

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШЕВЧЕНКО АНАСТАСІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 664.664.9

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАБЕТИЧНИХ
ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ
ІНГРЕДІЄНТАМИ

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів
Технічні науки

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



А.О.Шевченко

Науковий керівник:
Дробот Віра Іванівна,
доктор технічних наук, професор,
член-кореспондент НААН України

*Ідентичність цього
примірника дисертації,
поданої до спеціалізованого
вченого ради К 64.088.03,
і інших примірників
забезпечено*



*акрешар
Третьяков А.В.*

Київ – 2018

АНОТАЦІЯ

Шевченко А.О. Удосконалення технології діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій, Київ. Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, 2018.

Робота присвячена удосконаленню технології хлібобулочних виробів діабетичного призначення, з метою збагачення їх фізіологічно-функціональними інгредієнтами та розширення асортименту виробів для діабетичного харчування. Досліджено хімічний склад і технологічні властивості джерел повноцінного білка, харчових волокон і мінеральних речовин та встановлено доцільність використання казеїну, порошку топінамбуру, клітковини висівок гречки, цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза у технології діабетичних булочних виробів з фруктозою.

Встановлено, що вміст білка в казеїні більший у 8 разів, ніж у пшеничному борошні вищого сорту. Проте додання його в тісто уповільнює газоутворення на 7,1-9,9%, залежно від дозування, зменшується кількість утворених цукрів на 7, 9-11%, їх збродження на 14-18% внаслідок зниження доступності поживних речовин до дріжджової клітини в присутності казеїну.

Доведено, що за рахунок білка, внесеного з казеїном, в тісті збільшується вміст загального азоту на 10,5%-52,3%, проте в процесі бродіння зменшується кількість азоту клейковини, збільшується кількість водорозчинної та проміжної фракції, що є наслідком гідролітичної дії ферментів та утворення тіста послабленої консистенції.

Відзначено зменшення вмісту сирової клейковини в тісті з казеїном на 9,1 – 10,3%, залежно від дозування, внаслідок утворення комплексів з білками борошна, які не відмиваються у вигляді клейковини.

Відмічено збільшення пружності зразків тіста з казеїном на 10-18,5%, та зменшення розтяжності на 15-22,6% залежно від дозування добавки, що є наслідком зміни структури біополімерів тіста в присутності казеїну.

Встановлено, що при внесенні в тісто з фруктозою порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки, технологічний процес інтенсифікується за рахунок покращення живлення дріжджів складовими добавок, що підтверджено підвищенням газоутворення. Процес амілолізу проходить інтенсивніше, ніж в контролі, внаслідок чого в тісті збільшується вміст цукрів на 3,0 %-3,5%.

Вплив порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки на вміст клейковини незначний, проте клейковинний каркас в тісті з цими добавками нерівномірно розгалужений, що підтверджено дослідженнями мікроструктури клейковини. Варто відзначити покращення формоутримувальної здатності тіста при внесенні цих добавок внаслідок високого вмісту в них ХВ.

Доведено, що водопоглинальна здатність тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки в процесі замішування підвищується на 0,6-2% та 10,6-21,2% відповідно порівняно з контролем. Це пояснюється високою гідратаційною здатністю неклейковинних білків та харчових волокон добавок. Тісто з цими носіями харчових волокон утворюється довше внаслідок більшої ніж борошна крупності частинок добавок, що потребує більше часу для їх набухання та утворення однорідної тістової системи.

Встановлено, що при доданні в тісто цитратів металів, інтенсифікуються процеси бродіння. Це підтверджується підвищенням газоутворення в тісті в їх присутності, і в більшій мірі з сумішшю цитратів, що свідчить про їх синергічну дію, яка проявляється в суміші. Цитрати стимулюють активність

ферментів борошна та бродильну активність мікрофлори, що призводить до збільшення накопичення цукрів у тісті під час його ферментації та їх збродження.

Відмічено, що в'язких властивостей система з сумішшю цитратів набуває за такої ж температури, як і контроль, проте максимальна в'язкість її більша на 2,6% за рахунок того, що при дії солей на крохмаль створюються передумови для його набухання і гідратації. Це супроводжується зростанням в'язкості за клейстеризації крохмалю.

Методом математичного моделювання багатофакторного експерименту встановлено оптимальні дозування рецептурних компонентів та технологічні параметри приготування діабетичних виробів. Обґрунтовано, що для покращення структурно-механічних властивостей тіста, його еластичності та досягнення вищої якості виробів з фруктозою доцільно вносити кукурудзяну олію. Досліджено процес тістоприготування та встановлено доцільність приготування суспензії казеїн-вода, куди вносити порошок топінамбуру або клітковину висівок гречки, залежно від рецептури, з метою рівномірного розподілення останніх по всій масі тіста.

За застосування встановлених заходів відмічено збільшення кількості утворених та зброджених цукрів за рахунок покращення складу живильного середовища для дріжджових клітин та підвищення їх бродильної активності, покращення еластичності тіста внаслідок внесення олії.

На основі результатів досліджень розроблено і затверджено об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» рецептури та технологічні інструкції на виробництво діабетичних булочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами: «Солодкий каприз», «Гречинка».

Встановлено, що розроблені вироби краще зберігають свіжість, черствіння їх затримується на 23-67% внаслідок збільшення вмісту адсорбційно зв'язаної вологи з високою енергією зв'язку за рахунок

наявності в рецептурі добавок з високою гідрофільністю, що сприяє гальмуванню процесів ретроградації крохмалю. Відмічено збільшення кількості ароматичних сполук у скоринці та м'якушці виробів, а також менші втрати бісульфітзв'язуючих речовин в процесі зберігання.

Дослідженнями *in Vitro* встановлено покращення перетравлюваності білків виробів внаслідок кращої піддатливості білків казеїну протеолізу ферментами ШКТ: на пепсиновій стадії на 12,5- 37,5 %, на трипсиновій – на 21,4-32,1 %.

Доведено, що вироби з добавками мають цінний хімічний склад, зокрема високий вміст білка, харчових волокон та мінеральних речовин. Ці вироби здатні краще забезпечити добові потреби організму хворих на діабет фізіологічно-активними речовинами.

Впровадження розроблених виробів буде сприяти розширенню асортименту діабетичних видів хліба з оздоровчими властивостями, що має важливе соціальне значення.

Ключові слова: діабетичний виріб, фруктоза, казеїн, порошок топінамбуру, клітковина висівок гречки, цитрати, фізіологічно-функціональні інгредієнти.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дробот, В., Шевченко, А., Андрущук, О., Козич, Н. (2015). Цитрати металів – ефективні збагачувачі хлібобулочних виробів мінеральними речовинами. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 12, 3–5. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України).
2. Drobot, V., Shevchenko, A., Marchenko, O. (2016). The influence of proteins on the technological process of bread making with fructose. *Food and Environment Safety*, XV (4), 341-346. (Наукове періодичне видання Румунії;

міжнародна індексація: *Index Copernicus, ULRICHS, Chemical Abstracts Service (CAS), Ebsco host, JournalSeek*).

3. Шевченко, А.О., Місечко, Н.О., Кривошей, В.М. (2017). Вплив клітковини висівків гречки на технологічний процес та якість булочних виробів із фруктозою для діабетичного харчування. *Хранение и переработка зерна*, 10(218), 42-45. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України).

4. Drobot, V., Shevchenko, A. (2017). Nutritional value and consumer properties of bakery products with fructose for diabetic nutrition. *Ukrainian Food Journal*, 6(3), 480-493. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України, наукометричних баз *Google Scholar, Index Copernicus, Directory of Research Journal Indexing (DRJI), Universal Impact Factor, EBSCO, Ulrichs Web, ERIH PLUS, Directory of Open Access Scholarly Resources, Directory of Open Access Journals, CAS Source Index*).

5. Shevchenko, A. (2018). Biochemical processes in the dough for diabetic bakery products, enriched with proteins and food fibers. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 24(2), 187-194. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України, наукометричних баз *Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar*).

6. Drobot, V., Prokhorova, N., Shevchenko, A. (2015). *Citrates of metals in technology of diabetic bakegoods*, Second International Conference of Industrial Technologies and Engineering (ICITE 2015), Abstract Book. Shymkent: M. Auezov South Kazakhstan State University, 173-176

7. Шевченко, А., Дробот, В., Прохорова, Н. (2015). *Дослідження впливу цитрату, лактату та карбонату кальцію на мікробіологічні і біохімічні процеси в тісті, Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: міжнародна науково-практична конференція*. Київ: НУХТ.

8. Шевченко, А., Дробот, В., Прохорова, Н. (2015). *Дослідження впливу цитратів на мікробіологічні і біохімічні процеси в тісті*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 81 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2015 р. Київ: НУХТ.
9. Шевченко, А. О., Андрущук, О. С., Козич, Н. Д., Дробот, В.І. (2015). *Вплив цитратів металів на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою*, Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи: III міжнародна науково-практична конференція. Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси». Київ: ННЦ «ІАЕ», 5, 40-41.
10. Шевченко, А., Дробот, В. (2016). *Збагачення хліба для хворих на цукровий діабет мінеральними речовинами*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ.
11. Шевченко, А., Запорожець, Ю. (2016). *Дослідження впливу нанорозмірного стану водних суспензій металів на процес сорбції під час бродіння тіста*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ.
12. Drobot, V., Shevchenko, A., Bondarenko, Y. (2016). *Enriching of bread for patients with diabetes by mineral substances*, Food Science for Well-being: 8th Central European Congress on Food, 23-26 May 2016. Kyiv: NUFT.
13. Шевченко, А. О., Мисечко, Н. О., Марченко, О. С. (2016). *Дослідження впливу цитратів металів на процеси в тісті з додаванням льону та кукурудзяної олії*, Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини матеріали VII Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Кривий Ріг.
14. Шевченко, А. О., Марченко, О. С. (2016). *Дослідження впливу яєчного альбуміну на технологічний процес виготовлення хліба з фруктозою*

та якість готових виробів, Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». Київ: НУХТ.

15. Шевченко, А., Кривошей, В., Дробот, В. (2017). *Дослідження впливу харчових волокон гречки на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 5-6 квітня 2017 р. Київ: НУХТ.

16. Шевченко, А. (2017). *Вплив харчових волокон гречки та топінамбуру на технологічний процес виготовлення булочних виробів з фруктозою*, Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». Київ: НУХТ.

17. Дробот, В.І., Шевченко, А.О., Марченко, О.С. (2017). *Дослідження впливу молочно-білкового концентрату казеїну в технології діабетичних виробів*, Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції [«Технології харчових продуктів і комбікормів»], (Одеса, 25-30 вересня 2017 р.). Одеса: ОНАХТ.

18. Shevchenko, A., Drobot, V. (2018). *Influence of whey protein on the technological process of making bread with fructose and minerals*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2018 р. Київ: НУХТ.

19. Дробот, В.І., Шевченко, А.О. (2017). Патент України 120200. Київ: Державне патентне відомство України.

20. Дробот, В.І., Шевченко, А.О. (2017). Патент України 120201. Київ: Державне патентне відомство України.

Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обробці та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації [1-5], підготовка матеріалів тез доповідей [6-18], написання заявок на отримання патентів [19-20].

ABSTRACT

A.Shevchenko Improvement of the technology of diabetic bakery products enriched with functional ingredients. - Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Dissertation for obtaining a scientific degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.18.01 - Technology of bakery products, confectionery and food concentrates - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv. Kharkiv State University of Nutrition and Trade, Kharkiv, 2018.

The work is devoted to the improvement of the technology of bakery products for diabetic purpose, in order to enrich them with physiological and functional ingredients and expand the range of products for diabetic nutrition. The chemical composition and technological properties of sources of valuable protein, food fibers and minerals and the expediency of the use of casein, artichoke powder, fiber of bran, calcium, magnesium, zinc and iron citrates in the technology of diabetic bakery products with fructose have been established.

It has been established that the protein content in casein is 8 times more than in high quality wheat flour. However, adding it to the dough slows down the gas formation by 7.1-9.9%, depending on the dosage, decreases the number of formed sugars by 7, 9-11%, their digestion by 14-18% due to the reduced availability of nutrients to the yeast cells in the presence of casein

It is proved that due to the protein put with casein, the content of total nitrogen is increased by 10.5% -52.3 % in the dough, but the amount of gluten

nitrogen in the process of fermentation decreases due to the increase of the water-soluble and intermediate fraction due to the hydrolytic action of enzymes. This is the reason for the weakening of the consistency of dough with casein.

It is noted the reduced content of raw gluten in casein dough by 9.1 - 10.3% depending on dosage, because milk proteins do not participate in the formation of gluten and form complexes with flour proteins.

An increase of the elasticity of dough samples with casein by 10-18.5% and a decrease of the elongation by 15-22.6% depending on the dosage of the additive were noted, which is the result of changes in the structure of the biopolymers of the dough in the presence of casein.

It has been established that when the artichoke powder and buckwheat bran fiber are added to the dough with fructose, the technological process is intensified by improving the nutrition of the yeast, which is confirmed by the increase of gas formation. The process of amylolysis passes more intensively than in the control, as a result of which the content of sugars increases by 3.0% -3.5%.

The influence of the artichoke powder and the fiber of the buckwheat on the gluten content is negligible, but the gluten carcass is unevenly branched. It is worth noting the improvement of the formulation capacity of dough when these additives are added due to the high content of food fibers in them.

It has been proved that the water absorption capacity of the dough with artichoke powder and buckwheat bran fiber in the process of mixing increased by 0.6-2% and 10.6-21.2%, respectively in comparison with the control. This is due to the high hydration ability of non-gluten proteins and dietary fiber supplements. The dough with these carriers of food fibers is formed longer due to the larger size of the additive particles, therefore, more time is needed to swell them and to create a homogeneous dough system compared to control.

It was established that when adding citrates of metals to the dough, fermentation processes are intensified, which is confirmed by the increase of gas formation in the dough with their presence, and to a greater extent with a mixture

of citrates, indicating their synergistic properties, which are manifested in the mixture. Citers stimulate the activity of flour enzymes and the fermentation activity of the microflora, which leads to an increase of the accumulation of sugars in the dough during its fermentation.

It is noted that the viscous properties of the system with a mixture of citrates acquires the same temperature as control, but its maximum viscosity is greater by 2.6% due to the fact that under the influence of salts on starch the conditions for its swelling and hydration are created. This is accompanied by an increase of viscosity due to its gelatinization.

The method of mathematical modeling of the multifactorial experiment has established the optimal dosage of the recipe components and the technological parameters of the preparation of diabetic products. It is substantiated that to improve the structural and mechanical properties of the dough, its elasticity and achievement of the highest quality of products with fructose it is expedient to use corn oil. The process of dough preparation has been studied and the expediency of preparing a casein-water suspension has been determined, with adding artichoke powder or buckwheat bran fiber depending on the recipe into it, in order to evenly distribute the latter over the whole weight of the dough.

The application of established measures indicated an increase of the number of formed and fermented sugars by improving the composition of the nutrient medium for yeast cells and increasing their fermentation activity, improving the elasticity of the dough due to the introduction of oil.

On the basis of research results the formulations and technological instructions for the production of diabetic bakery products enriched with functional ingredients "Sweet Caprice", "Grechinka" were developed and approved by the association of enterprises of the baking industry "Ukrkhliprom".

It has been established that the developed products store freshness better, their drawing is delayed by 23-67% due to the increase of the content of adsorption bonded moisture with high binding energy due to the presence in the formulation

of components of additives with high hydrophilicity, which contributes to inhibition of the processes of rehydration of starch. An increase of the amount of aromatics in the crust and the crumb of the product, as well as less loss of bisulfite binding agents during storage, was noted.

In vitro studies have shown an increase of protein digestibility, due to the better absorption of milk proteins added to casein than flour proteins and carbohydrates, which is apparently a consequence of acid hydrolysis of water soluble polysaccharides of artichoke powder and buckwheat bran fiber.

It is proved that the products with additives have a valuable chemical composition, in particular high protein content, food fibers and minerals. These products are better able to provide the body of patients with diabetes with physiologically active substances.

The introduction of developed products will contribute to the expansion of the range of diabetic types of bread with sanative properties, which has an important social significance.

Key words: diabetic product, fructose, casein, artichoke powder, buckwheat bran fiber, citrates, physiological and functional ingredients.

ЗМІСТ

	стор
ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ДІАБЕТИЧНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ.	26
1.1. Вироби з низьким глікемічним індексом – важлива складова в раціоні харчування хворих на цукровий діабет.	26
1.2. Значення дієтотерапії при цукровому діабеті. Глікемічний індекс продукту.	28
1.3. Використання в рецептурі виробів цукрозамінників та речовин, що надають їм солодкого смаку.	30
1.4. Використання в рецептурі виробів повноцінних білків.	33
1.5. Використання в рецептурі хлібобулочних виробів сировини, багатої на харчові волокна.	37
1.6. Рослинні олії як джерела поліненасичених жирних кислот та їх роль в організмі.	45
1.7. Мінеральні речовини та премікси як ефективні збагачувачі хлібобулочних виробів.	47
Висновки до розділу 1.	53
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.	55
2.1. Характеристика сировини, використаної у роботі.	55
2.2. Методи досліджень.	56
2.2.1. Методи дослідження якості борошна та іншої сировини.	56
2.2.2. Способи приготування тіста та методи визначення якості напівфабрикатів.	59
2.2.3. Методи визначення якості хліба.	60
2.2.4. Спеціальні методи досліджень.	62
Висновки до розділу 2.	62

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВОК, ЩО ЗНИЖУЮТЬ ГЛІКЕМІЧНИЙ ІНДЕКС ТА ПОКРАЩУЮТЬ ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ ДІАБЕТИЧНИХ ВИРОБІВ.	63
3.1. Дослідження хімічного складу білкових збагачувачів та їхнього впливу на технологічний процес і якість виробів.	63
3.2. Дослідження хімічного складу джерел харчових волокон та їхнього впливу на технологічний процес та якість виробів.	68
3.3. Дослідження впливу солей мінеральних речовин на технологічний процес та якість виробів.	73
Висновки до розділу 3.	75
РОЗДІЛ 4. МІКРОБІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ТІСТІ З КОМПОЗИЦІЄЮ ФРУКТОЗИ ТА ДОСЛІДЖУВАНИХ ДОБАВОК. . . .	77
4.1. Визначення впливу казеїну на бродильну активність дріжджів, інтенсивність та динаміку газоутворення в тістовій заготовці.	78
4.2. Визначення впливу казеїну на кінетику цукрів в тісті під час його дозрівання.	79
4.3. Дослідження в'язкості водно-борошняної суспензії з казеїном на амілографі.	81
4.4. Визначення впливу казеїну на динаміку титрованої кислотності та рН тіста.	82
4.5. Визначення впливу казеїну на фракційний склад білків тіста.	84
4.6. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на бродильну активність дріжджів, інтенсивність та динаміку газоутворення в тісті.	85
4.7. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на кінетику цукрів в тісті під час його дозрівання.	88
4.8. Дослідження в'язкості водно-борошняної суспензії з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки на амілографі.	90
4.9. Визначення впливу цитратів металів на бродильну активність дріжджів, інтенсивність бродіння тіста та динаміку газоутворення в	

ньому.	92
4.10. Визначення впливу цитратів металів на кінетику цукрів в тісті під час його дозрівання.	94
4.11. Дослідження в'язкості водно-борошняної суспензії з цитратами металів на амілографі.	96
Висновки до розділу 4.	97
РОЗДІЛ 5. СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА З ФРУКТОЗОЮ ТА ДОСЛІДЖУВАНИМИ ДОБАВКАМИ.	99
5.1. Визначення впливу казеїну на кількість та якість клейковини, що відмивається з тіста з фруктозою.	99
5.2. Визначення впливу казеїну на пружно-еластичні властивості тіста з фруктозою.	101
5.3. Визначення впливу казеїну на вяз'ко-пластичні властивості тіста з фруктозою.	104
5.4. Дослідження конформаційних змін білкових речовин тіста з казеїном.	105
5.5. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на клейковину тіста з фруктозою.	108
5.6. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на пружно-еластичні властивості тіста з фруктозою.	110
5.7. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на в'язко-пластичні властивості тіста з фруктозою.	112
5.8. Визначення впливу цитратів металів на клейковину тіста з фруктозою.	113
5.9. Визначення впливу цитратів металів на пружно-еластичні та в'язко-пластичні властивості тіста з фруктозою.	114
Висновки до розділу 5.	116
РОЗДІЛ 6. ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ З ДОСЛІДЖУВАНИМИ ДОБАВКАМИ. РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУР ДІАБЕТИЧНИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЕСЕНЦІАЛЬНИМИ	

РЕЧОВИНАМИ.	118
6.1. Встановлення раціонального способу внесення казеїну, порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки в тісто.	118
6.2. Вплив внесення жиру в тісто з досліджуваними добавками на технологічний процес і якість виробів.	122
6.3. Дослідження впливу способу приготування тіста на технологічний процес і якість хліба з добавками.	124
6.4. Визначення оптимальної кількості рецептурних компонентів тіста з фруктозою та параметрів його приготування.	127
6.5. Перебіг основних процесів у тісті з урахуванням даних оптимізації.	129
6.5.1. Вплив компонентів рецептури на в'язкість суспензій на амілографі.	130
6.5.2. Дослідження динаміки цукрів у тісті.	131
6.5.3. Дослідження динаміки титрованої й активної кислотності в тісті. .	133
6.5.4. Дослідження вмісту летких органічних кислот в тісті і хлібі.	133
6.5.5. Дослідження фракційного складу білків тіста.	135
6.5.6. Дослідження пружно-еластичних властивостей тіста з добавками.	136
6.6. Дослідження в'язко-пластичних властивостей тіста з добавками. ...	137
6.7. Розроблення рецептур хлібобулочних виробів з досліджуваними добавками.	140
Висновки до розділу 6.	144
РОЗДІЛ 7. СПОЖИВЧА ТА ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ РОЗРОБЛЕНИХ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ДІАБЕТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ.	146
7.1. Бальна оцінка розроблених діабетичних виробів, збагачених білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами.	146
7.2. Збереження свіжості виробів за розробленими рецептурами.	149
7.3. Дослідження форм зв'язку вологи в хлібобулочних виробках та їх зміни у процесі зберігання.	151

7.4. Визначення вмісту ароматичних речовин у розроблених виробках. . .	154
7.5. Визначення перетравлюваності білків та вуглеводів розроблених виробів.	156
7.6. Хімічний склад та харчова цінність розроблених виробів.	158
Висновки до розділу 7.	161
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	163
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	166
ДОДАТКИ.	191
Додаток А Акт виробничих випробувань булочки «Солодкий каприз» . .	192
Додаток Б Рецептūra булочки «Солодкий каприз»	195
Додаток В Технологічна інструкція на виробництво булочки «Солодкий каприз»	199
Додаток Г Акт виробничих випробувань №1 булочки «Гречинка»	203
Додаток Д Акт виробничих випробувань №2 булочки «Гречинка»	206
Додаток Е Рецептūra булочки «Гречинка»	209
Додаток Є Технологічна інструкція на виробництво булочки «Гречинка»	213
Додаток Ж Патент України на корисну модель «Діабетичний булочний виріб»	217
Додаток З Патент України на корисну модель «Діабетичний булочний виріб»	221
Додаток К Економічний розрахунок виробництва діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами. . . .	225
Додаток Л Список опублікованих праць за темою дисертації.	235

Перелік умовних позначень

Ак – амінокислотний

БІЧ – ближній інфрачервоний

ВНДІХП – Всесоюзний науково-дослідний інститут харчової промисловості

ВПЗ – водопоглинальна здатність борошна

ГІ – глікемічний індекс

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

ІЧ – інфрачервоний

КВГ – клітковина висівок гречки

МКБ – молочнокислі бактерії

НАК – незамінна амінокислота

НУХТ – Національний університет харчових технологій

ОВП – окисно-відновні процеси

ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти

СМВ – структурно-механічні властивості

СР – сухі речовини

ФАО/ВООЗ – Всесвітня Організація Охорони Здоров'я

ХВ – харчові волокна

ХО – хлібна одиниця

ВСТУП

Актуальність теми. В останні роки в усьому світі, і в Україні зокрема, широкого поширення набуло захворювання на цукровий діабет, який посідає друге місце в структурі ендокринних захворювань. Занепокоєння викликає поширення цієї хвороби серед молодого населення. Кількість хворих становить мільйони чоловік, проте експерти вважають, що число незареєстрованих хворих удвічі більше.

Ефективним заходом попередження і лікування діабету вважається дієтотерапія, що передбачає поряд із заміною у виробках цукру цукрозамінниками, збагачення виробів фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Виробництво хлібобулочних виробів діабетичного спрямування становить незначну частку від загального об'єму хлібопекарської продукції, тому має великий потенціал для зростання, а вироби, які поряд із заміниками цукру містять корисні фізіологічно-функціональні інгредієнти, практично відсутні на ринку України. Тому актуальною проблемою є не тільки використання цукрозамінної сировини, а також підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів для хворих на діабет за рахунок збагачення повноцінним білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами.

Зважаючи на цінний хімічний склад джерел білоквмісної сировини – казеїну, яєчного альбуміну та сироваткового білка та джерел харчових волокон – порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки, а також відсутність даних щодо їхнього впливу на технологічний процес виготовлення діабетичних хлібобулочних виробів, необхідні наукові та практичні дослідження щодо доцільності їх застосування.

На даний час для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами використовують в основному солі неорганічних кислот: карбонати, сульфати, фосфати. Проте мінерали в цій формі мають низьку біологічну доступність, тому перспективним є використання органічних сполук мінеральних речовин і в першу чергу цитратів, оскільки саме в такій

хімічній формі вони присутні та функціонують в організмі. Оскільки даних щодо впливу цитратів на процес виготовлення хлібобулочних виробів знайдено не було, актуальним є дослідження їх використання для забезпечення належних споживчих властивостей виробів.

Робіт з використання фізіологічно-функціональних інгредієнтів в комплексі для збагаченні діабетичних хлібобулочних виробів практично немає. Існуючі в літературних джерелах дані носять несистематичний характер. У зв'язку з цим поряд із використанням цукрозамінників в технології хлібобулочних виробів діабетичного спрямування актуальним є пошук способів вирівняти їх амінокислотний скор, збагатити хліб, як продукт масового споживання пребіотиками, використання нових інноваційних підходів при створенні діабетичних продуктів.

Проблемі розроблення хлібобулочних виробів діабетичного призначення присвячені роботи вітчизняних та закордонних вчених Дробот В.І., Місечко Н.О., A. Radovanovic, O. Milovanovic, M. Kipic, S. Cupar, S. Bhise.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження було виконано відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідної роботи Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ «Наукове обґрунтування та розроблення активних пакувальних систем харчових продуктів» (державний реєстраційний номер 0118U003558); держбюджетної тематики науково-дослідної роботи Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ «Наукові засади розроблення інноваційних технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності та термінів їх зберігання» (державний реєстраційний номер 0116U001529).

Особиста участь автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, теоретичному обґрунтуванні результатів досліджень, розробленні нормативної документації, підготовці матеріалів до публікації.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є удосконалення технології діабетичних хлібобулочних виробів з фруктозою, збагачених

функціональними інгредієнтами: повноцінним білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- дослідити хімічний склад і технологічні властивості джерел повноцінного білка: казеїну, яєчного альбуміну та сироваткового білка, виявити технологічні властивості джерел мінеральних речовин – цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза;
- дослідити хімічний склад і технологічні властивості пребіотиків – джерел харчових волокон: порошку топінамбуру та висівок гречки;
- визначити вплив збагачувачів на перебіг мікробіологічних процесів у тісті з фруктозою;
- визначити вплив збагачувачів на перебіг біохімічних процесів у тісті з фруктозою;
- визначити вплив досліджуваної сировини на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою;
- визначити та оптимізувати рецептурні компоненти та технологічні заходи, що забезпечують належну якість виробів, збагачених досліджуваною сировиною, удосконалити технологію дієтичних хлібобулочних виробів та оцінити харчову цінність розроблених виробів та їх споживчі властивості;
- розробити та затвердити нормативну документацію на нові види виробів, збагачені функціональними інгредієнтами, провести виробничу апробацію розроблених дієтичних виробів;
- визначити економічну та соціальну ефективність впровадження нових дієтичних виробів у виробництво.

Об'єкт дослідження – технологія хлібобулочних виробів.

Предмет досліджень – казеїн, яєчний альбумін, сироватковий білок, порошок топінамбуру, клітковина висівок гречки, цитрати кальцію, магнію, цинку та заліза, їхній хімічний склад та технологічні властивості, мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті з добавками, формування

структурно-механічних властивостей тіста, показники технологічного процесу та якості хліба, технологічні заходи, що забезпечують їх покращання, харчова та споживча цінність діабетичних виробів.

Методи досліджень – органолептичні, хімічні, фізико-хімічні, аналітичні, мікробіологічні методи досліджень з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій, математичні методи планування експерименту та обробки результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше запропоновано, науково обґрунтовано інноваційний спосіб отримання діабетичних хлібобулочних виробів зі збалансованим хімічним складом, який включає комплексний вплив на сировину, напівфабрикати і готові хлібобулочні вироби добавок – замінників цукру, повноцінних білків тваринного походження, полісахаридів (інуліну і клітковини), мінеральних речовин у вигляді солей органічних кислот – цитратів, що дозволяє поліпшити властивості нових виробів і сприяє досягненню якісної продукції зі зниженим глікемічним індексом.

Доведено зменшення амілолізу крохмалю та погіршення доступності поживних речовин до дріжджової клітини у присутності казеїну, очевидно внаслідок того, що білки добавки мають високу водопоглинальну здатність, набухають та огортають дріжджові клітини, що погіршує доступ поживних речовин і зменшує інтенсивність бродіння на 7,1-12,2%.

Вперше шляхом дослідження мікроструктури клейковини встановлено, що в присутності в тісті казеїну структура клейковини ущільнюється, що призводить до негативного впливу на газотримувальну здатність тіста. При внесенні порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки клейковинний каркас розгалужений нерівномірно порівняно з контрольним зразком.

Встановлено, що внаслідок вмісту в порошку топінамбуру і клітковині висівок гречки водорозчинних речовин, за їх використання активізується бродіння. Внаслідок підвищеної гідратаційної здатності цих добавок

погіршується водопоглинальна здатність клейковини, що зумовлює зменшення сирої клейковини в тісті.

Досліджено вплив цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза на технологічний процес і якість виробів. Доведено, що в їх присутності активізується ферментативний комплекс дріжджів, внаслідок їх впливу на ОВП в тісті, зміцнюється клейковина, підвищується в'язкість тіста, що позитивно впливає на газоутримувальну здатність тіста та формостійкість хліба.

Термогравіметричним аналізом доведено збільшення у виробах з добавками вмісту міцно зв'язаної вологи, що зумовлює зменшення ретроградації крохмалю і подовження терміну збереження виробами свіжості.

Дослідженнями *in Vitro* встановлено покращення перетравлюваності білків виробів внаслідок кращої піддатливості білків казеїну протеолізу ферментами ШКТ: на пепсиновій стадії на 12,5- 37,5 %, на трипсиновій – на 21,4-32,1 %.

Методом Бокса-Уілсона встановлено, що при використанні досліджуваних добавок висока якість хліба забезпечується за дозування казеїну у кількості 8-9%, що забезпечує, порошку топінамбуру – 4%, клітковини висівок гречки – 8%. Розроблені вироби забезпечать покриття добової потреби у білку на 34,9-35,4%, у харчових волокнах, у мінеральних речовинах – на 45,2-49,3% при вживанні денної норми хліба.

Доведено, що за додавання в тісто досліджуваних добавок та встановлених технологічних заходів покращується якість виробів, їх споживчі властивості та харчова цінність: за вмістом білка на 11 – 13 %, харчових волокон – на 14-28 %. Показник глікемічності виробів на 4,6-5,0 од нижчий за контрольний зразок.

Удосконалено технологію виготовлення булочних виробів з фруктозою за рахунок використання комплексної дії на технологічний процес казеїну та

пребіотиків, що дало можливість отримати вироби з підвищеною харчовою цінністю.

Набули подальшого розвитку питання взаємодії складових добавок, які використали для збагачення виробів.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень удосконалено технологію діабетичних хлібобулочних виробів з використанням сировини з вмістом повноцінного білка, харчових волокон та мінеральних речовин. Розроблено і затверджено об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» рецептури (РЦУ 00389676.6856:2017 та РЦУ 00389676.6857:2017) та технологічні інструкції (ТІУ 00389676.6856:2017 та ТІУ 00389676.6857:2017) на виробництво діабетичних булочних виробів: «Солодкий каприз», «Гречинка». Впровадження нових видів виробів сприятиме розширенню асортименту хліба для хворих на цукровий діабет, що має важливе соціальне значення.

Особистий внесок здобувача полягає у плануванні та проведенні експериментальних досліджень у лабораторних і виробничих умовах, їх обробленні та аналізі, формуванні висновків, підготовці заявок на патенти та нормативної документації, підготовці матеріалів до публікації, апробації розробленої технології у виробничих умовах.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником, д.т.н., проф., член-кор. НААН України В. І. Дробот. Хімічний склад вивчено спільно зі співробітниками Центру оцінки якості сировини та готової продукції НУХТ, Державного центру сертифікації та експертизи сільськогосподарської продукції. Дослідження проведено в Українському інституті експертизи сортів рослин, на кафедрах фізики, технології консервування, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів НУХТ. Зміну форм зв'язку вологи в хлібі під час його зберігання досліджено спільно зі співробітниками кафедри молекулярної фізики фізичного факультету Національного університету ім. Тараса Шевченка.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були представлені на Міжнародній науково-практичній конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (м. Київ, 2015), 81-82-83-84 Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2015-2018 рр.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольчі ресурси: проблеми та перспективи» (м. Київ, 2015 р.), 8-му Центральноєвропейському конгресу з харчової науки SEFood-2016 (м. Київ, 2016 р.), VII Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Кривий Ріг, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» (м. Київ, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві» (м. Київ, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Технології харчових продуктів і комбікормів» (м. Одеса, 2017 р.)

Публікації. За результатами досліджень, викладених у дисертаційній роботі, опубліковано 20 наукових праць, у тому числі 5 статей (з них 1 у міжнародному виданні, 2 – у виданнях, які входять до наукометричних баз, 2 – у затверджених наукових фахових виданнях України), 13 матеріалів конференцій та тез доповідей, 2 патенти України на корисну модель.

Структура дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 250 найменувань і додатків. Роботу викладено на 165 сторінках основного тексту, містить 49 таблиць, 36 рисунків.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ДІАБЕТИЧНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

1.1. Вироби з низьким глікемічним індексом – важлива складова в раціоні харчування хворих на цукровий діабет

В наш час захворювання на цукровий діабет є однією з поширених неінфекційних хвороб у світі. Кількість хворих налічує 246 млн. чол., а за прогнозами спеціалістів до 2030 року їхня кількість зросте до 360 млн. чол. [1-2]. Проблема цукрового діабету є надзвичайно актуальною і для України, де кількість таких хворих становить близько 1 млн осіб. Однак наведені дані не відображають справжньої поширеності захворювання. Вважається, що поряд з кожним зареєстрованим існує 2-2,5 недіагностованих хворих, причому це відбувається за рахунок осіб з діабетом II типу. Тому можна припустити, що в Україні в даний час налічується близько 2 млн хворих на діабет [3].

Цукровий діабет II типу на відміну від інсулінозалежного діабету I типу, який розвивається внаслідок недостатнього продукування підшлунковою залозою інсуліну, є інсулінонезалежним [4]. Причиною цього типу є втрата чутливості клітин організму до інсуліну через надлишок поживних речовин в них [5-6].

Вуглеводи - основне джерело енергії для клітини. Нестача вуглеводів в організмі при цукровому діабеті призводить до голодування клітин і порушення обмінних процесів [7-8]. Відповідно до того, як всмоктуються вуглеводи в організмі, потрапляючи в кров, підвищується рівень глюкози або ні [9].

Основну роль у регуляції вуглеводного обміну організму відіграє гормон підшлункової залози - інсулін. Він являє собою білок, що синтезується в β -клітинах острівців Лангерганса (скупчення ендокринних клітин в тканинах

підшлункової залози) і покликаний стимулювати переробку глюкози клітинами. Майже всі тканини і органи (наприклад печінка, м'язи, жирова тканина) здатні переробляти глюкозу тільки в його присутності. Ці тканини і органи називаються інсулінозалежними. Інші тканини і органи, наприклад мозок, не потребують інсуліну для того, щоб переробляти глюкозу, і тому називаються інсулінонезалежними [10-12].

Неперероблена глюкоза депонується (запасується) в печінці і м'язах у вигляді полісахариду глікогену, який надалі може бути знову перетворений на глюкозу. Але для того, щоб перетворити глюкозу в глікоген, теж потрібен інсулін [13-14]. У нормі вміст глюкози в крові коливається в досить вузьких межах: від 70 до 110 мг / дл (3,3-5,5 ммоль / л) вранці після сну і від 120 до 140 мг / дл після їжі. Це відбувається завдяки тому, що підшлункова залоза виробляє тим більше інсуліну, чим вище рівень глюкози в крові [15].

Надмірне споживання цукру та інших вуглеводів, що легко засвоюються, є вагомим чинником ризику виникнення та ускладнення перебігу серцево-судинних, ендокринних та багатьох інших захворювань і патологічних станів, зокрема підвищення вмісту холестерину в крові, надмірної маси тіла, цукрового діабету та ін [16].

При недостатності інсуліну (цукровий діабет 1-го типу) або порушенні механізму взаємодії інсуліну з клітинами організму (цукровий діабет 2-го типу) глюкоза накопичується в крові у великих кількостях (гіперглікемія), а клітини організму (за винятком інсулінонезалежних органів) позбавляються основного джерела енергії [17-20].

В харчуванні хворих на цукровий діабет повинні переважати вироби з низьким глікемічним індексом [21-22]. Серед сучасного асортименту в Україні діабетичних хлібобулочних виробів виготовляється менше 0,1% від загальної кількості хліба, зокрема розроблено діабетичні вироби з цукрозамінниками: з додаванням сухої пшеничної клейковини та висівок хлібець «З лактулозою» та «Діабетичний з фруктозою», з молоком на ксиліті

– здоба «Діабетична», на сорбіті – булка «Дієтична», з яечним білком та сорбітом – булочка «З додаванням яєчного білка». Виробництво діабетичних хлібобулочних виробів повинно відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання».

Але немає хлібобулочних виробів, які поряд із зниженим глікемічним індексом, були б збагачені джерелами повноцінного білка, харчових волокон та мінеральних речовин.

1.2. Значення дієтотерапії при цукровому діабеті. Глікемічний індекс продукту

Дані багаторічних спостережень свідчать про те, що людина, яка хворіє цукровим діабетом, але при цьому контролює рівень глікемії, рідше страждає від наслідків цукрового діабету. Харчування для людини, що живе з діабетом, не обмежується списком заборонених продуктів, а є тими правилами, дотримуючись яких можна з впевненістю розраховувати на контроль хвороби [23-24].

Підхід до дієти за діабету I і II типу різний. При діабеті I типу, яким в основному хворіє молодь, харчування повинне бути калорійне, їсти можна практично все, але варто підраховувати все в хлібних одиницях. Таким чином, метою є збереження від наслідків хвороби і в той же час необхідність дати можливість організму повноцінно харчуватись [25]. При діабеті II типу харчування повинно бути низькокалорійним, орієнтованим на схуднення, але підраховувати їжу в хлібних одиницях не потрібно, контроль кількості з'їденого здійснюють за вмістом калорій в продуктах [26-27]. При будь-якому типі діабету харчуватися потрібно так, щоб надходження цукру в кров було якомога повільнішим [27-29]. Білки та жири практично не підвищують цукор в крові, проте потрібно обмежувати споживання тваринних жирів, замінюючи їх рослинними, бо тваринний жир містить холестерин, який може

відкладатися на стінках судин, призводячи до утворення атеросклеротичних бляшок. Рівень цукру в крові підвищують вуглеводи [30-35].

З погляду калорійності в денний раціон необхідно включати в середньому 1800—2400 ккал. Ці кілокалорії набираються за рахунок наступних продуктів: 50% - вуглеводи (14-15 ХО за рахунок хліба), 20% - білки, 30% жири [36].

Основним напрямком дієтотерапії при цукровому діабеті є зниження глікемічного індексу раціону [37-38].

Показник глікемічності - показник впливу продуктів харчування після їх вживання на рівень цукру в крові. Глікемічний індекс є відображенням порівняння реакції організму на продукт з реакцією організму на чисту глюкозу [39]. Глікемічний індекс - поняття відносне. За основу при його складанні була взята глюкоза, її глікемічний індекс прирівняний до 100, а індекси всіх інших продуктів складають відповідну кількість відсотків щодо глікемічного індексу глюкози [40-41].

Чим вище глікемічний індекс того чи іншого продукту, тим вище при його надходженні в організм піднімається рівень цукру в крові [42]. Вуглеводовмісні продукти, які розщеплюються швидко під час травлення, мають найвищий глікемічний індекс. В результаті цукор піднімається швидко і високо. Після різкого сплеску рівня глюкози відбувається не менш різкий спад, що викликає помилкове відчуття голоду. Вживання великої кількості продуктів, що мають досить високий глікемічний індекс, здатне викликати не тільки необґрунтоване відчуття голоду, а й стимулює розвиток діабету другого типу, головні болі і запаморочення, підвищений тиск, ожиріння, серцево-судинні та інші захворювання [43-44].

За даними комітету експертів ВООЗ хворим на цукровий діабет необхідні продукти з низьким вмістом легкозасвоюваних вуглеводів, тобто такі, що містять інгредієнти з низьким глікемічним індексом, і перш за все вироби без цукру або зі зменшеним вмістом цукру [45-46].

Існує кілька шляхів зниження глікемічного індексу хлібобулочних виробів [47]:

- використання в рецептурі виробів цукрозамінників;
- внесення білкових речовин в рецептуру, які уповільнюють сам процес перетравлення і засвоєння глюкози;
- збагачення виробів харчовими волокнами;
- внесення рослинних жирів, які надають відчуття насичення і уповільнюють засвоєння глюкози в крові [48].

1.3. Використання в рецептурі виробів цукрозамінників та речовин, що надають їм солодкого смаку

Стрімке зростання цукрового діабету й інших патологій цивілізації ставить перед дослідниками дуже актуальне питання пошуку альтернативної сировини та шляхів отримання нових виробів на основі цієї сировини, споживання яких не впливало б негативно на організм людини, а виявляло б оздоровчу дію. Такою сировиною є цукрозамінники. Сьогодні у світі виробляється досить широкий спектр цукрозамінників природного походження [49].

До числа природних цукрозамінників відносяться найбільш розповсюджені речовини: ксиліт, сорбіт, маніт, ізомальт, мальтит та ін. З другої половини 60-х років минулого століття зростає зацікавленість солодкими речовинами на основі природних білків: міракулін, монелін, тауматин, неогесперидин, гліцеризин-сапонін лакричного кореня, стевіозид. Всі ці підсолоджуючі речовини, окрім стевіозиду, не знайшли широкого використання у харчовій промисловості, що пов'язано з обмеженою сировинною базою, а також з тим, що практично всі вони мають післясмак, який важко усунути [50].

Вітчизняними [51] та іноземними [52] вченими встановлено, що на відміну від натуральної сахарози, цукрозамінники засвоюються в організмі

не так швидко, не створюють перевантажень для підшлункової залози, в помірних кількостях не призводять до різкого підвищення рівня глюкози в крові, що має важливе значення в лікувально-профілактичному харчуванні хворих на цукровий діабет, зменшенні серцево-судинних захворювань [53].

Так, ксиліт засвоюється повільніше, ніж глюкоза, тому при застосуванні значних доз він затримується в кишечнику, що призводить до його розладу, причому засвоєння ксиліту майже не залежить від рівня інсуліну в крові [54-55].

Сорбіт має солодкий смак, інтенсивність якого в порівнянні з сахарозою складає 0,6, калорійність близька до цукру — 3,54 ккал/г, тому його слід обмежувати хворим з надлишковою вагою. Він є проміжним продуктом при синтезі фруктози, сорбози та аскорбінової кислоти [56].

У літературних джерелах є відомості про цукрозамінники нового покоління: лактитол, еритритол, ізомальт, лактулоза, ізомальтулоза.

Так, ізомальт – солодкий низькокалорійний цукрозамінник, який служить структуроутворювачем у харчових продуктах і за деякими властивостями подібний до сахарози. Ізомальт інертний до хімічного чи ферментативного гідролізу. Солодкий смак ізомальту подібний до сахарози, проте менш інтенсивний і складає 0,6 солодкості сахарози, він не має металевого присмаку [57].

Науковцями встановлена доцільність заміни цукру фруктозою при виробництві хліба для діабетиків, адже моносахарид фруктоза солодший за сахарозу в 1,5-1,7 рази, для засвоєння практично не потребує інсуліну, помітно не впливає на рівень цукру в крові [58-59]. Глікемічний індекс фруктози 20, тоді як сахарози – 60 [60].

Фруктоза або фруктовий цукор — природна речовина, що міститься у фруктах, ягодах, деяких овочах, бджолиному меді, в крові людини – від 2 до 9 мг%. Вона легко та повністю засвоюється організмом, причому на засвоєння потребує менше інсуліну й тому відноситься до так званих

інсулінонезалежних вуглеводів. Її можуть споживати хворі на цукровий діабет у дозі 30-40 г на добу, разово — не більше 15 г [61-62].

В Національному університеті харчових технологій досліджували вплив фруктози, порівняно з сахарозою, на технологічний процес і якість виробів. Встановлено, що фруктоза сприяє збільшенню забарвлення поверхневих та центральних шарів діабетичних виробів, що зумовлюється високою реакційною здатністю фруктози до реакції меланоїдиноутворення. Результати підтверджено спектрометричними дослідженнями та зміною редукуючих цукрів і амінокислот в процесі термообробки. Встановлено, що фруктоза також сприяє подовженню терміну зберігання виробів [63].

Доведено, що порівняно з тістом з цукром, тісто з фруктозою має меншу пружність, кращу еластичність і більше розріджується, що пов'язано з високою гідрофільністю фруктози. Поряд з цим фруктоза має меншу молекулярну масу, тому її розчини краще проникають у структуру білка [64].

Таким чином, фруктоза при заміні нею цукру, покращує еластичність клейковини і тіста, що при нижчому газоутворенні в тісті позитивно впливає на формування об'єму готових виробів, забезпечує належну структуру пористості та еластичність м'якушки виробів. Проте, внаслідок деякого зниження в'язкості тіста з цукрозамінниками зменшується їх формостійкість, підвищенню якої може сприяти внесення в тісто 0,006 % до маси борошна аскорбінової кислоти. Встановлено, що оптимальним дозуванням є 6% фруктози до маси борошна [63].

Отже, використання фруктози у виробництві хлібобулочних виробів забезпечує їх належну якість і є перспективним напрямом розширення асортименту діабетичних виробів та зниження їх глікемічного індексу.

Аналіз досвіду вітчизняної і світової науки щодо профілактики і лікування цукрового діабету свідчить, що перспективним є виготовлення продуктів в яких цукрозамінники використовуються в комплексі з фізіологічно-функціональними інгредієнтами: харчовими волокнами,

поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами, мінеральними речовинами, які справляють позитивну дію на організм людини, запобігають виникненню і розвитку захворювання [65].

1.4. Використання в рецептурі виробів повноцінних білків

Дієтологи вважають, що за цукрового діабету зростає роль в організмі білків, повноцінних за хімічним складом.

Роботи багатьох дослідників спрямовані на вивчення можливості використання з цією метою продуктів переробки соняшника, бобових, а також цілого ряду нетрадиційних добавок для збагачення хліба білками [66-67].

Науковцями Харківської державної академії технології та організації харчування рекомендовано вводити до рецептури хлібобулочних виробів ядра насіння соняшника в кількості 10, 15 і 20 % до маси борошна. При цьому в 1,1-1,2 рази збільшується вміст білків і незамінних амінокислот, у 1,1-5 разів клітковини і у 3-9 разів жирів і поліненасичених жирних кислот [68].

Низка досліджень присвячені таким джерелам білка, як соя, горох, зародки пшениці, люпин [69-75].

Дослідженнями технологічних властивостей цієї сировини при виробництві хлібобулочних виробів науковцями ХДУХТ встановлено значне зменшення вмісту білків клейковини, підвищення водорозчинної та проміжної фракцій в середньому на 10% [76].

Науковцями НУХТ було запропоновано внесення 10% продуктів переробки білого харчового люпину замість борошна пшеничного. Це дало змогу отримати вироби з належними фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. Результати досліджень показали, що вироби з люпиновими продуктами мають на 24-31,4% вищий вміст білка, порівняно з хлібом із пшеничного борошна I сорту [77].

Застосовують борошно з солоду сої та білковий концентрат солоду сої як білкові добавки до хлібобулочних виробів. Внесення в тісто досліджуваних продуктів переробки сої збільшує вміст загального білка, знижуючи вміст фракції клейковини і підвищуючи частку водорозчинних білків. Зростає як початковий вміст цукрів у тісті, так і його приріст в процесі бродіння. За рахунок додаткової кількості водорозчинного білка та цукрів активізується бродильна активність дріжджів, що призводить до покращення показника їх підйомної сили та інтенсифікації процесу газоутворення. Хліб з додаванням борошна з солоду сої та білкового концентрату солоду сої повільніше черствіє, хоча загальна деформація м'якушки та її пружність дещо знижується [78-79].

Широко застосовують соєве борошно у технології хлібобулочних виробів. При дозуванні 10-12% його використовують у виробках підвищеної біологічної цінності, а при збільшенні дозування до 20-25% для випікання виробів лікувально-профілактичного призначення. Щоб покращити якість хлібних виробів з високим вмістом продукту, встановлено необхідність вносити соєве борошно у виброджене тісто, застосовуючи посилену механічну обробку або поліпшувачі направленої дії [80].

Вченими НУХТ та закордонними науковцями проведені дослідження по впливу ізолятів білків на процес виготовлення хлібобулочних виробів, а саме соєвого [81-82], рисового та горохового [83-84].

Значну перспективу застосування в хлібопеченні має горох. Він містить 25-30% білка, при цьому лізину в 8,5 рази більше, ніж у пшеничному борошні, валіну – в 3, триптофану – в 2 рази. Борошно із зеленого гороху використовують для активації дріжджів. Це сприяє інтенсифікації мікробіологічних процесів, у результаті чого покращується їхня піднімальна сила. Збільшується об'єм хліба, формостійкість, покращується структура м'якушки [85].

На сьогодні застосовують різні технології для вилучення більшої кількості білкових речовин з рослинної сировини, зокрема ультразвук [86]. Сировина рослинного походження є ефективною з точки зору білкового збагачення, але в більшості випадків її застосування обмежується через негативний вплив на технологічний процес і якість продукції. Майже всі білкові збагачувачі погіршують структурно-механічні властивості тіста, об'єм та пористість хліба. Головною причиною цього вважають технологічну несумісність білків різної сировини. Припускають, що білкові речовини збагачувача хліба взаємодіють з білками клейковини та ущільнюють її структуру за рахунок утворення нових дисульфідних зв'язків ($—S—S—$).

Важлива роль в раціональному харчуванні належить тваринним білкам, адже вони є найбільш повноцінними за збалансованістю амінокислотного складу [87].

Вітчизняними вченими проведені дослідження щодо збагачення хліба цими білками з метою підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів [88-91].

Однак поряд із підвищенням біологічної цінності варто звернути увагу на технологічні властивості сировини. Дослідженнями, проведеними Ткачуком Ю.М. в НУХТ, встановлено погіршення газоутворення в тісті при внесенні тваринних білків, зокрема казеїну та молочного альбуміну. Знижується питомий об'єм та пористість хліба. Дані, отримані на фаринографі, свідчать про зростання водопоглинальної здатності тіста та його пружності [92].

Зарубіжними вченими встановлено, що найкращими білковими збагачувачами тваринного походження є білки яйця та молока. Засвоюваність їх досягає 96 – 98% [93].

В наукових працях є дані щодо використання сироваткових концентратів, які знаходять широке застосування в технології хлібобулочних виробів, та різних видів білково-молочних препаратів: казеїни, казеїнати,

казецити, копреципітати [94], харчових добавок на основі молочних та сироваткових білків [95-96]. Окрім високого вмісту повноцінного білка вони також маюють цінний вітамінний склад [97-100].

