрівають до 90-95°C для інактивації ферменту та випікають за температури 210±5°C протягом 40-45хв. Після випікання відбувається остигання протягом 20-30 хв, потім - виймання з форм та вистоявання 8-10 годин за температури 15±2°C для охолодження.

Потім випечені напівфабрикати виймають із форм і обрізають краї для необхідного діаметру – 26см.

Технологія приготування масляного крему:

Масло зачищають, нарізають на дрібні шматки і закладають у збивальну машину. Збивають на малих обертах 5-7хв. Після цього перемикають машину на швидкій хід і поступово всипають цукрову пудру, а наприкінці збивання крем ароматизують ванільною пудрою та коньяком.

Оформлення: вирізані борошняні коржі змащують масляним кремом при температурі 8÷12°C протягом 0,5÷1,0 години. Верхню частину поливають кондитерською глазур'ю, готовий виріб посипають кондитерською посипкою.

Пакування й маркування: готові вироби укладають у паперові коробки, попередньо застелені пергаментним папером, пакують, маркують і відправляють на реалізацію.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Форма: кругла, без деформацій, допускаються незначні відхилення.

Поверхня: покрита з усіх боків рівномірним шаром однорідної глясової шоколадної глазури без тріщин, зламів і просвічування корпусу.

Структура та вигляд на зламі: глазурований шоколадною глазур'ю корпус з пористого еластичного борошняного напівфабрикату і шарів крему.

Консистенція: у борошняного напівфабрикату м'якушка пориста, еластична, легко піддається розламуванню; у шарах крему маса пишна, добре зберігає форму.

Колір: напівфабрикат – коричневий, крем – молочно-білий, для шоколадної глазури – коричневий, посипка – різнокольорова.

Запах та смак: властивий даному найменуванню виробів, без стороннього запаху й смаку. Не допускається наявність різкого запаху або смаку.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГОТОВОГО ВИРОБУ:

№ з/п	Найменування напівфабрикатів	Фізико-хімічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
1	Збивний напівфабрикат	Масова частка вологи, %	28,2 ± 0,3	ДСТУ 4910
		Масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину (сахарозу), %	+ 3,0 36,4 - 2,5	ДСТУ 5059
2	Крем масляний	Масова частка вологи, % не більше	52,0 ± 1,2	ГОСТ 5898
		Зольність, %	110 ± 10	ГОСТ 5901
3	Глазур шоколадна	Масова частка вологи, %, не більше	1,3	ГОСТ 5900
		Масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину (сахарозу), %	+ 2,0 50,0 - 3,0	ГОСТ 5903
		Масова частка жиру, %	+ 2,0 30,0 - 3,0	ГОСТ 5899
		Ступінь здрібнювання (за Реутовим), % не менше	90,0	ГОСТ 5902

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Підстава: Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції громадського харчування. Державні санітарні правила ДСП 4.4.5.078-2001 Про затвердження Державних санітарних правил і норм «Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції»,

№ з/п	Мікробіологічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
1	Відбір проб та підготовка їх до аналізу	-	ГОСТ 26668 ГОСТ 26669
2	Приготування реактивів, фарб, індикаторів та поживного середовища	-	ГОСТ 10444.1
3	Методи культивування мікроорганізмів	-	ГОСТ 26670
4	Загальна кількість мезофільних анаеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) КУО в 1г, не більше	5×10^4	ДСТУ 8446
5	Маса продукції (г), в якій не допускаються бактерії групи кишкової палички (БГКП, колиформи)	0,1	ГОСТ 30518
6	Маса продукції (г), в якій не допускаються патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонели (Salmonella), г	25,0	ДСТУ EN 12824
7	Кількість осмотолерантних дріжджів, КУО/1г, не більше	$1,0 \times 10^2$	ДСТУ ISO 7954
8	Кількість пліснявих грибів, КУО в 1г, не більше	$1,0 \times 10^2$	ДСТУ ISO 7954

ХАРЧОВА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ 100 Г ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Білки, г – 5,8, жири, г – 11,1, вуглеводи, г – 46,50.

Енергетична цінність, ккал – 308,1.

