

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

**ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ**

/підпис/ **Уляна ДРАЧУК**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 25 » _____ декабря _____ 2025 г.

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності **181 «Харчові технології»**
(код та найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми **Технології зберігання, консервування та переробки м'яса**
на тему: **«Удосконалення технології напівфабрикатів з м'яса птиці збагачених мікроелементами»**

Виконавець:

здобувач

ЗАПОРОЖЕЦЬ Наталія Володимирівна
(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

ВОЛОШИН Ростислав Веніамінович
(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

(прізвище, ім'я та по батькові)

Львів – 2025

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів (ВЗО)

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 Харчові технології

ОПП «Технології зберігання, консервування і переробки м'яса»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

_____/підпис/_____ Уляна ДРАЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 12 » _____ грудня _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

ЗАПОРОЖЕЦЬ Наталії Володимирівни

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології напівфабрикатів з м'яса птиці збагачених мікроелементами

керівник роботи: ВОЛЮШИН Ростислав Веніамінович, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» 03 2025 року № 223-4

2. Строк подання здобувачем роботи 26.11.2025.

3. Вихідні дані до роботи: вивчити можливість використання яєчного білка для виробництва напівфабрикатів; визначити температуру коагуляції яєчного білка на основі залежності зміни рН від температури нагрівання; вивчити зміни складу і виходу коагульованого яєчного білка залежно від температур нагрівання; визначити рівень введення лимонної кислоти і солі в яєчну суміш; дослідити якісні показники отриманого коагульованого яєчного білка; розробити технологію посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів з високим вмістом коагульованого яєчного білка в рецептурі; розробити продукти на основі коагульованого яєчного білка, зокрема функціональні; дати оцінку економічної ефективності виробництва.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
1. Експериментальна частина	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
4. Економічна ефективність	Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
5. Висновки та список використаних джерел	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 26.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	20.05.2025	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	30.09.2025	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та пропозиції виробництву		5%
	III атестація:	26.11.2025	15%
	Допуск до захисту:	26.11.2025	100%

Здобувач _____ /підпис/ _____ Запорожець Н.В.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Волошин Р.В.
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП

Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

- 1.1. Вибір напрямку дослідження напівфабрикатів
- 1.2. Аналіз складу і властивостей яєчного білка
- 1.3. Асортимент і технології продуктів з курячих яєць
- 1.4. Зміна властивостей яєчного білка при денатурації

Розділ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

- 2.1. Об'єкти досліджень
- 2.2. Методи досліджень

Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

- 3.1. Дослідження сировини і вибір коагулюючих агентів
- 3.2. Розробка способу отримання коагульованого яєчного білка
- 3.3. Дослідження динаміки зміни рН яєчного білка залежно від температури нагрівання.
- 3.4. Технологічні особливості коагуляції білка залежно від рівня введення лимонної кислоти і солі.
- 3.5. Дослідження якісних показників готового продукту
- 3.6. Обґрунтування термінів придатності коагульованого яєчного білка
- 3.7. Розробка рецептури і технології посічених напівфабрикатів з м'яса птиці з високим вмістом яєчного білка
- 3.8. Розрахунок економічної ефективності виробництва напівфабрикатів із заміною м'яса птиці на коагульований яєчний білок

ВИСНОВКИ

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ:

ДОДАТКИ

ВСТУП

Розвитку і зміцненню імунного статусу людей різних вікових груп сприяє раціональне харчування [1, 2, 3]. Правильно збалансований раціон дає достатню кількість енергії і живильних речовин для оптимального функціонування організму.

Забезпечення населення біологічно повноцінними продуктами харчування, і в першу чергу м'ясом і м'ясопродуктами, є актуальним завданням будь-якої держави.

Птахівництво є однією з галузей світового сільського господарства, що найдинамічніше розвиваються. За прогнозом до 2025 року реалізація м'яса і птиці досягне 154,7 мільярдів доларів, при щорічному зростанні з 2020 по 2025 рік 1,25%. Біля 70% цього зростання припадатиме на частку птиці [4]. М'ясо птиці – один з найбільш вживаних продуктів харчування в світі, що обумовлене як прийнятною вартістю, так і наявністю в ній повного набору амінокислот, фосфору, вітамінів. Так само один з найважливіших продуктів птахівництва - курячі яйця [5, 6]. Враховуючи це, важливе значення має використання у складі раціону людини м'яса і яєць птиці, продуктів з підвищеним вмістом яєчного білка.

Яйця є дуже важливим і мало використовуваним джерелом високоякісного білка, мінеральних елементів і вітамінів [7]. Сезар де Анда (Cesar de Anda), голова ІЕС (Міжнародній Комісії з Яйця), сказав: «Яйце є одним з найважливіших продуктів харчування в світі, і його значення важко переоцінити! Яйця є найбільш важливим джерелом високоякісного білка, їх виробництво екологічне; щоб прогодувати населення планети, що постійно збільшується, значення яєць не порівняно ні з яким іншим продуктом харчування» [8, 9, 10, 11].

Виробництво яєць як в світі так і в Україні з кожним роком зростає. У 2023-2024 рр світове поголів'я несучок в 7,2 млрд. голів провело майже 1320 млрд. яєць, в 2024 р. в світі цей показник склав вже 1,5 трильйона яєць в рік. Понад 90% від цієї кількості складають курячі яйця. Список найбільших

країн-виробників яєць очолюють Китай і США. Україна займає 9-е місце в світі по виробництву яєць. У 2023 р вітчизняне виробництво яєць склало 24,8 млрд. шт. Крім виробництва росте і споживання яєць [17], в Україні в 2024 році воно склало 310 шт. на душу населення [15].

За останні три роки виробництво м'яса птиці в Україні суттєво збільшилося і складає понад 5,0 млн т. Україна за об'ємом виробництва м'яса птиці в даний час займає п'яте місце в світі [16].

Одним з чинників, сприяючих зростанню виробництва і споживання яєць, є так звана «реабілітація холестерину»: якщо раніше спеціалісти по харчуванню рекомендували обмежувати споживання яєць із-за холестерину, що міститься в жовтку, то тепер рекомендація помінялася на протилежну: учені вважають, що холестерин їжі не впливає на рівень холестерину в крові, тому навіть щоденне споживання по одному яйцю не шкодить здоров'ю [18].

