

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Готельно-ресторанного та туристичного бізнесу імені
проф. В.Ф. Доценка**

Кафедра Технології ресторанної і аюрведичної продукції

«До захисту в ЕК»

Директор інституту (Декан факультету)

Віта ЦИРУЛЬНІКОВА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » _____ 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Олександра НЄМІРІЧ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 181 Харчові технології

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології в ресторанному господарстві

на тему: Удосконалення технології хлібобулочних виробів для харчування
військовослужбовців

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗТР-2-1М

Карпачов Олександр Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Стукальська Наталія Миколаївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Готельно-ресторанного та туристичного бізнесу імені проф. В.Ф.Доценка

Кафедра Технології ресторанної і аюрведичної продукції

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Технології в ресторанному господарстві

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри Технології
ресторанної і аюрведичної продукції

Олександра НЄМІРІЧ

«27» жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Карпачова Олександра Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Удосконалення технології хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців.

керівник роботи Стукальська Наталія Миколаївна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» жовтня 2025 року №883-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025

3. Вихідні дані до роботи технологія хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців; дослідження проведені під час проходження переддипломної науково-дослідної практики; методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; Розділ 1 Організація, методологія та методи досліджень; Розділ 2 Розроблення рецептури та технології інноваційної продукції для ЗРГ; Розділ 3 Охорона праці; Розділ 4 Економічні характеристики розроблення, виробництва і реалізації інноваційної продукції для ЗРГ; Загальні висновки; Список використаної літератури та інтернет-ресурсів; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу Аркуш 1 - Апаратурно-технологічна схема виробництва інноваційної продукції

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1-4	Стукальська Н.М., к.т.н., доц.	27.10.2025	01.12.2025

7. Дата видачі завдання 27 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ, РОЗДІЛ 1 Організація, методологія та методи досліджень	27.10–31.10.2025	виконано
2.	РОЗДІЛ 2 Розроблення рецептури та технології інноваційної продукції для ЗРГ	01.11-15.11.2025	виконано
3.	РОЗДІЛ 3 Охорона праці		виконано
4.	РОЗДІЛ 4 Економічні характеристики розроблення, виробництва і реалізації інноваційної продукції для ЗРГ	19.11-21.11.2025	виконано
5.	Загальні висновки. Список використаної літератури. Додатки	22.11-24.11.2025	виконано
6.	Графічна частина Аркуш 1. Креслення «Апаратурно-технологічна схема виробництва інноваційної продукції для ЗРГ»	25.11-27.11.2025	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	28.11-30.11.2025	виконано
8.	Подання кваліфікаційної роботи на кафедру	з 01.12.2025	виконано
9.	Перевірка кваліфікаційної роботи на плагіат		виконано

Здобувач _____
(підпис)

Олександр КАРПАЧОВ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Наталія СТУКАЛЬСЬКА
(ім'я та прізвище)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНФОРМАЦІЙНА КАРТКА НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувач: Карпачов Олександр Юрійович

Факультет готельно-ресторанного та туристичного бізнесу імені проф. В.Ф. Доценка

*Заочна форма здобуття вищої освіти, спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітньо-професійна програма «Технології в ресторанному господарстві»*

Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення технології хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців»

Керівник кваліфікаційної роботи: доц., к.т.н., Стукальська Наталія Миколаївна.

Термін захисту «_____» грудня 2025 р.

Робота захищена з оцінкою _____

Анотація

Проведене наукове дослідження охопило повний цикл обґрунтування та практичної реалізації рецептурної модифікації хрустких хлібців. Основною стратегією стало часткове заміщення пшеничного борошна інноваційними функціональними інгредієнтами – соєвим протеїном та насінням льону, що відповідає сучасній тенденції підвищення харчової цінності хлібопекарських виробів. На етапі аналізу сировини встановлено, що соєвий протеїн (вологість 7,3%) і насіння льону (8,0%) мають значно нижчий вміст вологи порівняно з пшеничним борошном (14,0%), що знижує мікробіологічні ризики та сприяє подовженню терміну зберігання. Введення цих інгредієнтів вимагає коригування технологічних параметрів, зокрема, вмісту води у тісті, через їхню високу гідратаційну здатність і гелеутворювальні властивості. Також необхідний контроль кислотності, оскільки рН соєвого протеїну (6,9) є вищим за інші компоненти, що впливає на мікробіологічну стабільність кінцевого продукту.

Функціонально-технологічний аналіз найкращого варіанту модифікації – зразка МК 2 – показав, що тісто характеризується збалансованим поєднанням пружності (77,7 од. ІДК) і високої водоутримуючої здатності. Це підтверджує оптимальним діаметром кульки тіста (58,7 мм). Незважаючи на зниження вмісту

сирої клейковини до 29,2%, це не призвело до втрати структурної цілісності, а навпаки, сприяло формуванню більш стабільної текстури. Оптимальне значення адгезійної здатності (0,99 кПа) забезпечує достатню зв'язність тіста без надмірної липкості, що критично важливо для механізованого формування хлібців. Порівняно з контролем, фізико-хімічні характеристики готових хлібців МК 2 значно покращились, зокрема, спостерігалось зниження ступеня упікання (до 17,8%) та ступеня намокання (до 215%). Ці показники є ознаками посилення вологоутримуючої здатності та стабілізації білково-вуглеводної матриці, що підвищує структурну стійкість виробу під час термічної обробки та зберігання.

Ключовим результатом є істотне зростання поживної цінності продукту: вміст білка підвищився на 34,5%, жирів – на 27,9%, що відбулося без суттєвого зростання калорійності (лише +1,2%) і навіть із незначним зниженням вмісту вуглеводів (на 5,4%). Значно підвищився вміст мікроелементів (натрій, кальцій, залізо, фосфор) та вітамінів, особливо холіну (В₄), вміст якого зріс на 131,4%, що суттєво розширює оздоровчий потенціал хлібців.

Позитивні зміни зафіксовано й в амінокислотному складі: покращення вмісту лімітуючих для зернових білків амінокислот (лізину +4,9%, лейцину +3,8% і треоніну +1,1%) призвело до зростання показників амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності амінокислот (КутАК). Максимальна КутАК для лізину (100%) і зниження коефіцієнта різниці АКС (КРАС) з 26,12% до 24,35% свідчать про поліпшення амінокислотного балансу.

Біологічна цінність білка підвищилася до 75,63%, підтверджуючи ефективність рецептурної модифікації у напрямку функціонального збагачення. Органолептична оцінка підтвердила, що модифікація в обраних концентраціях не погіршує смакові та текстурні властивості. Крім того, встановлено оптимальний режим випікання (9 хв при 190 °С), який забезпечує якісну, стабільну структуру без зайвих енерговитрат. Таким чином, результати дослідження доводять, що рецептурна модифікація за варіантом МК 2 є науково обґрунтованою та практично доцільною стратегією удосконалення хрустких хлібців для харчування військовослужбовців, забезпечуючи високу харчову та біологічну цінність при

збереженні відмінних споживчих властивостей та оптимальної енергетичної цінності, що робить запропоновану технологію готовою до промислового впровадження.

Розроблено інтегровану систему моніторингу для всіх стадій виробництва удосконалених хлібців для військовослужбовців, що передбачає ідентифікацію критичних контрольних точок (ККТ) у технологічному процесі. Впроваджено систему контролю санітарно-гігієнічного стану виробничого середовища відповідно до чинних нормативно-правових актів та вимог харчової безпеки.

Проведено комплексний аналіз специфіки організації охорони праці в закладах ресторанного господарства. Визначено та обґрунтовано ключові вимоги, необхідні для гарантування повної відповідності виробничого середовища чинним стандартам безпеки праці та техніки безпеки.

Здійснено економічне обґрунтування вартості нових удосконалених хлібців: розраховано прогнозовану відпускну ціну на хлібці для подальшої реалізації, а також визначено собівартість виготовлення хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців в умовах виробництва.

Обсяг кваліфікаційної роботи складає 113 сторінок, включаючи 30 таблиць, 12 рисунків і 3 додатки. Графічний матеріал представлений на 1 аркуші.

Ключові слова: борошняний хлібобулочних виріб, хлібці, соєвий протеїн, льон, технологічний процес.

Abstract

The conducted scientific research covered the full cycle of justification and practical implementation of the recipe modification of crispbreads. The main strategy was the partial replacement of wheat flour with innovative functional ingredients - soy protein and flax seeds, which corresponds to the current trend of increasing the nutritional value of bakery products. At the stage of raw material analysis, it was found that soy protein (moisture content 7.3%) and flax seeds (8.0%) have a significantly lower moisture content compared to wheat flour (14.0%), which reduces microbiological risks and contributes an extension of the shelf life. The introduction of these ingredients requires adjustment

of technological parameters, in particular, the water content in the dough, due to their high hydration capacity and gel-forming properties. Acidity control is also necessary, since the pH of soy protein (6.9) is higher than other components, which affects the microbiological stability of the final product.

Functional and technological analysis of the best modification option – sample MK 2 – showed that the dough is characterized by a balanced combination of elasticity (77.7 units of IDC) and high water-holding capacity. This is confirmed by the optimal diameter of the dough ball (58.7 mm). Despite the decrease in the raw gluten content to 29.2%, this did not lead to a loss of structural integrity, but on the contrary, contributed to the formation of a more stable texture. The optimal value of the adhesive capacity (0.99 kPa) provides sufficient dough cohesion without excessive stickiness, which is critically important for mechanized bread formation. Compared with the control, the physicochemical characteristics of the finished breads MK 2 significantly improved, in particular, a decrease in the degree of baking (up to 17.8%) and the degree of wetting (up to 215%) was observed. These indicators are signs of increased moisture retention and stabilization of the protein-carbohydrate matrix, which increases the structural stability of the product during heat treatment and storage.

The key result is a significant increase in the nutritional value of the product: the protein content increased by 34.5%, fat - by 27.9%, which occurred without a significant increase in calorie content (only +1.2%) and even with a slight decrease in carbohydrate content (by 5.4%). The content of trace elements (sodium, calcium, iron, phosphorus) and vitamins increased significantly, especially choline (B4), the content of which increased by 131.4%, which significantly expands the health potential of bread rolls.

Positive changes were also recorded in the amino acid composition: an improvement in the content of limiting amino acids for grain proteins (lysine +4.9%, leucine +3.8% and threonine +1.1%) led to an increase in the amino acid score (AAS) and amino acid utility coefficient (KutAK). The maximum KutAK for lysine (100%) and a decrease in the AAS difference coefficient (KRAS) from 26.12% to 24.35% indicate an improvement in the amino acid balance.

The biological value of the protein increased to 75.63%, confirming the effectiveness of the recipe modification in the direction of functional enrichment. The organoleptic evaluation confirmed that the modification in the selected concentrations does not worsen the taste and textural properties. In addition, an optimal baking mode was established (9 min at 190 °C), which provides a high-quality, stable structure without unnecessary energy consumption. Thus, the results of the study prove that the recipe modification according to the MK 2 variant is a scientifically sound and practically feasible strategy for improving crispbreads for military personnel, ensuring high nutritional and biological value while maintaining excellent consumer properties and optimal energy value, which makes the proposed technology ready for industrial implementation.

An integrated monitoring system has been developed for all stages of production of improved breads for military personnel, which involves the identification of critical control points (CCPs) in the technological process. A system for monitoring the sanitary and hygienic state of the production environment has been implemented in accordance with current regulatory legal acts and food safety requirements.

A comprehensive analysis of the specifics of the organization of labor protection in restaurant establishments has been carried out. Key requirements necessary to guarantee full compliance of the production environment with current labor safety and safety standards have been identified and substantiated.

An economic justification of the cost of new improved breads was carried out: the projected selling price of the bread for further sale was calculated, and the cost of manufacturing bakery products for feeding military personnel in production conditions was determined.

Keywords: *flour bakery product, bread, soy protein, flax, technological process..*

ВСТУП	11
РОЗДІЛ ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ	
1 ДОСЛІДЖЕНЬ	15
1.1 Літературний огляд.....	15
1.2 Мета, об'єкт, предмет досліджень.....	31
1.3 Методи досліджень.....	32
1.4 Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень.....	33
Висновки за розділом 1.....	34
РОЗДІЛ РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ	
2 ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	35
2.1 Підбір рецептурних інгредієнтів, їх властивості та вплив на якісні характеристики напівфабрикатів і готової продукції.....	35
2.2 Вплив масової частки внесення інноваційних інгредієнтів на властивості модельних систем.....	44
2.3 Обґрунтування та встановлення параметрів технологічних процесів.....	45
2.4 Дослідження основних фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних, функціонально-технологічних показників інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	46
2.5 Оптимізація технологічних процесів отримання інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	51

2.6	Рецептура та принципова технологічна схема виробництва інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	61
2.7	Порівняльний розрахунок харчової та біологічної цінності традиційної та інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	62
2.8	Визначення органолептичних, мікробіологічних, структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства	67
2.9	Оцінка показників безпеки інноваційної продукції на основі принципів НАССР.....	71
	Висновки за розділом 2.....	82
	РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	84
	Висновки за розділом 3.....	91
	РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УДОСКОНАЛЕННЯ, ВИРОБНИЦТВА І РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВ.....	92
	Висновки за розділом 4.....	101
	Загальні висновки	103
	Список використаних джерел	106
	Додатки	114

ВСТУП

У контексті зростання інтенсивності фізичних навантажень і психоемоційного напруження, що зумовлені бойовими діями та специфікою військової служби, проблема забезпечення військовослужбовців повноцінним і збалансованим харчуванням набуває особливої актуальності. Одним із ключових чинників формування адекватного раціону виступає нестача білка, яка позначається на рівні фізичної працездатності, процесах регенерації м'язових структур, функціонуванні імунної системи та загальній здатності організму адаптуватися до екстремальних умов. За даними сучасних наукових публікацій, значна частина типових раціонів військових не забезпечує рекомендованої добової норми білка, що стає особливо помітним під час тривалого перебування в польових умовах або при обмеженій можливості отримувати свіжі продукти тваринного походження.

Проблематика недостатнього білкового забезпечення безпосередньо пов'язана з обмеженою різноманітністю продуктів у харчовому раціоні, дефіцитом незамінних амінокислот та загальною диспропорцією у споживанні макро- й мікронутрієнтів. За таких умов виникає потреба у створенні спеціалізованих харчових продуктів функціонального призначення, збагачених легкозасвоюваними білками рослинного походження, що характеризуються високою біологічною повноцінністю, подовженими термінами зберігання, зручністю використання та здатністю забезпечувати фізіологічні потреби організму в умовах підвищеного навантаження й обмеженого доступу до традиційних джерел харчування.

У цьому аспекті помітне місце займають хлібобулочні вироби, зокрема хрусткі хлібці, які протягом останніх років стали широко затребуваними серед споживачів завдяки своїм функціональним властивостям, харчовій цінності та технологічним перевагам. Хлібці є зручним у використанні, легким і транспортабельним продуктом із тривалим терміном зберігання без істотного погіршення органолептичних характеристик, що робить їх особливо придатними для включення до раціонів

військовослужбовців. Крім того, даний вид продукції має значний потенціал для рецептурної модернізації з метою підвищення поживної цінності, зокрема через додавання рослинних білкових інгредієнтів.

Серед перспективних компонентів особливо вирізняються соєвий білок і насіння льону — джерела повноцінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон та мікронутрієнтів. Їх застосування у виробництві збагачених хлібців створює можливості для розроблення продуктів із високою функціональною та нутритивною цінністю, призначених для військових підрозділів та інших груп населення, які мають підвищену потребу в білкових речовинах.

Отже, наукове обґрунтування вдосконалення рецептури традиційних хлібобулочних виробів шляхом включення інноваційних рослинних білкових компонентів є важливим напрямом у розвитку системи військового харчування, виробництва функціональних продуктів та забезпечення продовольчої стійкості.

Метою даного дослідження є оптимізація технологічного процесу виробництва хлібців як доступного, поживного та практичного у використанні продукту, орієнтованого на широкі верстви населення, включно з військовослужбовцями. Основним завданням модернізації є підвищення вмісту білкових компонентів та загальної біологічної цінності готового виробу. Передбачається, що досягнути цього можна шляхом введення до рецептури соєвого білка, а для додаткового збагачення нутрієнтного складу — включенням насіння льону, яке є природним джерелом біологічно активних сполук.

Завдання роботи:

- здійснити оцінку обґрунтованості та необхідності впровадження технологічного удосконалення;
- надати характеристику сучасним тенденціям у технології виробництва хлібобулочних виробів, зокрема хлібців, що виготовляються з використанням інноваційних компонентів;

- охарактеризувати властивості та технологічну цінність інноваційної сировини;
- провести детальний опис об'єктів, предмета та методичних підходів, застосованих у дослідженні;
- здійснити науково обґрунтований відбір базової рецептури як основи для подальшого вдосконалення технології інноваційного продукту;
- сформулювати модельні варіанти рецептурної композиції хлібців із включенням інноваційної рослинної сировини;
- виконати органолептичну оцінку та фізико-хімічний аналіз отриманих зразків удосконалених виробів;
- провести оптимізацію технологічного процесу виготовлення хлібців з метою визначення раціональних параметрів виробництва, що забезпечують необхідний рівень споживчих характеристик;
- сформулювати висновки щодо доцільності запропонованих удосконалень та визначити ступінь їх ефективності.

Об'єкт дослідження — технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів, представлений на прикладі хрустких хлібців, виготовлених із використанням соєвого білка та насіння льону.

Предмет дослідження — соєвий протеїн, насіння льону, модельні рецептурні композиції, напівфабрикат удосконалених хлібців, а також готовий продукт, збагачений інноваційними рослинними інгредієнтами.

Методи дослідження включають: органолептичне оцінювання якості; визначення кислотності й вологості сировини; аналіз кількісних та якісних характеристик клейковинного комплексу; оцінку показника розпливання тіста та ступеня адгезії; визначення рівня упікання та намокання готових виробів; розрахунок хімічного та амінокислотного складу, а також амінокислотного скору удосконалених хлібців.

Наукова новизна:

- вперше здійснено наукове обґрунтування та розроблення технології модернізованого хлібобулочного виробу — хрустких хлібців, виготовлених із застосуванням високобілкових рослинних компонентів, зокрема соєвого протеїну та насіння льону, що є цінними джерелами харчових волокон і біологічно активних сполук;

- отримано сукупність експериментальних даних, яка підтверджує доцільність використання зазначених інноваційних інгредієнтів під час створення удосконалених хлібців із підвищеними органолептичними, фізико-хімічними та нутритивними характеристиками;

- здійснено детальний аналіз амінокислотного складу продукту, визначено амінокислотний скор, коефіцієнт утилітарності, показник різниці амінокислотного скору та встановлено рівень біологічної цінності білкового комплексу у дослідних зразках;

- проведено оптимізацію технологічного процесу виготовлення удосконалених хлібців із включенням інноваційної рослинної сировини, що дало змогу визначити раціональні параметри виробництва.

Апробація результатів досліджень. За результатами наукової роботи опубліковано наукову фахову статтю і троє тез доповідей.

Стаття.

Стукальська Н.М., Карпачов О.Ю. Удосконалення технології хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрноекономічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 3. с.371-380*

Тези доповідей.

Карпачов О., Стукальська Н. Обґрунтування процесу удосконалення хлібців. *Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і*

студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 7–11 квітня 2025 р. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч.3. - 340 с.

Карпачов О.Ю., Стукальська Н.М. Значення інтеграції хлібобулочних виробів до харчування військовослужбовців. *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції, «Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі», 22 травня 2025 р. – К.: НУХТ, 2025 р. – 136-137 с.*

Карпачов О.Ю., Стукальська Н.М. Біологічна цінність удосконалених хлібців для військовослужбовців. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». К.: НУХТ, 2025. с. 45-47*

РОЗДІЛ 1

ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Літературний огляд

Хлібобулочні вироби традиційно займають чільне місце в харчовому раціоні українців і залишаються одними з найпопулярніших продуктів щоденного споживання. Історично хліб в Україні не просто їжа – це символ достатку, поваги, родинного затишку й навіть святині, що глибоко закорінений у національній культурі. У багатьох регіонах країни саме хліб був і лишається основним джерелом енергії, особливо в сільській місцевості [1].

Станом на останні роки, згідно з даними Держстату та галузевих оглядів, середній українець споживає близько 90–100 кг хлібобулочних виробів на рік, що хоча й дещо менше, ніж у попередні десятиліття, але залишається досить високим показником. Найбільш популярними є пшеничний і житній хліб, а також вироби із суміші злаків, зокрема батони, булки, лаваші, хлібці, сухарі та дієтичні хлібці, рис. 1.1. У мегаполісах зростає попит на цілюзернові, бездріжджові та збагачені функціональні хлібобулочні вироби, особливо серед споживачів, орієнтованих на здорове харчування [2].

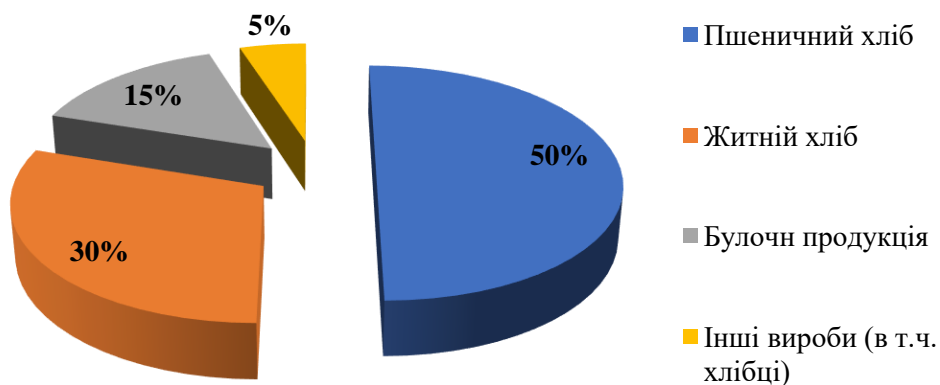


Рисунок 1.1 – Частка ринку різних видів хлібобулочних виробів

Ці дані свідчать про те, що традиційні види хліба, такі як пшеничний та житній, домінують на ринку. Проте, зростає інтерес до альтернативних продуктів, включаючи хлібці, що може призвести до поступового збільшення їхньої частки в майбутньому.

Популярність хлібобулочних виробів зумовлена їхньою широкою доступністю, універсальністю у використанні та достатньою поживною цінністю. Ця група продуктів добре поєднується з різноманітними інгредієнтами, слугує важливим джерелом вуглеводів, певної кількості білків, вітамінів групи В та мінеральних речовин. В умовах сучасного динамічного способу життя та трансформації харчових звичок хлібобулочна продукція й надалі відіграє суттєву роль як зручний, швидкий та енергетично цінний варіант прийому їжі, зокрема у форматі легкого перекусу. [3].

Паралельно спостерігається зростання зацікавленості споживачів у більш корисних варіантах хлібобулочної продукції, зокрема хлібцях, збагачених насінням, висівками, бобовими культурами, білковими концентратами та таких, що містять знижені кількості цукру й кухонної солі. Подібні тенденції формують розширені можливості для виробників у розробленні хлібобулочних виробів із підвищеною біологічною цінністю, зокрема продуктів функціонального або спеціалізованого призначення — для дітей, спортсменів, осіб старшого віку, військовослужбовців та інших категорій населення [4,5].

Із початком активних бойових дій на території України питання забезпечення військовослужбовців повноцінними, поживними та водночас доступними харчовими продуктами набуло виняткової актуальності. Ця проблема має комплексний характер і охоплює фізіологічний, психоемоційний, соціальний та нутриційний (харчовий) виміри. Після тривалого перебування у зоні бойових операцій або проходження інтенсивних тренувальних навантажень військовослужбовці нерідко зазнають вираженого виснаження організму, порушень метаболічних процесів, дефіциту життєво необхідних нутрієнтів, розладів сну, підвищеного рівня психологічного стресу та різноманітних фізичних ушкоджень, що потребують комплексної та системної підтримки для повноцінного відновлення.

З точки зору фізіології, організм військовослужбовця після тривалого впливу стресових факторів часто перебуває в катаболічному стані, що характеризується розпадом тканин, насамперед м'язової, внаслідок дефіциту поживних речовин, підвищеного рівня кортизолу та загального виснаження. Це проявляється зниженням м'язової маси, анемією, порушенням балансу кишкової мікрофлори та зниженням імунної відповіді. У таких умовах профілактика подібних негативних наслідків можлива лише за умови регулярного, збалансованого і поживного харчування, здатного забезпечити достатній рівень білка, вітамінів, мінеральних елементів та корисних жирів [6,7,8].

Окрему увагу приділяють реабілітації через харчування: медики й нутриціологи наголошують, що харчування має бути не лише ситним, а й функціональним – спрямованим на підтримку регенерації тканин, відновлення енергії, стабілізацію настрою, покращення роботи нервової та серцево-судинної систем. Саме в цьому контексті можна розглядати хлібці як доступний, легкий у використанні, поживний і функціональний продукт, що має високу енергетичну щільність, добру травну переносимість і може бути збагачений цінними компонентами [9,10].

Включення хлібців у раціон військовослужбовців під час навчань або перебування в зоні бойових дій є доцільним і рекомендованим за умови відповідного підбору їх складових компонентів. Особливо ефективними є хлібці на основі цільного зерна, збагачені білком, харчовими волокнами та корисними жирами, які можуть виконувати функцію функціонального елемента раціону та сприяти підтриманню енергетичного й нутритивного балансу організму [11,12].

Хлібці характеризуються високою енергетичною щільністю, що забезпечує калорійність навіть при малому об'ємі їжі, що важливо при зниженому апетиті або обмеженні важких продуктів. Використання висівок, цільного зерна та насіння забезпечує високий вміст харчових волокон, які нормалізують травлення, запобігають закрепам та підтримують здорову кишечну мікрофлору, що, у свою чергу, зміцнює імунну систему.

Хлібці, збагачені білками (соевим, гороховим або яечним), є джерелом повноцінного білка, необхідного для відновлення м'язів, імунних клітин, ферментів і гормонів. Під час регенерації після інтенсивних навантажень потреба організму в білку може подвоюватися, і споживання таких хлібців стає ефективним способом часткового її покриття, особливо при обмеженому доступі до тваринних продуктів.

Важливим аспектом є також зручність зберігання та транспортування хлібців. На відміну від традиційного хліба, вони характеризуються подовженим терміном придатності, невеликою вагою, стабільністю без потреби у холодильному зберіганні та здатністю зберігати структуру в індивідуальному пакуванні. Ці властивості роблять хлібці особливо придатними для використання в умовах навчальних полігонів, військових частин та безпосередньо у зоні бойових дій [13,14].

Додатково, окремі види хлібців можуть бути збагачені мікроелементами, такими як цинк, магній та залізо, а також вітамінні групи В. Ці нутрієнти відіграють важливу роль у процесах загоєння тканин, підтримання функціонування нервової системи та стабілізації емоційного стану організму.

Також важливо враховувати індивідуальні потреби військовослужбовців – людям із захворюваннями шлунково-кишкового тракту не рекомендовано вживати хлібці з надлишком клітковини чи спецій; тим, хто має алергії, необхідно уникати продуктів з соєю, насінням тощо. І, звісно, хлібці мають бути лише доповненням до збалансованого харчування, а не його заміною.

Таким чином, хлібці можуть мати значну функціональну роль у раціоні військовослужбовців за умови їх раціонального підбору, який враховує підвищену потребу організму в білку, легкість засвоєння, високий енергетичний потенціал та безпечний хімічний склад.

Характеристика хлібців

Хлібці, це тонкі та хрусткі вироби, являють собою цікавий феномен у світі харчування, поєднуючи в собі давню історію та сучасні тенденції здорового способу життя. Їхня сутність полягає у простоті складу та універсальності споживання.

Зазвичай, хлібці виготовляються зі злаків або їх комбінацій, часто з додаванням висівок, насіння, трав чи спецій, що збагачує їх смак та поживну цінність, рис. 1.2.

Характерна хрустка текстура досягається завдяки спеціальним технологіям випікання або екструзії, що робить їх відмінними від традиційного хліба.

Історія хлібців сягає глибокої давнини. Ще в стародавніх цивілізаціях існували плоскі, запечені коржі, які слугували не лише їжею, але й зручним способом зберігання зерна для тривалих подорожей чи періодів нестачі свіжого хліба. Особливо відомі в цьому контексті скандинавські країни, де хрусткі житні хлібці, відомі як "кнеккеброд". Їхня історія налічує багато століть і веде початок ще з епохи вікінгів.. Ці хлібці були практичним рішенням для забезпечення харчуванням у суворих умовах та під час довгих морських походів. З часом рецептури та технології виробництва вдосконалювалися, але основна ідея – створення сухого, довготривалого та поживного продукту – залишалася незмінною. Промислова революція дала поштовх до масового виробництва хлібців, зробивши їх доступними для широкого кола споживачів [15].



Рисунок 1.2 – Класифікація хлібців

Сьогодні ринок пропонує величезну різноманітність видів хлібців, що задовольняють різні смаки та дієтичні потреби. Залежно від основного інгредієнта,

можна знайти житні хлібці з їхнім характерним насиченим смаком, ніжніші пшеничні, легкі рисові, багаті на клітковину гречані, солодкуваті кукурудзяні та поживні вівсяні.

Мультизлакові хлібці поєднують користь кількох видів зерна, забезпечуючи більш широкий спектр вітамінів та мінералів. Додавання різноманітних інгредієнтів, таких як висівки, насіння льону, соняшнику чи кунжуту, не лише покращує смакові якості, але й підвищує вміст клітковини, що є важливим для здорового травлення. Трави, спеції та навіть овочі додають хлібцям оригінальних смакових відтінків, роблячи їх цікавою основою для різноманітних закусок [16]. Характеристика найпоширеніших видів хлібці наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Характеристика найпоширеніших видів хлібці

Вид борошна	Містить глютен	Поживна цінність	Переваги	Недоліки
Пшеничне (вищого гатунку)	Так	Високий вміст вуглеводів, низький вміст клітковини	Смакова привабливість, м'якість	Високий глікемічний індекс, мало корисних речовин
Цільнозернове пшеничне	Так	Багате на клітковину, вітаміни В, мінерали	Сприяє травленню, довге відчуття ситості	Грубіша текстура, може не всім смакувати
Житнє	Так	Багате на антиоксиданти, вітаміни В, магній	Добре для серця, покращує метаболізм	Може викликати здуття у чутливих людей
Гречане	Ні	Багате на білки, залізо, рутин	Безглютенове, зміцнює судини, нормалізує рівень цукру	Вища ціна
Кукурудзяне	Ні	Містить каротиноїди, мало білків	Безглютенове, легке на смак, корисне для зору	Менш поживне
Вівсяне	Ні/мінімально	Багате на бета-глюкан, залізо, магній	Знижує холестерин, антиоксидантний ефект	Може містити сліди глютену
Амарантове/ляне	Ні	Багате на білок, омега-3, клітковину	Протизапальні властивості, для здоров'я ШКТ, безглютенове	Незвичний смак, іноді дорожче

Поширеність та популярність хлібців у світі постійно зростають, що зумовлено кількома факторами. З одного боку, зростає обізнаність людей щодо здорового харчування, і хлібці часто розглядаються як більш здорова альтернатива традиційному хлібу, особливо ті, що виготовлені з цільного зерна та мають високий вміст клітковини. Їхня нижча калорійність порівняно з деякими видами хліба також приваблює тих, хто стежить за своєю вагою. З іншого боку, хлібці є надзвичайно зручними у споживанні – вони не потребують нарізання, їх легко брати з собою на роботу, навчання або в подорожі, що робить їх ідеальним варіантом для швидкого та корисного перекусу. Дієтологи часто рекомендують включати хлібці до раціону як джерело складних вуглеводів та клітковини.