УМОВИ ТА ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ:

72 години при температурі 0 ± 6 °С і відносної вологості не більше 75%.

РОЗРОБНИКИ:

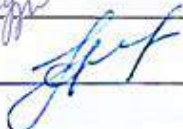
Д.т.н., професор

 Ф.В. Перцевий

К.т.н., професор

 П.В. Гурський

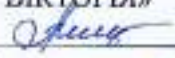
Аспірант

 Л.А. Кондрашина

Додаток Е₃

Технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб тістечко «Вишневе»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
«КАФЕ ВІКТОРІЯ» В.В. Лапіна

" 21 " лютого 2020 р.

Техніко-технологічна картка на фірмовий кондитерський виріб
тістечко «Вишневе»

№ з/п	Найменування напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Тісто	Крем	Оздоблення	Витрати напівфабрикатів на 100 кг. готових виробів	
						В натурі, кг	В сухих речовинах, кг
1	Напівфабрикат борошняний випечений з какао						
1.1	Борошно пшеничне в/Г	85,5	38,05	-	-	36	32,53
1.2	Цукор -пісок	99,85	21,2	-	-	19,2	21,17
1.3	Желатин	90,00	1,9	-	-	1,8	1,71
1.4	Камідь ксантанова	94,0	0,19	-	-	0,18	0,18
1.5	Фермент транглотаміназа	90	0,06	-	-	0,06	0,05
2	Крем						
2.1	Вершки, жирність 35%	5,8	-	28,51	-	28,51	1,7
2.2	Цукрова пудра	99,85	-	9,94	-	9,94	9,93
2.3	Есенція вишнева	-	-	0,01	-	0,01	0
3	Вишня свіжа	-	-	-	4,0	4,0	0
4	Цукор- пісок	99,85	-	-	3,0	3,0	3,0
	Разом		61,4	38,46	7,0	102,7	67,03
	Вихід:		100,00			100,00	65,2

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Підготовка сировини: борошно пшеничне, температура якого не нижче 12°C, просівають через сито з діаметром вічок не більше 2,5 мм і пропускають через магнітоуловлювачі.

Цукор-пісок, який використовують для борошняного напівфабрикату в сухому вигляді, просівають через сито з діаметром вічок не більше 3,0 мм і пропускають через магнітоуловлювачі.

Виготовлення збивного напівфабрикату: желатин та камедь ксантанову змішують, заливають холодною водою для набування, нагрівають до 60°C до повного розчинення. Потім змішують з цукром до повного розчинення, охолоджують суміш до 55-50°C. Після цього змішують з ферментом трансглютаміназа та збивають протягом 10±2 хв. Збиту суміш змішують з просіяним борошном пшеничним, та формують тістові заготовки (силіконові форми або форми з пергаментного паперу). Структурування тістової маси відбувається за температури 50±2°C протягом 60±5хв, потім масу нагрівають до 90-95°C для інактивації ферменту та випікають за температури 210±5°C протягом 40-45хв. Після випікання відбувається остигання протягом 20-30 хв, потім - виймання з форм та вистоявання 8-10 годин за температури 15±2°C для охолодження.

Потім випечені напівфабрикати виймають із форм і обрізають краї для необхідного діаметру – 5см.

Технологія приготування вершкового крему: підготовлені вершки збивають, поступово збільшуючи темп збивання, до утворення пишної маси. Не припиняючи збивання у вершки поступово додають просіяну цукрову пудру і вишневу есенцію. Тривалість збивання 18-20хв.

Підготовка вишень: з промитих, перебрианих плодів виймають кісточку, додають просіяний цукор і піддають термічній обробці в сотейнику, зайву рідину – сік зливають.

Оформлення: охолоджений і витриманий борошняний збивний напівфабрикат викладають на лист, вирізають за допомогою форми кружечками діаметром 5см, на нижній пласт висаджують вершковий крем по центру напівфабрикату кладуть вишню. Накладають верхній пласт, відсаджують вершковий крем візерунком і оздоблюють карамелізованими вишнями. Вершковий крем готують та використовують при температурі 8+12°C протягом 0,5+1,0 години.