Стійке зростання вітчизняного птахівництва в значній мірі обумовлене державною підтримкою даної галузі, а також протекціоністськими заходами і політикою імпортозаміщення, що дозволило досягти високого рівня продовольчої незалежності відносно яєць і м'яса птиці. У нашій країні розроблена концепція розвитку галузі птахівництва України на період 2020-2025 років, яка припускає, що до 2025 року виробництво яєць повинно перевищувати 50 млрд. шт., тобто 350 шт. на душу населення.

Досвід низки країн дозволяє виявити закономірність: у міру зростання рівня добробуту населення, зростання споживання натурального яйця, але після досягнення питомих значень в об'ємі близько 300-350 шт./людину. сповільнюється, а далі, як правило, скорочується, в той же час зростання добробуту позитивно корелює із споживанням яєчних продуктів [22].

Характерним стратегічним чинником динамічного розвитку світового яєчного виробництва є підвищення конкурентоспроможності галузі за рахунок збільшення питомої ваги яєць, що піддаються глибокій переробці, а також випуск широкого асортименту рідких і порошкових яєчних продуктів. Наприклад, в Японії реалізується 49% «яєць без шкарлупи», Франції – 42%,

США- 27%, в Західній Європі – 20%. Прогнозується подальше зростання рівня глибокої переробки яєць.

В Україні понад 80% товарних яєць реалізується в шкаралупі, 10% – функціональні яйця із заданими властивостями, біля 6% складають рідкі яєчні продукти, 6,9% – сухі яєчні продукти і 1,5% – готові до вживання [15].

Продукти переробки яєць володіють низкою переваг в порівнянні з використанням як сировини яйця в шкаралупі. Очевидно, що підприємства з виробництва яєць в Україні повинні використовувати цей стратегічний напрям з глибокої переробки яєць як важливий елемент світової тенденції з випуску інноваційної продукції [23].

Доведено, що розширення асортименту продукції на птахофабриках яєчного напрямку шляхом впровадження переробки курячого, зокрема некондиційного яйця, економічно ефективно [24].

Розробка продуктів на основі м'яса птиці з високою часткою яєць або їх компонентів, дозволить отримати напівфабрикати з високою біологічною цінністю.

У зв'язку з вищенаведеним, актуальним завданням є розробка технології посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів з високою часткою яєчного білка, що обумовлює розробку технології коагульованого яєчного білка (КЯБ) і функціональних яєчних продуктів на його основі.

В Україні і світі пильна увага приділяється вивченню властивостей яєць, поліпшенню їх якості, дослідженню різних шляхів переробки і розробці нових продуктів на їх основі.

В даний час в Україні дуже мало продуктів глибокої переробки яєць, що обмежує можливість випуску продуктів з високою часткою яйця в рецептурі.

Мета і завдання дослідження.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технології отримання коагульованого яєчного білка і використання його для створення посічених

напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів з високим вмістом яйця та функціональних яєчних продуктів.

Основні завдання дослідження:

- вивчити можливість використання яєчного білка для виробництва напівфабрикатів;
- визначити температуру коагуляції яєчного білка на основі залежності зміни рН від температури нагрівання;
- вивчити зміни складу і виходу коагульованого яєчного білка температур нагрівання;
- визначити раціональний рівень введення лимонної кислоти і солі в яєчну суміш;
- дослідити якісні показники, біологічну цінність і антигенність отриманого коагульованого яєчного білка;
- розробити технологію посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів з високим вмістом коагульованого яєчного білка в рецептурі;
- розробити продукти на основі коагульованого яєчного білка, зокрема функціональні.
- дати оцінку економічної ефективності виробництва.

Встановлено залежність рН яєчного білка від рівня нагрівання в процесі коагуляції та визначена залежність зміни виходу коагульованого яєчного білка від кінцевої величини нагрівання яєчної суміші. Визначено склад продукту (масова частка сухих речовин 17-20%, масова частка білка – 14-16%). Обґрунтовано рівень додавання лимонної кислоти і солі в яєчну суміш залежно від виходу продукту і органолептичних показників.

Отримані нові дані біологічної оцінки коагульованого яєчного білка і зміни його антигенності після коагуляції (зниження антигенності білка в 15 разів).

Обґрунтовано можливість введення коагульованого яєчного білка в напівфабрикати з м'яса птиці.

Обґрунтовано рівень введення есенціальних нутрієнтів (йод, кальцій) залежно від втрат при термічній обробці в білкову суміш для отримання функціонального коагульованого білка.

Практичне значення роботи.

Удосконалена технологія коагульованого яєчного білка і продуктів на його основі. Розроблено нові види продуктів на основі яєчного білка.

Удосконалено технологію і розроблено рецептури посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів з високою часткою яєчного білка. Розроблена технологія функціональних харчових продуктів на основі яєчного білка.

Кваліфікаційна робота включає такі розділи: вступ, огляд літератури, характеристику об'єктів і методів дослідження, експериментальну частину, висновки, список використаних джерел, додатки. Робота містить 70 сторінок, 24 таблиці, 16 рисунків. Список літератури містить 30 найменувань вітчизняних, закордонних авторів і інтернет-ресурсів.

Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Вибір напрямку дослідження напівфабрикатів

Останніми роками зростає попит населення на здорову їжу, але в теж час споживачі неохоче і далеко не завжди міняють свої звички і смакові переваги в харчуванні [1, 25]. У зв'язку з цим доцільний розвиток нових харчових технологій, направленнях на модифікацію звичних продуктів, шляхом включення в них інгредієнтів високої біологічної і харчової цінності, тобто на створення розширеного асортименту функціональних харчових продуктів.

Наголошується зрушення убік все більшої переваги споживачами не тільки продуктів, які мають низький вміст калорій [2], цукру, жиру, солі, але і продуктів, які можна віднести до «здорового» харчування, що містять: клітковину, повноцінний білок, антиоксиданти, ПНЖК, мікро- і макроелементи [3].

Для нормального розвитку організму важлива не тільки кількість білка і жирів, але і їх якість. Добовий раціон повинен містити наступні життєво важливі амінокислоти: гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, валін, триптофан. Причому найбільш сприятливе співвідношення триптофану, лізину і метіоніну – 1:3:3 [8, 9].