Щодо обсягів виробництва та споживання хлібців за останні роки, спостерігається стійка тенденція до зростання. Хоча точні цифри можуть варіюватися залежно від регіону та категорії продуктів харчування, загальна картина свідчить про збільшення інтересу споживачів до продуктів здорового харчування, серед яких хлібці займають важливе місце. У багатьох країнах, особливо в розвинених, де зростає увага до проблем ожиріння та серцево-судинних захворювань, хлібці стають все більш популярними. Виробники реагують на цей попит, розширюючи асортимент та пропонуючи нові смаки та склади, що відповідають різним дієтичним потребам, включаючи безглютенові варіанти для людей з целиакією. В Україні також помітне зростання споживання хлібців, особливо серед міського населення, яке більш схильне до західних тенденцій у харчуванні та приділяє більше уваги складу продуктів. Таким чином, хлібці не лише зберегли свою історичну цінність як простий та поживний продукт, але й набули нової популярності в сучасному світі як важливий елемент здорового раціону [17].

Однією з найактуальніших проблем громадського здоров'я у світі, що охоплює як надмірне, так і недостатнє споживання ключових нутрієнтів є проблема незбалансованого харчування. У контексті даного звіту особливу увагу буде приділено недостатньому споживанню білків населенням та його потенційним

далекосяжним негативним наслідком для здоров'я на індивідуальному та суспільному рівнях [18].

Білки є складними органічними сполуками, що складаються з амінокислот, і виконують критично важливі функції в організмі людини. Вони є основними будівельними блоками для всіх клітин, тканин та органів, включаючи м'язи, кістки, шкіру, волосся та нігті. Білки беруть безпосередню участь у синтезі ферментів, які каталізують біохімічні реакції, гормонів, що регулюють різноманітні фізіологічні процеси, антитіл, що забезпечують імунний захист, а також транспортних білків, які переносять кисень, поживні речовини та інші важливі молекули в крові. Крім того, білки можуть слугувати джерелом енергії за умов недостатнього надходження вуглеводів та жирів [19].

Недостатнє споживання білків може бути поширеним явищем у різних групах населення, особливо в країнах з низьким та середнім рівнем доходу, де доступ до якісних та різноманітних джерел білка може бути обмеженим через економічні фактори. Однак, ця проблема може зустрічатися і в розвинених країнах серед певних соціально-економічних груп, осіб, які дотримуються незбалансованих вегетаріанських або веганських дієт без належного планування, літніх людей зі зниженим апетитом або проблемами з травленням, а також осіб з певними захворюваннями, що впливають на засвоєння білка або підвищують потребу в ньому [20, 21].

Причини недостатнього споживання білків є багатогранними та можуть включати:

- Низький соціально-економічний статус: Обмежений доступ до дорогих, але якісних джерел білка, таких як м'ясо, риба, молочні продукти та яйця.
- Недостатня обізнаність про харчування: Відсутність знань про важливість білків та їхні джерела, що призводить до незбалансованого раціону з переважанням вуглеводів та жирів.

- Обмежений вибір продуктів: У деяких регіонах асортимент доступних продуктів може бути обмеженим, що ускладнює забезпечення достатнього надходження білка.
- Дієтичні обмеження без належного планування: Неправильно сплановані вегетаріанські або веганські дієти можуть призвести до дефіциту певних амінокислот та загального недостатнього споживання білка.
- Проблеми зі здоров'ям: Захворювання, що впливають на апетит, травлення або засвоєння поживних речовин, а також стани, що підвищують потребу в білку (наприклад, післяопераційний період, опіки, інфекції).
- Вікові зміни: У літніх людей може спостерігатися зниження апетиту, проблеми з жуванням та ковтанням, а також зниження ефективності засвоєння білка.

Незбалансоване харчування, зокрема дефіцит білка в раціоні, залишається однією з провідних проблем охорони здоров'я як на глобальному, так і на національному рівні. Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), близько 820 мільйонів людей у світі страждають на хронічне недоїдання, при цьому значна частина з них відчуває дефіцит білкових продуктів. [22].

В Україні, за даними МОЗ та Держстату, споживання білка на душу населення знизилося на 8-10% за останнє десятиліття, і нині становить близько 65-70 грамів на добу при рекомендованій нормі 80-100 грамів для дорослої людини. Особливо тривожною є ситуація серед дітей у сільських районах, де рівень білкового забезпечення може не перевищувати 60% від норми.

Нестача білка впливає не лише на фізичне здоров'я, а й на розумові здібності та загальну якість життя. Дітям із білковою недостатністю притаманна затримка фізичного та психічного розвитку, знижена здатність до концентрації, втома, млявість, схильність до частих інфекцій. У дорослих білковий дефіцит проявляється м'язовою слабкістю, порушенням обміну речовин, зниженням гемоглобіну, погіршенням стану шкіри, волосся та нігтів. Дослідження Інституту харчування НАМН України показали, що в регіонах, де в харчуванні домінують вуглеводи і

недостатньо тваринного білка, спостерігається вищий рівень хронічних захворювань, зокрема серцево-судинної системи та цукрового діабету 2 типу [23,24].

Однією з основних причин білкової недостатності є соціально-економічна ситуація: зростання цін на м'ясо, рибу, яйця, молочні продукти, а також низький рівень доходів значної частини населення обмежують доступ до повноцінного раціону. Особливо це стало відчутним після початку повномасштабної війни, яка у 2022-2023 роках суттєво вплинула на агропромислову сферу та змінила структуру споживання населення. Значна частина родин перейшла на дешеві, але малопоживні продукти, багаті на крохмаль, цукор і жири, водночас обмеживши вживання білкової їжі. Згідно з опитуваннями, проведеними в Україні у 2023 році, близько 40% респондентів повідомили про скорочення споживання м'яса через його високу вартість, а 35% – про відмову від риби як постійної складової раціону [25].

Рівень потреби в білку визначається віком, статтю, масою тіла, рівнем фізичної активності та загальним станом здоров'я [26,27]. Основні рекомендації щодо вмісту білку в харчовому раціоні представлені в табл. 1.2

Таблиця 1.2

Добова потреба в білку для дорослої людини

Рівень трудової діяльності	Добова норма білка (г/кг маси тіла)	Коментар
Інтенсивні навантаження	1,6-2,2	Потрібно для відновлення м'язів та покращення витривалості

Негативні наслідки недостатнього споживання білків для здоров'я:

Недостатнє надходження білків в організм може мати широкий спектр негативних наслідків, що впливають на різні системи та функції:

- У дітей та підлітків:
 - Затримка росту та розвитку: Білок є основою для побудови нових тканин, тому його дефіцит може спонукати до низького зросту, недостатньої ваги та загальної слабкості.

- Скорочення м'язової маси та зниження функціональної сили м'язів: Недостатнє забезпечення будівельним матеріалом для м'язів призводить до їх слабкості та гіпотрофії.
- Порушення когнітивних функцій: Білки беруть участь у розвитку мозку та синтезі нейромедіаторів, тому їх дефіцит може негативно вплинути на навчання, пам'ять та концентрацію.
- Ослаблення імунітету через дефіцит білка антитіл та інших компонентів імунної системи, тому їх нестача підвищує вразливість до інфекцій.
- Підвищений ризик розвитку квашіоркору та маразму: Ці важкі форми білково-енергетичної недостатності характеризуються набряками, втратою м'язової маси, апатією та можуть бути смертельними.
- У дорослих:
 - Втрата м'язової маси (саркопенія) та сили: З віком ця проблема стає особливо актуальною, призводячи до зниження фізичної активності, підвищеного ризику падінь та переломів, а також погіршення якості життя.
 - Зниження міцності кісток (остеопороз): Білок відіграє важливу роль у підтримці здоров'я кісткової тканини, і його дефіцит може сприяти демінералізації кісток.
 - Погіршення функції імунної системи: Недостатнє виробництво антитіл та інших імунних клітин робить організм більш схильним до інфекцій та уповільнює процес одужання.
 - Уповільнення загоєння ран: Білок необхідний для регенерації тканин, тому його дефіцит може затримувати процес відновлення після травм або хірургічних втручань.
 - Хронічна втома та слабкість: недостатнє забезпечення енергією та порушення метаболічних процесів можуть призводити до постійного відчуття втоми та зниження працездатності.

- порушення гормонального балансу: Білки є будівельним матеріалом для багатьох гормонів, тому їх дефіцит може впливати на ендокринну систему.
- Зростання ймовірності виникнення метаболічних порушень: Недостатнє споживання білка може впливати на регуляцію рівня цукру в крові та ліпідного профілю.

Ліквідація проблеми недостатнього споживання білків вимагає комплексного підходу на різних рівнях. Передусім важливим є підвищення обізнаності населення шляхом проведення інформаційних кампаній, які роз'яснюють значення білків для здоров'я, їхню роль у життєвих процесах і доступні джерела білка в повсякденному раціоні. Одночасно необхідно забезпечити доступність якісних харчових продуктів, реалізуючи програми продовольчої безпеки та підтримуючи місцеве сільське господарство й переробку, що дозволить збільшити обсяг виробництва білкової продукції. Важливим кроком є також просування збалансованого харчування через розробку та впровадження національних рекомендацій і стандартів, які б акцентували на необхідності достатнього білкового споживання як ключової частини здорової дієти. Особлива увага має приділятися вразливим групам населення – дітям, літнім людям, вагітним жінкам та особам із низьким соціально-економічним статусом – через розробку цільових програм підтримки, харчових субсидій або безкоштовного забезпечення відповідними продуктами. Важливо також підтримувати наукові дослідження, спрямовані на вивчення масштабів білкової недостатності та її впливу на здоров'я в різних соціальних і географічних контекстах. Паралельно слід здійснювати підвищення кваліфікації лікарів, медичних сестер та інших фахівців охорони здоров'я щодо сучасних підходів до харчування, методів виявлення ознак білкового дефіциту та способів його корекції. Нарешті, ефективне вирішення цієї проблеми можливе лише за умов тісної співпраці між різними секторами – урядовими структурами, бізнесом, науковими установами, освітніми організаціями та

громадянським суспільством – у напрямку створення інтегрованих стратегій і практичних дій, спрямованих на поліпшення білкової забезпеченості населення.

Підсумовуючи, недостатнє споживання білків є серйозною проблемою незбалансованого харчування з далекосяжними негативними наслідками для здоров'я людини на всіх етапах життя, зокрема а також для суспільства в цілому. Розуміння фундаментальної ролі білків, причин їх недостатнього споживання та потенційних наслідків є критично важливим для розробки та впровадження ефективних стратегій, спрямованих на покращення харчових звичок населення та забезпечення достатнього надходження цього незамінного нутрієнта для підтримки та відновлення здоров'я. Усвідомлення масштабів цієї проблеми та об'єднання зусиль на різних рівнях є необхідною умовою для досягнення значних позитивних змін у сфері громадського здоров'я [28,29].

Зважаючи на перспективність використання хлібців в процесі відновлення військовослужбовців та на їх особливості та недоліки хімічного складу було вирішено провести удосконалення їх рецептурно складу з метою підвищення вмісту білкового компонента та підвищення загальної біологічної цінності [30].

Спираючись на це, нами було проведено аналіз напрацювань вчених в даній сфері з метою встановлення перспективних методів та сировини, що можуть бути використанні в процесі удосконалення.

Аналіз наукових розробок спрямованих на вирішення визначеної проблеми

Наукові дослідження у сфері вдосконалення технології виробництва хлібців ведуться за кількома ключовими напрямками: підвищення харчової цінності, поліпшення функціональних характеристик, зменшення собівартості, подовження терміну зберігання та збереження органолептичних властивостей продукту. Українські та міжнародні вчені з галузі харчових технологій зосереджують увагу на впровадженні інновацій, що дозволяють адаптувати хлібці до сучасних потреб споживачів, включно з дієтичним та лікувально-профілактичним харчуванням.

Одним із пріоритетних напрямів є збагачення рецептур хлібців білками рослинного походження. У цьому контексті дослідники застосовують соєвий, гороховий, нуттовий, конопляний, гарбузовий білок, а також сухе знежирене молоко та яєчний білок для покращення амінокислотного профілю та підвищення загального вмісту білка. Такі хлібці розробляються з урахуванням потреб спортсменів, дітей, осіб у періоді реабілітації та людей із білковим дефіцитом. Дослідження показують, що введення білкових концентратів у межах 10–20 % рецептури дозволяє майже подвоїти вміст білка в готовому продукті, зберігаючи при цьому його хрусткість та стабільність форми.

На базі Дніпровського державного аграрно-економічного університету було обґрунтовано технологію виробництва хлібців із застосуванням нетрадиційних видів борошна. Дослідниками розроблено серію модельних композицій із різним співвідношенням інноваційних видів борошна, які замінювали традиційне пшеничне. Аналіз отриманих результатів показав, що зразок із співвідношенням 50 % лляного та 50 % амарантового борошна характеризується найвищими органолептичними показниками та поліпшеними показниками вологості готового продукту, що перевищують контрольні значення [31].

У монографії Лобачова Н.Л. [32] досліджено технологію виробництва безглютенових хлібців, акцентуючи увагу на використанні сировини, яка не містить глютену, для задоволення потреб споживачів із целиакією. Встановлено доцільність використання круп зернових і псевдозернових культур, таких як кукурудза, рис, гречка, амарант, а також бобові – нут, сочевиця. Авторка підкреслює важливість поєднання культур для досягнення повного амінокислотного профілю.

В даній роботі було розроблено кілька рецептур хлібців на основі рисово-амарантової та кукурудзяно-горохової суміші з додаванням висівок, насіння льону, соняшника, морської солі, спецій. Такі поєднання дозволили досягти підвищеної енергетичної щільності, білкової насиченості та оптимальної хрусткої структури.

За результатами дегустаційної панелі, безглютеніві хлібці з амарантом і нутом отримали найвищі бали за смак, текстуру та аромат. Споживачі відзначили природний горіховий присмак, що підвищує привабливість продукту без використання ароматизаторів.

Вміст білка в удосконалених зразках сягав 12-14 г на 100 г продукту, що перевищує звичайні майже вдвічі. Крім того, збільшено вміст харчових волокон до 7-9 г, що позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту.

У дисертаційній роботі Значек Т.В. [33] розроблено рецептури нових зернових хлібців на основі спельти з додаванням розторопші та екстракту зеленого чаю, що надає продукту антиоксидантні властивості.

Органолептичні та фізико-хімічні дослідження дослідних зразків зернових хлібців, виготовлених у лабораторних умовах, підтвердили доцільність введення до їх складу рослинних добавок – порошоків горобини, шипшини, розторопші (по 5%) та екстракту зеленого чаю (0,5%). Таке поєднання забезпечує покращення споживчих властивостей виробів, зокрема їхнього смаку, зовнішнього вигляду, текстури та харчової цінності. Аналіз складу показав, що вміст білка в хлібцях на основі спельти з рослинними компонентами досягає 15,2-16,1%, що приблизно в 1,5 раза перевищує показник контрольного зразка.

У дослідженні Новікової Н.В. та Дзюндзі О.В. [34] розглянуто вдосконалення технології виробництва зернових хлібців за рахунок використання інноваційних інгредієнтів, що відповідають сучасним вимогам споживачів до здорового харчування.

Розроблені зернові хлібці з додаванням рослинних порошоків глоду, женьшеню та обліпихи мають значно вищу харчову цінність порівняно з контрольним зразком. Вміст білка зріс у 1,7 раза, клітковини – у 1,5 раза, при одночасному зниженні крохмалю. Дослідні зразки також відзначаються підвищеним вмістом мінералів (зокрема фосфору та заліза) та вітамінів, зокрема аскорбінової кислоти та вітаміну В₂, що свідчить про їхню високу біологічну цінність і функціональність.

Наукові дослідження, проведені фахівцями Національного університету харчових технологій, зокрема Стукальською Н. М., Кузьмінім О. В., Рябою О. Д. та Деришем А. Д. [35], підтверджують ефективність впровадження інноваційних безглютенових продуктів з додаванням рослинної сировини для підвищення харчової цінності раціону осіб із целиакією. Найкращі органолептичні та фізико-хімічні властивості продемонстрували вироби, виготовлені на основі суміші борошна з рису, кукурудзи та кіноа в пропорції 20:30:50.

З огляду на напрацювання інших вчених можна сказати, що часткова або повна заміна традиційного пшеничного борошна на нетрадиційні високобілкові види борошна є перспективним. Крім того з метою підвищення біологічної цінності нерідко використовувались різноманітні рослинні порошки та насіння. Зважаючи на вищесказане, нами пропонується провести удосконалення контрольного зразка шляхом заміни частини пшеничного борошна на соєвий протеїн з додаванням насіння льону для підвищення біологічної цінності.

1.2 Мета, об'єкт, предмет досліджень

Об'єктом дослідження визначено технологічний процес виготовлення хлібців із включенням високобілкового інгредієнта – соєвого протеїну, а також насіння льону як складника, спрямованого на підвищення біологічної цінності готової продукції.

Предметом дослідження слугувала сировина, використана у процесі виробництва хлібців (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Предмет дослідження

Найменування сировини	Нормативний документ
Борошно пшеничне I сорту	ДСТУ ISO 6820:2004
Борошно з цільного зерна жита	ДСТУ 8791:2018
Зерно вівсяне	ДСТУ 7698:2015
Сіль екстра	ДСТУ 3583:2015
Вода питна	ДСТУ 7525:2014

1.3. Методи досліджень

Фізико-хімічні та реологічні дослідження сировини та тістового напівфабрикату

Відбір проб та формування середньої проби здійснювали відповідно з ДСТУ ISO 13690–03 [55].

Масову частку вологи в сировині та готових виробках визначали шляхом висушування навантаженої проби до постійної маси при температурі 100–105 °С [56].

Активну кислотність сировини визначали за загально прийнятою методикою [57].

Оцінка якості та визначення пружності клейковини на приладі ВДК проводились згідно методики описаної в літературі [58].

Міцність адгезії тіста оцінювали за допомогою адгезіометра, дія якого базується на відриванні тіста від поверхні диска з реєстрацією зусилля відриву ($F_{\text{від.}}$) [58].

Розпливчастість кульки тіста оцінювали шляхом спостереження за зміною її діаметра (100 г) протягом 180 хвилин при температурі 30 °С [59].

Методи визначення якості готового напівфабрикату

Органолептичну оцінку якості хлібців проводили відповідно до ДСТУ 4582:2006 «Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Хліб та хлібобулочні вироби. Основні положення» [60].

Оцінку органолептичних показників проводили за 5-ти бальною шкалою.

Рівень намокання хлібців характеризує коефіцієнт намокання, який визначали шляхом співвідношення маси хлібців до намокання та маси хлібців після намокання [58].

Упік визначали як відношення різниці між масою тіста та готового гарячого виробу до маси тіста, виражене у відсотках.

1.4 Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Розробка технологічного процесу виготовлення борошняних хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців була здійснена згідно з алгоритмом, представленим на блок-схемі (рис. 1.3).

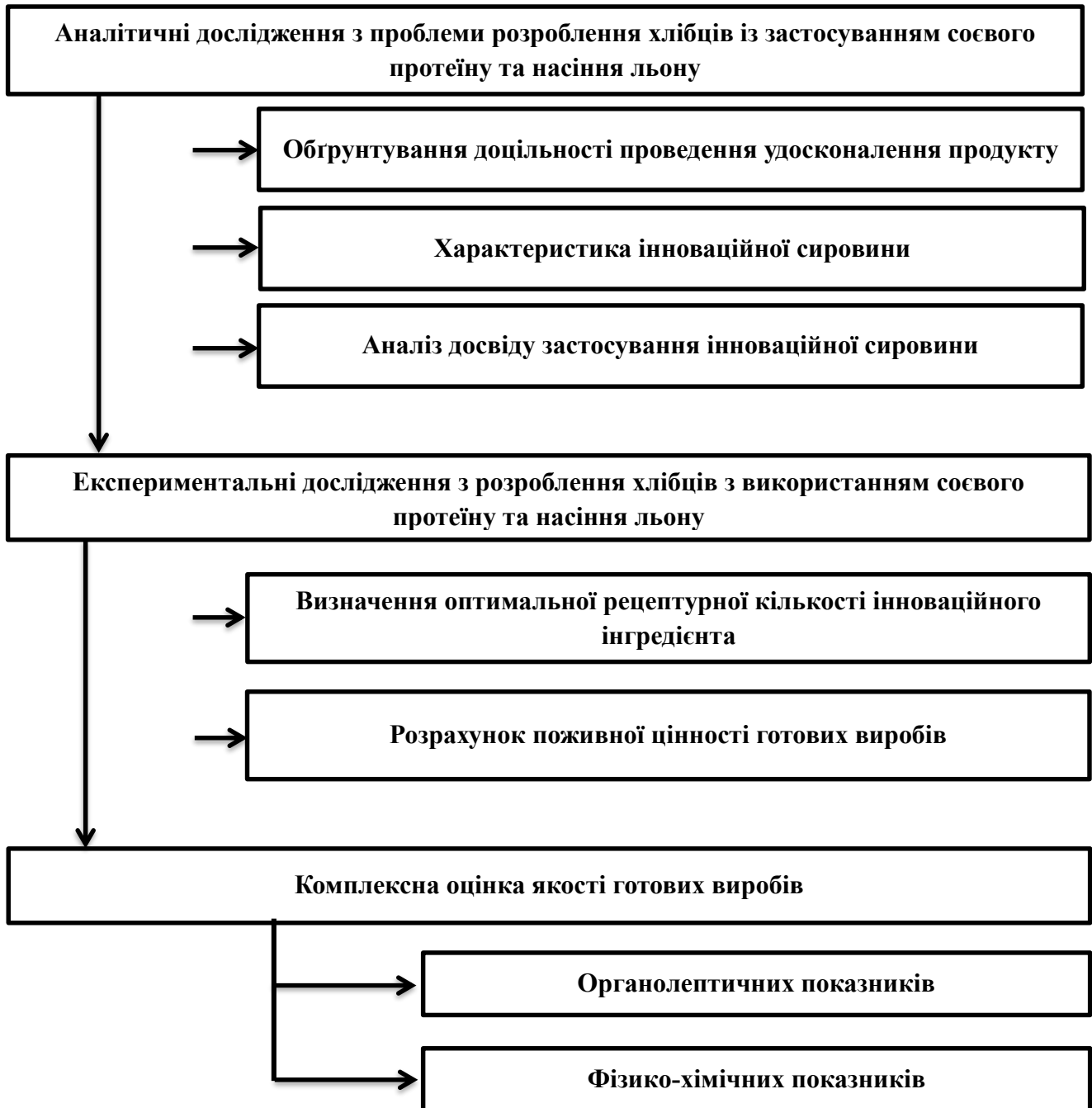


Рисунок 1.3 – Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Висновки за розділом 1

У рамках проведеного дослідження виконано всебічний аналіз сучасної наукової літератури, присвяченої новітнім підходам у виробництві хлібобулочних виробів, із акцентом на технологію виготовлення хлібців. Узагальнення результатів актуальних наукових праць дозволило виокремити ключові тенденції розвитку галузі та окреслити перспективні напрямки впровадження нетрадиційної сировини.

Значну увагу зосереджено на дослідженні хімічного складу обраних інноваційних компонентів та їхнього впливу на споживні властивості готової продукції. Отримані дані стали науковою основою для обґрунтування доцільності включення цієї сировини до рецептури вдосконалених зернових хлібців.

Також представлено розгорнуту характеристику як об'єкта, так і предмета дослідження, з особливою увагою до опису сировини, що використовувалася для виготовлення дослідних зразків. Подано вичерпний список інгредієнтів, що входили до складу рецептури, з детальним поясненням причин їх вибору та описом властивостей, які мають технологічне або харчове значення. Сформовано та представлено програму дослідження у вигляді блок-схеми, яка логічно структурує і візуалізує послідовність проведення експериментальних етапів. Крім того, викладено методичну основу дослідження – обґрунтовано вибір методів аналізу, описано специфіку їх застосування в контексті поставлених завдань і підходи до опрацювання отриманих даних, що дозволяє забезпечити наукову обґрунтованість, точність і надійність отриманих результатів.

РОЗДІЛ II

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

2.1 Підбір рецептурних інгредієнтів, їх властивості та вплив на якісні характеристики напівфабрикатів і готової продукції

Характеристика інноваційної сировини

На основі аналізу літературних джерел пропонується вдосконалити хлібці шляхом введення до рецептури високобілкового інгредієнта — соєвого протеїну. Для підвищення біологічної цінності продукту рекомендується додавати насіння льону, яке є доступним джерелом численних мікроелементів та вітамінів.

В якості контрольної рецептури використано технологію хлібців відповідно до ДСТУ 4582:2006 [36] табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Рецептура базової продукції – хлібці (контроль)

Сировина	Витрати сировини на 1 кг готової продукції	
	брутто	нетто
Борошно пшеничне I сорту	297,3	474,5
Борошно з цільного зерна жита	288,1	459,5
Зерно вівсяне	49,6	49,9
Сіль екстра	15	15
Вода питна	350	
Всього		1000

Аналіз класичної рецептури показав, що її інгредієнти характеризуються обмеженим вмістом білка та низькою біологічною цінністю. Урахування цих недоліків свідчить, що введення запропонованих інноваційних компонентів може ефективно підвищити харчову цінність виробу та зробити його більш придатним для відновлення організму військовослужбовців.

Характеристика соєвого протеїну

Соевий протеїн – це концентрована білкова добавка, яку отримують шляхом обробки соєвих бобів для видалення жиру та вуглеводів. Його білкова частка сягає

90% і більше (у вигляді ізоляту), що робить його одним із найякісніших джерел рослинного білка. Завдяки цьому він широко застосовується в харчовій промисловості, зокрема при виготовленні функціональних продуктів, таких як хлібці [37].

Соевий протеїн містить приблизно 85-90% білка в ізольованій формі (soya protein isolate) і 60-70% у концентрованій (concentrate). Він є повноцінним джерелом білка, що містить усі 9 незамінних амінокислот, включаючи лізин, якого зазвичай бракує в злаках. Його амінокислотний склад наближається до тваринного білка, що робить його особливо цінним для вегетаріанських і пісних дієт [38].

Соевий протеїн має хорошу водоутримуючу здатність, емульгуючі та піноутворювальні властивості, що робить його ефективним структуроутворювачем. Він сприяє поліпшенню текстури, щільності та стійкості готового продукту, а також дозволяє зменшити втрати при випіканні чи екструзії [39].

Соевий протеїн є однією з найбільш вивчених рослинних білкових добавок, що активно використовується в харчовій промисловості, особливо при створенні збагачених білком продуктів, таких як хлібці. Він характеризується високим вмістом білка – до 85-90% у вигляді ізоляту – і повноцінним амінокислотним складом, що включає всі дев'ять незамінних амінокислот, зокрема лізин і аргінін, які часто є в дефіциті в злакових культурах. За індексом засвоюваності амінокислот (PDCAAS), соєвий протеїн досягає максимальної оцінки 1,00, подібно до сироваткового білка, що свідчить про його високу біологічну цінність [40].

Крім білкової функції, соєвий протеїн володіє рядом додаткових корисних властивостей. Зокрема, він здатен знижувати рівень "поганого" холестерину (LDL) у крові при регулярному споживанні в кількості 20-25 г на добу, що підтверджено клінічними дослідженнями та визнано авторитетними кардіологічними організаціями. Його ізофлавоїди – природні антиоксиданти – мають протизапальну дію, можуть знижувати ризик розвитку деяких гормонозалежних онкологічних захворювань, а також підтримують здоров'я серцево-судинної системи. Завдяки високій

засвоюваності, соєвий протеїн також ефективно сприяє збереженню та відновленню м'язової маси, що робить його корисним для спортсменів та людей із підвищеною фізичною активністю. До того ж, він є чудовою альтернативою для веганів, вегетаріанців та осіб з лактозною непереносимістю, оскільки не містить продуктів тваринного походження [41].

Водночас із корисними властивостями соєвий білок має і певні обмеження. Найбільше дискусій викликають фітоестрогени (ізофлавоїни), що мають естрогеноподібну дію. Хоча наукові дані не підтверджують негативного впливу при помірному споживанні, є окремі побоювання щодо можливого зниження рівня тестостерону в чоловіків або впливу на гормональний баланс у жінок і дітей при надмірному або тривалому споживанні. Ці ефекти, однак, переважно пов'язані з високими дозами ізольованих фітоестрогенів, а не з вживанням соєвого білка в складі звичайного раціону [42].

Ще одним актуальним питанням є широке поширення генетично модифікованої сої у світі – за деякими оцінками, понад 80% соєвого білка на світовому ринку має ГМО-джерело. Тому для виробництва якісної продукції рекомендовано використовувати сертифіковану, не-ГМО сировину, особливо в дитячому та дієтичному харчуванні. Також соя входить до переліку основних харчових алергенів, і у чутливих осіб може викликати алергічні реакції, тому при виробництві хлібців або інших продуктів необхідне чітке маркування. У сирій сої можуть бути присутні антинутриєнти, зокрема інгібітори травних ферментів (трипсину, хімотрипсину), однак сучасні методи обробки – термічна, ферментація, екструзія – майже повністю нейтралізують їхню дію [43].

Підсумовуючи, соєвий протеїн є цінною харчовою добавкою, здатною значно підвищувати поживну цінність продуктів, зокрема хлібців. Він забезпечує організм високоякісним рослинним білком, сприяє зниженню ризику розвитку серцево-судинних і метаболічних захворювань, може використовуватися в різних дієтах і володіє широкими технологічними можливостями. Водночас його застосування

потребує ретельного підходу з урахуванням можливих індивідуальних обмежень, походження сировини та контролю якості кінцевого продукту [44].

У таблиці 2.2 представлено порівняльний аналіз хімічного складу соєвого протеїну та інших високобілкових продуктів, що можуть застосовуватися для збагачення хлібців.

Таблиця 2.2

Хімічний склад соєвого протеїну та інших високобілкових продуктів

Продукт / Добавка	Білок (г)	Жири (г)	Клітковина (г)	Незамінні амінокислоти	Біологічна цінність	Особливості для виробництва хлібців
Соєвий протеїн (ізолят)	85-90	≤1	≤1	Повний профіль	Висока, всі амінокислоти	Нейтральний смак, добрі зв'язувальні властивості, гіпоалергенний контроль потрібен
Сироватковий протеїн	80-90	1-3	<1	Повний	Дуже висока, швидка абсорбція	Цінний, але дорожчий, обмежене використання у веганських продуктах
Гороховий протеїн	75-85	6-10	3-5	Неповний (низький метіонін)	Висока, але дефіцит метіоніну	Гарна водозв'язуваність, легкий гороховий присмак
Конопляний білок	45-50	10-12	15-20	Майже повний	Добра, містить всі амінокислоти, але у меншій кількості	Висока клітковина, темніший колір тіста, приємний горіховий аромат
Нутовий або сочевичний білок	60-70	5-8	10-15	Неповний	Висока, багатий на лізин	Відмінна текстура, дещо борошністий смак
Ясчний порошок (сухий білок)	80-85	0-1	≈0	Повний	Ідеальна амінокислотна формула	Добра спінюваність, алерген, не підходить для веганів
Гарбузове насіння (подрібнене)	35-40	40-45	5-6	Неповний	Висока, але частковий дефіцит лізину	Висококалорійний інгредієнт, додає смак, текстуру і корисні жири

Враховуючи порівняльні характеристики білкових добавок, соєвий протеїн вирізняється як найбільш доцільний інгредієнт для збагачення хлібців завдяки оптимальному поєднанню харчової цінності, доступності та технологічної

універсальності. На відміну від інших білкових компонентів, таких як гороховий, конопляний чи гарбузовий білки, соєвий протеїн має повноцінний амінокислотний склад, що наближається до тваринного білка, з високим вмістом незамінних амінокислот, зокрема лізину, якого зазвичай бракує в злаках [45].