Додавання сухого молочного білка, казеїнату натрію, копреципітату в хлібобулочні вироби цілеспрямовано дає можливість не тільки збільшити вміст білка, але і збалансувати амінокислотний склад продукції, тобто збільшити її біологічну цінність. Крім того, молочно-білкові концентрати подовжують термін зберігання свіжості виробів [101].

Білки яйця та молока маюють цінний хімічний склад (табл.1.1).

Цілісний яєчний білок має найвищу засвоюваність і вважається еталонним, щодо якого оцінюються всі інші білки. Як відомо, куряче яйце містить білок, який практично на 100% складається з альбуміну (овоальбуміну).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад джерел білка [102]

Складові	Казеїн	Яєчний альбумін	Сироватковий білок
Масова частка вологи, %	8,0-10,0	7,0-9,0	4,0-5,0
Масова частка білка (в сухій речовині), %	80,0-90,0	80,0-90,0	70,0-85,0
Масова частка жиру, %	1,3-1,8	1,5-2,0	4,0-6,0
Масова частка лактози, %	0,6-1,5	-	5,0-8,0
Амінокислотний склад, мг/100 г прод.			
Назва НАК	Вміст		
Валін	720-750	2540-2560	500-560
Ізолейцин	600-630	1750-1780	650-700
Лейцин	900-930	3750-3780	1300-1320
Лізин	810-830	2350-2390	1000-1100
Метіонін	260-290	1200-1210	200-240
Треонін	470-500	2610-2650	500-550
Триптофан	100-130	700-720	200-220
Фенілаланін	480-510	2200-2200	350-400

Основною формою казеїну є α -казеїн, який становить 85% казеїну. Міцелярний казеїн отримують шляхом мікро- ультра-фільтрації молока. В ході такої обробки молоко не піддається сильному нагріванню і дії кислот, тому міцелярний казеїн зберігає натуральну структуру білка на відміну від казеїнату кальцію, де білок частково денатурований. Міцелярний казеїн має ряд переваг: процес засвоєння білка збільшується до 12 годин, має кращий смак і розчинність в воді, більш приємна консистенція (не клейкий), практично не містить лактози на відміну від сироваткового протеїну і казеїнатів.

Сироватковий протеїн складається з глобулярних білків, що отримуються при виробництві сиру з коров'ячого молока. Він являє собою суміш бета-лактоглобуліну (~ 65%), альфа-лактоальбуміну (~ 25%), сироваткового альбуміну (~ 8%) [103-104].

У процесі виробництва сироваткового протеїну застосовується метод фільтрації. Сироватку пропускають через сито, яке затримує білкові фракції. Мембрани вільно пропускають молекули жирів і вуглеводу лактози, але затримують більші білкові фракції. Потім зчищають сироватковий протеїн з мембрани і відправляють у середовище з високою температурою, щоб перетворити в сухий білковий порошок. На мембрані осідає маса, протеїну в якій 80-90% [105-106].

Введення в рецептуру хліба високобілкових компонентів, що нададуть йому функціональних властивостей, дозволить ефективно вирішити проблему білкового збагачення організму для профілактики різних захворювань, пов'язаних з дефіцитом цих речовин.

1.5. Використання в рецептурі хлібобулочних виробів сировини, багатой на харчові волокна

Харчові волокна — це компоненти рослин або рослинних продуктів, які не перетравлюються шлунково-кишковим трактом. Оскільки харчові волокна

не представляють енергетичної цінності для організму, їх довгий час вважали баластними речовинами. Було проведено безліч досліджень, які підтвердили важливу роль харчових волокон для обміну речовин і травлення. До кінця ХХ століття вченим вдалося довести, що дефіцит цих речовин в організмі стає фактором розвитку багатьох захворювань [107].

Кількість харчових волокон має становити 25-40 г на добу. Важливе значення має їх вживання при цукровому діабеті [108]. При дотриманні дієти особами, які страждають на цукровий діабет II типу, відбувається зниження маси тіла, що призводить до компенсації обмінних процесів в результаті відновлення чутливості клітинних рецепторів до інсуліну [109]. Завдяки клітковині поліпшується травлення, вона покращує перистальтику кишечника, зменшує вміст холестерину, знижує рівень глюкози в крові. Регулярне споживання харчових волокон нормалізує порушений обмін речовин при цій хворобі [110-111].

Харчові волокна, сповільнюючи всмоктування швидких (легкозасвоюваних) вуглеводів і інгібуючи активність харчових амілаз, знижують глікемічний ефект їжі. Таким чином при вживанні їжі, збагаченої харчовими волокнами, у хворих на цукровий діабет підвищується толерантність до вуглеводів [112].

Хлібобулочні вироби з метою надання фізіологічно-функціональних властивостей збагачують різними видами харчових волокон [113]. Цінним джерелом біологічно-активних сполук може бути насіння льону. Льон багатий харчовими волокнами: нерозчинними у воді (клітковина та лігніни) та розчинними, що утворюють слизі. Вони мають здатність зв'язувати та виводити шкідливі речовини і є живильним середовищем для корисної кишкової мікрофлори [114-116].

Одним з перспективних напрямків вирішення проблеми зниження дефіциту харчових волокон є раціональне використання пшеничних висівок. Вони мають понижено калорійність, є регуляторами обміну речовин в

організмі людини, завдяки «перистальтичній» дії покращують роботу шлунково-кишкового тракту, сприяють виведенню з організму зайвого холестерину, продуктів розпаду, знижують рівень глюкози в крові, що надзвичайно важливо для хворих на цукровий діабет [117-118].

З огляду на технологічні властивості сировини встановлено, що зі збільшенням вмісту пшеничних висівок у хлібі зменшується питомий об'єм та показник пористості готового виробу. Також відмічається негативний вплив висівок на газотримувальну та газотворювальну здатність тіста - погіршуються показники пружності та еластичності клейковинного каркасу. Разом із висівками вносяться білки, які не здатні утворювати клейковину та сприяють збільшенню рідкої фази тіста, що впливає на показник гідратації клейковини. М'якушка з додаванням висівок менш розпушена, ніж без добавки [119-121].

Науковцями проводяться дослідження щодо впливу продуктів переробки пшениці [122], зокрема вченими ХДУХТ досліджено технологію хлібобулочних виробів з продуктами переробки зародків пшениці, вміст ХВ в яких є досить високим [123-125].

На увагу дослідників заслуговують продукти переробки вівса. Вони є перспективною сировиною для хлібопечення та володіють властивостями, які попереджають черствіння хліба [126-128].

Досліджено вплив вівсяного концентрату харчових волокон на процес приготування пшеничного хліба. Дослідження його хімічного складу свідчить, що вміст харчових волокон у ньому є значно вищим порівняно з пшеничними висівками. Проте внесення ВКХВ призводить до зниження питомого об'єму хліба, пористості і формостійкості. Значення даних показників знижувалися з підвищенням дозування досліджуваного продукту. Крім того специфічність його хімічного та гранулометричного складу виключає можливість застосування традиційних технологій при виробництві хліба, збагаченого харчовими волокнами [129].

У Харківському державному університеті харчування та торгівлі значна увага приділялась дослідженням впливу зародків вівса і кукурудзи на технологічний процес виготовлення хліба. Дослідження їхнього хімічного складу показали, що вміст харчових волокон у цих культурах вищий за продукти переробки пшениці. Проте їх додавання в тісто, як і внесення ВКХВ призводить до зниження якості готових виробів, але встановлено, що внесення шроту зародків вівса та жмиху зародків кукурудзи підвищує вміст у виробках харчових волокон, білка, вітамінів групи В, вітаміну Е, мінеральних речовин [130-131].

Відомо застосування дієтичної картопляної клітковини, яку виготовляють із клітинних стінок картоплі. За даними досліджень виробника вміст дієтичної клітковини становить 70г/100г продукту. До складу клітковини входить геміцелюлоза, пектин, целюлоза і лігнін. На відміну від клітковини злакових культур, картопляна містить менше фітинової кислоти, що надає їй перевагу, оскільки, при вживанні продуктів з картопляної клітковиною не погіршується засвоєння мінеральних речовин

Проте використання картопляної клітковини в хлібопеченні ще не набуло широкого розповсюдження, через недостатність досліджень. За результатами досліджень, проведеними на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій встановлено, що додання картопляної клітковини у тісто з пшеничного борошна першого сорту призводить до підвищення його кислотності на 0,2 -0,4 град, подовження тривалості вистоювання тістових заготовок [132-133].

В Донецькому національному університеті економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського розроблена композиція для продуктів діабетичного харчування, що містить в якості харчових волокон рис та соєве борошно знежирене. Соєве борошно додають в кількості 28 % на 100 кг готового продукту, фруктозу – 13 %. Додаткові компоненти з високими

профілактичними властивостями запобігають різкій зміні рівня глюкози у крові [134].

Практичний інтерес представляють також продукти переробки гречки, зокрема висівки та клітковина висівок (КВГ) та порошок топінамбуру. Ця сировина має цінний хімічний склад (Табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Хімічний склад клітковини висівок гречки та порошку топінамбуру [135-136]

Складові	Клітковина висівок гречки	Порошок топінамбуру
Масова частка вологи, %	14,5-15,0	4,0-5,0
Масова частка білка (в сухій речовині), %	10,2-11,2	6,8-7,2
Масова частка жиру, %	3,0-3,5	0,5-0,8
Масова частка полісахаридів інулінової природи, %	-	75,0-87,0
Клітковина, %	40,0-46,0	8,2-10,4
Пектинові речовини, %	0,5-0,7	1,0-1,2
Крохмаль, %	50,8-53,9	9,2-9,8
Амінокислотний склад, мг/100 г прод.		
Назва НАК	Вміст	
Валін	610-620	160-172
Ізолейцин	400-420	110-115
Лейцин	650-700	170-180
Лізін	450-480	130-140
Метіонін	200-250	25-35
Треонін	350-390	120-125
Триптофан	135-140	50-60
Фенілаланін	450-470	125-135
Мінеральний склад, мг/100 г прод.		
Калій	300,0-325,0	420-430
Кальцій	60,0-70,0	12-15
Магній	250,0-260,0	15-18

Зважаючи на високий вміст ХВ та дієтичні властивості, при виготовленні хліба пшеничне борошно частково заміняють на гречане [137-138].

Основною цінністю клітковини з висівок гречки є високий вміст харчових волокон. Гречка – єдина зернова культура, що має високий вміст антиоксиданту рутину, який покращує циркуляцію крові і запобігає ризику підвищення рівня холестерину і закупорки судин.

З огляду на технологічні властивості, використання гречаного концентрату сприяє підвищенню формостійкості та зменшенню розпливання тіста, збільшується його водопоглинальна здатність. За результатами дослідження деформації м'якушки на автоматизованому пенетрометрі встановлено, що показники відносної пружності та пластичності м'якушки у зразку з додаванням гречаного концентрату змінюються повільніше по відношенню до зразка без добавки, отже він буде черствіти повільніше [139].

Вуглеводи є основною складовою гречаної крупи, вони представлені в основному крохмалем, моно- та дисахаридами, клітковиною [140]. Гречаний крохмаль містить високу частку резистентного крохмалю, який поєднує функціональні властивості харчових волокон і пребіотиків [141].

Харчові волокна гречки представлені клітковиною – полісахаридом високого ступеня полімеризації, з якого, в основному, побудовано клітинні стінки рослинних тканин. Вона може утворювати хелатні сполуки з важкими металами і холестерином, пригнічувати утворення пухлинних клітин, сприяти стимуляції перистальтики шлунково-кишкового тракту і попереджати діабет, ожиріння та інші захворювання. Рослинні волокна, яких багато у висівках, погано перетравлюються і, завдяки цьому, людина довше не відчуває голоду. Цим пояснюється популярність клітковини з висівок гречки у людей, які страждають надмірною вагою. Також клітковина висівок гречки має низьку енергетичну цінність. У момент проходження через кишківник вона набухає, утворюючи м'яку масу, яка очищає кишечник від

продуктів розпаду і канцерогенів. За рахунок цього клітковина з висівок гречки має властивість зменшувати в крові кількість цукру і холестерину [135].

Дані наукових досліджень показують, що при цукровому діабеті вживання клітковини висівок гречки перешкоджає зростанню рівня глюкози в крові після прийому їжі. Відповідно зменшується потреба в інсуліні та інших протидіабетичних препаратах [142].

Останнім часом значну увагу дослідників привернула інулінвмісна сировина. Основним джерелом інуліну є топінамбур. Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – рослина, яка має харчову, кормову та лікувальну цінність, що обумовлюється його цінним хімічним складом (табл.1.2).

Основну масу топінамбуру становить полісахарид інулін, вміст якого може сягати до 87% від маси сухих речовин. Також знайдено пектини, та речовин білкової природи (до 10%). Серед них ідентифіковано ферменти інуліназа (β -фруктофуранозидаза) [143-146], поліфенолоксидаза [147], та манозоспецифічний лектин [148]. До інших корисних речовин відносять фруктозу, амінокислоти, мікроелементи, вітаміни, органічні кислоти, фенольні сполуки та дієтичну клітковину, яку містять бульби топінамбуру. Відомо, що інулін є хорошим дієтичним продуктом та лікувально-профілактичним препаратом для хворих на цукровий діабет. Він легко розпадається до фруктози, засвоєння якої значно меншою мірою залежить від гормона підшлункової залози інсуліну, ніж засвоєння глюкози [149]. До мінерального складу топінамбуру входять основні необхідні для організму людини елементи (K, Ca, P, Mg, Cu, Zn, Fe), вітаміни групи B, C, бета-каротин). Топінамбур має низький коефіцієнт накопичення токсичних речовин (нітратів, важких металів, радіонуклідів), не чинить місцевої та загальної токсичної і алергічної дій [150-153].

Дослідниками ХДУХТ проводяться дослідження способів отримання сухого порошку топінамбура методом кріомеханічної обробки з

використанням рідкого та газоподібного азоту. Розроблено нанотехнології дрібнодисперсних добавок із топінамбуру в формі замороженого пюре та порошку сублімаційного сушіння з використанням кріомеханічної модифікації шляхом застосування кріогенного "шокового" заморожування та низькотемпературного подрібнення, що дозволяє отримати добавки та продукти з рекордною кількістю фруктози та інших БАР у вільному стані, які легко засвоюються організмом людини [154-161].

Доценком В.Ф. в УДУХТ були проведені дослідження по впливу продуктів переробки топінамбуру на технологічний процес виготовлення хліба. Встановлено, що хліб з інулінвмісною сировиною володіє цукровознижуючим ефектом, утворення білок-інулінових комплексів забезпечує поліпшення реологічних властивостей тіста, сприяє отриманню хліба з більш високими показниками якості. При її додаванні інтенсифікується газоутворення, скорочується тривалість визрівання тіста. Встановлено поліпшувачий вплив порошку топінамбуру в більшій мірі, ніж інших продуктів, очевидно, за рахунок більшого вмісту БАР. Підвищується водопоглинальна та формоутримуюча здатність тіста, його еластичність, в'язкість [162].

Сербськими вченими були проведені дослідження щодо впливу порошку топінамбуру на якість пшеничного хліба для отримання виробу високої харчової цінності з низьким глікемічним індексом. Спостерігається інтенсифікація технологічного процесу з добавкою та висока якість готових виробів [163].

Отже, найбільш перспективною сировиною з високим вмістом біологічно-активних речовин є продукти переробки гречки та топінамбуру. Значний вміст харчових волокон та наявність інуліну в топінамбурі робить їх цінною сировиною особливо для збагачення виробів для хворих на цукровий діабет.

1.6. Рослинні олії як джерела поліненасичених жирних кислот та їх роль в організмі

Поліненасичені жирні кислоти з двома та більше подвійними зв'язками в основному потрапляють до організму з їжею. В раціоні дорослої людини співвідношення ω -6 та ω -3 жирних кислот повинно складати 10:1. Проте важливим є не скільки сума цих жирних кислот, стільки підвищення вмісту дефіцитних кислот родини ω -3. Ці жирні кислоти мають важливе значення для функціонування центральної нервової системи та ін. [164].

Роль ненасичених жирних кислот полягає в їхній участі як структурного компоненту у складі клітинної мембрани як зовнішньої мембрани клітини, так і мембран внутрішньоклітинних органел – мікросом та мітохондрій.

Найбільше значення вони мають для серцево-судинної системи людини, тому що знижують рівень холестерину в крові і перешкоджають розвитку атеросклерозу. Ці кислоти позитивно впливають на роботу мозку, покращують розумову діяльність, нормалізують жировий обмін в організмі, сприяють поліпшенню пам'яті, зору та інших функцій нервової системи [165].

Для підтримки нормального здоров'я щодня кожній людині необхідно отримувати близько 2,5 г ПНЖК.

Серед продуктів харчування основними джерелами поліненасичених жирних кислот родини омега-3 є пророщена пшениця, соєві боби, лляна, канолова, гірчична і соєва олії. Джерела поліненасичених жирних кислот родини омега-6 – насіння соняшнику, гарбуза, маку, кунжуту, а також волоські горіхи, соняшникова, сафлорова, кукурудзяна, обліпихова, соєва олії [166-167].

Важливим джерелом поліненасичених жирних кислот є рослинні олії [168-169].

Так, в олії обліпихи містяться найбільш корисні для організму людини ненасичені і поліненасичені жирні кислоти (пальмітолеїнова - 23-31%,

олеїнова омега-9 - 9-13%, лінолева омега-6 - 15-16%, ліноленова омега-3 - 4-6 %). У комплексному поєднанні моно- і поліненасичені кислоти, що входять до складу обліпихової олії надають виражену протизапальну та імуностимулюючу дію, позитивно впливають на стан шкіри, а крім того сприяють поліпшенню ліпідного обміну, відновленню нормального гормонального балансу та ефективному очищенню організму від шлаків, токсинів та інших шкідливих речовин. Спостерігається позитивний вплив обліпихової олії на підйомну силу напівфабрикатів при виготовленні хліба [170].

В США проведено дослідження впливу олії соняшникової на процес зберігання хліба, зокрема безбілкового, в рецептурі якого борошно замінене на кукурудзяний крохмаль. При цьому процеси черствіння в хлібі будуть протікати менш інтенсивно. Встановлено, що вологість хліба, який містив 15% олії знизилася на 5,0% та зі збільшенням дозування олії зменшується втрата вологи під час зберігання хліба. Дослідженнями усихання в процесі зберігання встановлено, що показник усихання контрольного зразка хліба без олії, що зберігався протягом 36 год, більший майже в 2 рази, ніж показник усихання свіжовипеченого хліба. Подібна тенденція спостерігається для зразків з додаванням олії, але чим більша кількість олії, тим менший показник усихання. Тобто додавання олії сприяє подовженню терміну свіжості хліба, адже вона обволікає клейстеризовані крохмальні зерна та перешкоджає втраті ними вологи в процесі зберігання. Зміну стану вологи в дієтичному безбілковому хлібі з додавання олії соняшникової досліджували методом ядерного магнітного резонансу. Зі збільшенням вмісту олії час спінової релаксації збільшується та майже не змінюється протягом зберігання, тобто свідчить про зменшення усихання хліба [171].

Закордонними вченими досліджено внесення пальмової олії при виготовленні хлібобулочних виробів. Встановлено поліпшення якості

пшеничного хліба з додаванням пальмової олії при оптимальному рівні олії 4%, зокрема пористості та пружності м'якушки [172].

В Московському державному університеті харчових технологій вивчали вплив рослинних олій – соняшникової та соєвої на якість хліба. Дослідження реологічних властивостей тіста показало збільшення газотримуючої здатності тіста в порівнянні з контролем, підвищення еластичності, особливо в разі пшеничного борошна зі слабкою клейковиною спостерігалось зниження адгезійної напруги. Також покращувались органолептичні показники якості хліба: смак, аромат, рівномірність забарвлення скоринки і м'якушки, розжовуваність і еластичність м'якушки. Показано, що у всіх випадках використання олій після ферментативної переестерифікації підвищувались гідрофільні властивості м'якушки і знижувалась її кришкуватість в порівнянні з контролем [173].

Перспективним є застосування комплексних хлібопекарських поліпшувачів на жировій основі [174].

ПНЖК олій утворюють комплекси з білками і крохмалем борошна, що впливає на фізичні властивості тіста, підвищують його еластичність. Термін збереження хлібом свіжості подовжуються.

На основі аналізу літературних даних варто розглядати можливість внесення в тісто кукурудзяної та гірчичної олії з огляду на їх приємний смак та аромат і значний вміст поліненасичених жирних кислот (зокрема в кукурудзяній олії вміст ω -6 – 53,5%, в гірчичній – 22,5%), а також соєву олію за рахунок високого вмісту в ній жирних кислот родин омега-3 (7,0%) та омега-6 (50,3%). Крім того, ці олії мають тривалий термін зберігання та уповільнюють черствіння хліба.

1.7. Мінеральні речовини та премікси як ефективні збагачувачі хлібобулочних виробів.

Функціонування всіх систем організму стимулюють мінеральні речовини, які відносяться до незамінних (есенціальних), життєво необхідних

компонентів їжі, що виконують в організмі важливі фізіологічні функції. Потреба людини в мікроелементах (мідь, марганець, йод, молібден, селен, хром та ін.) надзвичайно мала і знаходиться в межах від декількох десятків мікрограмів до 1-2 міліграмів на добу [175]. Потреба в макроелементах (натрії, калії, магнії, фосфорі, хлорі, сірці) більш значна: від сотень міліграмів до декількох грамів. Проміжне становище займають залізо і цинк, добова потреба в яких становить 10-20 мг [176].

Лікувальна дія мінеральних речовин, що входять до складу фізіологічно активних сполук, пояснюється головним чином тим, що вони впливають на метаболічні процеси. Сучасні технології дозволяють отримувати екологічно чисті мікроелементні комплекси, при цьому підвищується біологічна цінність харчових продуктів, поліпшується їхня засвоюваність, активізуються біологічно активні компоненти. Для хворих на цукровий діабет важливим є надходження в організм кальцію, магнію, цинку та заліза, на які хліб із пшеничного борошна є бідним [177-178].

Основна функція кальцію - формування та підтримка повноцінних кісток і зубів. Кальцій впливає на м'язові скорочення і регулює серцебиття, впливаючи на серцевий м'яз, необхідний для передачі нервових імпульсів. Він активізує дію ферментів, що беруть участь у виробництві нейротрансмітерів. Взаємодіючи з натрієм, калієм і магнієм, кальцій регулює кров'яний тиск, активізує дію вітаміну К - основного фактора нормального згортання крові. Кальцій важливий для транспортування поживних речовин та інших сполук через клітинні мембрани і для зміцнення сполучних тканин клітин, необхідний для зміцнення імунної системи, синтезу та діяльності багатьох гормонів і ферментів [179].

Залізо є складовою частиною гемоглобіну, складних залізобілкових комплексів та ряду ферментів, що підсилюють процеси дихання в клітинах. Залізо стимулює кровотворення. Воно важливе не тільки для забезпечення організму киснем, а й функціонування дихального ланцюга та синтезу АТФ,

процесів метаболізму і детоксикації ендogenous і екзогенних речовин, синтезу ДНК, інактивації токсичних перекисних сполук. Питання забезпеченості організму залізом займають одне з центральних місць в загальній проблемі повноцінного харчування. Це обумовлено тією обставиною, що залізодефіцитні стани є одними з найбільш поширених видів харчової недостатності навіть у високорозвинених країнах [180].

Магній знижує ризик інсульту та інфаркту, так як він здатний зменшувати вміст холестерину в крові, і тим самим очищати судини. Магній бере участь в таких процесах, як синтез білка, транспорт поживних речовин та обмін глюкози, що особливо важливо для людей, які страждають від діабету [181-182].

Цинк бере участь приблизно в двохстах ферментативних реакціях в організмі, входить до складу багатьох ферментів (карбоксіпептидази, карбоангідрази та ін.). Він є складовою частиною інсуліну, подовжує його гіпоглікемічний ефект. Цинк необхідний для секреції, синтезу та утилізації інсуліну, бере участь в обмінних процесах, що відбуваються в гіпофізі, щитовидній залозі, надниркових залозах [183].

Підшлунковій залозі цинк потрібен як комплексоутворювач для інсуліну и глікогену. Зв'язок між цинком та діабетом насамперед підтверджується тим, що тканини острівкових клітин підшлункової залози містять значну концентрацію цинку [184]. Цинк стабілізує структуру інсуліну. Дефіцит цинку призводить також до підвищення рівня окислення інсуліну. Майже усі проведені дослідження доводять зниження рівня цинку в плазмі у діабетиків [185].

На сьогодні для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами використовують в основному солі неорганічних кислот: карбонати, сульфати, фосфати, тощо. Розроблена технологія карбоксилатів карбонових кислот і перш за все цитратів. Одержані за цією технологією цитрати безпечні для організму, на відміну від використання

високореакційноздатних наночастинок мікроелементів, дія яких на організм людини до кінця не встановлена.

Цитрати виявляють антиоксидантну та радіопротекторну дію, позитивно впливають на імунні та серцево-судинну системи організму. Мінеральні речовини у вигляді цитратів дозволені до використання в харчових продуктах, у тому числі для дитячого харчування. Вони ефективно засвоюються організмом в якості життєво необхідних мікроелементів, при цьому збільшується біологічна цінність харчових продуктів [186].

При збагаченні хліба зокрема залізом слід враховувати засвоюваність його з того чи іншого продукту. Рослинна сировина і продукти з неї є джерелом неорганічного заліза з низькою засвоюваністю. Перевага цитратів у вищій засвоюваності і майже повній відсутності негативних побічних дій. В НУХТ досліджено вплив носіїв заліза на властивості клейковини пшеничного борошна. Встановлено, що маса відмитої клейковини з продуктами заліза є незмінною. На цукроутворюючу здатність солі заліза не впливають. На мальтазну активність солі заліза не впливають, зимазну активність неорганічні форми (сульфат заліза) сповільнюють на 10 % [187].

Важливим є збагачення хлібобулочних виробів препаратами солей кальцію. Дослідниками встановлено, що за додання в тісто з борошна першого та другого сорту альгінату кальцію, органолептичні показники виробу не змінюються [188].

Розроблена біологічно-активна добавка «Органічний кальцій з черепашок морських молюсків», основу якої складає кальцій в цитратній формі з мікроелементами (Fe, S, Mn, I, Br). Кальцій одержують в цитратній формі шляхом хімічної реакції взаємодії черепашок молюсків з харчовою лимонною кислотою з наступним проціджуванням, центрифугуванням, висушуванням та подрібненням отриманого продукту. Цитрат кальцію збагачують сульфатом цинку, селенітом натрію, вітамінами D і C, сухою

спіруліною, екстрактами лікарських рослин. Цитратна форма містить 38 % кальцію і засвоюється в 10 разів краще, ніж інші різновиди кальцію [189].

Для збагачення хлібобулочних виробів розроблені композиції з солями цих металів, отриманих хімічним шляхом. Проте більш перспективним є використання хелатних (органічних) сполук макро- і мікроелементів, і в першу чергу цитратів, адже в такій хімічній формі вони присутні в організмі. Встановлено, що присутність у тісті досліджуваних солей позитивно впливає на бродильну активність дріжджів. За додання цитрату цинку підймальна сила дріжджів покращилася на 11,4 %, що зумовлює підвищення інтенсивності бродіння тіста і пришвидшення вистоювання тістових заготовок [190].

Покращення зимазної і мальтазної активності дріжджів і в більшій мірі при доданні цитрату цинку встановлено дослідженнями [191]. Це очевидно пов'язано з позитивною роллю іонів досліджуваних металів в активації ферментів дріжджової клітини, прискоренні синтезу клітинного ферменту а-глюкозидази, що зумовлює розклад мальтози до глюкози, яка швидко зброджується дріжджовою клітиною, а також активує інші ферменти цитоплазми. Внаслідок активування ферментів інтенсифікується спиртове бродіння. Збагачення хлібобулочних виробів цитратами цинку та магнію, не тільки сприятиме покращенню фізіологічних процесів в організмі, а також буде позитивно впливати на перебіг мікробіологічних процесів в тісті.

В даний час найбільшого поширення у виробництві збагачених харчових продуктів отримали полівітамінні і вітамінно-мінеральні премікси, харчові волокна, макро- і мікроелементи.

Премікси - це гомогенні суміші вітамінів, мінеральних речовин у співвідношеннях, що відповідають завданню збагачення і фізіологічним потребам людського організму з урахуванням особливостей структури харчування і забезпеченості цими нутрієнтами різних груп населення [192].

По композиційному складу премікси можуть відрізнятися набором вітамінів і мінеральних речовин, їхньою дозою, носієм (залежить від природи продукту, який передбачається збагачувати). Всі премікси, залежно від призначення, можна розділити на 3 принципово різні групи: для збагачених харчових продуктів масового споживання, для спеціалізованих харчових продуктів і функціональних харчових продуктів.

Обумовлено це тим, що харчові продукти масового споживання дозволено збагачувати всіма вітамінами, а перелік мінеральних речовин, які дозволено додавати в якості збагачувачів, обмежений і включає кальцій, магній, калій, фосфор, залізо, цинк, йод, хром [193].

Компанією «Нутритек» розроблено живильну суміш «Нутрієн Діабет». Склад суміші за якістю і кількістю основних нутрієнтів повністю відповідає рекомендаціям фахівців з лікування діабету і забезпечує ефективність нутритивної терапії. Білковий компонент представлений легкозасвоюваним нативним білком молока, який отримують з використанням сучасних мембранних технологій. Жировий компонент - суміш тригліцеридів і натуральних рослинних олій: соєвої і низькоерукової рапсової. Вуглеводний компонент представлений на 85% сумішшю мальтодекстрину з низьким декстрозним еквівалентом (ступенем гідролізу), на 10% фруктозою і містить харчові волокна: 1 % пектину і 05 % мікрокристалічної целюлози. Співвідношення вуглеводних компонентів забезпечує зниження глікемічного навантаження у хворих на діабет і хороші органолептичні властивості продукту. Харчові волокна підтримують повільну швидкість всмоктування цукрів у травному тракті, тим самим знижуючи її концентрацію в плазмі крові і потреби в інсуліні, нормалізують процеси травлення [194].

Полікомпонентні суміші також представлені компаніями «Хоффман Ла-Рош», «Ірекс», «Бакаральдрін» та ін.

У відповідності з основними принципами збагачення харчових продуктів вченими розроблені критерії вибору інгредієнтів-збагачувачів, які

включають медико-біологічні, технологічні та економічні аспекти, а компанією ЗАТ «Валетек Продимпекс» та «DSM Nutritional Products» (Голандія) організовано виробництво комплексних збагачуючих добавок, які можна використовувати для збагачення борошна, хлібобулочних виробів, борошняних кондитерських виробів [195].

Однак, премікси мають ряд недоліків, головний з яких полягає в тому, що вміст біологічно активних речовин в них становить 20-30%, решта – наповнювач. Також за рахунок наявності різновиду речовин в преміксах відбувається процес злежування в процесі зберігання. При застосуванні деяких преміксів має місце виражений ефект антагонізму між його компонентами. На основі проведеного літературного огляду найбільш перспективним є збагачення діабетичних видів хліба мінеральними речовинами у вигляді цитратів для отримання виробів високої харчової цінності та їх кращого засвоєння.

Висновки до розділу 1

1. Виробництво в Україні хлібобулочних виробів діабетичного спрямування становить незначну частку від загального об'єму хлібопекарської продукції, тому має великий потенціал для зростання.

2. При виготовленні діабетичних видів хліба цукор замінюють на цукрозамінники (поліоли, цукрозамінники нового покоління та ін), використовують також цукор-фруктозу. Фруктоза є природною речовиною, яка легко та повністю засвоюється організмом, причому на засвоєння потребує менше інсуліну й тому відноситься до так званих інсулінонезалежних вуглеводів, що особливо важливо в дієтотерапії хворих на діабет.

3. Продукти для хворих на цукровий діабет повинні мати низький глікемічний індекс. Зниження ГІ досягається при збагаченні продуктів харчовими волокнами, білками. Перспективними джерелами ХВ визнано

продукти переробки гречки, зокрема клітковину висівок. Високий вміст ХВ у продуктах переробки топінамбуру, зокрема порошку. Окрім цього в ньому міститься інουλін, рекомендований дієтологами для вживання хворими на діабет.

4. Серед білків, що використовуються для збагачення хлібобулочних виробів, перевага надається тваринним, а саме яєчному альбуміну, казеїну та сироватковому білку, які є повноцінними за хімічним складом та мають високий ступінь засвоєння.

5. З жирів рекомендується вживати рослинні олії, які містять поліненасичені жирні кислоти, зокрема кукурудзяну та гірчичну, які, крім того, мають високі органолептичні показники, а також соєву, в якій вміст омега-3 та омега-6 жирних кислот є одним із найвищих, порівняно з іншими рослинними оліями.

6. Зважаючи на те, що хворі на діабет мають схильність до втрати мінеральних речовин, для збагачення діабетичних виробів мінеральними речовинами перспективним є внесення їх у вироби у формі цитратів.

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика сировини, використаної у роботі

Під час проведення досліджень і виробничих випробувань використовували такі види сировини та добавок:

– борошно пшеничне вищого сорту (ГСТУ 46.004–99) (табл. 2.1), яке є значно біднішим за вмістом НАК, ХВ та мінеральних речовин, порівняно з борошном пшеничним I та II сортів. При цьому вміст крохмалю в ньому не значно вищий (в межах 0,6-1%);

Таблиця 2.1 – Характеристика партій пшеничного борошна, використаних під час досліджень

Показники	Партія пшеничного борошна вищого сорту		
	1	2	3
Масова частка вологи, %	14,3	12,6	13,8
<i>Показники якості клейковини</i>			
Вміст сирої клейковини	25,7	25,4	26,0
Стискання на ИДК–2, од. пр.	68	72	65
Розтяжність, см	15,2	14,8	13,7

- дріжджі хлібопекарські пресовані (ДСТУ 4812:2007);
- вода питна згідно СанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної;
- сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583:97);
- фруктоза згідно ТУУ 15.6 – 32062796 – 010:2007;
- цитрати цинку, магнію, кальцію, заліза згідно ТУУ 15.8-35291116-014:2011;
- порошок топінамбуру «Мальва» згідно ТУ 15.8 22503701-001-2004.
- казеїн міцелярний «Ingredia» (Франція) згідно ISO:9001:2008;
- олія кукурудзяна «Агросельпром» згідно ISO:22000:2007;

- клітковина висівок гречки «Агросельпром» згідно ТУ У 15.8-24239651-007-2007;
- альбумін яечний висушений «Ovoprot International» (Аргентина), з сертифікатом МОЗ України, що відповідає ДСТУ 2212:2003;
- сироватковий білок «Hilmar» (Німеччина) згідно ISO:9001:2008;
- олія соєва «Агросельпром» згідно ISO:22000:2007;
- олія гірчична «Агросельпром» згідно ISO:22000:2007;

2.2. Методи досліджень

Дослідження проводили в лабораторіях кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, кафедри фізики, кафедри технології консервування, кафедри хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів, Центрі оцінки якості сировини та готової продукції НУХТ, Державному центрі сертифікації та експертизи сільськогосподарської продукції, Українському інституті експертизи сортів рослин, кафедрі молекулярної фізики фізичного факультету Національного університету ім. Тараса Шевченка. Виробничі випробування проводили в умовах пекарні ТзОВ «Горінь і Т» (м. Львів), ТОВ «Чудова Пирогова» (м. Київ) та виробничого цеху №4 ПАТ «Київхліб». Блок-схему досліджень представлено на рис. 2.1.

2.2.1. Методи дослідження якості борошна та іншої сировини

Борошно та іншу сировину, яку використовували, досліджували за наступними показниками якості:

- масову частку вологи – за ГОСТ 9404–88;
- кислотність – за ГОСТ 27493–87;
- крупність – за допомогою лабораторного розсіву згідно з ГОСТ 27560–87;
- масову частку клейковини та її якість визначали за ДСТУ ISO 21415–1:2009;

- масову частку білкових речовин – методом К’ельдаля [196];
- склад окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на автоматизованому аналізаторі амінокислот ТТТ339 (Чехія) [197];
- вміст жиру – методом Сокслета [198];
- вміст лактози йодометричним методом [199].

Принцип методу ґрунтується на взаємодії альдегідної групи лактози з йодом у лужному середовищі, де йод є окисником. Атомарний кисень, що виділяється при цьому, окислює лактозу в лактобіонову кислоту (глюкозу – в глюконову кислоту), яка в лужному середовищі утворює сіль. Під час взаємодії точної кількості рідини Фелінга (розчин CuSO_4) з досліджуваним розчином, що містить лактозу, остання відновлює двовалентний купрум. На решту двовалентного купруму діють розчином KI , в результаті чого йон йоду окиснюється, а двовалентний купрум відновлюється. Молекулярний йод, який виділився титрують розчином тіосульфату натрію. Для визначення кількості йонів купруму, що відновився лактозою, проводять контрольний дослід, в якому замість досліджуваного розчину, що містить лактозу, беруть дистильовану воду. Визначають різницю об’ємів тіосульфату натрію, витраченого на титрування в контрольному і досліджуваному розчині. За знайденою різницею об’ємів роблять висновок про кількість відновлених лактозою йонів купруму, знайшовши еквівалентну кількість молів тіосульфату натрію.

Масову частку лактози L (%) розраховують за формулою:

$$L = (0,0181 \cdot (V_1 - V) \cdot 100 \cdot 0,97) / m,$$

де V_1 – кількість 0,1 н розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, яку витратили на титрування йоду в контрольному досліді, см^3 ; V – кількість 0,1 н розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, яку витратили на титрування надлишку йоду у фільтраті, см^3 ;

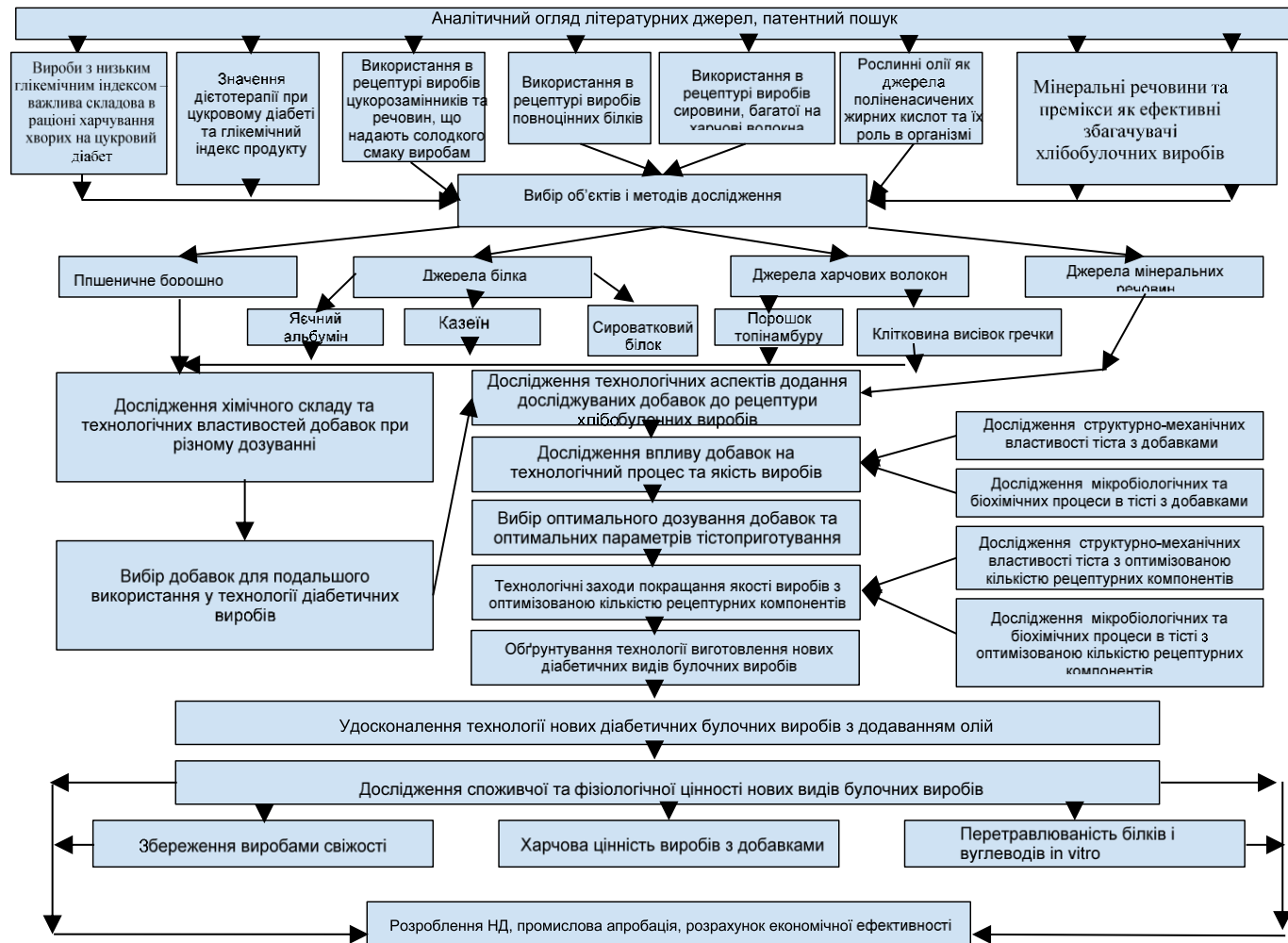


Рисунок 2.1 – Блок-схема комплексних досліджень

m – маса досліджуваного продукту у 50 см³ фільтрату=2,5г; 0,0181 - маса лактози, моногідрату, що відповідає 1 см³ 0,1 моль/дм³ розчину йоду, г; 0,97 – поправка, встановлена емпірично.

– вміст харчових волокон – за ГОСТ Р 54014–2010;

– водопоглинальну здатність методом центрифугування [200].

2.2.2. Способи приготування тіста та методи визначення якості напівфабрикатів

Тісто готували безопарним способом. Замішування проводили на лабораторній тістомісильній машині марки ЛТ–900 з частотою обертання місильного органу 1с⁻¹. Інтенсивність замісу обирали залежно від умов досліду. Оброблення тіста здійснювали вручну, вистоювання тістових заготовок проводили у вистійній шафі при температурі (38 ± 3) °С і відносній вологості (78 ± 2) %. Хліб випікали у лабораторній печі марки СЕШ–3 при температурі 210-220 °С.

Контроль якості напівфабрикатів здійснювали за загальноприйнятими методиками [201].

Масову частку вологи напівфабрикатів визначили на приладі ОВТ-1. Титровану кислотність контролювали після замішування і в кінці бродіння, активну кислотність – електрометричним методом на приладі рН-150м.

Газоутворювальну здатність напівфабрикатів визначали на приладі АГ–1М, газоутримувальну здатність визначали за зміною питомого об'єму тіста в циліндрі протягом бродіння [198].

Пружньо-еластичні характеристики тіста вивчали на фаринографі фірми «Brabender» (Швеція) та альвеографі фірми «Chopin» (Франція). В'язкість водно-борошняної суспензії визначали на амілографі фірми «Brabender» (Швеція).

В'язко-пластичні властивості тіста оцінювали за ступенем розпливання кульки тіста протягом 3 год при температурі 30°С та за допомогою

ротаційного віскозиметра «Реотест-2», готуючи модельні зразки відповідно до методики [196].

Мікроструктуру клейковини визначали за допомогою електронного мікроскопу Konus bioex-3. Зразки клейковини тіста заморожували, відділяли шматочок товщиною 0,05 мм, розтягували на предметному скельці, після цього мікроскопіювали [202].

Перебіг біохімічних процесів у тісті визначали за кінетикою накопичення цукрів у ньому прискореним йодометричним методом, за вмістом летких кислот – напівмікрометодом ВНХП, за фракційним складом білкових речовин за ступенем дезагрегації білків, за титрованою і активною кислотністю за методиками, описаними в [198].

Інфрачервоноспектроскопічні дослідження проводили за допомогою ІЧ-аналізатора «Infrapid-61». Зразки тіста після замішування та через 2 години бродіння висушували в сушильній шафі при $t = 130^{\circ}\text{C}$ до вмісту вологи 4,2% та подрібнювали до однакової дисперсності (розміри частинок 0,2 мм). Отриману пробу завантажували в кюветне відділення, після чого спектр відбивання відповідного продукту реєструвався в автоматичному режимі через кожні 10 нм. Визначення проводили за методикою, наведеною в [203].

2.2.3. Методи визначення якості хліба

Якість хліба оцінювали через 4...48 год після випікання.

Об'єм хліба визначали за допомогою приладу марки ОХЛ, формостійкість (відношення висоти подового хліба (H) до його діаметра (D)) вимірювали на приладі ИФК [204].

Фізико-хімічні показники якості готових виробів (масову частку вологи, кислотність, пористість) визначали за ДСТУ 7045:2009.

Ступінь свіжості хліба оцінювали вимірюванням деформації м'якушки на автоматизованому пенетрометрі АП-4/1, за крихтуватістю та водопоглинальною здатністю м'якушки [198].

Аромат хліба оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук методом Токаревої Р.Р. та Кретовича В.Л. [205]. Перетравлюваність білкових речовин досліджували за інтенсивністю їх гідролізу пепсином і трипсином *in vitro* за модифікованою методикою Покровського та Єртанова [206-207]. Кількість вільних кислот, накопичених під час ферментативного гідролізу білків хліба пепсином і трипсином, визначали методом формольного титрування [198].

Перетравлюваність вуглеводів досліджували *in vitro* за методом, що ґрунтується на визначенні кількості редукувальних цукрів, які накопичуються в процесі гідролізу м'якушки хліба під дією ферментів шлунково-кишкового тракту. Готували 20 %-ну бовтанку з м'якушки хліба в розчині соляної кислоти ($\text{pH} = 1,2 \dots 1,5$), вносили одну таблетку комплексного ферментного препарату "Панзинорм", до складу якого входять протеази, амілази та ліпази, після чого 1,5 год проводили інкубацію суміші за температури 37°C , періодично її перемішуючи. Потім суміш нейтралізували, доводили значення рН до 8,2 і продовжували гідроліз за таких самих умов ще 1,5 год. Відбирали проби для визначення вмісту редукувальних цукрів через кожні 45 хв. З реакційної ємкості відбирали піпеткою по 2 см^3 досліджуваного субстрату і додавали 3 см^3 15 %-ного розчину ZnSO_4 і 3 см^3 4 %-ного розчину NaOH для інактивації ферментів. Суміш витримували за кімнатної температури 30 хв. Для відокремлення осаду суміш центрифугували 10 хв за частоти обертів 5000 хв^{-1} . Кількість продуктів гідролізу в центрифугаті визначали йодометричним методом Шорля у модифікації ВНИИХП. Вміст летких кислот у хлібі визначали напівмікрометодом ВНДІХП [198].

Дослідження форм зв'язку вологи у м'якушці хліба під час його зберігання проводили термогравіметричним методом на дериватографі Q-1500. Аналіз дериватограм здійснювали за методикою Литвиненко А.М. [208].

Для розрахунку хімічного складу розроблених виробів використовували «Временные методические указания по расчету химического состава хлебобулочных изделий», розроблені ВНДІХП та таблиці хімічного складу харчових продуктів, складені І.М. Скурихінім та В.А. Тутельяном, а також програмний комплекс «Optima» [209-210].

2.2.4. Спеціальні методи досліджень

Оптимізацію кількості рецептурних компонентів, що вносять в тісто, та параметрів технологічного процесу – тривалості замішування та бродіння тіста виконували за D-оптимальним планом другого порядку, комплексним методом Бокса-Уілсона. Використовували план багатофакторного експерименту із взаємозалежними змінними. Експеримент завершувався статистичним обробленням результатів, яке полягало в одержанні математичної моделі процесу та її графічної інтерпретації [211].

Для розрахунку хімічного складу створених виробів використовували програмний комплекс «Optima», розроблений на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів спільно з кафедрою інформаційних систем НУХТ під керівництвом проф. Арсеньєвої Л. Ю. [210].

Висновки до розділу 2

1. Обрано та охарактеризовано об'єкти дослідження.
2. Підібрано методики для визначення якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції.
3. Обрано методи для визначення особливостей перебігу основних процесів під час приготування тіста.
4. Обрано метод експериментально-статистичного моделювання та програмний комплекс для встановлення оптимальної кількості рецептурних компонентів та оптимальних параметрів технологічного процесу.

РОЗДІЛ 3.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВОК, ЩО ЗНИЖУЮТЬ ГЛІКЕМІЧНИЙ ІНДЕКС ТА ПОКРАЩУЮТЬ ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ ДІАБЕТИЧНИХ ВИРОБІВ

3.1. Дослідження хімічного складу білкових збагачувачів та їхнього впливу на технологічний процес і якість виробів

З літературних джерел відомо, що тваринні білки є найбільш повноцінними за збалансованістю амінокислотного складу [212-214]. Найкращими білковими збагачувачами тваринного походження вважаються білки яйця та молока. Засвоюваність їх досягає 96 – 98% [90].

Виходячи з літературного огляду, джерелами для збагачення хлібобулочних виробів білками було обрано міцелярний казеїн, яєчний альбумін та сироватковий білок. Яєчний альбумін має найвищі показники амінокислотного складу, біологічної ефективності. Казеїн повільно всмоктується, що дозволяє підтримувати високу концентрацію амінокислот протягом тривалого часу, має гарний показник амінокислотного складу. Сироватковий білок має високі показники амінокислотного складу і біологічної ефективності, легко і швидко засвоюється.

В роботі досліджували хімічний та амінокислотний склад зразків казеїну (виробник «Ingredia» (Франція), яєчного альбуміну (виробник «Ovoprot International» (Аргентина)) та сироваткового білка (виробник «Hilmar» (Німеччина)). Встановлено, що досліджувана білкова сировина містить білка у 7,7-8,3 разів більше, ніж пшеничне борошно. Вміст лізину в казеїні, яєчному альбуміні та сироватковому білку значно переважає його вміст в пшеничному борошні (табл. 3.1). Це свідчить про здатність обраної білоквмісної сировини покращити білкову складову діабетичних виробів.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад білкових збагачувачів та пшеничного борошна вищого сорту

Складові	Пшеничне борошно вищого сорту	Казеїн	Яечний альбумін	Сироватковий білок				
Масова частка вологи, %	14,3±0,1	9,0±0,1	8,1±0,1	4,2±0,1				
Масова частка білка (в сухій речовині), %	10,3±0,1	85,2±0,1	85,1±0,1	79,7±0,1				
Масова частка жиру, %	1,1±0,05	1,5±0,05	1,8±0,05	5,1±0,05				
Масова частка лактози, %	-	1,1±0,1	-	7,3±0,1Б				
Амінокислотний склад, мг/100 г продукту								
Амінокислота	Вміст	Ак скор, %	Вміст	Ак скор, %	Вміст	Ак скор, %	Вміст	Ак скор, %
Валін	420	84	720	144	2550	510	560	110
Ізолейцин	360	90	610	150	1770	440	690	170
Лейцин	710	101	920	131	3770	540	1320	190
Лізин	230	41	820	149	2380	430	1090	190
Метіонін	400	114	280	80	1210	350	230	70
Треонін	280	70	490	122	2640	660	530	130
Триптофан	130	130	120	120	720	720	210	210
Фенілаланін	520	86	500	83	2200	370	390	70

Зважаючи на високий амінокислотний скор білків обраних збагачувачів, визначали ступінь забезпечення добової потреби організму в незамінних амінокислотах при вживанні досліджуваних білків (табл. 3.2).

Білки збагачувачів здатні задовольнити потребу організму незамінними амінокислотами у значно більшій мірі, ніж білки борошна. Так, показник PDCAAS казеїну за лізином більший у 3,5 рази, альбуміну – у 10,3 рази, сироваткового білка – у 4,7 рази. Цей показник є більшим і за іншими незамінними амінокислотами, що свідчить про здатність обраних збагачувачів підвищити біологічну цінність виробів за їх використання.