Раціональним вважається таке харчування, яке забезпечує нормальну життєдіяльність організму, високий рівень працездатності і опірності дії несприятливих чинників навколишнього середовища, максимальну тривалість активного життя. Правильно збалансований раціон дає достатню кількість енергії і живильних речовин для оптимального функціонування організму.

Найбільш цінним джерелом білка для людини є м'ясо. Це не тільки корисне джерело незамінних амінокислот і деяких мікроелементів, особливо заліза, але і ситний продукт, що дозволяє скоротити споживання жирів і вуглеводів, а, отже, що перешкоджає ожирінню. Крім того, відмічено, що при денному споживанні нежирного м'яса зменшується тяга до нічної їжі [23].

Одним з найбільш доступних видів м'яса є м'ясо птиці і, зокрема, м'ясо курчат-бройлерів. М'ясо птиці залишається одним з найдешевших видів сировини для ковбасного виробництва, виробництва копченостей і напівфабрикатів.

Біологічна цінність м'яса курчат-бройлерів визначається головним чином високим вмістом білка, його біологічною повноцінністю, тобто співвідношенням незамінних амінокислот і якістю жиру. За амінокислотним складом білки м'яса курчат-бройлерів відносяться до високоцінних, що містить в достатній кількості всі незамінні амінокислоти.

Продукція з м'яса птиці на сьогоднішній день дуже популярна в Україні [3-6]. Це пояснюється такими причинами: доступна ціна, технологічність і зручність його переробки і виробництва готових виробів. М'ясо птиці, особливо курчат-бройлерів і індичок, є цінною сировиною для виробництва функціональних продуктів. Воно є екологічно безпечною сировиною, що підтверджується результатами багатьох досліджень [21].

У м'ясі птиці у великій кількості містяться вітаміни B2, B6, B9, B12. М'язева тканина багата мінеральними речовинами – залізом, фосфором, калієм, натрієм, кальцієм, магнієм, цинком. Мікроелементи – мідь, марганець, нікель, кобальт, алюміній та інші – в м'язах знаходяться в незначній кількості.

М'ясо птиці володіє високими смаковими якостями, що пов'язане з морфологічними особливостями м'язевої тканини і її фізичними властивостями, такими як ніжність і соковитість. М'язеві волокна птиці тонші і сполучна тканини між ними менша, ніж у інших тварин. Жир м'яса птиці має більше ненасичених жирних кислоти, які не синтезуються організмом в достатній кількості, проте відіграють важливу роль в харчуванні людини [7]. Білків у м'ясі птиці більше, ніж в м'ясі забійних тварин, і вони в основному водорозчинні [8, 9, 14].

Біологічно активні властивості сировини м'яса птиці у поєднанні з додванням інших біологічно активних компонентів можуть дозволити

варіювати вміст в продуктах основних живильних речовин і забезпечити їх відповідність медико-біологічним вимогам [27].

При виборі м'яса з різних видів птиці за основними есенціальними речовинами найбільш перспективним видом сировини є м'ясо курчат-бройлерів, воно містить оптимальне співвідношення білка і жиру, кількість незамінних амінокислот близька еталонному білку, а також м'ясо курчат-бройлерів має найбільш повний вітамінний склад і найменшу кількість холестеролу [4, 12]. Крім того значення коефіцієнта перетравлюваності м'яса курчат-бройлерів складає 94-95%. Це вище ніж у інших видів м'яса птиці, оскільки в білці м'яса курчат-бройлерів практично відсутній колаген і еластин.

Таким чином, м'ясо курчат-бройлерів володіє високою живильною цінністю і є цінною сировиною для виробництва різних продуктів, особливо при виробництві продуктів дієтичного харчування [24].

В світі досить широкий асортимент напівфабрикатів з м'яса птиці. Це дозволяє рационально використовувати сировину, повніше забезпечуючи купівельний попит різних соціальних груп населення. Найбільшого поширення в Україні набувають напівфабрикати з м'яса курчат-бройлерів. Поєднання кваліфікованої обробки курчат зі сучасними технологіями дозволяє отримувати широкий спектр напівфабрикатів – біля 150 найменувань: філе, стегенця, рулети, зрази, шашлики, котлети, шніцелі, битки, нагетси і ін. [13].

Найбільш цінним джерелом білка в раціоні харчування людини є курячі яйця і продукти їх переробки, в першу чергу завдяки значному вмісту збалансованого по амінокислотному складу білка, повноцінному ліпідному комплексу, широкому спектру макро- і мікроелементів і вітамінів.

Проведено багато досліджень, завданням яких є розробка технології м'ясних напівфабрикатів з хорошими біологічними і функціональними властивостями, при цьому велика увага приділяється можливості зниження собівартості отриманого продукту. Для збагачення рецептури білковими

компонентами використовують як рослинні добавки, так тваринні білки [5-8] і їх комбінації [10...15]. Як білковий компонент тваринного походження найчастіше використовують колагенвмісну м'ясну сировину або казеїн, проте яєчний білок служить хорошою альтернативою, оскільки за своїм амінокислотним складом визнаний FAO еталоном.

Виходячи з цього, широкого поширення набуває виробництво м'ясних продуктів і ковбасних виробів з підвищеною часткою яйця в рецептурі [12-15]. Проте, при введенні яйця або його компонентів більше 5%, консистенція фаршу стає рідкою, що утрудняє процес формування. Збільшення вмісту яйця вимагає внесення компонентів, що пов'язують. Розробка технології коагульованого яєчного білка і його використання в рецептурах продукту дозволяє істотно збільшити частку яєчних продуктів в рецептурі виробів з м'яса птиці.

1.2 Аналіз складу і властивостей яєчного білка

Яйце складається на 63-65% з білка, 25,0-27,5% з жовтка і 9,5-10,5% з яєчної шкаралупи. Основними компонентами є вода (75%), білки (12%) і жири (12%), а також вуглеводи і мінерали (таблиця 1) [7, 12].

Таблиця 1.

Загальний хімічний склад яєць, %

Показник	Ціле яйце	Яєчний білок	Жовток	Шкаралупа	В середньому
Вода	73-75	86-89	48-49	1-2	73,8
Суха речовина	26-28	11-14	50-55	96-98	26,5
Протеїни	12-14	10-14	16-18	3,0-3,3	12,5
Жири	11-14	0,02-0,1	32-34	-	11,6
Вуглеводи	0,8-1,5	0,8-1,0	0,9-1,2	-	1,0
Зола	0,8-10,0	0,5-0,8	1,0-1,2	94,2-95,2	0,8

Співвідношення складових частин яйця в основному залежить від кросу [2] і терміну зберігання яєць.