Пакування й маркування: готові вироби укладають у паперові коробки, попередньо застелені пергаментним папером, пакують, маркують і відправляють на реалізацію.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Форма: кругла, або овальна без деформацій, допускаються незначні відхилення.

Поверхня: оздоблена візерунком, фруктами, на бічному зрізі два пласти збивного напівфабрикату склеєні вершковим кремом, по середині двох шарів і зверху вишня карамелізована.

Структура та вигляд на злам: борошняний збивний напівфабрикат пористий еластичний, шар вершкового крему і.

Консистенція: у борошняного напівфабрикату м'якушка пориста, еластична, легко піддається розламуванню; у шарах крему маса пишна, добре зберігає форму.

Колір: напівфабрикат – золотисто-жовтого кольору, крем – молочно-білий, червона соковита вишня

Запах та смак: властивий даному найменуванню виробів, без стороннього запаху й смаку. Не допускається наявність стороннього запаху або смаку.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГОТОВОГО ВИРОБУ:

№ з/п	Найменування папівфабрикатів	Фізико-хімічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
1	Збивний папівфабрикат	Масова частка вологи, %	28,2 ± 0,3	ДСТУ 4910
		Масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину (сахарозу), %	+ 3,0 36,4 - 2,5	ДСТУ 5059
2	Крем вершковий	Масова частка вологи, % не більше	52,0 ± 1,2	ГОСТ 5898
		Масова частка жиру %	35 ± 2	ГОСТ 5901

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Підстава: Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції громадського харчування. Державні санітарні правила ДСП 4.4.5.078-2001 Про затвердження Державних санітарних правил і норм «Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції».

№ з/п	Мікробіологічні показники, що нормуються	Норма	Методи аналізу
1	Відбір проб та підготовка їх до аналізу	-	ГОСТ 26668 ГОСТ 26669
2	Приготування реактивів, фарб, індикаторів та поживного середовища	-	ГОСТ 10444.1
3	Методи культивування мікроорганізмів	-	ГОСТ 26670
4	Загальна кількість мезофільних анаеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) КУО в 1г, не більше	5x10 ⁴	ДСТУ 8446
5	Маса продукції (г), в якій не допускаються бактерії групи кишкової палички (БГКП, коліформи)	0,1	ГОСТ 30518
6	Маса продукції (г), в якій не допускаються патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонели (Salmonella), г	25,0	ДСТУ EN 12824
7	Кількість осмотолерантних дріжджів, КУО/1г, не більше	1,0x10 ²	ДСТУ ISO 7954
8	Кількість пліснявих грибів, КУО в 1г, не більше	1,0x10 ²	ДСТУ ISO 7954

ХАРЧОВА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ 100 Г ГОТОВОГО ВИРОБУ:

Білки, г – 5,6, жири, г – 16,4, вуглеводи, г – 37,3.

Енергетична цінність, ккал – 312.

УМОВИ ТА ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ:

72 години при температурі $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості не більше 75%.

РОЗРОБНИКИ:


Д.т.н., професор

 _____ Ф.В. Перцевий

К.т.н., професор

 _____ П.В. Гурський

Аспірант

 _____ Л.А. Кондрашина

М.П.

Додаток Ж
Патенти України на корисну модель

Додаток Ж1 Патент України на корисну модель № 145812. заявка № u u 2020 04202 від 09.07.2020. Опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного»



Додаток Ж2 Патент України на корисну модель № 145813. заявка № u 2020 04204 від 09.07.2020. Опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного замороженого»



Додаток ЖЗ Патент України на корисну модель № 146747 заявка № u 2020 04203 від 09.07.2020. Опубл. 17.03.2021, Бюл. № 11. «Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного із сухої суміші»



Додаток 3

Реєстраційна картка НДДКР за темою дисертаційної роботи (бюджетне
фінансування)

Реєстраційна картка НДДКР

Державний реєстраційний номер: 0120U100888

Відкрита

Дата реєстрації: 21-02-2020

Статус виконавця: 17 - головний виконавець



1. Загальні відомості

Підстава для проведення робіт: 43 - власна ініціатива (якщо робота виконується з власної ініціативи за кошти виконавця НДР або безкоштовно)