Таблиця 3.2 – Вміст незамінних амінокислот у 100 г досліджуваних білкових збагачувачів та борошна і ступінь задоволення ними добової потреби організму у цих амінокислотах (PDCAAS)

Складові	Добова потреба для дорослої людини, г	Вміст амінокислоти, г				Ступінь задоволення добової потреби PDCAAS, %			
		Пшеничне борошно вищого сорту	Казеїн	Ячний альбумін	Сироватковий білок	Пшеничне борошно вищого сорту	Казеїн	Ячний альбумін	Сироватковий білок
Валін	2,5	0,42	0,72	2,55	0,56	16,8	28,8	102,0	22,4
Ізолейцин	2,0	0,36	0,61	1,77	0,69	18,0	30,5	88,5	34,5
Лейцин	4,6	0,71	0,92	3,77	1,32	15,4	20,0	81,9	28,6
Лізин	4,1	0,23	0,82	2,38	1,09	5,6	20,0	58,0	26,5
Метіонін	1,8	0,40	0,28	1,21	0,23	22,2	15,5	67,2	12,7
Треонін	2,4	0,28	0,49	2,64	0,53	11,6	20,4	110,0	22,0
Триптофан	0,8	0,13	0,12	0,72	0,21	16,2	15,0	90,0	26,2
Фенілаланін	4,4	0,52	0,50	2,20	0,39	11,8	11,3	50,0	8,8

ВПЗ казеїну у 2,76 разів більша за ВПЗ борошна, альбуміну – у 2,24 рази, сироваткового білка – у 4,32 рази. Оскільки за хімічним складом збагачувачі значно відрізняються від борошна, внесення їх до рецептури має позначитися на перебігу технологічного процесу та якості готових виробів.

З метою визначення раціонального дозування джерел білка проводили пробне випікання за стандартною методикою [198]. До складу рецептури виробів вносили фруктозу в кількості 5% до маси борошна для забезпечення солодкого смаку виробів. Таке дозування обирали виходячи з аналізу попередніх досліджень, проведених в НУХТ [215]. Для збагачення виробів функціональними інгредієнтами рекомендовано вносити їх у кількості 20-50% добової потреби, але оскільки обрані добавки впливають на якість виробів, у роботі обмежились 40%. Джерела білка дозували в кількості: казеїн та яечний альбумін – 7,2%, 10,8%, 14,4% до маси борошна; сироватковий білок – 7,6%, 11,4% та 15,3%, що забезпечує 20, 30 та 40% добової потреби у білку при вживанні добової норми хліба (277 г). Контролем був зразок з фруктозою.

Визначали закономірності зміни технологічних характеристик тістових напівфабрикатів і якості хліба залежно від виду збагачувача та його дозування. Результати пробного випікання наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники технологічного процесу і якості готових виробів

Показники	Контроль	Внесено добавки, % до маси борошна									
		Казеїн			Яечний альбумін			Сироватковий білок			
		7,2	10,8	14,4	7,2	10,8	14,4	7,6	11,4	15,3	
Тісто											
Вологість, %	41,7 ±0,5	41,9 ±0,5	42,0 ±0,5	41,8 ±0,5	41,7 ±0,5	41,9 ±0,5	42,1 ±0,5	41,9 ±0,5	41,9 ±0,5	42,0 ±0,5	

Продовження таблиці 3.3

Кислотність, град -початкова -кінцева	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,8	1,8 2,9	1,8 2,9	1,9 3,0
Тривалість бродиння, хв	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Тривалість вистоювання, хв	34	32	31	30	33	31	30	32	30	30	30
Сумарне газоутворення в тісті за час бродиння і вистоювання, см ³ , CO ₂ /100г тіста	1192	1107	1096	1074	1113	1103	1079	1080	1060	1046	1046
Хліб											
Питомий об'єм, см ³ /100 г	317±1,0	311 ±1,0	299 ±1,0	285 ±1,0	309 ±1,0	296 ±1,0	281 ±1,0	301 ±1,0	288 ±1,0	262 ±1,0	262 ±1,0
Формостійкість, Н/D	0,42±0,1	0,41 ±0,1	0,39 ±0,1	0,38 ±0,1	0,39 ±0,1	0,35 ±0,1	0,33 ±0,1	0,37 ±0,1	0,36 ±0,1	0,30 ±0,1	0,30 ±0,1
Пористість, %	76±2,0	72 ±2,0	72 ±2,0	71 ±2,0	72 ±2,0	71 ±2,0	71 ±2,0	71 ±2,0	71 ±2,0	71 ±2,0	70 ±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,1 ±0,1	2,0 ±0,1	2,0 ±0,1	2,1 ±0,1	2,1 ±0,1	2,2 ±0,1	2,0 ±0,1	2,1 ±0,1	2,2 ±0,1	2,2 ±0,1
Стан поверхні	гладка, без тріщин										
Колір м'якушки	білий	білий			білий			білий			
Колір скоринки	світло- жовтий	світло- жовтий			світло- жовтий			світло- жовтий			
Структура пористості	рівномірна, дрібна, тонкостінна	рівномірна, дрібна, тонкостінна			рівномірна, дрібна, тонкостінна			рівномірна, дрібна, тонкостінна			
Смак	притаманний виробу	з молочним присмаком			з яєчним присмаком			з молочним присмаком			

Як свідчить аналіз даних таблиці, газоутворювальна здатність тіста зі збільшенням дозування збагачувача зменшувалась: з казеїном на 7,1% - 9,9%,

з альбуміном – на 6,1 - 9,0%, з сироватковим білком – на 9,3% - 12,2% порівняно з контролем. Це можна очевидно пояснити високою водопоглинальною здатністю добавок, білки набухають та огортають дріжджові клітини, що погіршує доступ поживних речовин і зменшує інтенсивність бродіння, негативно впливає на накопичення цукрів в тісті.

При додаванні білкових збагачувачів знижується газоутримувальна здатність, збільшується вміст рідкої фази, тісто розріджується за рахунок чого скорочується термін набуття тістовою заготовкою максимального об'єму, що обумовлює скорочення тривалості вистоювання для отримання хліба з задовільними органолептичними показниками .

Використання досліджуваних білків призводить до незначного зниження питомого об'єму хліба при мінімальному досліджуваному дозуванні, за максимального дозування цей показник погіршується на 8-16%, і в меншій мірі при внесенні казеїну. Пористість виробів зменшується на 4-5%, формостійкість – на 2-10% у зразках з казеїном, на 7-20% з альбуміном, на 10-19% з сироватковим білком. Органолептичні властивості виробів практично не змінювались, з'явився приємний молочний аромат та присмак, а у зразку з яечним альбуміном відчувався яечний присмак.

З огляду на проведені дослідження сироватковий білок значно погіршує якість хліба з фруктозою навіть за мінімального дозування, яечний альбумін впливає на органолептичні показники (надає неприємного яечного присмаку), тому доцільно використовувати казеїн у якості збагачуючої речовини.

3.2. Дослідження хімічного складу джерел харчових волокон та їхнього впливу на технологічний процес та якість виробів

Сировиною, яка сприяє зниженню глікемічного індексу, визнано харчові волокна. Поряд з цим вони позитивно впливають на фізіологічні функції організму.

Як свідчать дані огляду літературних джерел, перспективним видом сировини, що містить значну кількість харчових волокон та інших фізіологічно-функціональних інгредієнтів, є топінамбур та продукти переробки гречки, зокрема клітковина висівок.

В роботі досліджували хімічний склад зразків порошку топінамбуру сорту «Інтерес» (виробник «Мальва») та клітковини висівок гречки (виробник «Агросельпром»), який наведено в таблиці 3.4.

Дослідженнями встановлено, що у складі білка клітковини висівок гречки переважають легкорозчинні глобуліни та глютеніни. Цей білок краще засвоюється і є поживнішим за білки інших злакових культур.

У золі гречки багато фосфорної кислоти, оксиду калію та оксиду магнію. За вмістом заліза вона переважає інші круп'яні культури, також багата на мідь [216].

Таблиця 3.4 – Хімічний склад досліджуваних носіїв харчових волокон та пшеничного борошна вищого сорту

Складові	Пшеничне борошно вищого сорту	Порошок топінамбуру	Клітковина висівок гречки
Масова частка вологи, %	14,3±0,1	4,5±0,1	15,0±0,1
Масова частка білка (в сухій речовині), %	10,3±0,1	7,0±0,1	10,8±0,1
Масова частка жиру, %	1,1±0,05	0,7±0,05	3,2±0,05
Вміст харчових волокон, %	2,6±0,1	87,2±0,1	42,1

Важливим критерієм, що характеризує хлібопекарські властивості сировини, є водопоглинальна здатність, яка суттєво впливає на структурно-механічні властивості тіста і залежить від складу біополімерів сировини, крупності частинок, стану їх поверхні. Органолептично порошок топінамбуру та клітковина висівок гречки мають крупніші частинки. Це має

позначатися на водопоглинальній здатності тіста. Водопоглинальну здатність визначали методом центрифугування.

Результати визначення водопоглинальної здатності сировини представлені на рис. 3.1. Встановлено, що ВПЗ порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки переважає ВПЗ борошна у 2,84 та 5,62 рази. При внесенні їх в тісто це призведе до підвищення ВПЗ тіста і вплине на його СМВ. Вищі показники обумовлені більшим вмістом оболонкових частинок, зокрема у КВГ.

Перебіг процесів під час виготовлення хліба залежить від крупності складових рецептури. В нормативній документації на борошно присутній показник крупності, встановлений для сорту борошна. Загальноприйнятим показником крупності борошна є величина залишку і проходу крізь сита певного розміру.

На порошок топінамбуру та клітковину висівок гречки в нормативній документації крупність їх частинок не передбачена. Проте органолептично

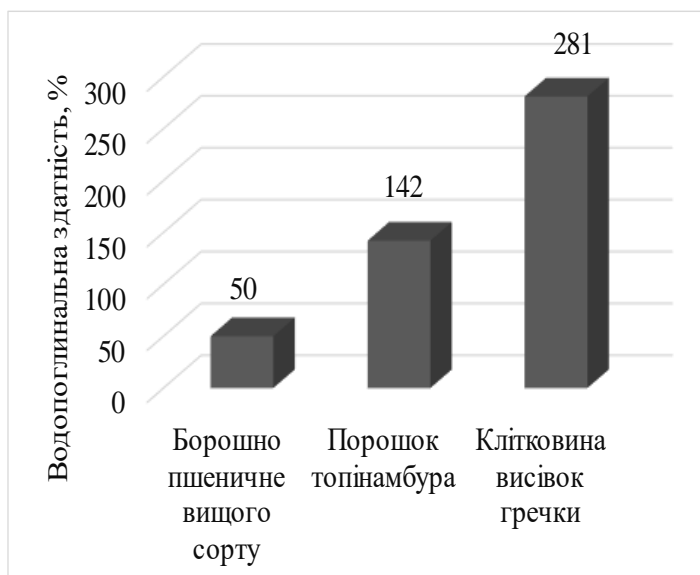


Рисунок 3.1 – Водопоглинальна здатність, %

видно, що вони значно крупніші, ніж борошно вищого сорту. З метою порівняння крупності досліджуваних добавок з крупністю пшеничного борошна визначали сід і прохід їх через сита з розміром отворів, передбачених нормами для пшеничного борошна першого, другого і обойного сортів.

Оцінка гранулометричного складу порошку топінамбура показала, що за крупністю він найближче до пшеничного обойного борошна, не має залишку

видно, що вони значно крупніші, ніж борошно вищого сорту. З метою порівняння крупності досліджуваних добавок з крупністю пшеничного борошна визначали сід і прохід їх через сита з розміром отворів, передбачених нормами для пшеничного борошна

на ситі № 067, а прохід його крізь сито № 41/43 на 21% нижчий, ніж обойного борошна.

Клітковина висівок гречки значно крупніша за пшеничне обойне борошно, адже залишок на ситі № 067 перевищує максимальне нормоване значення для обойного борошна у 10 разів (табл. 3.5).

Середньозважений розмір частинок встановлений на рівні 0,24 мм для порошку топінамбуру та 0,53 мм для клітковини висівок гречки.

Таблиця 3.5 – Крупність частинок порошку топінамбура та клітковини висівок гречки

Показники крупності, № сит	Розмір отвору, мкм	Пшеничне борошно, сорту (ГСТУ 46.004-99)			Порошок топінамбуру	Клітковина висівок гречки
		першого	другого	обойне		
Залишок на ситі %, не більше: № 33/36 (35)	220	2	-	-	8,7	15,9
№ 27	260	-	2	-	16,9	47,9
№-067	670	-	-	2	-	20,5
Прохід крізь сито, % не менше: № 49/52 ПА (43)	132	80	-	-	0,14	0,06
№ 41/43 (38)	160	-	65	35	42,3	0,12

Хімічний склад, більша крупність добавок і особливості структури їх харчових волокон в певній мірі пояснює більшу ВПЗ цієї сировини.

Для визначення ступеня впливу обраних джерел ХВ на технологічний процес виготовлення виробів проводили пробне лабораторне випікання стандартним методом. Безопарним способом готували зразки тіста з 5% фруктози до маси борошна (контроль), зразки з додаванням порошку топінамбуру в кількості 3,5, 5,3 та 7,0%, та зразки з внесенням клітковини

висівок гречки в кількості 7,3, 10,9 та 14,6%, що забезпечує 20,30 та 40% добової потреби у харчових волокнах за рахунок вживання 277 г хліба.

Визначали закономірності зміни технологічних характеристик тістових напівфабрикатів і якості хліба залежно від виду збагачувача та його дозування (табл.3.6).

Встановлено, що внесення добавок не впливає на початкову і кінцеву кислотність тіста.

Таблиця 3.6 – Показники технологічного процесу і якості готових виробів

Показники	контроль	Порошок топінамбуру, % до маси борошна			Клітковина висівок гречки, % до маси борошна		
		3,5	5,3	7,0	7,3	10,9	14,6
Тісто							
Вологість, %	42,1±0,5	42,2±0,5	42,1±0,5	42,2±0,5	41,9±0,5	42,1±0,5	42,0±0,5
Кислотність, град	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
		2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0
Тривалість бродіння, хв	150	150	150	150	150	150	150
Тривалість вистоювання, хв	34	37	38	42	38	42	45
Сумарне газоутворення в тісті за час бродіння і вистоювання, см ³ , CO ₂ /100 г тіста	1192	1312	1337	1564	1276	1317	1334
Хліб							
Питомий об'єм, см ³ /100 г	315±1,0	265±1,0	262±1,0	256±1,0	255±1,0	253±1,0	247±1,0
Формостійкість, Н/D	0,42	0,41±0,1	0,40±0,1	0,40±0,1	0,41±0,1	0,41±0,1	0,40±0,1
Пористість, %	76±2,0	75±2,0	74±2,0	74±2,0	75±2,0	73±2,0	73±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1
Стан поверхні	гладка, без тріщин						
Колір м'якушки	білий	з темнуватим відтінком		затемнена	кремовий		
Колір скоринки	світло- жовтий	коричневий			світло-коричневий		
Структура пористості	рівномірна, дрібна, тонкостінна	рівномірна, крупна, тонкостінна			рівномірна, крупна, тонкостінна		
Смак	Притаманний виробу	Солодкуватий			З гречаним присмаком		

Тривалість вистоювання тістових заготовок порівняно з контролем подовжується на 3-8 хв з порошком топіамбуру, очевидно внаслідок пектинів топіамбура, укріплення клейковини, та на 4-11 хв – у зразках з клітковиною висівок гречки внаслідок наявності пентозанів та великої кількості оболонкових частинок, що втілюються в клейковину і зменшують її еластичність.

Встановлено зменшення (порівняно з контролем) показника питомого об'єму хліба на 15-17% залежно від дозування порошку топіамбуру та на 19-22% при додаванні висівок гречки. Зменшується також формостійкість і пористість виробів. Спостерігається деяке затемнення м'якушки при збільшенні дозування порошку топіамбуру та наявності кремового відтінку м'якушки з висівками гречки.

Очевидно, для максимального збагачення виробів харчовими волокнами за певних технологічних заходів варто додавати 3,5-5,3% порошку топіамбуру та 7,3-10,9% клітковини висівок гречки до маси борошна.

3.3. Дослідження впливу солей мінеральних речовин на технологічний процес та якість виробів

Для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами в основному використовують солі неорганічних кислот: карбонати, сульфати, фосфати тощо. На цей час розроблена технологія карбоксилатів карбонових кислот і перш за все цитратів, які за своєю структурою є близькими до цитратів в організмі людини. Мінеральні речовини у вигляді цитратів дозволені до використання в харчових продуктах, у тому числі для дитячого харчування. Проте їхній вплив на процес виготовлення хліба вивчений недостатньо, а даних щодо впливу на перебіг процесів в тістових напівфабрикатах з фруктозою знайдено не було.

Для досліджень готували тісто з внесенням фруктози (5 % до маси борошна) та цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза в кількості, що

забезпечує 50 % добової потреби організму в цих нутрієнтах за рахунок вживання 277 г хліба, а саме: цитрату кальцію – 0,7%, магнію – 0,43%, цинку – 0,0143%, заліза – 0,0057%, а також суміші цитратів. Таке дозування обрали виходячи з проведення пробного лабораторного випікання та наявності значного дефіциту цих нутрієнтів у складі пшеничного борошна вищого сорту.

Визначали закономірності зміни технологічних характеристик тістових напівфабрикатів і якості хліба залежно від виду збагачувача та його дозування (табл.3.7).

Таблиця 3.7 – Показники технологічного процесу і якості готових виробів

Показники	контроль	Цитрати металів				Суміш цитратів (вміст кожного металу із розрахунку забезпечення добової потреби, %)			
		кальцію	магнію	цинку	заліза	20	30	40	50
Тісто									
Вологість, %	42,1±0,5	42,0 ±0,5	42,1 ±0,5	42,2 ±0,5	41,9 ±0,5	42,1 ±0,5	42,1 ±0,5	42,1 ±0,5	42,1 ±0,5
Кислотність, град	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
-початкова	2,8	2,6	2,7	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6
Тривалість бродіння, хв	150	150							
Тривалість вистоювання, хв	34	32	32	33	33	32	32	32	32
Сумарне газоутворення в тісті за час бродіння і вистоювання, см ³ , CO ₂ /100г тіста	1192	1262	1270	1266	1254	1272	1288	1316	1368
Хліб									
Питомий об'єм, см ³ /100 г	319±1,0	341 ±1,0	347 ±1,0	345 ±1,0	340 ±1,0	342 ±1,0	342 ±1,0	344 ±1,0	347 ±1,0
Формостійкість, Н/D	0,42±0,1	0,42 ±0,1	0,43 ±0,1	0,42 ±0,1	0,42 ±0,1	0,42 ±0,1	0,42 ±0,1	0,43 ±0,1	0,43 ±0,1
Пористість, %	75±2,0	77±2,0	78±2,0	77±2,0	76±2,0	77±2,0	77±2,0	78±2,0	78±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1
Стан поверхні	гладка, без тріщин								

Продовження таблиці 3.7

Колір м'якушки	білий	білий
Колір скоринки	світло-жовтий	світло-жовтий
Структура пористості	рівномірна, дрібна, тонкостінна	рівномірна, крупна, тонкостінна
Смак	Притаманний виробу	Притаманний виробу

Встановлено покращення газоутворення в тісті при внесенні цитратів металів, що сприяє скороченню тривалості вистоювання тістових заготовок, питомого об'єму готових виробів, їх формостійкості та пористості.

Аналіз отриманих результатів показав, що у рецептурі з цитратами газоутворювальна здатність покращилась в середньому на 5 %, з сумішшю – на 6,7-12,8%, що свідчить про синергічні властивості цитратів, які проявляються в суміші. Основною причиною інтенсифікації технологічного процесу і покращення якості виробів очевидно є вплив цитратів на окисно-відновні процеси в тістовій системі.

Для забезпечення потреб організму в мінеральних речовинах, а також високої якості хліба, доцільним буде вносити в тісто суміш цитратів у кількості, що забезпечуватиме 50% добової потреби у кожному елементі за рахунок вживання денної норми хліба (277 г).

Висновки до розділу 3

1. Аналіз хімічного складу білкових збагачувачів (казеїну, ячного альбуміну, сироваткового білка) показав, що білка в них більше у 8 разів, ніж у пшеничному борошні вищого сорту. Вміст амінокислоти лізину, яка є лімітуючою в пшеничному борошні, в казеїні більший у 3,5 рази, в альбуміні – у 10,3 рази, в сироватковому білку – в 4,7 рази. Це свідчить про здатність цієї сировини збагатити діабетичні вироби білком з метою підвищення їхньої біологічної цінності.

2. Пробними випіканнями доведено, що досліджувані джерела білка уповільнюють газоутворення в тісті на 7,1-12,2%, зменшують тривалість

вистоювання тістових заготовок, дещо погіршують фізико-хімічні показники якості готових виробів і в найбільшій мірі сироватковий білок. Крім того, яечний альбумін надає неприємного яєчного присмаку хлібу, тому більш доцільним є використання казеїну.

3. Встановлено, що вміст харчових волокон у порошку топінамбура та клітковині висівок гречки перевищує їх кількість у пшеничному борошні вищого сорту у 33,5 та 16,2 разів відповідно.

4. Доведено, що водопоглинальна здатність порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки у 2,84 та 5,62 рази вища, ніж пшеничного борошна. За крупністю порошок топінамбуру наближений до борошна пшеничного обойного, а клітковина висівок гречки має меншу дисперсність, ніж обойне борошно.

5. Встановлено, що при додаванні порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки технологічний процес інтенсифікується за рахунок покращення живлення дріжджів їх складовими, проте питомий об'єм хліба зменшується внаслідок наявності великої кількості харчових волокон, що негативно впливає на еластичність клейковинного каркасу тіста.

6. Встановлено, що при доданні в тісто цитратів металів, інтенсифікуються процеси бродіння та покращуються фізико-хімічні показники якості виробів, що є наслідком впливу цитратів на окисно-відновні процеси в тісті.

РОЗДІЛ 4.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ТІСТІ З КОМПОЗИЦІЄЮ ФРУКТОЗИ ТА ДОСЛІДЖУВАНХ ДОБАВОК

Визначальна роль у технології хліба належить мікробіологічним та біохімічним процесам [217-218]. В тістовій заготовці відбувається спиртове та молочнокисле бродіння, інтенсивність яких обумовлюється взаємодією мікрофлори тіста і продуктів ферментативного гідролізу біополімерів борошна та інших складових рецептури. Під час дозрівання тіста відбувається біотрансформація його полімерів. Суттєвих змін зазнає білково-протеїназний та вуглеводно-амілазний комплекси. Біохімічні процеси, які протікають в тісті, полягають в розщепленні складових компонентів борошна, в основному білків і крохмалю, під дією власних ферментів борошна, а також ферментів дріжджів та інших мікроорганізмів. У тісті накопичуються цукри та азотисті речовини. При цьому певний ступінь розкладу білків є бажаним, тому що дозволяє отримати досить пружне і еластичне тісто з оптимальними властивостями для одержання якісного хліба [219]. Крім того, продукти розкладу білків на стадії випікання беруть участь в реакції меланоїдиноутворення, формуванні смаку та аромату хліба [220]. При інтенсивному розкладі білків, особливо з використанням слабкого борошна, тісто розріджується, погіршується його газоутримувальна здатність та формостійкість хліба. Тому інтенсивність протеолізу регулюють з урахуванням сили борошна.

Внаслідок розщеплення ферментами крохмалю утворюється мальтоза (5-6% від маси борошна), яка витрачається на бродіння тіста і бере участь в процесі випікання, визначаючи смак і забарвлення скоринки хліба.

Поряд зі зміною стану білків та крохмалю в процесі приготування хліба відбувається біотрансформація інших складових. На інтенсивність процесів в тістовій системі значно впливає хімічний склад рецептурних компонентів.

Тому варто провести дослідження по визначенню впливу обраних джерел функціональних інгредієнтів на перебіг мікробіологічних та біохімічних процесів в тісті.

У розділі 3 було встановлено зменшення газоутворення в тісті з казеїном. Тому було доцільно дослідити вплив його на підйомну силу дріжджів.

4.1. Визначення впливу казеїну на бродильну активність дріжджів, інтенсивність та динаміку газоутворення в тістовій заготовці

Важливим показником в процесі бродіння тіста є активність дріжджової мікрофлори. Готували зразки тіста з 5% фруктози до маси борошна (контроль) та зразки з додаванням казеїну у кількості 7,2%, 10,8%, 14,4%.

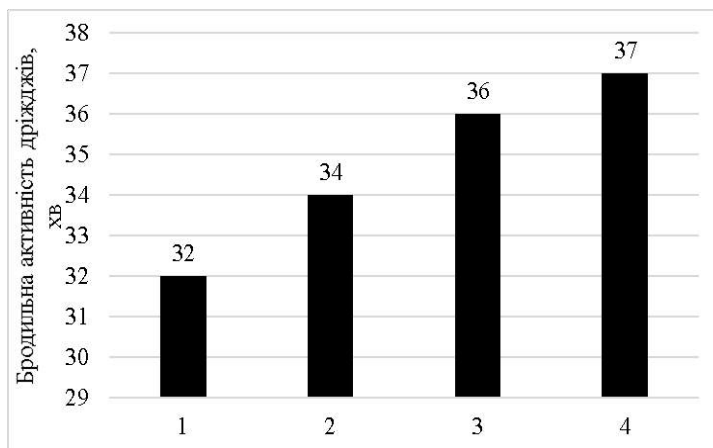


Рисунок 4.1 – Бродильна активність дріжджів в тісті з казеїном: 1 – контроль; 2-7,2% до маси борошна; 3-10,8%; 4-

бродіння тіста визначали за кількістю діоксиду вуглецю, що виділяється під час дозрівання тіста і вистоювання тістових заготовок.

Зразки готували аналогічно зразкам при визначенні бродильної активності дріжджів.

Результати досліджень наведено на рис.4.1.

Встановлено, що додавання казеїну погіршує досліджуваний показник на 6-15% залежно від дозування, за рахунок негативної дії на бродильну активність дріжджів.

Під час проведення досліджень інтенсивність

Зважаючи, що тривалість бродіння безопарного тіста близько трьох годин, вистоювання тістових заготовок близько 35 хв, динаміку виділеного CO₂ визначали за 3,5 год бродіння (рис.4.2).

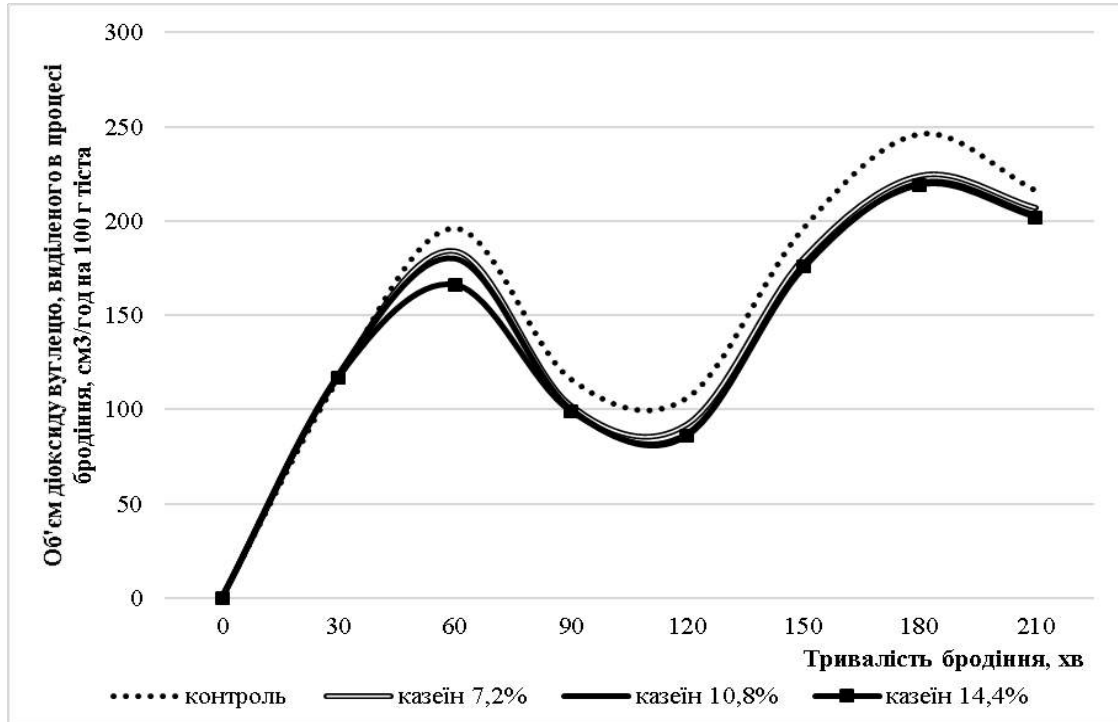


Рисунок 4.2 – Вплив казеїну на динаміку газоутворення в тісті

Динаміку газоутворення в тісті з казеїном наведено на рис. 4.2. Встановлено, що з казеїном газоутворення проходить менш інтенсивно, адже він затримує бродіння за рахунок зниження доступності поживних речовин до дріжджових клітин в присутності казеїну.

4.2. Визначення впливу казеїну на кінетику цукрів в тісті під час його дозрівання

Процес газоутворення в тісті обумовлений цукроутворювальною здатністю, яка забезпечується активністю амілаз та податливістю крохмалю амілолізу. Вміст цукру залежить від співвідношення між інтенсивністю накопичення цукрів в тісті та збродження їх мікроорганізмами [198]. Глибину цього процесу характеризують кінетикою накопичення та збродження цукрів.

Для встановлення впливу внесення казеїну на динаміку цукрів досліджували вміст редукувальних цукрів у зразках дріжджового і бездріжджового тіста з фруктозою та з фруктозою і казеїном у кількості 7,2%, 10,8%, 14,4% до маси борошна, що забезпечує 20, 30 та 40% добової потреби у білку.

Кількість цукрів, що утворилися за час дозрівання тіста, визначали за різницею між їх вмістом у тісті без дріжджів відразу після замішування і через 180 хв ферментації. Кількість зброджених цукрів визначали за різницею між сумою кількості цукрів на початку бродіння дріжджового тіста і кількістю цукрів, що утворилися у бездріжджовому тісті, та кількістю цукрів, яка містилася у дріжджовому тісті через 180 хв бродіння.

Таблиця 4.1 – Накопичення та збродження цукрів у процесі бродіння тіста (в перерахунку на мальтозу), % на сухі речовини

Показники	Зразок з фруктозою без добавки (контроль)	Внесено казеїну, % до маси борошна		
		7,2%	10,8%	14,4%
Бездріжджове тісто				
Після замішування	7,3	7,2	7,1	7,0
Через 3 год бродіння	9,4	9,15	9,01	8,86
Утворилось цукрів	2,1	1,95	1,91	1,86
Дріжджове тісто				
Після замішування	7,6	7,1	6,92	6,89
Через 3 год бродіння	6,3	6,14	6,01	5,97
Зброджено цукрів	3,4	2,91	2,82	2,78

Встановлено (табл. 4.1), що зі збільшенням дозування казеїну зменшилась кількість утворених цукрів на 7, 9 та 11%. Це можна пояснити тим, що водорозчинні білки казеїну утворюють комплекси з крохмалем і тому погіршують доступ ферментів до крохмальних зерен. Поряд зі зменшенням кількості утворених цукрів зменшилось також їх збродження на 14, 17 та 18% залежно від дозування казеїну, що свідчить про зниження активності дріжджової мікрофлори та корелює зі зменшенням газоутворення в тісті.

4.3. Дослідження в'язкості водно-борошняної суспензії з казеїном на амілографі

Стан м'якушки хліба значною мірою залежить від здатності крохмалю зв'язувати воду в процесі клейстеризації. При надмірному зв'язуванні води м'якушка стає надто жорстка, при недостатньому – волога за рахунок того, що в результаті коагуляції білків частина вивільненої води залишається не зв'язана.

Вплив казеїну на процес клейстеризації крохмалю досліджували на амілографі фірми «Брабендер». Визначали температуру початку клейстеризації, час до утворення в'язкої системи і максимальну в'язкість суспензії.

В процесі дослідження утворюється клейстер внаслідок набухання крохмальних зерен тим більш в'язкий, чим вища температура суспензії. В той же час внаслідок гідролізу крохмалю в'язкість знижується під дією ферментів борошна.

Компоненти рецептури впливають на в'язкість суспензії, а оскільки казеїн має більшу водопоглинальну здатність порівняно з борошном, можна передбачати значний вплив його на зміну властивостей суспензії.

Готували зразки з борошна вищого сорту з доданням фруктози (контроль) та зразки з фруктозою і казеїном у кількості 14,4% до маси борошна. Зразок з максимальною досліджуваною кількістю казеїну був обраний для більшої наглядності.

Результати аналізу амілограм (рис. 4.3) наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розшифровка амілограм суспензій з казеїном

Водно-борошняні суспензії	Час до початку клейстеризації крохмалю, хв	Температура початку клейстеризації крохмалю, °С	Максимальна в'язкість системи, од.приладу
Контроль	4	47,5	575
З доданням казеїну, 14,4% до маси борошна	4	47,0	640

Встановлено, що зразок з казеїном набуває в'язких властивостей одночасно з контролем приблизно за тієї ж температури (з різницею $0,5^{\circ}\text{C}$). Максимальна в'язкість цієї системи більша на 11% за рахунок набування нерозчинних речовин казеїну. Це має зумовлювати забезпечення кращого стану м'якушки при випіканні.

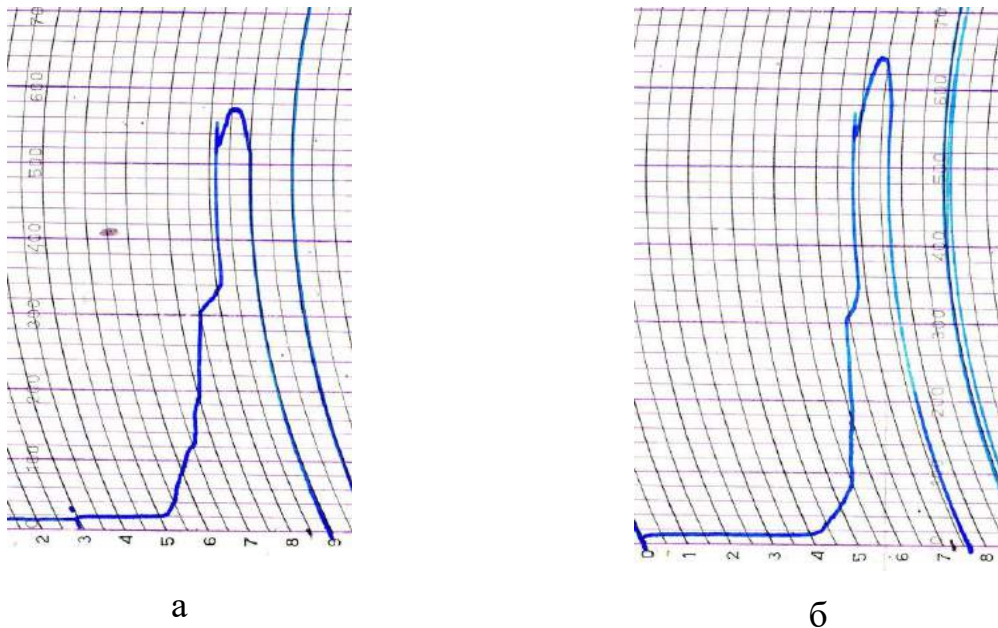


Рисунок 4.3 – Амілограми зразків водно-борошняної суспензії:

а) контроль; б) з казеїном 14,4% до маси борошна

4.4. Визначення впливу казеїну на динаміку титрованої кислотності та рН тіста

Під час бродіння тістових напівфабрикатів накопичуються кислореагуючі речовини, що зумовлюють зміну титрованої й активної кислотності тістової системи. Склад кислот тіста і готових виробів впливає на його рН, процеси дозрівання, їх смак і аромат. Показник кислотності дозволяє зробити висновок про готовність тіста до оброблення.

Початкова кислотність тіста залежить від кислотності сировини, що входить до рецептури. Кінцева кислотність змінюється в порівнянні з початковою за рахунок біохімічних і мікробіологічних процесів, внаслідок

яких у тісті накопичуються продукти життєдіяльності МКБ і дріжджів, та продукти гідролізу біополімерів, що мають кислу реакцію.

Казеїн, як було встановлено раніше, значно відрізняється від пшеничного борошна за хімічним складом і технологічними властивостями, що викликало необхідність визначити динаміку титрованої та активної кислотності під час бродіння тіста.

Отримані дані порівнювали з контролем, яким слугувало тісто з фруктозою без казеїну.

Титровану і активну кислотність визначали щогодини протягом 4 годин бродіння тіста (табл.4.3).

Таблиця 4.3 – Титрована та активна кислотність тіста з казеїном

Тривалість бродіння, хв	Контроль	Внесено казеїну, % до маси борошна		
		7,2	10,8	14,4
Титрована кислотність				
0	2,3±0,1	2,3±0,1	2,3±0,1	2,3±0,1
60	2,5±0,1	2,4±0,1	2,4±0,1	2,3±0,1
120	2,8±0,1	2,7±0,1	2,6±0,1	2,5±0,1
180	3,0±0,1	2,9±0,1	2,8±0,1	2,7±0,1
240	3,1±0,1	3,1±0,1	2,9±0,1	2,8±0,1
Активна кислотність				
0	6,01±0,5	5,97±0,5	5,94±0,5	5,82±0,5
60	5,95±0,5	5,93±0,5	5,87±0,5	5,72±0,5
120	5,90±0,5	5,84±0,5	5,76±0,5	5,62±0,5
180	5,82±0,5	5,73±0,5	5,68±0,5	5,54±0,5
240	5,80±0,5	5,68±0,5	5,62±0,5	5,50±0,5

Встановлено незначне зменшення титрованої кислотності в процесі бродіння в усіх зразках при доданні казеїну порівняно з контролем.

Величина активної кислотності не корелює з титрованою внаслідок буферності білків молока.

4.5. Визначення впливу казеїну на фракційний склад білків тіста

Під час бродіння в тістовій заготовці відбуваються значні зміни в білково-протеїназному комплексі. Білкові речовини набухають, активізуються протеолітичні ферменти, під дією яких відбувається дезагрегація білкових молекул. Частина білків пептизується. На ці процеси значною мірою впливають компоненти рецептури.

Для вивчення глибини процесів перетворення білка в тісті досліджували його склад за фракціями. Казеїн містить у 8,3 рази більше білка, ніж пшеничне борошно вищого сорту. Крім того більшість його білків розчинні, тому передбачається значний їх вплив на фракційний склад білків тіста.

Визначення фракційного складу проводили методом, запропонованим К. Чижовою [221]. Зразки тіста готували з фруктозою без казеїну (контроль) та з внесенням казеїну – 7,2% та 14,4% до маси борошна. Таке дозування було обрано для більш виразного прослідковування зміни складу білкових речовин. Визначення проводили після замішування та через 180 хв бродіння тіста.

Встановлено (табл 4.4), що вміст загального азоту у зразках з 7,2% та 14,4% казеїну більший в 1,8 та 2,5 разів, ніж в контролі за рахунок білка, внесеного з цим інгредієнтом.

Кількість азоту клейковини в процесі бродіння зменшується за рахунок переходу частини його до водорозчинної та проміжної фракції, що є наслідком протеолізу в тісті. Водорозчинний азот є додатковим живленням для мікрофлори тіста. Вміст проміжної фракції також збільшується внаслідок утворення комплексів білків казеїну з білками борошна. Поряд з цим утворюється небілковий азот (аміди, азот вільних амінокислот тощо). Збільшення вмісту водорозчинної та проміжної фракцій зумовлює послаблення консистенції тіста.

Отже, внесення казеїну сприяє збільшенню вмісту загального азоту в тісті за рахунок високого вмісту білка в добавці, а також водорозчинної та проміжної фракцій.

Таблиця 4.4 – Фракційний склад білкових речовин тіста, мг/100 г сухих речовин

Зразок	Вміст азоту за фракціями, % до сухих речовин тіста					
	загальний	азот клейковини	водорозчинна фракція	проміжна фракція	небілковий азот	азот вільних амінокислот
Зразок з фруктозою (контроль)						
Після замішування	2,20±0,1	1,53±0,01	0,41±0,01	0,26±0,01	0,07±0,01	0,010±0,01
Після ферментації		1,39±0,01	0,44±0,01	0,37±0,01	0,08±0,01	0,014±0,01
Зразок з казеїном, 7,2% до маси борошна						
Після замішування	4,12±0,1	3,10±0,01	0,43±0,01	0,59±0,01	0,10±0,01	0,030±0,01
Після ферментації		2,85±0,01	0,45±0,01	0,82±0,01	0,12±0,01	0,057±0,01
Зразок з казеїном, 14,4% до маси борошна						
Після замішування	5,68±0,1	4,29±0,01	0,56±0,01	0,83±0,01	0,16±0,01	0,050±0,01
Після ферментації		4,10±0,01	0,62±0,01	0,96±0,01	0,22±0,01	0,079±0,01

4.6. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на бродильну активність дріжджів, інтенсивність та динаміку газоутворення в тісті

Хімічний склад досліджуваних добавок, а саме наявність цукрів, водорозчинних білків та харчових волокон, має вплинути на активність дріжджів та інтенсивність бродіння тіста з цими добавками. Визначали бродильну активність дріжджів стандартним методом, але з використанням борошна вищого сорту.

Готували зразки тіста з 5% фруктози до маси борошна (контроль), зразки з додаванням порошку топіамбуру у кількості 3,5%, 5,3% та 7,0% та зразки з внесенням клітковини висівок гречки у кількості 7,3%, 10,9%, 14,6%.

Результати наведено на рис.4.4.

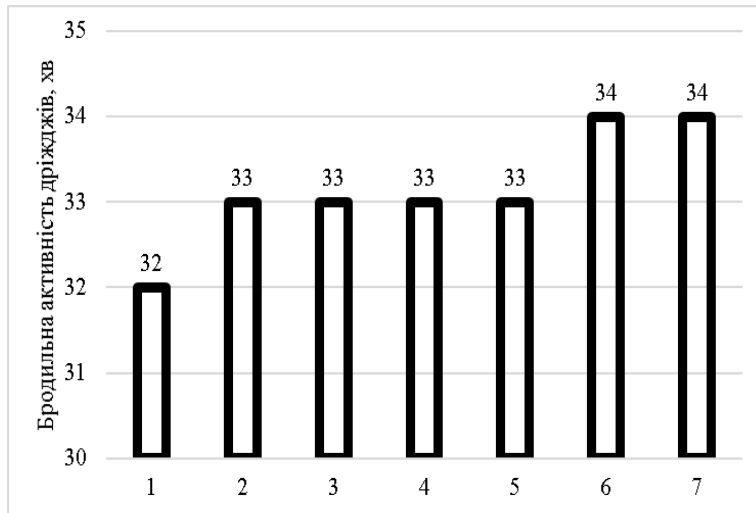


Рисунок 4.4 – Бродильна активність дріжджів:

1-контроль; 2-з порошком топіамбуру 3,5% до маси борошна; 3- 5,3%; 4- 7,0%; 5-з клітковиною висівок гречки 7,3%; 6- 10,9%; 7- 14,6%;

Встановлено, що внесення порошку топіамбуру практично не впливає на бродильну активність дріжджових клітин, а клітковина висівок гречки не значно зменшує її.

Під час проведення досліджень інтенсивність бродіння тіста визначали за кількістю діоксиду вуглецю, що виділяється під час дозрівання тіста і вистоювання тістових заготовок.

Зразки готували аналогічно зразкам для визначення підйомної сили дріжджів.

Встановлено (рис.4.5), що зі зростанням дозування порошку топіамбуру та клітковини висівок гречки збільшується внесення цукрів та інших водорозчинних речовин, внаслідок чого інтенсивність бродіння тіста підвищується на 10%-31% та на 7%-12% відповідно, що свідчить про покращення живлення дріжджів та зумовлює їх підвищену бродильну активність.

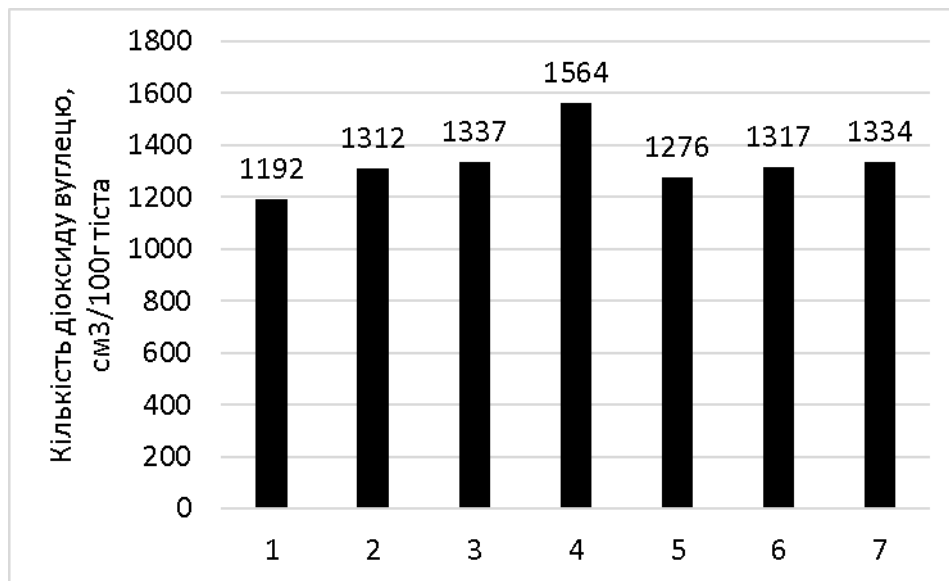


Рисунок 4.5 – Кількість виділеного діоксиду вуглецю під час бродіння та вистоювання:

1-контроль; 2-з порошком топінамбуру 3,5% до маси борошна; 3- 5,3%;
4- 7,0%; 5-з клітковиною висівок гречки 7,3%; 6- 10,9%; 7- 14,6%;

Покращення бродильної активності дріжджів впливає на динаміку виділення вуглекислого газу під час бродіння тіста і вистоювання тістових заготовок (рис.4.6 та рис.4.7).

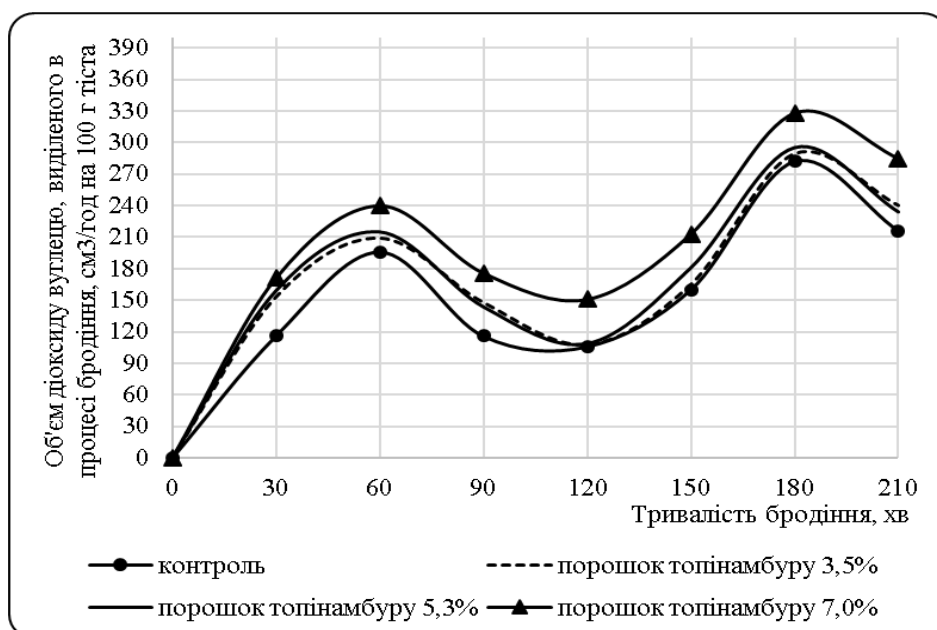


Рисунок 4.6 – Динаміка виділення діоксиду вуглецю у зразках з порошком топінамбуру, см³/год на 100 г тіста

Додання порошку топінамбуру призводить до інтенсифікації газоутворення (рис.4.6) за рахунок покращення живлення дріжджів і збільшення кількості цукрів.

У зразках з доданням клітковини висівок гречки (рис.4.7) відбувалось більш інтенсивне газоутворення, ніж в контролі. Це може бути пояснено тим, що продукти переробки гречки містять велику кількість неклеяковинних фракцій білків (альбумінів – 58%, глобулінів – 28%), які покращують азотне живлення дріжджів і їх бродильну активність.

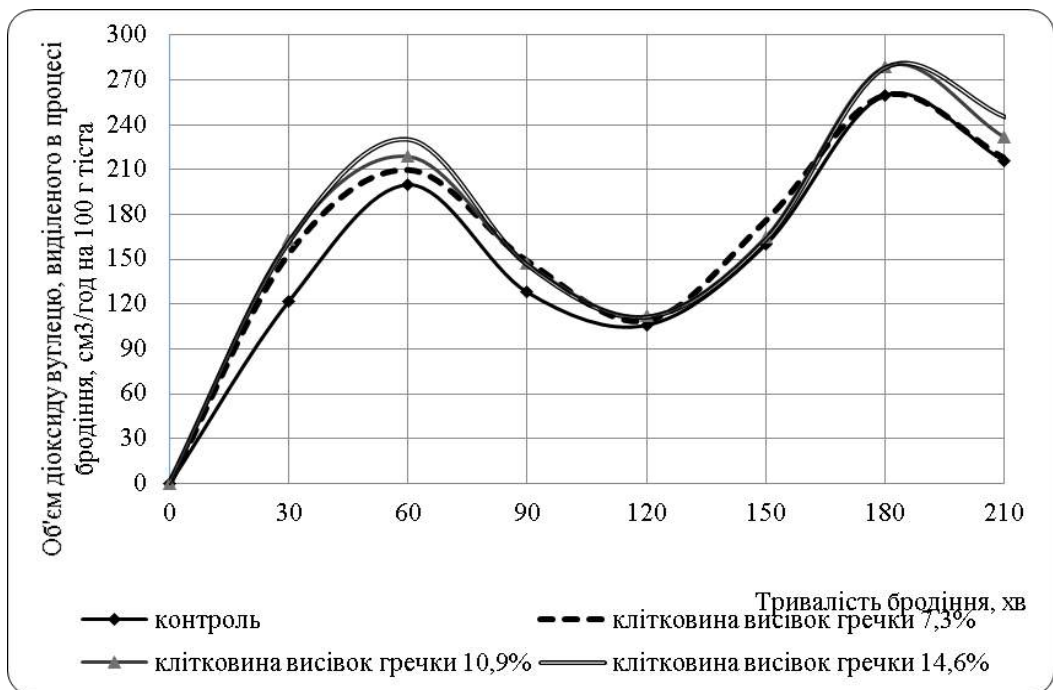


Рисунок 4.7 – Динаміка виділення діоксида вуглецю у зразках з клітковиною висівок гречки, см³/год на 100 г тіста

4.7. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на кінетику цукрів в тісті під час його дозрівання

Інтенсивність бродіння тіста та забарвлення скоринки виробів залежать від вмісту цукрів в борошні та амілолізу крохмалю під час його дозрівання. Від кількості накопичених і зброджених цукрів залежить перебіг дозрівання тіста та формування якості готових виробів.

Під час проведення досліджень готували зразки тіста з 5% фруктози до маси борошна (контроль), зразки з додаванням порошку топінамбуру у кількості 3,5%, 5,3% та 7,0% та зразки з внесенням клітковини висівок гречки у кількості 7,3%, 10,9%, 14,6%.

Замішували бездріжджове та дріжджове тісто, яке бродило протягом 180 хв. Визначення проводили методом, описаним в [198].

Отримані дані (табл.4.5) свідчать про те, що в присутності порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки процес амілолізу проходить більш інтенсивно, ніж в контролі.

Таблиця 4.5 – Накопичення та збродження цукрів у процесі бродіння тіста (в перерахунку на мальтозу), % на сухі речовини

Показники	Контроль	Внесено збагачувача, % до маси борошна					
		Порошку топінамбуру			Клітковини висівок гречки		
		3,5	5,3	7,0	7,3	10,9	14,6
Бездріжджове тісто							
Після замішування	7,30	8,10	8,30	8,60	7,90	8,00	8,40
Через 3 год бродіння	9,40	10,27	10,68	11,22	10,01	10,12	10,86
Утворилось цукрів	2,10	2,17	2,38	2,62	2,11	2,12	2,46
Дріжджове тісто							
Після замішування	7,60	8,20	8,40	8,66	8,00	8,90	8,42
Через 3 год бродіння	6,30	6,94	7,04	7,39	6,70	6,71	7,08
Зброджено цукрів	3,40	3,43	3,74	3,89	3,41	3,61	3,80

Через 3 год ферментації тіста з добавками накопичення цукрів було більшим на 3,0-3,5%, що свідчить про позитивний вплив на ферментний комплекс дріжджів і зумовлює збільшення цукроутворювальної здатності внаслідок деполімерізації вуглеводів добавок.