Більшість поживних речовин яйця володіють високою біодоступністю. Точний склад яйця залежить від раціону птиці. Це одна з причин

відмінностей в концентрації деяких живильних речовин яйця за даними європейських баз даних відносно продуктів харчування. Крім того, відмінності в живильному складі яєць і рекомендаціях по їх споживанню по країнах приводять до деякої плутанини. Проте, ґрунтуючись на утриманні поживних речовин в яйцях, можна абсолютно точно сказати, що яйця є важливою частиною збалансованого раціону [7].

Основними протеїнами яєчного білка є овальбумін (54%), овотрансферин (12%), овомукоїд (11%), лізоцим (3,5%) і овомуцин (3,5%). До мінорних протеїнів відносяться авідин (0,05%), цистатин (0,05%), овомакроглобулін (0,5%), овофлавопротеїн (0,8%), овоглікопротеїн (1,0%) і овоінгібітор (1,5%) [7]. Літературні дані різних авторів про склад яєчного білка відрізняються (таблиці 2 і 3).

Овальбумін – основний білок яєчного білка з переважаючими функціональними властивостями. Овальбумін є мономерним фосфоглікопротеїном з молекулярною масою 44,5 кДа і ізоелектричною точкою 4,5, а також єдиним яєчним білком, який містить вільні сульфгідрильні групи.

Овотрансферин (також відомий як кональбумін) ідентифікований як залізосполучний яєчний білок. Він складає 12% від яєчного білка і має молекулярну масу 77,7 кДа і ізоелектрична точка (ІЕТ) близько 6,1. Також містить 686 залишків амінокислот і має 15 дисульфідних містків.

Овомукоїдом є глікопротеїн, чутливий до нагрівання. На його частку доводиться близько 11 % від яєчного білка, він містить різні вуглеводи. Овомукоїд містить дев'ять дисульфідних груп і не має вільних сульфідних груп. Молекулярна маса приблизно 28 кДа і ІЕТ 4,1. У кислому середовищі він володіє високою стійкістю до теплової дії, а в лужному середовищі (при рН 9,0) швидко перетворюється при 80°C.

Овомукоїд володіє інгібіторними властивостями: він гальмує дію трипсину – ферменту підшлункової залози, що бере участь в перетравлюванні білків їжі. Тому сирі яєчні білки не тільки погано

засвоюються, але і знижують засвоюваність інших білків їжі. При варінні яєць овомукоїд денатурує і втрачає цю властивість.

Овомуцин складає 1,5-3,5 % від загального об'єму яєчного білка. Це в'язкий глікопротеїн з дуже великою молекулярною масою 8300-23000 (кДа). Він складається з двох субодиниць: α -субодиниці і β -субодиниці, які зв'язані дисульфідними зв'язками.

У яйці є ще один специфічний білок – лізоцим. Лізоцим є ферментом білка яйця, який може розчиняти оболонки клітин бактерій. Він може кристалізуватися, за допомогою хроматографії або електрофорезу і розділяється на два або три компоненти. Молекулярна маса лізоциму 14 300–14 600, ІЕТ в межах рН 10,7. Інактивація ферменту залежить від рН серед і температури. При тепловій обробці з температурою 63°C впродовж 10 хв лізоцим інактивується у міру підвищення рН серед вище 7,0 [7-9].

Окрім протеїнів в яєчному білку міститься ряд інших азотистих сполук, які утворюються в результаті процесів розпаду, що відбуваються в яйці.

У білці яєць міститься до 0,4 мг, або до 1% від маси білка, вуглеводів. Вони знаходяться у вільному стані у вигляді глюкози і у зв'язку з протеїном у вигляді складних вуглеводів манози і галактози [8].

Вміст мінеральних речовин в білці складає приблизно 0,7% від маси білка. Мінеральні речовини представлено макро- і мікроелементами.

У білці яєць містяться в основному водорозчинні вітаміни: тіамін (B1), рибофлавін (B2), нікотинова кислота (PP), пантотенова кислота (B3), піридоксин (B6), ціанкобаламін (B12), вітамін Н, холін (B4), фолієва кислота (B9) і ін., серед яких найбільше значення має вітамін B2. Він обумовлює швидкість росту ембріона, розвиток кістяка і нервової системи. Вміст його в білці непостійний і змінюється в залежності від умов харчування птиці [18].

У останні роки у міру розробки і застосування нових молекулярних технологій значно розширилися і поглибилися знання про те, як утворюється яйце, з чого складається, яка функціональна роль кожного з компонентів яйця. У яєчному білку і жовтку виявлень раніше невідомі сполуки з'єднання,

що володіють специфічною активністю або специфічними функціональними властивостями, які можуть з успіхом застосовуватися в харчовій або фармацевтичній промисловості [8, 11, 12].

Поживну цінність яєць можна описати різними способами. Результати виходять наступними: яйця є повноцінним джерелом високоякісного білка [3]. У білці курячого яйця містяться практично всі незамінні амінокислоти.

Для кількісної характеристики якості харчового білка в нутріціології, як відомо, використовується спеціальний термін – біологічна цінність (БЦ). Під біологічною цінністю розуміють залежну від амінокислотного складу і інших структурних особливостей білка ступінь затримки азоту їжі в тілі організму, що росте, і ефективність його утилізації для підтримки азотистої рівноваги у дорослих особин. Саме амінокислотний склад і, перш за все, вміст і співвідношення незамінних амінокислот головним чином, визначають біологічну цінність білка – показник, що характеризує його користь для організму. Біологічну повноцінність білків оцінюють за кількістю незамінних амінокислот в харчових продуктах порівняно з еталоном ФАО/ВООЗ. Склад незамінних амінокислот білків курячих яєць і амінокислотний скор (АС) білків курячих яєць розраховується по лімітуючими амінокислотами.

На хімічний склад яйця, і білка зокрема, сильний вплив робить годівля птиці. На цьому факті ґрунтується безліч робіт по збагаченню курячих яєць різними поживними речовинами [4, 5, 8]. На вміст і розподіл амінокислот в яєчному білку великий вплив надає не тільки годівля птиці, але також термін яйцекладки, і тривалість зберігання харчових яєць. Встановлено, що найбільшою біологічною цінністю володіє білок яєць від курей в середині яйцекладки [8]. Із збільшенням терміну зберігання яєць порушується оптимальне співвідношення амінокислот в білці і помітно погіршується якість [9]. Термін зберігання яєць впливає на їх функціональні якості [10].