Крім того, він має високий ступінь засвоюваності (PDCAAS = 1,00) та мінімальну кількість жирів і вуглеводів, що дозволяє використовувати його в рецептурах продуктів функціонального та дієтичного призначення. У порівнянні з білками насіння або бобових, соєвий протеїн забезпечує стабільну текстуру, нейтральний смак і добре інтегрується у технологічні процеси – зокрема при випіканні, екструзії або сушінні. Його економічна доступність і наявність у вигляді ізолятів і концентратів з різним ступенем очищення робить його практичним вибором для промислового використання [46].

Таким чином, з огляду на високу харчову ефективність, технологічну зручність та широкий спектр застосування, саме соєвий протеїн є оптимальним рослинним білком для збагачення зернових хлібців порівняно з іншими подібними інгредієнтами.

Характеристика насіння льону

Насіння льону є цінним компонентом сучасного функціонального харчування, поєднуючи високу харчову цінність, багатий біохімічний склад та сприятливі технологічні властивості. Його широко застосовують у виробництві здорових продуктів, зокрема зернових хлібців, завдяки збалансованому вмісту жирних кислот, рослинного білка, харчових волокон, мінералів та біоактивних сполук. Особливістю насіння льону є високий вміст α -ліноленової кислоти – однієї з найважливіших омега-3 жирних кислот рослинного походження, що є незамінною для людини. Водночас, на відміну від багатьох інших видів насіння, льон містить значну кількість лігнанів – фітоестрогенів, які мають антиоксидантні, протизапальні та гормонорегуляторні властивості. Завдяки високому вмісту клітковини насіння льону позитивно впливає на функцію кишечника, регулює рівень глюкози в крові та сприяє тривалішому насиченню [47,48]. Незважаючи на те, що білок льону не є повноцінним за

амінокислотним складом через недостатню кількість лізину, його поєднання з білками злакових або бобових культур значно підвищує біологічну цінність. Крім того, насіння льону здатне формувати гелеподібну структуру при контакті з водою, що дозволяє застосовувати його як природний загусник або замітник яєць у веганській випічці. Детальніше порівняння хімічного складу льону та інших видів насіння представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Хімічний склад різних видів насіння

Показник	Насіння льону	Соняшникове насіння	Гарбузове насіння	Насіння чіа
Калорійність, ккал	530-540	580-600	560-570	480-490
Білки, г	18-20	20-21	30-32	16-17
Жири, г	42-45	49-52	45-49	30-32
з них омега-3, г	22-24 (ALA)	~0,1	<0,1	17-18 (ALA)
Вуглеводи, г	1-2	11-13	10-11	7-8
Клітковина, г	25-27	8-9	5-6	30-34
Кальцій, мг	250-260	80-100	50-60	500-600
Магній, мг	350-390	325-335	550-600	300-330
Залізо, мг	5-6	5	8-9	7-8
Цинк, мг	4-5	5-6	7-8	4-5
Вітамін Е, мг	0,3-0,5	35-37	2-3	0,1-0,3
Вітаміни групи В	+	+	+	+
Лігнани (фітоестрогени)	високо	низько	помірно	помірно

Як видно з таблиці, насіння льону має один із найвищих показників вмісту омега-3 жирних кислот серед усіх насінневих культур, значну кількість клітковини та магнію, а також помітно відрізняється вмістом лігнанів, що робить його унікальним у дієтичному сенсі. Його білковий склад хоча й не є повноцінним, однак містить значну частку незамінних амінокислот, і при комбінуванні з іншими інгредієнтами може стати ефективною частиною білкової матриці функціональних харчових продуктів. Враховуючи всі ці переваги, насіння льону є доцільним і бажаним компонентом у рецептурах збагачених хлібців, особливо в комбінації з бобовими або зерновими добавками для створення збалансованого харчового профілю [49,50].

Насіння льону є одним із найцінніших компонентів функціонального харчування, який поєднує в собі виняткову біологічну цінність, велику кількість корисних нутрієнтів і потужну оздоровчу дію. Завдяки високому вмісту α -ліноленової кислоти (омега-3 жирної кислоти рослинного походження), льон сприяє зниженню рівня холестерину, нормалізації артеріального тиску, зменшенню запальних процесів в організмі та профілактиці серцево-судинних захворювань. Окрім того, льон є унікальним джерелом лігнанів – фітоестрогенів, які мають антиоксидантну, гормонорегуляторну й потенційно протипухлинну дію. Їхня активність особливо актуальна для жінок у період менопаузи. Завдяки високому вмісту як розчинної, так і нерозчинної клітковини, насіння льону позитивно впливає на функцію кишечника, стимулює перистальтику, нормалізує випорожнення, сприяє виведенню токсинів і підтримці здорової мікрофлори. Його здатність утворювати в'язку гелеподібну структуру при набуханні у воді уповільнює засвоєння глюкози, що допомагає регулювати рівень цукру в крові й забезпечує тривале відчуття ситості, а це, своєю чергою, сприяє контролю ваги. Також насіння льону містить велику кількість магнію, цинку, фосфору, кальцію, заліза й вітамінів групи B, які необхідні для підтримки нервової, м'язової та імунної систем [51,52].

Незважаючи на значні переваги, льон має і певні обмеження у вживанні. В його складі є незначна кількість ціаногенних глікозидів, які в надмірних дозах можуть бути токсичними, тому рекомендовано споживати не більше 1-2 столових ложок на день, переважно у змеленому або термічно обробленому вигляді. Надмірне споживання клітковини може викликати здуття, газоутворення чи спазми у людей із чутливим шлунково-кишковим трактом, особливо при недостатньому споживанні води. Через вміст фітоестрогенів льон з обережністю слід вживати особам із гормонозалежними захворюваннями, такими як рак молочної залози або ендометрію – лише після консультації з лікарем. Існує також ризик алергічної реакції або взаємодії з деякими медикаментами, зокрема тими, що розріджують кров. Попри ці застереження, при помірному і розумному вживанні насіння льону може стати незамінною частиною

раціону, збагачуючи його корисними жирами, білками, антиоксидантами й мінералами. Його доцільно включати до складу зернових хлібців та інших функціональних продуктів, особливо в поєднанні з іншими джерелами білка, що дозволяє створити збалансований і біологічно повноцінний харчовий продукт [53,54].

Враховуючи хімічний склад і властивості насіння льону, доцільно включати його до рецептури хлібців у кількості до 2 % від маси борошна. Це забезпечує продукт високим вмістом омега-3 жирних кислот, клітковини, білка та мікроелементів, підвищує його харчову цінність, сприяє нормалізації травлення, проявляє антиоксидантну дію та надає технологічні переваги, зокрема здатність формувати гелеутворювальну структуру. У комбінації з іншими білковими компонентами льон забезпечує збалансований поживний склад хлібців, роблячи їх придатними для функціонального харчування.

З огляду на унікальні властивості та хімічний склад вибраної інноваційної сировини, було здійснено дослідження з метою оцінки її фізико-хімічних характеристик. Зокрема, проведено визначення рівня вологості та кислотності, результати якого відображено на рисунках 2.1 і 1.2.

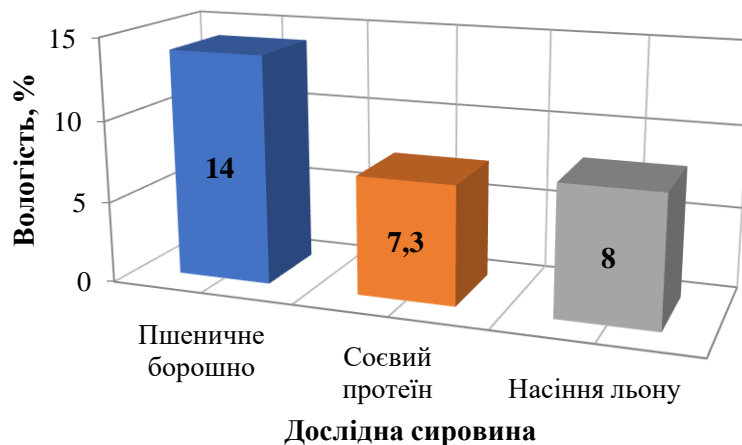


Рисунок 2.1 – Вологість дослідних зразків сировини

Низька вологість соєвого протеїну (7,3%), що в понад 2 рази нижче за вміст води в пшеничному борошні, і насіння льону (8,0%) відіграє важливу технологічну роль у процесі виробництва хлібців. По-перше, це дозволяє збільшити термін

зберігання інгредієнтів, оскільки менша кількість води знижує ризик мікробіологічного псування. По-друге, при додаванні таких сухих компонентів у рецептуру хлібців змінюється гідратаційна ємність тіста, тобто воно потребує більшої кількості води для досягнення необхідної консистенції.

У свою чергу, пшеничне борошно має вологість 14,0%, що є типовим для традиційних борошняних виробів. Цей рівень вологості забезпечує оптимальні умови для формування клейковинного каркасу тіста. Проте соєвий протеїн не містить глютену і не сприяє формуванню клейковини, тому при його додаванні до пшеничного борошна потрібно коригувати співвідношення вологих та сухих інгредієнтів, щоб зберегти пластичність і форму виробу.

Також важливо враховувати, що насіння льону має високу здатність до утворення слизу при контакті з водою, що позитивно впливає на утримання води в готовому продукті. Це сприяє поліпшенню текстури хлібців і забезпечує м'якість при низькому загальному вмісті жиру.

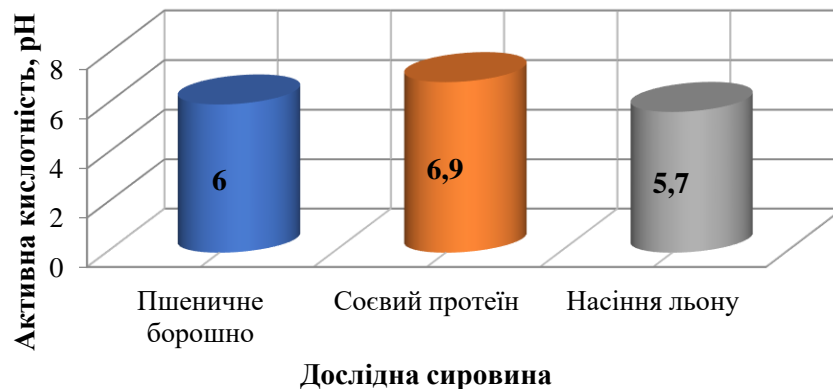


Рисунок 2.2 – Активна кислотність дослідних зразків сировини

Пшеничне борошно має слабокислу реакцію середовища ($\text{pH} \approx 6,0$), що є сприятливим для розвитку природної мікрофлори в тісті. Цей рівень кислотності є стандартним у хлібопекарській промисловості.

Соевий протеїн зазвичай має нейтральну ($\text{pH} \approx 6,9$), що обумовлено особливостями його обробки (наприклад, ізоляція білка за допомогою лужних

розчинів). Це може впливати на загальний кислотно-лужний баланс тіста, дещо знижуючи його кислотність. Надто низька кислотність може погіршити мікробіологічну стабільність виробу.

Насіння льону характеризується слабокислим середовищем ($pH \approx 5,7$), близьким до пшеничного борошна. Це робить його досить сумісним компонентом у борошняних виробках, зокрема для збагачення функціональними властивостями без істотного впливу на pH тіста. Однак при тривалому зберіганні подрібнене насіння може окислюватися, що знижує якість жиру та підвищує кислотність.

Додавання соєвого протеїну до пшеничного борошна може незначно підвищити pH тіста, тому рекомендовано контролювати кислотність для уникнення негативного впливу на смак і безпечність виробу. Насіння льону не змінює кислотно-лужну рівновагу істотно, отже його використання є технологічно доцільним у поєднанні з борошном.

2.2 Вплив масової частки внесення інноваційних інгредієнтів на властивості модельних систем

На основі результатів, отриманих під час вивчення властивостей обраної інноваційної сировини, було сформовано модельні композиції вдосконаленого продукту із залученням рекомендованих інгредієнтів, як наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Модельні композиції хлібців удосконалених

Сировина	Контроль	МК 1	МК 2	МК 3
Борошно пшеничне I сорту	297,3	276,4	261,6	256,7
Борошно з цільного зерна жита	288,1			
Зерно вівсяне	49,6			
Сіль екстра	15			
Вода	350			
Соєвий протеїн	-	14,9	29,7	44,6
Насіння льону	-	6	6	6
Всього	1000			

Після формування модельних композицій було здійснено серію досліджень, метою яких було з'ясувати, як додавання інноваційних компонентів впливає на характеристики та якість тіста.

2.3 Обґрунтування та встановлення параметрів технологічних процесів

Під час аналізу технологічного процесу приготування борошняного кулінарного, а саме хлібців для військовослужбовців з додаванням соєвого протеїну та насіння льону було досліджено та визначено режими кожної операції та мету, що вона досягає. Результати представлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Аналіз технологічного процесу приготування хлібців для харчування військовослужбовців

Технологічна операція	Параметри технологічної операції	Результат, що отримується	Обладнання та інструментарій, що застосовується в технологічній операції
<i>Підготовка інгредієнтів:</i>			
Просіювання сухих компонентів		Для видалення сторонніх домішок та розпушення борошна	Стіл виробничий, сито
Підігрівання води	t=30-40 °C	Для замочування насіння льону і його набрякання	Плита електрична, фільтр для води
<i>Замішування тіста:</i>			
Замішування тіста (з'єднання сухих компонентів, а саме: борошно пшеничне I сорту, борошно з цільного зерна жита, зерно вівсяне, сіль екстра, насіння льону та соєвий протеїн)			Стіл виробничий, ємність для продуктів, ваги
З'єднання всіх інгредієнтів, формування виробу		Надання тісту еластичної і однорідної консистенції	Стіл виробничий, ваги

Технологічна операція	Параметри технологічної операції	Результат, що отримується	Обладнання та інструментарій, що застосовується в технологічній операції
Вистоювання тіста	t = 25°C τ = 30 хв.	Формування тістової основи, набухання інгредієнтів	Стіл виробничий, ємність для продуктів
Поділ на шматки та розкачування тістової основи		Надання товщини тіста від 2 до 5 мм та розділяють на хлібці прямокутної форми	Стіл виробничий, скалка, ваги
<i>Приготування хлібців</i>			
Випікання	t = 170-220 °C τ = 5-10 хв.	Доведення до стану кулінарної готовності	Пароконвектомат
<i>Реалізація:</i>			
Порціонування у паперові пакети чи в їдальні під час кожного прийому їжі	t = від 18 до 30 °C	Підготовка до подачі	Стіл виробничий

Аналізуючи дані таблиці, можна сказати, що розроблено і обґрунтовано усі технологічні цикли виготовлення хлібців для харчування військовослужбовців з додаванням соєвого протеїну та насіння льону.

2.4 Дослідження основних фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних, функціонально-технологічних показників інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Спершу було досліджено впливу додавання інноваційних інгредієнтів на властивості клейковини. Результати досліджень представлені в табл. 2.6.

Вплив додавання інноваційних інгредієнтів на властивості клейковини тіста

Показник якості клейковини	Значення показника в зразках			
	Контроль	МК №1	МК №2	МК №3
Кількість сирої клейковини, %	30,2	29,7	29,2	28,7
Кількість сухої клейковини, %	9,5	9,0	8,6	8,1
Пружність на приладі ІДК, од. приладу	84	80,4	77,7	74,2
Розтяжність, см	16	15,6	15,0	14,4

Примітка: Контроль – тісто виготовлене за традиційною технологією
 МК №1 – 5% соєвого протеїну до маси пшеничного борошна; 2% насіння льону до маси пшеничного борошна;
 МК №2 – 10% соєвого протеїну до маси пшеничного борошна; 2% насіння льону до маси пшеничного борошна;
 МК №3 – 15% соєвого протеїну до маси пшеничного борошна; 2% насіння льону до маси пшеничного борошна;

На основі аналізу результатів визначення якості клейковини у контрольному та дослідних зразках встановлено доцільність використання саме МК 2 як найбільш збалансованої за показниками функціонально-технологічних властивостей тіста. У порівнянні з контролем, у зразку МК 2 відзначається помірне зниження кількості сирої клейковини з 30,2 % до 29,2 %, сухої клейковини – з 9,5 % до 8,6 %, пружності – з 84 до 77,7 од. приладу ІДК, а розтяжності – з 16,0 см до 15,0 см. Такі зміни є очікуваними внаслідок часткової заміни пшеничного борошна на соєвий протеїн і насіння льону, які не містять глютенотворюючих білків і, відповідно, розбавляють глютену фракцію тіста. Проте, у порівнянні з іншим зразком із вищим вмістом інноваційних компонентів (МК 3), показники МК 2 залишаються у межах, прийнятних для забезпечення структурної цілісності та технологічної обробки тіста.

Зокрема, у зразку МК 3 спостерігається критичніше зниження показників: кількість сирої клейковини зменшується до 28,7 %, сухої – до 8,1 %, пружність падає до 74,2 од., а розтяжність – до 14,4 см, що свідчить про послаблення клейковинного каркасу та зниження еластичності тіста. У свою чергу, показники зразка МК 1 є

ближчими до контролю, однак поступаються МК 2 за харчовою та функціональною цінністю, що робить його менш ефективним варіантом рецептурної модифікації.

Таким чином, рецептура МК 2 забезпечує оптимальний компроміс між підвищенням харчової цінності хлібців та збереженням необхідних фізико-хімічних властивостей тіста, що є вагомим аргументом на користь її практичного впровадження.

Одним з методів визначення якості тіста є дослідження впливу доданих інноваційних інгредієнтів на розпливання кульки тіста. Результати проведеного дослідження наведені на рис. 2.3.

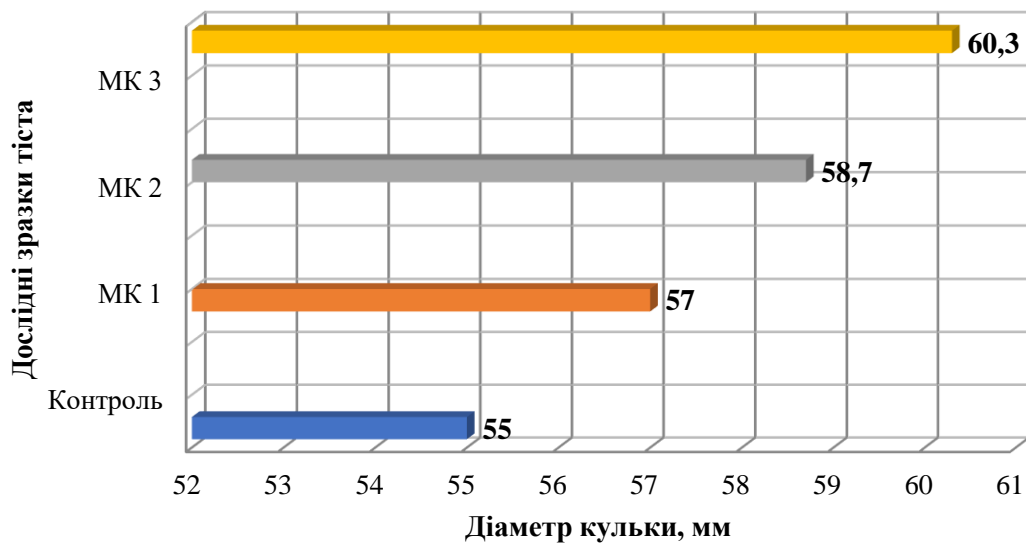


Рисунок 2.3 – Вплив модельних композицій на розпливання кульки тіста

Аналізуючи дані графіка, що ілюструє зміну діаметра кульки тіста під час дослідження його структурно-механічних властивостей, зокрема показника розпливання, можна зробити висновок про доцільність використання зразка МК 2 як оптимального. Діаметр кульки в цьому зразку становить 58,7 мм, що перевищує значення контрольного зразка (55 мм) і зразка МК 1 (57 мм), але є нижчим, ніж у зразка МК 3 (60,3 мм). Такий результат свідчить про покращену пластичність та водоутримуючу здатність тіста без надмірного розрідження структури.

Найбільший діаметр кульки у зразка МК 3 може вказувати на надмірне розпливання тіста, що є ознакою послабленого клейковинного каркасу і нестабільності форми. Натомість зразок МК 2 демонструє помірне розпливання, що свідчить про оптимальне співвідношення між пружністю та пластичністю тіста, необхідне для формування стійкої структури виробу. Таким чином, використання композиції МК 2 є доцільним у контексті забезпечення стабільних структурно-механічних властивостей тіста для виробництва якісних хлібців.

Ще одним важливим технологічним параметром тіста є його адгезійні властивості, результат дослідження яких наведено на рис. 2.4.

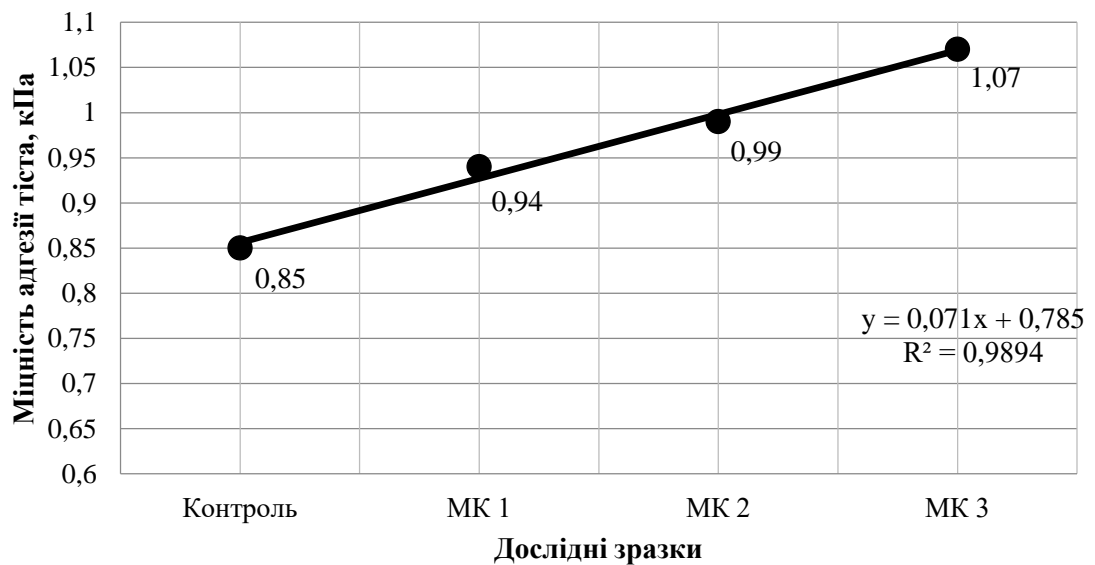


Рисунок 2.4 – Вплив модельних композицій на адгезійні властивості тіста

Аналізуючи динаміку зміни міцності адгезії тіста, що представлена на графіку, можна зробити висновок про доцільність використання саме рецептури МК 2 як найбільш збалансованої серед дослідних зразків. Із зростанням частки соєвого протеїну та насіння льону в рецептурі спостерігається поступове підвищення адгезійної здатності тіста: від 0,85 кПа у контрольному зразку до 1,07 кПа у МК 3. У той час як зразок МК 1 демонструє незначне зростання цього показника до 0,94 кПа,

а МК 3 – найбільше значення (1,07 кПа), зразок МК 2 з показником 0,99 кПа характеризується оптимальним рівнем липкості.

Це пояснюється тим, що пшеничне борошно є джерелом білків глютеніну та гліадину, які під час замішування з водою формують міцну, еластичну клейковинну сітку. Саме ця структура відповідає за основні реологічні характеристики тіста, зокрема його пружність, здатність утримувати газ та низьку адгезійність. Натомість соєвий протеїн і перемелене насіння льону не містять глютену, а отже, при їх введенні у рецептуру погіршується формування повноцінної клейковинної системи, що негативно позначається на структурній цілісності тіста та сприяє підвищенню його адгезивності.

Соєвий протеїн, завдяки великій кількості полярних амінокислот у складі, має виражену здатність зв'язувати вологу. Це зумовлює утворення в'язких гелевих структур, які підвищують загальну вологість тіста та призводять до посилення його липкості під час механічної обробки.

Насіння льону при набряканні виділяє слизові речовини (муцилаги), що є високомолекулярними полісахаридами, здатними утворювати густі гелі. Вони знижують текучість тіста, підвищуючи його в'язкість і схильність до прилипання. Такі гелеві оболонки, які утворюються навколо частинок тіста, надають масі додаткову клейкість.

У пшеничному тісті присутній гармонійний баланс між білками та крохмалем, що забезпечує прийнятні показники адгезійності. Введення соєвого протеїну, який відрізняється від глютену як за амінокислотним складом, так і за просторовою структурою, змінює цей баланс. Додаткові гелеві утворення з льону ще більше порушують внутрішню рівновагу тіста.

Підвищення адгезійної здатності тіста зумовлено зростанням вмісту гідрофільних речовин та гелеутворювальних компонентів, зокрема полісахаридів насіння льону та соєвого білка, які здатні утримувати воду і формувати в'язку матрицю. Проте надмірне підвищення цього показника, як у зразку МК 3, може

ускладнювати формування та розкочування тіста в умовах виробництва, призводити до злипань і нерівномірності структури. З іншого боку, надто низький рівень, як у контрольному зразку, вказує на недостатню здатність тіста до утримання структури.

Таким чином, значення міцності адгезії тіста у зразку МК 2 (0,99 кПа) свідчить про досягнення оптимального рівня пластичності та липкості, що забезпечує зручність формування і стабільність структури хлібців у процесі виробництва. Це підтверджує доцільність обрання саме рецептури МК 2 як найбільш технологічно придатної серед інших модифікованих варіантів.

2.5 Оптимізація технологічних процесів отримання інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Визначення оптимальних параметрів виготовлення удосконалених хлібців

Оптимізація параметрів – це вибір найбільш результативного варіанту проведення технологічних процесів. Такі дії передбачають вибір конкретного показника здатного підтвердити ефективність обраного варіанту. Цей показник називається критерієм оптимальності Q і є кількісною мірою відображення результатів оптимізації

Конкретизуючи завдання оптимізації обговоримо вимоги до критерію оптимальності.

1. Q повинен мати кількісну характеристику і визначатися в конкретних одиницях.
2. Мати прямий зв'язок з цільовим призначенням технологічного процесу.
3. Бути чутливим до основних параметрів технологічного процесу, тобто реагувати на їх зміну.
4. Мати простий фізичний зміст.
5. Бути єдиним в конкретизованій задачі оптимізації.

Відповідає вказаним критеріям обраний для даної задачі критерій оптимальності Q , – ступінь намокання, %.

Сформуємо умову задачі оптимізації – встановити оптимальні значення параметрів випікання удосконалених хлібців за умови $Q \Rightarrow \max, \%$.

Об'єктом дослідження обрано процес випікання удосконалених хлібців.

Предметом дослідження є показники ступеню намокання готових виробів, %.

Беручи до уваги, можливість поліваріантного впливу на Q в зоні експерименту вважаємо за необхідне проведення математично-статистичного планування повнофакторного експерименту (ПФЕ). Таке планування на даному етапі досліджень спрямовано на отримання максимальної інформації про режими випікання для отримання виробів заданої якості.

Практика ПФЕ дозволяє цілеспрямовано змінювати умови досліду і за найменшими витратами часу, матеріалів і інших ресурсів отримати математичну модель досліджуваного процесу. Рішення такої моделі, за умови $Q \Rightarrow \max$, сформує найефективніші режими технологічного процесу. Головними важелями планування є оптимальна методика керування експериментом, за якою враховуються всі можливі взаємодії впливу на Q .

Отже, плануванням експерименту вирішується:

- мінімізація загального числа дослідів;
- одночасне варіювання змінними, що обрані в експерименті;
- вибір чіткої стратегії, що дозволяє ухвалювати обґрунтовані рішення після кожної серії експериментів
- встановлення оптимальних значень основних впливів.

Визначення ступеня намокання за кожним дослідом відбувалося в трьохразовому повторі із статистичною обробкою результатів.

Вивчаючи режими випікання удосконалених хлібців необхідно обрати коректні і дієві параметри (керуючі) фактори, здатні змінювати рівень Q в потрібному напрямі. Вибір впливових факторів серед тих, що впливають несуттєво є відповідальним процесом.

Керуючі фактори повинні відповідати таким умовам:

- здатність до одночасного встановлення на обраних дослідником рівнях з можливістю підтримання обраних значень протягом досліду.

- бути кількісними (час реакції, швидкість подачі речовини, температура тощо) та якісними (природа речовин, різні технологічні способи, якість сировини).

- точність заміру відповідає визначеній дослідником.

- відсутність лінійної кореляції між факторами яка свідчить про їх незалежність, тобто можливість встановлювати на будь-якому рівні незалежно від рівня інших факторів.

Перелічимо впливові фактори процесу випікання удосконалених хлібців, оптимізація яких дозволить отримати значення Q відповідних вимог технології:

- вологість тіста;

- густина тіста;

- тривалість випікання;

- товщина тістової заготовки;

- температуру оброблення.

Проведений аналіз варіантності факторів, здатних змінювати якість готового удосконалених хлібців сформував систему взаємопов'язаних показників, контрольована фіксація яких в лабораторному експерименті зумовить рішення оптимізаційної задачі.

За керуючі параметри обираємо – тривалість – τ , хв. та температуру – t , °С.

Оптимізаційна система складається:

- критерій оптимальності Q – ступінь намокання удосконалених хлібців за встановленими в експерименті даними, %;

- перший керуючий фактор (X_1) – температура обробки, t , °С.

- другий керуючий фактор (X_2) – тривалість теплової обробки, хв.

Вивчення впливу керуючих факторів на контрольний параметр заплануємо на трьох рівнях:

- середньому рівні

- верхньому рівні

- нижньому рівні.

Введемо необхідні позначення:

N – ступінь намокання, %;

t – температура обробки, °С.

τ – тривалість обробки, хв.;

в.р; с.р.; н.р – верхній, середній, нижній рівень відповідно;

$\pm\Delta$ – крок варіювання керуючих факторів відносно середнього (обирали на основі досвіду попередніх досліджень).

+ X_1 – в.р. t ; - X_1 – н.р. t , + X_2 – в.р. τ ; - X_2 – н.р. τ ; X_{01} , X_{02} – с.р для t і τ

Для створення матриці планування експерименту плануємо зміну керуючих факторів на трьох рівнях.

Для X_1 – $t+\Delta$ (в.р.); t (с.р.) і $t - \Delta$ (н.р.),

Для X_2 – $\tau + \Delta$ (в.р.); τ (с.р.) і $\tau - \Delta$ (н.р.).

Рівні ПФЕ представлені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Рівні планування експерименту

Рівень		Керуючі фактори	
		$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{хв.}$
		X_1	X_2
Нижній	–	175	10
Середній	о	180	15
Верхній	+	185	20
Інтервал варіювання	Δ	5	5

Оскільки в плануванні експерименту створюється матриця з двох керуючих факторів n (t та τ), на двох рівнях змін (в.р; н.р), експеримент здійснюватиметься за числом достатніх дослідів, які розраховуються за рівнянням: $N = 2^n = 2^2 = 4$. Отже, 4 дослідів достатньо для реалізації всіх можливих комбінацій зміни керуючих факторів. Матриця-план активного експерименту зображена в табл. 2.8.

Матриця-план ПФЕ дослідження впливу керуючих факторів на ступінь намокання пісочного напівфабрикату

№ дослідю	Спільна дія факторів			
	Позначення рівня зміни фактору	Кількість, одиниці виміру, °С	Позначення рівня зміни фактору	Кількість, одиниці виміру, хв
1	+X1	185	+X2	20
2	+X1	185	-X2	10
3	-X1	175	+X2	20
4	-X1	175	-X2	10

Після складання матриці експерименту приступають до самого експерименту. Перед реалізацією плану, рандомізували послідовність дослідів – тобто надали їм випадкового номера за матрицею планування. Це необхідно для виключення можливих систематичних помилок.