4.8. Дослідження в'язкості водно-борошняної суспензії з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки на амілографі

Порошок топінамбуру та клітковина висівок гречки є джерелом великої кількості харчових волокон, які активно зв'язують воду та мають високу водопоглинальну здатність. Це має впливати на властивості водно-борошняної суспензії з цими добавками.

Дослідження властивостей водно-борошняної суспензії, що містить порошок топінамбуру і КВГ, проводили на амілографі фірми «Брабендер».

Готували зразки з борошна вищого сорту, фруктози (контроль) та зразки з додаванням порошку топінамбуру в кількості 7% до маси борошна і клітковини висівок гречки у кількості 14,6% до маси борошна. Така кількість добавок була обрана для кращої наглядності результатів.

Результати аналізу амілограм (рис. 4.8) наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розшифровка амілограм суспензій з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки

Водно-борошняні суспензії	Час до початку клейстеризації крохмалю, хв	Температура початку клейстеризації крохмалю, °С	Максимальна в'язкість системи, од.приладу
Контроль	4	47,5	575
З доданням порошку топінамбуру, 7,0% до маси борошна	4	47,5	590
З доданням клітковини висівок гречки, 14,6% до маси борошна	4	47,5	555

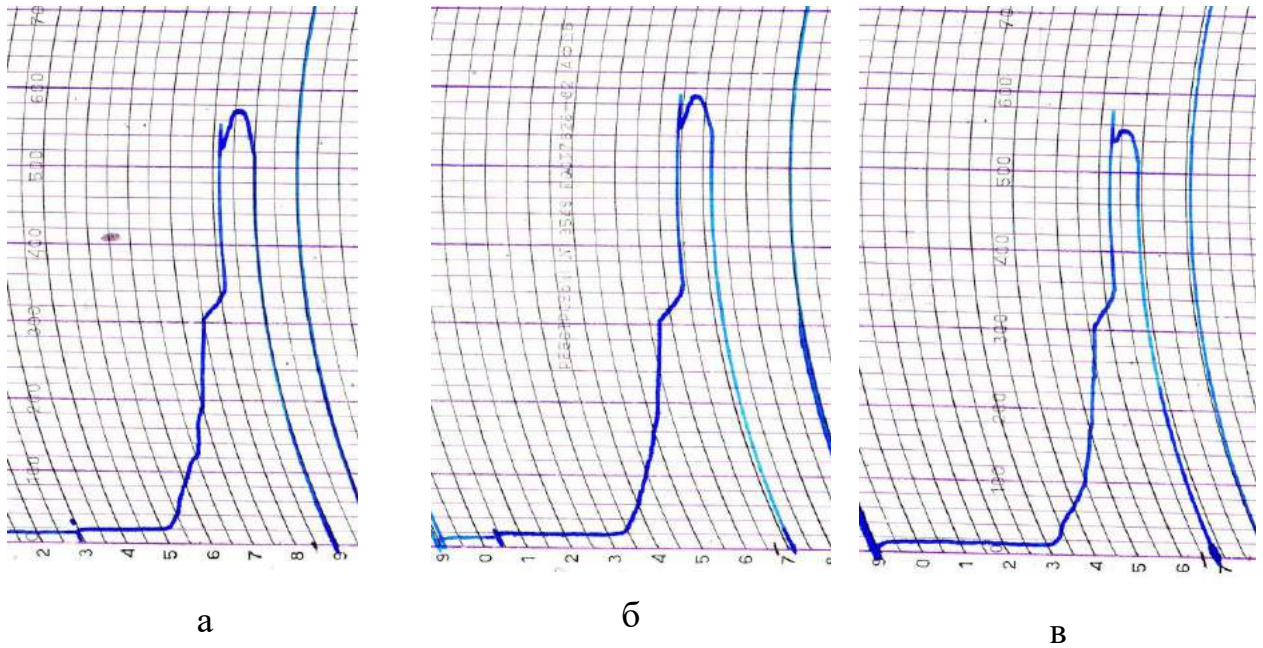


Рисунок 4.8 – Амліограми зразків водно-борошняної суспензії:

а) контроль; б) з порошком топінамбуру 7,0% до маси борошна; в) з клітковиною висівок гречки 14,6% до маси борошна

Аналіз амліограм показав, що для набухання складових суспензії з розчинними харчовими волокнами потрібно приблизно стільки ж часу, як і для початку клейстеризації крохмалю, про що свідчить однаковий час для набуття системами з порошком топінамбуру і клітковиною висівок гречки та контролем в'язких властивостей. Максимальна в'язкість системи з топінамбуром більша за контроль на 2,6%, адже відбуваються процеси набухання нерозчинних та розчинних харчових волокон, які впливають на в'язкість системи, збільшуючи її в той час, як у контрольному зразку максимум в'язкості досягається за повної клейстеризації крохмалю. З клітковиною висівок гречки максимальна в'язкість системи менша за контроль на 1,7% внаслідок наявності значної кількості рідкої фази та невеликого вмісту зв'язаної води.

Можна зробити висновок про те, що внаслідок значно вищої водопоглинальної здатності джерел харчових волокон, крохмальні зерна борошна при випіканні не зможуть зв'язати достатню кількість води для отримання еластичної м'якушки, такої ж, як у контрольному зразку.

4.9. Визначення впливу цитратів металів на бродильну активність дріжджів, інтенсивність бродіння тіста та динаміку газоутворення в ньому

Підйомну силу дріжджів визначали стандартним методом.

Готували зразки тіста з 5% фруктози до маси борошна (контроль), зразки з додаванням цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза в кількості, що забезпечує 50 % добової потреби організму в цих нутрієнтах, а саме: цитрату кальцію – 0,7%, магнію – 0,43%, цинку – 0,0143%, заліза – 0,0057% та їх сумішшю.

Результати досліджень наведено на рис.4.9.

Встановлено, що внесення досліджуваних солей покращує показник бродильної активності дріжджів внаслідок їх позитивного впливу на дріжджову мікрофлору. Особливо це помітно при внесенні цитрату магнію.

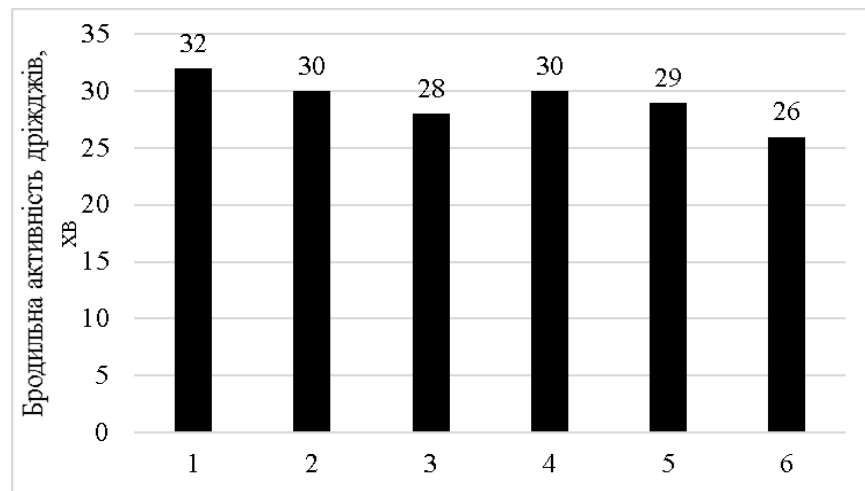


Рисунок 4.9 – Бродильна активність дріжджів:

1-контроль; 2-з цитратом кальцію; 3-з цитратом магнію; 4-з цитратом цинку; 5-з цитратом заліза; 6-з сумішшю цитратів

Під час проведення досліджень інтенсивність бродіння тіста визначали за кількістю діоксиду вуглецю, що виділяється під час дозрівання тіста і вистоювання тістових заготовок.

Тісто готували безопарним способом. Результати досліджень наведено на рис.4.10

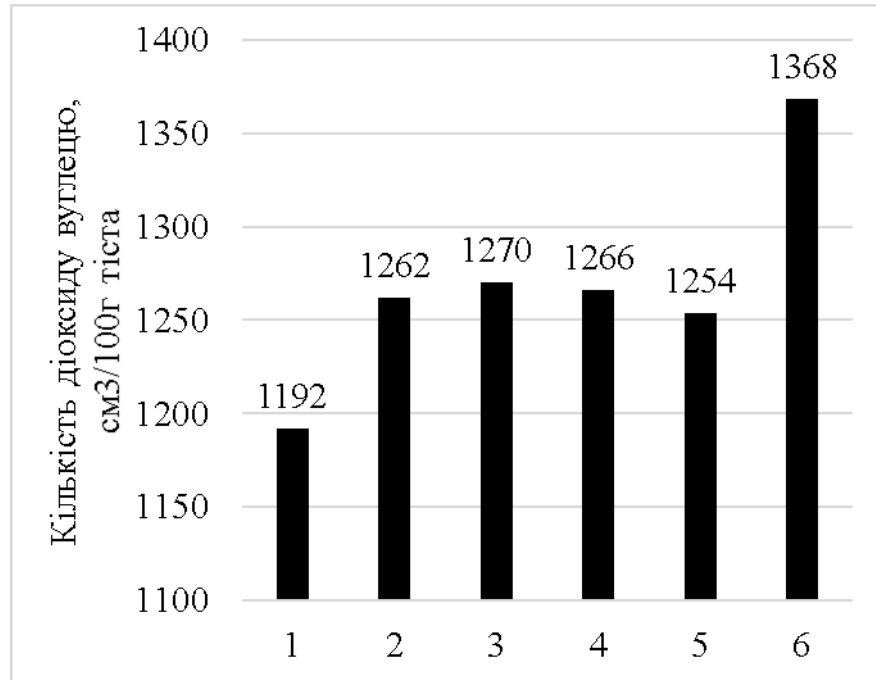


Рисунок 4.10 – Кількість виділеного діоксиду вуглецю під час бродіння та вистоювання:

1-контроль; 2-з цитратом кальцію; 3-з цитратом магнію; 4-з цитратом цинку; 5-з цитратом заліза; 6-з сумішшю цитратів

Встановлено, що у рецептурі з цитратами газоутворювальна здатність покращилась в середньому на 5 %, з сумішшю – на 12,8% очевидно внаслідок здатності цитратів цих металів підвищувати ферментативну активність дріжджових клітин.

Покращення бродильної активності дріжджів при внесенні цитратів металів позитивно впливає на динаміку виділення вуглекислого газу під час бродіння тіста і вистоювання тістових заготовок (рис.4.11).

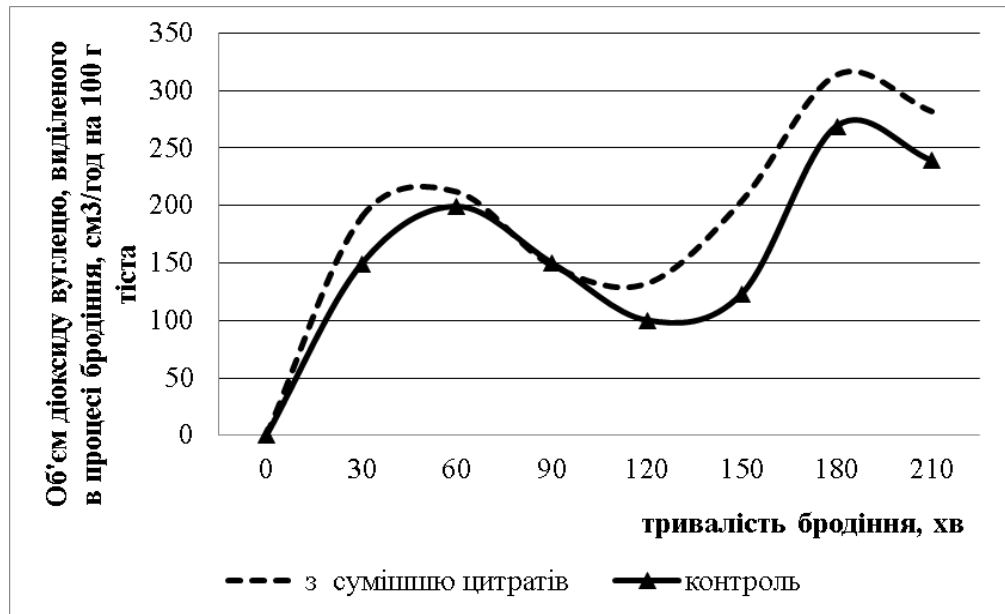


Рисунок 4.11 – Динаміка виділення діоксиду вуглецю, см³/год на 100 г тіста

Так, встановлено, що за додання суміші цитратів інтенсивність бродіння підвищувалась як при зброджуванні власних цукрів борошна, так і при зброджуванні мальтози. Перехід на зброджування мальтози спостерігається раніше, що свідчить про активацію β -амілази борошна, під дією якої пришвидшується гідроліз крохмалю і збільшується накопичення мальтози.

4.10. Визначення впливу цитратів металів на кінетику цукрів в тісті під час його дозрівання

Накопичення та зброджування цукрів в тісті пов'язано з активністю ферментів борошна та дріжджів.

Вивчали вплив цитратів цинку, магнію, кальцію та заліза на ці процеси. Під час проведення дослідів тісто готували безопарним способом. Цитрати вносили в кількості, що забезпечує 50 % добової потреби організму при вживанні 277 г хліба, виготовленого з цього тіста, а саме: цитрату кальцію – 0,7%, магнію – 0,43%, цинку – 0,0143%, заліза – 0,0057% до маси борошна. Тісто бродило 3 години за температури 30°C. Контролем було тісто з фруктозою без додання цитратів.

Встановлено (табл.4.7), що у зразках з цитратами за час ферментації утворилось цукрів більше, ніж в тісті лише з фруктозою, а саме: з цитратом цинку – на 4,7%, магнію – на 8%, кальцію та заліза – на 2%. Тобто додавання їх в тісто стимулює активність ферментів борошна.

Таблиця 4.7 – Накопичення та збродження цукрів у процесі бродіння тіста (в перерахунку на мальтозу), % на сухі речовини

Показники	Контроль	Внесено цитрати			
		цинку	магнію	кальцію	заліза
Бездріжджове тісто					
Після замішування	7,30	7,20	7,30	7,30	7,30
Через 3 год бродіння	9,40	9,40	9,57	9,43	9,31
Утворилось цукрів	2,10	2,20	2,27	2,13	2,11
Дріжджове тісто					
Після замішування	7,60	7,60	7,70	7,60	7,60
Через 3 год бродіння	6,30	6,14	6,27	6,23	6,25
Зброджено цукрів	3,40	3,66	3,70	3,50	3,46

Аналіз дії цитратів на бродильну активність мікрофлори тіста показав, що досліджувані солі зумовлюють збільшення збродження цукрів: цитрат цинку – на 7,6%, магнію – на 8,8%, кальцію і заліза – на 3%, тобто інтенсифікують процес бродіння тіста з фруктозою. Таким чином, при внесенні цитратів металів активується амілоліз крохмалю і процес бродіння тіста. Це можна пояснити позитивним впливом цитратів на ферментативний комплекс дріжджів та ферментів борошна.

4.11. Дослідження в'язкості водно-борошняної суспензії з цитратами металів на амілографі

Хлібопекарські властивості борошна в значній мірі залежать від клейстеризації крохмалю і ферментативної активності амілаз. При повільному підвищенні температури (1,5°C / хв.) в амілографі клейстеризація крохмалю в суспензії відбувається так, як і в звичайному режимі випічки хліба.

Готували зразок з борошна вищого сорту, фруктози (контроль) та зразок з доданням суміші цитратів металів у кількості 1,15% до маси борошна.

Аналіз амілограм (рис. 4.12) наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Розшифровка амілограм суспензій з сумішшю цитратів металів

Водно-борошняні суспензії	Час до початку клейстеризації крохмалю, хв	Температура початку клейстеризації крохмалю, °C	Максимальна в'язкість системи, од.приладу
Контроль	4	47,5	575
З доданням суміші цитратів, 1,15% до маси борошна	6	52,8	590

Встановлено, що додання цитратів затримує початок клейстеризації крохмалю на 2 хв порівняно з контролем. В'язких властивостей система з цитратами набуває за такої ж температури, як і контроль, проте максимальна в'язкість її більша на 2,6%. Можна припустити, що це за рахунок того, що при дії солей на крохмаль внаслідок окисно-відновних процесів створюються передумови для його набухання і гідратації. Це супроводжується зростанням в'язкості внаслідок його клейстеризації. При цьому виникають конформаційні порушення, що є перешкодою для спіралеутворення амілози і викликає розкриття гіллястих ланцюгів амілопектину. Внаслідок утворення поперечних зв'язків різної міцності у молекулі амілози, навіть при помірному додаванні цих солей, зростають в'язкість клейстеру і стійкість до нагрівання.

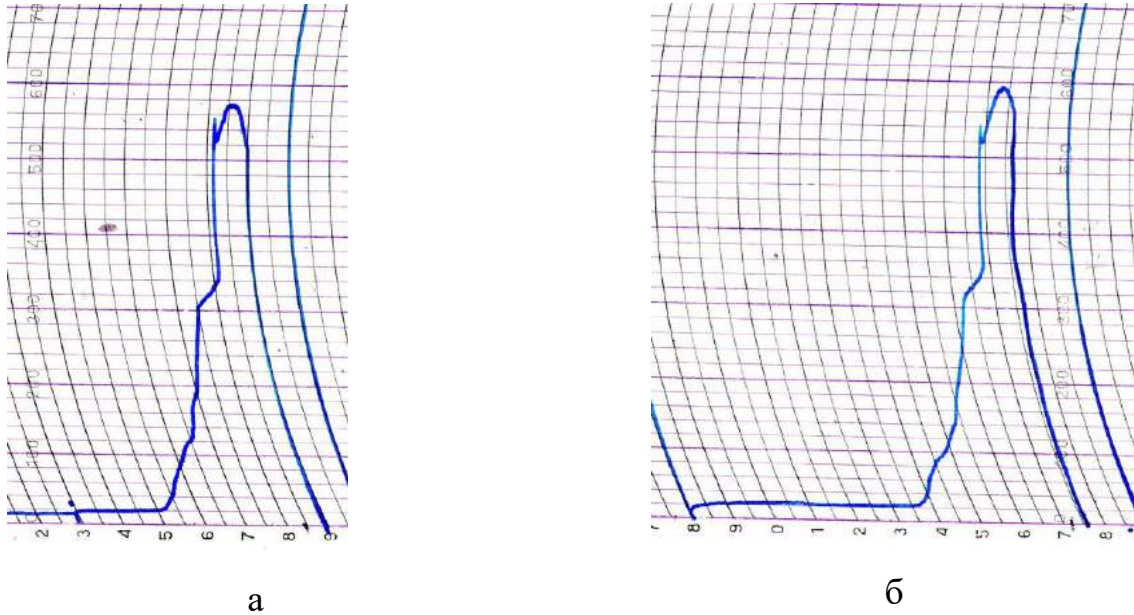


Рисунок 4.12 – Амїлограми зразків водно-борошняної суспензії:
а) контроль; б) з сумішшю цитратів металів 1,15% до маси борошна

Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що зі збільшенням дозування казеїну зменшується кількість утворених цукрів на 7, 9-11%, їх збродження на 14-18%, що свідчить про зниження активності дріжджової мікрофлори внаслідок зменшення доступності поживних речовин до дріжджової клітини в присутності казеїну.

2. За даними амїлографа, зразок з казеїном набуває в'язких властивостей одночасно з контролем приблизно за тієї ж температури. Проте максимальна в'язкість цієї системи більша на 11% за рахунок набування казеїну.

3. Доведено, що в тісті з казеїном збільшується вміст загального азоту на 10,5%-52,3%, порівняно з контролем, за рахунок білка, внесеного з цим інгредієнтом. Кількість азоту клейковини в процесі бродіння зменшується за рахунок переходу частини його до водорозчинної та проміжної фракції, вміст яких збільшується, що призводить до послаблення консистенції тіста.

4. Встановлено, що в присутності порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки процес амілолізу проходить більш інтенсивно, ніж в контролі. Так, внаслідок цього в тісті збільшується вміст цукрів на 3,0 %-3,5%.

5. За даними амілографа максимальна в'язкість системи з порошком топінамбуру більша за контроль на 2,6% внаслідок процесів набухання нерозчинних та розчинних харчових волокон топінамбуру. В системі з клітковиною висівок гречки максимальна в'язкість системи менша за контроль на 1,7%. Причиною цього є зменшення ступеня клейстеризації крохмальних зерен внаслідок високої ВПЗ харчових волокон висівок.

6. Встановлено, що додання цитратів у тісто стимулює активність ферментів борошна та бродильну активність мікрофлори, що зумовлює збільшення накопичення цукрів у тісті під час його ферментації та їх збродження мікрофлорою тіста.

7. Додання цитратів затримує початок клейстеризації крохмалю на 3 хв порівняно з контролем. В'язких властивостей система набуває за такої ж температури, як і контроль, проте максимальна в'язкість більша на 2,6% внаслідок впливу цитратів на окисно-відновні процеси.

РОЗДІЛ 5.

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА З ФРУКТОЗОЮ ТА ДОСЛІДЖУВАНИМИ ДОБАВКАМИ

Структурно-механічні властивості пшеничного тіста характеризуються параметрами твердих тіл, рідин і газів, адже воно є складною колоїдною системою, яка складається з кількох фаз: неперервної (клейковина та вода) та перервної (крохмаль і газ). Зважаючи на це, тісто має властивості пружності, як тверде тіло та розпливання, як рідина. Воно займає проміжне положення між ідеально пружним тілом та справжньою в'язкою рідиною [222].

На структурно-механічні властивості тіста впливають процеси, які в ньому відбуваються від стадії замішування і до випікання. Значний вплив на структурно-механічні властивості мають компоненти рецептури, внесені добавки.

Основою формування структурно-механічних властивостей тіста є клейковинний каркас, утворений білками. Від його стану залежать еластичність та пружність тіста, формостійкість виробів на етапі вистоювання та випікання.

Впливу нетрадиційної сировини на СМВ пшеничного тіста присвячена низка досліджень, серед них казеїну, топінамбуру та продуктів переробки гречки [223-225], проте відомостей щодо впливу досліджуваних добавок на СМВ пшеничного тіста з фруктозою знайдено не було.

5.1. Визначення впливу казеїну на кількість та якість клейковини, що відмивається з тіста з фруктозою

Казеїн за хімічним складом значно відрізняється від борошна пшеничного. В казеїні міститься значна кількість неклейковинних білків, частина яких водорозчинна. На цій підставі можна передбачити

деструктивний вплив цієї сировини на СМВ тіста, і в першу чергу на вміст і якість клейковини.

Під час проведення досліджень клейковину відмивали з тіста з фруктозою (контроль) та зі зразків тіста, що містило поряд з фруктозою 7,2%, 10,8%, 14,4% казеїну до маси борошна.

Встановлено, що зі зразків тіста з казеїном відмивається менше сирі клейковини, ніж з контрольного, на 2,0 – 4,4% абсолютних. Це можна пояснити тим, що молочні білки утворюють комплекси з білками борошна, які не беруть участі в утворенні клейковини і під час її відмивання втрачаються в тим більшій мірі, чим більше внесено казеїну (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Кількість та якість клейковини, відмитої з тіста

Зразок	Кількість збагачувача, % до маси борошна	Кількість сирі клейковини, %	Кількість сухої клейковини, %	Значення ІДК, од.	Гідратаційна здатність, %	Розтяжність, см
Контроль		25,52	8,10	73	196,8	15,4
З казеїном	7,2	23,5	8,01	70	170,5	15,1
	10,8	21,5	7,83	63	168,1	14,9
	14,4	21,1	7,72	56	163,6	14,8

Зі збільшенням дозування казеїну пружність клейковини збільшується на 4-23%, гідратаційна здатність зменшується на 13-17%, зменшується її розтяжність та погіршується еластичність.

За допомогою електронного мікроскопа вивчали також мікроструктуру клейковини при збільшенні у 100 разів. Досліджуваний зразок містив 7,2% казеїну до маси борошна. Встановлено, що клейковина зразка з казеїном менш розгалужена порівняно з контролем (рис.5.1), що є наслідком збільшення її пружності. Це пояснюється тим, що відмивається частина білків, які знаходяться у вигляді комплексів (в першу чергу білки гліадинової фракції), а глютенінова фракція утворює щільний, малорозтяжний клейковинний каркас. Це зумовлює недостатній розвиток об'єму тістових

заготовок під час вистоювання, об'єму хліба в процесі випікання та потовщення стінок пор м'якушки.

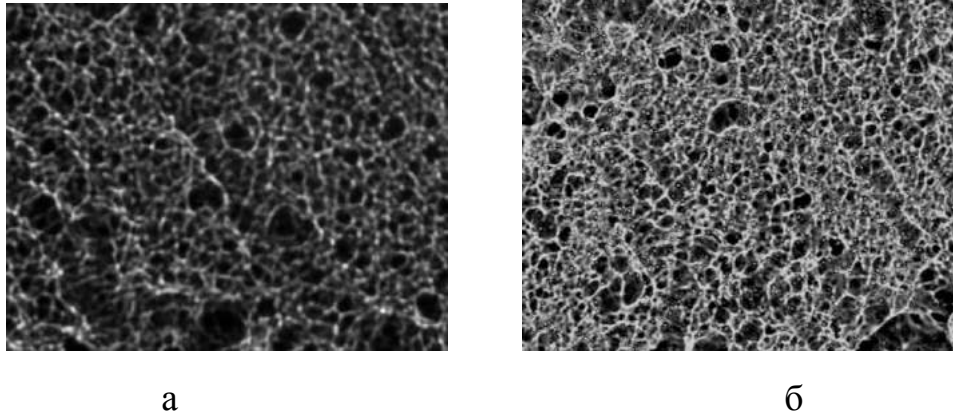


Рисунок 5.1 – Мікроструктури клейковини тіста:

а – контроль, б – з казеїном

5.2. Визначення впливу казеїну на пружно-еластичні властивості тіста з фруктозою

Пружно-еластичні властивості тіста визначали за фаринографом фірми «Брабендер» та альвеографом фірми «Шопен».

Готували зразки тіста з борошна вищого сорту з фруктозою (контроль) та з доданням казеїну в кількості 7,2 та 14,4% до маси борошна.

Результати аналізу фаринограм наведено в таблиці 5.2.

Встановлено, що в разі додання в тісто казеїну підвищується водопоглинальна здатність тіста на 4,6 та 6,7% порівняно з контролем, що можна пояснити високою гідратаційною здатністю білків казеїну. Тривалість утворення тіста збільшилась на 5,5 хв та 7,5 хв порівняно з контролем. Стабільність та еластичність тіста зменшуються зі збільшенням дозування казеїну на 25-31% та 15-18% відповідно. Це можна пояснити зменшенням гідратаційної здатності та збільшенням пружності клейковини.

Таблиця 5.2 – Структурно-механічні властивості тіста з казеїном за фаринографом

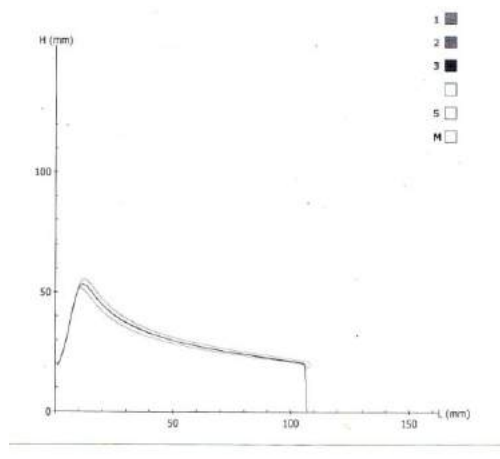
Зразки	Консистенція, од.приладу	Водопоглинальна здатність, см ³ /100г	Тривалість утворення, хв	Еластичність, од.приладу	Стабільність, хв	Розрідження протягом замісу, од.приладу
Контроль	500	49,0	2,5	190	8	40
З доданням казеїну, 7,2% до маси борошна	500	51,3	8,0	160	2,5	70
З доданням казеїну, 14,4% до маси борошна	500	52,3	10,0	155	2,0	120

За використання казеїну збільшується розрідження тістової системи, що пояснюється наявністю у складі казеїну значної кількості водорозчинних білків, які зумовлюють збільшення вмісту рідкої фази тіста і відповідно його розрідження.

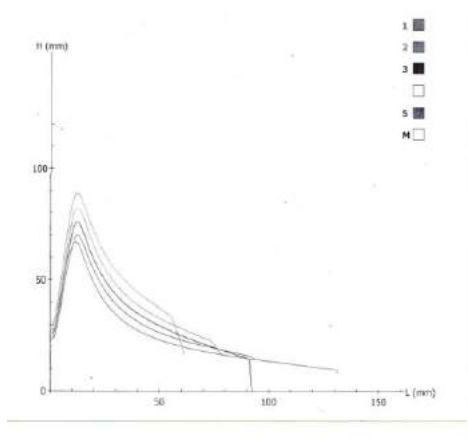
Пружно-еластичні властивості тіста були досліджені також на альвеографі. Результати дослідження наведено в таблиці 5.3 та на рисунку 5.2.

Таблиця 5.3 – Структурно-механічні властивості тіста з казеїном за альвеографом

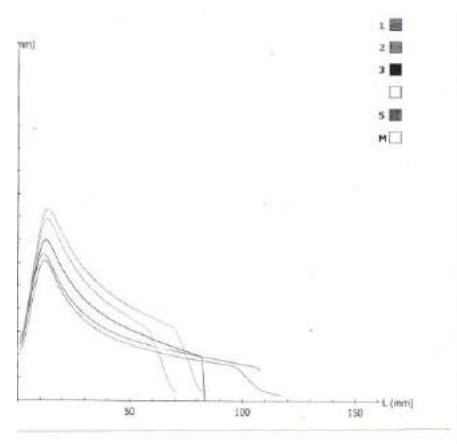
Зразок	Пружність Р, мм	Розтяжність L, мм	P/L	Робота деформації W, Дж/г*10 ⁻⁴
Контроль	70	106	0,66	214
З доданням казеїну, 7,2% до маси борошна	77	90	0,85	210
З доданням казеїну, 14,4% до маси борошна	83	82	1,01	201



а



б



в

Рисунок 5.2 – Альвеограми зразків тіста:

а) контроль; б) з казеїном 7,2 % до маси борошна; в) з казеїном 14,4% до маси борошна

Встановлено, що пружність замішаних зразків тіста з казеїном більша на 10-18,5%, а розтяжність менша на 15-22,6%, порівняно з контролем, внаслідок поглинання води казеїном, що корелює з даними, отриманими на фаринографі щодо зменшення еластичності тіста і збільшення розрідження. При цьому робота деформації зменшується, очевидно, за рахунок того, що в результаті оброблення в альвеографі тісто розріджується, а недостатньо гідратований клейковинний каркас має низьку еластичність, газоутримувальна здатність його зменшується, в результаті чого пухирець

тіста під час насичення повітрям лопається, тому на його утворення не потребуються значні затрати роботи.

Це підтверджено шляхом визначення питомого об'єму тіста протягом 3 год його бродіння.

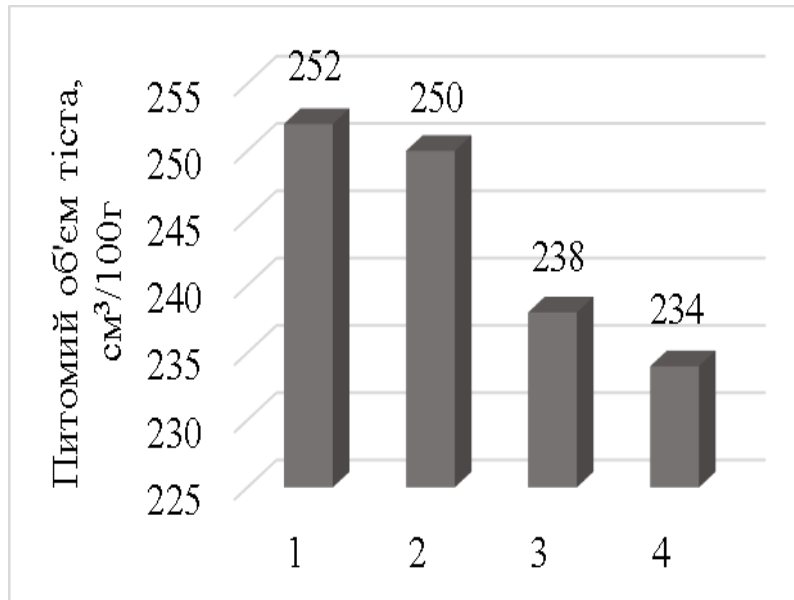


Рисунок 5.3 – Питомий об'єм тіста:

1 – контроль; 2 – з казеїном 7,2% до маси борошна; 3 – з казеїном 10,8% до маси борошна; 4 – з казеїном 14,4% до маси борошна.

Встановлено (рис. 5.3), що за використання казеїну спостерігається погіршення розвитку об'єму тіста на 0,8 – 7,1 % залежно від його дозування. Це є наслідком недостатньої еластичності клейковинного каркасу тіста з казеїном, що призводить до нездатності його

утримувати діоксид вуглецю і зумовлює зменшення об'єму та пористості хліба. Це проявляється в більшій мірі при збільшенні дозування казеїну.

5.3. Визначення впливу казеїну на вяз'ко-пластичні властивості тіста з фруктозою

В'язкість тістової системи змінюється внаслідок перебігу мікробіологічних, біохімічних та колоїдних процесів, що значною мірою залежить від рецептурних компонентів тіста.

В'язкість тіста з фруктозою та різною кількістю казеїну характеризували за розпливанням кульки тіста в процесі його ферментації протягом 3 год.

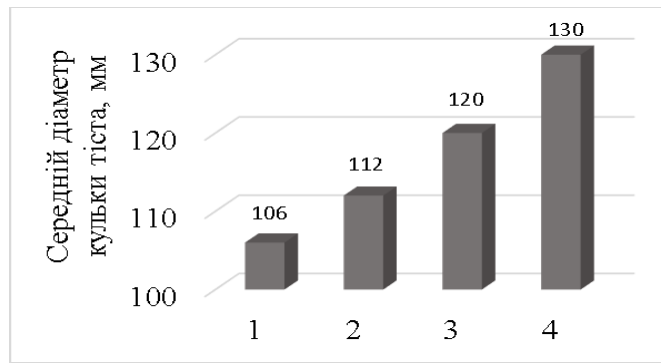


Рисунок 5.4 – Розпливання кульки тіста:

1 – контроль; 2 – з казеїном 7,2% до маси борошна; 3 – з казеїном 10,8% до маси борошна; 4 – з казеїном 14,4% до маси борошна.

Встановлено, що діаметр кульки за час ферментації збільшився на 5,6%, 13,2% та 22,6% залежно від дозування казеїну (рис.5.4). Це свідчить про зниження в'язкості системи, що можна пояснити збільшенням в тісті рідкої фази внаслідок

зменшення вмісту клейковинних білків і зниженням їх гідратаційної здатності. Цим можна пояснити погіршення формоутримувальної здатності тістових заготовок під час вистоювання та формостійкості готових виробів, що спостерігалось за проведення пробних випікань (розділ 3).

5.4. Дослідження конформаційних змін білкових речовин тіста з казеїном

Конформаційні зміни білкових речовин тіста вивчали методом ІЧ-спектроскопії. Зразки тіста, які готували з борошна вищого сорту та фруктози (5%), висушували одразу після замішування (зразок 1) та через 2 години бродіння (зразок 2), та з борошна вищого сорту, фруктози (5%), казеїну (7,2%), висушували одразу після замішування (зразок 3) та через 2 години бродіння (зразок 4) (рис.5.5).

Ближня інфрачервона область (БІЧ) – це область низькоенергетичних електронних переходів, обертонів і комбінаційних частот валентних і деформаційних коливань груп СН, NH, OH та ін. Аналіз в цій області

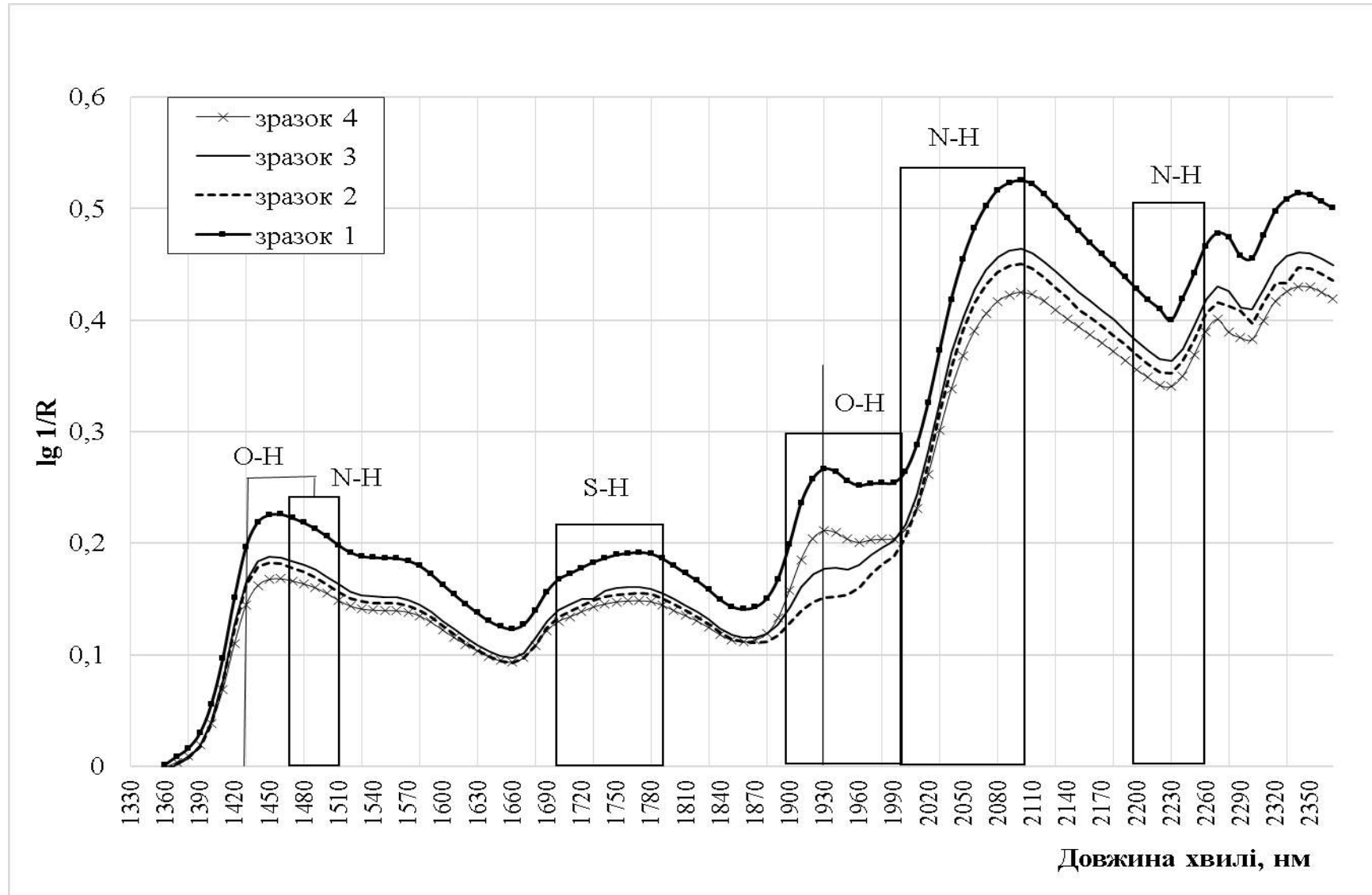


Рисунок 5.5 – Інфрачервоний спектр відбивання зразками тіста з казеїном

виконується значно точніше, порівняно з іншими. В ІЧ-області група ОН має три нормальних коливання. В ближній ІЧ-області спостерігається ряд смуг відбивання, які відповідають обертонам цих частот і їх комбінаціям. У всіх досліджуваних зразках максимум відбивання спостерігається при довжині хвилі 1450 нм (групи ОН). Смуга відповідає першому обертону, коливання валентні, які полягають у зміні довжин зв'язків. При цьому у контрольному зразку після замішування спостерігається найбільший спектр відбивання. Після бродіння ступінь відбивання випромінювання дослідним і контрольним зразками менший, а отже ступінь поглинання більший. Починаючи зі смуги 1430 нм, при переході до менших довжин хвиль інтенсивність смуг швидко знижується, що не дає можливості провести визначення в цій області. Також максимум відбивання спостерігається в спектральній ділянці при 1900-1990 нм, за яку відповідає ОН група води з екстремумом в точці при 1930 нм. Ділянка відповідає другому обертону, коливання деформаційні, які полягають у зміні кутів між зв'язками. Отримані дані свідчать про збільшення рідкої фази в тісті (його розрідження) в процесі ферментації та при додаванні казеїну, порівняно з контрольним зразком, що корелює з даними, отриманими при визначенні в'язкості тіста, яку характеризували за розпливанням кульки тіста.

В ближній інфрачервоній області коливання NH груп відображають смуги відбивання при довжинах хвиль 1470-1510 нм у спектрі валентних коливань, перший обертон та ділянка комбінаційних частот: при довжинах хвиль 1990-2110 нм – смуга відповідає другому обертону, область комбінації валентних та деформаційних коливань та при довжинах хвиль 2200-2260 нм – другий обертон, деформаційні коливання. Ці ділянки характеризують білкові функціональні групи продукту. Отримані дані свідчать про наявність точок максимуму відбивання випромінювання в областях валентних та комбінаційних коливань (а отже мінімуму поглинання) і в більшій мірі контрольним зразком як одразу після замішування, так і через 2 години

бродіння, порівняно зі зразком з казеїном. Це свідчить про утворення більшої кількості NH груп при внесенні казеїну, вищий ступінь поглинання ними випромінювання, а отже ущільнення білка в тісті. Наявність точок мінімуму в області деформаційних коливань свідчить про зміну кутів між їх зв'язками.

Тіольні групи менш схильні до утворення водневих зв'язків, ніж гідроксильні, смуги поглинання/відбивання, що відповідають валентним коливанням зв'язків SH, відрізняються меншою інтенсивністю. Тому в області при довжинах хвиль 1700-1790 нм відсутній виражений екстремум в усіх досліджуваних зразках. Це свідчить про те, що незважаючи на ущільнення, білок клейковини не в повній мірі втрачає еластичність.

5.5. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на клейковину тіста з фруктозою

З метою визначення ступеню впливу топінамбуру та висівок гречки на показники клейковини готували тісто з фруктозою (контроль) з внесенням цих добавок у такій кількості: порошок топінамбуру – 3,5, 5,3 та 7,0% до маси борошна, клітковину висівок гречки – 7,3; 10,9; 14,6%.

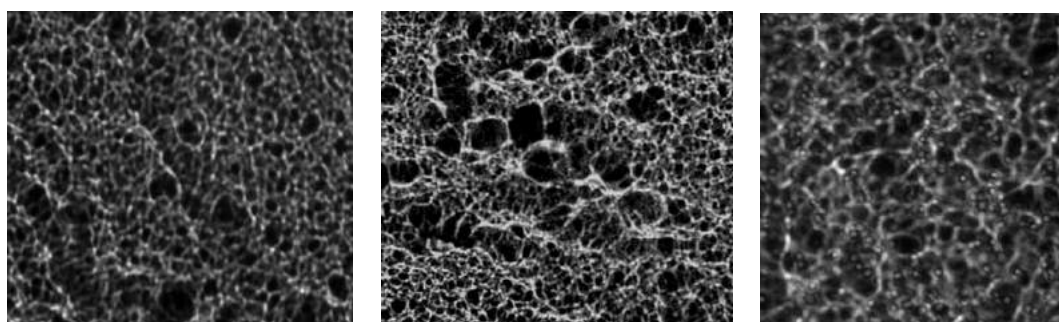
Таблиця 5.4 – Кількість та якість клейковини, відмитої з тіста

Зразок	Кількість збагачува ча, % до маси борошна	Кількість сирої клейкови ни, %	Значен ня ИДК, од.	Гідратацій на здатність, %	Розтяжність, см
Контроль		25,5	73	196,8	15,4
З порошком топінамбуру	3,5	23,3	67	196,2	15,2
	5,3	22,1	62	194,6	14,9
	7,0	21,2	60	192,6	14,7
З клітковиною висівок гречки	7,3	25,5	73	198,9	15,7
	10,9	25,4	73	198,1	15,5
	14,6	25,4	72	197,3	15,3

Встановлено (табл.5.4) тенденцію зменшення вмісту сирової клейковини при внесенні порошку топінамбуру зі збільшенням його дозування.

Клітковина висівок гречки практично не впливає на вміст сирової клейковини. При максимальному дослідженому дозуванні клейковина незначно укріплюється, що підтверджується показниками ИДК. Це можна пояснити наявністю ненасичених жирних кислот та пероксидів, що окиснюють сульфгідрильні групи білків з утворенням дисульфідних зв'язків, внаслідок чого білкова молекула ущільнюється.

Для більш повної характеристики клейковини вивчили її мікроструктуру за допомогою електронного мікроскопа зі збільшенням у 100 разів. Зразки клейковини відмивали з тіста з фруктозою (контроль) та за додання в це тісто 3,5% порошку топінамбуру до маси борошна і тіста з 7,3% клітковини висівок гречки.



а

б

в

Рисунок 5.6 – Мікроструктури клейковини тіста:

а – контроль; б – з порошком топінамбуру; в – з клітковиною висівок гречки

Встановлено (рис.5.6), що у зразках з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки клейковинний каркас менше розгалужений, ніж у контрольному зразку. При цьому розгалуження каркасу нерівномірне, що негативно позначається на газотримувальній здатності тіста.

5.6. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на пружно-еластичні властивості тіста з фруктозою

Пружно-еластичні властивості тіста визначали на за фаринографом фірми «Брабендер» та альвеографом фірми «Шопен».

Під час проведення досліджень готували зразки з борошна вищого сорту, фруктози, порошку топінамбуру в кількості 3,5 та 7% до маси борошна та клітковини висівок гречки в кількості 7,3 та 14,6% до маси борошна. Результати аналізу фаринограм наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Структурно-механічні властивості тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки за фаринографом

Зразки	Консистенція, од.приладу	Водопоглинальна здатність, см ³ /100г	Тривалість утворення, хв	Еластичність, од.приладу	Стабільність, хв	Розрідження протягом замісу, од.приладу
Контроль (без добавок)	500	49,0	2,5	190	8	40
З доданням порошку топінамбуру, 3,5% до маси борошна	500	49,3	7,5	180	4,0	45
З доданням порошку топінамбуру, 7,0% до маси борошна	500	50,1	10,5	175	3,5	70
З доданням клітковини висівок гречки, 7,3% до маси борошна	500	54,2	8,5	160	3,0	45
З доданням клітковини висівок гречки, 14,6% до маси борошна	500	59,4	9,5	120	2,0	60

Водопоглинальна здатність тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки підвищується на 0,6-2% та 10,6-21,2% відповідно порівняно з контролем, що можна пояснити високою гідратаційною здатністю неклеяковинних білків добавок та висівок. Тривалість утворення тіста збільшується, що пояснюється тим, що частинки добавок за своїм

фракційним складом значно крупніші, тому необхідно більше часу порівняно з контролем для їх набухання та утворення однорідної тістової системи.

Стабільність тіста зменшується зі збільшенням дозування порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на 50-63% та 62-75% відповідно, еластичність – на 5-8% з порошком топінамбуру та на 16-37% з клітковиною висівок гречки внаслідок перебудови структури тіста під дією органів замісу та гідролітичних процесів.

Таким чином, зі збільшенням дозування досліджуваних добавок зменшується стабільність тіста і зростає його розрідження. Це є наслідком збільшення в тісті з добавками рідкої фази та дезагрегації біополімерів складових тіста під дією гідролітичних ферментів.

Отримані дані корелюють з результатами аналізу альвеограм, які наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Структурно-механічні властивості тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки за альвеографом

Зразок	Пружність P, мм	Розтяжність L, мм	P/L	Робота деформації W, Дж/г*10 ⁻⁴
Контроль	70	106	0,66	214
З доданням порошку топінамбуру, 3,5% до маси борошна	71	49	1,44	166
З доданням порошку топінамбуру, 7,0% до маси борошна	86	57	1,51	154
З доданням клітковини висівок гречки, 7,3% до маси борошна	89	82	1,09	203
З доданням клітковини висівок гречки, 14,6% до маси борошна	130	104	1,25	191

Досліджувані характеристики впливають на процес газотримання в тісті. Під час проведення досліджень готували зразки з борошна вищого сорту, фруктози, порошку топінамбуру в кількості 3,5, 5,3 та 7% до маси

борошна та клітковини висівок гречки в кількості 7,3,10,9 та 14,6% до маси борошна.

Встановлено (рис.5.7) незначне збільшення питомого об'єму тіста на 1,5-6,0% при внесенні в нього досліджуваних добавок, очевидно, внаслідок того, що у їхньому хімічному складі містяться власні цукри та інші компоненти, які впливатимуть на інтенсивність бродіння тіста та є поживним середовищем для мікрофлори і сприяють збільшенню виділення вуглекислого газу.

5.7. Визначення впливу порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки на в'язко-пластичні властивості тіста з фруктозою

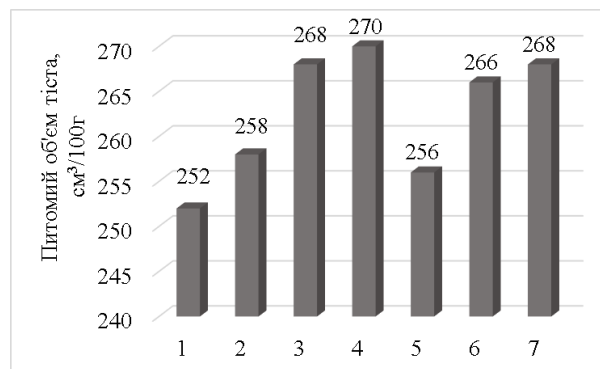


Рисунок 5.7 – Питомий об'єм тіста:

1 – контроль; 2 – з порошком топінамбуру 3,5% до маси борошна; 3 – порошком топінамбуру 5,3%; 4 – з порошком топінамбуру 7,0; 5 – з клітковиною висівок гречки 7,3%; 6 – з клітковиною висівок гречки 10,9%; 7 – з клітковиною висівок гречки 14,4%

Як відомо, на в'язкість тістової системи значний вплив має хімічний склад та властивості компонентів рецептури. Так, як досліджувані добавки містять велику кількість харчових волокон, можна припустити, що вони у значній мірі впливатимуть на зміну структури тіста.

Ступінь цих змін визначали за розпливанням кульки тіста (рис 5.8).

Встановлено покращення формоутримувальної здатності на 4-8% порівняно з контролем при внесенні порошку топінамбуру та на 6-10 % при внесенні клітковини висівок гречки. Це можна пояснити підвищенням в'язкості тіста за рахунок збільшення кількості в ньому ХВ. В даному

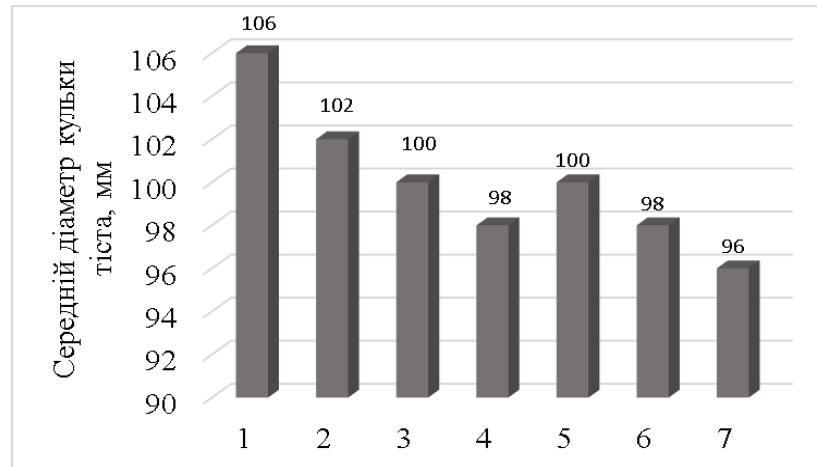


Рисунок 5.8 – Розпливання кульки тіста:

1 – контроль; 2 – з порошком топінамбуру 3,5% до маси борошна; 3 – порошком топінамбуру 5,3% до маси борошна; 4 – з порошком топінамбуру 7,0% до маси борошна; 5 – з клітковиною висівок гречки 7,3%; 6 - з клітковиною висівок гречки 10,9%; з клітковиною висівок гречки 14,6%.