1.3 Асортимент і технології продуктів з курячих яєць

Помірне збагачення яєць певними поживними речовинами, наприклад, поліненасиченими жирними кислотами або вітамінами, відповідно до гармонізованими нормами харчування і правилами відносно харчування і здоров'я може привести до прийнятних концепцій відносно «функціональних яєць». Збагачення харчових продуктів не повинно нести в собі ризики зайвого споживання окремих поживних речовин [7, 11]. В даний час яйця збагачують йодом, селеном, омега-3 жирними кислотами, каротиноїдами, вітамінами [11-14].

Яйця можуть бути збагачені цінними сполуками за рахунок специфічних змін в годуванні птиці [15]. Технологія КЖ-спектроскопії була застосована для вивчення гелеутворюючих властивостей яєчного білка, і її результати підтвердили доцільність використання цієї технології для вивчення технологічних і біохімічних властивостей компонентів яєць і яєчних продуктів [12].

Зважаючи на різноманітність функціональних властивостей яєчних продуктів (піноутворення, гелеутворення, фарбування і ін.), їх зазвичай широко використовують в харчовій промисловості при виробництві різних продуктів.

У останньому звіті з переробки яєць (компанія “MarketsandMarkets”) прогнозується, що в 2025 році ринок перероблених яєць в світі досягне 28000 млн. доларів США [27]. Біля двох третин від загального виробництва яєчних продуктів в США складають рідкі (і заморожені рідкі) яєчні продукти [28].

Хоча переробка яєць в різні сухі і рідкі яєчні продукти зосереджена головним чином в США і Європі, підкреслюється значення розвитку цієї галузі в Азії, де проводиться більше яєць, чим в будь-якому іншому регіоні миру [19].

Переробка яєць – високотехнологічна промислова операція, що вимагає мистецтва і знань. Для досягнення високої якості яєчних продуктів необхідне глибоке розуміння всіх стадій переробки.

Українська птахопереробна промисловість випускає яєчні заморожені продукти (меланж, білок і жовток), яєчні сухі продукти, ферментовані яєчні продукти [13].

Яєчний білок є досить стійким (порівняно з іншими білковими розчинами) до зовнішніх дій. При високій концентрації білка в нативному розчині (вміст білка в розчині досягає 12%) він не випадає в осад в сильно лужному середовищі (рН 9,0 і вище), не коагулює під час пастеризації при 60°C, зберігає хорошу здатність утворювати піну. Одним з найбільш ефективних способів консервації є сушіння рідких яєчних продуктів [11, 12].

Функціональні властивості сухих яєчних продуктів, висушених на сучасному обладнанні з дотриманням технології підготовки і сушіння яєчної маси, після відновлення (обводнення) до початкового стану порівнянні з функціональними властивостями свіжих яєць. Різке підвищення якості яєчних сухих продуктів стало можливим завдяки тонкому розпилюванню рідкої яєчної маси в сушильних пристроях з дисковим розпилюванням [16].

До одних з найбільш перспективних енергозбережних методів, вживаних в харчовій промисловості, відноситься ультрафільтрація харчових продуктів, у тому числі і яєчної маси [14].

Розроблені новітні альтернативні технології пастеризації яєчних продуктів – високий гідростатичний тиск, ультрафіолетове опромінювання, обробка в пульсуючому електричному полі, гомогенізація під високим тиском, мікрохвильова пастеризація, нагрівання. Ці технології дають можливість інактивувати мікроорганізми, при цьому знизити втрати важливих поживних речовин і зберегти функціональні властивості яєчних продуктів [15, 16].

У США розроблений спосіб пастеризації сирих яєць в шкаралупі без зміни їх смаку, текстури і інших якостей [17, 18], аналогічні дослідження проводилися і вітчизняними фахівцями.

Переробка яєць в яєчні продукти продовжує розширюватися. Окрім сирих яєчних продуктів, розвивається, особливо в США, виробництво різних продуктів глибшої переробки яєць.

Піюш Махешварі відзначив збільшену тенденцію до створення нових продуктів на основі яйця. За два роки, починаючи з січня 2020 року і закінчуючи груднем 2021 року, більше 800 нових продуктів на основі яйця були зареєстровані в базі даних Innova. З них внесок Європі склав близько 50 % нових яєчних продуктів. Для споживача, який вирішує спробувати новий продукт, важливими чинниками є: зручність, співвідношення компонентів, безпека і поживна цінність продукту, харчові тенденції, але самим головним є смак. Махешварі описав два нових особих продукту американської компанії «Pillsbury» яєчно-базіку і бисквитний сендвіч. Компанія «Hormel» випускає яєчні продукти для сніданку. Це повністю готові до вживання сніданки з включенням яєць, що підлягають розігріванню в мікрохвильовій печі [12]. Подібні продукти, випускаються компанією «Cal-Maine Foods», також мають високий попит, особливо в ресторанах і кафе [13].

Недавно на полицях магазинів США з'явилися штучні яєчні продукти на основі рослинних матеріалів [14, 15].

У Японії компанія «Yamasaki Farms» продає яйця юзут, тобто яйця з ароматом і смаком цитруса юзу.

Одним з напрямів, що дозволяють отримати якісний харчовий продукт на основі яйця, є виробництво яєчного рулету. Продукт, що дає можливість отримати рівномірні скибочки яйця, складається з циліндрового жовткового стрижня, оточеного шаром білка. Такий продукт, називають яєчним рулетом і випускають як в індивідуальній оболонці, так і без оболонок. Ще однією з переваг яєчного рулету є можливість введення в яєчний білок і жовток різних добавок, що дозволяє отримувати покращені смакові і якісні характеристики продукту [17].

Економічно розвинені країни йдуть по шляху з'єднання глибокого вивчення яйця з сучасними високими технологіями його переробки.

Фракціоновані компоненти яйця використовуються в різних харчових і нехарчових цілях. Вивчаються і жовток, і білок з метою знайти інноваційні шляхи використання їх компонентів і модифікувати композицію [12].