КПКВК:

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7704 - власні кошти, кошти підприємств, установ, організацій, фізичної особи на виконання ініціативних робіт

Загальний обсяг фінансування (тис. грн.): 40

У тому числі по роках (тис. грн.):

Рік	Фінансування
2020	10
2021	10
2022	10
2023	10

2. Замовник

Назва організації: Сумський національний аграрний університет

Код ЄДРПОУ/ПН: 04718013

Адреса: вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40021, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380542787641

Телефон: 380542701012

E-mail: admin@snau.edu.ua

WWW: <https://www.snau.edu.ua/>

3. Виконавець

Назва організації: Сумська державна академія будівництва та архітектури

Код ЄДРПОУ/ПІП: 64788113

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Гоголя/Київська, м. Суми, Сумський район, Сумська обл., 40021, Україна

Телефон: +380(0)5053141

Телефон: +380(0)505314112

Е-пошта: admin@sumdu.edu.ua

www: <http://www.sumdu.edu.ua/>

4. Стіввиконавець

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Удосконалення технології виготовлення біохліба з використанням спеціальних заквасок з метою підвищення якості продукції та її конкурентоспроможності

Назва роботи (англ)

Improving the technology of semi-finished loaf products baking and the characteristics of bread

Мета роботи (укр)

вдосконалення технології виготовлення біохліба з використанням спеціальних заквасок з метою підвищення якості продукції та її конкурентоспроможності

Мета роботи (англ)

improve the substantiation and development of technology for obtaining a new, advanced - flavored baked semi-finished product, which is related to the study of the parameters for testing as a bio-indicator

Пріоритетний напрям науково-технічної діяльності:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Інтеграція міжгалузевих університетів

Вид роботи: 45 – проєкт/дослідження

Співкупні результати: Методичні документи

Галузь застосування: харчова промисловість

6. Етапи виконання

№	Початок	Закінчення	Звітний документ	Назва етапу
1	01.10.2011	12.03.2012	Методичний лист	Удосконалення технології виготовлення біохліба з використанням спеціальних заквасок з метою підвищення якості продукції та її конкурентоспроможності

7. Індекс УДК тематичних рубрик НТІ

Код тематичних рубрик НТІ: 713.427

Індекс УДК: 633.27+664.002.01+661.26+634.002.75+664.002.11

8. Заключні відомості

Керівник організації:

Лашко Володимир Іванович (д. с.-т. н., професор, акад.)

Керівник роботи:

Перцевий Федір Всеволодович (д. т. н., професор)

Відповідальний за подання документів: Приходченко О.О. (Тел.: +38 (054) 270-10-42)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.

Додаток І

Розробка та передача науково-технічної документації за темою дисертаційної роботи (фінансування за кошти юридичних осіб)

ДОГОВІР № 1-9-3
про розробку і передачу науково-технічної продукції

м. Суми

«06» 09 2020 р.

Підприємство "Хлібохарчокомбінат" Краснопільської райспоживспілки в особі директора Балак Олени Сергіївни, що діє на підставі Статуту, іменованій надалі "Замовник", з однієї сторони і Сумський національний аграрний університет в особі проректора з науково-педагогічної, економічної та інноваційної діяльності Коваленка Миколи Петровича, що діє на підставі Довіреності від 18.03.2020р. посвідченої приватним нотаріусом Сумського міського нотаріального округу Резніченко М.О. та зареєстрованої в реєстрі за № 176, іменованій надалі "Виконавець" з іншої сторони, уклали даний Договір про нижченаведене:

1. Предмет договору

1.1. "Замовник" доручає, а "Виконавець" приймає на себе зобов'язання по розробці (передачі) науково-технічної продукції (НТП) на тему: *"Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази."*

1.2. Наукові, технічні й інші вимоги до НТП викладені в "Замовленні-завданні" (додаток № 3) на загальну суму з урахуванням ПДВ 2 000,00 грн згідно калькуляції договірної ціни (додаток № 4).