випадку з огляду на формостійкість хліба це є позитивним фактором.

5.8. Визначення впливу цитратів металів на клейковину тіста з фруктозою

Для проведення досліджень тісто готували з доданням цитратів у кількості: кальцію 0,7%, магнію 0,43%, цинку 0,0143%, заліза 0,0057% до маси борошна, що відповідає 50% забезпечення добової потреби в кожній з речовин та їхньої суміші.

Цитрати незначно зменшують кількість відмиваємої з тіста сирої клейковини, зменшують гідратаційну здатність, незначно укріплюють її та зменшують розтяжність (табл.5.7).

Таблиця 5.7 – Кількість та якість клейковини, відмітої з тіста з цитратами

Зразок	Кількість сирої клейковини, %	Кількість сухої клейковини, %	Значення ИДК, од.	Гідратаційна здатність, %	Розтяжність, см
Контроль	25,5	8,1	73,0	196,8	15,4
Цитрат кальцію	25,0	7,9	70,6	194,5	14,8
Цитрат магнію	25,2	8,0	72,0	196,6	15,3
Цитрат цинку	24,9	7,7	68,8	193,8	14,3
Цитрат заліза	24,7	7,5	72,8	195,8	15,1
Суміш цитратів	25,2	7,6	71,6	194,8	14,8

Можна припустити, що це спричинено впливом цитратів на окисно-відновні процеси, що відбуваються у напівфабрикатах та, очевидно, пов'язано з активізацією міжмолекулярних зв'язків білків в присутності цитратів.

5.9. Визначення впливу цитратів металів на пружно-еластичні та в'язко-пластичні властивості тіста з фруктозою

Пружно-еластичні властивості тіста визначали за фаринографом фірми «Брабендер».

Готували зразки з борошна вищого сорту, фруктози та суміші цитратів в кількості, що задовільняють 50% добової потреби її складовими. Контролем був зразок з фруктозою.

Результати аналізу фаринограм наведено в таблиці 5.8.

Як видно з отриманих даних, додавання в тісто цитратів не призводить до зміни його водопоглинальної здатності.

Тривалість утворення тіста незначно збільшилась, стабільність тіста збільшилась на 2 хв, тісто не розріджується, що пояснюється тим, що цитрати діють на ОВП в тісті.

Таблиця 5.8 – Структурно-механічні властивості тіста з сумішшю цитратів за фаринографом

Зразки	Консистенція, од.приладу	Водопоглинальна здатність, см ³ /100г	Тривалість утворення, хв	Еластичність, од.приладу	Стабільність, хв	Розрідження протягом замісу, од.приладу
Контроль	500	49,0	2,5	200	6	55
З доданням суміші цитратів, 1,15% до маси борошна	500	49,0	2,6	210	5	40

Для отримання тіста з хорошими СМВ важливою також є його здатність утримувати вуглекислий газ. Здатність тіста утримувати вуглекислий газ оцінювали за питомим об'ємом тіста.

Можна судити про збільшення питомого об'єму при внесенні в нього цитратів внаслідок покращення еластичності клейковинного каркасу та підвищення газоутворення в тісті (рис. 5.9).

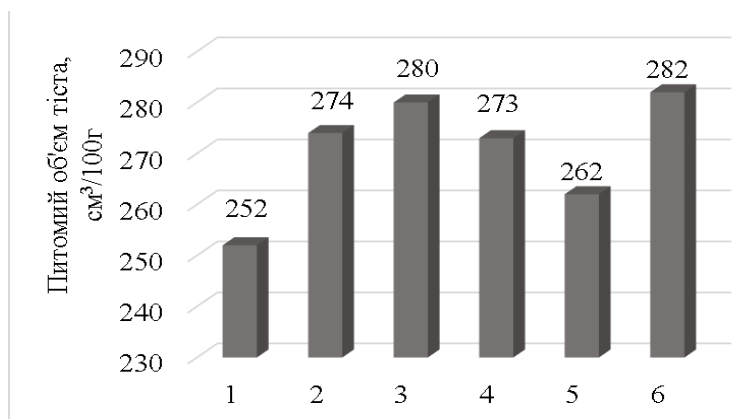


Рисунок 5.9 – Питомий об'єм тіста:

1 – контроль; 2 – з цитратом кальцію; 3 – з цитратом магнію; 4 – з цитратом цинку; 5 – з цитратом заліза; 6 – з сумішшю цитратів.

Оскільки попередніми дослідженнями встановлено значне розрідження тістової системи при доданні фруктози, для повнішої характеристики СМВ тіста з цитратами визначали його в'язко-пластичні характеристики. Зразки готували аналогічно зразкам для визначення питомого

об'єму тіста. Дослідження проводили за визначенням діаметром кульки тіста протягом 3 год бродіння (рис.5.10).

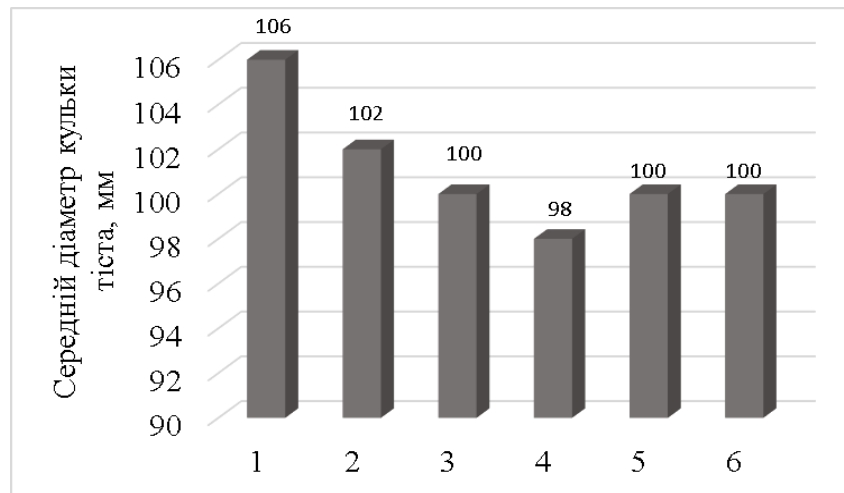


Рисунок 5.10 – Розпливання кульки тіста:

1 – контроль; 2 – з цитратом кальцію; 3 – з цитратом магнію; 4 – з цитратом цинку; 5 – з цитратом заліза; 6 – з сумішшю цитратів.

Встановлено, що додання цитратів підвищує в'язкість тіста, що підтверджується зменшенням діаметра кульки з цими солями в кінці ферментації на 3,7-7,5%, порівняно з контролем, очевидно внаслідок їхнього впливу на окисно-відновні процеси в тісті.

Висновки до розділу 5

1. Встановлено, що за внесення казеїну зменшується вміст сирової клейковини на 7,9 – 17,3%. Це пояснюється тим, що молочні білки не беруть участі у формуванні клейковини, а також утворюють комплекси з білками борошна, які не відмиваються у вигляді клейковини. Клейковина зразка з казеїном менш розгалужена порівняно з контролем за рахунок того, що відмивається частина білків, які знаходяться у вигляді комплексів (в першу чергу гліадин), а глютенін значно укріплює клейковинний каркас.

2. За даними фаринограм водопоглинальна здатність тіста з казеїном підвищується на 4,6-6,7% зі збільшенням його дозування порівняно з контролем, що можна пояснити високою гідратаційною здатністю

складових добавки. Тривалість утворення тіста збільшується на 5,5 хв та 7,5 хв. Стабільність та еластичність зменшуються на 25-31% та 15-18%, а розрідження тістової системи збільшується внаслідок вмісту в казеїні водорозчинних білків, які зумовлюють збільшення вмісту рідкої фази тіста.

3. У тісті з казеїном погіршується формоутримувальна здатність, що можна пояснити збільшенням рідкої фази внаслідок зменшенням вмісту клейковинних білків і зниженням їх гідратаційної здатності.

4. Встановлено зменшення вмісту сирої клейковини при внесенні порошку топінамбуру. Клітковина висівок гречки незначно впливає на її вміст. Клейковинний каркас розгалужений нерівномірно порівняно з контрольним зразком.

5. Згідно даних фаринографа водопоглинальна здатність тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки підвищується на 0,6-2% та 10,6-21,2% відповідно, що є наслідком високої гідратаційної здатності неклейковинних білків та харчових волокон добавок. Тривалість утворення тіста збільшується внаслідок більшої крупності частинок добавки, тому необхідно більше часу для їх набухання та утворення однорідної тістової системи порівняно з контролем. Стабільність та еластичність зменшується, а розрідження у процесі замісу збільшується.

6. Встановлено, що пружність зразків з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки більша на 1,4-22,9% та 27-85%, а розтяжність менша на 53-82% та 22,6-60% відповідно. Це можна пояснити зміною структури біополімерів тіста під впливом компонентів добавок.

7. Доведено, що внесення цитратів металів в тісто не призводить до зменшення вмісту сирої клейковини. Клейковина укріплюється, розтяжність її зменшується, що є наслідком впливу цитратів на ОВП в тісті.

РОЗДІЛ 6.

ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ З ДОСЛІДЖУВАНИМИ ДОБАВКАМИ. РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУР ДІАБЕТИЧНИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЕСЕНЦІАЛЬНИМИ РЕЧОВИНАМИ

Результати попередніх досліджень, викладених в розділах 3, 4 та 5 свідчать, що обрані для збагачення добавки значно відрізняються за хімічним складом та технологічними властивостями від пшеничного борошна вищого сорту, що позначається на перебігу мікробіологічних, біохімічних та колоїдних процесів в тісті, його структурно-механічних властивостях та на якості готових виробів. Залежно від виду добавки в тій чи іншій мірі спостерігається зміна газоутворення, в'язкості тіста, питомого об'єму тощо.

Це спонукає до визначення технологічних заходів та пошуку оптимального дозування кожної добавки, здатної в комплексі покращити органолептичні, фізико-хімічні показники булочних виробів з фруктозою та їхні споживчі властивості.

6.1. Встановлення раціонального способу внесення казеїну, порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки в тісто

У попередніх розділах наведено результати по впливу казеїну, порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки у кількості, що забезпечує 20, 30 і 40% добової потреби у кожному функціональному інгредієнті на перебіг технологічного процесу. Зважаючи на те, що внесення цих добавок у кількості забезпечення 40% добової потреби значною мірою знижує якість готових виробів, а саме їх питомий об'єм, формостійкість та пористість, а при дозуванні у кількості забезпечення 20% вноситься невелика кількість функціонального інгредієнту, для встановлення оптимального способу їх внесення дослідження проводили за додання збагачувачів у кількості, що

забезпечує 30% добової потреби, а саме: казеїн – 10,8%, порошок топінамбуру – 5,3%, клітковина висівок гречки – 10,9% до маси борошна.

Оскільки вироби планувалось збагачувати одночасно джерелами білка та харчових волокон, казеїн, як джерело білка, вносили в комплексі з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки - носіями харчових волокон. До рецептури також входили дріжджова суспензія, розчин солі та фруктози, суміш цитратів в сухому вигляді.

Визначали ефективність внесення всіх збагачувачів у сухому стані під час замішування тіста та в разі застосування казеїну у вигляді суспензії.

Було досліджено такі способи внесення сировини:

1) в сухому вигляді на стадії замішування тіста;
2) у вигляді суспензії казеїну у воді, порошок топінамбуру та клітковину висівок гречки – в сухому вигляді;

3) у вигляді суспензії казеїну з різним гідромодулем, після чого внесення в отриману суспензію порошку топінамбуру або клітковини висівок гречки

Під час проведення досліджень суспензію казеїн-вода готували при гідромодулях: 2; 5; 10. При гідромодулі 2 спостерігався дефіцит води для отримання однорідної суспензії, при гідромодулі 5 суспензія була достатньо однорідна, тому збільшувати гідромодуль необхідності не було. В подальших дослідженнях суспензію казеїну готували за гідромодуля 5. Результати досліджень представлено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Показники технологічного процесу та якості виробів за різних способів внесення сировини

Найменування показників	Характеристика			
	Суспензія казеїну (10,8%) + порошок топінамбуру (5,3%) в сухому вигляді	Суспензія казеїну (10,8%)+клітковина висівок гречки (10,9%) в сухому вигляді	Казеїн (10,8%)+порошок топінамбуру (5,3%) в сухому вигляді	Казеїн (10,8%)+клітковина висівок гречки (10,9%) в сухому вигляді
Тісто				
Вологість, %	42,2±0,5	42,0±0,5	42,1±0,5	41,9±0,5

Продовження таблиці 6.1

Кислотність, град				
-початкова	1,7	1,8	1,7	1,8
-кінцева	2,7	2,9	2,7	2,9
Тривалість бродіння, хв	150			
Тривалість вистоювання, хв	35	36	36	36
Сумарне газоутворення в тісті, см ³ , CO ₂ /100г тіста	1496	1408	1492	1406
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	260±1,0	249±1,0	260±1,0	251±1,0
Формостійкість, Н/D	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1
Пористість, %	74±2,0	72±2,0	74±2,0	72±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1
Зовнішній вигляд:				
форма	Округла, не розпливчата, без притисків			
поверхня	Гладка. Без тріщин та підривів, без забруднення			
колір	Світло-коричневий	Світло-коричневий з вкрапленнями	Світло-коричневий	Світло-коричневий з вкрапленнями
пропеченість м'якушки	Пропечена, еластична, не липка			
стан м'якушки	З вираженими ущільненнями	Зі слідами «мармуровості»	З вираженими ущільненнями	Зі слідами «мармуровості»
пористість м'якушки	Розвинута нерівномірно			
смак	З солодкуватим присмаком	З гречаним присмаком	З солодкуватим присмаком	З гречаним присмаком
запах	З солодкуватим запахом	З гречаним запахом	З солодкуватим запахом	З гречаним запахом

Дослідженнями встановлено незначні відмінності фізико-хімічних показників якості готових виробів при внесенні сировини в сухому вигляді та при приготуванні суспензії казеїну у воді, порошок топінамбуру та клітковину висівок гречки – в сухому вигляді. Проте внесення джерел ХВ в сухому вигляді спричиняло неоднорідність структури м'якушки.

За внесення усіх добавок в сухому вигляді в тісто та за приготування суспензії казеїн-вода з гідромодулем 5, та доданні порошку топінамбуру або клітковини висівок гречки в сухому вигляді встановлено, що у м'якушці виробів були виражені ущільнення та сліди «мармуровості». Це очевидно

пов'язано з надмірно крупними частинками порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки, які недостатньо набухають в процесі замісу та бродіння тіста.

Було досліджено спосіб внесення сировини, за якого готували суспензію казеїну, після чого в неї вносили порошок топінамбуру та клітковину висівок гречки, а також спосіб, за якого готували суспензію казеїну, в яку в подальшому вносили порошок топінамбуру та клітковину висівок гречки і залишали на 15 хв для гідратації.

Таблиця 6.2 – Показники технологічного процесу та якості виробів із замочуванням сировини та без замочування

Показники	Суспензія казеїну+порошок топінамбуру без гідратування	Суспензія казеїну+порошок топінамбуру з гідратуванням 15 хв	Суспензія казеїну+клітковина висівок гречки без гідратування	Суспензія казеїну+клітковина висівок гречки з гідратуванням 15 хв
Тісто				
Вологість, %	42,1±0,5	42,2±0,5	42,0±0,5	42,0±0,5
Кислотність, град				
-початкова	1,7	1,7	1,8	1,8
-кінцева	2,7	2,7	2,9	2,9
Тривалість бродіння, хв	150	150	150	150
Тривалість вистоювання, хв	35	37	36	42
Сумарне газоутворення в тісті, см ³ , CO ₂ /100г тіста	1496	1464	1408	1392
Розпливання кульки, мм	100	104	98	100
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	260±1,0	258±1,0	249±1,0	247±1,0
Формостійкість, Н/D	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1
Пористість, %	74±2,0	73±2,0	72±2,0	72±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1

Встановлено (табл. 6.2), що кращі показники якості мали зразки хліба без гідратації сировини. При внесенні в тісто гідратованої сировини, дещо

зменшувався питомий об'єм хліба та збільшувалось розпливання тіста. Це може бути пояснене тим, що у разі замочування компонентів їх водорозчинні харчові волокна набухають під час гідратації і в тісті зменшується кількість води для набухання білків. Це призводить до збільшення рідкої фази в тісті і зумовлює погіршення його консистенції. У разі відсутності операції замочування вода, яка внесена в тісто, зв'язується білками борошна та іншими складовими добавок одночасно і тісто має більш стабільну консистенцію. Тому з огляду на отримані результати гідратувати досліджувану сировину недоцільно.

На основі проведених досліджень обрано дві композиції: суспензія казеїну з внесенням в неї порошку топінамбуру та суспензія казеїну з внесенням в неї клітковини висівок гречки.

6.2. Вплив внесення жиру в тісто з досліджуваними добавками на технологічний процес і якість виробів

У свій час у рецептурі булочних виробів передбачався в основному вміст маргарину, рідше олії. На сьогодні все частіше перевага надається оліям, оскільки олії поряд зі збагаченням виробів ПНЖК, покращують структурно-механічні властивості тіста [226].

Діючими рецептурами передбачено вносити в тісто для булочних виробів 2-3% олії. Під час проведення досліджень в тісто з фруктозою, сумішшю цитратів, казеїном (10,8%) та порошком топінамбуру (5,3%), а також в тісто з казеїном (10,8%), сумішшю цитратів та клітковиною висівок гречки (10,9%) вносили 2 % до маси борошна олії гірчичної, соєвої та кукурудзяної.

Олії обирали виходячи з їх властивостей. Основною перевагою кукурудзяної олії, порівняно з соєвою та гірчичною, є наявність високого вмісту вітаміну Е, що є сильним антиоксидантом, який сприяє захисту організму від передчасного старіння. Регулярне вживання продуктів з цим

вітаміном покращує обмінні процеси в організмі, які порушені у осіб, хворих на діабет [227]. До складу гірчичної олії входить велика кількість вітамінів (А, Е). Також присутній вітамін D, який бере участь в обміні кальцію і фосфору, що актуально з огляду на наявність в рецептурі розроблених виробів цитрату кальцію, а також містяться жирні кислоти, серед яких до 31,5% омега-3 і омега-6. Ці кислоти утворюють з холестерином розчинні сполуки. Це запобігає відкладанню його на стінках судин [228]. У кукурудзяній олії міститься близько 80% ненасичених жирних кислот, що належать до речовин, які регулюють обмін холестерину. За даними іноземних вчених [229-230] вживання соєвої олії сприяє зниженню рівня холестерину і зниженню ризику захворювань серця. Соева та гірчична олії відрізняються від інших олій тривалим терміном зберігання без зміни якості, при цьому вони не втрачають своїх смакових властивостей. Особлива увага приділяється користі гірчичної олії для людей, які страждають на цукровий діабет. Вона сприяє зниженню рівня глюкози в крові і поліпшує стан судин, тому вважається хорошим засобом для профілактики ускладнень захворювання [231].

Контролем при проведенні дослідів були зразки без олій.

Пробним випіканням встановлено (табл.6.3), що додавання олій покращує формуотримувальну здатність тіста, зменшує його розпливання в середньому на 3%. М'якушка хліба з оліями більш еластична за рахунок того, що олія в рецептурі виробів адсорбується на клейковинній структурі, зумовлюючи її агрегацію. При цьому утворюються комплекси жирних кислот олій з білками і крохмалем. В подальшому на основі органолептичної оцінки було обрано кукурудзяну олію, так як хліб з гірчичною та соєвою оліями має різкий присмак.

Таблиця 6.3 – Показники технологічного процесу і якості хліба з оліями

Показники	Контроль		казеїн+порошок топінамбуру + олія			казеїн+клітковина висівок гречки+олія		
	казеїн+порошок топінамбуру	казеїн+клітковина висівок гречки	соєва	гірчична	кукурудзяна	соєва	гірчична	кукурудзяна
Тісто								
Вологість, %	42,1	42,0	42,1	42,1	42,2	42,0	42,1	41,9
Кислотність, град								
-початкова	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
-кінцева	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9
Тривалість бродіння, хв	150	150	150	150	150	150	150	150
Тривалість вистоювання, хв	35	36	33	33	33	34	34	34
Розпливання кульки, мм	100	98	98	98	98	95	97	95
Хліб								
Питомий об'єм, см ³ /100 г	260±1,0	249±1,0	265±1,0	262±1,0	265±1,0	253±1,0	251±1,0	253±1,0
Формостійкість, Н/D	0,40 ±0,1	0,40 ±0,1	0,41 ±0,1	0,42 ±0,1	0,41 ±0,1	0,41 ±0,1	0,42 ±0,1	0,41 ±0,1
Пористість, %	74±2,0	73±2,0	75±2,0	74±2,0	75±2,0	73±2,0	73±2,0	73±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1
Характеристика м'якушки	Еластична	Еластична	Еластична, пружна			Еластична, пружна		
Смак і аромат	Властивий виробу		З соєвим присмаком	З гірчичним присмаком	Властивий виробу	З соєвим присмаком	З гірчичним присмаком	Властивий виробу

6.3. Дослідження впливу способу приготування тіста на технологічний процес і якість хліба з добавками

У технології хліба тісто для булочних виробів здебільшого готують опарним або безопарним способом, а також на диспергованій фазі. Перевагою опарного способу є гнучкість, хліб кращий на смак і аромат, довше зберігає свіжість. Недоліком є тривалий технологічний процес (4,5 – 5 год) значні затрати сухих речовин на бродіння.

За безопарного способу тривалість технологічного процесу менша, ніж за опарного, менші затрати сухих речовин на бродіння, але якість виробів дещо нижча за станом м'якушки, смаковими якостями.

За приготування тіста на диспергованій фазі підвищується газоутворювальна здатність тіста під дією цукру та жиру, застосовується інтенсивна механічна обробка.

Для вибору способу приготування тіста основним критерієм має бути забезпечення високих показників якості готових виробів.

Під час проведення досліджень тісто готували безопарним, опарним способом з внесенням суспензії казеїну з порошком топінамбуру та казеїну з клітковиною висівок гречки у кількості, що забезпечує 30% добової потреби в білках і ХВ за рахунок вживання добової норми хліба, а саме: казеїн – 10,8%, порошок топінамбуру – 5,3%, клітковина висівок гречки – 10,9% до маси борошна в опару або в тісто та на диспергованій фазі.

Опару готували вологістю 48 % з 50 % всього борошна. В опару вносили 3 % пресованих дріжджів, тривалість бродіння її була 3,0 год при 28 – 30 °С. Тісто замішували масовою часткою вологи 42 % протягом 12 хв, тривалість бродіння тіста на опарі була 90 хв. Дисперговану фазу готували вологістю 60% з 30% борошна з внесенням 3% дріжджів, фруктози, олії та суспензії казеїну з порошком топінамбуру або клітковиною висівок гречки залежно від рецептури. Замішували протягом 5 хв, тривалість бродіння – 30 хв. Тісто на диспергованій фазі замішували 15 хв, тривалість бродіння становила 60 хв. За безопарного способу тривалість замішування становила 15 хв, тривалість бродіння – 150 хв.

Як показали результати досліджень (табл. 6.4) кращі показники якості виробів були за опарного способу з додаванням добавок в тісто.

За цього способу питомий об'єм хліба більшим порівняно з іншими способами, краща пористість та стан м'якушки. Це можна пояснити тим, що при додаванні добавок з високим вмістом харчових волокон в опару чи

дисперговану фазу, погіршуються СМВ тіста внаслідок того, що розчинні харчові волокна довше контактують зі складовими борошна.

Таблиця 6.4 – Вплив способу приготування тіста і стадії внесення добавок

Показники	Зразки з суспензією казеїн+порошок топінамбуру				Зразки з суспензією казеїн+клітковина висівок гречки			
	Опарний, суспензію внесено в		Безопарний	На диспергованій фазі	Опарний, суспензію внесено в		Безопарний	На диспергованій фазі
	опару	тісто			опару	тісто		
Опара / диспергована фаза								
Вологість, %	48,0 ±0,5	48,0 ±0,5	-	60,0 ±0,5	48,0 ±0,5	48,0 ±0,5	-	60,0 ±0,5
Кислотність кінцева, град	3,1 ±0,1	3,2 ±0,1	-	2,9 ±0,1	3,2 ±0,1	3,2 ±0,1	-	2,9 ±0,1
Тривалість бродіння, хв	180	180	-	30	180	180	-	30
Тісто								
Вологість, %	42,2 ±0,5	42,0 ±0,5	42,1 ±0,5	42,2 ±0,5	42,2 ±0,5	42,0 ±0,5	42,1 ±0,5	42,0 ±0,5
Кислотність кінцева, град	2,9±0,1	2,9±0,1	2,8±0,1	2,8±0,1	2,9±0,1	2,9±0,1	2,9±0,1	2,9±0,1
Тривалість бродіння, хв	90	90	150	60	90	90	150	60
Тривалість вистоювання, хв	32	32	34	34	33	33	35	35
Хліб								
Питомий об'єм, см ³ /100 г	268±1,0	273±1,0	265±1,0	266±1,0	260±1,0	265±1,0	253±1,0	255±1,0
Формостійкість, Н/D	0,42 ±0,1	0,42 ±0,1	0,41 ±0,1	0,41 ±0,1	0,41 ±0,1	0,41 ±0,1	0,40 ±0,1	0,40 ±0,1
Пористість, %	74±2,0	74±2,0	73±2,0	73±2,0	72±2,0	73±2,0	70±2,0	70±2,0
Кислотність кінцева, град	2,2±0,1	2,2±0,1	2,0±0,1	2,1±0,1	2,2±0,1	2,2±0,1	2,1±0,1	2,1±0,1
Характеристика м'якушки	Еластична				Еластична			

При порівнянні безопарного способу та способу приготування тіста на диспергованій фазі, показники якості виробів практично однакові, при цьому тривалість технологічного процесу менша, ніж за опарного. За усіх досліджених способів якість готових виробів задовільна. Зважаючи на отримані результати, доцільно застосовувати безопарний спосіб приготування виробів.

6.4. Визначення оптимальної кількості рецептурних компонентів тіста з фруктозою та параметрів його приготування

Для вирішення питання встановлення оптимального дозування рецептурних компонентів у поєднанні з оптимальними технологічними параметрами застосовують підходи математичного моделювання. Для знаходження найкращих, оптимальних значень цільової функції передусім необхідно побудувати її математичну модель.

Використовували метод математичного планування багатофакторного експерименту, який ставили за D-оптимальним планом для поліномів другого ступеня [232].

За результатами попередніх досліджень встановлено, що найбільш суттєвими факторами впливу на якість виробів з порошком топінамбуру є кількість порошку топінамбуру (X_1) кількість казеїну (X_2) та тривалість бродіння тіста (X_3). Для виробу з клітковиною висівок гречки найбільш суттєвими факторами впливу на якість виробів є кількість клітковини висівок гречки (X_1), кількість казеїну (X_2) та тривалість замішування тіста (X_3). Y – критерій оптимальності – питомий об'єм готових виробів, $\text{см}^3/100\text{г}$.

Рівні факторів та інтервали їх варіювання наведено у табл. 6.5 і 6.6.

Таблиця 6.5 – Діапазони факторного простору для виробу з порошком топінамбуру

Показник	Кількість порошку топінамбуру, % (X_1)	Кількість казеїну, % (X_2)	Тривалість бродіння тіста, хв (X_3)
верхній рівень	7,0	14,4	210
нижній рівень	3,5	7,2	90
Орівень	5,3	10,8	150
інтервал варіювання	1,75	3,6	60

Таблиця 6.6 – Діапазони факторного простору для виробу з клітковиною висівок гречки

Показник	Кількість клітковини висівок гречки, % (X_1)	Кількість казеїну, % (X_2)	Тривалість замішування тіста, хв (X_3)
верхній рівень	14,6	14,4	15
нижній рівень	7,3	7,2	8
Орівень	10,95	10,8	11,5
інтервал варіювання	3,65	3,6	3,5

Матриця планування експерименту і результати проведених досліджень представлені в табл. 6.7 та 6.8.

Таблиця 6.7 – Матриця планування експерименту та результати визначення питомого об'єму виробу з порошком топінамбуру

№	Рівень фактору в кодованому вигляді			Рівень фактору в натуральному вигляді			Вихідна змінна	
	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3	$Y_{\text{сер.експ}}$	$\hat{Y}_{\text{розрах}}$
1	-1	-1	-1	3,5	7,2	90	357	363
2	-1	1	-1	3,5	14,4	90	225	313
3	1	-1	-1	7,0	7,2	90	313	304
4	1	1	-1	7,0	14,4	90	242	254
5	-1	-1	1	3,5	7,2	210	346	336
6	-1	1	1	3,5	14,4	210	274	287
7	1	-1	1	7,0	7,2	210	267	277
8	1	1	1	7,0	14,4	210	243	227

Таблиця 6.8 – Матриця планування експерименту та результати визначення питомого об'єму виробу з клітковиною висівок гречки

№	Рівень фактору в кодованому вигляді			Рівень фактору в натуральному вигляді			Вихідна змінна	
	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3	$Y_{\text{сер.експ}}$	$\hat{Y}_{\text{розрах}}$
1	-1	-1	-1	7,3	7,2	8	278	275
2	-1	1	-1	7,3	14,4	8	262	262
3	1	-1	-1	14,6	7,2	8	258	257
4	1	1	-1	14,6	14,4	8	243	244
5	-1	-1	1	7,3	7,2	15	317	323
6	-1	1	1	7,3	14,4	15	315	310
7	1	-1	1	14,6	7,2	15	309	305
8	1	1	1	14,6	14,4	15	291	292

Перевіряли адекватність моделей за критерієм Фішера. Встановлено, що одержані математичні моделі адекватно описують досліджуваний процес, отже їх можна застосовувати для вибору оптимальних дозувань та параметрів ведення процесу. Модель має вигляд:

для виробу з порошком топінамбуру:

$$Y = 295,81 - 29,56 * X_1 - 24,93 * X_2 - 13,43 * X_3 \text{ в кодованому вигляді}$$

$$Y = 489,1 - 16,9 * G_1 - 6,96 * G_2 - 0,2 * G_3 \text{ в натуральному вигляді}$$

Модель адекватна. Критерій Фішера розрахунковий – 1,6576. Критерій Фішера табличний – 2,9. Після побудови програми «крутого сходження» оптимальне значення питомого об'єму встановлено при кількості порошку топінамбуру (X_1) = 4,0%, кількості казеїну (X_2) = 9,0% та тривалості бродіння тіста (X_3) = 150хв.

для виробу з клітковиною висівок гречки:

$$Y = 283,87 - 9 * X_1 - 6,5 * X_2 + 23,87 * X_3 \text{ в кодованому вигляді}$$

$$Y = 252,49 - 2,56 * G_1 - 1,8 * G_2 + 6,8 * G_3 \text{ в натуральному вигляді}$$

Модель адекватна. Критерій Фішера розрахунковий – 2,8129. Критерій Фішера табличний – 2,9. Після побудови програми «крутого сходження» оптимальне значення питомого об'єму досягається при кількості клітковини висівок гречки (X_1) = 8,0%, кількості казеїну (X_2) = 8,0% та тривалості замішування тіста (X_3) = 12хв.

6.5. Перебіг основних процесів у тісті з урахуванням даних оптимізації

З метою визначення сумісного впливу рецептурних компонентів та оптимальних параметрів за даними оптимізації на технологічний процес виготовлення виробів досліджували вплив цих заходів на перебіг мікробіологічних і біохімічних процесів та якість готових виробів.

Під час проведення дослідів готували тісто з пшеничного борошна, в яке дозували фруктозу, олію кукурудзяну, суміш цитратів металів, казеїн та

порошок топіамбуру або клітковину висівок гречки. Контролем був зразок тіста з фруктозою.

6.5.1. Вплив компонентів рецептури на в'язкість суспензій на амілографі

Важливою характеристикою хлібобулочного виробу є стан м'якушки. Його можна прогнозувати, зважаючи на здатність крохмалю зв'язувати воду. Так, як до рецептури виробів входять різні за своїми властивостями компоненти, досліджували їхній вплив на процес клейстеризації крохмалю. Дослідження проводили на амілографі фірми «Брабендер».

Зразки готували, виходячи з оптимального дозування рецептурних компонентів: борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (9%), порошку топіамбуру (4%) (зразок 1) та борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (8%), клітковини висівок гречки (8%) (зразок 2). Контролем був зразок з фруктозою без додаткових компонентів.

Результати наведено в таблиці 6.9 та на рис.6.1.

Таблиця 6.9 – Показники амілограм суспензій

Водно-борошняні суспензії	Час до початку клейстеризації крохмалю, хв	Температура початку клейстеризації крохмалю, °C	Максимальна в'язкість системи, од.приладу
Контроль	6	47,5	575
Зразок 1	6,8	47,5	605
Зразок 2	6,8	47,5	525

Аналіз наведених амілограм та амілограм, представлених в розділі 4, дає змогу судити про більший вплив порошку топіамбуру та клітковини висівок гречки на стан водно-борошняної суспензії, ніж інших компонентів рецептури.

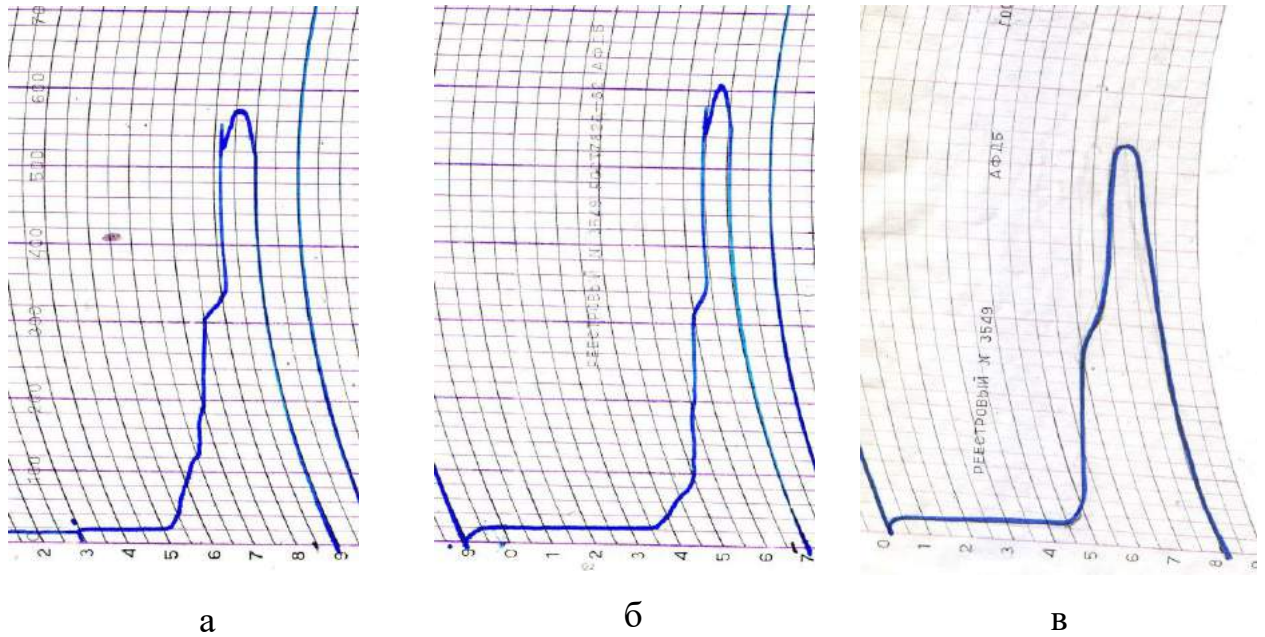


Рисунок 6.1 – Амілограми зразків водно-борошняної суспензії:

а) контроль; б) Зразок 1; в) Зразок 2

Це пояснюється тим, що при внесенні порошку топінамбуру відбуваються процеси набухання нерозчинних та розчинних харчових волокон, тому максимальна в'язкість системи зразка 1 з його вмістом більша на 5%, ніж в контролі, при цьому вона досягається за дещо вищої температури. У випадку внесення клітковини висівок гречки (зразок 2), порівнюючи з контрольним зразком, потрібен однаковий час для набуття системами в'язких властивостей. Проте максимальна в'язкість менша на 8,6%, очевидно за рахунок наявності значної кількості рідкої фази.

В обох випадках в'язких властивостей системи набувають дещо пізніше за контроль. Це очевидно пов'язано з наявністю у зразках цитратів металів, які за рахунок деяких конформаційних порушень та утворення у молекулі амілози поперечних зв'язків сприяють стійкості до нагрівання. При цьому за результатами пробних випікань якість м'якушки не погіршується.

6.5.2. Дослідження динаміки цукрів у тісті

Під час дозрівання тіста важливим є інтенсивність бродіння тіста, яка в значній мірі забезпечується цукроутворювальною здатністю. Вміст цукру в

тісті залежить від співвідношення між інтенсивністю накопичення мальтози в тісті внаслідок ферментативного гідролізу крохмалю та інтенсивністю збродження її мікроорганізмами. Глибину цих процесів характеризували кінетикою накопичення і збродження цукрів.

Зразки готували, виходячи з оптимального дозування рецептурних компонентів: борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (9%), порошку топінамбуру (4%) (зразок 1) та борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (8%), клітковини висівок гречки (8%) (зразок 2). Контролем був зразок з фруктозою без додаткових компонентів.

В присутності сумішей рецептурних компонентів процес амілолізу проходить більш інтенсивно, ніж в контролі, про що свідчить накопичення більшої кількості цукрів в процесі бродіння. Очевидно це є наслідком активізації ферментативних процесів в присутності цитратів. Через 3 год після замішування тіста з добавками збродилось цукрів на 13,8% та 3,0% відповідно більше ніж у контролі (табл.6.10) внаслідок покращення складу живильного середовища для дріжджових клітин та підвищення їх бродильної активності в присутності добавки.

Таблиця 6.10 – Накопчення та збродження цукрів у процесі бродіння тіста, % на сухі речовини

Показники	Зразок з фруктозою (контроль)	Зразок 1	Зразок 2
Бездріжджове тісто			
Після замішування	7,3	8,3	8,8
Через 3 год бродіння	9,4	11,8	10,9
Утворилось цукрів	2,1	3,5	2,1
Дріжджове тісто			
Після замішування	7,6	8,4	8,9
Через 3 год бродіння	6,3	8,0	7,7
Зброджено цукрів	3,4	3,9	3,3

6.5.3. Дослідження динаміки титрованої й активної кислотності в тісті

Під час бродіння тіста накопичуються кислореагуючі речовини, які спричиняють збільшення кислотності на 0,1 та 0,3 град (рис.6.2), що зумовлено більшою кислотністю доданих інгредієнтів. Інтенсифікацію кислотонакопичення можна пояснити покращенням живлення молочнокислих бактерій за рахунок складових добавок.

За час бродіння зменшився показник рН тіста (рис.6.3), що корелює зі збільшенням титрованої кислотності.

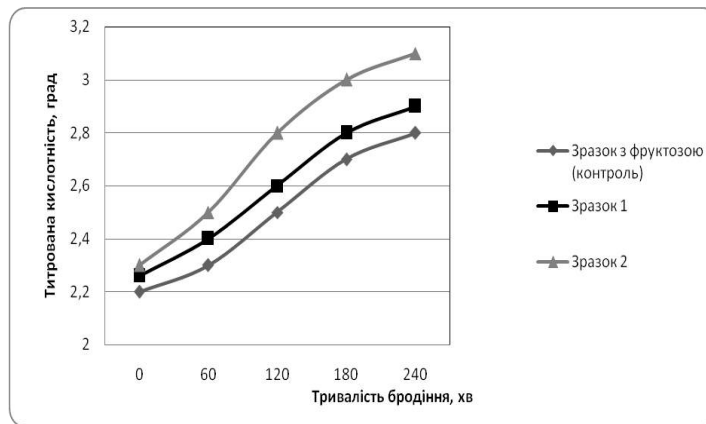


Рисунок 6.2 – Титрована кислотність

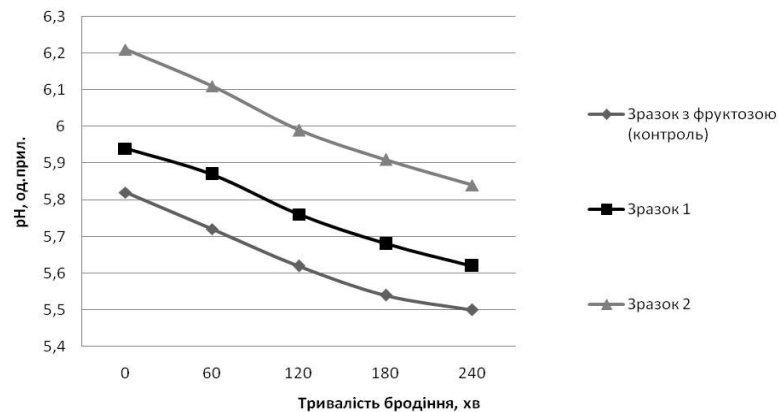


Рисунок 6.3 – Активна кислотність

6.5.4. Дослідження вмісту летких органічних кислот в тісті і хлібі

Поряд із визначенням загальної кислотності досліджували вміст летких кислот в тісті і готових виробих.

Зразки готували, виходячи з оптимального дозування рецептурних компонентів: борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (9%), порошку топінамбуру (4%) (зразок 1) та борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (8%), клітковини висівок гречки (8%) (зразок 2). Контролем був зразок з фруктозою без додаткових компонентів.

Встановлено (табл.6.11), що внесені добавки впливають на підвищення продукування летких кислот бактеріальною мікрофлорою тіста, а саме: у зразку 1 з сумішшю казеїну та порошку топінамбуру – на 15%, у зразку 2 з сумішшю казеїну та клітковини висівок гречки – на 23,3%. Очевидно в середовищі з добавками активується діяльність гетероферментативних бактерій. В готових виробах кількість летких кислот зменшилась, порівняно з їх вмістом у тісті, що пояснюється їх звітрюванням під дією температури в процесі випікання.

Таблиця 6.11 – Вміст летких кислот в тісті та хлібі

Показник	Зразок з фруктозою (контроль)	Зразок 1	Зразок 2
Тісто			
Титрована кислотність вибродженого тіста, град	2,8±0,1	2,9±0,1	3,1±0,1
Вміст летких кислот, %	18,5±0,5	21,2±0,5	22,8±0,5
Хліб			
Титрована кислотність хліба, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,2±0,1
Вміст летких кислот, %	15,8±0,5	18,1±0,5	19,7±0,5

6.5.5. Дослідження фракційного складу білків тіста

Попередніми дослідженнями встановлено значні зміни у складі білкових речовин тіста, адже до рецептур виробів вносили компоненти з високим вмістом білка, склад якого відрізняється від складу білків борошна. В процесі бродіння під дією протеолітичних ферментів відбувається дезагрегація молекул білка, гідроліз поліпептидних ланцюгів. А від складу фракцій білка залежать реологічні властивості тіста. Встановлено (табл.6.12), що вміст загального азоту у зразках з добавками більший на 11,5% та 38%, ніж в контролі за рахунок білка, внесеного з додатковими інгредієнтами. Деяка кількість азоту клейковини в процесі бродіння переходить до водорозчинної та проміжної фракції. Встановлено збільшення кількості водорозчинного азоту у зразках з добавками внаслідок протеолізу в тісті: у зразку 1 на 4,8% після замішування та 4,5 після ферментації, у зразку 2 - на 36% та 31% відповідно. Вміст проміжної фракції також збільшується внаслідок зниження рН тіста у разі застосування добавок та ферментативного гідролізу білків. Поряд з цим накопичується небілковий азот. Збільшення вмісту водорозчинної фракції зумовлює покращення живлення мікроорганізмів, адже в неї переходять поживні речовини, які містяться в добавках, зокрема водорозчинні білки та харчові волокна.

Таблиця 6.12 – Фракційний склад білкових речовин тіста, мг/100 г сухих речовин

Зразок	Вміст азоту за фракціями, % до сухих речовин тіста					
	загальний	азот клейковини	водорозчинна фракція	проміжна фракція	небілковий азот	азот вільних амінокислот
Зразок з фруктозою (контроль)						
Після замішування	2,20±0,1	1,53±0,01	0,41±0,01	0,26±0,01	0,07±0,01	0,01±0,01
Після ферментації		1,39±0,01	0,44±0,01	0,37±0,01	0,08±0,01	0,014±0,01

Продовження таблиці 6.12

Зразок 1						
Після замішування	4,16±0,1	3,1±0,01	0,43±0,01	0,63±0,01	0,1±0,01	0,05±0,01
Після ферментації		2,88±0,01	0,46±0,01	0,82±0,01	0,13±0,01	0,059±0,01
Зразок 2						
Після замішування	5,15±0,1	3,95±0,01	0,56±0,01	0,74±0,01	0,18±0,01	0,05±0,01
Після ферментації		3,87±0,01	0,58±0,01	0,80±0,01	0,22±0,01	0,062±0,01

Як відомо, білки проміжної фракції здатні рівномірно розподілятися в масі тіста, надаючи йому більшої пружності та поліпшуючи еластичні властивості. Це дає змогу прогнозувати покращення об'єму і пористості виробів.

6.5.6. Дослідження пружно-еластичних властивостей тіста з добавками

Визначення проводили на фаринографі фірми «Брабендер».

Зразки готували, виходячи з оптимального дозування рецептурних компонентів: борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (9%), порошку топінамбуру (4%) (зразок 1) та борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (8%), клітковини висівок гречки (8%) (зразок 2). Контролем був зразок з фруктозою без додаткових компонентів.

Результати аналізу фаринограм наведено в таблиці 6.13.

Водопоглинальна здатність тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки підвищилась на 3% та 17% порівняно з контролем, що можна пояснити високою гідратаційною здатністю неклеяковинних білків казеїну, порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки та безпосередньо клітковини.

Таблиця 6.13 – Структурно-механічні властивості тіста за фаринографом

Рецептурні композиції	Консистенція, од.приладу	Водопоглинальна здатність, см ³ /100г	Тривалість утворення, хв	Еластичність, од.приладу	Стабільність, хв	Розрідження протягом замісу, од.приладу
Зразок з фруктозою (контроль)	500	49,0	2,5	190	8	40
Зразок 1	500	50,2	10,0	180	5,0	40
Зразок 2	500	57,2	14,5	100	5,0	90

Тривалість утворення тіста збільшилась внаслідок того, що добавки мають крупніші частинки, ніж борошно, тому необхідно більше часу для їх набухання та утворення однорідної тістової системи.

Стабільність тіста зменшується зі збільшенням дозування порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки в 1,6 рази, еластичність – на 5% та 47%. У зразку 1 це пояснюється зменшенням гідратаційної здатності клейковини при внесенні порошку топінамбуру, а у зразку 2 – втіленням клітковини в клейковинний каркас при внесенні клітковини висівок гречки.

Спостерігається збільшення розрідження тістової системи за рахунок зростання вмісту рідкої фази в тісті, переходу водорозчинних білків та водорозчинних харчових волокон добавок в розчин.

Отримані дані мають бути використані при розробленні технологічних параметрів приготування тіста.

6.6. Дослідження в'язко-пластичних властивостей тіста з добавками

Досліджували в'язко-пластичні властивості тістової системи з рецептурними компонентами за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест – 2». Визначали залежність швидкості деформації системи від

діючої напруги зсуву. Метод ґрунтується на вимірюванні в'язкості напівфабрикату, розміщеного між двома поверхнями.

Під час проведення досліджень готували модельні зразки масовою часткою вологи 65 %: зразок 1 (Sample 1) – борошно вищого сорту, фруктоза (5%), суміш цитратів (1,15%), казеїн (9%), порошок топінамбуру (4%); зразок 2 (Sample 2) – борошно вищого сорту, фруктоза (5%), суміш цитратів (1,15%), казеїн (8%), клітковина висівок гречки (8%). Контролем (Control) був зразок з фруктозою без додаткових компонентів.

Визначення проводили через 20 хв після замісу та 120 хв ферментації тістової системи. У роботі використовували циліндри S3, у режимі роботи A1.

За результатами досліджень будували криві зміни ефективної в'язкості від величини напруги зсуву (рис.6.4).

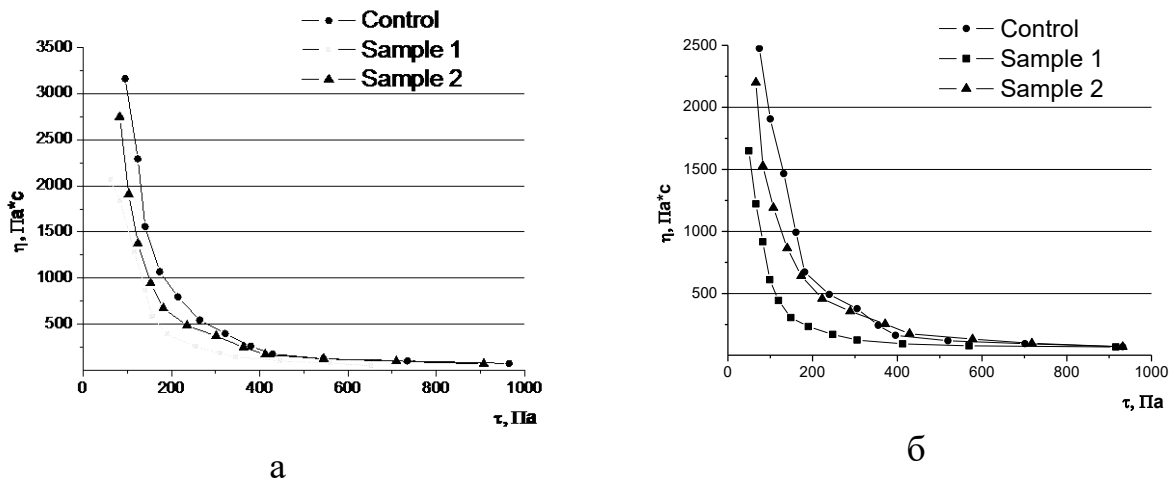


Рисунок 6.4 – Реологічні криві в'язкості:

а – через 20 хв ферментації; б – через 2 год ферментації

Встановлено, що внесення додаткових компонентів приводить до зниження в'язкості та міцності системи. Так, в'язкість сумішей через 20 хв після замішування була на 34% (зразок 1) та 13% (зразок 2) меншою, порівняно з контрольним зразком. Зменшилась і напруга зсуву, необхідна для руйнування системи.

Через 2 год ферментації внаслідок ферментативного гідролізу в усіх зразках спостерігалось зниження в'язкості: у контрольному зразку на 22%, в меншій мірі в зразках із добавками – на 20%. Напруга зсуву, необхідна для руйнування систем, практично однакова і знаходиться в межах 915 – 940 Па.

Це можна пояснити наявністю в добавках, зокрема казеїні, порошку топінамбуру та клітковині висівок гречки, великої кількості водорозчинних білків та водорозчинних харчових волокон, які переходять в розчин під час бродіння, тим самим збільшуючи кількість рідкої фази та розріджуючи тістову систему.

Також будували криві зміни швидкості зсуву від напруги зсуву (рис.6.5).

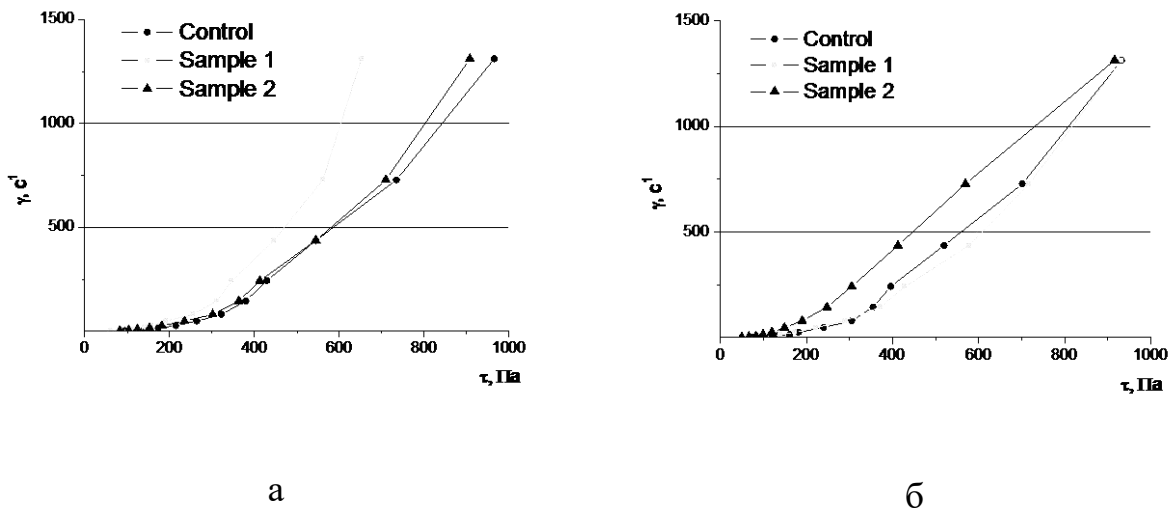


Рисунок 6.5 – Реологічні криві течії:

а – через 20 хв ферментації; б – через 2 год ферментації

Аналіз кривих течії дозволяє судити про міцність структурних зв'язків у системах. За відповідною константою встановлено, що відношення показника характеру утвореної системи до умовного динамічного порогу текучості для контрольного зразка становить 0,5, для зразків 1 і 2 відповідно 0,43 та 0,47. Тобто зв'язки в структурі тістової системи контролю міцніші, ніж у дослідних зразках очевидно внаслідок характеру утворення комплексів складових добавок зі складовими борошна.