Розроблені способи приготування цілих яєць. Сюди відноситься пастеризація яєць в шкаралупі [19], виробництво копчених яєць [15], яєць-пашот і ін. Широко поширено виробництво різних омлетних сумішей [15, 16].

Відомі дані про зміну хімічного складу яєць залежно від виду термічної обробки (таблиця 2).

Таблиця 2.

Вміст білка і жиру в яйці залежно від термічної обробки.

Яйце (50г)	Білок (г)	Калорії	Жир (г)
Сире	6.3	72	4.7
Зварене круто	6.3	78	5.3
Обсмажене в олії	6.8	98	7.4
Яєчня	5	75	5.5
Пашот	6.2	69	4.7
Омлет	5.3	77	5.8
Перепелине яйце (9г - сире)	1.2	14	1

В даний час розроблено і впроваджуються нові технології виробництва більш специфічних яєчних продуктів. Так, в Німеччині розроблений спосіб отримання високопористих білкових аерогелів за рахунок обробки яєчного білка розчинами кухонної солі і етанолу [14]. Це відкриває абсолютно нову область застосування яєчного білка для приготування мікроінкапсульованих матеріалів.

Розроблена технологія розділення жовтка на водорозчинну плазму і гранули. Ця технологія дозволяє отримувати мікробіологічно безпечні продукти з заданими функціональними властивостями для особливих застосувань.

Технологія детально вивчається і удосконалюється [15]. Гранули є фосфорильованими білками, а плазма складається з фосфоліпідів і

холестерину. В даний час здійснюється пошук нових способів застосування цих фракцій для виробництва нових видів продуктів [15].

В даний час все більше уваги приділяється розробці спортивного харчування [16-19]. При цьому одним з основних компонентів даних продуктів є яєчний білок [17]. Проте споживання білка в рідкому або порошковому вигляді може викликати труднощі у деякої частини спортсменів. Відповідно розробка продуктів з яєчного білка приведе до розширення асортименту продуктів спортивного харчування.

1.4. Зміна властивостей яєчного білка при денатурації

Ще свого часу Baldwin охарактеризував куряче яйце як багатоцільовий харчовий інгредієнт, оскільки під час приготування харчових продуктів воно здатне виконувати низку технологічних функцій. Це пов'язано з властивостями яєць: піно- та гелеутворення, емульгування, здатність надавати продуктам пористості та легкості [16].

У даній роботі основну увагу приділено гелеутворюючій здатності яєчного білка.

Процес утворення гелів з білків яйця добре описується моделлю теплового желювання глобулярних білків [19]. Відповідно до цієї моделі, гелеутворення відбувається у два послідовні етапи: спочатку денатурація, потім агрегація. Схематично це можна подати так: нативний білок → денатурований білок (розгорнуті ланцюги) → агрегований білок (просторова сітка).

Денатурація — це процес переходу білка з впорядкованої структури у розгорнуту, без розриву ковалентних зв'язків. Тобто це будь-яке порушення нативної тривимірної структури (за відсутності гідролізу), яке змінює взаємодію білка з розчинником і його фізичні властивості, зокрема знижує розчинність. Яєчний білок є концентрованим розчином протеїнів, який під дією тепла перетворюється на гель, здатний утримувати всю воду. Важливо, що для розриву водневих зв'язків і розгортання поліпептидних ланцюгів

потрібна вода: у її відсутності навіть нагрівання до 100 °C не спричиняє денатурацію [17].

Наслідком денатурації є суттєві зміни властивостей білків: зниження гідратаційної здатності, зникнення гідратаційної оболонки, укрупнення частинок та втрата розчинності. Цей процес називають згортанням білка.

Температурна картина згортання білка яйця така:

- 45–50 °C – помітних змін немає;
- 50–55 °C – локальні помутніння;
- 55–60 °C – помутніння охоплює весь об'єм білка;
- 60–65 °C – білок густішає;
- 65–70 °C – постає ніжна гелеподібна маса;
- 70–86 °C – формується гель, що тримає форму;
- 85–90 °C – гель ущільнюється.

Отже, білки першими реагують на нагрівання. При 50–55°C з'являється помутніння, при 65 °C білок загущується, при 75 °C перетворюється на суцільну непрозору масу ніжної консистенції. За температур понад 85°C гель стає дедалі щільнішим, причому тривале витримування при 95°C спричиняє подальше ущільнення без підвищення температури [11, 17].

Курячий білок має дві основні ендотермічні точки при 60–65 °C та 80–85 °C, що відповідає денатурації овотрансферину та овальбуміну [13, 17].

При низькій концентрації білків денатурація призводить до утворення пластівців, а при високій – формується суцільний гель, як під час варіння яєць.

Вплив кухонної солі

Особливий інтерес становить дія NaCl. Відмінності в помутнінні білка за різного вмісту солі пов'язані зі швидкістю та характером білкової агрегації. Іони Na⁺ та Cl⁻ змінюють конформацію білкових молекул, посилюють або послаблюють електростатичні взаємодії. При низьких концентраціях солі білки стабілізуються за рахунок електростатичної

взаємодії; при високих – відбувається коагуляція білка. Таким чином, NaCl суттєво впливає на гелеві властивості білка.

Гелеутворення: дві стадії

1. Розгортання макромолекул до денатурованого стану з експозицією гідрофобних ділянок.
2. Агрегація, коли денатуровані макромолекули взаємодіють між собою, утворюючи тривимірну сітку гелю [17].

На характеристики гелю впливають:

- рН (електростатичний заряд молекул),
- концентрація білка,
- іонна сила розчину,
- температура,
- наявність металів та інших іонів.

Вплив рН

Зміна рН змінює заряд білкових молекул і силу їх притягання/відштовхування. При рН 5,5 та 8,5 швидкість агрегації овальбуміну вища, ніж при рН 7,0. Близько ізоелектричної точки (рН ~5) білки утворюють випадкові агрегати та мутні гелі. Найкращі гелеутворюючі властивості спостерігаються у лужному діапазоні рН.

Термоіндуковане гелеутворення

Різні білки яєчного білка мають різні температури денатурації:

кональбумін – 57,3 °С; глобулін – 72 °С; овальбумін – 71,5 °С; лізоцим – 81,5 °С.

Овомуцин і овомукоїд не коагулюють у цьому діапазоні [17].