Кожну лінійку дослідів (N=4) повторювали 3 рази, отримуючи значення паралельних дослідів (m_1, m_2, m_3). Усереднені результати $N_{сер}$ зведені у табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Усереднені результати експерименту

Досліди N	Керуючі фактори		Ступінь намокання, $N_{сер}, \%$
	t, °С	τ, хв	
1	185	20	210,8
2	185	10	212,0
3	175	20	205,2
4	175	10	203,1

Перевірку отриманих дослідних значень N щодо їх відтворюваності здійснювали за 0-гіпотезою про однорідність вибірових дисперсій, розрахованих за формулою

$$S_{ij}^2 = \sum_{j=1}^N (\mu_{ij} - \mu_{jсер})^2 / (N-1) \quad (2.1)$$

де N – загальна кількість дослідів, j – номер досліду, i – номер паралелі.

Розрахунковий критерій згоди Кохрена, за допомогою якого визначається однорідність дисперсій, розраховували за формулою:

$$G_{\text{проз}} = \frac{S_{ij} \max^2}{\sum S_{ij}^2} \quad (2.2)$$

$S_u^2 \max$ – мах значення із лінійних дисперсій;

$\sum_{u=1}^N S_u^2$ - сума всіх дисперсій по N лініях матриці планування.

Якщо виконується умова $G_{\text{проз}} < G_{\text{крит}}$, тоді гіпотеза про однорідність дисперсій приймається. $G_{\text{крит}}$ знаходять за таблицею для числа ступенів свободи $f_1 = m - 1$ і $f_2 = N$ та рівня суттєвості q . В технологічних розрахунках приймається 5%-й рівень суттєвості $q=0,05$.

$$G_{\text{проз}} = 0,2956, G_{\text{крит}} = 0,2957$$

Оскільки $G_{\text{проз}} < G_{\text{крит}}$, H_0 -гіпотеза про однорідність дисперсій між собою приймається і отримані експериментальні дані є відтворюваними, тобто існує висока вірогідність отримання адекватних результатів в інших лабораторіях.

Кількісну характеристику зв'язку між змінними величинами $(H; t; \tau)$ отримуємо за результатами регресивного аналізу, проведеного за методом найменших квадратів:

Рівнянням регресії має загальний вигляд:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n.$$

Коефіцієнти регресії (b_0, b_1, b_n) інформують, наскільки в середньому змінюється значення (y), якщо значення (x) змінилося на одиницю. Рівняння регресії графічно зображується кривою регресії.

Найчастіше регресивний аналіз проводиться за лінійною функцією, яка має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_i x_i.$$

Значення b_1, b_2, b_i – коефіцієнти при змінних, b_0 – вільний член рівняння. При цьому як y , так і x можуть бути векторами.

Для приведення рівняння реального експерименту до лінійного вигляду в допустимі математичні перетворення: $\lg x, \lg y, 1/y, 1/x$, корінь із y, x .

Для розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії за методом найменших квадратів нами використовувалася системи нормальних рівнянь. В поставленій оптимізаційній задачі рівнянь буде два. Їх число дорівнює числу керуючих факторів – X_1 і X_2 . Позначимо $N - y; X_1 - x_1; X_2 - x_2$

Отже, для обчислення коефіцієнтів функції

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

Перше рівняння записують так:

$$\sum y_i = N b_0 + b_1 \sum x_{1j} + b_2 \sum x_{2i}$$

Для запису другого рівняння задана квадратична функція множиться на x .

$$\sum y_i x_i = N b_0 x + b_1 \sum x_{1j} x_i + b_2 \sum x_{2i}^2$$

Розв'язок цієї системи дає можливість коректно визначити b_0, b_1, b_2 , в математичному рівнянні.

В програмі Excel розрахунок коефіцієнтів рівняння лінійної регресії можна здійснити з використанням статистичної функції «Регресія» та функції «ЛИНЕЙН».

В цілому, проведення статистичного аналізу дозволяє розрахувати:

- масив коефіцієнтів $\{ b_0; b_1; \dots b_2 \}$;

- стандартні похибки для коефіцієнтів (S_b);

- R^2 – коефіцієнт детермінантності, який характеризує адекватність рівняння, отриманого регресивним аналізом, експериментальним даним. R^2 може приймати значення від 0 до 1. Чим ближче R^2 до 1, тим достовірніша експерименту кореляція з моделлю, тобто немає різниці між фактичними і розрахунковими значеннями;

- F -статистика – підтвердження не випадкового характеру адекватності моделі.

За умовою $F_{\text{роз}} > F_{\text{крит}}$. адекватність моделі не випадкова;

- залишкову суму квадратів, що є мірою розкиду фактичних даних відносно лінії регресії;

В програму вносимо такі вихідні дані задачі:

Дослід, №	Ступінь намокання, $H_{сер}, \%$	Тривалість, $\tau, хв$	Температура, $t, ^\circ C$
1	210,8	20	185
2	212,0	16	185
3	205,2	20	175
4	203,1	16	175

Реалізація розрахункового механізму програми зафіксувала такі дані:

1)

	Коефіцієнти рівняння регресії	Похибки розрахунку коефіцієнтів	t-статистика
Y-перетин (H)	75,25	30,63	2,46
Змінна X1	0,11	0,41	0,27
Змінна X2	0,73	0,16	4,39

2)

<i>Регресивна статистика</i>	
Множинний R	0,98
R-квадрат	0,95
Нормований R-квадрат	0,85
Стандартна похибка	1,65
Спостереження	4,00

3) Окремо слід виділити графіки, які демонструють наближеність ліній регресії експериментальних даних (Y) і розрахункових (див. на граф. «передбачуване Y)

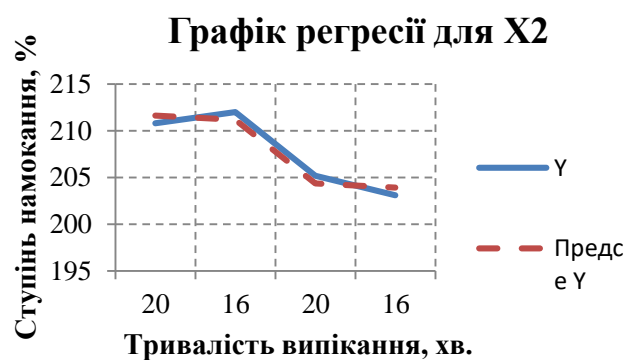
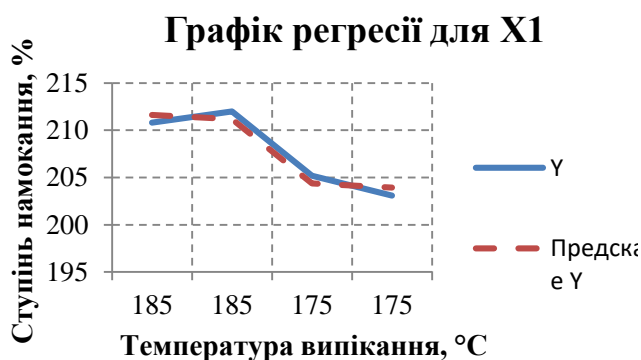


Рисунок 2.5 – Графік апроксимації експериментальних даних для X1 – температура випікання, °C

Рисунок 2.6 – Графік апроксимації експериментальних даних для X2 – тривалість випікання, хв

В результаті математичного моделювання поставлених оптимізаційних завдань отримано математичну модель:

$$H = 75,25 + 0,12 X_1 + 0,73 X_2$$

Визначений рівень адекватності моделі (*коефіцієнт детермінантності*) $R^2=0,95$. Робимо висновок: отримана мат модель адекватна і придатна для розрахунку математичного сподівання оптимальних значень керуючих факторів.

Для підтвердження не випадкового характеру адекватності моделі використовуємо *F-статистику*

Діючи відповідно вимог аналізу перевіряємо нерівність $F_{роз} > F_{крит}$. При виконанні цієї умови адекватність моделі не випадкова.

Критерій Фішера $F_{роз}$	Значення $F_{крит}$
9,66	0,22

Використовуємо статистичну функцію «ТЕНДЕНЦІЯ» для прогнозування значення H від нових значень t і τ що не були досліджувані, але можуть знаходитися в вірогідній області оптимальних значень Q . За законами мат статистики функція «ТЕНДЕНЦІЯ» повертає значення H від нових значень керуючих факторів τ і t за отриманим рівнянням регресії. Йдеться про апроксимацію за методом найменших квадратів масиву відомих значень (Y) і відомих значень (X для заданого дослідником масиву нових значень (X)).

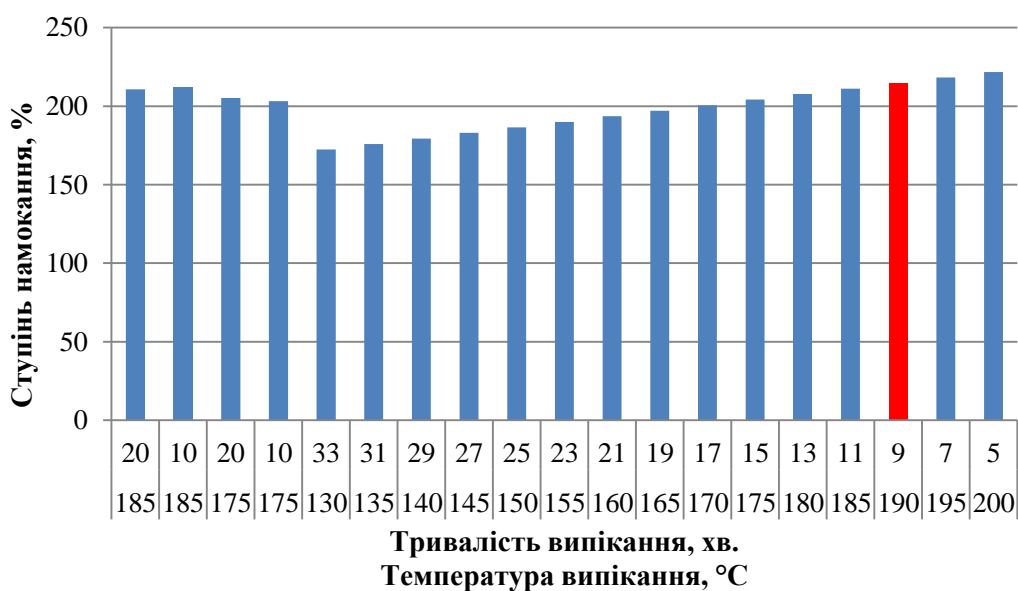
Створюємо таблицю для розрахунку рівня H , від значень τ і t , які не було задіяно в експерименті (нові значення X_1 і X_2).

Для проведення такого аналізу в меню «ВСТАВКА» обираємо «ФУНКЦІЯ», в «КАТЕГОРІЯХ» «СТАТИСТИЧНІ» знаходимо «ТЕНДЕНЦІЯ».

За експериментальними і розрахованими даними будемо діаграму "Визначення оптимальних значень параметрів випікання удосконалених хлібців». Для цього звести експериментальні й розрахункові дані у вигляді табл. 2.10.

**Дані для визначення оптимальних значень параметрів випікання
удосконалених хлібців**

t, °C	τ, хв	Н_{сер}	1	2	3
1	2	3	155	23	190,01
185	20	210,8	160	21	193,55
185	10	212,0	165	19	197,08
175	20	205,2	170	17	200,62
175	10	203,1	175	15	204,15
130	33	172,34	180	13	207,69
135	31	175,87	185	11	211,22
140	29	179,41	190	9	214,76
145	27	182,94	195	7	218,29
150	25	186,48	200	5	221,83



**Рисунок 2.7 – Визначення оптимальних значень параметрів випікання
удосконалених хлібців**

З отриманих результатів (рис. 2.7) визначення оптимальних значень параметрів випікання удосконалених хлібців, впливає, що оптимальними значеннями для отримання максимально ступеню намокання удосконалених хлібців є тривалість випікання 9 хв при температурі 190 °C, оскільки подальше збільшення даних

параметрів призводитиме до погіршення споживчих властивостей готового виробу, а також є недоцільним з економічної точки зору.

2.6 Рецепт та принципова технологічна схема виробництва інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Процес виготовлення удосконалених хлібців починається з підготовки сировини. Всі сухі компоненти просіюють, воду підігрівають. Просіяне насіння льону замочують в частині рідини.

Наступним етапом є змішування сухих компонентів та перемішування їх до однорідності, після чого додається рідина і все ретельно перемішується до однорідної маси. Після замішування, тісто залишають на вистоювання на 30 хв. за температури 25 °С для набухання компонентів, зокрема клейковини борошна.

Після вистоювання тісто розкатують в пласти завтовшки від 2 до 5 мм та розділяють на хлібці прямокутної форми заданих розмірів. Поверхню проколюють для уникнення появи здуття.

Випікання проводиться за температури 170-200 °С та тривалості 5-10 хв., до появи хрусткої структури та золотистої поверхні виробу.

В разі необхідності, для кращої просушування, хлібці підлягають процесу сушіння за температури 50-100 °С та тривалості від 15 до 90 хв. в залежності від бажаного ступеня просушки.

Готові вироби підлягають охолодженню до кімнатної температури, фасуванню та пакуванню.

Технологічна карта та схема приготування інноваційного борошняного хлібобулочного виробу наведена в Додатку А та Додатку Б.

2.7 Порівняльний розрахунок поживної та біологічної цінності

традиційної та інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

На основі результатів органолептичної оцінки було прийнято рішення провести порівняльний аналіз хімічного складу модельної композиції 2 з контрольним зразком, з метою оцінки функціональних властивостей хлібців, виготовлених за обраною модельною композицією. Узагальнені результати розрахунків наведено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Поживна цінність 100 г удосконалених хлібців із застосуванням новітніх рецептурних компонентів

Показник	Контроль	МК 2
Білки, г	6,90	9,28
Жири, г	1,11	1,42
Вуглеводи, г	47,20	44,80
Клітковина, г	4,11	4,15
Калорійність, ккал	226,39	229,1
Вітаміни, мг		
Вітамін Е	0,73	0,68
Вітамін В ₁	0,20	0,21
Вітамін В ₂	0,05	0,05
Вітамін В ₃ (РР)	0,63	0,73
Вітамін В ₄	4,72	10,92
Вітамін В ₅	0,28	0,29
Вітамін В ₆	0,07	0,07
Вітамін В ₉	0,01	0,01
Мінерали, мг		
Кальцій (Ca)	11,99	18,23
Залізо (Fe)	0,89	1,31
Магній (Mg)	25,72	28,68
Фосфор (P)	99,68	123,80
Калій (K)	129,05	132,08
Натрій (Na)	1,67	31,89
Цинк (Zn)	0,53	0,68
Мідь (Cu)	0,08	0,13
Марганець (Mn)	0,63	0,69
Селен (Se)	0,01	0,01

Аналіз даних таблиці дозволяє стверджувати, що введення інноваційних компонентів — соєвого протеїну та насіння льону — у рецептури модельних композицій хрустких хлібців суттєво змінює їх хімічний склад, зокрема підвищує вміст білка, окремих вітамінів та мінеральних елементів.

Найбільш істотні зміни спостерігалися у вмісті білка, який зріс із 6,90 г у контрольному зразку до 9,28 г у вдосконаленому, що становить приріст 34,5 %. Це підвищення обумовлено введенням соєвого протеїну, багатого на повноцінні амінокислоти. Крім того, відзначено поступове збільшення вмісту жирів із 1,11 г до 1,42 г (зростання на 27,9 %) у результаті додавання насіння льону, що є джерелом ліпідів.

Спостерігалось значне зростання вітамінного складу, зокрема вмісту вітаміну В4 (холіну), який збільшився з 4,72 мг у контрольному зразку до 10,92 мг у МК 2, що становить приріст майже втричі (+131,4 %). Позитивну динаміку зафіксовано також для вітаміну В3 (РР) – з 0,63 мг до 0,73 мг (+15,9 %), тоді як інші вітаміни змінилися менш істотно або залишалися стабільними.

Серед мінеральних елементів найбільші зміни спостерігалися у вмісті натрію (Na), який зріс з 1,67 мг у контролі до 31,89 мг у МК 2 (понад 19-кратне підвищення), що, ймовірно, зумовлено введенням білково-сольових або функціональних добавок. Вміст кальцію підвищився з 11,99 до 18,23 мг (+52 %), заліза – з 0,89 до 1,31 мг (+47,2 %), фосфору – з 99,68 до 123,8 мг (+24,2 %), що свідчить про мінеральне збагачення продукту завдяки використанню компонентів, багатих на макро- та мікроелементи.

Водночас вміст вуглеводів дещо знизився з 47,20 г до 44,8 г (–5,4 %), що є очікуваним при частковій заміні борошна білковими та жировими інгредієнтами. Калорійність виробу зросла незначно – з 226,4 до 229,1 ккал (+1,2 %).

Таким чином, результати свідчать про те, що запропонована рецептурна модифікація дозволяє істотно збагачувати хлібці повноцінним білком, вітамінами

групи В та мінералами без суттєвого підвищення енергетичної цінності, що підтверджує їх функціональну направленість та покращення харчової цінності.

Зважаючи на збільшення вмісту білка в удосконаленому зразку було вирішено здійснити визначення вмісту незамінних амінокислот в їх складі. Результати представлені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Вміст незамінних амінокислот в складі дослідних зразків хлібців

Незамінна амінокислота, г на 100 г білка	Контроль	МК 2
Лейцин	3,15	3,27
Ізолейцин	3,28	3,17
Метіонін + цистин	2,18	2,12
Лізин	1,84	1,93
Тирозин + фенілаланін	4,79	4,78
Треонін	1,88	1,90
Валін	2,81	2,80
Триптофан	0,71	0,71

Аналіз амінокислотного складу запропонованої модельної композиції у порівнянні з контрольним зразком хлібців свідчить про позитивний вплив рецептурної модифікації на вміст незамінних амінокислот, зокрема – лізину та лейцину, які є критичними у злакових продуктах.

Найбільше зростання відзначено за вмістом лізину – з 1,84 г у контрольному зразку до 1,93 г, що становить приріст майже на 5%. Це є особливо важливим, оскільки лізин традиційно є лімітуючою амінокислотою у пшеничному білку. Його підвищення свідчить про покращення біологічної цінності білка внаслідок додавання соєвого протеїну. Подібна тенденція простежується й для лейцину, який збільшився з 3,15 г до 3,27 г (+3,8%).

Незначне, але стабільне зростання спостерігається для треоніну (з 1,88 г до 1,9 г), що також свідчить про покращення амінокислотного профілю.

Водночас вміст триптофану та тирозину + фенілаланіну, метіоніну + цистину залишився майже на незмінному рівні, що може свідчити про потребу в додатковому

збагаченні сірковмісними амінокислотами для досягнення ідеального амінокислотного профілю.

Загалом внесення соєвого протеїну та насіння льону до рецептури хлібців позитивно вплинуло на амінокислотний склад, особливо за вмістом лізину, лейцину та треоніну.

Визначивши вміст незамінних амінокислот, було проведено амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності ($K_{утАК}$) даних амінокислот у досліджуваних виробках, табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Результати розрахунку АКС та $K_{утАК}$

Амінокислоти	АКС контролю	АКС МК 2	$K_{утАК}$ контролю, %	$K_{утАК}$ МК 2, %
Лейцин	45,04	46,69	74,31	75,13
Ізолейцин	81,88	79,23	40,88	44,27
Метіонін + цистин	62,24	60,46	53,77	58,02
Лізін	33,47	35,08	100,00	100,00
Тирозин + фенілаланін	79,82	79,59	41,93	44,08
Треонін	47,08	47,48	71,08	73,88
Валін	56,26	56,10	59,49	62,53
Триптофан	70,94	70,82	47,18	49,53

Показники визначення амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності амінокислот ($K_{утАК}$) свідчать про позитивний вплив рецептурної модифікації на амінокислотну повноцінність білків у модельних зразках хлібців. Найбільш суттєві зміни відзначено для лізину – АКС підвищився з 33,47 у контрольному зразку до 35,08, при цьому $K_{утАК}$ досяг максимального значення 100%, що вказує на повне забезпечення потреби організму в цій незамінній амінокислоті. Це особливо важливо з огляду на те, що лізін є лімітуючою амінокислотою в білках зернового походження.

Також відзначається покращення за лейцином – АКС збільшився з 45,04 до 46,69, а $K_{ут}АК$ – з 74,31% до 75,13%. Аналогічну тенденцію спостерігаємо і для треоніну, де АКС зріс із 47,08 до 47,48, а $K_{ут}АК$ – з 71,08% до 73,88%, що свідчить про зростання рівня біологічного засвоєння цієї амінокислоти. Для валіну коефіцієнт утилітарності зріс із 59,49% до 62,53%, що також свідчить про покращення функціональної якості білкового компонента.

Попри незначне зниження АКС для метіоніну + цистину (з 62,24 до 60,46), $K_{ут}АК$ цієї амінокислоти зріс на 4,25 відсоткових пунктів, що зумовлено покращенням загального амінокислотного балансу. Крім того, для триптофану $K_{ут}АК$ зріс з 47,18% до 49,53%, попри практично незмінний АКС (~70,9), що додатково підтверджує ефективність використання цієї амінокислоти в модифікованих рецептурах.

Таким чином, внесення соєвого протеїну та насіння льону до складу хлібців сприяло покращенню амінокислотного профілю, що виявляється у підвищенні значень АКС і $K_{ут}АК$ за більшістю ключових незамінних амінокислот. Підвищені показники утилітарності свідчить про оптимальне співвідношення амінокислот і високу біологічну цінність білка, притаманну даній рецептурній модифікації.

Визначивши АКС в дослідних зразках, було розраховано КРАС та БЦ в даних виробках, табл. 2.14.

Таблиця 2.14

Результати розрахунку КРАС та БЦ

Показник	Контроль	МК 2
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	26,12	24,35
Біологічна цінність (БЦ), %	73,88	75,65

Аналіз узагальнених показників якості білка – коефіцієнта різниці амінокислотного скору (КРАС) та біологічної цінності (БЦ) – свідчить про покращення амінокислотного балансу та зростання харчової цінності білкового компонента у досліджуваних зразках хлібців внаслідок рецептурної модифікації.

Зокрема, спостерігається поступове зниження значень КРАС від 26,12% у контрольному зразку до 24,35%, що вказує на зменшення дисбалансу між

амінокислотним складом продукту та еталонним білком. Одночасно з цим фіксується зростання біологічної цінності білка – з 73,88% у контролі до 75,63% у МК 2, що свідчить про підвищення ефективності засвоєння та використання амінокислот в організмі людини.

Таким чином, результати підтверджують доцільність часткової заміни пшеничного борошна на соєвий протеїн та насіння льону, що дозволяє підвищити амінокислотну повноцінність та загальну харчову цінність білка у складі хрустких хлібців.

2.8 Визначення органолептичних, мікробіологічних, структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Після встановлення залежності між додаванням інноваційних компонентів та зміною властивостей тістових напівфабрикатів, встановлення оптимальної модельної композиції (МК 2), було проведено дослідження готової продукції з метою оцінки та порівняння змін фізико-хімічних та якісних характеристик в контрольному та удосконаленому зразку.

Визначення упікання готових удосконалених хлібців

Демонстрація результатів наведена на рис. 2.8.

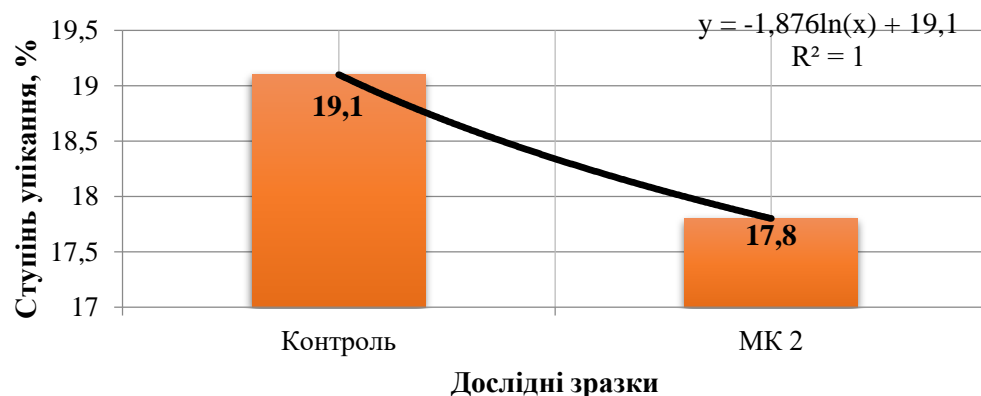


Рисунок 2.8 – Результати визначення упікання удосконалених хлібців

Аналіз результатів, представлених на графіку, свідчить про доцільність використання модифікованого зразка МК 2, який демонструє зниження ступеня усадки з 19,1 % (у контрольному зразку) до 17,8 %. Така динаміка є свідченням покращених структурно-механічних властивостей тіста, зокрема підвищення його стабільності та водоутримувальної здатності. Відповідні позитивні зміни пов'язані зі складом МК 2, до якого введено соєвий протеїн та насіння льону як функціональні інгредієнти.

Соєвий протеїн є джерелом повноцінного білка і має високу здатність зв'язувати воду. Це дозволяє формувати більш щільну й стабільну білкову сітку в тісті, що зменшує втрати вологи під час сушіння та випікання. Завдяки своїм емульгуючим і гелеутворюючим властивостям соєвий білок також сприяє рівномірному розподілу вологи, що покращує текстуру готового продукту, запобігає його розтріскуванню та сприяє стабільному формуванню структури.

Насіння льону містить розчинні та нерозчинні харчові волокна, а також природні гідроколоїди (зокрема слизові речовини), які здатні значно підвищувати в'язкість тіста та утримувати вологу. Волокна льону створюють своєрідний каркас, який зменшує міграцію води під час теплової обробки, тим самим мінімізуючи усадку. Крім того, насіння льону додає продукту функціональної цінності, збагачуючи його омега-3 жирними кислотами, мінералами та антиоксидантами.

Отже, синергічна дія соєвого протеїну та насіння льону у зразку МК 2 дозволяє досягти оптимального балансу між структурною стабільністю тіста та якістю готового виробу. Зменшення ступеня усадки на 1,3 % є технологічно значущим показником, що підтверджує доцільність використання зазначених інгредієнтів для покращення рецептури хрустких хлібців. Це сприяє підвищенню не лише фізико-хімічних, а й споживчих характеристик кінцевого продукту.

Наступним важливим показником є рівень здатності до намокання готового виробу. Даний показник може характеризувати рівень вологи, який хлібці можуть

ввібрати в себе, що може вплинути як на органолептичні показники, так і на термін придатності, рис. 2.9.

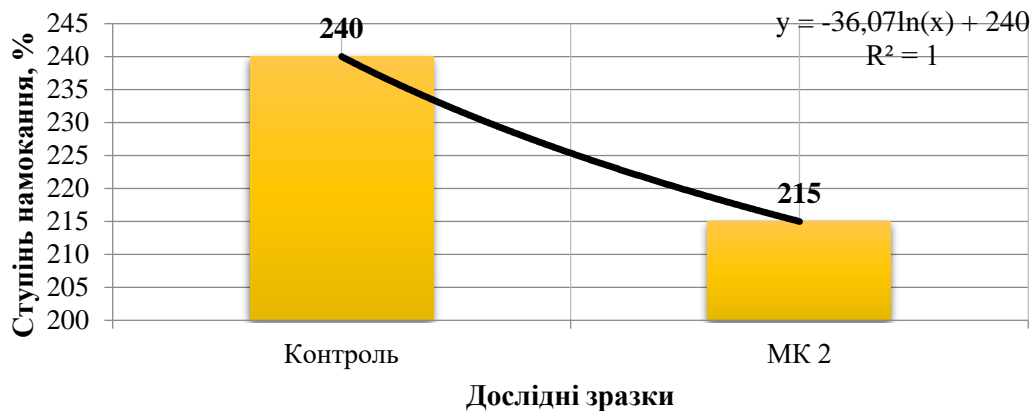


Рисунок 2.9 – Результати визначення ступеню намокання удосконалених хлібців

Здійснюючи аналіз графічних даних, можна стверджувати про значне зменшення ступеня намокання в зразку МК 2 порівняно з контрольним: з 240 % у контрольному зразку до 215 % у модифікованому. Цей показник відображає здатність готового продукту поглинати воду, що прямо пов'язано зі щільністю його структури та характером міжмолекулярних зв'язків у білково-вуглеводній матриці тіста.

Вказані зміни зумовлені взаємодією технологічних та фізико-хімічних факторів. Введення соєвого протеїну модифікує білкову структуру тіста, знижуючи розвиток глютенної сітки, що є визначальним для водопоглинання у традиційних пшеничних виробках. Крім того, насіння льону багате на жири та полісахариди, які формують гелеподібні комплекси, зменшуючи капілярну проникність і пористість м'якуша. Це призводить до зниження швидкості та обсягу поглинання води хлібцем.

Крім того, менший ступінь намокання свідчить про ефективніше поєднання білків і полісахаридів у тісті, що формує більш гомогенну і стійку матрицю. Зменшення цього показника на 25 % також може покращити органолептичні властивості готового продукту, зокрема тривалість збереження хрусткості.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність використання рецептурної модифікації МК 2, яка забезпечує оптимальну водостійкість і структурну щільність, що позитивно впливає на якість, стабільність та функціональність хлібців.

Органолептична оцінка якості

Після дослідження впливу інноваційних інгредієнтів на фізико-хімічні характеристики готового виробу було здійснено оцінювання їх впливу на органолептичні властивості. За підсумками цього етапу складено таблицю із зазначенням якісних показників в контрольному зразку за стандартом та дослідним зразком розробленим на запропонованій модельній композиції, табл. 2.15.

Таблиця 2.15

Органолептична оцінка якості

Показник	Контроль	МК 2
Форма	Прямокутної плити	Прямокутної плити
Поверхня	Верхня поверхня: шорстка, із надколами та вираженим рельєфом. Нижня поверхня: шорстка, борошніста, із вкрапленнями висівок, рельєфна та з відбитками сітки печі.	Верхня: шорстка, з надколами і рельєфом; нижня: шорстка, борошніста, з висівками та насінням, рельєфна, з відбитками сітки печі.
Колір	Колір варіює від світло-сірого до світло-коричневого, при цьому нижня поверхня має більш темне забарвлення.	Світло-коричневий
Крихкість	Крихка структура, вироби легко ламаються	Достатньо крихка
Вид на зламі	Добре розпушені, з розвиненою пористістю, повністю пропечені та просушені.	Рівномірно пористі, добре пропечені.
Смак	Характерний для продукту, без стороннього смаку	Типовий для продукту, без стороннього смаку.
Запах	Характерний для продукту, без стороннього аромату	Характерний для даного виду виробів, без стороннього запаху.

Виходячи з результатів органолептичної оцінки впливає, що помірне додавання запропонованих інгредієнтів (МК 2) не призводить до погіршення органолептичних якостей готового виробу, а тому є доцільним зважаючи на покращення хімічного складу.

2.9 Оцінка показників безпеки інноваційної продукції на основі принципів НАССР

Для забезпечення безпечності страви необхідно спочатку проаналізувати потенційних постачальників та характеристики вхідних інгредієнтів. Тому першим кроком є узагальнений опис удосконаленого хлібного виробу - хлібців (табл. 2.16).