2. Порядок розрахунків і вартість робіт

2.1. Загальна вартість даного Договору з урахуванням ПДВ становить 2 000,00 грн (Дві тисячі гривень).

2.2. "Замовник" здійснює оплату робіт "Виконавцеві" шляхом перерахування коштів на реєстраційний рахунок "Виконавця" після підписання акту прийому-передачі робіт.

2.3. Акт прийому-передачі робіт підписується сторонами після надання "Виконавцем" робіт, передбачених цим Договором та за умов відсутності претензій від будь-якої зі сторін щодо виконання цього договору.

3. Зобов'язання сторін

3.1. "Замовник" надає "Виконавцеві" інформацію, необхідну для виконання визначених етапів теми.

3.2. "Виконавець" зобов'язується провести дослідження протягом наступного терміну: з моменту підписання по 31.10.2020р.

3.3. "Виконавець" по завершенню робіт представляє "Замовникові" звіт про проведені дослідження з підписанням акту прийому-передачі виконаних робіт.

3.4. "Замовник" зобов'язаний оплатити роботу "Виконавця" відповідно до розділу 2 даного Договору.

4. Відповідальність сторін

4.1. За невиконання або неналежне виконання умов даного Договору сторони несуть відповідальність, передбачену чинним законодавством України.

4.2. За порушення строків оплати "Замовник" оплачує на користь "Виконавця" пеню 0,1 % від невчасно сплаченої суми за кожен день прострочення, а за прострочення понад 30 днів додатково стягується штраф у розмірі семи відсотків від невчасно сплаченої суми.

4.3. Сторони звільняються від відповідальності за невиконання зобов'язань за цим Договором у випадку обставин, які прямо або безпосередньо впливають на можливість сторін здійснити умови даного Договору. Такими обставинами визнаються: стихійні лиха, введення надзвичайного стану, закону або іншого

нормативного акту законодавчої або виконавчої влади й інших органів, а також судових рішень, які в сутності обмежують або забороняють однієї зі сторін даного Договору здійснити дії, спрямовані на виконання або припинення цивільно-правових, фінансово-правових, господарських й інших прав й обов'язків.

5. Порядок вирішення спорів

5.1. Усі спори сторони регулюють шляхом переговорів. Якщо сторони не прийшли до згоди, спір вирішується відповідно до діючого законодавства України в Господарському суді.

6. Інші умови

6.1. Даний Договір може бути змінений, доповнений за письмовою згодою сторін.

6.2. Даний Договір набуває чинності з моменту його підписання й діє до 31 жовтня 2020 р., а в частині оплати робіт – до повного здійснення розрахунків.

6.3. Даний Договір складений у двох екземплярах, що мають рівну юридичну чинність, по одному для "Замовника" й "Виконавця".

6.4. До цього договору додаються:

- протокол узгодження ціни (додаток №1)
- календарний план (додаток №2)
- замовлення-завдання (додаток №3)
- калькуляція договірної ціни НТП (додаток №4)

6.5. "Замовник" та "Виконавець" повністю розуміють, що вся надана інформація в процесі виконання умов даного Договору про представників Сторін, є персональними даними, які використовуються для ідентифікації таких представників та/або зв'язку з ним/ними, та погоджуються з тим, що такі дані зберігаються у Сторін для подальшого використання відповідно до низки статей Господарського та Цивільного кодексів України та для реалізації ділових відносин між сторонами. Персональні дані представників захищаються Конституцією України та Законом України «Про захист персональних даних» № 2297-VI від 01.06.2010 р. Права представників регламентуються ст.8 ЗУ «Про захист персональних даних». Підписи Сторін на цьому документі означають однозначну згоду з вищевикладеним і підтвердженням того, що представники ознайомлені зі змістом ст.8 ЗУ «Про захист персональних даних».