Найбільший внесок у формування гелю вносять овальбумін і овотрансферин. Овальбумін може утворювати дисульфідні зв'язки з іншими білками. Овотрансферин, навпаки, є фактором, що обмежує ефективність пастеризації; видалення його з білка підсилює гелеутворення [18].

Високотемпературне сухе нагрівання

Довготривале сухе нагрівання за 80 °С (до 5 діб) також покращує гелеутворюючі властивості білка [20–22], підвищуючи гнучкість молекул та доступність реакційно-активних груп.

Коагуляція яєчного білка

Коагуляція — це агрегування частинок білка, коли взаємодія білок–білок переважає над взаємодіями білка з розчинником. Унаслідок коагуляції система втрачає седиментаційну стійкість.

Виділяють дві стадії:

1. Прихована коагуляція

Частинки укрупнюються, але ще не випадають в осад. У цій стадії важливу роль відіграють гідрофобні взаємодії та утворення дисульфідних зв'язків. Білки, багаті на гідрофобні амінокислоти, схильні до коагуляції; інші — до гелеутворення.

2. Явна коагуляція

Частинки втрачають стійкість і випадають в осад (якщо їхня густина більша за густину середовища). Коагуляцію викликають тепло, високий тиск, солі, кислоти, луки, спирти та інші денатуруючі фактори.

Розділ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розробка технології коагульованого яєчного білка вимагає комплексного підходу до планування досліджень. Експериментальні дослідження проведені в лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького.

2.1 Об'єкти досліджень

Як об'єкти дослідження використовували білок курячого яйця, тверду і рідку фракцію білка після коагуляції (згусток і сироватка). При розробці продуктів як об'єктів виступали коагульований яєчний білок збагачений коагульований білок, продукти на основі коагульованого і збагаченого яєчного білка (із вершками, з фруктовим наповнювачем, із зеленню). Досліджувалися композиції фаршів і напівфабрикати посічені з м'яса птиці (курчат-бройлерів) з високою часткою коагульованого яєчного білка в рецептурі.

Згідно аналізу джерел літератури, була визначена схема дослідження, що включає підготовку яєчного білка (розбивання курячих яєць з подальшим відділенням білка від жовтка), підкислення яєчної суміші введенням кислоти і солі, і подальшу термічну обробку.

На першому етапі досліджували стан питання, формулювали мету і завдання.

Завданням другого етапу була розробка способу і режиму коагуляції яєчного білка, вивчення зміни рН в процесі нагрівання яєчної суміші, вивчення зміни складу і виходу коагульованого білка залежно від рівня нагрівання, концентрації лимонної кислоти і солі.

Третій етап включав визначення якісних показників розробленого продукту і визначення терміну придатності коагульованого білка.

На четвертому етапі вивчалася можливість і раціональний рівень заміни м'яса в посічених напівфабрикатах на коагульований яєчний білок, розроблено рецептури і досліджено якісні показники напівфабрикату з високою часткою яйця. На закінчення удосконалювали технологію продуктів

на основі коагульованого яєчного білка, визначали якісні показники. Розробили функціональні харчові продукти на основі коагульованого яєчного білка.

2.2. Методи досліджень

У роботі використовували хімічні, фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні методи. Статистична обробка експериментальних даних і побудова графічних залежностей проводилося з використанням стандартних програм – Microsoft Office Excel 2010.

В рамках даної роботи проведено дослідження зміни хімічного складу, фізичних властивостей (ступінь розділення рідкої і твердої фракції, рН) згустку і виходу залежно від рівня нагрівання, рівня доданої кислоти в початкову суміш і тривалість витримки суміші до теплової обробки.

Визначали терміни придатності коагульованого яєчного білка і продуктів на його основі.

Для дослідження визначали наступні показники:

- технологічні параметри (температура, рН , ступінь розділення рідкої і твердої фракції, вихід продукту, ВЗЗ;
- склад (м.ч. вологи, м.ч. білка, м.ч. жиру - стандартними методами по ДСТУ 8719:2017;
- мікробіологічні показники при розробці режиму зберігання для продуктів на основі коагульованого яєчного білка – стандартними методами по ДСТУ 8104:2015.
- органолептичні показники (консистенція, смак, запах, колір) - за 5-бальною шкалою;

Ступінь розділення рідкої і твердої фракції згустку визначали методом центрифугування. Підготовлені зразки центрифугували, після чого вимірювали кількість рідкої і твердої фракцій. Центрифугування проводилося на апараті LMC-4200R впродовж 7 хв при 3500 оборотів.

Вимірювання рН проводили потенціометричним методом за допомогою лабораторного рН-метра Мультитест ПЛ-101-1.

Температуру вимірювали портативним термометром. Температурний датчик вводили в центр продукту. Інформація про температуру прочитувалася після стабілізації показів індикатора. Діапазон вимірюваних температур від мінус 50 °С до плюс 300 °С. Межа абсолютної допустимої похибки вимірювання $\pm 0,5$ °С.

Для вивчення зміни рН і ступеня розділення рідкої і твердої фракції в процесі нагрівання білкової суміші зразки відбирали з інтервалом в 1 хв.

Для визначення виходу і складу зразки відбирали досягши температури від 80 до 90°С з інтервалом 2 °С.

Терміни придатності встановлювали спільно з лабораторією санітарно-гігієнічної оцінки сировини і продуктів. Терміни дослідження продуктів не повинні перевищувати термін придатності на якийсь час, зі врахуванням коефіцієнтом резерву.

Органолептичну оцінку проводили за профільним методом з використанням бальних шкал. Результати графічно представляли у вигляді профілограм. Продукт оцінювали за наступними показниками: смаку, запаху і консистенції і давали кількісну оцінку в балах. Індивідуальні оцінки окремих показників якості продукції (у балах) заносили в дегустаційні листи і піддавали статистичній обробці. При розрахунку комплексного показника якості коефіцієнти значущості окремих показників не вводили, вважали їх рівнозначними. Середню органолептичну оцінку продукції виражали як:

$$X = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)/n, (1)$$

де X – загальна якість продукту, X_1 , X_2 , X_3 , X_n - оцінки кожного показника,

n - кількість показників.

Вологоутримуючу здатність фаршів з додаванням коагульованого яєчного білка досліджували методом пресування за Р.Грау і Р.Хамом.