Таблиця 2.16

Опис удосконаленого хлібобулочного виробу – хлібців

Показник	Вимоги
Вид та офіційна назва продукції	Хлібці
Категорія продукції	Продукція ресторанного господарства (хлібні вироби)
Позначення та назва законодавчих нормативних документів, які встановлюють вимоги до безпечності продукції	Технічний регламент МС (ЄАЕС) «Про безпеку харчової продукції» (ТР ТС 021/2011), Технічні умови на страви
Склад продукту	пшеничне цільнозернове борошно, розпушувач, льон, олія сръняшнікова рафінована, молоко, сіль
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Кількість МАФАМ, КУО в 1 г - не більше $5 \cdot 10^4$; Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г – не дозволено; Патогенні мікроорганізми, а також бактерії роду Сальмонела, в 50 г – не дозволено; Сульфітредууючі клостридії, в 0,01 г – не дозволено; <i>V. cereus</i> , КУО в 1 г – не більше 1×10^2 .
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Вміст токсичних елементів, пестицидів, гистаміна не повинен перевищувати допустимі рівні затверджені Медико-біологічними вимогами якості сировини та харчових продуктів (не більше): Свинець - 0,3 мг/кг; Кадмій - 0,05 мг/кг; Миш'як - 0,1 мг/кг; Ртуть - 0,01 мг/кг; Мідь – 5,0 мг/кг; Цинк – 25,0 мг/кг.00
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Масова частка вологи, %, не більше ніж 10 % Лужність в перерахунку на суху речовину, градуси, не більше ніж 1,0 Кислотність в перерахунку на суху речовину, градуси, не більше ніж 3,0 Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, %, не більше ніж 0,1 Товщина, мм, не більше ніж 11,0 Намочуваність, %, не менша ніж 200 Масова частка загальної сірчистої кислоти, %, не більше ніж 0,01

Показник	Вимоги
Строк придатності до споживання	Вагові – 3 міс., Упаковані в повітронепроникні матеріали – 6 міс.
Умови зберігання	Хлібці зберігають у сухих, чистих, добре вентильованих приміщеннях, які не мають стороннього запаху, не заражені шкідниками хлібних запасів, за температури $(18 \pm 5) ^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря не вищої ніж 75 %. Хлібці не повинні зазнавати впливу прямих сонячних променів. Не можна зберігати хлібці з продуктами, що мають специфічний запах
Пакування	У пачки фасують хлібці масою нетто не більше ніж 400 г. Дозволено застосовувати всередині пачки додаткову обгортку з картону чи паперу і вставляти картонні денця. У разі використання целофану, кашированої фольги або полімерних плівок з малюнком дозволено упаковувати хлібці в пачки без етикеток. Допустимо пачки з полімерних матеріалів термічно спаювати
Методи розповсюдження (реалізації) продукції	Безпосередньо при виробництві (їдальня)
Вміст алергенів	Глютен, молоко
Способи реалізації продукції	В обідній залі їдальні, пакування в паперові або крафтовий пакет дой-пак і реалізація в польових умовах
Використання за призначенням	В якості хліба
Можливе використання не за призначенням	Відсутнє
Передбачувані споживачі	Військовослужбовці
Уразлива група споживачів	-
Дата: _____	
Затвердив: _____	

У таблиці 2.16 наведено біологічні, хімічні та фізичні властивості продукту що досліджується.

Для того, щоб ідентифікувати небезпеку, слід надати характеристику сировини та пакувальних матеріалів, що використовуються у виробництві хлібного виробу. Ці характеристики представлені в таблиці 2.17.

Опис сировини хлібного виробу (хлібців)

Назва продукту: хлібці				
Сировина	Нормативний документ	Інгредієнти	Пакувальний матеріал	Нормативний документ
Борошно пшеничне I сорту	ДСТУ 46.004-99.	Пшениця	Паперовий пакет	ДСТУ 7796:2015
Борошно з цільного зерна жита	ДСТУ 8791:2018	Жито	Паперовий пакет	ДСТУ 7796:2015
Зерно вівсяне	ДСТУ 4963:2008	Овес	Паперовий пакет	ДСТУ 7796:2015
Сіль екстра	ДСТУ 3583:2015	Сіль	Паперовий пакет	ДСТУ 7796:2015
Вода	ДСТУ 7525:2014	Вода	-	-
Соевий протеїн	ДСТУ 4595:2006	Соя	Крафтовий пакет дой-пак	сертифікат якості та безпеки
Насіння льону	ДСТУ 4967:2008	Насіння льону	Крафтовий пакет дой-пак	сертифікат якості та безпеки
Дата _____ Затвердив _____				

Сировина та пакувальні матеріали, що використовуються у виробництві хлібців, є безпечними, мають сертифікати якості та безпеки, а також нормативні документи, такі як ДСТУ.

У результаті проведення алгоритму «дерева прийняття рішень» було встановлено, що на етапі приймання сировини та стадії проміжного зберігання критичні контрольні точки не виявлено, тому небезпечні чинники можна контролювати за допомогою програми-передумови «Специфікації (вимоги) до сировини та контроль за постачальниками».

В подальших дослідженнях було визначено найбільш ймовірні та серйозні небезпеки, які можуть виникнути під час термічної обробки хлібобулочного виробу, а саме хлібців з цільнозернового пшеничного борошна з додаванням насіння льону та

соєвого протеїну. Щоб уникнути цих небезпечних впливів на продукт, слід скласти перелік необхідних запобіжних заходів і занести його в таблицю 2.18.

Таблиця 2.18

Необхідні запобіжні дії для уникнення дії небезпечних чинників на етапі виготовлення продукції

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
<i>Етап виробництва: Підготовчі операції та приготування тіста</i>	
<p>Б: Спороутворюючі бактерії: Salmonella spp, Listeria monocytogenes; спороутворюючі бактерії: Clostridium perfringens при прийманні сировини</p>	<p>Висока ймовірність виникнення Контроль температурних режимів та вологість в складських приміщеннях, контроль термінами придатності товарів, контроль за гігієною в приміщеннях, проведення прибирання за графіком, за необхідності здійснюється дератизація приміщення</p> <p align="center">Управління:</p> <p>ППУ-08 «Контроль за шкідниками, визначення виду, запобігання їх появи, засоби профілактики та боротьби» ППУ-11 «Зберігання та транспортування» ППУ-12 «Контроль технологічних процесів» І-1 «Прибирання приміщень та санвузлів» І-4 «Інструкція по миттю виробничого обл-ня» Журнал обліку проведення щоденного прибирання, журнал списання, графік прибирання, графік дератизації. Журнал мікробіологічного контролю Чек-лист контролю умов зберігання сировини та матеріалів</p>
<p>Х: Токсичні елементи, мікотоксини, діоксини, радіонукліди, пестициди</p>	<p>Контроль терміну придатності молока після відкриття, контроль умов зберігання, контроль очищення поверхні та миття миючими засобами. Контроль терміну зберігання яєць після санітарної обробки</p> <p align="center">Управління:</p> <p>ППУ-5 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь) ППУ-08 «Контроль за шкідниками, визначення виду, запобігання їх появи, засоби профілактики та боротьби» ППУ-11 «Зберігання та транспортування»</p>

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
Х: Токсичні елементи, мікотоксини, діоксини, радіонукліди, пестициди	ППУ-12 «Контроль технологічних процесів» Журнал обліку проведення щоденного прибирання Журнал виробничого контролю, графік прибирання, графік дератизації. Журнал контролю змивів Чек-лист контролю умов зберігання сировини та матеріалів
Ф: біологічні матеріали працівників, скло, метал та пластик	Середня ймовірність виникнення Контроль цілісності тари, устаткування, дотримання персоналом правил гігієни Управління: ППУ-2 «Санітарний стан приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок» ППУ-3 «Планування та стан комунікацій вентиляції, водопроводів водопостачання та водовідведення, електропостачання. ППУ-6 «Здоров'я та гігієна персоналу» План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу
Етап виробництва: Випікання та охолодження	
Б: <i>Bacillus subtilis</i> , <i>S.Aureus</i>	Контроль параметрів технологічного процесу, санітарним станом тари, інвентарю та приміщень Управління: ППУ-05 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)» ППУ-10 «Контроль за технологічними процесами»
Х: Залишки миючих засобів	Контроль за змивами технічного обладнання, інвентарю та тари, після використання миючих засобів Управління: ППУ-05 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)» План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу Журнал контролю змивів

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
Ф: біологічні матеріали працівників, скло, метал та пластик	<p>Контроль цілісності тари, устаткування, дотримання персоналом правил гігієни</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-2 «Санітарний стан приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок»</p> <p>ППУ-6 «Здоров'я та гігієна персоналу» План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання</p>
Етап виробництва: Зберігання	
Б: МАФАНМ, БГКП, Salmonella, Bacillus subtilis, S.Aureus, пліснява	<p>Контроль температури та вологості в складських приміщеннях, контроль термінів придатності товарів, контроль гігієни в приміщеннях, прибирання за графіком, за потребою, проведення дератизації</p>
Х: Залишки миючих засобів	<p>Контроль за змивами технічного обладнання, інвентарю та тари, після використання миючих засобів</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-05 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)»</p> <p>План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу</p> <p>Журнал контролю змивів</p>
Ф: біологічні матеріали працівників, скло, метал та пластик	<p>Контроль цілісності тари, устаткування, дотримання персоналом правил гігієни</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-2 «Санітарний стан приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок»</p> <p>ППУ-6 «Здоров'я та гігієна персоналу» План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу</p>

Для того, щоб запобігти виникненню певних небезпек, необхідно ретельно враховувати часові та температурні умови під час технічного процесу, контролювати

гігієнічний стан приміщень, обладнання, інвентарю та технічний стан обладнання, а також вимагати від персоналу дотримання правил особистої гігієни.

Далі було визначено, які етапи виробництва регулюються відповідністю програмі передумов, а які слід ідентифікувати як ККТ. Аналіз проводиться за допомогою алгоритму прийняття рішень, а дані заносяться до таблиці 2.19.

Таблиця 2.19

**Встановлення критичних контрольних точок на етапі виготовлення
хлібобулочних виробів (хлібців)**

Етап процесу	Позначення ідентифікації чинника та найменування	Відповіді на запитання «дерева прийняття рішень»				Номер ККТ
		№1 Чи і є можливим на даному чи наступному етапі попереджувальні дії для цього небезпечного чинника?	№2 Чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чинника до допустимого?	№3 Чи можливість на даному етапі появи небезпечного чиннику або збільшення його до недопустимого рівня	№4 Чи гарантує наступний етап уникнення небезпечного чинника	
1	2	3	4	5	6	7
Підготовчі операції та приготування тіста	Б МАФАНМ, БГКП	Так	Відсутній	Так	Так.	-
	Х Залишки миючих засобів	Так.	Відсутній	Так	Так.	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал,	Так.	Відсутній	Так	Ні.	ККТ 1
Випікання	Б Bacillus subtilis, S.Aureus	Так.	Відсутній	Так	Ні.	ККТ 2
	Х Залишки миючих засобів	Так.	Відсутній	Ні	-	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал, пластмаса	Так.	Відсутній	Ні	-	-

1	2	3	4	5	6	7
Охолодження	Б Bacillus subtilis, S.Aureus	Так	Відсутній	Так	Так	-
	Х Залишки миючих засобів	Так	Відсутній	Так	Так	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал,пластмаса	Так	Відсутній	Так	Так	-
Пакування	Б МАФАНМ,БГКП	Так	Відсутній	Так	Так	-
	Х Стирол, соліважких металів (цинку, плюмбуму, арсену)	Так: сертифік ат якості та безпечно сті	Відсутній	Так	Так	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал,пластмаса	Так	Відсутній	Так	Так	ККТ 3
Зберігання	Б Мікробіологічні фактори, що виникли за умов не герметичної тари та порушень умов доставка	Так	Ні	Ні	-	ККТ 4
	Х Залишки миючих засобів	Так	Відсутній	Так	Так	-
	Ф Сторонні домішки	Так	Ні	Ні	-	-

Отже, у результаті аналізу критичних контрольних точок було встановлено, що вони є на етапі замішування тіста (дана ККТ повинна контролювати фізичні чинники), на етапі випікання, яка повинна контролювати температурний режим та тривалість процесу випікання хлібців і на етапі пакування та зберігання, особливо якщо хлібці будуть реалізовуватися в польових умовах.

При розробленні системи моніторингу важливим етапом є проведення аналізу небезпечних чинників, одним з яких є наявність харчових алергенів, що можна визначити на етапі приймання та проміжного зберігання сировини та виготовлення продукції.

Розроблена продукція – це хлібний виріб для харчування військовослужбовців, а саме хлібці з цільнозернового пшеничного борошна з додаванням насіння льону та соєвого протеїну. Важливою умовою є унеможливлення перехресного забруднення продуктів, що мають потенційні алергени.

В хлібному виробі «Хлібці» наявні алергени: глютен.

Глютен – це білкова суміш гліадину та глютеніну, що міститься в зернових (таких як пшениця та ячмінь). Для більшості людей глютен є безпечною речовиною, яка легко засвоюється і перетравлюється організмом.

Непереносимість глютену виникає, коли організм не здатний засвоювати вуглеводи або коли глютеніві продукти мають патологічний вплив на слизові оболонки травного тракту. При її розвитку патогенні мікроорганізми не обмежуються слизовими оболонками, а проникають у кров і печінку, викликаючи запалення. Симптоми непереносимості глютену: біль у животі; підвищена тривожність; здуття живота та надмірне газоутворення; зниження концентрації уваги; діарея або запор; анемія (анемія); підвищена стомлюваність; головний біль; нудота та блювання; біль у суглобах.

Як алергія на пшеницю, так і непереносимість глютену можуть викликати такі симптоми, як червоні висипання, пухирі, набряк шкіри, свербіж і припливи. У більшості випадків непереносимість супроводжується синдромом подразненого кишечника.

Санітарно-гігієнічні умови виробництва та система контролю особистої гігієни працівників демонструють наявність біологічних, хімічних та фізичних факторів, які можуть негативно впливати на безпечність продукту. Ці фактори мають середню значущість та ймовірність виникнення, що робить їх суттєвими для контролю

На завершальному етапі розробки плану НАССР було створено коригувальні дії для попередньо ідентифікованих критичних контрольних точок (ККТ). Коригувальні дії є необхідними, коли моніторинг показує, що небезпечний чинник на певному етапі процесу перевищує встановлені граничні значення. Для цього розроблено та підготовлено план НАССР, а також налагоджено систему реєстрації даних для виявлення небезпечних факторів, що представлені в таблиці 2.20.

Під час розробки плану управління безпечністю удосконаленого хлібного виробу «Хлібці» було визначено чотири контрольні критичні точки, які пов'язані з певними стадіями виробництва продукції. Для даних ККТ встановлено граничні значення, процедури моніторингу та відповідні коригувальні дії, що забезпечують безпечність продукту на цьому етапі виробничого процесу.

Виділено 4 ККТ: на етапі приготування тіста (ККТ 1), випікання тістових газоготовок (ККТ 2), пакування (ККТ 3) та тимчасового зерігання (ККТ 4). На кожному з даних етапів необхідно дотримуватися певних певних корегувальних дій і правил.

Звітна документація стосовно виконання зобов'язань щодо безпечності харчових продуктів та проведення відповідних коригувальних дій прояснює заходи, яких було вжито та допомагає впевнетись, що відповідні особи були сповіщенні про виявлену проблему.

Ефективне та точне ведення записів має важливе значення для застосування процедур НАССР і має бути задокументовано. Документація та ведення записів повинні відповідати характеру та розміру операції.

Отримання впевненості в тому, що всі елементи плану НАССР є правильними і забезпечують безпечність харчової продукції є метою валідації плану НАССР.

Реєстр записів системи НАССР містить звід аналізів небезпек, включаючи визначення ККТ і контроль заходів, план НАССР (список членів команди НАССР з розподілом обов'язків, опис продукту, каналів збуту і потенційних споживачів, верифікована діаграма технологічних операцій).

Таблиця 2.20

План управління безпечністю виготовлення хлібобулочного виробу «Хлібці»

Найменування продукту <u>Хлібці</u>								
Етап	Небезпечний чинник	Запропановані корегувальні дії	№ ККТ	Критична гранична величина для кожної ККТ	Процедура моніторингу ККТ	Коригувальні дії	Документування (Протокол НАССР)	Відповідальна особа
Приготування тіста	Фізичні	Дотримання санітарних норм і правил технологічного процесу персоналом	1	Відсутні сторонні предмети	Протокол перевірок, журнал температур, журнал корегувальних дій	Відповідальна особа регулює справність технологічного обладнання та дотримання санітарних норм персоналом	Журнал виробничого контролю.	Зав. виробництвом Кухарі
Випікання	Біологічні	Дотримання температурного режиму під час процесу випікання хлібного виробу	2	Не повинно бути патогенних мікро-організмів	Протокол перевірок, журнал температур, журнал корегувальних дій	Відповідальна особа регулює час, температуру випікання, температуру всередині виробу. Вразі порушення технологічних параметрів необхідно: видалити продукт. Відобразити дії в документах	Журнал виробничого контролю. Журнал бракеражу готового виробу. Моніторинг часових та температурних параметрів згідно технологічної картки	Зав. виробництвом Кухарі
Пакування	Фізичні	Дотримання санітарних норм і правил процесу пакування	3	Відсутність додаткових домішок, скла, металу та пластмаси	Протокол перевірок, журнал корегувальних дій	Ремонт та налагодження обладнання. Утилізація зіпсованої продукції	Протокол перевірок, журнал корегувальних дій	Зав. виробництвом Кухарі
Зберігання	Біологічні	Дотримання температурного та вологісного режиму зберігання	4	Не повинно бути патогенних мікро-організмів	Протокол перевірок, журнал температур, журнал корегувальних дій	Утилізація продукції неякісної	Протокол перевірок, журнал температур, журнал корегувальних дій	Зав. виробництвом Кухарі

Висновки до розділу II

На основі комплексного аналізу результатів дослідження функціонально-технологічних властивостей тіста, зокрема показників якості клейковини, структурно-механічних характеристик (розпливання тіста) та адгезійної здатності, встановлено доцільність використання модифікованої рецептури МК 2 як оптимального варіанту для виготовлення хрустких хлібців.

Зразок МК 2 характеризується збалансованим поєднанням основних технологічних властивостей: помірним зниженням кількості сирової клейковини (до 29,2 %) та пружності (77,7 од. ІДК) у порівнянні з контролем, що свідчить про деяке ослаблення глютенної сітки, проте в межах, прийнятних для збереження структурної цілісності тіста. При цьому діаметр кульки тіста, що визначає ступінь його розпливання, у зразку МК 2 становив 58,7 мм, що вказує на хорошу водоутримуючу здатність без надмірного зниження пружності маси.

Додатково, значення міцності адгезії тіста у цьому зразку склало 0,99 кПа, що є показником оптимального рівня липкості. На відміну від контрольного зразка (0,85 кПа), який свідчить про недостатню здатність тіста до збереження структури, і МК 3 (1,07 кПа), де надмірна клейкість може ускладнювати механічну обробку, рецептура МК 2 забезпечує технологічну зручність та стабільність при формуванні.

Таким чином, рецептура МК 2 забезпечує найкраще поєднання підвищеної харчової цінності, структурної стабільності тіста та зручності технологічної обробки, що обґрунтовує доцільність її практичного впровадження у виробництво удосконалених хлібців.

У результаті комплексного дослідження впливу рецептурної модифікації на якість хрустких хлібців встановлено, що додавання соєвого протеїну та насіння льону до модельної композиції (зразок МК 2) позитивно вплинуло на структурно-механічні, фізико-хімічні, органолептичні та харчові характеристики продукту. Зокрема, модифікований зразок характеризувався зниженим ступенем упікання (з 19,1 % до 17,8 %) і ступенем намокання (з 240 % до 215 %), що свідчить про підвищення водоутримувальної здатності тіста та стабільності білково-вуглеводної матриці.

Хімічний склад продукту також зазнав істотних покращень: вміст білка зріс на 34,5 % (з 6,90 г до 9,28 г), жирів – на 27,9 %, при цьому калорійність зросла лише на 1,2 %, а вміст вуглеводів зменшився на 5,4 %. Значне збагачення відбулося за мікроелементами (натрій, кальцій, залізо, фосфор) і вітамінами групи В, особливо холіном (В₄), вміст якого збільшився на 131,4 %.

Амінокислотний профіль хлібців демонструє покращення за критичними для зернових білків амінокислотами, зокрема лізином (+4,9 %), лейцином (+3,8 %) і треоніном (+1,1 %). Показники амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності амінокислот ($K_{утАК}$) зросли за більшістю незамінних амінокислот, при цьому лізин досяг максимальної $K_{утАК}$ – 100 %. Крім того, біологічна цінність білка підвищилася з 73,88 % до 75,63 %, а коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС) знизився з 26,12 % до 24,35 %, що вказує на покращення амінокислотного балансу.

Органолептична оцінка засвідчила прийнятність модифікацій на рівні до 10% соєвого протеїну та 1,5% насіння льону. Технологічна оптимізація процесу встановила доцільний режим випікання – 9 хв при 190 °С – як такий, що забезпечує задовільну текстуру без надмірної втрати вологи та енергозатрат.

Таким чином, використання соєвого протеїну та насіння льону у складі хрустких хлібців у кількості запропонованій в МК 2 є технологічно обґрунтованим і сприяє формуванню продукту з підвищеною функціональною, харчовою та біологічною цінністю без погіршення органолептичних властивостей. Це підтверджує доцільність запропонованої рецептурної модифікації у розробці інноваційних оздоровчих продуктів.

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Санітарно – гігієнічні вимоги до вибору виробничого приміщення, розміщення та організації робочих місць.

Ефективне запобігання професійним захворюванням та забезпечення безпечних умов праці в закладах ресторанного господарства (ЗРГ) є пріоритетом, який необхідно реалізувати вже на стадії проєктування відповідно до чинних будівельних норм і правил (БДН та СНіП). Територія об'єкта повинна мати достатні геометричні параметри для розміщення всіх функціональних зон (виробничих, допоміжних) та характеризуватися рівним рельєфом, що забезпечує ефективне відведення поверхневих і стічних вод.

Санітарна оцінка ділянки вимагає врахування гідрогеологічних параметрів (зокрема, рівня стояння ґрунтових вод – не ближче 1,3 м від дна підземних споруд), чистоти ґрунтів, а також планування транспортних шляхів та інженерних комунікацій.

При функціональному зонуванні території критичне значення має переважаючий напрямок вітрів: виробничу зону слід розташовувати з підвітряного боку відносно підсобної та інших зон, щоб мінімізувати перенесення забруднень. Орієнтація будівлі відносно сторін світу має забезпечувати максимально сприятливі умови для природного освітлення.

З санітарно-гігієнічної точки зору велике значення має благоустрій: озеленені ділянки, які слугують для рекреації, мають становити не менше 10-15% загальної площі. Для тимчасового збирання та зберігання виробничих відходів необхідно виділити спеціалізовані ділянки, обладнані огороженням, навісами та зручними під'їздами. Планування виробничих приміщень вимагає врахування санітарної характеристики технологічних процесів, дотримання нормативів корисної площі на одного працівника, а також забезпечення необхідної площі для раціонального розміщення технологічного устаткування та безпечної ширини проходів.

Висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м (для енергетичного/складського господарства – 3 м. Раціональна організація робочих

місць та розташування обладнання є ключовими для забезпечення здорових та безпечних умов праці: технологічне устаткування з електроприводом повинно мати вільний доступ з робочої зони шириною не менше 1 м та з неробочої – 0,6 м, тоді як виробничі меблі можуть розміщуватися впритул до стін.

Підлоги виробничих приміщень повинні відповідати вимогам теплоізоляції, зносостійкості, нековзності, герметичності та легкості очищення, а також, за необхідності, мати волого-, кислото- та вогнестійкі властивості, запобігаючи проникненню агресивних середовищ у суміжні приміщення.

Ширина виходів має становити не менше 1 м, а висота – 2,2 м. Виробничі приміщення повинні бути обладнані комплексними інженерними системами: виробничим, протипожежним та господарсько-питним водопроводами, а також господарсько-побутовою та виробничою каналізацією.

Проектування цих систем має передбачати впровадження прогресивних технологій для підготовки води, відведення та очищення стоків, мінімізуючи їхнє забруднення та забезпечуючи можливість утилізації, при цьому всі промислові стічні води скидаються до міської каналізаційної системи, а на окремих ділянках обов'язкове розташування жироловлувачів.

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів гарячого цеху.

Гарячий цех є однією з найбільш травмонебезпечних зон у закладі ресторанного господарства через високі температури та інтенсивне використання обладнання. Шкідливі та небезпечні виробничі фактори тут класифікуються на кілька груп. Фізичні фактори є домінуючими: основний ризик становить підвищена температура повітря та інфрачервоне (теплове) випромінювання від плит, печей і фритюрниць, що призводить до перегрівання, теплового удару, опіків та зневоднення.

Висока вологість повітря, спричинена випаровуванням пари під час приготування, ускладнює природну терморегуляцію організму. Також присутні шум і вібрація, які генеруються механічним обладнанням та витяжними системами, що при тривалій дії може викликати порушення нервової системи та слуху.

Небезпека травмування існує через рухомі частини обладнання (м'ясорубки, міксери) та високий ризик падінь, оскільки слизькі підлоги часто забруднені жиром, водою та залишками їжі.

Хімічні фактори пов'язані з термічною обробкою: при перегріванні жирів утворюється токсичний акролеїн, а при приготуванні білкових продуктів можуть виділятися нітрозосполучення та ароматичні вуглеводні з потенційними канцерогенними властивостями. Крім того, наявні ризики, пов'язані з технікою безпеки: висока вологість підвищує небезпеку ураження електричним струмом, а накопичення жирових аерозолів та відкритий вогонь створюють значну пожежо- та вибухонебезпеку.

Психофізіологічні та ергономічні фактори включають монотонність праці, незручні робочі пози та високу інтенсивність праці в пікові години, що сприяє швидкій стомлюваності, помилкам та, як наслідок, травмам.

Для мінімізації цих загроз необхідні ефективна витяжна вентиляція, контроль мікроклімату, суворе дотримання технологічних правил і використання засобів індивідуального захисту.

Мікроклімат

У закладах ресторанного господарства повинні дотримуватися оптимальних та допустимих норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень в залежності від пори року та категорії виконуваної роботи (I, II, III регламентовані ДСТУ 12.1.005-88. «ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»):

- температура у виробничих приміщеннях, залежно від категорії робіт, від 17 °С у холодний період до 22 °С у теплий період;
- відносна вологість повітря в теплий період року - 30-60%, в холодний – не більше 75%;
- швидкість руху повітря в холодний і перехідний період року від 0,3 до 0,5 м/с, в теплий – 0,2 – 0,4 м/с. м/с;

Норми мікроклімату зокрема для гарячого цеху наводимо в табл. 3.1.

Допустимі параметри мікроклімату для холодної і теплої пори року

Виробничі приміщення	Категорія важкості	Холодний період			Теплий період		
		Температура повітря, °С	Відносна вологість, % не більше	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Відносна вологість, % не більше	Швидкість руху повітря, м/с
Гарячий цех	середня Пб	16–21	75	0,3-0,4	21-25 (допускається ≤27)	60	0,2–0,5

Згідно Правил охорони праці визначимо та наведемо шкідливі речовини, які можуть входити в повітря приміщень:

До хімічних факторів належать:

- Вміст у повітрі робочої зони виробничих цехів пилю, в т. ч. рослинного та тваринного походження;

- Вміст у повітрі робочої зони виробничих приміщень, а також в приміщеннях, де розташовані холодильне обладнання токсичних хімічних речовин.

Перелік хімічних речовин, які підлягають контролю в повітрі виробничих приміщень у закладі ресторанного господарства, можливі місця їх виділення і гранично допустимі концентрації (ГДК) відповідно до встановлених гігієнічним нормам наведені у табл.3.2.

Таблиця 3.2

Перелік хімічних речовин, які підлягають контролю в повітрі виробничих приміщень в закладі ресторанного господарства

Речовина	Місце контролю та джерело виникнення	ГДК	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Пил рослинного та тваринного походження з домішками діоксиду кремнію до 2% (борошно, крохмаль)	Цехи, складські приміщення	6	4	Порушення роботи органів дихання, причина задишки

Речовина	Місце контролю та джерело виникнення	ГДК	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Пил рослинного та тваринного походження з домішками діоксиду кремнію до 10%	Овочевий цех	4	4	Порушення роботи органів дихання, причина задишки
Акролеїн	Продукти термічного окиснення та розкладу жирів, гарячий цех	0,2	2	Викликає подразнення слизової оболонки
Аміак	Від холодильного обладнання охолоджувальних камер	20	4	Впливає на слизові оболонки та органи дихання
Метан	В газових колодцях			Впливає на слизові оболонки та органи дихання
Оксид вуглецю	Від газового обладнання	20	4	Негативно впливає на органи дихання
Сірчаний газ	При процесі сульфатації картоплі, овочевий цех	10	3	Руйнує легені
Сірководень	В дошниках, каналізаційних колодцях, засольних камерах	10	2	Руйнує легені
Синтетичні миючі засоби типу «лотос», «ока», «гайд», «аріель» і т.д.	При приготуванні миючих засобів	5	4	Подразнюють епітелій
Синтетичні миючі засоби типу «лоск» та ін.	При приготуванні миючих засобів	3	2	Подразнюють епітелій

Освітлення.

Важливе значення має освітлення. При проектуванні освітлення керувалися «Правилами будови електроустановок» (ПБЕ), будівельними нормами і правилами (СНиП). Природне освітлення має бути передбачене в торгових залах, гарячому, холодному, заготівельних цехах, в адміністративних приміщеннях, мийних, у вестибюлі. В не охолоджуваних коморах, туалетних, душових,

коридорах, освітлення штучне. У табл. 3.3 наведений вид освітлення в приміщеннях закладу ресторанного господарства.

Таблиця 3.3

Норми і якості показники освітлення для виробничих приміщень у закладі ресторанного господарства (гарячий цех)

Виробничі приміщення	Площина (Г-горизонталальна, В – вертикальна), нормування освітлення та КПО – висота площини над підлогою, м	Штучне освітлення				Природне освітлення, КПО, %	
		Освітлення, ЛК	Циліндрична освітленість, ЛК	Показник дисконф орту, не більше	Коефіцієнт пульсації, % не більше	При верхньому або верхньому боковому освітленні	При боковому освітленні
Гарячий цех	Г — 0,8	300	-	40	15	3	1

В закладах ресторанного господарства використовують штучне та природне освітлення. У свою чергу штучне освітлення поділяється на загальне та комбіноване.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення, та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання, може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість повинна бути 0,5 лк на рівні землі.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час, при цьому, як правило, використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

Заходи з пожежної безпеки.

У всіх будівлях та спорудах закладу ресторанного господарства (ЗРГ) комплекс протипожежних заходів реалізовано з особливим акцентом на забезпечення безпечної та оперативної евакуації відвідувачів і персоналу. Евакуація з приміщень передбачена через евакуаційні виходи, які ведуть назовні, проходячи через внутрішні комунікаційні простори, такі як коридори та вестибюлі. Важливо, що кількість евакуаційних виходів із будівлі відповідає мінімально допустимим нормам і складає один вихід. При цьому, згідно з вимогами СНіП 2.09.02-85, відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу безпосередньо назовні суворо контролюється і становить не більше 12 м.

Евакуаційні шляхи, що включають коридори, проходи, виходи, сходові марші та площадки, спроектовані таким чином, щоб гарантувати безпечне виведення всього контингенту осіб, які перебувають у приміщеннях, у критично обмежений час. Нормативний час, відведений на повну евакуацію у випадку виникнення пожежі, становить 1,25 хвилини.

Для забезпечення своєчасного виявлення загоряння та оперативного реагування, усі приміщення та коридори закладу оснащені системами автоматичної пожежної сигналізації. Крім того, для локалізації пожежі на початковій стадії передбачені переносні вогнегасники. Необхідна кількість та тип вогнегасників визначається розрахунком, який враховує їхню вогнегасну спроможність, гранично захищувану площу, а також категорію приміщень за вибухопожежною небезпекою та клас горючих речовин. Розрахунок передбачає, наприклад, використання 5 вогнегасників на 70 м² площі або 2 вогнегасники на 20 м погонних коридору. Для безпосереднього гасіння використовується вогнегасний засіб типу ВВ-8 (водопінний або водний).