7. Юридичні адреси та реквізити сторін

"ЗАМОВНИК"

Підприємство "Хлібохарчокомбінат"
Краснопільської райспоживспілки
42400, смт Краснопілля,
вул. Мезенівська 107
тел./факс 05459-7-19-64
р/р UA493375460000026002060498393
АТ КБ Приватбанк, МФО 337546
код 01733451, ІПН 017334518061
Св-во № 25538890
Директор



О.С.Балак

"ВИКОНАВЕЦЬ"

Сумський НАУ
40021, м. Суми,
вул. Г.Кондратьєва, 160,
р/р UA098201720313281003201005656
Державна казначейська служба України
МФО 820172 код 04718013
ІПН№ 047180118194
Св-во № 25764558

Проректор з НПЕ та ІД



М.П. Коваленко

ПРОТОКОЛ
узгодження ціни

*«Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням
желатину і ферменту трансглютамінази»*
по договору № 1-93 від 01.09 2020 року.

Ми, що нижче підписалися, від особи Замовника директор Підприємства "Хлібохарчокомбінат" Краснопільської райспоживспілки Балак Олена Сергіївна та від особи Виконавця проректор з науково-педагогічної, економічної та інноваційної діяльності Сумського НАУ Коваленко Микола Петрович засвідчуємо, що сторонами досягнуто узгодження про розмір договірної ціни за створення (передачу) науково-технічної продукції в сумі *2 000,00 грн* з урахуванням ПДВ.

Даний протокол є підставою для проведення взаємних розрахунків поміж Виконавцем та Замовником.

Від ЗАМОВНИКА

Директор



О.С.Балак

Від ВИКОНАВЦЯ

Проректор з НПЕ та ІД



М.П. Коваленко

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
робіт по НТП**

«Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінازی»

№	Найменування етапів робіт	Вартість робіт за етап, грн.	У % від загальної вартості робіт	Строки виконання	Прізвище виконавця
1	Розробка рецептури та технологічної інструкції для виготовленню напівфабрикату збивного борошняного	2000,00	100%	31.10.2020	Перцевой Ф.В. Кондашина Л.А. Гурський П.В

Замовник

Виконавець

Директор


О.С.Балак



Проректор з НПЕ та ІД


М.П. Коваленко



Керівник розробки


Ф.В. Перцевой

ЗАМОВЛЕННЯ-ЗАВДАННЯ

1. Найменування замовлення-завдання: "Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази"
2. Замовник: Підприємство "Хлібохарчокомбінат" Краснопільської райспоживспілки.
3. Відповідальний виконавець: *Сумський НАУ.*
4. Підстава для видання замовлення-завдання: *договір №1 з від 01.09.2020 р.*
Основні завдання для замовлення-завдання: розробка рецептури та технологічної інструкції для виготовлення напівфабрикату збивного борошняного.
5. Строк виконання замовлення-завдання: 01.09.2020 до 31.10.2020р
6. Обов'язки та відповідальність Замовника: *надати «Виконавцеві» необхідну інформацію та своєчасно провести розрахунки.*
7. Обов'язки та відповідальність Виконавця: *виконати роботи згідно календарного плану.*
8. Порядок здачі-приймання виконаної роботи: *згідно актів здачі-приймання робіт.*

ЗАМОВНИК
Директор

О.С.Балак



ВИКОНАВЕЦЬ
Проректор з НПЕ та ІД
М.П. Коваленко



Додаток І₅ Калькуляція договірної ціни

Додаток №4 до договору
№1/97 від 01.09.2020

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної,
економічної та інноваційної
діяльності



М.П. Коваленко
2020 р.

КАЛЬКУЛЯЦІЯ
договірної ціни

НДДКР «Удосконалення технології напівфабрикату збивного борошняного з використанням желатину і ферменту трансглютамінази
Підстава для проведення роботи ГДТ № _____
Замовник: Підприємство "Хлібохарчокомбінат" Краснопільської райспоживспілки
Термін виконання роботи початок 01.09.2020р
закінчення 31.10.2020р

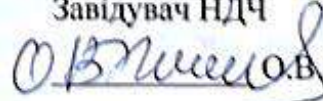
№ п/п	Статті витрат	Усього на весь період, грн.
1	Витрати на оплату праці	-
2	Відрахування на соціальні заходи 22%	-
3	Матеріали	1333,34
4	Витрати на службові відрядження	-
5	Інші витрати	-
6	Накладні витрати 25%	333,33
7	Разом собівартість	1666,67
8	ПДВ 20%	333,33
	Усього витрат	2000,00