6.7. Розроблення рецептур хлібобулочних виробів з досліджуваними добавками

Теоретичний аналіз та експериментальні дослідження показали, що для забезпечення належної якості хліба з фруктозою та одночасно збагачення його функціональними інгредієнтами доцільно додавати казеїн як білковий збагачувач у кількості 8-9% до маси борошна, порошок топінамбуру як джерело інуліну, клітковину висівок гречки для збагачення харчовими волокнами та органічні солі металів, а саме цитрати.

Для поліпшення споживчих властивостей хліба ефективно вносити 2% кукурудзяної олії

За результатами досліджень розроблено рецептури та технологічні інструкції на булочні вироби «Солодкий каприз» та «Гречинка» (табл. 6.14).

Обидві рецептури містять у своєму складі казеїн, суміш цитратів та олію кукурудзяну в установленій оптимальній кількості. В рецептуру на булочку «Солодкий каприз» внесено порошок топінамбуру, на булочку «Гречинка» – клітковину висівок гречки.

Таблиця 6.14 – Розроблені рецептури виробів (сировина у % до маси борошна)

Сировина	Булочні вироби	
	«Солодкий каприз»	«Гречинка»
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	3,0
Сіль кухонна	1,5	1,5
Фруктоза	5,0	5,0
Олія кукурудзяна	2,0	2,0
Казеїн	9,0	8,0
Порошок топінамбуру	4,0	-
Клітковина висівок гречки	-	8,0
Суміш цитратів металів	1,15	1,15

За розробленими рецептурами тісто готували безопарним способом, вологістю 42,0 %, замішували 10 хв при виготовленні булочки «Солодкий каприз» та 12 хв при виготовленні булочки «Гречинка». Перед внесенням в

тісто готували суспензію казеїну, в яку вносили порошок топінамбуру або клітковину висівок гречки. Суміш цитратів додавали в сухому вигляді.

Шляхом пробного лабораторного випікання визначено показники якості виробів, виготовлених за цими рецептурами (табл. 6.15).

Зразки, виготовлені за розробленими рецептурами, порівняно з контрольним зразком (з фруктозою без додаткових компонентів) мали краще забарвлену скоринку, більший об'єм («Солодкий каприз» на 10%, «Гречинка» – на 3%), розвиненішу пористість на 3%, кращу формостійкість. М'якушка була більш еластична, з клітковиною висівок гречки мала світло-коричневе забарвлення, присмний гречаний присмак.

Таблиця 6.15 – Показники технологічного процесу та якості виробів, виготовлених за розробленими рецептурами

Показники	контроль	«Солодкий каприз»	«Гречинка»
Тісто			
Вологість, %	42,1±0,5	42,0±0,5	42,1±0,5
Кислотність, град			
-початкова	1,8	1,8	1,9
-кінцева	2,8	2,9	3,1
Тривалість бродіння, хв	150	150	150
Тривалість вистоювання, хв	34	32	32
Сумарне газоутворення в тісті, см ³ , CO ₂ /100г тіста	1192	1532	1508
Питомий об'єм, см ³ /100г	252	276	264
Розпливання кульки, мм	106	102	98
Хліб			
Питомий об'єм, см ³ /100 г	317±1,0	348±1,0	322±1,0
Формостійкість, Н/D	0,41±0,1	0,43±0,1	0,42±0,1
Пористість, %	76±2,0	78±2,0	78±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,2±0,1
Стан поверхні	гладка, без тріщин	гладка, без тріщин	гладка, без тріщин
Колір м'якушки	білий	Світло-коричневий	Світло-коричневий
Стан м'якушки	Еластична	Більш еластична, ніж в контролі	Більш еластична, ніж в контролі
Колір скоринки	світло-жовтий	Світло-коричневий	Світло-коричневий
Структура пористості	рівномірна, дрібна, тонкостінна	рівномірна	рівномірна
Смак та аромат	Притаманний виробу	Солодкуватий	З гречаним присмаком

Принципова схема приготування булочних виробів безопарним способом представлена на рис. 6.6.

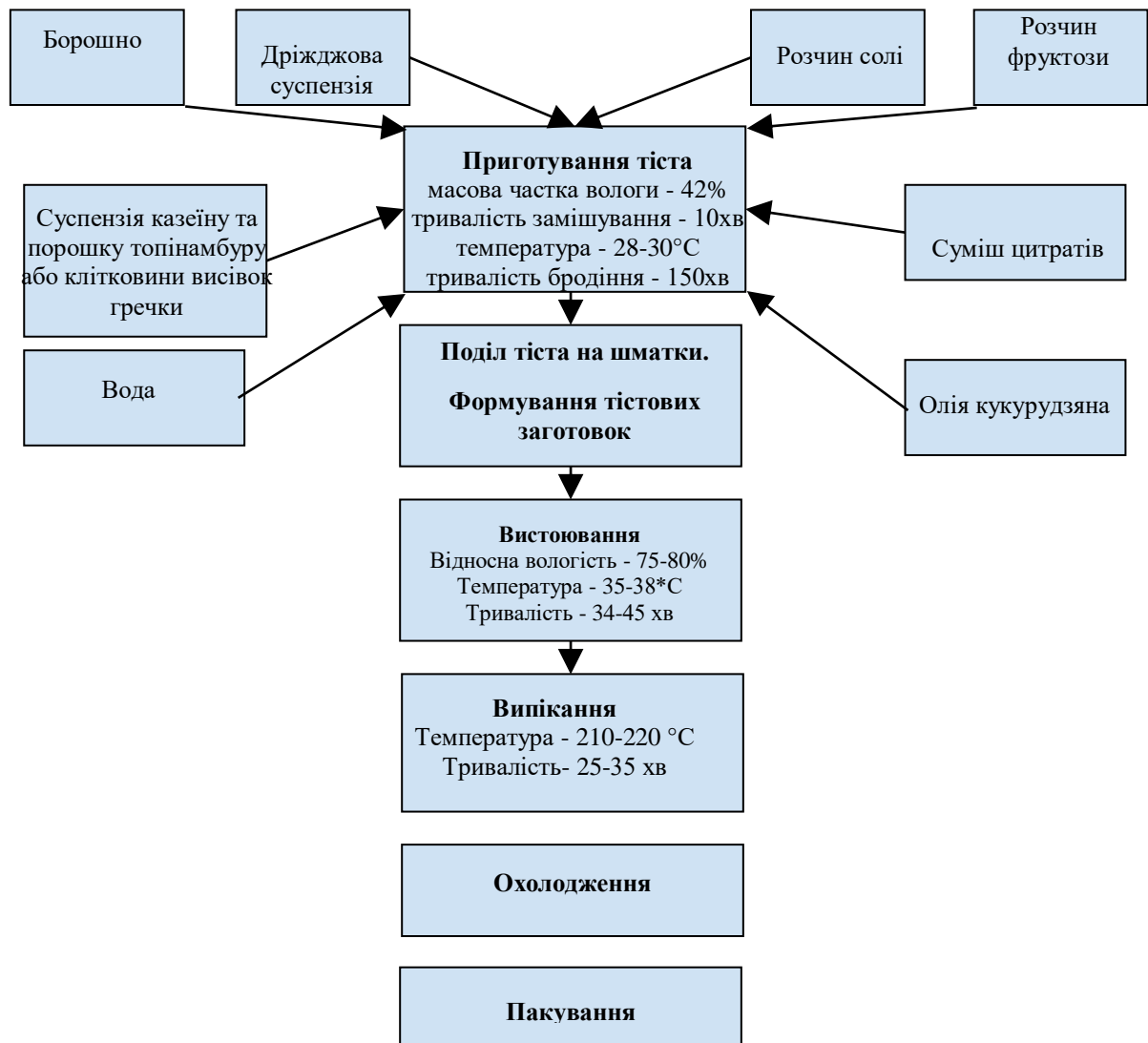


Рисунок 6.6 – Принципова схема приготування булочних виробів безопарним способом

Підготовка сировини до виробництва здійснюється відповідно до «Технологічних інструкцій для виробництва хліба і хлібобулочних виробів».

Тісто на вироби доцільно готувати безопарним способом вологістю 42% за температури 28 – 30 °C. Тривалість замішування – 10-12 хв, тривалість бродіння – 150хв. Обминання проводити 2 рази через 60 та 120 хв.

Вистоювання тістових заготовок відбувається у вистійній шафі за температури 35 – 38 °С і відносній вологості 75 – 80 % до готовності, що становить 34 – 45 хв залежно від якості сировини та умов вистоювання.

Після вистоювання тістові заготовки випікають у печі зі зволоженою пекарною камерою за температури 210 – 220 °С протягом 25 – 35 хв, залежно від маси виробів і умов випікання.

Випечені вироби охолоджують та за необхідності пакують.

Апаратурно-технологічна схема виробництва розроблених булочних виробів показана на рисунку 6.7.

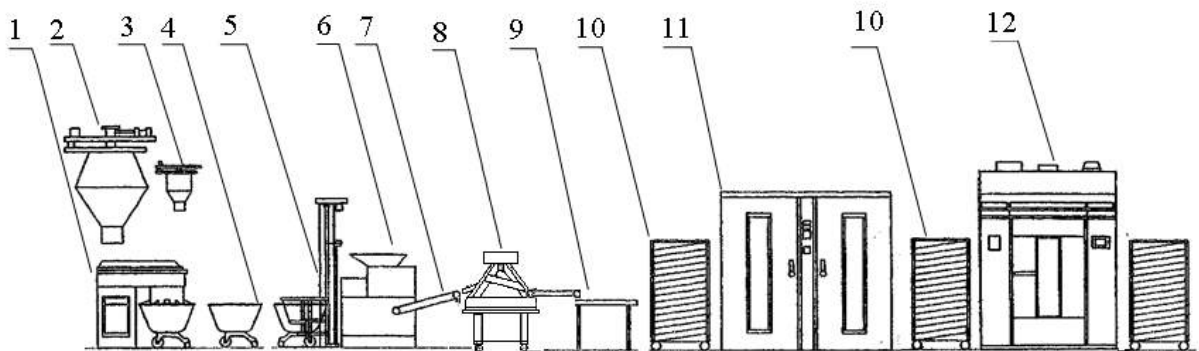


Рисунок 6.7 – Апаратурно-технологічна схема виробництва розроблених булочних виробів

1 – тістомісильна машина, 2 – дозатор борошна та сипких компонентів, 3 – дозатор рідких компонентів, 4 – діжа, 5 – діжеперекидач, 6 – тістоподільник, 7 – транспортер, 8 – тістоокруглювач, 9 – стіл виробничий, 10 – контейнер з листами, 11 – шафа кінцевого вистоювання, 12 – хлібопекарська ротаційна піч.

Для виробництва розроблених продуктів до існуючої апаратурно-технологічної схеми на стадії підготовки сировини необхідно додати обладнання – чани для приготування суспензії казеїн-вода з внесенням в неї порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки.

Висновки до розділу 6

1. Встановлено раціональний спосіб внесення добавок в тісто: казеїну у вигляді суспензії з гідромодулем 5 та доданням в суспензію порошку топінамбуру або клітковини висівок гречки залежно від рецептури виробу.

2. Доведено, що для покращення структурно-механічних властивостей тіста, його еластичності та формоутримувальної здатності доцільно вносити кукурудзяну олію в кількості 2% до маси борошна.

3. Методом Бокса-Уілсона встановлено оптимальне дозування казеїну (8% та 9% залежно від рецептури), порошку топінамбуру, (4%) клітковини висівок гречки (8%) та параметри технологічного процесу приготування, що забезпечує високу якість виробів.

4. За даними амілографа встановлено, що максимальна в'язкість системи з порошком топінамбуру більша на 5%, ніж в контролі, за рахунок набухання нерозчинних та розчинних харчових волокон. У випадку внесення клітковини висівок гречки максимальна в'язкість менша на 8,6%, очевидно за рахунок наявності значної кількості рідкої фази.

5. Дослідження кінетики цукрів показали, що в присутності сумішей рецептурних компонентів процес амілолізу проходить більш інтенсивно, ніж в контролі. Через 3 год після замішування тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки збродилось цукрів на 13,8% та 3,0% більше ніж у контролі, що пояснюється покращенням складу живильного середовища для дріжджових клітин та підвищенням їх бродильної активності в присутності добавок.

6. Доведено, що внесення добавок призводить до підвищення титрованої кислотності тіста та зменшення показника його рН. В тісті підвищується вміст летких кислот: за використання порошку топінамбуру – на 15%, клітковини висівок гречки – на 23,3%. В готових виробах їх кількість

зменшилась, внаслідок їх звітрюванням під дією температури в процесі випікання.

7. Дослідженням фракційного складу білків встановлено, що вміст загального азоту у зразках з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки більший на 11,5% та 38%, ніж в контролі за рахунок білка, внесеного з цими інгредієнтами. При цьому також збільшується вміст водорозчинної та проміжної фракцій внаслідок протеолізу та зниження рН тіста.

8. За фаринографом визначено, що водопоглинальна здатність тіста з порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки підвищується на 3% та 17% порівняно з контролем, що можна пояснити високою гідратаційною здатністю неклејковинних білків добавок. Тривалість утворення тіста збільшується внаслідок крупніших частинок добавок, ніж борошна.

9. За проведеними дослідженнями розроблено рецептури та обґрунтовано технологію виготовлення нових видів булочних виробів «Солодкий каприз» та «Гречинка», на які розроблено рецептури та технологічні інструкції, які сформовано та затверджено в установленому порядку. Отримано два патенти на корисну модель.

РОЗДІЛ 7.

СПОЖИВЧА ТА ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ РОЗРОБЛЕНИХ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ДІАБЕТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ

На цей час в Україні серед асортименту дієтичних хлібобулочних виробів переважають діабетичні вироби з низькою харчовою цінністю та відносно високим глікемічним індексом [233]. Ці вироби позбавлені фізіологічно корисних компонентів, таких як повноцінні білки, харчові волокна, вітаміни та мінеральні речовини [234-239]. Їх споживчі властивості, що визначаються хімічним складом, засвоюваністю поживних речовин, енергетичною цінністю, біологічними і органолептичними показниками хліба, тривалістю збереження свіжості, не високі [240].

Проблемою є черствіння хліба, що зумовлено змінами в структурі крохмалю: ретроградації полімерів в аморфній області, втрати вологи і розподілі води між аморфною і кристалічною зонами [241].

Розроблені на основі проведених досліджень діабетичні вироби мають значні відмінності від існуючих діабетичних виробів з фруктозою, оскільки до їх рецептури внесені функціональні інгредієнти. Тому нашим завданням було визначити споживчі властивості розроблених виробів у порівнянні з виробами без добавок.

7.1. Бальна оцінка розроблених діабетичних виробів, збагачених білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами

Була проведена експертна оцінка розроблених виробів за участі дегустаторів НУХТ. Результати оброблені методом математичної статистики. Оцінка виробів показала, що у порівнянні з контролем при внесенні збагачуючої сировини покращується стан поверхні, колір м'якушки, забарвлення скоринки, що пояснюється тим, що внесення з добавками білка в поєднанні з фруктозою сприяє інтенсивнішому перебігу реакції

Таблиця 7.1 – Органолептична оцінка розроблених виробів за 100-бальною шкалою з урахуванням коефіцієнта вагомості показників якості

Показники	Питомий об'єм, см ³ /г	Формостійкість подового виробу	Колір скоринки	Стан поверхні	Колір м'якушки	Структура пористості	Еластичність м'якушки	Аромат	Смак	Розжовуваність м'якушки	Бальна оцінка (в перерахунку на 100 балів)
Коефіцієнт вагомості	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,09	0,12	0,11	0,13	0,10	
Булочка з фруктозою (контроль)	4,6±0,3	5,0±0,3	Золотистий	Гладка	Світлий	Рівномірна, середня, тонкостінна	Еластична	Притаманний виробу	Характерний виробу	Добре розжовується	96,0±0,2
	0,69	0,75	0,25	0,25	0,25	0,40	0,53	0,53	0,65	0,50	
Булочка «Солодкий каприз»	4,9±0,3	5,0±0,3	Сірувато-золотистий	Гладка	З сірувато-зеленуватим відтінком	Рівномірна, тонкостінна	Еластична	Притаманний виробу	Характерний виробу, солодкуватий	Добре розжовується	96,6±0,2
	0,74	0,75	0,25	0,14	0,25	0,43	0,58	0,54	0,65	0,50	
Булочка «Гречинка»	4,8±0,3	5,0±0,3	Коричневий	Гладка	Світло-коричневий	Рівномірна, тонкостінна	Еластична	Яскраво виражений, з гречаним ароматом	Характерний виробу, з гречаним присмаком	Добре розжовується	98,4±0,2
	0,72	0,75	0,25	0,25	0,25	0,42	0,58	0,55	0,65	0,50	

меланоїдиноутворення та процесів бродіння. Також покращується еластичність м'якушки, зокрема за рахунок внесення кукурудзяної олії. Додання клітковини висівок гречки надає приємного гречаного смаку та аромату виробу.

Результати бальної оцінки зведено в таблиці (табл. 7.1 та 7.2) та побудовано профілограми (рис.7.1).

Таблиця 7.2 – Середня бальна органолептична оцінка

Назва виробу	Форма	Поверхня	Колір скоринки	Стан м'якушки	Смак	Аромат
Булочка з фруктозою (контроль)	5,0±0,3	4,7±0,4	4,9±0,3	4,4±0,3	5,0±0,3	4,8±0,3
Булочка «Солодкий каприз»	5,0±0,3	4,9±0,3	5,0±0,3	4,8±0,3	5,0±0,3	4,9±0,3
Булочка «Гречинка»	5,0±0,3	4,8±0,3	4,9±0,3	4,7±0,3	5,0±0,3	5,0±0,3

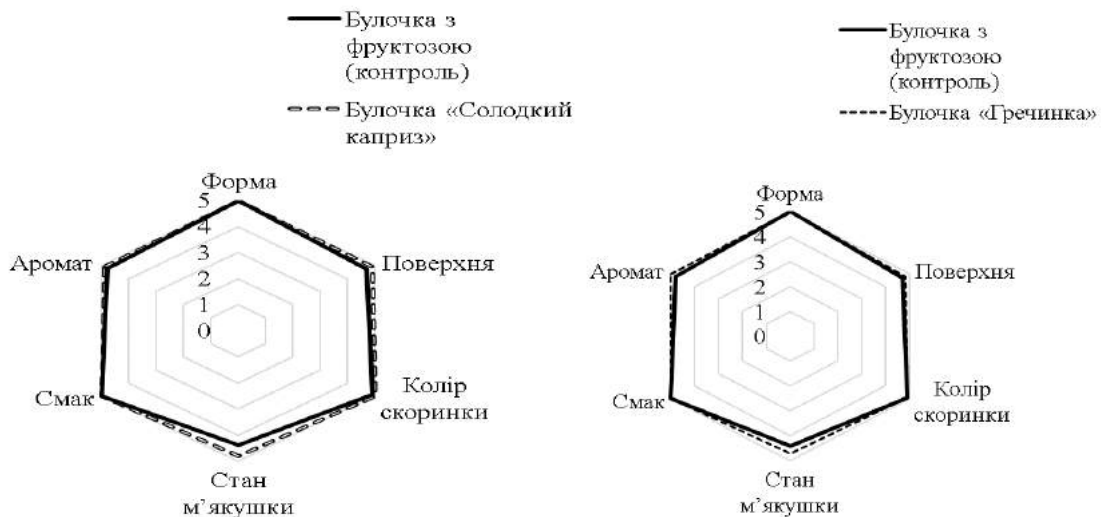


Рисунок 7.1 – Профілограми показників якості виробів

Таким чином, результати експертної оцінки підтверджують високу якість розроблених виробів «Солодкий каприз» та «Гречинка».

7.2. Збереження свіжості виробів за розробленими рецептурами

Важливим показником споживчих властивостей хлібобулочних виробів є їхня свіжість. В процесі зберігання вироби втрачають свої споживчі якості, черствіють і стають непривабливими для споживача. Черствіння пов'язують зі змінами структури білків та крохмалю, а саме трансформацією білкових речовин та ретроградацією крохмалю. В процесі зберігання ущільнюється структура м'якушки внаслідок дезагрегації білків клейковинного каркасу, денатурованих під час випікання, клейстеризований крохмаль переходить у кристалічний стан внаслідок агрегації амілози й амілопектину [242].

В процесі зберігання відбувається усихання хліба, старіння колоїдних систем м'якушки, крохмалю і білків. Зменшуються також гідрофільні властивості м'якушки внаслідок ущільнення та впорядкування структури.

Основними показниками, за якими характеризують ступінь збереження хлібом свіжості може бути ступінь деформації м'якушки, її крихтуватості та зменшення гідрофільних властивостей.

Оскільки до рецептури розроблених виробів входять речовини з високими водопоглинаючими та водоутримуючими властивостями, можна прогнозувати уповільнення процесу черствіння виробів.

При дослідженні структурно-механічних властивостей за пенетрометром АП-4 визначали загальну деформацію м'якушки виробів після 24 і 48 год зберігання та розраховували відсоток збереження ними свіжості.

Дослідження показали (табл.7.3), що загальна деформація м'якушки булочок «Солодкий каприз» та «Гречинка» була меншою, ніж в контролі, що можна пояснити наявністю у структурі м'якушки харчових волокон.

Таблиця 7.3 – Показники деформації м'якушки виробів

Загальна деформація м'якушки, од. приладу через год	Булочка з фруктозою (контроль)	Булочка «Солодкий каприз»	Булочка «Гречинка»
4 год:	66	59	57
24 год:	48	45	43

Продовження таблиці 7.3

Ступінь збереження свіжості, %	73	76	75
48 год:	36	38	36
Ступінь збереження свіжості, %	55	64	63

Ці зразки через 24 і 48 год зберігання мали кращу свіжість на 3 і 9% та 2 і 8% відповідно. У процесі зберігання відсоток зміни загальної деформації розроблених зразків був меншим, ніж у контролі, що є наслідком внесення сировини, яка покращує еластичність м'якушки, має підвищену гідратаційну здатність і сповільнює втрати вологи при зберіганні. Збереження свіжості булочки «Солодкий каприз» подовжується на 6 год, булочки «Гречинка» - на 5 год.

Окрім структурно-механічних властивостей змінюються також фізико-механічні властивості м'якушки, тобто відбуваються зміни в її мікроструктурі. Внаслідок ретроградації крохмалю навколо кристалізованих крохмальних зерен утворюються повітряні прошарки, стінки пор втрачають свою міцність, що супроводжується збільшенням крихтуватості м'якушки [243-244].

Встановлено, що затримання черствіння у розроблених зразках підтверджується зменшенням крихтуватості (рис.7.2), та підвищеною водопоглинальною здатністю м'якушки (табл.7.4).

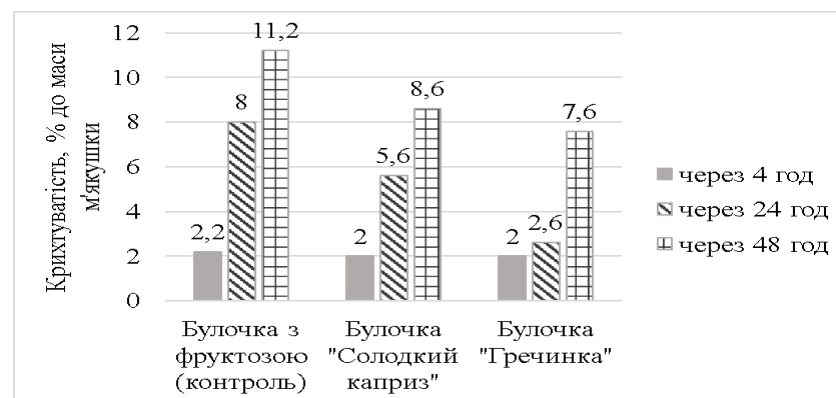


Рисунок 7.2 – Крихтуватість виробів в процесі зберігання

Як свідчать результати досліджень, крихтуватість розроблених виробів зменшується на 30-67% через 24 год та 23-32% через 48 год, порівняно з контролем. Це очевидно пояснюється високими гідрофільними властивостями використаної сировини та пентозанами топінамбуру, що призводить до затримки процесів агрегації амілози і амілопектину.

Дослідження гідрофільних властивостей м'якушки хліба показали, що розроблені вироби мають вищу водопоглинальну здатність в процесі зберігання на 2,6-4% через 24 години та на 18-22% через 48 годин, порівняно з контрольним зразком, що свідчить про зменшення їх черствіння.

Таблиця 7.4 – Водопоглинальна здатність м'якушки виробів, % на СР

Тривалість зберігання, год	Булочка з фруктозою (контроль)	Булочка «Солодкий каприз»	Булочка «Гречинка»
4	462	492	478
24	416	434	427
48	320	390	378

Отже, вміст в рецептурі розроблених виробів добавок з високими гідрофільними властивостями, збільшений вміст білка сприяє подовженню терміну зберігання хлібом свіжості, про що свідчить зменшення крихтуватості м'якушки, покращення її пружно-еластичних властивостей.

7.3. Дослідження форм зв'язку вологи в хлібобулочних виробках та їх зміни у процесі зберігання

У хлібобулочних виробках біополімери борошна зв'язують вологу адсорбційно (крохмаль), якій притаманна велика енергія зв'язку та, осмотично (білки), для якої характерна мала енергія зв'язку з матеріалом. Адсорбційне зв'язування води обумовлено полярною взаємодією молекул води з макрочастинками білків і крохмалю [245].

Під час зберігання хліба відбувається перерозподіл зв'язаної та вільної вологи – випаровується вільна вода, і система набуває нового рівноважного стану. Прослідкувати ступінь черствіння виробів можна за зміною співвідношення вільної та зв'язаної води. У збереженні виробами свіжості основна роль належить зв'язаній воді. Так, вироби з більшим її вмістом довше зберігають свіжість, що пояснюється тим, що процес старіння білків відбувається повільніше, ніж ретроградація крохмалю [246].

Розроблені вироби містять у своєму складі значну кількість білка та водорозчинних речовин, що дозволяє прогнозувати їх позитивний вплив на процес збереження виробами свіжості.

За допомогою диференційно-термічного аналізу термогравіметричним методом проведено визначення форм зв'язку вологи в м'якушці хліба на дериватографі Q–1500. Нагрівання зразків м'якушки здійснювали у діапазоні температур 20...250°C. Вважається, що під час нагрівання зразка від 15 до 115...118°C відбувається виділення вільної води. За вищої температури нагрівання видаляється зв'язана вода.

Зміну співвідношення вільної та зв'язаної вологи визначали через 24 год порівняно з їх вмістом через 4 год після випікання (табл.7.5).

Таблиця 7.5 – Втрати зв'язаної вологи досліджуваними зразками

Зразки	Тривалість зберігання, год	Масова частка вологи, % до загальної кількості		Зменшення вмісту зв'язаної вологи
		вільна	зв'язана	
Булочка з фруктозою (контроль)	4	72,0	28,0	3,9
	24	75,9	24,1	
Булочка «Солодкий каприз»	4	69,2	30,8	1,4
	24	70,6	29,4	
Булочка «Гречинка»	4	68,8	32,2	2,0
	24	69,8	30,2	

З отриманих дериватограм видно (Рис.7.3), що в процесі випаровування вологи для всіх зразків характерні піки ендотермічного ефекту при певних конкретних температурах.

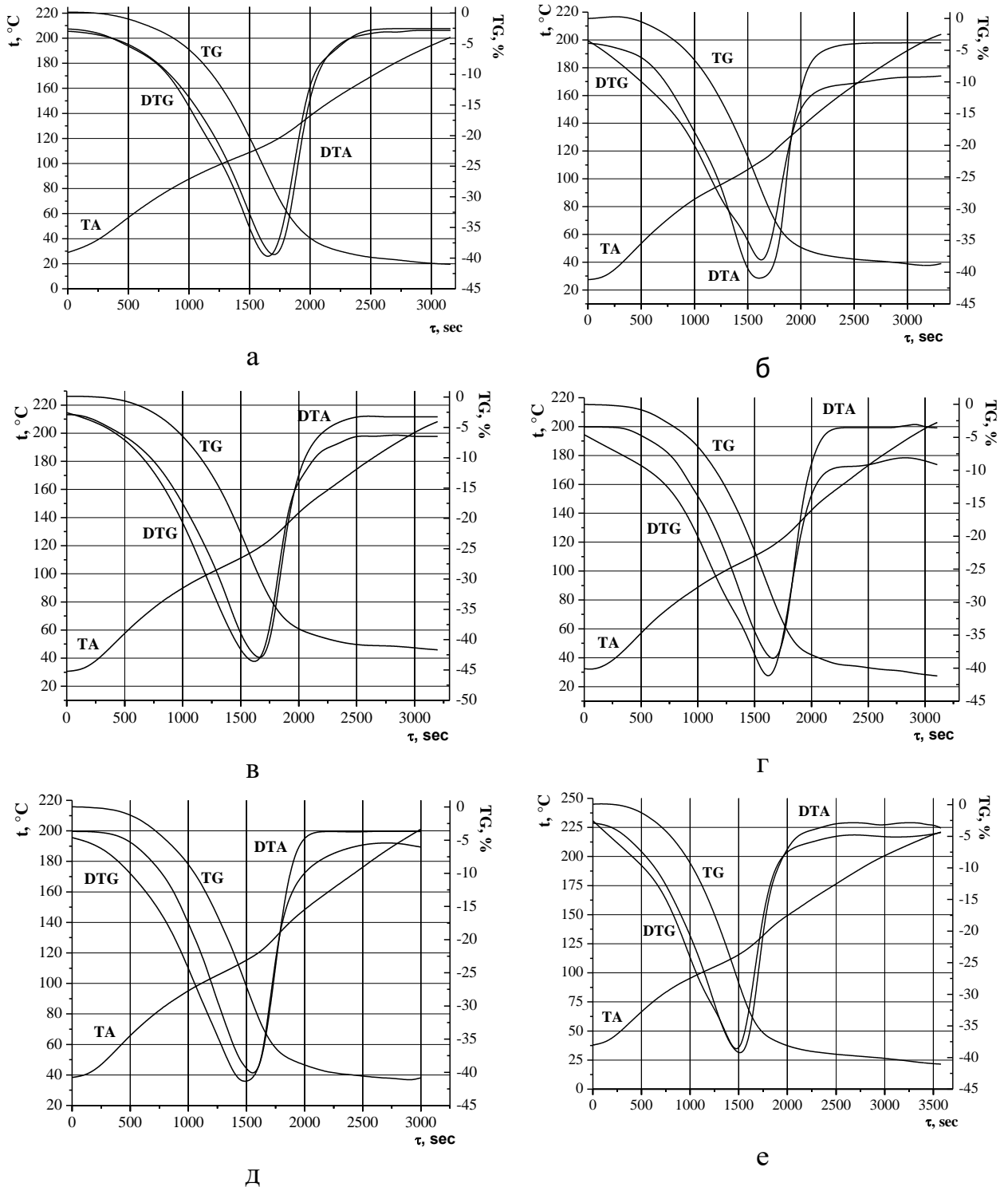


Рисунок 7.3 – Дериватограми термолізу м'якушки хліба:

контроль: а) через 4 год, б) через 24 год; «Солодкий каприз»: в) через 4 год, г) через 24 год; «Гречинка»: д) через 4 год, е) через 24 год

Усі криві носять подібний характер, відрізняючись лише розмірами температурних інтервалів, що відповідають випаровуванню вологи з різним рівнем енергії зв'язку. Прослідковується залежність більшого вмісту загальної кількості адсорбційно зв'язаної вологи з високою енергією зв'язку у розроблених виробках, порівняно з контролем.

У м'якушці булочки «Солодкий каприз» міститься зв'язаної води більше на 22% через 24 год зберігання, булочки «Гречинка» – на 25,3%. Це може бути пояснено наявністю в рецептурі більшої кількості компонентів з високим вмістом білка (казеїн) та харчових волокон (порошок топінамбуру та клітковина висівок гречки) з високою гідрофільністю.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що збереження хлібом свіжості корелює з високим вмістом у ньому зв'язаної вологи, що в свою чергу дозволяє сповільнити процеси дифузії та усихання хліба.

7.4. Визначення вмісту ароматичних речовин у розроблених виробках

При оцінці якості хлібобулочних виробів споживачем першочергову роль відіграють його смак та аромат. На формування цих показників впливає хімічний склад його рецептурних компонентів, технологія приготування, умови та спосіб випікання. Важливу роль відіграє вміст органічних кислот, які накопичуються під час бродіння а також від карбонільних сполук, що утворюються під час випікання внаслідок взаємодії альдегідів, кетонів, редуруючих цукрів з амінокислотами, пептидами, білками, які є продуктами ферментативного гідролізу складових рецептури тіста.

Під час зберігання хліба відбувається зменшення інтенсивності і виразності аромату, оскільки ароматичні речовини частково звітряються [247-248].

Досліджували вміст карбонільних сполук у розроблених виробках за методом Токаревої та Кретовича. Цей метод базується на зв'язуванні карбонільних сполук бісульфітом натрію [87].

Дослідження показали (табл.7.6), що в розроблених зразках через 4 год зберігання кількість ароматичних сполук більша порівняно з контролем, а саме: у скоринці булочки «Солодкий каприз» на 25,6 %, м'якушці – на 20,7%, булочки «Гречинка» – у скоринці на 14,4 %, у м'якушці – на 15%. Це можна пояснити включенням до рецептур цих виробів сировини з підвищеним вмістом білків (казеїн), а також вуглеводвмісної сировини (порошок топінамбуру, клітковина висівок гречки). Наглядно це можна було прослідкувати за інтенсивнішим забарвленням скоринки.

Таблиця 7.6 – Вміст бісульфітзв'язуючих речовин, мг-екв/100 г хліба

Вміст бісульфітзв'язуючих речовин, мг-екв/100 г хліба	Булочка з фруктозою (контроль)	Булочка «Солодкий каприз»	Булочка «Гречинка»
Через 4 год			
–у скоринці	25,7	32,3	29,4
–у м'якушці	5,3	6,4	6,1
Через 24 год			
–у скоринці	22,8	26,4	24,2
–у м'якушці	5,6	6,6	6,3
Через 48 год			
–у скоринці	18,2	21,3	20,1
–у м'якушці	4,9	5,9	5,6

Аналіз досліджень показав, що під час зберігання вміст ароматутворюючих речовин у скоринці постійно зменшується, а в м'якушці спостерігається їх незначне збільшення через 24 год, що пояснюється дифундуванням частини ароматичних речовин зі скоринки в м'якушку і призводить до збільшення в ній їх кількості. У процесі зберігання розроблені вироби мали менші втрати бісульфітзв'язуючих речовин. Це пояснюється внесенням водорозчинних білків та вуглеводів з додатковими компонентами

– казеїном, порошком топінамбуру та клітковиною висівок гречки. Булочка «Солодкий каприз» мала солодкуватий присмак а «Гречинка» – гречаний присмак та запах.

Отже, у виробих за розробленими рецептурами утворюється більша кількість ароматичних речовин. Це обумовлено вмістом більшої кількості редукувальних цукрів і водорозчинних білкових речовин, що корелює з даними, наведеними в розділі 5.

7.5. Визначення перетравлюваності білків та вуглеводів розроблених виробів

Поряд з інформацією про загальний хімічний та елементарний склад виробів і ступінь відповідності кожного компонента формулі збалансованого харчування, важливою характеристикою є здатність до перетравлення та засвоювання продуктів організмом.

Під час проведення досліджень до рецептури виробів вносили казеїн, білки якого відрізняються від білків пшеничного борошна за амінокислотним складом та розчинністю. Тому важливим було дослідити перетравлюваність розроблених виробів. Про вплив компонентів на перетравлюваність білків судили за швидкістю їх гідролізу ферментами шлунково-кишкового тракту *in Vitro*.

Перетравлюваність білків здійснюється в результаті послідовної дії на них пепсину у кислому середовищі шлунку, а потім трипсину у лужному середовищі тонкого кишечника. Оптимум рН дії пепсину – 1,8, а трипсину – 7,0 – 9,0.

Перетравлюваність білків досліджували методом Покровського О.О. та Єртакова П.Д. Продукти гідролізу визначали методом формольного титрування [207].

Встановлено (рис.7.4), що ферментативний гідроліз білків виробів з добавками відбувається більш інтенсивно як на пепсиновій так і на трипсиновій стадії гідролізу.

Швидкість накопичення амінокислот на пепсиновій стадії «Солодкий каприз» більша на 37,5 %, на трипсиновій – на 32,1 %, «Гречинка» – на 12,5% та 21,4% відповідно. Це можна пояснити легшим засвоюванням молочних білків, внесених з казеїном, ніж білків борошна, глибшою денатурацією цих білків, що сприяє їх засвоєнню.

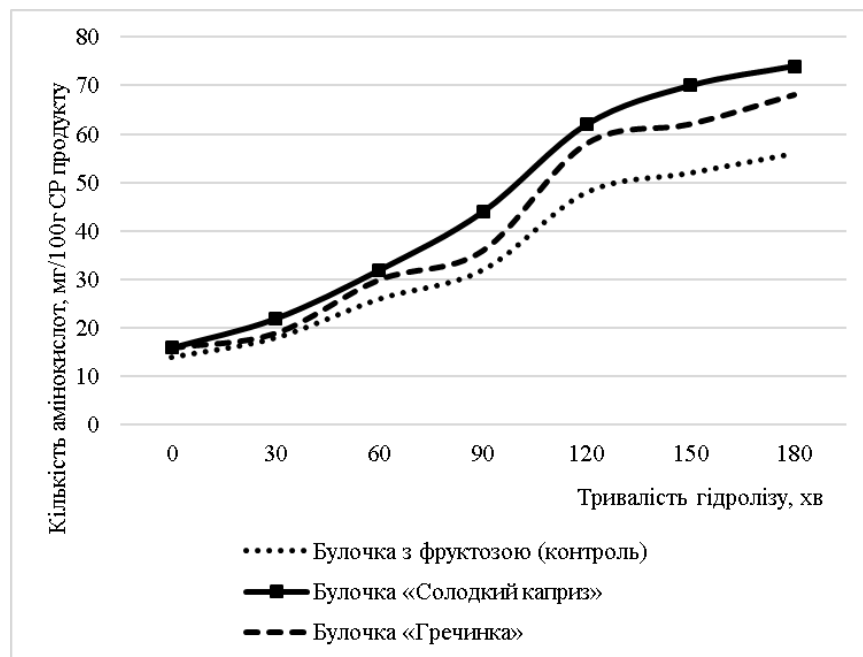


Рисунок 7.4 – Накопичення амінокислот під час гідролізу білків in Vitro

До рецептури розроблених виробів входять компоненти з високим вмістом вуглеводів, тому можна передбачити зміну ступеня їх засвоєння організмом.

Біохімічна переробка продукту в шлунково-кишковому тракті являє собою ступеневе послідовне ферментативне гідролітичне розщеплення високомолекулярних вуглеводів до простих речовин, які організм людини здатен всмоктувати.

Проводили гідроліз м'якушки виробів панкреатичними ферментами в умовах in vitro. Про інтенсивність гідролізу вуглеводів робили висновок за

приростом у субстраті вмісту редукувальних цукрів. Для гідролізу використовували комплексний ферментний препарат «Панзинорм», до складу якого входять амілази, протеази, та ліпази.

Встановлено (рис. 7.5), що збагачення виробів казеїном та клітковиною висівок гречки («Гречинка») не впливає на поглиблення гідролізу вуглеводів під час перетравлення.

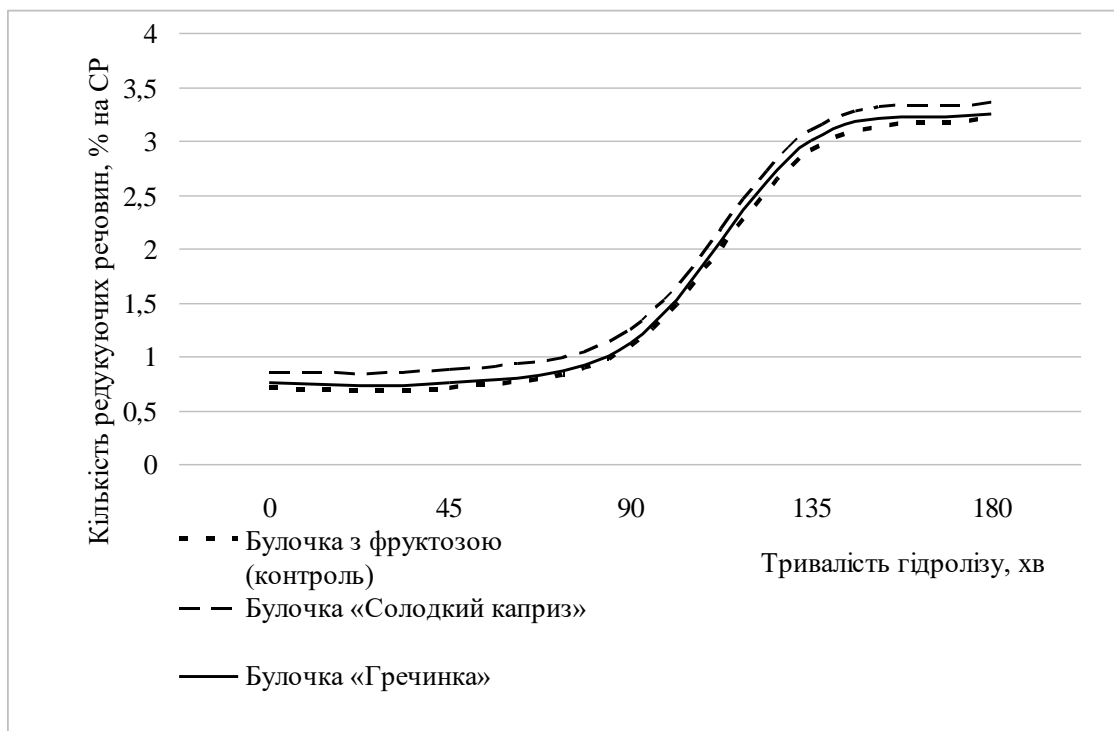


Рисунок 7.5 – Накопичення редукувальних цукрів під час гідролізу in Vitro

У виробі з казеїном і порошком топінамбуру («Солодкий каприз») вміст цукрів більший на 4,9% за рахунок фруктози топінамбуру. Інтенсифікації накопичення редукуючих цукрів при ферментативному гідролізі вуглеводів цього виробу не виявлено.

7.6. Хімічний склад та харчова цінність розроблених виробів

Для розрахунку хімічного складу розроблених виробів використовували програму «Optima», розроблену проф. Арсеньєвою Л.Ю., а також методику,

розроблену ВНИИХП [180]. Склад пшеничного борошна, казеїну, порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки характеризували даними, наведеними в розділі 3. Хімічний склад олії кукурудзяної – за літературними джерелами, а цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза – згідно відповідних ТУУ [249].

Показник глікемічності розраховували за методикою Дорохович А.М. [250].

На основі проведених розрахунків порівнювали хімічний склад булочки з пшеничного борошна вищого сорту з фруктозою, а також розроблених виробів (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 – Хімічний склад 100 г виробів

Складові	з фруктозою	«Солодкий каприз»	«Гречинка»	Приріст, %	
				«Солодкий каприз»	«Гречинка»
Білки, г	6,8	7,7	7,8	11	13
Незамінні амінокислоти, мг					
Валін	258	273	284	6	10
Ізолейцин	212	236	240	12	14
Лейцин	408	440	448	8	10
Лізин	156	181	186	16	19
Метионін	207	230	232	11	12
Треонін	162	186	191	15	18
Триптофан	72	79	81	10	13
Фенілаланін	292	311	317	7	9
Жири, г	2,1	1,6	1,7	-23,8	-19,0
Вуглеводи загальні, г	49,5	38,6	39,7	-22,0	-19,7
Харчові волокна, г	1,4	1,6	1,8	14	28
Мінеральні речовини, мг					
Кальцій	16,2	35,3	35,2	117,9	117,2
Магній	11,9	18,4	19,5	54,6	63,8
Цинк	0,49	0,93	0,94	89,7	91,8
Залізо	0,89	1,24	1,25	39,3	40,4
Енергетична цінність, ккал (кДж)	150 (690)	166 (764)	173 (796)	11	15
Показник глікемічності, од	30,9	26,3	25,9	-	-

Результати свідчать, що розроблені вироби містять на 11 – 13 % більше білків. Основне збільшення їх вмісту пояснюється включенням до рецептури казеїну, як джерела білка з високим амінокислотним скором. Також підвищується вміст харчових волокон на 14-28% за рахунок внесення порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки.

Розроблені вироби мають кращі показники і за вмістом мінеральних речовин – Ca, Mg, Fe, Zn, оскільки їх внесено у вигляді суміші цитратів.

Показник глікемічності виробів на 4,6-5,0 од нижчий за контрольний зразок.

Аналіз даних (табл. 7.8) свідчить, що розроблені вироби в більшій мірі забезпечують потреби організму у життєво необхідних речовинах (із розрахунку потреб організму жінок I групи інтенсивності праці, віком 30-39 років): в білках – в середньому на 5 %, харчових волокнах – на 4%, а тенденція підвищення ступеню покриття потреби організму у незамінних амінокислотах, зокрема в лейцині – на 22%, лізині – на 2,0 %.

Таблиця 7.8 – Забезпечення добової потреби у поживних речовинах за рахунок вживання 277 г виробів

Складові	Добова потреба	Міститься у 277 г виробу			Покриття добової потреби, %		
		з фруктозою	«Солодкий каприз»	«Гречинка»	з фруктозою	«Солодкий каприз»	«Гречинка»
Білки, г	61	18,8	21,3	21,6	30,8	34,9	35,4
Незамінні амінокислоти, мг							
Валін	3500	714,6	756,2	786,6	20,4	21,6	22,4
Ізолейцин	3500	587,2	653,7	664,8	16,7	18,6	18,9
Лейцин	500	1130,1	1218,8	1240,9	226,0	243,7	248,1
Лізин	4000	432,1	501,3	515,2	10,8	12,5	12,8
Метионін	3000	573,3	637,1	642,6	19,1	21,2	21,4
Треонін	2500	448,7	515,2	529,0	17,9	20,6	21,1
Триптофан	1000	199,4	218,8	224,3	19,9	21,8	22,4

Продовження таблиці 7.8

Фенілаланін	3000	808,8	861,4	878,0	26,9	28,7	29,2
Жири, г	64	5,8	4,4	4,7	9,1	6,9	7,3
Вуглеводи загальні, г	368	137,1	106,92	109,9	37,2	29,1	29,8
Харчові волокна, г	25	3,8	4,4	4,9	15,2	17,6	19,6
Мінеральні речовини, мг							
Кальцій	1200	44,8	97,7	97,5	3,7	8,1	8,1
Магній	400	32,9	50,9	54,0	8,2	12,7	13,5
Цинк	17	1,3	2,5	2,6	7,9	15,1	15,3
Залізо	15	2,4	3,4	3,4	16,4	22,8	23,1
Енергетична цінність, ккал (кДж)	2200	416 (1911)	460 (2116)	479 (2205)	18,9	20,9	21,7

Проведені розрахунки показали доцільність застосування обраних добавок в технології діабетичних виробів з борошна пшеничного вищого сорту з фруктозою з метою збагачення цих виробів біологічно-активними речовинами. Застосування цитратів сприяє збагаченню готових виробів мікро- та макронутрієнтами органічного походження.

Отже, можна стверджувати, що розроблені нові вироби здатні поповнити асортимент хлібобулочних виробів для діабетичного споживання продукцією з оздоровчими властивостями.

Висновки до розділу 7

1. Дослідження показали, що розроблені вироби «Солодкий каприз» та «Гречинка» мають кращі показники якості, зберігають свіжість, порівняно з контролем. Черствіння їх затримується на 23-67%, що підтверджено зменшенням швидкості зниження м'якушкою цих виробів загальної пружності, більшою водопоглинальною здатністю м'якушки внаслідок

високих гідрофільних властивостей використаної сировини та меншою крихтуватістю.

2. Встановлено більший вміст загальної кількості адсорбційно зв'язаної вологи з високою енергією зв'язку у розроблених зразках порівняно з контролем, що є наслідком наявності в рецептурі більшої кількості компонентів зі значним вмістом білків та харчових волокон з високою гідрофільністю, що сприяє уповільненню усихання.

3. Встановлено збільшення кількості ароматичних сполук у скоринці булочки на 14,4-25,6 %, м'якущі – на 15-20,7%. Це пояснюється включенням до рецептур цих виробів сировини з підвищеним вмістом низькомолекулярних азотистих сполук. Також відмічено менші втрати бісульфітзв'язуючих речовин в процесі зберігання.

Дослідженнями перетравлюваності білків та вуглеводів *in Vitro* встановлено, що швидкість накопичення амінокислот на пепсиновій стадії більша на 12,5- 37,5 %, на трипсиновій – на 21,4-32,1 %, що можна пояснити легшим засвоюванням молочних білків, внесених з казеїном, ніж білків борошна. Інтенсифікації гідролізу вуглеводів під час перетравлення не відбувається.

4. Доведено, що вироби з добавками мають більш цінний хімічний склад, ніж хліб без них, зокрема на 11 – 13 % містять більше білків, на 14-28% – харчових волокон. Значно підвищується кількість мінеральних речовин. Ці вироби здатні краще забезпечити організм хворих на діабет фізіологічно-активними речовинами.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі аналізу теоретичних даних і проведених експериментальних досліджень та виробничих випробувань удосконалено технологію діабетичних хлібобулочних виробів з фруктозою, збагачених функціональними інгредієнтами: казеїном, порошком топінамбуру, клітковиною висівок гречки, цитратами кальцію, магнію, цинку та заліза.

1. Досліджено хімічний склад і технологічні властивості білоквмісної сировини: казеїну, яєчного альбуміну та сироваткового білка. Встановлено, що в казеїні вміст лізину перевищує його вміст у пшеничному борошні у 3,5 рази, в альбуміні – у 10,3 рази, в сироватковому білку – в 4,7 рази. Доведено доцільність використання казеїну для збагачення виробів білком, оскільки інші досліджувані збагачувачі в значній мірі погіршують перебіг процесів приготування виробів та їх якість.

Встановлено позитивний вплив цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза на процеси бродіння тістових систем та формування їх структурно-механічних властивостей. На основі визначення впливу досліджуваної сировини на технологічні процеси і якість виробів доведено доцільність внесення цитратів у вигляді суміші.

Встановлено, що додавання казеїну в тісто (в межах 7,2-14,4% до маси борошна) зменшує інтенсивність його бродіння на 7,1% - 9,9% за рахунок зменшення доступності крохмалю, очевидно внаслідок того, що білки добавки мають високу водопоглинальну здатність, огортають дріжджові клітини, що погіршує доступ поживних речовин.

2. Досліджено хімічний склад і технологічні властивості носіїв харчових волокон: порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки. Встановлено, що за вмістом харчових волокон ця сировина переважає пшеничне борошно у 33,5 та 16,2 рази відповідно. Водопоглинальна здатність та крупність добавок значно перевищують ці показники в

пшеничному борошні, що зумовлює збільшення водопоглинальної здатності тіста.

3. За використання порошку топінамбуру в кількості 3,5-7% та клітковини висівок гречки в кількості 7,3-14,6% зростає інтенсивність газоутворення внаслідок внесення з добавками додаткових цукрів, що є поживним середовищем для дріжджів. Цитрати покращують газоутворення за рахунок їх здатності підвищувати ферментативну активність дріжджових клітин. З сумішшю цитратів цей показник вище за контроль на 12,8%.