Висновки за розділом 3

Даний розділ містить комплексний інженерно-гігієнічний аналіз умов праці у гарячому цеху закладу ресторанного господарства (ЗРГ) де планується виробництво інноваційних хлібців для харчування військовослужбовців. Була проведена детальна характеристика мікроклімату виробничого приміщення, включно з параметрами температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, для встановлення їх відповідності чинним санітарно-гігієнічним нормативам. Додатково проаналізовано рівень теплового випромінювання, шуму та вібрації, які генеруються технологічним обладнанням під час його експлуатації. В рамках розділу також виконано необхідні розрахунки параметрів природного та штучного освітлення. Ці розрахунки були спрямовані на визначення відповідності фактичних або проєктних показників освітленості (ЛК) та коефіцієнта природної освітленості (КПО) нормативним вимогам, що є критичним для запобігання зоровій втомі та підтримання якості продукції.

За результатами проведеного аналізу умов праці було ідентифіковано та класифіковано основні шкідливі виробничі фактори. Встановлено, що найбільший негативний вплив на персонал чинять надмірне теплове навантаження, а також шум та вібрація, джерелом яких є робота механічного устаткування.

Для забезпечення нормальної фізіологічної діяльності працівників, збереження їхнього здоров'я та, як наслідок, підвищення продуктивності праці, необхідно гарантувати оптимальні виробничі умови, що відповідають вимогам чинного законодавства з охорони праці. Ключові напрями нормалізації включають: організацію раціонального природного освітлення з нормованим КПО; усунення або істотне послаблення рівнів виробничого шуму та вібрації; забезпечення сприятливих метеорологічних умов (мікроклімату) та правильно розрахованої системи вентиляції, яка ефективно видаляє надлишкове тепло та підтримує параметри температури і вологості у межах допустимих або оптимальних значень.

РОДЗІЛ 4

ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УДОСКОНАЛЕННЯ, ВИРОБНИЦТВА І РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВ

Для оцінки конкурентоспроможності хлібобулочного виробу «Хлібців для харчування військовослужбовців» було визначено прогнозовану ціну під час реалізації даної групи продукції. На першому етапі було здійснено розрахунок собівартості та реалізованої ціни удосконалених хлібців, які вироблені на основі борошна пшеничного, борошна з жита, зерна вівсяного, соєвого протеїну та насіння льону в певному закладі ресторанного господарства. Розрахунок собівартості був здійснений за наведеними нижче переліком статей витрат, які погоджені з п.138.8 ст 138. Податкового кодексу України щодо собівартості виготовлених та реалізованих товарів.

Стаття 1. Вартість сировини та матеріалів

До складу статті включаються:

- витрати сировини та матеріалів, що входять до розроблених рецептур
- величина транспортно-заготівельних витрат

Таблиця 4.1

Калькуляційна карта № 1 розрахунку продажної ціни – Хлібці (контроль)

Найменування продукту	Норми витрат, кг	Планова ціна закупівлі, без ПДВ, грн./кг	Сума (вартість сировини), грн.
Борошно пшеничне I сорту	0,2973	33,68	10
Борошно з цільного зерна жита	0,2881	45	12,96
Зерно вівсяне	0,0496	80	4,0
Сіль екстра	0,015	29	0,43
Вода питна	0,350	28	9,8
Загальна вартість	1000 г		37,19

**Калькуляційна карта № 2 розрахунку продажної ціни
«Удосконалені хлібці з соєвим протеїном та насінням льону»**

Найменування продукту	Норми витрат, кг	Планова ціна закупівлі, без ПДВ, грн./кг	Сума (вартість сировини), грн.
Борошно пшеничне I сорту	0,260		8,75
Борошно з цільного зерна жита	0,288		12,96
Зерно вівсяне	0,0496		3,96
Сіль екстра	0,015		0,44
Вода	350	28	9,8
Соєвий протеїн	297	299	8,9
Насіння льону	6	65	0,39
Загальна вартість	1000 г		45,2

Витрати на покупку необхідної сировини і товарів були розраховані за цінами придбання в оптовій та роздрібній торгівлі на жовтень місяць 2025 р. Розрахунок повної вартості сировини зведено в табл. 4.1 та 4.2. Результати здійснених розрахунків свідчать про те, що витрати на покупку сировини для приготування «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» становлять 45,2 грн., а контрольного хлібобулочного виробу «Хлібці» - 37,19 грн.

Величину транспортно-заготівельних витрат визначили як 2% від витрат на закупівлю сировини та матеріалів:

- для контролю «Хлібці» $37,19 \times 0,02 = 0,74$ (грн.)
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $45,2 \times 0,02 = 0,9$ (грн.)

Усього по статті 1 вартість сировини та матеріалів складає

- для контролю «Хлібці» $37,19 + 0,74 = 37,93$ (грн.)
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $45,2 + 0,9 = 46,1$ (грн.)

Стаття 2. Зворотні відходи

Технологія продукту-аналогу та технології виробництва удосконалених хлібців передбачають максимально повне (безвідходне) використання сировини та матеріалів, ця стаття витрат становить 1% від вартості сировини й матеріалів.

Усього по статті 2:

- для контролю «Хлібці» $37,93 \times 0,01 = 0,4$ (грн.);
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $46,1 \times 0,01 = 0,46$ (грн.),

Стаття 3. Паливо та енергія на технологічні цілі

У цю статтю включається вартість закуповуваних на стороні різних видів палива й енергії, необхідних для технологічних, енергетичних та інших потреб підприємства, для виробництва даної кулінарної продукції, виходячи з потужності та часу роботи необхідного технологічного обладнання.

Сукупні питомі енерговитрати на виробництво розраховували як 1,2% від вартості сировини і матеріалів. Усього по статті 3:

- для контролю «Хлібці» $37,93 \times 1,2 = 0,45$ (грн.);
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $46,1 \times 1,2 = 0,55$ (грн.),

Стаття 4. Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці розраховували з урахуванням відомостей щодо оплати праці на підприємстві (1 людина отримує за годину праці 160,00 грн.). Середня заробітня плата становить 1600 гривень.

Стаття 5. Відрахування на соціальне страхування

Стаття комплексна та включає: відрахування на обов'язкове соціальне страхування, відрахування в пенсійний фонд та військовий збір. Відрахування на ці витрати відповідно до діючого законодавства становлять 36,76% від фонду оплати праці працівників підприємства і складає 588 гривень при базовій зарплаті в 1600 гривень.

Стаття 6. Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва.

До цих витрат відносять:

- витрати на освоєння нових видів продукції в період їхнього освоєння;
- витрати на освоєння нових та удосконалених виробництв різної кулінарної продукції.

Дані витрати були прийняті в розмірі 0,25% від вартості сировини та матеріалів. Усього по статті 6:

- для контролю «Хлібці» $37,93 \times 0,25 = 0,1$ (грн.);
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $46,1 \times 0,25 = 0,12$ (грн.),

Стаття 7. Відшкодування зношування спеціальних інструментів і пристосувань цільового призначення та інші спеціальні витрати

Розмір витрат визначається як 0,5% від вартості машин та устаткування.

Орієнтовна вартість машин та обладнання для виробництва продуктів становить 110 тис. грн. Тоді розмір витрат складає $110000 \times 0,5 = 550$ (грн.)

Стаття 8. Витрати на експлуатацію та утримання устаткування

Стаття комплексна та включає наступні елементи:

- витрати на повне відновлення основних виробничих фондів і капітального ремонту у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого й підйомно-транспортного устаткування. На реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт основних фондів, що належать підприємству. А також використовуваних на правах оренди (лізингу), розраховані на основі їхньої балансової вартості та установлених норм;
- витрати на проведення поточного ремонту, технічного обслуговування устаткування;
- інші витрати, які пов'язані з експлуатацією устаткування.

Витрати по наведених напрямках визначили по відношенню до вартості машин та устаткування (0,5%) і складають

$$110000 \times 0,5 = 550,00 \text{ (грн.)}$$

Стаття 9. Загальновиробничі витрати

До цієї статті відносять:

- витрати на оплату праці (основну та додаткову) допоміжного персоналу;
- відрахування на соціальне страхування від заробітної плати допоміжного персоналу;
- амортизаційні відрахування на повне відновлення та капремонт будинків, споруджень, що належать підприємству, а також використовуваних на правах оренди (лізингу), розраховані на основі їхньої балансової вартості та установлених норм амортизації;
- витрати на поточний ремонт будинків, споруд;
- інші витрати.

Загальні витрати за цією статтею розраховані як 150% від витрат на заробітну плату виробничих працівників, що складає 1600,0 тисяч гривень при базовій зарплаті в 2400 гривень

Стаття 10. Загальногосподарські витрати

Загальногосподарські витрати становлять в середньому 180% від витрат на оплату праці виробничих працівників і складають $1600 \times 180 = 2880$ (грн.)

Стаття 11. Витрати внаслідок технічного неминучого браку

У цю статтю включається вартість остаточно забракованої продукції з технологічної причини. Їхня величина визначається як 0,2% від вартості сировини і матеріалів.

Усього по статті 11:

- для контролю «Хлібці» $37,93 \times 0,2 = 0,08$ (грн.);
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $46,1 \times 0,2 = 0,1$ (грн.),

Стаття 12. Супутня продукція не передбачається

Стаття 13. Інші виробничі витрати

Стаття включає витрати, які пов'язані з організацією й обслуговуванням виробництва. Дана величина становить 1,5% від вартості продукції і матеріалів.

Усього по статті 13:

- для контролю «Хлібці» $37,93 \times 1,5 = 0,6$ (грн.);
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $46,1 \times 1,5 = 0,7$ (грн.),

Стаття 14. Виробнича собівартість розраховується шляхом складання величини витрат за статтями 1...13.

- для контролю «Хлібці»
 $= 37,93 + 0,4 + 0,45 + 1600 + 588 + 0,1 + 550 + 550 + 2400 + 2880 + 0,08 + 0,6 = 8607,56$
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону»
 $= 46,1 + 0,46 + 0,55 + 1600 + 588 + 0,12 + 550 + 550 + 2400 + 2880 + 0,1 + 0,7 = 8616,03$

Стаття 15. Позавиробничі (комерційні витрати)

Ця стаття містить витрати на пакування, передпродажну підготовку та вантажно-розвантажувальні роботи, рекламні та інші витрати по реалізації

кулінарної продукції, величина яких визначається у відсотках до виробничої собівартості (5%). Усього по статті 15:

- для контролю «Хлібці» $8607,56 \times 5 = 430,4$
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $8616,03 \times 5 = 431$
- Повна собівартість продукції, яка включає усі види затрат на виробництво та реалізацію продукції становить:

- для контролю «Хлібці» $8607,56 + 430,4 = 9037,96$
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $8616,03 + 431 = 9047,1$

Прибуток підприємства приймали в розмірі 15% від повної собівартості.

Отримуємо:

- для контролю «Хлібці» $9037,96 \times 15 = 1355,7$
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $9047,1 \times 15 = 1357,1$

Оптова ціна виробу включає повну його собівартість та прибуток підприємства і становить:

- для контролю «Хлібці» $9037,96 + 1355,7 = 10393,7$
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $9047,1 + 1357,1 = 10404,2$

Відпускна ціна виробу з ПДВ (ПДВ складає 20% від оптової ціни підприємства) складає:

- для контролю «Хлібці» $10393,7 \times 20 = 2078,7$
 $10393,7 + 2078,7 = 12472,44$
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $10404,2 \times 20 = 2081$
 $10404,2 + 2081 = 12485,2$

Підсумки розрахунків собівартості виробництва та відпускної ціни «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» (продукту-аналога) та нових продуктів узагальнено в табл. 4.3

Таким чином, отримані розрахунки дозволили визначити відпускну ціну розроблених продуктів.

З урахуванням виходу борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці» було розраховано ціну продукту-аналога та удосконаленого борошняного

хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» на 1000 г. виробів., яка складає:

- для контролю «Хлібці» 124,72
- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» 124,85

Таблиця 4.3

Розрахунок відпускної ціни удосконаленого борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» за статтями витрат

Статті витрат	Контроль	Зразок №1
Стаття 1. Витрати на закупівлю сировини	37,93	
Стаття 2. Зворотні відходи	0,4	0,46
Стаття 3. Паливо та енергія на технологічні цілі	0,45	0,55
Стаття 4. Витрати на оплату праці	1600	1600
Стаття 5. Відрахування на соціальне страхування	588	588
Стаття 6. Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	0,1	0,12
Орієнтована вартість машин та устаткування	110000	110000
Стаття 7. Відшкодування зношування спеціальних інструментів і пристосувань цільового призначення та інші спеціальні витрати	550	550
Стаття 8. Витрати на експлуатацію та утримання устаткування	550	550
Стаття 9. Загальновиробничі витрати	2400	2400
Стаття 10. Загальногосподарські витрати	2880	2880
Стаття 11. Витрати внаслідок технічного неминучого браку	0,08	0,1
Стаття 12. Супутня продукція	0,00	0,00
Стаття 13. Інші виробничі витрати	0,6	0,7
Стаття 14. Виробнича собівартість	8607,56	8616,03
Стаття 15. Позавиробничі (комерційні) витрати	430,4	431
Повна собівартість продукції	9037,96	9047,1
Прибуток підприємства	1355,7	1357,1
Оптова ціна виробу	103,937	104,042
Відпускна ціна кулінарної продукції	124,72	124,85

Приріст обсягу реалізації (обсяг товарообороту) розраховували за даною формулою:

$$\Delta P = (P \cdot T_p) / 100 \quad (4.1)$$

де, ΔP – приріст обсягу реалізації, грн.;

T_p – темп приросту обсягу реалізації, %;

P – фактичний обсяг реалізації даного виробу за певний період (рік), грн.

Фактичний обсяг реалізації кулінарної продукції складає тис. грн. Темп приросту обсягу реалізації визначали за формулою:

$$T_p = T_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ец}} \quad (4.2)$$

де, $T_{\text{ц}}$ – темп зміни ціни, %;

$K_{\text{ец}}$ – коефіцієнт еластичності попиту по ціні

Коефіцієнт прямої еластичності попиту по ціні показує, на скільки відсотків змінюється попит споживачів при зміні ціни виробу на один відсоток. Даний коефіцієнт приймали в розмірі 4,5.

Темп зміни ціни визначали за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \left(\frac{BЦ_{\text{ан}}}{BЦ_{\text{нов}}} \right) \cdot 100\% \quad (4.3)$$

де, $BЦ_{\text{ан}}$ – ціна за 1 кг продукту-аналога, грн.;

$BЦ_{\text{нов}}$ – ціна за 1 кг нових виробів, грн..

Розраховуємо темп зміни (всі ціни взято за 100 гр продукції). За аналог візьмемо контроль:

- $T_{\text{ц}} = (124,85 - 124,72) \cdot 100\% = 13\%$

Темп приросту обсягу реалізації складатиме:

* для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $T_p = 13 \cdot 4,5 = 58,5$

Тоді, приріст обсягу реалізації буде складати:

- для «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $\Delta P = (15 \cdot 58,5) : 100\% = 8,77$ тис. грн

Приріст маси прибутку розраховувала за формулою:

$$\Delta П = (\Delta P \cdot P_{\text{п}}) / 100 \quad (4.4)$$

де, $\Delta\Pi$ - приріст маси прибутку, грн. ;

P_n – рентабельність, що склалася на підприємстві (рівень прибутку), %.

В закладі ресторанного господарства або на виробництві, в якому було розроблено, виготовляється і реалізується борошняний хлібобулочний виріб «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону», склався рівень прибутку в розмірі 15%.

Приріст маси прибутку складатиме:

- Для борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» $\Delta\Pi = (8,77 \cdot 15) : 100 = 1,32$ тис. грн

При реалізації удосконаленого хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» збільшиться прибуток, що спонукатиме до підвищення ефективності роботи ЗРГ та використання основних і оборотних коштів підприємства зокрема.

У таблиці 4.4 узагальнено джерела зростання економічної ефективності ЗРГ і реалізації нового виду борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону».

Таблиця 4.4

Показники ефективності виробництва борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону»

Показник	Значення
Ціна борошняного кондитерського виробу з борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону» 1000 г	124,85
1. Прогнозний приріст обсягу реалізації за рахунок зниження ціни підприємства-виробника, тис.грн	8,77
2. Середньогалузевий рівень рентабельності при виробництві удосконаленого борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону», %	15
3. Приріст прибутку підприємства-виробника (в розрахунку на діючий обсяг виробництва) при виробництві борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону»	1,32

Висновки за розділом 4

Проведена робота демонструє розробку рецептури та технології виробництва удосконаленого хлібобулочного виробу — хлібців, призначених для забезпечення спеціалізованого харчування військовослужбовців. Ключовою інновацією є використання функціональних інгредієнтів: соєвого протеїну та насіння льону.

Включення соєвого протеїну та насіння льону значно підвищує вміст високоякісного білка та поліненасичених жирних кислот (Омега-3, Омега-6) у кінцевому продукті порівняно з контрольним зразком (стандартними хлібцями). Це забезпечує підвищену енергетичну цінність та біологічну активність продукту, що критично важливо для осіб, які зазнають значних фізичних та психоемоційних навантажень (військовослужбовці).

Економічний аналіз (якщо він був проведений і підтвердив це) засвідчує, що, незважаючи на додавання цінних функціональних інгредієнтів, цінова політика удосконаленого виробу залишається конкурентоспроможною і не відрізняється суттєво від контрольного (стандартного) аналога. Це робить продукт економічно доцільним для широкого впровадження.

Розроблений продукт має виражений соціальний ефект. Він адресований конкретній соціальній групі — військовослужбовцям, які перебувають як в зоні бойових дій, так і на навчанні. Створення такого продукту підвищеної харчової цінності сприяє підтримці здоров'я, витривалості та боєздатності особового складу.

Удосконалені хлібці, збагачені соєвим протеїном та насінням льону, є ефективною функціональною харчовою добавкою до раціону військовослужбовців. Вони поєднують у собі високу харчову цінність (значний вміст білка та корисних жирів) із прийнятною та економічно обґрунтованою ціною, яка не перевищує вартість контрольних аналогів.

На основі проведеного комплексу економічних розрахунків встановлено собівартість та відпускну ціну удосконаленого борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону». Відпускна ціна продукту

становить 124,85 грн за 1000 г (1 кг) готового виробу, що відображає обґрунтовані виробничі витрати та забезпечує достатній рівень конкурентоспроможності.

Застосування раціональної цінової стратегії підприємства-виробника прогнозує приріст обсягу реалізації на рівні 8,77 тис. грн, що свідчить про потенціал розширення ринкової частки та підвищення попиту. Прогнозований приріст прибутку підприємства оцінюється коефіцієнтом 1,32, що підтверджує високу економічну доцільність впровадження інноваційного рецептурного складу.

Рівень рентабельності продукції відповідає середньогалузевим показникам для аналогічних кондитерських виробів (15%), що підтверджує стабільну прибутковість проєкту. Таким чином, економічний аналіз підтверджує фінансову життєздатність та прибутковість виробництва «Хлібців з соєвим протеїном та насінням льону», забезпечуючи конкурентну цінову позицію та прогнозуючи позитивну динаміку комерційних показників.

Розроблений хлібобулочний виріб рекомендований для включення в раціони харчування військовослужбовців як продукт, що забезпечує додаткову енергію, білок та мікроелементи, необхідні для підтримки організму в умовах підвищеного стресу та фізичних навантажень. Продукт має як науково обґрунтовану рецептуру, так і важливий соціальний ефект.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене дослідження охопило повний цикл наукового обґрунтування та практичної реалізації рецептурної модифікації хрустких хлібців шляхом часткової заміни пшеничного борошна на інноваційні інгредієнти – соєвий протеїн та насіння льону. На основі системного аналізу сучасної наукової літератури було виокремлено ключові напрями інновацій у хлібопекарському виробництві, зокрема тенденцію до підвищення харчової цінності за рахунок використання нетрадиційної сировини з функціональними властивостями.

У ході експериментального етапу встановлено, що соєвий протеїн (вологість 7,3 %) і насіння льону (8,0 %) характеризуються нижчим вмістом води порівняно з пшеничним борошном (14,0 %), що сприяє зниженню мікробіологічних ризиків та подовженню терміну зберігання сировини. Включення цих інгредієнтів до складу тіста зумовлює необхідність коригування вмісту води через їхню високу гідратаційну здатність і гелеутворювальні властивості. рН соєвого протеїну (6,9) перевищує аналогічні показники інших компонентів, що вимагає контролю кислотності для забезпечення мікробіологічної стабільності продукту.

Функціонально-технологічний аналіз показав, що тісто модифікованої рецептури характеризується збалансованим поєднанням пружності (77,7 од. ІДК) та водоутримуючої здатності, що підтверджується прийнятним діаметром кульки тіста (58,7 мм). Незважаючи на зниження вмісту сирової клейковини до 29,2%, це не призвело до втрати структурної цілісності, а, навпаки, сприяло формуванню більш стабільної текстури тіста. Значення адгезійної здатності (0,99 кПа) є оптимальним – воно забезпечує достатню зв'язність маси без надмірної липкості, що особливо важливо для механічної обробки при формуванні хлібців. Порівняльний аналіз з контролем та зразком МК 3 вказує, що саме МК 2 забезпечує технологічну рівновагу між оброблюваністю та стабільністю тіста. Фізико-хімічні характеристики хлібців виготовлених за МК 2 покращились порівняно з контрольним зразком. Спостерігалось зниження ступеня упікання (до 17,8%) та ступеня намокання (до 215%), що є ознаками посилення

водоутримуючої здатності тіста й стабілізації білково-вуглеводної матриці. Це свідчить про підвищення структурної стійкості виробу в процесі термічної обробки та зберігання. Поживна цінність продукту істотно зросла: вміст білка підвищився на 34,5%, жирів – на 27,9%, що відбулося без суттєвого зростання калорійності (лише +1,2%) і навіть із незначним зниженням вмісту вуглеводів (на 5,4%). Значне збагачення спостерігалось за мікроелементами (натрій, кальцій, залізо, фосфор) та вітамінами, особливо холіном (В₄), вміст якого зріс на 131,4%. Такі зміни суттєво розширюють оздоровчий потенціал продукту.

Амінокислотний склад також зазнав позитивних змін: покращення вмісту критично важливих амінокислот для зернових білків – лізину (+4,9%), лейцину (+3,8%) і треоніну (+1,1%) – призвело до зростання показників амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності амінокислот (КутАК). Максимальна КутАК для лізину (100%) і зниження коефіцієнта різниці АКС (КРАС) з 26,12% до 24,35% свідчать про поліпшення амінокислотного балансу білкової складової продукту. Біологічна цінність білка підвищилася до 75,63%, що підтверджує ефективність рецептурної модифікації у напрямку функціонального збагачення.

Органолептична оцінка продемонструвала, що модифікація рецептури в межах зазначених концентрацій не погіршує смакові та текстурні властивості продукту. Крім того, було встановлено оптимальний режим випікання (9 хв при 190 °С), який дозволяє забезпечити якісну структуру та стабільну текстуру без надмірного випаровування вологи або збільшення енерговитрат. Таким чином, результати дослідження підтверджують, що рецептурна модифікація за варіантом МК 2 є науково обґрунтованою і практично доцільною стратегією удосконалення хрустких хлібців. Такий підхід дозволяє підвищити їхню харчову та біологічну цінність, зберігаючи при цьому задовільні споживчі властивості та оптимальну енергетичну цінність. Запропонована технологія має потенціал для промислового впровадження з метою створення продуктів функціонального харчування з покращеними оздоровчими характеристиками.

На основі проведеного комплексу економічних розрахунків встановлено собівартість та відпускну ціну удосконаленого борошняного хлібобулочного виробу «Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону». Відпускну ціну продукту становить 124,85 грн за 1000 г (1 кг) готового виробу, що відображає обґрунтовані виробничі витрати та забезпечує достатній рівень конкурентоспроможності.

Застосування раціональної цінової стратегії підприємства-виробника прогнозує приріст обсягу реалізації на рівні 8,77 тис. грн, що свідчить про потенціал розширення ринкової частки та підвищення попиту. Прогнозований приріст прибутку підприємства оцінюється коефіцієнтом 1,32, що підтверджує високу економічну доцільність впровадження інноваційного рецептурного складу.

Рівень рентабельності продукції відповідає середньогалузевим показникам для аналогічних кондитерських виробів (15%), що підтверджує стабільну прибутковість проєкту. Таким чином, економічний аналіз підтверджує фінансову життєздатність та прибутковість виробництва «Хлібців з соєвим протеїном та насінням льону», забезпечуючи конкурентну цінову позицію та прогножуючи позитивну динаміку комерційних показників.

Розроблений хлібобулочний виріб рекомендований для включення в раціони харчування військовослужбовців як продукт, що забезпечує додаткову енергію, білок та мікроелементи, необхідні для підтримки організму в умовах підвищеного стресу та фізичних навантажень. Продукт має як науково обґрунтовану рецептуру, так і важливий соціальний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баланси споживання основних продуктів харчування населення України – 2020 : стат. збірник / Державна служба статистики України. – Київ : ДССУ, 2021. – 132 с. – URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/07/Zb_Bsph_2020.pdf
2. Аналіз ринку хлібобулочних виробів в Україні, 2021 – I квартал 2024 років [Електронний ресурс] // Pro-Consulting. – URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-hlebobulochnyh-izdelij-v-ukraine-2021-i-kvartal-2024-gg>
3. Споживання хлібобулочних виробів знижується: українці все більше купують заморожений хліб [Електронний ресурс] // AgroPortal.ua. – URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/spozhivannya-hlebobulochnih-virobiv-znizhuyetsya-ukrajinci-vse-bilshe-kupuyut-zamorozheniy-hlib>
4. Бездріжджовий хліб: сучасні виклики хлібопечення [Електронний ресурс] // Lesaffre Україна. – URL: <https://lesaffre.ua/baking-center-news/bezdrizhovyi-hlib-suchasni-vyklyky-hlibopechennia/>
5. Який хліб найкорисніший для здоров'я? [Електронний ресурс] // Lviv.Media. – URL: <https://lviv.media/amp/zdorovya/98255-yakij-hlib-najkorisnishij-dlya-zdorovya/>
6. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2017, 14(1), 20. DOI: [10.1186/s12970-017-0177-8](https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8)
7. Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. The American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 89(1), 161–168. DOI: [10.3945/ajcn.2008.26401](https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26401)
8. Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults.

- British Journal of Sports Medicine, 2018, 52(6), 376–384. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097608
9. Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. C. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 2011, 29(sup1), S29–S38. DOI: [10.1080/02640414.2011.619204](https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204)
 10. Tovma L. F., Yevlash V. V., Glushchenko V. V. Physiological and hygienic estimation of the daily ration for the servicemen of the army and other military formations of Ukraine and its correction by the introduction of the protein-vitaminous product named “VitaBar” // *Honor and Law*. – 2017. – № 1(60). – С. 82–87. – DOI: [10.33405/2078-7480/2017/1/60/136884](https://doi.org/10.33405/2078-7480/2017/1/60/136884).
 11. Маслійчук О. Б., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Наукові засади розроблення продуктів з підвищеним вмістом білка в раціоні харчування військовослужбовців // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. – 2023. – № 6. – С. 81–86. – DOI: [10.32782/tnv-tech.2023.6.14](https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.14).
 12. Дзюба Н. А., Дубина А. А., Нотевський Є. В., Дзюба Ю. О. Визначення нутрієнтних, мікробіологічних та сенсорних показників якості білково-вуглеводних батончиків для військових // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. – 2023. – № 2. – С. 134–139. – DOI: [10.32782/tnv-tech.2023.2.20](https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.2.20).
 13. Саган В. В., Каплун С. О., Фролов О. С. Досвід застосування каталогу продуктів у системі харчування Збройних Сил України. // *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Військові та технічні науки*. – 2023 – Т. 88, № 3. – С. 150–158. DOI: [10.32453/3.v88i3.1110](https://doi.org/10.32453/3.v88i3.1110)
 14. Пересічний М. І., Магалецька І. А., Довга О. О. Методичні рекомендації до розроблення оздоровчих харчових раціонів для військовослужбовців // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку»*. – Київ: НУХТ, 2015. – С. 76–77. – URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/19987>.

15. Історія виникнення хлібців та їх поширення. [Електронний ресурс] // wikipedia.org. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%85%D0%BB%D1%96%D0%B1%D0%B5%D1%86%D1%8C
16. Різновиди хлібців та їх корисні властивості. Електронний ресурс] // mantinga.org – URL: <https://mantinga.org/uk/stati/51-hlibtsi-osoblivosti-ta-korisni-vlastivosti.html?srsltid=AfmBOopmcNUwImyr75ViR956ODWeqSWESuzk5AxXcHTY6rqPTpeJiHqU>
17. Характеристика складу та властивостей хлібців. [Електронний ресурс] // mantinga.org – URL: https://mantinga.org/uk/stati/45-chim-hlibtsi-vidriznyayutsya-vid-bulochok-i-yakimi-voni-buvayut.html?srsltid=AfmBOoqQY1n3yeLnOra6Md_ohXSZPStk7i-b4Pxpq0bdISFgz6Zxkpw8
18. Сучасні технології. Наука і освіта. Проблема дефіциту білка в харчуванні. 2023. №28. С. 28–32. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/download/meit28-01-028/6008/1719>
19. Білок – що це таке, властивості, потреба, функції та роль. Natu.care. 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://natu.care/ua/bilok>
20. Нестача білка в організмі може призвести до серйозних наслідків. Урядовий кур'єр. 2013. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/nestacha-bilka-v-organizmi-mozhe-prizvesti-do-serj/>
21. Нестача білків може зашкодити вашим онукам? Вчені дослідили наслідки незбалансованого раціону. Українська правда. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://life.pravda.com.ua/health/nezbalansovane-harchuvannya-mozhe-shkoditi-zdorov-yu-nashchadkiv-vcheni-305340/>

22. Low protein diets produce divergent effects on energy balance. National Center for Biotechnology Information. 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4848496/>
23. Раціональне харчування в сучасних умовах. Навчально-виховний комплекс №13 м. Кропивницький. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nvk13kp.co.ua/ratsionalne-harchuvannya-v-suchasnyh-umovah/>
24. Dietary protein intake and human health. RSC Publishing. 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/fo/c5fo01530h>
25. Білок – дефіцит та надлишок. Які наслідки для організму? Рівненський обласний центр контролю та профілактики хвороб. 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rv.cdc.gov.ua/news/bilok-defitsyt-ta-nadlyshok-yaki-naslidky-dlya-organizmu/>
26. The challenges associated with a low protein diet (Review). International Journal of Functional Nutrition. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ijfn.2025.43>
27. Protein Deficiency Symptoms to Be Aware Of. SELF. 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.self.com/story/protein-deficiency>
28. What Happens to Your Body When You Don't Eat Enough Protein Every Day. Verywell Health. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.verywellhealth.com/protein-deficiency-symptoms-8756264>
29. The challenges associated with a low protein diet (Review). International Journal of Functional Nutrition. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ijfn.2025.43>
30. Наукові засади розроблення продуктів з підвищеним вмістом білка у раціоні харчування військовослужбовців. Національний університет харчових технологій. 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/0c8b0270-62f6-4aed-932f-bf43ca626d66/download>

31. Стрижак Р. Г. Обґрунтування технології збагачення м'ясопродуктів інгредієнтами з високою харчовою цінністю : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Стрижак Руслан Геннадійович. – Дніпро : ДДАЕУ, 2021. – 169 с.
URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/8122/1/Стрижак%20Р.Г..pdf>
32. Лобачова О. М. Наукові основи формування харчових продуктів для профілактичного та спеціалізованого споживання : монографія / О. М. Лобачова. – Суми : СНАУ, 2020. – 230 с.
URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/3503/1/215-Монографія%20Лобачова.pdf>
33. Значек О. Ю. Розробка технології харчового продукту лікувально-профілактичного призначення на основі бобової сировини : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Значек Олена Юріївна. – Харків : ХНТУСГ, 2019. – 173с.
URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34236/1/dys_Znachek_2019.pdf
34. Дзюндзя В. М., Новікова Н. І. Дослідження впливу функціональних інгредієнтів на якість виробів із тіста : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Хлібопекарська та кондитерська галузі: новітні технології і обладнання» (м. Херсон, 23–24 квіт. 2020 р.). – Херсон : ХДАУ, 2020. – С. 43–45. URL: http://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/4808/Дзюндзя%20Новікова_2020_Конференція_Хліб_Конд_.pdf
35. Стукальська Н. М., Кузьмін О. В., Ряба О. Д., Дериш А. Д. Удосконалення технології та дослідження впливу рідкої основи на якість борошняних безглютенових виробів // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". — 2021. — №19. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6d574d67-b585-42ba-b399-237bb8a5d8ed/content>

36. ДСТУ 4582:2006 Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Хліб та хлібобулочні вироби. Основні положення URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=70470
37. Ривак Г. П., Бойко Г. Й., Ривак Р. О. Комплексна оцінка продуктів переробки сої та соняшника // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. – 2021. – Т. 23, № 1. – С. 191–197. – DOI: 10.36359/scivp.2021-22-1.23.
38. Gorbach D. A., Sakhno T. V. Важливість білка в життєдіяльності людини. Протеїн як спортивна добавка // Полтавський державний аграрний університет. – 2022. – С. 4–6.
39. Shen Y., Song X., Liu Y., et al. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and applications // Current Opinion in Food Science. – 2021. – Vol. 43. – P. 1–7. – DOI: 10.1016/j.cofs.2021.05.001.
40. Messina M. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature // Nutrients. – 2016. – Vol. 8, No. 12. – P. 754. – DOI: 10.3390/nu8120754.
41. Rutherford S. M., Fanning A. C., Miller B. J., Moughan P. J. Protein quality of soy and the effect of processing // Frontiers in Nutrition. – 2022. – Vol. 9. – Article 1004754. – DOI: 10.3389/fnut.2022.1004754.
42. Маркін А. М. Пояснювальна записка: Обґрунтування технології виробництва соєвого шроту // Дніпровський державний аграрно-економічний університет. – 2023. – 35 с.
43. Gibson R. A., Makrides M. Soy protein, bioactive peptides, and isoflavones: A review of their health benefits // Food Research International. – 2023. – Vol. 162. – Article 112074. – DOI: 10.1016/j.foodres.2022.112074.
44. Кернеш В. П., Омельченко Н. М., Коновал В. П. Біологічна повноцінність протеїну та її роль при годівлі сільськогосподарських тварин // Корми і кормовиробництво. – 2023. – Вип. 95. – С. 172–176.