Керівник ГДТ №

Професор д.т.н

 Ф.В.Перцевой

Завідувач НДЧ

 О.В. Пасько

Начальник ПФВ

 Н.М. Журбенко

Бухгалтер I категорії

 Т.М. Крючко

 М.Мордасов

Додаток І₆ Акт виконаних робіт за договором

ЗАТВЕРДЖУЮ

Сумський національний аграрний університет

Коваленко М.П.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Приватне Підприємство "Хлібохарчокомбінат" Краснопілської райселигоспілки

Балак О. С.



АКТ 1

зачі-приймання науково-технічної продукції по договору № 1-9-3 від 01 вересня 2020 р.

"30" вересня, 2020 р.

Мід, що нижче підписалися, представник **ВИКОНАВЦЯ** керівник теми Перцевої Федір Всеволодович, з одного боку, та представник **ЗАМОВНИКА** директор Приватного Підприємства "Хлібохарчокомбінат" Краснопілської райселигоспілки Балак Олени Сергіївни, з другого боку, склали цей акт про те, що надані послуги відповідають умовам договору і відповідно оформлені. Виконано робіт на суму **2000 грн. в т.ч. ПДВ 333,33 грн**, що складає **100%**. Сторони претензій одна до одної не мають.

Загальна сума договору **2000 грн.** З них виконано по етапах:

№	Назва етапу	Загальна вартість етапу, тис. грн. з ПДВ	Виконано з початку роботи			
			Сума, тис. грн. з ПДВ	% від вартості	З них	
		Оплачено, тис. грн. з ПДВ			Підлягає оплаті, тис. грн. з ПДВ	
1	Етап № 1	2,0	2,0	100	-	2,0
	Всього:	2,0	2,0	100	-	2,0

До оплати по акту (етап № 1, 2020 р.) – **2000,00 (Дві тисячі) грн. 00 коп.**

В т.ч. ПДВ – **333,33 грн.**

ВИКОНАВЕЦЬ Сумський національний аграрний університет
Адреса: 40021 м. Суми, вул. Герасима Кондратьєва, 160 код 047 180 13
Р/рах. UA098201720313281003201005656
Державна казначейська служба України
МФО 820172

Роботу здав

Від **ВИКОНАВЦЯ**

Ф.В. Перцевої

ЗАМОВНИК Підприємство "Хлібохарчокомбінат" Краснопілської райселигоспілки
42401, смт. Краснопілля, вул. Мезенівська 107
тел./факс 05459-7-19-64
р/р 26002060498393 Приватбанк, код 01733451, МФО 337546
ІПН 017334518061
Св-во № 25538890

Роботу прийняв

від **ЗАМОВНИКА**

О. С. Балак

Додаток К
Сертифікати участі у роботі науково-практичних конференцій

Додаток К₁ Сертифікат участі у роботі VI Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»
11.09.2019



Додаток К₂ Сертифікат участі у роботі VII Міжнародної науково-практичної конференції “Topical issues of science and practice” 02-06.11.2020



Додаток К₃ Сертифікат участі у роботі X Міжнародної науково-практичної конференції “Trends in the development of modern scientific thought”23-26.11.2020



Додаток К₄ Сертифікат участі у роботі XII Міжнародної науково-практичної конференції “Advancing in research and education”07-10.12.2020



Додаток К₅ Сертифікат участі у роботі XIV Міжнародної науково-практичної конференції “Multidisciplinary research” 21-24.12.2020



Додаток Л
Список опублікованих праць за темою дисертаційної роботи

Статті в науометричних базах Scopus

1. Перцевой Ф.В., Визначення впливу рецептурних компонентів на фізико-хімічні процеси в напівфабрикаті борошняному збивному за програмованої зміни температури Перцевой Ф. В., Гурський П. В., Кондрашина Л. А., Шильман Л. З., Мельник О. Ю., Федак Н. В., Омельченко С. Б., Кісь В. М., Лукьянов І. М., Мітяшкіна Т. Ю. // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2019. - № 6/11 (102), 17.12.2019, С.48-55.