4. Доведено уповільнення перебігу біохімічних процесів в тісті з казеїном. Кількість утворених цукрів зменшується на 9-11% внаслідок зниження гідролітичного розщеплення крохмалю, зброджених – на 14-18% внаслідок зменшення активності дріжджів в його присутності. Внесення порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки позитивно впливає на перебіг біохімічних процесів. Цитрати металів інтенсифікують ферментативний гідроліз крохмалю та бродильну активність дріжджів за рахунок активації ферментного комплексу борошна та дріжджів.

5. Доведено, що у разі внесення казеїну зменшується кількість клейковини в тісті, очевидно, внаслідок утворення комплексів казеїну з білками борошна. В'язкість тіста зменшується внаслідок збільшення в тісті рідкої фази. Порошок топінамбуру та клітковина висівок гречки незначно впливають на клейковинний каркас. Цитрати металів укріплюють клейковину внаслідок активізації міжмолекулярних зв'язків білків в присутності цитратів.

6. На основі досліджень впливу збагачуючої сировини на технологічний процес і якість виробів запропоновано дві композиції збагачувачів: казеїн – 9%, порошок топінамбуру – 4%, суміш цитратів – 1,15% та казеїн – 8%, клітковина висівок гречки – 8%, суміш цитратів – 1,15% до маси борошна. Встановлено раціональні технологічні заходи для покращення якості виробів, а саме: приготування суспензії казеїн-вода з

гідромодулем 5 та подальшим внесенням у неї порошку топінамбуру або клітковини висівок гречки. Отримано математичні моделі, які адекватно описують вплив запропонованих заходів на якість виробів з фруктозою.

Встановлено, що розроблені вироби довше зберігають свіжість, що підтверджено меншою втратою зв'язаної вологи, ніж в контролі, містять більше ароматичних сполук: у скоринці булочки на 14,4-25,6 %, у м'якушці – на 15-20,7%. Ці вироби краще засвоюються, що підтверджено дослідженнями перетравлюваності білкових речовин *in vitro* за рахунок легшого засвоюванням молочних білків, внесених з казеїном. Вироби, виготовлені за розробленими рецептурами, містять на 11 – 13 % більше білків (з 6,78 до 7,79 г на 100г хліба), на 14-28% харчових волокон (з 1,37 до 1,77 г на 100г хліба), значно підвищується вміст мінеральних речовин. Глікемічний індекс цих виробів 26,3 од. та 25,9 од., що на 4,6 од. та 5,0 од. нижче за контрольний зразок.

7. Розроблено рецептури та обґрунтовано технологію виготовлення нових видів булочних виробів «Солодкий каприз» та «Гречинка», на які розроблено рецептури та технологічні інструкції, які затверджено в установленому порядку. Отримано два патенти на корисну модель.

За результатами досліджень удосконалено технологію булочних виробів з пшеничного борошна з фруктозою, яка пройшла апробацію у виробничих умовах в пекарні ТЗОВ «Горінь і Т» (м. Львів), ТОВ «Чудова Пирогова» (м. Київ) та виробничого цеху №4 ПАТ «Київхліб».

8. Собівартість розроблених виробів вища у 2,5 рази за виріб з фруктозою без добавок, проте досягається соціальний ефект завдяки забезпеченню населення України із захворюванням на цукровий діабет продукцією дієтичного призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., King, H. (2004). Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030, *Diabetes Care*, 27(5), 1047–1053.
2. Kharroubi, T. Akram, Darwish M. Hisham (2015). Diabetes Mellitus: The Epidemic of the Century, *World J Diabetes*, 6 (6), 850-867.
3. Тронько, М. Д., Єфімов, А. С., Кравченко, В.І., Паньків, В.І. (2000). *Епідеміологія цукрового діабету*, Київ.
4. Trikkalinou, A., Papazafiropoulou, K. Athanasia, Melidonis, A. (2017). Type 2 Diabetes and Quality of Life, *World J Diabetes*, 8 (4), 120-129.
5. Соколова, К., Болгарська, С., Острроверхова, Г. (2017). Комбінована терапія пацієнтів із цукровим діабетом 2-го типу: міжнародні рекомендації і власний досвід, *Ендокринологія*, 22(3), 211-218.
6. Корпачов, В.В. (2005). Цукровий діабет II типу, *Нова медицина*, 6, 28-30.
7. Устінов, О.В. (2012). Цукровий діабет: сучасна парадигма лікування, *Українськи медичний часопис: актуальні питання клінічної практики*, 5, 30-32.
8. Marcason, W. (2014). What Is the Role of Carbohydrates in the Management of Diabetes?, *Journal of the Academy of Nutrition and Diabetes*, 114(10), 1696.
9. Kumar, S., O’Rahilli, S. (2005). *Insulin Resistance: insulin action and its disturbances in disease*. Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd.
10. Dyson, P. (2015). Low Carbohydrate Diets and Type 2 Diabetes: What is the Latest Evidence?, *Diabetes Therapy*, 6(4), 411–424.
11. Михайлов, В. В., Сагалович, Б. М. (2001). *Основи патологічної фізіології: Керівництво для лікарів*. Москва: Медицина.
12. Macdonald, I. A. (2016). A review of recent evidence relating to sugars, insulin resistance and diabetes, *Eur J Nutr.*, 55(2), 17–23.

13. Hameed, I., Masoodi, S., Mir, S., Nabi, M., Ghazanfar, K., Ganai, B., Hameed, I. (2015). Type 2 Diabetes Mellitus: From a Metabolic Disorder to an Inflammatory Condition , *World J Diabetes*, 6 (4), 598-612.
14. Simmons, K., Michels, A. (2015). Type 1 Diabetes: A Predictable Disease , *World J Diabetes*, 6 (3), 380-390.
15. Паньків, В.І. (2014). Лабораторна діагностика порушень вуглеводного обміну Алгоритм діагностики гіперглікемічних станів, *Международный эндокринологический журнал*, 3(59), 69-72.
16. Rippe, J., Theodore J., (2016). Angelopoulos Relationship between Added Sugars Consumption and Chronic Disease Risk Factors: Current Understanding, *Nutrients*, 8(11), p. 697.
17. Дедишина, Л. (2016, Листопад 11). *Спосіб життя та харчування при цукровому діабеті*. “Фармацевт Практик”. Взято з: <http://fp.com.ua/articles/zdoroviy-sposib-zhitty-ta-diabet/>
18. Bjornstad, P., Snell-Bergeon, J., Nadeau, K., Maahs, D. (2015). Insulin Sensitivity and Complications in Type 1 Diabetes: New Insights, *World J Diabetes*, 6 (1), 8-16.
19. Chacko, E. (2016). Blunting Post-Meal Glucose Surges in People With Diabetes, *World J Diabetes*, 7 (11), 239-242.
20. Кравчун, Н.А., Караченцев, Ю.И., Ильина, И.М., Гончарова, О.А. (2010). Сахарный диабет 2 типа: скрининг и факторы риска: Монография, *Новое слово*, 256.
21. Volek, J.S., Sharman, M.J., Gomez, A.L. (2004). Comparison of a very low-carbohydrate and low-fat diet on fasting lipids, LDL subclasses, insulin resistance, and postprandial lipemic responses in overweight women, *J. Am. Coll. Nutr.*, 23, 177-184.
22. Bravata, D., Sanders, L., Huang, J. (2003). Efficacy and safety of low-carbohydrate diets: a systematic review, *J. Am. Med. Assoc.*, 289, 1837-1850.
23. Медведева, И. (2003). Основы диетического питания при сахарном диабете, *Врач*, 6, 63-64.

24. Mirmiran, P., Bahadoran, Z., Azizi, F. (2014). Functional Foods-Based Diet as a Novel Dietary Approach for Management of Type 2 Diabetes and Its Complications: A Review, *World J Diabetes*, 5 (3), 267-281.
25. Голдобін, П.О. (2017). Психологічний та нутриціологічний підходи до модифікації стилю життя при цукровому діабеті, *Український медичний часопис*, 5 (121).
26. Боднар, П.М. (2005). Проблеми терапії цукрового діабету II типу. *International Journal of Endocrinology*. Взято з: http://www.mif-ua.com/archive/article_print/2279.
27. Heilbronn, L.K., Noakes, M., Clifton, P.M. (2002). The effect of high- and low-glycemic index energy restricted diets on plasma lipid and glucose profiles in type 2 diabetic subjects with varying glycemic control, *J. Am. Coll. Nutr*, 21, 120-127.
28. Larrañaga, A., Docet, M., García-Mayor, R. (2011). Disordered Eating Behaviors in Type 1 Diabetic Patients, *World J Diabetes*, 2 (11), 189-195.
29. Mandal, A. (2015). In Treating Diabetes, What Is Important? Glucose Levels or Outcome Measures?, *World J Diabetes*, 6 (13), 1243-1245.
30. Giampatzis, V., Tziomalos, K. (2012). Management of Type 2 Diabetes Mellitus in Youth, *World J Diabetes*, 3 (12), 182-185.
31. Харченко, Н., Анохіна, С. (2004). Сучасні аспекти дієтотерапії хворих на цукровий діабет, *Ліки України*, 11, 32-35.
32. Дорохович, В., Соловійова, О. (2007). *Кваліметрична оцінка якості цукрів*. Київ: Національний університет харчових технологій. Взято з: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/2873>
33. Paniagua, J. (2016). Nutrition, Insulin Resistance and Dysfunctional Adipose Tissue Determine the Different Components of Metabolic Syndrome, *World J Diabetes*, 7 (19), 483-514.
34. Meng, H., Matthan, N.R., Lichtenstein, A.H. (2017). Effect of macronutrients on the glycemic index Reply, *American Journal of Clinical Nutrition*, 106(2), 705-706.

35. Meng, H., Matthan, N.R., Ausman, L.M., Lichtenstein, A.H. (2016). Carbohydrate and Protein but not Fat or Fiber Affects Glycemic Index and Glycemic Load Value Determinations, *Circulation*, 134(1), 95-121.
36. Рубина, Е.А. (2014). *Физиология питания*. Москва: Издательский центр «Академия».
37. Остроухова, Е.Н.(2004). *Правильное питание при сахарном диабете*. СПб: Издательство «ДИЛЯ».
38. Шендеров, Б.А. (2008). *Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома*. Москва: ДеЛи принт.
39. Matthan, N.R., Ausman, L.M., Meng, H., Tighiouart, H., Lichtenstein, A.H. (2016). Estimating the reliability of glycemic index values and potential sources of methodological and biological variability, *Am J Clin Nutr*, 104(4),1004-1013
40. Вишне夫斯基, В.И., Корячкина, С.Я., Ладнова, О.Л. (2006). Новые технологии в создании хлебобулочных изделий для больных сахарным диабетом: разработка и клиническое применение, *Вестник новых медицинских технологий*, 1, 164-166.
41. Augustin, L.S.A., Kendall, C.W.C., Jenkins, D.J.A., Willett, W.C., Astrup, A., Barclay...Poli, A. (2015). Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC), *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 25(9), 795-815.
42. Gellar, L., Nansel, T. (2009). High and Low Glycemic Index Mixed Meals and Blood Glucose in Youth with Type 2 Diabetes or Impaired Glucose Tolerance, *J Pediatr*; 154(3), 455–458.
43. Rodin, J., Reed, D., Jammer, L. (1988). Metabolic effects of fructose and glucose implications of food intake, *Am. J. Clin. Nutr.*,47, P.683-689.
44. Koektuerk, B., Aksoy, M., Horlitz, M., Bozdog-Turan, I., Goekmen-Turan, R. (2016). Role of Diabetes in Heart Rhythm Disorders, *World J Diabetes*, 7 (3), 45-49.

45. *World diabetes market analysis 2010-2015*.(2010). USA: Visiongain.
46. Hauner, H, Bechthold, A, Boeing, H, Brönstrup, A, Buyken, A, Leschik-Bonnet, E, Linseisen, J, Schulze, M, Strohm, D, Wolfram, G. (2012). Evidence-based guideline of the german nutrition society: carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases, *Ann Nutr Metab*;60(1), 1–58.
47. Kohnert, K-D., Heinke, P., Vogt, L., Salzsieder, E. (2015). Utility of Different Glycemic Control Metrics for Optimizing Management of Diabetes, *Eckhard World J Diabetes*, 6 (1), 17-29.
48. Тронько, М. Д., Бальон, Я.Г., Корпачев, В.В. (2005). Цукроза́мінники в дієтичному харчуванні хворих на цукровий діабет, *Міжнародний ендокринологічний журнал*, 2.
49. Bigginbetham, J.D. (1986). Talin protein (Thaumatococcus), *Alternative Sweeteners*, 103.
50. Пересічний, М.І., Кравченко, М.Ф., Каппенко, П.О. (2004). *Підсолоджувальні речовини у харчуванні людини*. Київ: Київський національний торговельно-економічний університет.
51. Капрельянц, Л.В. (2015). Пребиотики: химия, технология, применение: монография, *ЭнтерПринт*, 252.
52. Tandel, K. (2011). Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits, *J Pharmacol Pharmacother*; 2(4), 236–243.
53. Yadav, P., Kaur, B., Srivastava, R.,Srivastava, S. (2014). Sugar substitutes and health, *OSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(8), 68-75.
54. Крышень, П.Ф., Гафес, Ю.И. (1979). *Сорбит, ксилит, глицерин и их применение в медицине*. Киев: Наукова думка.
55. Генделека, Г.Ф. Генделека, А.Н. (2013). Использование сахарозаменителей и подсластителей в диетотерапии сахарного диабета и ожирения, *Международный эндокринологический журнал*, 2(50), 34-38.
56. Полумбрик, М.О. (2011). *Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини*. Київ: Академперіодика.

57. Дробот, В.І., Місечко, Н.О., Бондаренко, Ю.В., Приходько, Ю.С. (2013). Збагачення хлібобулочних виробів для хворих на діабет функціональними інгредієнтами, *Хранение и переработка зерна*, 11, 44-46.
58. Beck-Nielsen, A., Pedersen, O., Lindskov, H.O. (1980). Impaired cellular insulin binding and insulin sensitivity induced by high fructose feeding in normal subjects, *Am. J. Clin. Nutr.*, 33(2), 273-278.
59. Collino, M. (2011). High Dietary Fructose Intake: Sweet or Bitter Life?, *World J Diabetes*, 2 (6), 77-81.
60. Foster-Powell, K., Holt, S., Brand-Miller, J. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values, *Am. J. Clin. Nutr.*, 76., 5-56.
61. Корпачев, В.В. (2004). *Сахар и сахарозаменители*. Киев: Книга плюс.
62. Домарецький, В., Куц, А., Ганчук, В. (2007). Адекватне харчування, *Харчова і переробна промисловість*, 7, 12-14.
63. Місечко, Н.О. (2014). *Використання фруктози і лактулози в технології хлібобулочних виробів* (Дис. канд. техн. наук). НУХТ, Київ.
64. Дробот, В. І., Місечко, Н.О., Бондаренко, Ю.В., Тесля, О.Д. (2012). Фруктоза – перспективний цукрозамінник в технології діабетичних хлібобулочних виробів, *Зернові продукти і комбікорми*, 4, 24-27.
65. Сирохман, І. В., Завгородня, В.М. (2008). *Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення*. Київ: Центр навчальної літератури.
66. Арсеньєва, Л. Ю., Борисенко, О.В., Бондар, Н.П. (2004). Склад і перетравлюваність білкових речовин продуктів перероблення бобових, *Наукові праці національного університету харчових технологій*, 15, 51 - 54.
67. Зайцева, Т.А., Могильный, М.П. (2008). Влияние белковых добавок на аминокислотный состав хлебобулочных изделий, *Известия вузов. Пищевая технология*, 4, 30-32.
68. Лисюк, Г. (2008). Підвищують вміст білків і зменшують вуглеводів шляхом додавання до хлібобулочних виробів ядра насіння соняшника, *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 6, 40 - 42.

69. Капрельянц, Л. В., Шпырко, Т.В., Труфкати, Л.В. (2014). *Соевые продукты и ингредиенты: химия, технология, использование: монография*. Одесса: ТЭС, 196.
70. Доронин, А.Ф., Шендеров, Б.А. (2002). *Функциональное питание*. Москва: Грантъ.
71. Anderson, J. W., Fuller, J., Patterson, K., Blair, R., Tabor, A. (2007). Soy compared to casein meal replacement shakes with energy-restricted diets for obese women: randomized controlled trial, *Metabolism*, 56(2), 280–288.
72. Anderson, G. H., Moore, S. E. (2004). Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans, *Journal of Nutrition*, 134(4), 974–979.
73. Ndife, J., Abdulraheem, L.O., Zakari, U.M. (2011). Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends, *African Journal of Feed Science*, 5, 466-472.
74. Грузинов, Е.В., Журавка, Е.В., Иванова, М.В. (2008). Аминокислотный состав и некоторые функциональные свойства белка глобулина, выделенного из муки зародышей пшеницы, *Хранение и переработка сельхозсырья*, 7, 47-48.
75. Солоницька, І.В., Калугіна, І.М. (2006). Розробка технології виробництва хлібобулочних виробів із пластівцями пшеничних зародків, *Хранение и переработка зерна*, 10(88), 32-33.
76. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Котюк, Т.В. (2016). Механохімічні процеси під час розробки нанотехнології білкових добавок із гороху в легкозасвоюваній формі, *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр.*, 2(24), 111-127.
77. Бондар, Н. П., Арсеньєва, Л. Ю., Антонюк, М.М. (2013). Використання продуктів переробки білого харчового люпину в технології хлібобулочних виробів функціонального призначення, *Взято з:* <http://journal.nuft.edu.ua/index.php/swnuft/article/view/996>.

78. Махинько, В.М. (2006). *Удосконалення технології хлібобулочних виробів з продуктами із сої*. (Дис. канд. техн. наук). НУХТ, Київ.
79. Поландова, Р., Баркалова, І., Подобєдов, А. (2008). Як інтенсифікатор бродіння соєве борошно незамінне в масових сортах хліба, *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 10, 37-38.
80. Махинько, В.М. (2006). *Удосконалення технології хлібобулочних виробів з продуктами із сої*. (Автореф. дис. канд. техн. наук). НУХТ, Київ.
81. Махинько, В., Черниш, Л., Бережна, О. (2016). *Вплив ізоляту соєвого білка на якість пшеничного тіста*, Матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті. Київ: НУХТ.
82. Kashima, H., Uemoto, S., Eguchi, K., Endo, M.Y., Miura, A., Kobayashi, T., Fukuba, Y. (2016). Effect of soy protein isolate preload on postprandial glycemic control in healthy humans, *Nutrition*, 32(9), 965-969.
83. Makhynko, V., Chernysh, L., Berezna, O. (2016). *Influence of vegetable protein isolates on structural and mechanical properties of wheat dough*, Food Science for Well-being (CEFood 2016) : 8th Central European Congress on Food 2016 : book of Abstracts. Kyiv: NUFT.
84. Грищенко, Т. В., Черныш, Л.Н., Махинько, В.Н. (2015). Перспективность и особенности использования изолята горохового белка в хлебопечении, *Мир науки и инноваций*, 2(4), 46-49.
85. Махинько, В. М., Черниш, Л.М. (2014). Високобілкові добавки в хлібопеченні, *Хранение и переработка зерна*, 6 (183), 57 - 60.
86. Постнов, Г. М., Червоний, В.М., Челомбїтько, В.О. (2017). *Інноваційні аспекти виробництва хлібобулочних виробів із використанням ультразвуку*, Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: Матеріали другої міжнар. наук.- практи. конференції: до 50-річчя Харківського держ. ун-ту харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ.
87. Кретович, В.Л., Токарева, Р.Р. (1978). *Проблема пищевой полноценности хлеба*. Москва: Наука.

88. Ткачук, Ю. М., Гавриш, А.В., Неміріч, О.В., Іщенко, Т.І., Доценко, В.Ф. (2013). Удосконалення технології хліба підвищеної біологічної цінності за використання казеїну, *Обладнання та технології харчових виробництв*, 30, 186 - 192.
89. Hoffman, J. R., Falvo, M. (2004). Protein – Which is Best?, *J Sports Sci Med*, 3, 118 - 130.
90. Marion, J. F. (2000). Protein Controversies in Diabetes, *Diabetes Spectrum*, 3(13), 132.
91. Доценко, В., Шидловська, О., Ткачук, Ю. (2010). З харчовим альбуміном хлібобулочні вироби набувають підвищеної біологічної цінності, *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 2, 22 - 26.
92. Ткачук, Ю.М. (2014). *Технологія хлібобулочних виробів, збагачених молочними білками*. (Дис. канд. техн. наук). НУХТ, Київ.
93. Petersen, K., Keogh, J., Lister, N., Weir, J., Meikle, P., Clifton, P. (2017). Association Between Dairy Intake, Lipids and Vascular Structure and Function in Diabetes, *World J Diabetes*, 8 (5), 202-212.
94. Макарова, Г.Ю. (2005). Структура сучасного асортименту хлібобулочних изделий, *Зерно и хлеб*, 6, 58-59.
95. Соколов, А.И. (2012). Рынок хлеба и хлібобулочных изделий Украины, *Продукты и ингредиенты*, 8, 34-36.
96. Mignone, L., Wu, T., Horowitz, M., Rayner, K. (2015). Whey Protein: The “whey” Forward for Treatment of Type 2 Diabetes?, *World J Diabetes*, 6(14), 1274-1284.
97. Raghov, R. (2012). Metabolic Balancing Acts of Vitamin a in Type-2 Diabetes and Obesity, *World J Diabetes*, 3(10), 174-177.
98. Yosae, S., Fakhrabadi, M.A., Yosae, F.S. (2016). Positive Evidence for Vitamin a Role in Prevention of Type 1 Diabetes, *World J Diabetes*, 7 (9), 177-188.

99. Al-Shoumer, K.A., Al-Essa, T.M. (2015). Is There a Relationship Between Vitamin D With Insulin Resistance and Diabetes Mellitus?, *World J Diabetes*, 6 (8), 1057-1064.
100. Nakashima, A., Yokoyama, K., Yokoo, T., Urashima, M., Nakashima, A. (2016). Role of Vitamin D in Diabetes Mellitus and Chronic Kidney Disease, *World J Diabetes*, 7 (5), 89-100.
101. Tipton, K.D., Elliott, T.A. (2004). Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise, *Med Sci Sports Exerc*, 36(12), 2073-2081.
102. Abou-Samra, R., Keersmaekers, L. (2011). Effect of different protein sources on satiation and short-term satiety when consumed as a starter, *Nutr J*, 10, 139.
103. Tauriainen, E., Storvik, M. (2011). Skeletal muscle gene expression profile is modified by dietary protein source and calcium during energy restriction, *J Nutrigenet Nutrigenomics*, 4(1), 49-62.
104. Akhavan, T., Luhovyy, B.L., Brown, P.H., Cho, C.E., Anderson, G.H. (2010). Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults, *Am. J. Clin. Nutr.*, 91(4), 966-975.
105. Millward, D. J., Layman, D. K., Tomé, D., Schaafsma, G. (2008). Protein quality assessment: impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health, *Am. J. Clin. Nutr*, 87(5), 1576–1581.
106. Мінорова, А. (2015). Біологічна цінність сухих концентратів сироваткових білків, *Продовольча індустрія АПК*, 5, 25-28.
107. Ипатова, Л. Г. (2004). Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон, *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*, 1, 14-17.
108. Meng, H., Matthan, N.R., Ausman, L.M., Lichtenstein, A.H. (2017). Effect of macronutrients and fiber on postprandial glycemic responses and meal glycemic

index and glycemic load value determinations, *The American journal of clinical nutrition*, 105(4), 842-853.

109. Федоренченко, Л.О., Сімахіна, Г.О. (2006). *Технологія природних харчових сорбентів: Навч. Посіб.* Київ: НУХТ.

110. Конь, И. Я. (1986). *Пищевые волокна.* Москва: ВИНТИ.

111. Weickert, O., Pfeiffer, A. F. H. (2008). Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes, *Journal of Nutrition*, 138(3), 439–442.

112. Калмикова, Ю.С. (2013). Особливості лікувального харчування при цукровому діабеті, *Педагогіка, психологія а медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*, 1, 30-33.

113. Ильина, О.А. (2004). Производство хлебобулочных и кондитерских изделий с пищевыми волокнами, *Хранение и переработка зерна*, 8, 44-46.

114. Бондаренко, Ю. В., Ющенко, Г.П., Іжевська, О.П. (2015). *Використання шроту з насіння льону для збагачення пшеничного хліба*, Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : міжнародна науково-практична конференція. Харків: ХДУХТ.

115. Миневич, И., Зубцов, В., Цыганова, Т. (2008). Использование семян льна в хлебопечении, *Хлебопродукты*, 3, 38-40.

116. Пшенишнюк, Г., Черно, Н., Лось, О., Савчук, Ю. (2007). Пшеничный хлеб с включением семян льна – это повышенное содержание волокон, *Хлібопекарська і кондитерська промисловість*, 4, 4-7.

117. Chandalia, M, Garg, A, Lutjohann, D, von Bergmann, K, Grundy, S.M., Brinkley, L.J. (2000). Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus, *N Engl J Med*, 342, 1392–1398.

118. Христенко, О. В., Білик, О.А., Дробот, В.І. (2008). З турботою для хворих на цукровий діабет, *Наукові праці НУХТ*, 25, 63-64.

119. Шаповалова, Н. П., Богданович, А.М. (2015). *Збагачення хлібобулочних виробів харчовими волокнами*, Якість і безпека харчових продуктів : тези доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НУХТ.

120. Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K., Walton, J. (2012). Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective, *Int J Food Sci Nutr*; 63(8), 1001–1013.
121. Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Augustin, L. S. A., Martini, M. C., Axelsen, M., Faulkner, D., Vidgen, E., Parker, T., Lau, H., Connelly, P. W., Teitel, J., Singer, W., Vandenbroucke, A. C., Leiter, L. A., Josse, R. G. (2002). Effect of Wheat Bran on Glycemic Control and Risk Factors for Cardiovascular Disease in Type 2 Diabetes, *Diabetes Care*, 25(9): 1522-1528.
122. Козловский, В.С. (2005). Биологически активные добавки из зародышей пшеницы, *Хранение и переработка зерна*, 1, 36-38.
123. Олійник, С.Г., Лисюк, Г.М., Кравченко, О.І. (2014). *Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці: монографія: ХДУХТ*, 108.
124. Лисюк, Г.М., Олійник, С.Г., Кравченко, О.І. (2010). *Використання продуктів переробки зародків пшениці у технологіях хлібобулочних виробів, Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи: Міжнар наук.-практ. конф.: матеріали. Київ: НУХТ*.
125. Кравченко, О.І., Лисюк, Г.М., Олійник, С.Г. (2010). *Технологія хліба підвищеної харчової цінності з використання спиртового екстракту зародків пшениці, Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Всеукр. наук.конф.: матеріали Ч1. Харків: ХДУХТ*.
126. Куликов, Д. (2010). Побочный продукт переработки овса – перспективное сырье для хлебопечения, *Хлебопродукты*, 12, 55.
127. Карпова, О. (2008). Использование овсяных добавок для продления свежести хлеба, *Хлебопродукты*, 1, 43-44.
128. Gambus, H., Gambus, F., Pisulewska, E. (2006). Мука из цельносмолотого зерна овса как источник питательных веществ в хлебе из пшеничной муки, *Biul. Inst. hod. i aklim. rosl.*, 23, 259-267.

129. Борисенко, О. В., Арсеньева, Л.Ю. (2007). Підвищення якості пшеничного хліба з вівсяним концентратом харчових волокон, *Зберігання і переробка зерна*, 4(94), 31–32.
130. Степанькова, Г.В. (2015). *Технології пшеничного хліба з використанням продуктів переробки зародків вівса і кукурудзи*, Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ.
131. Олійник, С.Г., Степанькова, Г.В., Самохвалова, О.В. (2017). *Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи: монографія*: ХДУХТ, 123.
132. Шевчук, Є. С., Якимчук, І.В., Грищенко, А.М. (2012). *Використання картопляної дієтичної харчової клітковини в хлібопеченні*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 78-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. Київ: Національний університет харчових технологій.
133. Назар, М. І., Михайлюк, Г. С., Сильчук, Т. А. (2016). *Впровадження виробництва хліба оздоровчого призначення, Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Київ: Національний університет харчових технологій.
134. Малигіна, В. Д., Булгакова, О. В., Кротинова, К. А. (2012). Патент України 67721. Донецьк. Державне патентне відомство України.
135. Дубініна, А. А., Попова, Т.М., Лерент, С.О. (2014). Аналіз хімічного складу гречаної крупи із гречки різних селекційних сортів, *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 4(10), 58-62.
136. Barta, J., Pátkai, G. (2007). Chemical Composition and Storability of Jerusalem Artichoke Tubers, *Acta Alimentaria*, 36(2), 257-267.
137. Шаншарова, Д. (2010). Пшеничный хлеб с использованием рисовой и гречневой муки, *Хлебопродукты*, 8, 39-40.

138. Гаврилова, О.М., Матвеева, И.В., Вакуленчик, П.И. (2007). Приготовление хлеба с использованием гречневой муки, *Хлебопродукты*, 3, 14-15.
139. Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N.A. (2014). Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review, *The Journal of Agricultural Science*, 152(3), 349-369.
140. Парахин, Н. В. (2010). Гречиха: биологические возможности и пути их реализации, *Вестник Орел ГАУ*, 4(25), 4-8.
141. Коршенко, Л. О., Чижикова, О.Г., Абдулаева, Н.Н., Коршенко, Е.О. (2012). Использование зерна гречихи в качестве основы для комплексного хлебопекарного улучшителя, *Известия вузов. Пищевая технология*, 4, 46-48.
142. Троценко, А.С., Танашкина, Т.В., Корчагин, В.П. (2010). Проблемы и перспективы использования гречихи в пищевой биотехнологии, *Вестн. Тихоокеан. гос. эконом. ун-та*, 2, 116.
143. Дробот, В.І. (2016). *Інноваційні технології дієтичних та оздоровчих хлібобулочних виробів: монографія*. Київ: Кондор, 238.
144. Kolida, S, Tuohy, K, Gibson. G.R. (2002). Prebiotic effects of inulin and oligofructose, *Br J Nutr*, 87(2), 193-197.
145. Bach, V., Clausen, M., Edelenbos, M. (2015). Production of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Impact on Inulin and Phenolic Compounds, *Processing and Impact on Active Components in Food*, 12, 97-102.
146. Radovanovic, A, Stojceska, V., Plunkett, A., Jankovic, S., Milovanovic, D., Cupara, S. The use of dry Jerusalem artichoke as a functional nutrient in developing extruded food with low glycaemic index, *Food Chemistry*, 177, 81-88.
147. Marx, S. P., Nösberger, J., Frehner, M. (1997). Seasonal variation of fructan- β -fructosidase (FEH) activity and characterization of a β -(2-1)-linkage specific FEH from tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), *New Phytologist*, 135(2), 267-277.

148. Zawistowski, J., Biliaderis, C. G., Murray, D. E. (1988). Purification and characterization of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) polyphenol oxidase, *J. Food Biochem*, 12(1), 1–22.
149. Бобрівник, Л.Д. (2013). *Шляхи удосконалення технологій цукру та інулінопродуктів*, Київ.
150. Németh, G., Izsáki, Z. (2006). Macro- and Micro-Element Content and Uptake of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), *Cereal Research Communications*, 34(1), 597-600.
151. Павлюк, Р.Ю., Черевко, А.И., Погарская, В.В. (2002). Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия: Монография. Харьков-Киев, 205.
152. Балабай, К. С., Бессараб, О. С., Павлюк, Р. Ю. (2016). *Вивчення біологічно активних речовин у нових пребіотиках із інуліновмісної сировини у формі нанопорошків*, Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів. Харків: ХДУХТ.
153. Калітка, В. В., Гончар, Ю. О., Костючок, Н. В., Бессараб, О. С., Василів, В. П. (2014). *Дослідження теплових процесів отримання сухого екстракту топінамбура*, Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: IV Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів. Київ: НУБіПУ.
154. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Балабай, К.С., Павлюк, В.А. (2016). *Вивчення процесів механохімії під час розробки криогенної технології нанопорошків із топінамбура з пребіотичними властивостями*, Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ.

155. Павлюк, Р. Ю., Погарська, В. В., Бессараб, О. С., Балабай, К. С., Борисова, А. О., Лосєва, С. М. (2014). Розробка нанотехнології дрібнодисперсних добавок з використанням кріомеханічної обробки, *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 6/10(72), 54-58.
156. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Балабай, К.С., Павлюк, В.А. (2016). *Вплив заморожування та неферментативного каталізу на руйнування гетерополісахарид-білкових нанокмплексів під час переробки топінамбура*, Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ.
157. Павлюк, Р.Ю., Бессараб, О.С., Погарська, В.В. (2015). Розробка кріогенної технології отримання нанопорошків із топінамбуру з використанням рідкого та газоподібного азоту, *Восточно-Європейський журнал передових технологій*, 6/10 (78), 4-10.
158. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Бессараб, О.С. (2014). Розробка нанотехнології дрібнодисперсних добавок з використанням кріомеханічної модифікації, *Восточно-Європейський журнал передових технологій*, 6/10 (72), 54-58.
159. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Бессараб, О.С. (2015). *Cryogenic technology of fine-dispersed powdered additives from topinambour*, Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр, Харків: ХДУХТ.
160. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Бессараб, О.С. (2014). *Вивчення впливу низькотемпературної обробки та кріодеструкції на збереження БАР і трансформацію інуліну під час розробки оздоровчих добавок із топінамбура*, Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ.
161. Павлюк, Р.Ю., Погарська, В.В., Балабай, К.С. (2017). *The impact of cryogenic freezing and non-enzymatic catalysis on destruction of inulin-proteic nanocomplexes of topinambour to monomers*, Прогресивні техніка та технології

харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ.

162. Доценко, В.Ф. (1994). *Наукове обґрунтування і розробка технології хліба з використанням нової вуглеводвмісної сировини та цукрозамінників*. (Дис. док. техн. наук). УДУХТ, Київ.

163. Radovanovic, A. M, . Milovanovic, O. Z, Kipic, M. Z., Ninkovic, M. B., Cupar, S. M. (2014). Chracterization of Bread Enriched with Jerusalem Artichoke Powder Content, *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(12), 895-898 .

164. Анохіна, Г. А. (2010). Омега-3 поліненасичені жирні кислоти в лікуванні внутрішніх хвороб, *Новини медицини і фармації*, 3.

165. Исаев, В.А. (2006). Полиненасыщенные жирные кислоты и их роль в мозговом кровообращении, *Технология и качество*, 4, 17.

166. Мартынов, А.И., Чельцов, В.В. (2007). *Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в кардиологической практике: методические рекомендации*. Москва.

167. Исаев, В.А., Панченко, В.М., Лютова, Л.В. (2004). Применение биологически-активной добавки, содержащей полиненасыщенные жирные кислоты семейства w-3, у больных сахарным диабетом 2 типа, *Вопросы питания*, 1, 16-19.

168. Прокопенко, Л. Г., Бойняжева, Л.И., Павлова, Е.В. (2009). Полиненасыщенные жирные кислоты в растительных маслах, *Масложировая промышленность*, 2, 11-12.

169. Кобець, О. С., Олійник, С. В., Арпуль, О. В., Доценко, В. Ф. (2016). *Олії з нетрадиційної рослинної сировини як джерело функціональних інгредієнтів*, Інноваційні напрямки розвитку освіти, сфери послуг і технологій: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих учених, Волинь: Волинський коледж НУХТ.

170. Наторіна, А. О., Криковцева, Н. О (2013). Патент України 84909. Донецьк. Державне патентне відомство України.

171. Луньова, О. С., Дьяков, О.Г., Торяник, О.І. (2012). Дослідження впливу жиру на збереження свіжості безбілкового хліба, *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, 1, 196-204.
172. Chin, N. L., Rahman, R. A., Hashim, D. M. (2009). Palm oil shortening effects on baking performance of white bread, *Journal of Food Process Engineering*, 33(3), 413 – 433.
173. Зайцева, Л.В. (2013). *Инновационные технологии извлечения и модификации растительных масел, и применение получаемых продуктов при производстве хлебобулочных изделий*. (Автореф. дис. канд. техн. наук). МГУПП, Москва.
174. Фахретдинов, Р. Х. (2007). *Разработка технологии приготовления и применения хлебопекарных улучшителей на жировой основе при производстве пшеничного хлеба*. (Дис. канд. техн. наук). Москва.
175. Козонова, Ю.О. (2017). Порівняння якісного мікронутрієнтного складу раціонів харчування хворих на цукровий діабет II типу та здорових осіб, *Мультидисциплінарний науковий журнал "Архіваріус"*, 67-74.
176. *Здоровое питание при сахарном диабете*. Москва: Компания «Верваг Фарма ГмбХ и Ко.КГ»
177. Гуліч, М. П., Каплуненко, В. Г., Косінов, М. В. (2009). Патент України 43674. Київ. Державне патентне відомство України.
178. Kozonova, J, Telegenko, L, Stavnicha, N. (2016). Comparison of the quality macronutrient compound of recommended daily intakes and the second type diabetes patients' diet, *Food science and technology*, 10(3), 5-6.
179. Ahn, C., Kang, J-H., Jeung, E-B. (2017). Calcium homeostasis in diabetes mellitus, *Journal of Veterinary Science*, 18(3), 261–266.
180. Swaminathan, S., Fonseca, V. A., Alam, M. G., Shah, S. V. (2007). The Role of Iron in Diabetes and Its Complications, *Diabetes Care*, 30(7), 1926-1933.

181. Павлоцька, Л.Ф., Дуденко, Н.В. (2007). *Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Навчальний посібник.* Суми: ВТД «Університетська книга».
182. Barbagallo, M., Dominguez, L. J. (2015). Magnesium and Type 2 Diabetes, *World J Diabetes*, 6(10), 1152-1157.
183. Cruz, K. J. C., Oliveira, A. R. S., Marreiro, D. N. (2015). Antioxidant Role of Zinc in Diabetes Mellitus, *World J Diabetes*, 6 (2), 333-337.
184. Poudel, R. R., Bhusal, Y., Tharu, B., Kafle, N. K. (2017). Role of zinc in insulin regulation and diabetes, *Journal of Social Health and Diabetes*, 5(2), 83-87.
185. Тронько, М.Д., Полумбрик, М.О., Ковбаса, В.М. (2013). Біологічна роль цинку і необхідність забезпечення адекватного рівня його споживання людиною, *Вісник Національної Академії наук України: щомісячний загальнонауковий та громадсько-політичний журнал*, 6, 21-31.
186. Дробот, В. І., Бондаренко, Ю.В., Каплуненко, В.Г. (2014). *Використання цитратів цинку та магнію, одержаних методом нанотехнології, у хлібопеченні*, Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості», Київ: НУХТ.
187. Губеня, В., Арсеньєва, Л. (2008). Порівняльна оцінка впливу носіїв двовалентного заліза на структурно-механічні властивості тіста та якість хліба, *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 11, 13-17.
188. Скорикова, Г., Корж, Т., Коновалова, К. (2009). Суміш борошна другого сорту та альгінату кальцію має високі технологічні властивості, *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 5,13-15.
189. Новинюк, Л. В. (2009). Цитраты - безопасные нутриенты, *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*, 1, 70 - 71.
190. Балаболкин, М.И., Клебанова, Е.М. (2007). Витаминно-минеральные комплексы в терапии сахарного диабета и его сосудистых осложнений, *Витаминотерапия и профилактика сахарного диабета*, 4-16.

191. Roohani, N., Hurrell, R., Kelishadi, R., Schulin, R. (2013). Zinc and its importance for human health: An integrative review, *J Res Med Sci*, 18(2), 144-157.
192. Христоферзен, Г.С. (2003). Патент України 61280. Керч Державне патентне відомство України.
193. Шатнюк, Л. Н., Міхєєва, Г.А., Некрасова, Т.Е. (2014). Вітамінно-мінеральні премікси в технологіях продуктів здорового харчування, *Харчова промисловість*, 6, 42-47.
194. Попова, Т. С., Тутьельян, В. А., Круглик, В. И., Сажинов, Г. Ю., Шестопапов, А. Е., Гмошинский, И. В. (2007). Патент РФ 2290823. Государственное патентное бюро России.
195. Юдина, А.В., Суворов, И.В., Шатнюк, Л.Н. (2013). Ингредиенты компании «Валетек» - 20 лет успеха. Научное обоснование и практическое использование, *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*, 2, 21-23.
196. Дробот, В.І. (2015). *Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб.* Київ: Кондор.
197. Волошина, О.С. (2015). *Методи контролю біотехнологічних, фармацевтичних і харчових виробництв: конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч.* Київ: НУХТ.
198. Дробот, В. І. (2006). *Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв навч. посіб.* Київ: Центр навч. літ-ри.
199. Гуменюк, О.Л. (2013). *Харчова хімія: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія".* Чернігів: ЧДТУ.
200. Renzetti, S., Dal Bello F., Arendt, E. K. (2008). Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase, *Journal of Cereal Science*, 48, 33-45.

201. Дробот, В.І. (1998). *Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб.* Київ: Руслана.
202. Pomeranz, Y., Meyer, D., Sibel, W. (1984). Wheat dough and bread studies scanning electron microscopy, *J. Chemistry*, 61(1), 7–12.
203. Крищенко, В.П. (1997). *Ближняя инфракрасная спектроскопия.* Москва: КРОН-ПРЕСС.
204. Корячкина, С.Я., Лабутина, Н.В., Березина, Н.А., Хмелёва, Е.В. (2010). *Контроль хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов.* Орел: Орел ГТУ.
205. Ройтер, И.М., Демчук, А.П., Дробот, В. И. (1977). *Новые методы контроля хлебопекарного производства : учеб. Пособие.* Киев: Техника.
206. Липатов, Н.Н., Юдина, С.Б., Лисицин, А.Б. (1994). Усовершенствованные прибор и методика для определения перевариваемости белков in vitro, *Вопросы питания*, 4, 43-44.
207. Покровський, А.А., Ертанов, И.Д. (1965). Атакуемость белка пищевых продуктов протеолитическими ферментами in vitro, *Вопросы питания*, 3, 38-44.
208. Литвиненко, А.М. (1992). *Совершенствование процесса и оборудования для сушки пищевых кристаллических материалов.* (Дис. канд. техн. наук): Киев.
209. Тутельян, В.А., Скурыхин, И.М. (2002). *Химический состав пищевых продуктов.* Москва: ДеЛипринт.
210. Арсеньева, Л.Ю. (2007). *Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами.* (Дис. докт. техн. наук). Київ.
211. Abdel-Aal, E.-S. M., Hucl, P. Sosulski, F. W. (1999). *Starches from primitive wheats. II. Thermal and structural properties. Annual Meeting Abstract.* St. Paul, MN: AACCC International.
212. Bashir, L., Ossai, P. C., Shittu, O. K., Abubakar, A. N., Caleb, T. (2015). *Comparison of the Nutritional Value of Egg Yolk and Egg Albumin from*

Domestic Chicken, Guinea Fowl and Hybrid Chicken, *American Journal of Experimental Agriculture*, 6(5), 310-316.

213. Sindayikengera, S., Xia, W. (2006). Nutritional evaluation of caseins and whey proteins and their hydrolysates from Protamex, *J Zhejiang Univ Sci*, 7(2), 90–98.

214. Southward, C.R. (2003). Casein and caseinate: Uses in the Food Industry, *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 948-958.

215. Місечко, Н.О. (2014). *Використання фруктози і лактулози в технології хлібобулочних виробів*. (Автореф. дис. канд. техн. наук). Київ: НУХТ.

216. Семенова, А.Б. (2014). *Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням продуктів переробки круп'яних культур*. (Автореф. дис. канд. техн. наук). Київ: НУХТ.

217. Claire, J. (2014). The Chemistry of Baking, *Senior Theses*, 3, 92.

218. Заниздра, В. (2011, 7.11). Процеси, що відбуваються під час утворення тіста. Київ. Baker-Group. Взято з: <https://baker-group.net/bread-and-bakery-products/technology-of-bread-and-bakery-products/976-2015-09-29-20-08-53.html>

219. Everts, S. (2012). The Maillard Reaction Turns 100, *Chemical & Engineering News*, 90 (40), 58–60.

220. Чижова, К.Н. (1979). *Белок клейковины и его преобразование в процессе хлебопечения*. Москва: Пищ. Пром-сть.

221. Стадник, І.С., Лісовенко, О.Т. (2009). Основи теорії пластифікації тіста, *Хлібопекарна і кондитерська промисловість України*, 5, 22–23.

222. Семенова, А.Б. (2014). *Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням продуктів переробки круп'яних культур*. (Дис. канд. техн. наук). Київ: НУХТ.

223. Борисенко, О.В. (2008). *Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами*. (Автореф. дис. канд. техн. наук). Київ: НУХТ.

224. Yang, L., He, Q.S., Corscadden, K., Udenigwe, C.C. (2015). The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production, *Biotechnol Rep (Amst)*, 5, 77–88.
225. Николаев, Б.А. (1976). *Структурно-механические свойства мучного теста*. Москва: Пищевая промышленность.
226. Осейко, М.І. (2006). *Технологія рослинних олій: Підручник*. Київ: Варта.
227. Maki, K. S., Lawless, A. L., Kelley, K. M., Kaden, A. N., Geiger, C. J., Dicklin, M. R. (2014). Corn oil improves the plasma lipoprotein lipid profile compared with extra-virgin olive oil consumption in men and women with elevated cholesterol: Results from a randomized controlled feeding trial, *Journal of Clinical Lipidology*, 9(1), 49–57.
228. Bolla, K.N. (2015). Soybean Consumption And Health Benefits. International, *Journal of Scientific & Technology Research*, 4(7), 50-53.
229. Kinney, A.J. (2003). Engineering Soybeans for Food and Health, *AgBioForum*, 6, 18-22.
230. Kumar, B.D., Pradhan, R., Mukherjee, S., Chakraborty, C. (2009). Effects Of Edible Oils In Type 2 Diabetes Mellitus, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 3(2), 1389 – 1394.
231. Юрчак, В.Г., Голікова, Т.П., Махинько, В.М., Сильчук, Т.А. (2008). *Оптимізація технологічних процесів галузі: Метод.вказівки до вивч. Дисципліни та викон. лабор., розрахун. і контрол. Роботи для студ. спец. 7.091702 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» денної та заочної форм навчання*. Київ: НУХТ.
232. Angioloni, A., Collar, C. (2011). Physicochemical and nutritional properties of reduced caloric density high-fibre breads, *LWT-Food Science and Technology*, 44, 747-758.
233. Kurek, M., Wyrwisz, J. (2015). The Application of Dietary Fiber in Bread Products, *J Food Process Technol*, 6(5), 447-451.

234. Vitaglione, P., Napolitano, A., Fogliano, V. (2008). Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut, *Trends in Food Science and Technology*, 19, 451–463.
235. Sivam, A.S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S.Y., Perera, C.O. (2010). Properties of bread dough with added fibre polysaccharides and phenolic antioxidants: A review, *Journal of Food Science*, 75, 163-174.
236. Dhingra, D. (2012). Dietary fibre in foods: a review, *Journal of Food Science Technology*, 49, 255-266.
237. Yangilar, F. (2013). The application of dietary fibre in food industry: structural features, effects on health and definition, obtaining and analysis of dietary fibre: a review, *Journal of Food and Nutrition Research*, 1, 13-23.
238. Almeida, E., Chang, Y., Steel, C. (2012). Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality, *LWT- Food Science and Technology*, 50, 545-553.
239. Heenan, S. P., Dufour, J.-P., Hamid, N., Harvey, W., Delahunty, C. M. (2008). The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions, *Food Research International*, 41(10), 989-997.
240. Tamara, R., Hadnađev, D., Dokić, L. P., Hadnađev, M. S., Pojić, M. M., Rakita, S. M., Torbica, A. M. (2013). Changes in quality parameters of bread supplemented with OSA starch during storage, *Food & Feed Research*, 40(2), 101-108.
241. Дробот, В.И., Сильчук, Т.А. (2006). Повышение качества и сроков хранения хлеба, *Продукты и ингредиенты*, 1, 16-17.
242. Kwasniewska-Kapolak, I., Rosicka-Kaczmarek, J., Krala, L. (2014). Factors influencing quality and shelf life of baking products, *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 18, 1-7.
243. Bhise, S., Kaur, A. (2014). Baking quality, sensory properties and shelf life of bread with polyols, *J Food Sci Technol*, 51(9), 2054-2061.

244. Наливайко, Н. (2007). Чем дольше влага удерживается в хлебе, тем дольше он остается свежим, *Хлібопекарна та кондитерська промисловість України*, 7–8, 24-28.
245. Манк, В.В. (2000). Адсорбція води харчовими вуглеводами, *Наукові записки*, 46, 30– 35.
246. Al-Rashdan, A., Helaleh, M.I.H., Nisar, A., Ibtisam, A., Al-Ballam, Z. (2010). Determination of the Levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Toasted Bread Using Gas Chromatography Mass Spectrometry, *Int J Anal Chem.* doi: 10.1155/2010/821216
247. Kayali-Sayadi, M.N., Rubio-Barroso, S., García-Iranzo, R., Polo-Díez, L.M. (2000). Determination of selected polycyclic aromatic hydrocarbons in toasted bread by supercritical fluid extraction and HPLC with fluorimetric detection, *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 23(12), 1913-1925.
248. Кучерук, З. І., Цуканова, О. С. (2014). *Використання полісахаридів рослинного і мікробного походження в технології безбілкового хліба : монографія*. Харків: ХДУХТ.
249. «Карбоксилати харчових кислот» ТУУ 15.8-35291116-014:2011 (2011).
250. Дорохович, А. М., Ковбаса, В. М., Дорохович, В. В., Гуліч, М. П., Яременко, О. М. (2009). Патент України 40623. Київ. Державне патентне відомство України.

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «Горинь і Т»

Горинь А.В.

12 2017р.



АКТ

виробничих випробувань хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного харчування

Цей акт складено про те, що 19.12 2017р. на ТОВ «Горинь і Т» у м. Львів були проведені виробничі випробування булочного виробу «Солодкий каприз», розробленого на кафедрі технології хлібобулочних і кондитерських виробів НУХТ аспірантом Шевченко А.О.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах позитивного впливу казеїну, порошку топінамбуру, суміші цитратів металів на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів з борошна пшеничного з фруктозою.

Рецептура булочного виробу «Солодкий каприз» представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг,
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн	9,0
Порошок топінамбуру	4,0
Суміш цитратів металів	1,15
Разом :	125,65

Тісто готували безопарним способом. Дріжджі, фруктозу, сіль перед замішуванням тіста розчиняли у мінімальній кількості води.

Рецептура на 100 кг борошна та технологічний режим приготування тіста безопарним способом наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Рецептатура та технологічний режим приготування булочного виробу “Солодкий каприз”

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини та параметри технологічного процесу
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	3,0
Сіль кухонна, кг	1,5
Фруктоза, кг	5,0
Олія кукурудзяна, кг	2,0
Казеїн сухий, кг	9,0
Порошок топінамбуру, кг	4,0
Суміш цитратів металів, кг	1,15
Вода, кг	За розрахунком
Тривалість замішування тіста, хв	7-10
Вологість тіста, %	42,0
Початкова температура тіста, °C	30
Тривалість бродіння, хв	150
Кінцева кислотність, град	2,0-2,5

Під час проведення випробувань використовували борошно з середніми хлібопекарськими властивостями. Випечені вироби мали такі показники якості (таблиця 3).

Таблиця 3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості булочного виробу “Солодкий каприз”

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Округла, не розпливчата, без притисків
поверхня	Гладка. Без тріщин та підривів, без забруднення.
колір	Від жовтого до світло-коричневого
Стан м'якушки :	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута
смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку
запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

Вологість м'якушки,%, не більше ніж	42,0
Кислотність м'якушки, град., не більше ніж	2,5
Пористість м'якушки,%, не менше ніж	73,0
Масова частка жиру, в перерахунку на суху речовину,%	2,1
Масова частка фруктози, в перерахунку на суху речовину,%	5,3

За результатами пробного випікання підтверджена доцільність використання у хлібопекарській промисловості казеїну, порошку топінамбуру, суміші цитратів металів у виробництві булочних виробів з борошна пшеничного вищого сорту з фруктозою. Отримані результати відповідають нормативній документації на хлібобулочні вироби для спеціального дієтичного споживання ДСТУ 4588:2006.

Професор кафедри
технології хлібобулочних
і кондитерських виробів НУХТ



Дробот В.І.

Аспірант кафедри
технології хлібобулочних
і кондитерських виробів НУХТ



Шевченко А.О.