45. Messina M., Rogero M. M., Fisberg M., Waitzberg D. Health effects of soy: A reference guide for health professionals // *Frontiers in Nutrition*. – 2022. – Vol. 9. – Article 970364. – DOI: 10.3389/fnut.2022.970364.
46. Young S. S., Kindzierski W. B., Hawkins D., Fogel P., Meyer T. Case Study: Evaluation of a meta-analysis of the association between soy protein and cardiovascular disease // *arXiv preprint arXiv:2112.03945*. – 2021.
47. Flaxseed (*Linum usitatissimum*); phytochemistry, pharmacological characteristics and functional food applications // *Food Chemistry Advances*. – 2024. – Vol. 4. – Article 100573. – DOI: 10.1016/j.focha.2023.100573.
48. Bioactive Lignans from Flaxseed: Biological Properties and Patented Recovery Technologies // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27, No. 3. – Article 105. – DOI: 10.3390/molecules27030105.
49. Kajla P., et al. Flaxseed: A Potential Functional Food Source. *Journal of Food Science and Technology*. 2015;52(4):1857–1871. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9.
50. Goyal A., et al. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*. 2014;51(9):1633–1653. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9.
51. Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2011. – Vol. 51, No. 3. – P. 210–222. – DOI: 10.1080/10408390903537241.
52. Bloedon LT., Szapary PO. Flaxseed and cardiovascular risk. *Nutrition Reviews*. 2004;62(1):18–27. DOI: 10.1301/nr.2004.jan.18-27.
53. Singh KK., et al. Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011;51(3):210–222. DOI: 10.1080/10408390903537241.
54. Prasad K. Flaxseed and cardiovascular health. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*. 2009;54(5):369–377. DOI: 10.1097/FJC.0b013e3181b6a9f4.
55. ДСТУ ISO 13690:2003 Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб.

56. ДСТУ 7662:2014 Концентрати харчові. Методи визначення органолептичних показників, готовності концентратів до вживання та оцінювання дисперсності суспензії.
57. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. / за ред. В. І. Дробот. Київ: Кондор. 2015. 972 с.
58. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навч. посіб. / за ред. проф. А.М. Дорохович і проф. В.М. Ковбаси.- К.: Фірма «ІНКОС», 2015. - 632 с.
59. Soares L.H.V. Physicochemical properties of free food proteins treated with transglutaminase/ L.H.V. Soares, P.M. Albuquerque, F. Assmann, M.A. Zachia Ayub // Ciencia Rural. – 2004. - Vol. 34 (4). – P. 1219–1223.
60. ДСТУ 4582:2006 Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Хліб та хлібобулочні вироби. Основні положення URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=70470

ДОДАТКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник підприємства
П.І.Б.
дд/мм/рр.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №1
«Удосконалені хлібці з соєвим протеїном та насінням льону»

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 100 г готового виробу, г		Технологічні вимоги до сировини
		В натурі	В сухих речовинах	
Борошно пшеничне I сорту	85,5	260	222,3	ДСТУ ISO 6820:2004
Борошно з цільного зерна жита	85,5	288,1	246,3	ДСТУ ISO 6820:2004
Зерно вівсяне	87,0	49,6	43,2	ДСТУ 7698:2015
Сіль екстра	99,9	15	14,98	ДСТУ 3583:2015
Вода		350		ДСТУ 7525:2014
Соевий протеїн		29,7	28,2	ДСТУ 4595:2006
Насіння льону		6	5,52	ДСТУ 4967:2008
Вихід			1000	

Технологія приготування

Процес виготовлення удосконалених хлібців починається з підготовки сировини. Всі сухі компоненти просіюють, воду підігривають. Просіяне насіння льону замочують в частині рідини.

Наступним етапом є змішування сухих компонентів та перемішування їх до однорідності, після чого додається рідина і все ретельно перемішується до однорідної маси. Після замішування, тісто залишають на вистоювання на 30 хв. за температури 25 °С для набухання компонентів, зокрема клейковини борошна.

Після вистоювання тісто розкатують в пласти завтовшки від 2 до 5 мм та розділяють на хлібці прямокутної форми заданих розмірів. Поверхню проколюють для уникнення появи здуття.

Випікання проводиться за температури 170-200 °С та тривалості 5-10 хв., до появи хрусткої структури та золотистої поверхні виробу.

В разі необхідності, для кращої просушування, хлібці підлягають процесу сушіння за температури 50-100 °С та тривалості від 15 до 90 хв. в залежності від бажаного ступеня просушки.

Готові вироби підлягають охолодженню до кімнатної температури, фасуванню та пакуванню.

Технологічні параметри рецептури

№	Вид втрат	Нормативне значення, %	Фактичне значення, %
1	Механічні втрати	5,0	5,8
2	Теплові втрати	30,0	29,4

Характеристика готового напівфабрикату

Зовнішній вигляд – форма прямокутної плитки. Поверхня шорстка з надколами і рельєфом, без тріщин, розломів чи пригоріlostей.

Колір – світло-коричневий.

Консистенція – рівномірна пористість, добре пропечені, в міру хрустка.

Запах – властивий даному виду виробів, без стороннього запаху.

Смак – властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку.

Мікробіологічні показники для даного виду виробу, які нормуються:

Мікробіологічні показники виробу, які нормуються.

Мезофільні аеробні та факультативноанаеробні мікроорганізми КУО в 1 г, не більше ніж	Маса продукту (г/ см ³), в якій не допускаються		Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж
	БГКП (колі-форми)	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії (Salmonella), віруси	
5*10 ²	0,1	25	-

Поживна цінність страви/продукту на 100 г виробу :

Енергетична цінність – 229,1 ккал.

Жирів – 1,42 г;

Вуглеводів – 44,80 г;

Білків – 9,28 г;

Клітковина – 4,15 г.

Наявність продуктів, які можуть викликати алергію

Високої алергенності: глютен, соя.

Середньої алергенності: відсутні.

Низької алергенності: відсутні.

Розробник:

(Підпис)

(П.І.Б.)

Технічний експерт

(Підпис)

(П.І.Б.)



Публікації
СТАТТЯ

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



**Таврійський
науковий вісник**

Технічні науки

Випуск 3



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 10 від 26.06.2025 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 3. 442 с.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення № 2933 від 24.10.2024 року.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Херсонський державний аграрно-економічний університет
(вул. Стрітенська, буд. 23, м. Херсон, 73006, office@ksaeu.kherson.ua, тел. +38(050) 571-19-13)

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 29.06.2021 № 735 (додаток 4)
журнал внесений до переліку фахових видань України категорії «Б» (спеціальності:
F3 – Комп'ютерні науки; F4 – Системний аналіз та наука про дані; G13 – Харчові технології;
G19 – Будівництво та цивільна інженерія).

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Редакційна колегія:

Дзюндзя О.В. – доцент кафедри інженерії харчового виробництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент – головний редактор; **Антоненко А.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного бізнесу ПВНЗ «Київський університет культури», к.т.н., доцент; **Балухіна Г.А.** – провідний науковий співробітник відділення землеробства, меліорації та механізації апарату Президії НААН, к.т.н.; **Березовський Ю.В.** – доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., доцент; **Бровенко Т.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу Київського національного університету культури і мистецтва, к.т.н., доцент; **Вороненко М.О.** – доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, к.т.н., доцент; **Гончаренко А.В.** – професор кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Національного авіаційного університету, д.т.н., професор; **Гопеснюк В.** – проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи» Університету прикладних наук ISMA, Dr.sc.ing., професор (Рига, Латвійська Республіка); **Горальчук А.Б.** – професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Харківського державного університету харчування та торгівлі, д.т.н., професор; **Димова Г.О.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н.; **Коваленко О.О.** – завідувач кафедри біоінженерії і води Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор; **Ковальчук П.І.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., професор; **Кузьмич Л.В.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., доцент; **Кузьміна Т.О.** – професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Лобода О.М.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент; **Марасанов В.В.** – член спеціалізованої Вченої ради ДФ 67.052.003 Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Матяш Т.В.** – старший науковий співробітник, завідувач відділу інформаційних технологій та маркетингу інновацій Інституту водних проблем і меліорації НААН, к.т.н.; **Отрош Ю.А.** – начальниці кафедри пожежної, профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор; **Пневматікос Н.** – доцент кафедри будівництва Університету Західної Атики, к.т.н., доцент (Афіни, Греція); **Романенко Р.П.** – доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету, к.т.н.; **Степанчикова Д.М.** – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, к.ф.-м.н., доцент; **Стригунівська О.В.** – Гірничо-металургійна академія імені Станіслава Сташиця, к.т.н., доцент (Краків, Республіка Польща); **Сурьянінов М.Г.** – завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор; **Ткаченко О.Б.** – професор, завідувачка кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., доцент; **Турченко В.О.** – професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, д.т.н., доцент.

УДК 664.641.2.016.3

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.3.40>

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ХАРЧУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Стукальська Н. М. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології ресторанної та аюрведичної продукції
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0000-0001-6590-7170

Карпачов О. Ю. – магістр Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0009-0003-5016-2745

В умовах зростаючих фізичних і психоемоційних навантажень, стричинених військовими діями та службовою діяльністю, питання повноцінного та збалансованого харчування військовослужбовців набуває особливої ваги. Одним із критичних аспектів у забезпеченні належного раціону є дефіцит білка, що впливає на фізичну витривалість, відновлення м'язової тканини, імунну функцію та загальний рівень адаптації організму до стресових умов. Згідно з сучасними дослідженнями, значна частина стандартного харчування військових не відповідає добовим нормам білкових речовин, особливо у випадку тривалого перебування в польових умовах або при обмеженому доступі до свіжих продуктів тваринного походження.

Проблема білкового дефіциту також тісно пов'язана з обмеженою різноманітністю харчових продуктів у раціоні, нестачею есенціальних амінокислот, а також із тенденціями незбалансованого споживання макро- та мікроелементів. Це створює необхідність у розробці функціональних харчових продуктів, збагачених легкоасимілюваним білком рослинного походження, які мають високу біологічну цінність, тривалий термін зберігання, зручну форму споживання та здатність підтримувати фізіологічні потреби організму в екстремальних умовах.

У цьому контексті значну увагу привертють хлібобулочні вироби, зокрема хрусткі хлібці, які останніми роками здобули широку популярність серед споживачів завдяки своїм функціональним, поживним та технологічним перевагам. Хлібці є зручним, легким і транспортним продуктом, який може зберігатися тривалий час без втрати споживчих властивостей, що робить їх особливо придатними для використання у військових раціонах. Крім того, вони мають потенціал для рецептурного вдосконалення з метою підвищення поживної цінності, зокрема шляхом збагачення рослинними білками.

Особливу цінність у цьому напрямку мають харчова добавка соєвий протеїн і насіння льону – джерела повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон і мікроелементів. Їх використання в технології збагачених хлібців відкриває перспективи для створення продуктів з високою функціональною та нутритивною цінністю, адаптованих до потреб військових та інших категорій населення з підвищеною фізіологічною потребою в білку.

Таким чином, наукове обґрунтування рецептурної модифікації традиційних хлібобулочних виробів шляхом еключення інноваційних рослинних білкових компонентів є актуальним напрямом у сфері військового харчування, функціональних продуктів і забезпечення продовольчої безпеки.

Ключові слова: хлібці, соєвий протеїн, насіння льону, харчування військовослужбовців, харчові волокна, харчова добавка.

Stukalska N. M., Karpachov O. Yu. Improvement of bakery production technology for food for military servants

In the conditions of increasing physical and psycho-emotional stress caused by military operations and official activities, the issue of full and balanced nutrition of military personnel is gaining particular importance. One of the critical aspects in ensuring a proper diet is protein deficiency, which affects physical endurance, muscle tissue recovery, immune function and the overall level of adaptation of the body to stressful conditions. According to modern studies, a significant part of the standard diet of military personnel does not meet the daily protein

requirements, especially in the case of prolonged stay in the field or with limited access to fresh animal products. The problem of protein deficiency is also closely related to the limited variety of food products in the diet, the lack of essential amino acids, as well as the trends of unbalanced consumption of macro- and micronutrients. This creates a need to develop functional food products enriched with easily digestible protein of plant origin, which have high biological value, long shelf life, convenient form of consumption and the ability to support the physiological needs of the body in extreme conditions.

In this context, bakery products, in particular crispbreads, which in recent years have gained wide popularity among consumers due to their functional, nutritional and technological advantages, attract considerable attention. Breads are a convenient, light and transportable product that can be stored for a long time without losing consumer properties, which makes them particularly suitable for use in military rations. In addition, they have the potential for recipe improvement to increase nutritional value, in particular by enriching with plant proteins.

Of particular value in this area are the dietary supplement soy protein and flax seeds – sources of complete protein, polyunsaturated fatty acids, dietary fiber and microelements. Their use in the technology of enriched bread rolls opens up prospects for creating products with high functional and nutritional value, adapted to the needs of the military and other categories of the population with an increased physiological need for protein.

Thus, the scientific substantiation of the recipe modification of traditional bakery products by including innovative plant protein components is a relevant direction in the field of military nutrition, functional products and ensuring food security.

Key words: bread rolls, soy protein, flax seeds, military nutrition, dietary fiber, food supplement.

Постановка проблеми. Хлібобулочні вироби традиційно займають чільне місце в харчовому раціоні українців і залишаються одними з найпопулярніших продуктів щоденного споживання.

Популярність хлібобулочних виробів пояснюється їхньою доступністю, універсальністю та поживністю. Вони легко поєднуються з іншими продуктами, є джерелом вуглеводів, деякої кількості білка, вітамінів групи В та мінералів. У сучасних умовах, коли ритм життя стає дедалі динамічнішим, а структура харчування змінюється, хлібобулочна продукція зберігає своє значення як зручний і швидкий спосіб насичення, особливо в форматі «перекусу» [1].

Водночас зростає інтерес до більш здорових альтернатив: хлібців із додаванням насіння, висівок, бобових, білкових концентратів, зниженою кількістю солі та цукру. Це відкриває нові можливості для виробників у напрямку розробки хлібобулочних виробів із підвищеною біологічною цінністю, у т.ч. функціонального або спеціалізованого призначення – для дітей, спортсменів, людей похилого віку, військових та інших груп [2–3].

З початком військової діяльності на території нашої держави проблема якісних, поживних та доступних продуктів харчування для військовослужбовців постала на порядку денному як ніколи раніше. Вона є багатовимірною і охоплює фізичний, психоемоційний, соціальний та нутриційний (харчовий) аспекти. Після перебування в зоні бойових дій чи проходження інтенсивних навчань, військові часто стикаються з виснаженням організму, порушеннями обміну речовин, дефіцитом нутрієнтів, розладами сну, психологічним стресом та фізичними травмами, які потребують цілісного й системного підходу до відновлення.

З фізіологічного боку, організм військовослужбовця після тривалого стресового навантаження часто виявляється в стані катаболізму – розпаду тканин (особливо м'язової) через нестачу поживних речовин, високий рівень кортизолу та загальне виснаження. Часто виявляється зниження м'язової маси, анемія, збіднення мікрофлори кишечника, а також знижена імунна реакція. У таких умовах недопущення подібних проявів можливе лише за умов регулярного, збалансованого та

поживного харчування, яке забезпечує достатню кількість білка, вітамінів, мінералів і корисних жирів [4–6].

Споживання хлібців військовослужбовцями, які перебувають на навчанні, в зоні проведення бойових дій є доцільним і навіть бажаним за умови правильного вибору їх складу. Хлібці, особливо виготовлені на основі цільнозернових культур та збагачені білком, клітковиною й корисними жирами, можуть стати ефективним елементом раціону [7–8].

Передусім, хлібці мають високу енергетичну щільність, що дозволяє забезпечити організм калоріями навіть при невеликому об'ємі їжі, що особливо важливо у випадках, коли апетит знижений або є обмеження на споживання важкої їжі. Висівки, цільні зерна та насіння, які часто входять до складу хлібців, містять багато харчових волокон, що сприяє нормалізації роботи травного тракту, профілактиці закресів, поліпшенню мікрофлори кишечника, яка, у свою чергу, підтримує імунну систему.

Хлібці, збагачені білковими добавками (соєвий, гороховий, яєчний протеїн), є джерелом повноцінного білка, необхідного для відновлення м'язової тканини, імунних клітин, ферментів і гормонів. Саме під час регенерації після надмірних фізичних навантажень потреба в білку зростає майже вдвічі, і білкові хлібці можуть бути зручним способом частково її покрити – особливо в умовах обмеженого доступу до м'яса чи молочних продуктів.

Ще один важливий аспект – зручність зберігання і транспортування. На відміну від хліба, хлібці мають тривалий термін зберігання, легкі, не псується без холодильника, зберігають структуру в індивідуальному пакуванні. Це робить їх придатними для використання як на навчальних полігонах, військових частинах, так і на полію бою [9–10].

Крім того, деякі види хлібців можуть бути збагачені мікроелементами (цинком, магнієм, залізом) або вітамінами групи В – ці речовини є критично важливими при загоєнні ран, підтримці нервової системи та стабілізації емоційного фону.

Отже, хлібці можуть відігравати важливу роль у харчуванні військових, за умови, що вони обрані правильно – з орієнтацією на підвищену потребу в білку, легке засвоєння, енергетичну цінність і безпечний склад.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові напрацювання у сфері удосконалення технології виробництва хлібців активно розвиваються у кількох основних напрямках: підвищення поживної цінності, поліпшення функціональних властивостей, зниження собівартості, подовження терміну зберігання та збереження органолептичних характеристик продукту. Вчені, зокрема українські дослідники в галузі харчових технологій, зосереджуються на інноваціях, які дозволяють адаптувати хлібці до сучасних потреб споживачів – від дієтичного до лікувально-профілактичного харчування.

Одним із ключових напрямів є збагачення рецептур хлібців білками рослинного походження. Зокрема, дослідники активно впроваджують соєвий, гороховий, нутовий, конопляний, гарбузовий білок, а також сухе знежирене молоко або яєчний білок як добавки для покращення амінокислотного профілю та збільшення загального вмісту білка. Такі хлібці орієнтовані на спортсменів, дітей, людей у періоді реабілітації або з білковим дефіцитом. У деяких дослідженнях зазначено, що додавання білкових концентратів у межах 10–20 % до рецептури хлібців дає змогу збільшити вміст білка в готовому продукті майже вдвічі, зберігаючи при цьому хрусткість та стабільність форми.

Постановка завдання. Спираючись на результати огляду літератури, пропонується здійснити удосконалення хлібців за рахунок додавання до його інгредієнтного

складу високобілкового продукту – соєвого протеїну. Для підвищення біологічної цінності запропоновано використати насіння льону, які є доступним продуктом з високим вмістом ряду мікроелементів та вітамінів.

Виклад основного матеріалу. За контрольну рецептур було взято технологію хлібців згідно ДСТУ 4582:2006 [11] табл. 1.

Таблиця 1

Рецептура базової продукції – хлібці (контроль)

Сировина	Витрати сировини на 1 кг готової продукції	
	брутто	нетто
Борошно пшеничне I сорту	300	297,3
Борошно з цільного зерна жита	290	288,1
Зерно вівсяне	50	49,6
Сіль екстра	15	15
Вода питна	350	350
Всього	1000	

Проаналізувавши класичну рецептуру, помітно, що інгредієнти, що входять до її складу мають доволі обмежений вміст білку та мають низьку біологічну цінність.

Беручи до уваги зазначені недоліки, впровадження запропонованих інноваційних складових здатне сприяти розв'язанню цієї проблеми, підвищивши привабливість виробу, зокрема з метою їх використання в процесі відновлення військовослужбовців.

Харчова добавка соєвий протеїн – це цінна харчова добавка, яка значно підвищує поживну цінність продуктів, особливо хлібців. Він забезпечує організм якісним рослинним білком, сприяє зниженню ризиків серцево-судинних і метаболічних захворювань, підходить для різноманітних дієт і має широкі технологічні можливості. Однак його використання потребує уважного підходу з урахуванням можливих індивідуальних обмежень, джерела сировини та контролю якості кінцевого продукту [13].

В таблиці 2 наводиться порівняння хімічного складу соєвого протеїну та інших високобілкових продуктів, які можуть використовуватись як добавки для збагачення хлібців.

Таким чином, з огляду на високу поживну ефективність, технологічну зручність та широкий спектр застосування, саме соєвий протеїн є оптимальним рослинним білком для збагачення зернових хлібців порівняно з іншими подібними інгредієнтами.

Насіння льону – це один із найцінніших інгредієнтів сучасного функціонального харчування, що поєднує високу поживну цінність, багатий біохімічний склад і добрі технологічні властивості. Його активно використовують у виробництві здорових продуктів, зокрема зернових хлібців, завдяки поєднанню жирних кислот, рослинного білка, клітковини, мінералів і біоактивних речовин.

Варто також зазначити, що льон здатен утворювати гелеподібну масу при контакті з водою, що дозволяє використовувати його як природний загусник або заміник яєць у веганській випічці. Більш розширене порівняння хімічного складу льону та інших видів насіння наведено в табл. 3.

Спираючись на хімічний склад та властивості насіння льону, його доцільно використовувати для збагачення хлібців в кількості не більше 2 % від маси

Таблиця 2

Хімічний склад соєвого протеїну та інших високобілкових продуктів

Продукт / Добавка	Білок (г)	Жири (г)	Клітковина (г)	Незамінні амінокислоти	Біологічна цінність	Особливості для виробництва хлібців
Соєвий протеїн (ізолят)	85–90	≤1	≤1	Повний профіль	Висока, всі амінокислоти	Нейтральний смак, добрі зв'язувальні властивості, гіпоалергенний контроль потрібен
Сироватковий протеїн	80–90	1–3	<1	Повний	Дуже висока, швидка абсорбція	Цінний, але дорожчий, обмежене використання у веганських продуктах
Гороховий протеїн	75–85	6–10	3–5	Неповний (низький метіонін)	Висока, але дефіцит метіоніну	Гарна водозв'язуваність, легкий гороховий присмак
Конопляний білок	45–50	10–12	15–20	Майже повний	Добра, містить всі амінокислоти, але у меншій кількості	Висока клітковина, темніший колір тіста, приємний горіховий аромат
Нутовий або сочевичний білок	60–70	5–8	10–15	Неповний	Висока, багатий на лізин	Відмінна текстура, дещо борошністий смак
Яечний порошок (сухий білок)	80–85	0–1	≈0	Повний	Ідеальна амінокислотна формула	Добра спінюваність, алерген, не підходить для веганів
Гарбузове насіння (подрібнене)	35–40	40–45	5–6	Неповний	Висока, але частковий дефіцит лізину	Висококалорійний інгредієнт, додає смак, текстуру і корисні жири

борошна. Це сприятиме наданню виробам високого вмісту омега-3 жирних кислот, клітковини, білка та мікроелементів. Воно покращує поживну цінність продукту, сприяє нормалізації травлення, має антиоксидантну дію та технологічні переваги, зокрема здатність утворювати гелеутворювальну структуру. У поєднанні з іншими білковими інгредієнтами льон забезпечує збалансований поживний склад хлібців, роблячи їх корисними для функціонального харчування.

На основі результатів, отриманих під час вивчення властивостей обраної інноваційної сировини, було сформовано модельні композиції вдосконаленого продукту із залученням рекомендованих інгредієнтів, як наведено в таблиці 4.

Таблиця 3

Хімічний склад різних видів насіння

Показник	Насіння льону	Соєшпинькове насіння	Гарбузове насіння	Насіння чіа
Калорійність, ккал	530–540	580–600	560–570	480–490
Білки, г	18–20	20–21	30–32	16–17
Жири, г	42–45	49–52	45–49	30–32
з них омега-3, г	22–24 (ALA)	~0,1	<0,1	17–18 (ALA)
Вуглеводи, г	1–2	11–13	10–11	7–8
Клітковина, г	25–27	8–9	5–6	30–34
Кальцій, мг	250–260	80–100	50–60	500–600
Магній, мг	350–390	325–335	550–600	300–330
Залізо, мг	5–6	5	8–9	7–8
Цинк, мг	4–5	5–6	7–8	4–5
Вітамін Е, мг	0,3–0,5	35–37	2–3	0,1–0,3
Вітаміни групи В	+	+	+	+
Лігнани (фітоестрогени)	високо	низько	помірно	помірно

Таблиця 4

Модельні композиції хлібців удосконалених

Сировина	Контроль	МК 1	МК 2	МК 3
Борошно пшеничне I сорту	297,3	276,4	261,6	256,7
Борошно з цільного зерна жита	288,1			
Зерно вівсяне	49,6			
Сіль екстра	15			
Вода	350			
Соєвий протеїн	–	14,9	29,7	44,6
Насіння льону	–	6	6	6
Всього	1000			

Наступним важливим показником є рівень здатності до намокання готового виробу. Даний показник може характеризувати рівень вологи, який хлібці можуть ввібрати в себе, що може вплинути як на органолептичні показники, так і на термін придатності, рис. 1.

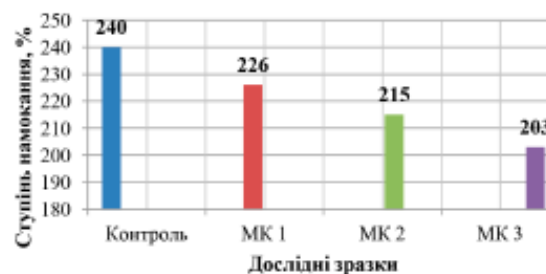


Рис. 1. Результати визначення ступеню намокання удосконалених хлібців

Аналіз графіка ступеня намокання хлібців показує чітку тенденцію до зниження цього показника в міру збільшення частки соєвого протеїну та насіння льону у рецептурі. Зокрема, ступінь намокання зменшується з 240 % у контрольному зразку до 203 % у зразку МК 3, що свідчить про значне зменшення здатності продукту поглинати воду.

Такі зміни обумовлені комплексом технологічних і фізико-хімічних факторів. Додавання соєвого протеїну змінює білкову структуру тіста, знижуючи глютену сітку, що є ключовою для водопоглинання у традиційних пшеничних виробках. Крім того, насіння льону містить значну кількість жирів і полісахаридів, які утворюють гелеподібні комплекси, знижуючи капілярну проникність і пористість м'якуша. Це, у свою чергу, призводить до зменшення швидкості та обсягу води, яку хлібець може ввібрати.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що заміна частини пшеничного борошна на соєвий протеїн та насіння льону підвищує водоутримувальну здатність структури хлібців за рахунок стабілізації внутрішньої вологи та зменшує їх гігроскопічність при контакті з зовнішнім середовищем. Це може бути корисним для подовження терміну зберігання або покращення текстурних характеристик готового продукту.

На основі проведених результатів було прийнято рішення провести аналіз хімічного складу рекомендованих модельних композицій (МК 1, 2 та 3), що відповідають встановленим критеріям споживчої якості, з метою оцінки їх функціональних властивостей. Узагальнені результати розрахунків наведено в таблиці 5.

Найбільш виражені зміни зафіксовано за вмістом білків, який збільшився з 6,90 г у контрольному зразку до 10,55 г у зразку МК 3, що становить приріст на 53 %. Таке збагачення білковим компонентом обумовлено внесенням соєвого протеїну, який має високий вміст повноцінних амінокислот. Також відзначено поступове підвищення вмісту жирів: від 1,11 г до 1,46 г, що відповідає приросту на 31,5 %, внаслідок додавання насіння льону, багатого на ліпіди.

Помітне зростання зафіксовано й у вітамінному складі, особливо за вмістом вітаміну B₄ (холіну) – від 4,72 мг у контрольному зразку до 13,78 мг у МК 3, що становить збільшення майже в три рази (+192 %). Також спостерігається позитивна динаміка для вітаміну B₃ (PP) – з 0,63 мг до 0,78 мг (+23,8 %). Інші вітаміни змінюються менш істотно або залишаються на стабільному рівні.

Серед мінеральних речовин найбільших змін зазнали показники натрію (Na) – його вміст зріс з 1,67 мг у контролі до 46,95 мг у МК 3, що відповідає більш ніж 28-кратному збільшенню, ймовірно, через додавання білково-солевих або функціональних добавок. Вміст кальцію підвищився з 11,99 до 20,81 мг (+73,6 %), заліза – з 0,89 до 1,52 мг (+70,8 %), а фосфору – з 99,68 до 135,01 мг (+35,4 %). Це свідчить про мінеральне збагачення продукту внаслідок використання сировинних компонентів, багатих на макро- та мікроелементи.

Таким чином, результати підтверджують доцільність часткової заміни пшеничного борошна на соєвий протеїн та насіння льону, що дозволяє підвищити загальну поживну цінність білка у складі хрустких хлібців.

Висновки. Проведене дослідження охопило повний цикл наукового обґрунтування та практичної реалізації рецептурної модифікації хрустких хлібців шляхом часткової заміни пшеничного борошна на інноваційні інгредієнти – соєвий протеїн та насіння льону.