Статті в фахових виданнях України

2. Кондрашина Л.А. Розробка інноваційної стратегії технології збивного випеченого напівфабрикату з використанням желатину / Кондрашина Л.А., Кошель О.Ю., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В. // Праці ТДАТУ, Вип. 18. Т. 1. – 2018 - С. 132-137.

3. Кондрашина Л.А. Дослідження впливу технологічних чинників на піноутворювальні властивості розчинів желатину / Кондрашина Л.А., Бідюк Д.О., Гурський П.В. та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ, 2019. – Вип. 2 (30). – С. 83-95.

4. Кошель О.Ю. Аналітичне обґрунтування та розробка моделей технології термостійкої молоковмісної начинки з використанням желатину / Кошель О.Ю., Кондрашина Л.А., Бідюк Д.О., Перцевой Ф.В., Трофімов Д.О. // Праці ТДАТУ, Вип. 18. Т. 1. – 2018 - С. 159-165.

5. Визначення взаємодії рецептурних компонентів напівфабрикату збивного борошняного в присутності ферменту трансглютаміназа / Ф.В. Перцевой, П.В. Гурський, Л.А. Кондрашина та ін // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ, 2020. – Вип. 2 (32). – С. 184-198.

Тези доповіді

6. Кондрашина Л.А./ Дослідження впливу дисперсності желатину на швидкість його розчинення/ Ф.В. Перцевой, Л.А. Кондрашина // Матеріали

науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів / – Суми, 2019. – С. 636.

7. Кондрашина Л.А./ Вивчення термічної стійкості модельної системи напівфабрикату збивного для тістечок на основі желатину / Кондрашина Л.А., Гурський П. В., Перцевой Ф. В. // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузей. / – Київ, 2019. – С. 108.

8. Кондрашина Л.А./ Перспективи використання напівфабрикату збивного борошняного на основі желатину з використанням ферменту транглютамінази / Кондрашина Л.А., Перцевой Ф.В., Гурський П.В.// Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів / – Суми, 2020. – С. 487.

9. Кондрашина Л.А./ Технологія напівфабрикату борошняного збивного замороженого / Л.А. Кондрашина, П.В.Гурський, Ф.В. Перцевой, // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції “Topical issues of science and practice”– Лондон, Велика Британія, 2020. – С. 28-32.

10. Кондрашина Л.А./ Визначення впливу рецептурних компонентів напівфабрикату борошняного збивного на динамічну в'язкість / Кондрашина Л.А., Гурський П.В., Перцевой Ф.В., // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції “Trends in the development of modern scientific thought”– Ванкувер, Канада, 2020. – С. 26-28.

11. Кондрашина Л.А./ Визначення впливу ферменту тансглютамінази на вологоутримуючу здатність напівфабрикату збивного /Кондрашина Л.А., Гурський П.В., Перцевой Ф.В., // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції “Advancing in research and education” – Ла-Рошель, Франція, 2020. – С. 25-28.

12. Кондрашина Л.А./ Дослідження граничного напруження зсуву тіста для напівфабрикату збивного борошняного/ Кондрашина Л.А., Гурський П.В., Перцевой Ф.В., // Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції “Multidisciplinary research” – Більбао, Іспанія, 2020. – С. 22-25.

Патенти на корисну модель України

13. Кондрашина Л.А./ Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного / Ф.В. Перцевой, П.В.Гурський, Л.А. Кондрашина // Деклараційний патент України на корисну модель/ – Київ, 2020. – С. 636.

14. Кондрашина Л.А./ Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного із сухої суміші/ Ф.В. Перцевой, П.В.Гурський, Л.А. Кондрашина // Деклараційний патент України на корисну модель/ – Київ, 2020. – С. 636.

15. Кондрашина Л.А./ Спосіб отримання напівфабрикату борошняного збивного замороженого/ Ф.В. Перцевой, П.В.Гурський, Л.А. Кондрашина // Деклараційний патент України на корисну модель/ – Київ, 2020. – С. 636.