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДКПП 10.71.11-00.10

Код УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО:

Центральна виробничо-технологічна лабораторія
Укрхлібпрому-базова організація зі стандартизації

Директор ЦВТЛ

Л.А. Гуленко
“27” квітня 2017 р



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Генеральний директор – голова Ради-Об'єднання підприємств

хлібопекарської промисловості
“Укрхлібпром”

О.М. Васильченко
“27” квітня 2017 р



РОЗРОБЛЕНО:

Член-кореспондент НААН,
д.т.н., професор

В.І. Дробот
“26” квітня 2017 р

Аспірант

А.О. Шевченко
“26” квітня 2017 р

РЕЦЕПТУРА

Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання
Булочка «Солодкий каприз» РЦУ 00389676.6856:2017
(згідно з ДСТУ 4588:2006)

Чинна з “27” квітня 2017 р.

Виробляється за технологічною інструкцією ТІУ 00389676.6856:2017

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому

Акт № 2

від “27” квітня 2017 р

РЦУ 00389676.6856:2017

1. ХАРАКТЕРИСТИКА

Виріб хлібобулочний для спеціального дієтичного споживання булочка «Солодкий каприз» відноситься до групи діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами.

Виробляється масою 0,1– 0,15 кг.

1.1. Органолептичні показники якості

Таблиця 1

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Округла, не розпливчата, без притисків
поверхня	Гладка. Без тріщин та підривів, без забруднення.
колір	Від жовтого до світло-коричневого
Стан м'якушки :	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута
смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку
запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

1.2. Фізико-хімічні показники якості

Таблиця 2

Найменування показника	Норма
Вологість м'якушки,%, не більше ніж	42,5
Кислотність м'якушки, град., не більше ніж	2,5
Пористість м'якушки,%, не менше ніж	70,0
Масова частка жиру, в перерахунку на суху речовину,%	2,0±0,5
Масова частка фруктози, в перерахунку на суху речовину,%	5,0±1,0

Примітка: пористість м'якушки визначається при масі виробу більше 200 г.

2. Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Таблиця 3

Найменування сировини	Витрати сировини, кг, при приготуванні тіста
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн	9,0
Порошок топінамбуру	4,0
Суміш цитратів металів	1,15
Разом :	125,65
Мінімальний вихід булочки «Солодкий каприз» при вологості борошна 14,5 %, масою 0,1 кг - 160%	

Примітка:

1. Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися в залежності від їх під'ємної сили, якості борошна та способу приготування тіста.

3. Термін придатності до споживання з моменту виймання з печі булочки «Солодкий каприз» - не більше 16 год. (упакованої – не більше 32 год.).

4. Інформацію про хімічний склад та енергетичну цінність булочки «Солодкий каприз» подано у додатку А.

Додаток А
(обов'язковий)

Інформація про хімічний склад та енергетичну цінність
100 г булочки «Солодкий каприз»

Білки, г	7,7
Жири, г	1,4
Вуглеводи, г	30,2
Харчові волокна, г	1,6
Мінеральні речовини, мг:	
Ca	11,1
Mg	7,8
Zn	0,4
Fe	0,6
Енергетична цінність 100г продукту, ккал (кДж)	166 (764)

Додаток В

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УЗГОДЖЕНО:

Центральна виробничо-технологічна лабораторія
Укрхлібпрому-базова
організація зі стандартизації

Директор ЦВТЛ

Д.А.Туленко

“27” квітня 2017 р



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Генеральний директор – голова Ради-
Об'єднання підприємств

хлібопекарської промисловості
«Укрхлібпром»

О.М.Васильченко

“27” квітня 2017 р



РОЗРОБЛЕНО:

Член-кореспондент НААН,
д.т.н., професор

В.І.Дробот

“26” квітня 2017 р

Аспірант

А.О.Шевченко

“26” квітня 2017 р

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

на виробництво булочки «Солодкий каприз»

ТІУ 00389676.6856:2017

Чинна з “27” квітня 2017 р.

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому

Акт № 2

від “27” квітня 2017 р

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво булочки, яку виробляють з пшеничного борошна вищого сорту, фруктози та іншої сировини за рецептурою.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість булочки «Солодкий каприз» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006 та РЦУ 00389676.6856:2017:2017.

Булочка виробляється масою 0,1 – 0,15 кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва булочки використовується така сировина:

- борошно пшеничне вищого сорту згідно ГСТУ 46.004 – 99;
- дріжджі хлібопекарські пресовані згідно ДСТУ 4812:2007;
- сіль кухонна згідно ДСТУ 3583 – 97;
- фруктоза згідно ТУУ 15.6 – 32062796 – 010:2007;
- цитрати цинку, магнію, кальцію, заліза згідно ТУУ 15.8-35291116-014:2011;
- порошок топінамбуру згідно ТУ 9164-001-97357430-09
- казеїн згідно ISO:9001:2008;
- олія кукурудзяна згідно ТУ У 24239651-003-97;
- вода питна згідно ГОСТ 2874 – 82 та інша сировина за діючою документацією відповідно до діючих взаємозамін сировини.

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та “Медико-біологічним вимогам і санітарним нормам якості продовольчої сировини і харчових продуктів”, затверджених 01.08.89. № 5061-89 за показниками безпеки.

4. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва проводиться згідно з «Правилами з організації та ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах», затвердженого наказом Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07.2000 за №37.

Дріжджі, сіль, фруктоза перед замісом тіста розчиняються в мінімальній кількості води. При використанні сухих дріжджів іноземного виробництва підготовка та заміна здійснюється у відповідності з рекомендаціями фірми виробника. Готують суспензію казеїну з гідромодулем 5, в яку вносять порошок топінамбуру.

4.2. Приготування тіста

Тісто для булочного виробу готується традиційними способами: опарним, безопарним або прискореним. Рецепт на 100 кг борошна та режим приготування тіста безопарним способом наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Рецепт та режим приготування тіста

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини та параметри технологічного процесу
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн сухий	9,0
Порошок топінамбуру	4,0
Суміш цитратів металів	1,15
Вода, кг	61,66
Тривалість замішування тіста, хв	10-12
Вологість тіста, %	42,0
Початкова температура тіста, °С	30
Тривалість бродіння, хв	150
Кінцева кислотність, град	2,0-2,5

Примітка: Залежно від якості борошна, дріжджів та умов виробництва можливі зміни параметрів, співвідношень борошна та води за стадіями технологічного процесу.

Замішують тісто у двошвидкісних тістомісильних машинах періодичної та безперервної дії різних марок до утворення однорідної маси.

Замішане тісто направляють на бродіння. Готовність тіста визначають за накопиченням заданої кислотності та збільшенням об'єму в 1,5 – 2 рази.

4.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання.

Готове тісто подають на оброблення, яке здійснюється за допомогою тістоподільних машин або вручну. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин упікання та усихання продукції на підприємстві. Тістовим заготовкам за допомогою округлювальних машин надають округлої форми.

Тістові заготовки укладають на листи і направляють на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі кінцевого вистоювання при температурі 35 - 38 °С і відносній вологості 75 – 80 %.

Тривалість вистоювання до готовності становить 25 – 40 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Вистояні тістові заготовки випікають у зволоженій пекарній камері при температурі 210 – 220 °С протягом 25 - 35 хв.

Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання булочки «Солодкий каприз» можуть змінюватися зважаючи на тип і конструкторські можливості обладнання, умови його експлуатації та якість сировини.

5. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Метрологічне забезпечення виробництва булочки для спеціального дієтичного споживання «Солодкий каприз» здійснюється відповідно до «Рекомендацій щодо метрологічного забезпечення виробництва хліба і хлібобулочних виробів» Р – 158.00389697.005:2007 (збірник «Рецептури і технологічні інструкції на виробництва хліба із різних сортів пшеничного борошна та їх сумішей», м. Київ, Укрхлібпром, 2009 р.).

Додаток Г

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор

"22" 02 2018 р.

АКТ

виробничих випробувань хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного харчування

Цей акт складено про те, що 22 лютого 2018 р. на ПАТ "Київхліб", виробничий цех №4 м. Київ були проведені виробничі випробування булочного виробу "Гречинка", розробленого на кафедрі технології хлібобулочних і кондитерських виробів НУХТ аспірантом Шевченко А.О.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах позитивного впливу казеїну, клітковини висівок гречки, суміші цитратів металів на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів з борошна пшеничного з фруктозою.

Рецептура булочного виробу "Гречинка" представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг,
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн	8,0
Клітковина висівок гречки	8,0
Суміш цитратів металів	1,15
Разом :	128,65

Тісто готували безопарним способом. Дріжджі, фруктозу, сіль перед замішуванням тіста розчиняли у мінімальній кількості води.

Рецептура на 100 кг борошна та технологічний режим приготування тіста безопарним способом наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Рецептатура та технологічний режим приготування булочного виробу “Гречинка”

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини та параметри технологічного процесу
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн сухий	8,0
Клітковина висівок гречки	8,0
Суміш цитратів металів	1,15
Вода, кг	За розрахунком
Тривалість замішування тіста, хв	7-10
Вологість тіста, %	42,0
Початкова температура тіста, °C	30
Тривалість бродіння, хв	150
Кінцева кислотність, град	2,0-2,5

Під час проведення випробувань використовували борошно з середніми хлібопекарськими властивостями. Випечені вироби мали такі показники якості (таблиця 3).

Таблиця 3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості булочного виробу “Гречинка”

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Округла, не розпливчата, без притисків
поверхня	Гладка. Без тріщин та підривів, без забруднення.
колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого
Стан м'якушки :	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута
смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку
запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

Вологість м'якушки,%, не більше ніж	42,2
Кислотність м'якушки, град., не більше ніж	2,5
Пористість м'якушки,%, не менше ніж	71,0
Масова частка жиру, в перерахунку на суху речовину,%	2,1
Масова частка фруктози, в перерахунку на суху речовину,%	5,4

За результатами пробного випікання підтверджена доцільність використання у хлібопекарській промисловості казеїну, клітковини висівок гречки, суміші цитратів металів у виробництві булочних виробів з борошна пшеничного вищого сорту з фруктозою. Отримані результати відповідають нормативній документації на хлібобулочні вироби для спеціального дієтичного споживання ДСТУ 4588:2006.

Професор кафедри
технології хлібобулочних
і кондитерських виробів НУХТ



Дробот В.І.

Аспірант кафедри
технології хлібобулочних
і кондитерських виробів НУХТ



Шевченко А.О.

Додаток Д ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор  Власова В.О.

“27” лютого 2018 р.

АКТ

виробничих випробувань хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного харчування

Цей акт складено про те, що “27” лютого 2018 р. на ТОВ «Чудова Пирогова» м. Київ були проведені виробничі випробування булочного виробу “Гречинка”, розробленого на кафедрі технології хлібобулочних і кондитерських виробів НУХТ аспірантом Шевченко А.О.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах позитивного впливу казеїну, клітковини висівок гречки, суміші цитратів металів на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів з борошна пшеничного з фруктозою.

Рецептура булочного виробу “Гречинка” представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг,
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн	8,0
Клітковина висівок гречки	8,0
Суміш цитратів металів	1,15
Разом :	128,65

Тісто готували безопарним способом. Дріжджі, фруктозу, сіль перед замішуванням тіста розчиняли у мінімальній кількості води.

Рецептура на 100 кг борошна та технологічний режим приготування тіста безопарним способом наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Рецептатура та технологічний режим приготування булочного виробу “Гречинка”

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини та параметри технологічного процесу
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн сухий	8,0
Клітковина висівок гречки	8,0
Суміш цитратів металів	1,15
Вода, кг	За розрахунком
Тривалість замішування тіста, хв	7-10
Вологість тіста, %	42,0
Початкова температура тіста, °С	30
Тривалість бродіння, хв	150
Кінцева кислотність, град	2,0-2,5

Під час проведення випробувань використовували борошно з середніми хлібопекарськими властивостями. Випечені вироби мали такі показники якості (таблиця 3).

Таблиця 3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості булочного виробу “Гречинка”

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Округла, не розпливчата, без притисків
поверхня	Гладка. Без тріщин та підривів, без забруднення.
колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого
Стан м'якушки :	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута
смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку
запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

Вологість м'якушки,%, не більше ніж	42,2
Кислотність м'якушки, град., не більше ніж	2,5
Пористість м'якушки,%, не менше ніж	71,0
Масова частка жиру, в перерахунку на суху речовину,%	2,1
Масова частка фруктози, в перерахунку на суху речовину,%	5,4

За результатами пробного випікання підтверджена доцільність використання у хлібопекарській промисловості казеїну, клітковини висівок гречки, суміші цитратів металів у виробництві булочних виробів з борошна пшеничного вищого сорту з фруктозою. Отримані результати відповідають нормативній документації на хлібобулочні вироби для спеціального дієтичного споживання ДСТУ 4588:2006.

Професор кафедри
технології хлібобулочних
і кондитерських виробів НУХТ



Дробот В.І.

Аспірант кафедри
технології хлібобулочних
і кондитерських виробів НУХТ



Шевченко А.О.

Технолог ТОВ «Чудова Пирогова»



Суходольська К.Ю.

Додаток Е

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДКПШ 10.71.11-00.10

Код УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО:

Центральна виробничо-технологічна лабораторія
Укрхлібпрому-базова
організація зі стандартизації

Директор ЦВТЛ

Л.А.Гуленко

“27” квітня 2017 р



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Генеральний директор – голова Ради-
Об'єднання підприємств

хлібопекарської промисловості
“Укрхлібпром”

С.М.Васильченко

“27” квітня 2017 р



РОЗРОБЛЕНО:

Член-кореспондент НААН,
д.т.н., професор

В.І.Дробот

“26” квітня 2017 р

Аспірант

А.О. Шевченко

“26” квітня 2017 р

РЕЦЕПТУРА

Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання

Булочка «Гречинка»

РЦУ 00389676.6857:2017

(згідно з ДСТУ 4588:2006)

Чинна з “27” квітня 2017 р.

Виробляється за технологічною інструкцією ТІУ 00389676.6857:2017.

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому

Акт № 2

від “27” квітня 2017 р

РЦУ 00389676.6857:2017

1. ХАРАКТЕРИСТИКА

Виріб хлібобулочний для спеціального дієтичного споживання булочка діабетична «Гречинка» відноситься до групи діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами.

Виробляється масою 0,1– 0,15кг.

1.1. Органолептичні показники якості

Таблиця 1

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Округла, не розпливчата, без притисків
поверхня	Гладка. Без тріщин та підривів, без забруднення.
колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого
Стан м'якушки :	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута
смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку
запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

1.2. Фізико-хімічні показники якості

Таблиця 2

Найменування показника	Норма
Вологість м'якушки,%, не більше ніж	42,5
Кислотність м'якушки, град., не більше ніж	2,5
Пористість м'якушки,%, не менше ніж	70,0
Масова частка жиру, в перерахунку на суху речовину,%	2,0±0,5
Масова частка фруктози, в перерахунку на суху речовину,%	5,0±1,0

Примітка: пористість м'якушки визначається при масі виробу більше 200 г.

2. Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Таблиця 3.

Найменування сировини	Витрати сировини, кг, при приготуванні тіста
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн	8,0
Клітковина висівок гречки	8,0
Суміш цитратів металів	1,15
Разом :	128,65
Мінімальний вихід булочки діабетичної «Гречинка» при вологості борошна 14,5 %, масою 0,1 кг - 155%	

Примітка:

1. Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися в залежності від їх під'ємної сили, якості борошна та способу приготування тіста.

3. Термін придатності до споживання з моменту виймання з печі булочки діабетичної «Гречинка» - не більше 16 год. (упакованої – не більше 32 год.).

4. Інформацію про хімічний склад та енергетичну цінність булочки діабетичної «Гречинка» подано у додатку А.

РЦУ 00389676.6857:2017

Додаток А
(обов'язковий)

Інформація про хімічний склад та енергетичну цінність
100 г булочки діабетичної «Гречинка»

Білки, г	7,8
Жири, г	1,5
Вуглеводи, г	31,8
Харчові волокна, г	1,8
Мінеральні речовини, мг:	
Ca	11,7
Mg	8,0
Zn	0,4
Fe	0,6
Енергетична цінність 100г продукту, ккал (кДж)	173 (796)

Додаток Є

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УЗГОДЖЕНО:

Центральна виробничо-технологічна лабораторія
Укрхлібпрому-базова
організація зі стандартизації

Директор ЦВТЛ

Л.А.Гуленко

“27” квітня 2017 р



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Генеральний директор – голова Ради-
Об'єднання підприємств
хлібопекарської промисловості
«Укрхлібпром»

О.М.Васильченко

“27” квітня 2017 р



РОЗРОБЛЕНО:

Член-кореспондент НААН,
д.т.н., професор

В.І.Дробот

“26” квітня 2017 р

Аспірант

А.О. Шевченко

“26” квітня 2017 р

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

на виробництво булочки «Гречинка»

ТІУ 00389676.6857:2017

Чинна з “27” квітня 2017 р

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому

Акт № 2

від “27” квітня 2017 р

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво булочки, яку виробляють з пшеничного борошна вищого сорту, фруктози та іншої сировини за рецептурою.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість булочки «Гречинка» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006 та РЦУ 00389676.6857:2017.

Булочка виробляється масою 0,1 – 0,15 кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва булочки використовується така сировина:

- борошно пшеничне вищого сорту згідно ГСТУ 46.004 – 99;
- дріжджі хлібопекарські пресовані згідно ДСТУ 4812:2007;
- сіль кухонна згідно ДСТУ 3583 – 97;
- фруктоза згідно ТУУ 15.6 – 32062796 – 010:2007;
- цитрати цинку, магнію, кальцію, заліза згідно ТУУ 15.8-35291116-014:2011;
- казеїн згідно ISO:9001:2008;
- олія кукурудзяна згідно ТУ У 24239651-003-97;
- клітковина висівок гречки згідно ТУ У 15.8-24239651-007:2007.
- вода питна згідно ГОСТ 2874 – 82 та інша сировина за діючою документацією відповідно до діючих взаємозамін сировини.

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та “Медико-біологічним вимогам і санітарним нормам якості продовольчої сировини і харчових продуктів”, затверджених 01.08.89. № 5061-89 за показниками безпеки.

4. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва проводиться згідно з «Правилами з організації та ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах», затвердженого наказом Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07.2000 за №37.

Дріжджі, сіль, фруктоза перед замісом тіста розчиняються в мінімальній кількості води. При використанні сухих дріжджів іноземного виробництва підготовка та заміна здійснюється у відповідності з рекомендаціями фірми виробника. Готують суспензію казеїну з гідромодулем 5, в яку вносять клітковину висівок гречки.

4.2. Приготування тіста

Тісто для булочного виробу готується традиційними способами: опарним, безопарним або прискореним. Рецепт на 100 кг борошна та режим приготування тіста безопарним способом наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Рецепт та режим приготування тіста

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини та параметри технологічного процесу
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна	1,5
Фруктоза	5,0
Олія кукурудзяна	2,0
Казеїн сухий	8,0
Клітковина висівок гречки	8,0
Суміш цитратів металів	1,15
Вода, кг	71,9
Тривалість замішування тіста, хв	10-12
Вологість тіста, %	42,0
Початкова температура тіста, °C	30
Тривалість бродіння, хв	150
Кінцева кислотність, град	2,0-2,5

Примітка: Залежно від якості борошна, дріжджів та умов виробництва можливі зміни параметрів, співвідношень борошна та води за стадіями технологічного процесу.

Замішують тісто у двошвидкісних тістомісильних машинах періодичної та безперервної дії різних марок до утворення однорідної маси.

Замішане тісто направляють на бродіння. Готовність тіста визначають за накопиченням заданої кислотності та збільшенням об'єму в 1,5 – 2 рази.

4.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання.

Готове тісто подають на оброблення, яке здійснюється за допомогою тістоподільних машин або вручну. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин упікання та усихання продукції на підприємстві. Тістовим заготовкам за допомогою округлювальних машин надають округлої форми.

Тістові заготовки укладають на листи і направляють на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі кінцевого вистоювання при температурі 35 - 38 °С і відносній вологості 75 – 80 %.

Тривалість вистоювання до готовності становить 25 – 40 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Вистояні тістові заготовки випікають у зволоженій пекарній камері при температурі 210 – 220 °С протягом 25 - 35 хв.

Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання булочки «Гречинка» можуть змінюватися зважаючи на тип і конструкторські можливості обладнання, умови його експлуатації та якість сировини.

5. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Метрологічне забезпечення виробництва булочки для спеціального дієтичного споживання «Гречинка» здійснюється відповідно до «Рекомендацій щодо метрологічного забезпечення виробництва хліба і хлібобулочних виробів» Р – 158.00389697.005:2007 (збірник «Рецептури і технологічні інструкції на виробництва хліба із різних сортів пшеничного борошна та їх сумішей», м. Київ, Укрхлібпром, 2009 р.).



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 120200

ДІАБЕТИЧНИЙ БУЛОЧНИЙ ВИРІБ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.10.2017.

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

М.І. Тітарчук





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120200** (13) **U**
(51) МПК-**A21D 2/08** (2006.01)**A21D 13/06** (2017.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 04158	(72) Винахідник(и):
(22) Дата подання заявки: 26.04.2017	Дробот Віра Іванівна (UA),
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2017	Шевченко Анастасія Олександрівна (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2017, Бюл.№ 20	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA)

(54) ДІАБЕТИЧНИЙ БУЛОЧНИЙ ВИРІБ**(57) Реферат:**

Діабетичний булочний виріб містить борошно пшеничне, дріжджі, сіль, олію, фруктозу, воду. При цьому олію використовують кукурудзяну, та додатково булочний виріб містить казеїн, порошок топінамбуру, суміш цитратів кальцію, магнію, цинку, заліза.

UA 120200 U

Корисна модель належить до харчової промисловості, до хлібопекарської галузі, і може бути використана для виробництва діабетичних булочних виробів.

Відомий склад діабетичного булочного виробу (Патент UA № 87151 "Діабетичний булочний виріб" Опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2), який містить наступні інгредієнти, %:

борошно пшеничне	91,0-85,5
дріжджі	1,0-3,0
сіль	1,0-1,5
фруктоза	4,0-6,0
олія соєва	3,0-4,0.

5 Недоліком даного складу є відсутність повноцінного білка, недостатня кількість мінеральних речовин та харчових волокон для забезпечення ними потреб організму.

Як джерело поліненасичених жирних кислот ω -3 та ω -6 використана олія соєва, яка має специфічний смак та запах, чим дещо погіршує органолептичні показники готових виробів.

10 В основу корисної моделі поставлена задача розробити склад діабетичного хлібобулочного виробу, збагаченого повноцінним білком, поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами та мінеральними речовинами, при цьому забезпечити належну якість виробів.

15 Поставлена задача вирішується тим, що у діабетичному булочному виробі, що містить борошно пшеничне, дріжджі, сіль, олію, фруктозу, згідно з корисною моделлю, олію використовують кукурудзяну, та додатково булочний виріб містить казеїн, порошок топінамбуру, суміш цитратів кальцію, магнію, цинку, заліза, при наступному співвідношенні інгредієнтів, мас. %:

борошно пшеничне	50,0-57,0
дріжджі	1,0-2,0
сіль	0,5-1,5
фруктоза	1,5-3,5
олія кукурудзяна	1,0-2,0
казеїн	3,0-7,0
порошок топінамбуру	1,0-3,0
суміш цитратів	0,2-0,8
вода	41,8-23,2.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, та технічним результатом полягає у наступному.

20 В рецептурі діабетичних хлібобулочних виробів рекомендовано включати рослинні олії, багаті поліненасиченими жирними кислотами, адже зокрема ω -3 підсилюють дію інсуліну. Тому було вирішено включити до рецептури кукурудзяну олію, яка має захисну дію на генетичний апарат клітин, дієтичні властивості, покращує роботу серцево-судинної системи. Крім цього вона має гарні органолептичні властивості.

25 Як джерело білка рекомендовано включити казеїн. Адже тваринний білок має більш повноцінний за збалансованістю амінокислотний склад, порівняно з рослинним. Засвоюваність казеїну досягає 96-98 %.

30 Як збагачувач харчовими волокнами запропоновано використати порошок топінамбуру, який містить 85 % вуглеводної частини продукту полісахариду інуліну. Основна перевага інуліну в харчуванні хворих на цукровий діабет - зниження рівня цукру в крові. Продукти з вмістом інуліну особливо рекомендовані людям з діабетом II типу. У кислому середовищі шлунка молекули полісахариду розщеплюються до окремих молекул фруктози, що всмоктується в кровоносне русло в тонкому кишечнику. Нерозщеплена частина інуліну зв'язується з шкідливими для організму речовинами - холестеринном, токсинами, важкими металами - і виводиться з організму.

35 Приклади рецептур діабетичного булочного виробу наведені в таблиці.

40 Зважаючи на важливість мінеральних речовин, зокрема кальцію, магнію, цинку та заліза для хворих на цукровий діабет, до рецептури виробу було включено цитрати цих металів у вигляді суміші із розрахунку забезпечення 50 % добової норми у кожному елементі при споживанні добової норми хліба - 277 г. Цитрати виявляють антиоксидантну та радіопротекторну дію, позитивно впливають на імунну та серцево-судинну системи організму. Мінеральні речовини у вигляді цитратів ефективно засвоюються організмом як життєво необхідні елементи, при цьому збільшується біологічна цінність харчових продуктів.

З таблиці видно, що запропонований склад інгредієнтів у прикладах 2, 3 забезпечує одержання виробів високої якості.

Технічний результат полягає в розробленні складу діабетичного хлібобулочного виробу, збагаченого повноцінним білком, поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами та мінеральними речовинами, при цьому забезпечуючи належну якість виробів.

Таблиця

Приклади рецептур діабетичного булочного виробу

№	Рецептура	№ прикладу				
		1	2	3	4	5
1	борошно пшеничне вищого сорту, %	45,0	50,0	57,0	65,0	70,0
2	дріжджі, %	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
3	сіль, %	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
4	фруктоза, %	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5
5	олія кукурудзяна, %	0,5	1,0	2,0	2,5	2,5
6	казеїн, %	1,0	3,0	7,0	8,0	9,0
7	Порошок топіамбуру, %	0,5	1,0	3,0	5,0	6,0
8	суміш цитратів, %	0,1	0,2	0,8	1,0	1,5
9	вода, %	49,9	41,8	23,2	11,5	4,0
Глікемічний індекс, од		25,9	26,3	26,9	27,4	27,8
Висновки	Склад виробу не забезпечує його належну якість та високу харчову цінність	Склад виробу забезпечує його стабільну якість та низький глікемічний індекс	Склад виробу забезпечує його задовільну якість та низький глікемічний індекс	Склад виробу не забезпечує його стабільну якість, структура неоднорідна, пористість не виражена	Склад виробу не забезпечує його стабільну якість, пористість не виражена, об'єм виробу малий	

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Діабетичний булочний виріб, що містить борошно пшеничне, дріжджі, сіль, олію, фруктозу, який відрізняється тим, що олію використовують кукурудзяну, додатково містить казеїн, порошок топіамбуру, суміш цитратів кальцію, магнію, цинку, заліза, з наступним співвідношенням інгредієнтів, мас. %:

10

борошно пшеничне	50,0-57,0
дріжджі	1,0-2,0
сіль	0,5-1,5
фруктоза	1,5-3,5
олія кукурудзяна	1,0-2,0
казеїн	3,0-7,0
порошок топіамбуру	1,0-3,0
суміш цитратів	0,2-0,8
вода	41,8-23,2.

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 120201

ДИАБЕТИЧНИЙ БУЛОЧНИЙ ВИРІБ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.10.2017.

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України


М.І. Тігарчук





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120201** (13) **U**

(51) МПК (2017.01)
A21D 13/02 (2006.01)
A21D 2/00
A21D 2/36 (2006.01)
A21D 2/02 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 04160	(72) Винахідник(и): Дробот Віра Іванівна (UA), Шевченко Анастасія Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.04.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2017	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2017, Бюл.№ 20	

(54) ДІАБЕТИЧНИЙ БУЛОЧНИЙ ВИРІБ

(57) Реферат:

Діабетичний булочний виріб містить борошно пшеничне, дріжджі, сіль, олію, фруктозу. Олію використовують кукурудзяну. Додатково містить казеїн, клітковину висівок гречки, суміш цитратів кальцію, магнію, цинку, заліза.

UA 120201 U

Корисна модель належить до харчової промисловості, до хлібопекарської галузі, і може бути використана для виробництва діабетичних булочних виробів.

Відомий склад діабетичного булочного виробу (Патент UA № 87151 "Діабетичний булочний виріб" Опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2), який містить наступні інгредієнти, %:

борошно пшеничне	91,0-85,5
дріжджі	1,0-3,0
сіль	1,0-1,5
фруктоза	4,0-6,0
олія соєва	3,0-4,0.

5 Недоліком даного складу є відсутність повноцінного білка, недостатня кількість мінеральних речовин та харчових волокон для забезпечення ними потреб організму.

Як джерело поліненасичених жирних кислот ω -3 та ω -6 використана олія соєва, яка має специфічний смак та запах, чим дещо погіршує органолептичні показники готових виробів.

10 В основу корисної моделі поставлена задача: розробити склад діабетичного хлібобулочного виробу, збагаченого повноцінним білком, поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами та мінеральними речовинами, при цьому забезпечити належну якість виробів.

15 Поставлена задача вирішується тим, що у діабетичному булочному виробі, що містить борошно пшеничне, дріжджі, сіль, олію, фруктозу, згідно з корисною моделлю, олію використовують кукурудзяну, додатково містить казеїн, клітковину висівок гречки, суміш цитратів кальцію, магнію, цинку, заліза, при наступному співвідношенні інгредієнтів, мас. %:

борошно пшеничне	50,0-55,0
дріжджі	1,0-2,0
сіль	0,5-1,5
фруктоза	1,5-3,5
олія кукурудзяна	1,0-2,0
казеїн	2,0-6,0
клітковина висівок гречки	2,0-6,0
суміш цитратів	0,2-0,8
вода	41,8-23,2.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом полягає у наступному.

20 В рецептуру діабетичних хлібобулочних виробів рекомендовано включати рослинні олії, багаті поліненасиченими жирними кислотами, адже зокрема ω -3 підсилюють дію інсуліну. Тому було вирішено включити кукурудзяну олію до рецептури, яка має захисну дію на генетичний апарат клітин, дієтичні властивості, поліпшує роботу серцево-судинної системи. Крім цього вона має гарні органолептичні властивості.

25 Як джерело білка рекомендовано включити казеїн. Адже тваринний білок має більш повноцінний за збалансованістю амінокислотний склад, порівняно з рослинним. Засвоюваність казеїну досягає 96-98 %.

30 Як збагачувач харчовими волокнами запропоновано використати клітковину висівок гречки. Клітковина висівок гречки сприяє очищенню організму від жовчних кислот, токсинів, це енергетично багатий продукт, що має властивості антиоксиданту і радіопротектора, сприяє більш повноцінному засвоєнню їжі та нормалізує мікрофлору кишечника. Висівки гречки зменшують крихкість і проникність капілярів, зміцнюють судини.

Зважаючи на важливість мінеральних речовин, зокрема кальцію, магнію, цинку та заліза для хворих на цукровий діабет, до рецептури виробу було включено цитрати цих металів у вигляді суміші із розрахунку забезпечення 50 % добової норми у кожному елементі при споживанні добової норми хліба - 277 г.

35 Приклади рецептур діабетичного булочного виробу наведені в таблиці.

Цитрати виявляють антиоксидантну та радіопротекторну дію, позитивно впливають на імунну та серцево-судинну системи організму. Мінеральні речовини у вигляді цитратів ефективно засвоюються організмом як життєво необхідні елементи, при цьому збільшується біологічна цінність харчових продуктів.

40 З таблиці видно, що запропонований склад інгредієнтів у прикладах 2, 3 забезпечує одержання виробів високої якості.

Технічний результат полягає в розробленні складу діабетичного хлібобулочного виробу, збагаченого повноцінним білком, поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами та мінеральними речовинами, при цьому забезпечуючи належну якість виробів.

45

Таблиця

Приклади рецептур діабетичного булочного виробу

№	Рецептура	№ прикладу				
		1	2	3	4	5
1	борошно пшеничне вищого сорту, %	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0
2	дріжджі, %	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
3	сіль, %	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
4	фруктоза, %	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5
5	олія кукурудзяна, %	0,5	1,0	2,0	2,5	2,5
6	казеїн, %	1,0	2,0	6,0	8,0	9,0
7	Клітковина висівок гречки, %	1,0	2,0	6,0	8,0	9,0
8	суміш цитратів, %	0,1	0,2	0,8	1,0	1,5
9	вода, %	49,4	41,8	23,2	13,5	6,0
	Глікемічний індекс, од	25,7	25,9	26,2	26,8	27,2
	Висновки	Склад виробу не забезпечує його належну якість та високу харчову цінність	Склад виробу забезпечує його належну якість та високу харчову цінність	Склад виробу забезпечує його стабільну якість та низький глікемічний індекс	Склад виробу не забезпечує його задовільну якість та низький глікемічний індекс	Склад виробу не забезпечує його стабільну якість, пористість не виражена

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Діабетичний булочний виріб, що містить борошно пшеничне, дріжджі, сіль, олію, фруктозу, який відрізняється тим, що олію використовують кукурудзяну, додатково містить казеїн, клітковину висівок гречки, суміш цитратів кальцію, магнію, цинку, заліза, з наступним співвідношенням інгредієнтів, мас. %:
- | | |
|---------------------------|------------|
| борошно пшеничне | 50,0-55,0 |
| дріжджі | 1,0-2,0 |
| сіль | 0,5-1,5 |
| фруктоза | 1,5-3,5 |
| олія кукурудзяна | 1,0-2,0 |
| казеїн | 2,0-6,0 |
| клітковина висівок гречки | 2,0-6,0 |
| суміш цитратів | 0,2-0,8 |
| вода | 41,8-23,2. |

10

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Економічний розрахунок виробництва діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами

Під час розробки і впровадження у виробництво нових видів хлібобулочних виробів доцільним є проведення розрахунку економічного ефекту виробництва даної продукції.

Розрахунки планової собівартості окремих виробів, товарної і валової продукції використовуються для визначення потреби в оборотних коштах, планування прибутку, визначення економічної ефективності окремих організаційно-технічних заходів та виробництва в цілому, для внутрішньозаводського планування, а також для формування цін.

Розрахунок економічного ефекту виробництва проводили для виробів «Солодкий каприз» та «Гречинка».

1. Розрахунок витрат на виробництво та реалізацію продукції

Розрахунок вартості сировини та матеріалів на виробництво булочок «Солодкий каприз» та «Гречинка» наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Вартість сировини та матеріалів на виробництво булочок «Солодкий каприз» та «Гречинка»

Вид сировини та основних матеріалів	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг борошна	Норми витрат на 1 т виробу	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6
Булочка «Солодкий каприз»					
Борошно пшеничне вищого с.	кг		625	11,00	6875
Дріжджі пресовані	кг	3,0	18,75	40,00	750
Сіль кухонна	кг	1,5	9,38	3,50	32,83
Фруктоза	кг	5,0	31,25	60,00	1875
Олія кукурудзяна	л	2,0	12,5	178,00	2225
Казеїн	кг	9,0	56,25	176,00	9900
Порошок топінамбура	кг	4,0	25,0	195,00	4875

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Суміш цитратів металів	кг	1,15	7,19	1027	7384
Разом борошно та інші матеріали	кг				33916,8
Транспортно-заготівельні витрати	грн				1695,8
Вода	м ³	0,061	0,385	16,00	6,16
Всього по статті					35618,76
Булочка «Гречинка»					
Борошно пшеничне вищого с.	кг		645,16	11,00	7096,76
Дріжджі пресовані	кг	3,0	19,35	40,00	774
Сіль кухонна	кг	1,5	9,68	3,50	33,88
Фруктоза	кг	5,0	32,26	60,00	1935,6
Олія кукурудзяна	л	2,0	12,9	178,00	2296,2
Казеїн	кг	8,0	51,61	176,00	9083,36
Клітковина висівок гречки	кг	8,0	51,61	106,25	5483,56
Суміш цитратів металів	кг	1,15	7,42	1027	7620,34
Разом борошно та інші матеріали	кг				34323,70
Транспортно-заготівельні витрати	грн				1716,18
Вода	м ³	0,082	0,528	16,00	8,45
Всього по статті					36048,33

Транспортно-заготівельні витрати на 1 т для булочки «Солодкий каприз»:

$$33916,8 * 0,05 = 1695,8 \text{ грн}$$

Транспортно-заготівельні витрати на 1 т для булочки «Гречинка»:

$$34323,7 * 0,05 = 1716,18 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на паливо і енергію на технологічні цілі

Витрати на електроенергію, що купується, складається із витрат на її оплату за встановленими тарифами та трансформацію і передавання до підстанції. Енергія власного виробництва враховується за її собівартістю.

Розрахунки енерговитрат наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Енерговитрати на виробництво хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання

Енерговитрати	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Вироби	
			Норма витрат на 1т	Сума, грн.
Паливо (газ)	м ³	8,50	78,26	665,21
Електроенергія	кВт/год	1,48	83,9	124,17
Всього по статті				789,38

Розрахунок вартості зворотних відходів

Зворотні відходи у хлібопекарському виробництві поділяються на:

- переробляються в основному виробництві (окрайці хліба та сухарних плит, відходи, що утворюються на окремих стадіях технологічного процесу)
- використовуються в господарстві та реалізуються (борошняний змет, борошняний вибій, хлібні крихти, відходи від зачистки тістообробних агрегатів).

Вартість зворотних відходів визначається за ціною можливої реалізації. Кількість зворотних відходів приймаємо 0,1 % від кількості борошна. Вартість зворотніх відходів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Вартість зворотніх відходів

Зворотні відходи	Норматив зворотніх відходів	Ціна реалізації, грн./кг	Кількість, кг	Сума, грн
Борошняний змет	0,1	2,00	0,75	1,5

Розрахунок основної заробітної плати

Фонд основної заробітної плати визначається, виходячи із прийнятих на підприємстві годинних тарифних ставок, розстановки робітників на лініях що здійснюється відповідно технологічного процесу, при врахуванні та кількості змін роботи обладнання та тривалості зміни. Тривалість зміни визначається технологічним процесом встановлюється на рівні 8 або 12 годин. Розрахунок основної заробітної плати робітників наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 4 – Розрахунок основної заробітної плати робітників

Професія	Кількість робітників на зміну, чол.	Тарифний розряд	ГТС, грн	Тривалість зміни, год	ДТС, грн
Наскрізні лінії					
Оператор БЗБ	1	5	16,00	8	128
Укладальник	4	3	15,50	8	124
Приймальник-здавальник	1	3	15,00	8	120
Пакувальник	3	3	14,00	8	112
Всього					484
Робітники на лінії					
Дріжджовик	1	4	18,00	8	144
Тістороб	1	4	18,00	8	144
Машиніст	1	4	17,50	8	116
Пекар	1	5	16,00	8	128
Укладальник	1	3	15,50	8	124
Всього					656

Кількість потокових ліній на підприємстві – 1.

Основна заробітна плата робітників наскрізних професій в розрахунку на 1 потокову лінію, на якій виробляється хліб складає 392грн.

Добова продуктивність лінії планується 2,5 т за добу.

Основна заробітна плата на 1т продукції становить:

$$(484+656)/ 2,5 = 456 \text{ грн.}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати

До додаткової заробітної плати відносяться виплати виробничому персоналу підприємства, що нараховані за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Умовно додаткову заробітну плату приймаємо у розмірі 90-110% від основної заробітної плати. Розрахунок додаткової заробітної плати наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Розрахунок додаткової заробітної плати робітників

Вироби	Основна заробітна плата на 1 т виробу, грн.	Розмір доплат, %	Додаткова заробітна плата, грн.
Хлібобулочні	456	110	501,6

Розрахунок нарахувань на заробітну плату

До статті «Відрахування на соціальні заходи» включаються нарахування на заробітну плату робітників, зайнятих виробництвом продукції. Відрахування на соціальні заходи здійснюються у розмірах, визначених законодавством, у відсотках до суми основної та додаткової заробітної плати. Загальна сума відрахувань приймається у розмірі 22%. Загальна сума відрахувань наведена в таблиці 6.

Таблиця 6 – Загальна сума відрахувань

Вироби	Заробітна плата		Всього фонд оплати праці, грн	Відрахування на соціальні заходи, %	Сума нарахувань на заробітну плату, грн.
	основна	додаткова			
Хлібобулочні	456	501,6	957,6	22	210,7

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

Для розрахунку витрат на утримання і експлуатацію устаткування їх розмір приймаємо на рівні 60 % (для хлібобулочних виробів) від основної заробітної плати робітників.

$$456 * 0,6 = 273,6 \text{ грн}$$

Розрахунок загальновиробничих витрат

До статті «Загальновиробничі витрати» належать витрати на :

- управління виробництвом; включаються витрати на оплату праці і відрахування на соціальні заходи апарату управління цехів, дільниць; оплата службових відряджень персоналу цехів, дільниць;
- суми платежів, сплачених орендарем за користування наданими в оперативний лізинг (оренду) основними засобами, іншими необоротними матеріальними активами та нематеріальними активами загальновиробничого призначення;
- амортизація основних засобів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на обслуговування виробничого процесу
- витрати на охорону праці;
- витрати на пожежну і сторожову охорону;
- плата за використання та обслуговування засобів сигналізації, за надані для виробничих потреб послуги телефонного зв'язку;
- податки, збори та інші, передбачені законодавством, обов'язкові платежі, безпосередньо пов'язані з виробничим процесом;
- витрати на опалення, освітлення, водопостачання та інше утримання виробничих приміщень;

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 70% від основної заробітної плати робітників.

$$456 * 0,7 = 319,2 \text{ грн}$$

Розрахунок адміністративних витрат

Це витрати, які пов'язані з управлінням підприємством, з професійною підготовкою або перепідготовкою працівників апарату управління;

Розмір адміністративних витрат приймаємо в розмірі 9-10 % від виробничої собівартості.

Для булочки «Солодкий каприз»:

$$35875,98 * 0,1 = 3587,60 \text{ грн}$$

Для булочки «Гречинка»:

$$36282,88 * 0,1 = 3628,28 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на збут

Приймаємо у розмірі 21% (для хлібобулочного виробництва) від виробничої собівартості.

Для булочки «Солодкий каприз»:

$$35875,98 * 0,21 = 7533,95 \text{ грн}$$

Для булочки «Гречинка»:

$$36282,88 * 0,21 = 7619,40 \text{ грн}$$

2. Визначення ефективності виробництва продукції

Для визначення ефективності виробництва та реалізації продукції розраховують виробничу собівартість, повні витрати на виробництво продукції, планують величину очікуваного прибутку, виходячи із встановленої ціни. Сума всіх перерахованих вище статей витрат за вирахуванням зворотних відходів становить повні витрати на виробництво певного виду продукції. Планова калькуляція наведена в таблиці 7.

Таблиця 7 – Планова калькуляція

№ п/п	Найменування статей калькуляції найменування матеріалів	Одиниця виміру	Потреба для в-ва	Ціна, грн.	Витрати на 1т, грн.
1	2	3	4	5	6
Булочка «Солодкий каприз»					
1	Сировина і матеріали:				33916,8
	а) борошно	кг	625	11,00	6875
	б) інші основні матеріали				27041,8
2	Паливо та енергія на технологічні цілі:				789,38
	а) паливо	м ³	78,26	8,50	665,21

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6
	б) електроенергія	кВт/год	83,9	1,48	124,17
3	Зворотні відходи	кг	0,75	2,00	1,5
4	Основна заробітна плата робітників				456
5	Додаткова заробітна плата				501,6
6	Відрахування на соціальні заходи				210,7
9	Виробнича собівартість				35875,98
10	Адміністративні витрати				3587,60
11	Витрати на збут				7533,95
12	Повні витрати				46997,53
Булочка «Гречинка»					
1	Сировина і матеріали:				34323,70
	а) борошно	кг	645,16	11,00	7096,76
	б) інші основні матеріали				27226,94
2	Паливо та енергія на технологічні цілі:				789,38
	а) паливо	м3	78,26	8,50	665,21
	б) електроенергія	кВт/год	83,9	1,48	124,17
3	Зворотні відходи	кг	0,75	2,00	1,5
4	Основна заробітна плата робітників				456
5	Додаткова заробітна плата				501,6
6	Відрахування на соціальні заходи				210,7
9	Виробнича собівартість				36282,88
10	Адміністративні витрати				3628,28
11	Витрати на збут				7619,40
12	Повні витрати				47530,56

Відпускна ціна продукції підприємства включає: виробничу собівартість, визначені адміністративні витрати, витрати на збут, норму прибутку.

$$Ц = 16058,48 + 1605,8 + 3372,28 + 1051,8 = 22088,36 \text{ грн}$$

Сума прибутку для булочки «Солодкий каприз»:

$$\Pi = \frac{5 \cdot (35875,98 + 3587,6 + 7533,95)}{100} = 2349,87$$

Сума прибутку для булочки «Гречинка»:

$$\Pi = \frac{5 \cdot (36282,88 + 3628,28 + 7619,40)}{100} = 2376,53$$

Відпускна ціна для булочки «Солодкий каприз»:

$$\text{Ц} = 35875,98 + 3587,6 + 7533,95 + 2349,87 = 49347,40 \text{ грн}$$

Відпускна ціна для булочки «Гречинка»:

$$\text{Ц} = 36282,88 + 3628,28 + 7619,40 + 2376,53 = 49907 \text{ грн}$$

Таблиця 8 – Розрахунок відпускної ціни

№ п/п	Показники	Булочка «Солодкий каприз»	Булочка «Гречинка»
1	Виробнича собівартість на 1т виробу	35875,98	36282,88
2	Адміністративні витрати	3587,60	3628,28
3	Витрати на збут	7533,95	7619,40
4	Повні витрати	46997,53	47530,56
5	Рентабельність, %	5	5
6	Прибуток	2349,87	2376,53
7	Відпускна ціна підприємства (ціна без ПДВ)	49347,40	49907
8	ПДВ (гр.7*0,2 (при ставці податку 20%))	9869,48	9981,4
9	Відпускна ціна (гр.7+гр.8)	59216,88	59888,4
10	Відпускна ціна за 1 шт., грн. (гр.9: 1000* вагу виробу в кг)	5,9	6,0
11	Торгівельна націнка, %	10	10
12	Роздрібна ціна 1 виробу, грн	6,50	6,60

Розроблені вироби знаходять фактично в однаковому ціновому діапазоні. Крім того, досягається соціальний ефект завдяки забезпеченню

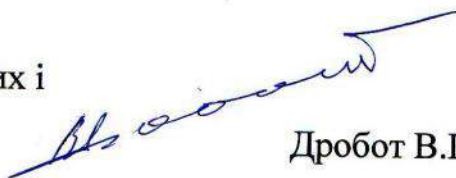
населення України із захворюванням на цукровий діабет продукцією дієтичного призначення.

К. е. н., доц., директор ННІ ЕіУ НУХТ



Шеремет О. О.

Керівник роботи, д. т. н., проф.
кафедри технології хлібопекарських і
кондитерських виробів НУХТ



Дробот В.І.

Аспірант
кафедри технології хлібопекарських і
кондитерських виробів НУХТ



Шевченко А.О.

ДОДАТОК Л

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дробот, В., Шевченко, А., Андрущук, О., Козич, Н. (2015). Цитрати металів – ефективні збагачувачі хлібобулочних виробів мінеральними речовинами. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 12, 3–5. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України). Здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.
2. Drobot, V., Shevchenko, A., Marchenko, O. (2016). The influence of proteins on the technological process of bread making with fructose. *Food and Environment Safety*, XV (4), 341-346. (Наукове періодичне видання Румунії; міжнародна індексація: *Index Copernicus*, *ULRICHS*, *Chemical Abstracts Service (CAS)*, *Ebso host*, *JournalSeek*). Підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.
3. Шевченко, А.О., Місечко, Н.О., Кривошей, В.М. (2017). Вплив клітковини висівок гречки на технологічний процес та якість булочних виробів із фруктозою для діабетичного харчування. *Хранение и переработка зерна*, 10(218), 42-45. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України). Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.
4. Drobot, V., Shevchenko, A. (2017). Nutritional value and consumer properties of bakery products with fructose for diabetic nutrition. *Ukrainian Food Journal*, 6(3), 480-493. (Науково-практичний журнал входить до наукометричних баз *Google Scholar*, *Index Copernicus*, *Directory of Research Journal Indexing (DRJI)*, *Universal Impact Factor*, *EBSCO*, *Ulrichs Web*, *ERIH PLUS*, *Directory of Open Access Scholarly Resources*, *Directory of Open Access Journals*, *CAS Source Index*). Здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.

5. Shevchenko, A. (2018). Biochemical processes in the dough for diabetic bakery products, enriched with proteins and food fibers. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 24(2), 187-194. (Науково-практичний журнал входить до наукометричних баз *Index Copernicus*, *EBSCOhost*, *CABI Full Text*, *Universal Impact Factor*, *Google Scholar*).

6. Drobot, V., Prokhorova, N., Shevchenko, A. (2015). *Citrates of metals in technology of diabetic bakegoods*, Second International Conference of Industrial Technologies and Engineering (ICITE 2015)» Abstract Book. Shymkent: M. Auezov South Kazakhstan State University, 173-176. *Здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.*

7. Шевченко, А., Дробот, В., Прохорова, Н. (2015). *Дослідження впливу цитрату, лактату та карбонату кальцію на мікробіологічні і біохімічні процеси в тісті*, Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: міжнародна науково-практична конференція. Київ: НУХТ. *Підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

8. Шевченко, А., Дробот, В., Прохорова, Н. (2015). *Дослідження впливу цитратів на мікробіологічні і біохімічні процеси в тісті*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 81 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2015 р. Київ: НУХТ. *Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

9. Шевченко, А. О., Андрущук, О. С., Козич, Н. Д., Дробот, В.І. (2015). *Вплив цитратів металів на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою*, Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи: III міжнародна науково-практична конференція. Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси». Київ: ННЦ «ІАЕ», 5, 40-41. *Здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.*

10. Шевченко, А., Дробот, В. (2016). *Збагачення хліба для хворих на цукровий діабет мінеральними речовинами*, Наукові здобутки молоді –

вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ. *Підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

11. Шевченко, А., Запорожець, Ю. (2016). *Дослідження впливу нанорозмірного стану водних суспензій металів на процес сорбції під час бродіння тіста*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ. *Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

12. Drobot, V., Shevchenko, A., Bondarenko, Y. (2016). *Enriching of bread for patients with diabetes by mineral substances*, Food Science for Well-being: 8th Central European Congress on Food, 23-26 May 2016. Kyiv: NUFT. *Здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.*

13. Шевченко, А. О., Мисечко, Н. О., Марченко, О. С. (2016). *Дослідження впливу цитратів металів на процеси в тісті з додаванням льону та кукурудзяної олії*, Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини матеріали VII Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Кривий Ріг. *Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

14. Шевченко, А. О., Марченко, О. С. (2016). *Дослідження впливу яєчного альбуміну на технологічний процес виготовлення хліба з фруктозою та якість готових виробів*, Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». Київ: НУХТ. *Підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

15. Шевченко, А., Кривошей, В., Дробот, В. (2017). *Дослідження впливу харчових волокон гречки на структурно-механічні властивості тіста*

з *фруктозою*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 5-6 квітня 2017 р. Київ: НУХТ. *Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

16. Шевченко, А. (2017). *Вплив харчових волокон гречки та топінамбуру на технологічний процес виготовлення булочних виробів з фруктозою*, Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». Київ: НУХТ. *Підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*

17. Дробот, В.І., Шевченко, А.О., Марченко, О.С. (2017). *Дослідження впливу молочно-білкового концентрату казеїну в технології діабетичних виробів*, Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції [«Технології харчових продуктів і комбікормів»], (Одеса, 25-30 вересня 2017 р.). Одеса: ОНАХТ. *Здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.*

18. Shevchenko, A., Drobot, V. (2018). *Influence of whey protein on the technological process of making bread with fructose and minerals*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2018 р. Київ: НУХТ. *Участь у постановці задач дослідження, здійснено експериментальний аналіз, участь в узагальненні висновків.*

19. Дробот, В.І., Шевченко, А.О. (2017). Патент України 120200. Київ: Державне патентне відомство України. *Запропоновано оптимізовану рецептуру діабетичного виробу.*

20. Дробот, В.І., Шевченко, А.О. (2017). Патент України 120201. Київ: Державне патентне відомство України. *Запропоновано оптимізовану рецептуру діабетичного виробу.*