Отримані результати свідчать про те, що запропонована рецептурна модифікація дозволяє істотно збагачувати хлібці повноцінним білком, вітамінами групи B

Таблиця 5

**Поживна цінність 100 г удосконалених хлібців
із застосуванням новітніх рецептурних компонентів**

Показник	Контроль	МК1	МК 2	МК 3
Білки, г	6,90	8,10	9,28	10,55
Жири, г	1,11	1,39	1,42	1,46
Вуглеводи, г	47,20	45,83	44,80	44,44
Клітковина, г	4,11	4,20	4,15	4,14
Калорійність, ккал	226,39	228,23	229,1	233,1
Вітаміни, мг				
Вітамін Е	0,73	0,70	0,68	0,67
Вітамін В ₁	0,20	0,21	0,21	0,21
Вітамін В ₂	0,05	0,05	0,05	0,05
Вітамін В ₃ (PP)	0,63	0,69	0,73	0,78
Вітамін В ₄	4,72	8,06	10,92	13,78
Вітамін В ₅	0,28	0,28	0,29	0,29
Вітамін В ₆	0,07	0,07	0,07	0,08
Вітамін В ₉	0,01	0,01	0,01	0,02
Мінерали, мг				
Кальцій (Ca)	11,99	15,81	18,23	20,81
Залізо (Fe)	0,89	1,11	1,31	1,52
Магній (Mg)	25,72	28,32	28,68	29,19
Фосфор (P)	99,68	113,37	123,80	135,01
Калій (K)	129,05	132,58	132,08	132,69
Натрій (Na)	1,67	16,86	31,89	46,95
Цинк (Zn)	0,53	0,62	0,68	0,74
Мідь (Cu)	0,08	0,11	0,13	0,16
Марганець (Mn)	0,63	0,66	0,69	0,71
Селен (Se)	0,01	0,01	0,01	0,01

та мінералами без суттєвого підвищення енергетичної цінності, що підтверджує їх функціональну направленість та покращення поживної цінності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Титаренко О. Споживання хлібобулочних виробів знизується: українці все більше купують заморожений хліб. *AgroPortal.ua* : веб сайт. URL: <https://surl.lu/xmzscw> (дата звернення: 05.06.2025)
2. Бездріжджовий хліб: сучасні виклики хлібопечення. *Lesaffre Україна* : веб сайт. URL: <https://surl.li/tqqlrv> (дата звернення: 10.06.2025)
3. Михайлов Д. Який хліб найкорисніший для здоров'я? *Lviv.Media* : веб сайт. URL: <https://surl.lu/dpywzn> (дата звернення: 15.06.2025)
4. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2017, 14(1), 20. DOI: 10.1186/s12970-017-0177-8
5. Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, 89(1), 161–168.

6. Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 2018, 52(6), 376–384.
7. Маслійчук О. Б., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Наукові засади розроблення продуктів з підвищеним вмістом білка в раціоні харчування військовослужбовців. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. № 6. С. 81–86.
8. Дзюба Н. А., Дубина А. А., Нотевський Є. В., Дзюба Ю. О. Визначення нутрієнтних, мікробіологічних та сенсорних показників якості білково-вуглеводних батончиків для військових. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. № 2. С. 134–139.
9. Саган В. В., Каплун С. О., Фролов О. С. Досвід застосування каталогу продуктів у системі харчування Збройних Сил України. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Військові та технічні науки*. 2023. Т. 88, № 3. С. 150–158.
10. Пересічний М. І., Магалельська І. А., Довга О. О. Методичні рекомендації до розроблення оздоровчих харчових раціонів для військовослужбовців. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку»*. Київ. НУХТ, 2015. С. 76–77. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/19987>
11. ТУ У 15.8-23708061-003:2007. Вироби хлібобулочні «Європейська традиція». Технічні умови. Розроблено ТОВ «СОЛЕС». 2007. С. 24.

REFERENCES:

1. Tytarenko O. (2025) Spozhyvannia khlibobulochnykh vyrobiv znyzhuetsia: ukraintsi vse bilshe kupuiut zamorozhenyi khlib [Consumption of bakery products is declining: Ukrainians are increasingly buying frozen bread]. *AgroPortal.ua* [AgroPortal.ua]. Retrieved from: URL: <https://surl.lh/xmrzcw> (accessed 05 June 2025).
2. Baking Center (2025) Bezdrizhdzhovyi khlib: suchasni vyklyky khlibopechennia [Yeast-free bread: modern challenges in breadmaking]. *Lesaffre Ukraina* [Lesaffre Ukraina]. Retrieved from: URL: <https://surl.li/trqlpv> (accessed 10 June 2025).
3. Mykhailov D. (2025) Yakyi khlib naikorysmishyi dlia zdorovia? [Which bread is the healthiest?] *Lviv.Media* [Lviv.Media]. Retrieved from: URL: <https://surl.lh/dpywzn> (accessed 15 June 2025)
4. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2017, 14(1), 20. DOI: 10.1186/s12970-017-0177-8
5. Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, 89(1), 161–168.
6. Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 2018, 52(6), 376–384.
7. Masliichuk O. B., Simakhina H. O., Naumenko N. V. (2023) Naukovi zasady rozroblennia produktiv z pidvyshchenym vmistom bilka v ratsioni kharchuvannia viiskovosluzhbovtiv [Scientific principles for developing products with a high protein content in the diet of military personnel]. *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. no 6. pp. 81–86.
8. Dziuba N. A., Dubyna A.A., Notevskiy Ye. V., Dziuba Yu.O. (2023) Vyznachennia nutriientnykh, mikrobiolohichnykh ta sensorykh pokaznykiv yakosti bilkovo-vuhlevodnykh batonchykiv dlia viiskovykh [Determination of nutritional, microbiological and sensory quality indicators of protein-carbohydrate bars for the military]. *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. no 2. pp. 134–139.

9. Sahan V. V., Kaplun S. O., Frolov O. S. (2023) Dosvid zastosuvannia katalogu produktiv u systemi kharchuvannia Zbroinykh Syl Ukrainy [Experience in using the product catalog in the food system of the Armed Forces of Ukraine]. *Collection of scientific papers of the National Academy of the State Border Service of Ukraine. Series: Military and technical sciences*, vol. 88, no 3. pp. 150–158.
10. Peresichnyi M. I., Mahaletska I. A., Dovha O. O. (2015) *Metodychni rekomendatsii do rozroblennia ozdorovchykh kharchovykh ratsioniv dlia viiskovosluzhbovtziv* [Methodological recommendations for the development of health-improving food rations for military personnel]. Materials of the international scientific and practical conference *Hotel and restaurant business: innovative directions of development (Ukraine, Kyiv, March 25–27, 2015)*, Kyiv : NUHT, pp. 76–77.
11. TU U 15.8-23708061-003:2007. (2007) *Vyroby khlibobulochni "Yevropeiska tradytsiia"*. Tekhnichni umovy [Bakery products "European Tradition". Technical specifications]. Developed by SOLES LLC. p. 24.
-

Ministry of Education and Science of Ukraine
National University of Food Technologies

91th
International scientific conference
of young scientist and students

"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"

April, 7–11 2025

Part 3

Kyiv, NUFT, 2025

7. Обґрунтування процесу удосконалення хлібців

Олександр Карпачов, Наталія Стукальська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка та впровадження нових продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю є актуальним завданням, оскільки вони здатні частково компенсувати наслідки незбалансованого харчування.

Використання інноваційної сировини у хлібопекарській галузі має велике значення, оскільки:

- сприяє розширенню асортименту продукції, відповідаючи сучасним вимогам і смакам споживачів завдяки створенню нових унікальних виробів;
- підвищує харчову цінність хлібобулочних продуктів за рахунок додавання нетрадиційних компонентів, багатих на поживні речовини, харчові волокна та антиоксиданти, що покращує якість харчування;
- задовольняє специфічні потреби, такі як безглютенова дієта чи веганське харчування, розширюючи аудиторію споживачів;
- стимулює впровадження інновацій та підвищує конкурентоспроможність виробників, допомагаючи їм відповідати динамічним потребам ринку.

Результати. В якості базової рецептури і технології було обрано рецептуру на хлібці, що була наведена в стандарті. Хлібці (контроль) являють собою полідисперсну гетерогенну систему. При цьому на різних етапах виробництва дисперсна система змінюється. Відтак, при просіюванні сипких видів сировини, дисперсна система являє собою твердий аерозоль. На етапі перемішування компонентів, утворюються інші дисперсні системи – суспензія та піна. Суспензія утворюється внаслідок розподілення твердих частинок інгредієнтів у водному дисперсійному середовищі. Яскравим прикладом є нерозчинні білки, що утворюють у тісті клейковинний каркас і надають йому розтяжності та еластичності.

Після випікання дисперсна система являє собою тверде капілярно-пористе тіло, в твердому дисперсійному середовищі якого розподілені порожнечі, заповнені повітрям. Дані порожнечі утворились за рахунок вимішування тіста, під час якого воно було насичено повітрям. Дані пори зберегли свою однорідність і рівномірний розподіл по всій товщі виробу за рахунок наявності у складі виробу білків, полісахаридів та гідроколлідів, серед яких найпоширенішими є клейковина та крохмаль.

Серед основних недоліків контролю можна виділити доволі низьку харчову цінність. Це обумовлено незначним вмістом мінералів та вітамінів, а також незбалансованим співвідношенням основних макронутрієнтів, що спричинено водночас надмірно високим вмістом вуглеводів і відносно незначною кількістю білків та жирів. Зважаючи на це, прийнято рішення про проведення удосконалення обраного виробу задля вирішення наведених недоліків та підвищення привабливості виробу серед потенційних споживачів.

Висновки. Тому, нами пропонується здійснити удосконалення даного виробу шляхом додавання інноваційних компонентів, серед яких соєвий протеїн та насіння льону. За рахунок додавання протеїну планується підвищити вміст білків в складі виробу, тим самим вирівнявши співвідношення між основними нутрієнтами. Додавання льону покликано підвищити біологічну цінність за рахунок збагачення виробу низькою корисних мінералів та вітамінів.



Обґрунтування процесу удосконалення хлібців

Олександр Карпачов, Наталія Стукальська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

У наш час все більшу популярність здобувають збагачені харчові продукти, які не лише задовольняють основні потреби організму, але й допомагають запобігати ряду захворювань. Розробка та впровадження нових продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю є актуальним завданням, оскільки вони здатні частково компенсувати наслідки незбалансованого харчування.



Хлібні вироби це одні з найбільш затребуваних продуктів харчування. Тому, використання інноваційної сировини у хлібопекарській галузі має велике значення, оскільки:

- сприяє розширенню асортименту продукції, відповідаючи сучасним вимогам і смакам споживачів завдяки створенню нових унікальних виробів;
- підвищує харчову цінність хлібобулочних продуктів за рахунок додавання нетрадиційних компонентів, багатих на поживні речовини, харчові волокна та антиоксиданти, що покращує якість харчування;
- задовольняє специфічні потреби, такі як безплутенова дієта чи веганське харчування, розширюючи аудиторію споживачів;
- стимулює впровадження інновацій та підвищує конкурентоспроможність виробників, допомагаючи їм відповідати динамічним потребам ринку.



Серед основних недоліків контролю можна виділити доволі низьку харчову цінність. Це обумовлено незначним вмістом мінералів та вітамінів, а також незбалансованим співвідношенням основних макронутрієнтів, що спричинено водночас надмірно високим вмістом вуглеводів і відносно незначною кількістю білків та жирів. Зважаючи на це, прийнято рішення про проведення удосконалення обраного виробу задля вирішення наведених недоліків та підвищення привабливості виробу серед потенційних споживачів.

Пропонується здійснити удосконалення даного виробу шляхом додавання інноваційних компонентів, серед яких соєвий протеїн та насіння льону. За рахунок додавання протеїну планується підвищити вміст білків в складі виробу, тим самим вирівнявши співвідношення між основними нутрієнтами. Додавання льону покликане підвищити біологічну цінність за рахунок збагачення виробу низкою корисних мінералів та вітамінів.



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE



NATIONAL UNIVERSITY OF FOOD
TECHNOLOGIES

XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

**INNOVATIVE
TECHNOLOGIES IN
THE HOTEL,
RESTAURANT AND
TOURISM
BUSINESS**



May 22, 2025

Kyiv NUFT 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



XIV МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

*ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОМУ ТА
ТУРИСТИЧНОМУ БІЗНЕСІ*

22 травня 2025 р.

Київ НУХТ 2025

ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЦІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДО ХАРЧУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Карпачов О.Ю.

Стукальська Н.М., к.т.н., доц.

*Національний університет харчових технологій
(НУХТ), м. Київ*

З початком військової діяльності на території нашої держави проблема якісних, поживних та доступних продуктів харчування для військовослужбовців постала на порядку денному як ніколи раніше. Вона є багатомірною і охоплює фізичний, психоемоційний, соціальний та нутриційний (харчовий) аспекти. Після перебування в зоні бойових дій чи проходження інтенсивних навчань, військові часто стикаються з виснаженням організму, порушеннями обміну речовин, дефіцитом нутрієнтів, розладами сну, психологічним стресом та фізичними травмами, які потребують цілісного й системного підходу до відновлення.

З фізіологічного боку, організм військовослужбовця після тривалого стресового навантаження часто виявляється в стані катаболізму – розпаду тканин (особливо м'язової) через нестачу поживних речовин, високий рівень кортизолу та загальне виснаження. Часто виявляється зниження м'язової маси, анемія, збіднення мікрофлори кишечника, а також знижена імунна реакція. У таких умовах недопущення подібних проявів можливе лише за умов регулярного, збалансованого та поживного харчування, яке забезпечує достатню кількість білка, вітамінів, мінералів і корисних жирів.

Окрему увагу приділяють реабілітації через харчування: медики й нутриціологи наголошують, що харчування має бути не лише ситним, а й функціональним – спрямованим на підтримку регенерації тканин, відновлення енергії, стабілізацію настрою, покращення роботи нервової та серцево-судинної систем. Саме в цьому контексті можна розглядати хлібці як доступний, легкий у використанні, поживний і функціональний продукт, що має високу енергетичну цінність, добру травну переносимість і може бути збагачений цінними компонентами.

Споживання хлібців військовослужбовцями, які перебувають на навчанні, в зоні проведення бойових дій є доцільним і навіть бажаним за умови правильного вибору їх складу. Хлібці, особливо виготовлені на основі цілнозернових культур та збагачені білком, клітковиною й корисними жирами, можуть стати ефективним елементом раціону.

Передусім, хлібці мають високу енергетичну щільність, що дозволяє забезпечити організм калоріями навіть при невеликому об'ємі їжі, що особливо важливо у випадках, коли апетит знижений або є обмеження на споживання важкої їжі. Висівки, цільні зерна та насіння, які часто входять до складу хлібців, містять багато харчових волокон, що сприяє нормалізації роботи травного тракту, профілактиці закрепів, поліпшенню мікрофлори кишечника, яка, у свою чергу, підтримує імунну систему.

Хлібці, збагачені білковими добавками (соєвий, гороховий, яєчний протеїн), є джерелом повноцінного білка, необхідного для відновлення м'язової тканини, імунних клітин, ферментів і гормонів. Саме під час регенерації після надмірних фізичних навантажень потреба в білку зростає майже вдвічі, і білкові хлібці можуть бути зручним способом частково її покрити – особливо в умовах обмеженого доступу до м'яса чи молочних продуктів.

Ще один важливий аспект – зручність зберігання і транспортування. На відміну від хліба, хлібці мають тривалий термін зберігання, легкі, не псуються без холодильника, зберігають структуру в індивідуальному пакуванні. Це робить їх придатними для використання як на навчальних полігонах, військових частинах, так і на полі бою.

Крім того, деякі види хлібців можуть бути збагачені мікроелементами (цинком, магнієм, залізом) або вітамінами групи В – ці речовини є критично важливими при загоєнні ран, підтримці нервової системи та стабілізації емоційного фону.

Водночас важливо враховувати індивідуальні потреби військовослужбовців – людям із захворюваннями шлунково-кишкового тракту не рекомендовано вживати хлібці з надлишком клітковини чи спецій; тим, хто має алергії, необхідно уникати продуктів з соєю, насінням тощо. І, звісно, хлібці мають бути лише доповненням до збалансованого харчування, а не його заміною.

Висновок. Отже, хлібці можуть відігравати важливу роль у харчуванні військових, за умови, що вони обрані правильно – з орієнтацією на підвищену потребу в білку, легке засвоєння, енергетичну цінність і безпечний склад.

Література

1. Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. C. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 2011, 29(sup1), S29–S38. DOI: [10.1080/02640414.2011.619204](https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204)
2. Tovma L.F., Yevlash V.V., Glushchenko V.V. Physiological and hygienic estimation of the daily ration for the servicemen of the army and other military formations of Ukraine and its correction by the introduction of the protein-vitaminous product named "VitaBar" // *Honor and Law*. – 2017. – № 1(60). – С. 82–87. – DOI: [10.33405/2078-7480/2017/1/60/136884](https://doi.org/10.33405/2078-7480/2017/1/60/136884).
3. Маслійчук О.Б., Сімахіна Г.О., Науменко Н. В. Наукові засади розроблення продуктів з підвищеним вмістом білка в раціоні харчування військовослужбовців // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. – 2023. – № 6. – С. 81–86. – DOI: [10.32782/tnv-tech.2023.6.14](https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.14).

ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЦІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДО ХАРЧУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Карпачов О.Ю., Стукальська Н.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

З початком військової діяльності на території нашої держави проблема якісних, поживних та доступних продуктів харчування для військовослужбовців постала на порядку денному як ніколи раніше.

Споживання хлібців військовослужбовцями, які перебувають на навчанні, в зоні проведення бойових дій є доцільним і навіть бажаним за умови правильного вибору їх складу. Хлібці, особливо виготовлені на основі цільнозернових культур та збагачені білком, клітковиною й корисними жирами, можуть стати ефективним елементом



Хлібці,


збагачені білковими добавками (соєвий, гороховий, яєчний протеїн), є джерелом повноцінного білка, необхідного для відновлення м'язової тканини, імунних клітин, ферментів і гормонів. Саме під час регенерації після надмірних фізичних навантажень потреба в білку зростає майже вдвічі, і білкові хлібці можуть бути зручним способом частково її покрити – особливо в умовах обмеженого доступу до м'яса чи молочних продуктів.

Крім того, деякі види хлібців можуть бути збагачені мікроелементами (цинком, магнієм, залізом) або вітамінами групи В – ці речовини є критично важливими при загоєнні ран, підтримці нервової системи та стабілізації емоційного фону.

Водночас важливо враховувати індивідуальні потреби військовослужбовців – людям із захворюваннями шлунково-кишкового тракту не рекомендовано вживати хлібці з надлишком клітковини чи спецій; тим, хто має алергії, необхідно уникати продуктів з соєю, насінням тощо. І, звісно, хлібці мають бути лише доповненням до збалансованого харчування, а не його заміною.

Висновок. Отже, хлібці можуть відігравати важливу роль у харчуванні військових, за умови, що вони обрані правильно – з орієнтацією на підвищену потребу в білку, легке засвоєння, енергетичну цінність і безпечний склад.





НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОБ'ЄДНАННЯ УКРХЛІБПРОМ
АСОЦІАЦІЯ УКРКОНДПРОМ
ASSO INTERNATIONAL
ВСЕУКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ПЕКАРІВ
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ

МАТЕРІАЛИ

**Міжнародної науково-
практичної конференції
«Інноваційні технології у
хлібопекарському виробництві»**

та

**Міжнародної науково-
практичної конференції
«Здобутки та перспективи
розвитку кондитерської галузі»**



Київ 2025

МАТЕРІАЛИ

IX Міжнародної науково-практичної
конференції
**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У
ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

23 вересня 2025 р.

та

XII Міжнародної науково-практичної
конференції
**ЗДОБУТКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ КОНДИТЕРСЬКОЇ ГАЛУЗІ**

24 вересня 2025 р.

Київ-2025

Біологічна цінність удосконалених хлібців для військовослужбовців

Карпачов О.Ю., Стукальська Н.М.

Національний університет харчових технологій

У контексті зростання інтенсивності фізичних та психоемоційних навантажень, зумовлених веденням бойових дій і виконанням службових обов'язків, питання забезпечення військовослужбовців повноцінним і збалансованим харчуванням набуває стратегічного значення. Однією з ключових проблем раціону є недостатнє споживання білка, що негативно впливає на фізичну витривалість, регенерацію м'язової тканини, функціонування імунної системи та загальну адаптаційну здатність організму до екстремальних умов. Згідно з даними актуальних наукових досліджень, раціони харчування військових часто не забезпечують рекомендовану добову норму білка, особливо в умовах тривалого перебування у польових таборах або при обмеженому доступі до якісних джерел білка тваринного походження.

Наму була виявлена зацікавленість в удосконалених хлібців за рахунок додавання білкової сировини соєвого протеїну, насіння льону. Незважаючи на те, що амінокислотний склад білків насіння льону не є повноцінним за всіма критеріями, воно містить суттєву частку незамінних амінокислот. Це дозволяє розглядати насіння льону як перспективний компонент білкової матриці у складі функціональних харчових продуктів за умови раціонального поєднання з іншими інгредієнтами. Завдяки високій харчовій цінності, наявності біологічно активних сполук та технологічній сумісності, насіння льону доцільно використовувати у рецептурах збагачених хлібців, особливо в комбінації з бобовими або злаковими культурами з метою формування збалансованого амінокислотного профілю.

Під час наукових досліджень було виявлено, що оптимальною дозою при частковій заміні пшеничного борошна на соєвий протеїн та насіння льону є 10 % соєвого протеїну до маси пшеничного борошна; 2% насіння льону до маси пшеничного борошна

Дане співвідношення інноваційних компонентів спонукало збільшенню білка в удосконаленому виробі. Тому було вирішено здійснити визначення вмісту незамінних амінокислот в його складі. Результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1- Вміст незамінних амінокислот в складі дослідних зразків хлібців

Незамінна амінокислота, г на 100 г білка	Контроль	МК 2
Лейцин	3,15	3,27
Ізолейцин	3,28	3,17
Метіонін + цистин	2,18	2,12
Лізин	1,84	1,93
Тирозин + фенілаланін	4,79	4,78
Треонін	1,88	1,90
Валін	2,81	2,80
Триптофан	0,71	0,71

Аналіз амінокислотного складу модельної композиції порівняно з контрольним зразком хлібців засвідчив позитивний вплив рецептурної модифікації на вміст незамінних амінокислот, зокрема лізину та лейцину — критичних для зернових продуктів.

Вміст лізину зріс на 5% (з 1,84 до 1,93 г), що свідчить про підвищення біологічної цінності білка за рахунок додавання соєвого протеїну. Аналогічне зростання відзначено і для лейцину (на 3,8%). Незначне підвищення треоніну (з 1,88 до 1,90 г) додатково підтверджує покращення амінокислотного профілю.

Вміст триптофану, метіоніну з цистином та тирозину з фенілаланіном залишився практично незмінним, що вказує на доцільність подальшого збагачення сірковмісними амінокислотами.

Загалом додавання соєвого протеїну та насіння льону позитивно вплинуло на амінокислотний склад продукту.

Визначивши вміст незамінних амінокислот, було проведено амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності ($K_{утАК}$) даних амінокислот у досліджуваних виробках, табл. 2.

Таблиця 2 - Результати розрахунку АКС та $K_{утАК}$

Амінокислоти	АКС контролю	АКС МК 2	$K_{утАК}$ контролю, %	$K_{утАК}$ МК 2, %	АКС контролю	АКС МК 2
Лейцин	45,04	46,69	74,31	75,13	45,04	46,69
Ізолейцин	81,88	79,23	40,88	44,27	81,88	79,23
Метіонін + цистин	62,24	60,46	53,77	58,02	62,24	60,46
Лізин	33,47	35,08	100,00	100,00	33,47	35,08
Тирозин + фенілаланін	79,82	79,59	41,93	44,08	79,82	79,59
Треонін	47,08	47,48	71,08	73,88	47,08	47,48
Валін	56,26	56,10	59,49	62,53	56,26	56,10
Триптофан	70,94	70,82	47,18	49,53	70,94	70,82

Результати визначення амінокислотного скору (АКС) та коефіцієнта утилітарності амінокислот ($K_{утАК}$) засвідчили позитивний вплив рецептурної модифікації на амінокислотну повноцінність білка у модельних зразках хлібців.

Найбільш суттєві зміни виявлено для лізину: АКС зріс з 33,47 до 35,08, а $K_{утАК}$ досяг 100%, що свідчить про повне задоволення потреби організму в цій лімітуючій амінокислоті для зернових білків. Поліпшення також зафіксовано для лейцину (АКС: 45,04 → 46,69; $K_{утАК}$: 74,31% → 75,13%) і треоніну (АКС: 47,08 → 47,48; $K_{утАК}$: 71,08% → 73,88%). Для валіну $K_{утАК}$ збільшився з 59,49% до 62,53%, що вказує на підвищення функціональної якості білка.

Попри незначне зниження АКС для метіоніну з цистином (62,24 → 60,46), $K_{утАК}$ зріс на 4,25 п.п., а для триптофану — з 47,18% до 49,53% за стабільного

АКС (~70,9), що свідчить про покращення амінокислотного балансу.

Таким чином, включення соєвого протеїну та насіння льону сприяло покращенню амінокислотного складу, зростанню біологічної цінності білка та оптимізації його амінокислотного балансу.

Визначивши АКС в дослідних зразках, було розраховано КРАС та БЦ в даних виробках, табл. 3.

Таблиця 3 - Результати розрахунку КРАС та БЦ

Показник	Контроль	МК 2
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	26,12	24,35
Біологічна цінність (БЦ), %	73,88	75,65

Оцінка узагальнених показників якості білка — коефіцієнта різниці амінокислотного скору (КРАС) та біологічної цінності (БЦ) — засвідчила покращення амінокислотного балансу та зростання харчової цінності білкового компоненту внаслідок рецептурної модифікації.

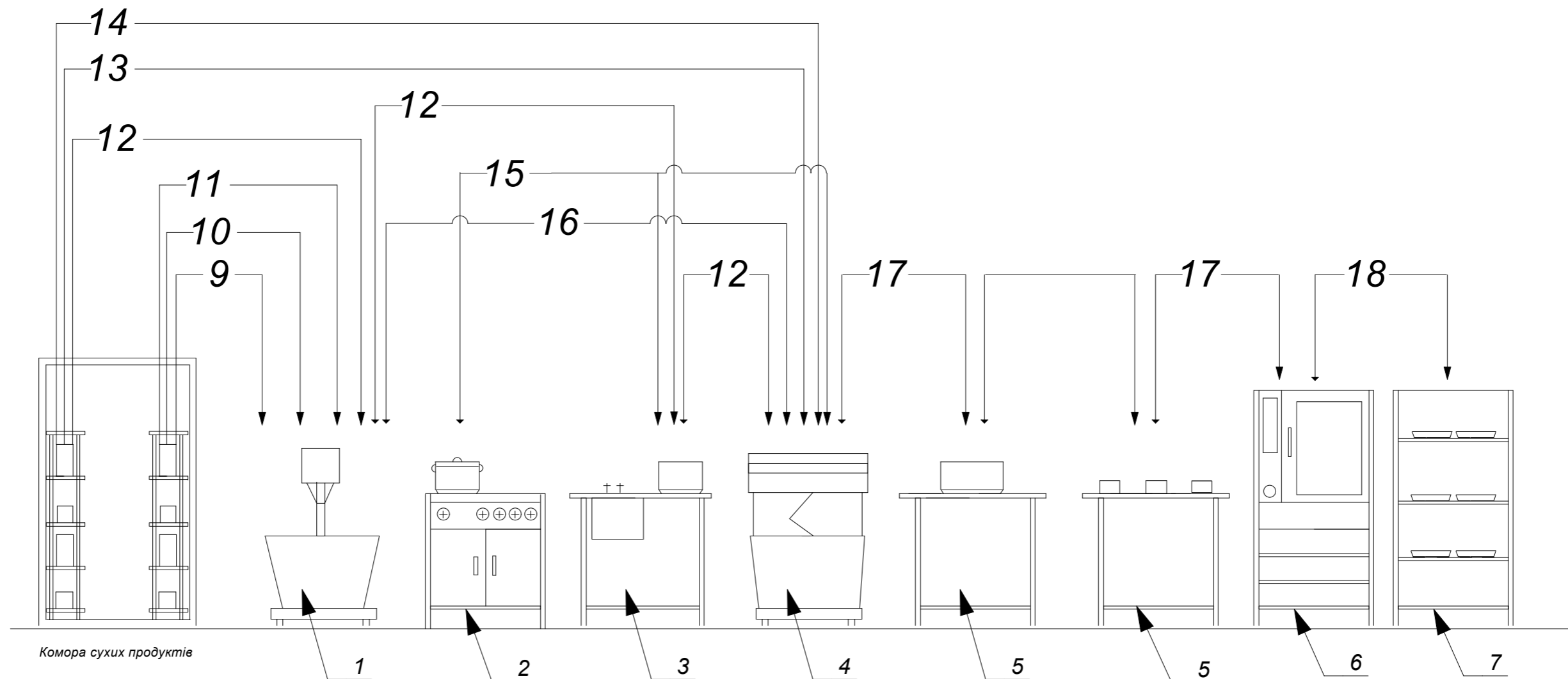
Зниження КРАС з 26,12% до 24,35% свідчить про зменшення відхилення амінокислотного складу від еталонного, тоді як підвищення БЦ з 73,88% до 75,63% вказує на покращення ефективності засвоєння амінокислот.

Отримані результати підтверджують доцільність часткової заміни пшеничного борошна на соєвий протеїн і насіння льону для підвищення амінокислотної повноцінності та загальної харчової цінності білка у складі хлібців.

Список використаної літератури:

1. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2017, 14(1), 20. DOI: 10.1186/s12970-017-0177-8
2. Bioactive Lignans from Flaxseed: Biological Properties and Patented Recovery Technologies. *Molecules*. 2022. Vol. 27, No. 3. Article 105. DOI: 10.3390/molecules27030105.
3. Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, 89(1), 161–168. DOI: 10.3945/ajcn.2008.26401
4. Protein Deficiency Symptoms to Be Aware Of. *SELF*. 2021 : веб-сайт. URL: <https://www.self.com/story/protein-deficiency> (режим доступу: 15.05.2025)

Апаратно-технологічна схема приготування "Хлібці з соєвим протеїном та насінням льону"



Специфікація обладнання

№	Назва устаткування	Марка	Кількість	Габаритні розміри, мм	
				Довжина	Ширина
1	Просіювач борошна	PMFS2000	1	900	1000
2	Плита електрична	ТЕХНОФУД	1	750	750
3	Стіл з ванною	СМВСМ	1	1370	700
4	Тістомісильна машина	RESTO LINE 7/SN	1	560	280
5	Стіл виробничий	СПСМ-3	2	1200	700
6	Пароконвектомат	Rational SCC 101	1	750	840
7	Стелаж	СТ-1	1	800	600

Умовні позначення

Позначення	Назва
9	Борошно I гатунку
10	Борошно з цільного зерна жита
11	Соєвий протеїн
12	Насіння льону
13	Зерно вівсяне
14	Сіль
15	Вода
16	Борошняна суміш
17	Тісто н/ф
18	Хлібці

						Удосконалення технології хлібобулочних виробів для харчування військовослужбовців					
						Стадія	Маса	Масштаб			
Зм.	Коп.уч.	Лист	№Док.	Підп.	Дата	Апаратно-технологічна схема виробництва інноваційних хлібців					
Розробив		Карпачов О.Ю.							1:100		
Керівник		Стукальська Н.М.									
						Аркуш 1	Аркушів 1				
						НУХТ ЗТР-2-1М					
Затвердив		Неміріч О.В.									