На вагах точністю до 1,0 мг брали наважки фаршів (м'ясо птиці з додаванням коагульованого білка). Величина наважки не повинна перевищувати 100 мг. Наважки переносили на шматок фільтрувального

паперу і поміщали її між двома скляними пластинками. Після чого пластинки з наважками, що знаходяться між ними, піддавали пресуванню впродовж однієї години. Після пресування на вагах зважували наважки, що є щільним шаром маси фаршу.

Вміст зв'язаної води в зразках фаршу визначали за формулою:

$$\frac{M_{\text{наважки до пресув.}} - M_{\text{наважки після пресування}}}{M_{\text{наважки до пресування}}} \times 100\% \quad (2)$$

Вміст зв'язаної води в напівфабрикатах розраховується за формулою:

$$B = (A - 8,4 \times B) \times 100 / M \quad (3)$$

де В - вміст зв'язаної води, % до маси м'яса;

А - вміст води в наважці, мг (визначається висушуванням);

8,4 - кількість води в 1 см² вологої плями, мг;

В - площа вологої плями, см²;

М - маса наважки м'яса, мг.

Визначення виходу коагульованого яєчного білка проводили ваговим методом і розраховували за формулою:

$$A = x = \frac{M_1}{M_2} \times 100 \quad (4)$$

де А - вихід коагульованого білка %;

М₂ - маса коагульованого яєчного білка;

М₁ - маса сирого яєчного білка.

Статистична обробка експериментальних результатів була проведена за допомогою методів математичної статистики. Для статистичної обробки експериментальних даних і побудови графічних залежностей використовували стандартну програму Excel для Windows.

Повторність аналізів при виконанні експериментальних досліджень 3-х кратна, кількість паралельних визначень 3-5-ти кратне, достовірність результатів Р<0,05.

Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження сировини і вибір коагулюючих агентів

Як сировина для коагульованих яєчних продуктів можуть бути використані як свіже яйце, так і рідкі пастеризовані яєчні продукти. На першому етапі досліджень був вивчений склад сировини: яйця і пастеризований охолоджений білок різних виробників.

Аналіз хімічного складу (таблиця 3) показав що, в середньому масова частка білка в яєчному білку складала 10,5%, вона варіюється у різних виробників і залежить від кросу, віку птиці, кормів. Масова частка води коливалася в межах 86,2-88,7%.

Таблиця 3

Склад яєчних продуктів

№ з.п.	Найменування продукції	Масова частка білка %	Масова частка води %
1	Білок (птахофабрика ТМ Наша Ряба)	9,5±0,3	88,7±1,8
2	Білок (птахофабрика ТзОВ Агроль)	11,0±0,5	87,1±1,7
3	Пастеризований яєчний білок	11,0±0,3	88,2±1,8

В цілому процес коагуляції протікав одноманітно при використанні рідкого пастеризованого яєчного білка, так і при використанні яєчного білка, отриманого при розбиванні яєць. За літературними даними охолодження білка майже не впливає на ефективність гелеутворення.

У різних галузях харчової промисловості як кислотні агенти використовуються харчові органічні кислоти, такі як лимонна, винна, яблучна, молочна, оцтова і інші кислоти. Найбільше застосування мають лимонна, молочна і оцтова кислоти.

Харчові кислоти у складі продовольчої сировини і продуктів виконують різні функції, пов'язані з якістю харчових об'єктів. У складі

комплексу смако-ароматичних речовин вони беруть участь у формуванні смаку і аромату, що належать до основних показників якості харчового продукту.

Лимонна кислота перешкоджає утворенню в організмі канцерогенних нітрозамінів, сприяє зниженню ризику виникнення і розвитку онкологічних патологій. Лимонна кислота (відповідно, цитрат) сприяє також засвоєнню організмом кальцію (її вміст в кістках і зубах складає 0,5-1,5%), надає активуючу або інгібуючу дію на деякі ферменти [15].

Лимонна кислота є продуктом лимоннокислого бродіння цукрів. Має найбільш м'який смак в порівнянні з іншими харчовими кислотами і не надає подразнюючої дії на слизові оболонки травного тракту.

Саме лимонній кислоті була віддана перевага при розробці технології коагульованого яєчного білка.

Оскільки лимонна кислота в кристалічному вигляді в продукті розподіляється не рівномірно, використаний водний 5-% розчин лимонної кислоти.

Сіль - одна з найпоширеніших спецій, яка підсилює смак блюда. Крім того кухонну сіль використовують як безпечний і поширений консервант для збереження продуктів.

3.2. Розробка способу отримання коагульованого яєчного білка

Яйця і, зокрема, яєчний білок широко використовуються в різних галузях харчової промисловості. Великий інтерес викликає можливість розширення асортименту яєчних продуктів і виробництва продуктів з яєчного білка готового до вживання. В результаті аналізу доступної інформації було ухвалено рішення використовувати здатність яєчного білка до незворотної денатурації, як основи при створенні нової технології. В процесі вивчення проблеми виробництва коагульованого яєчного білка був проведеной патентний пошук з подальшим аналізом доступної інформації.

Аналіз доступної інформації показав, що дана проблема вирішується як в Україні, так і за кордоном, про що свідчать патенти США, Китаю, Японії і

інших країн. Способи отримання яєчних інгредієнтів з цілого яйця передбачає використання теплової обробки, ферментації, гідролізу у присутності кислот і ін. технологічних засобів.

Відомо декілька способів отримання харчових продуктів на основі яєчного білка [23]. В основному вони характеризуються відділенням яєчного білка від жовтка і внесенням у підготовлений білок кислоти, солей, з подальшим тепловим нагріванням або іншими технологічними процесами, які сприяють коагуляції білка.

Проте вказані способи мають свої недоліки. Зокрема, оцтова кислота, яка використовується в даних продуктах впливає на їх смак, і до того ж є обмежуючим чинником, оскільки не допускається при виробництві продуктів дитячого харчування і в харчуванні людей, страждаючих захворюваннями шлунково-кишкового тракту, серцево-судинною системою тощо.

У даній роботі був уточнений спосіб і розроблена технологія коагуляції яєчного білка.

За розробленою технологією для виробництва коагульованого яєчного білка можуть використовуватися як харчові яйця, так і рідкий пастеризований яєчний білок.

При використанні харчових яєць необхідно мати заздалегідь вимиті яйця і відокремити яєчний білок від жовтка. Білок перемішують до однорідності і фільтрують від залишків шкаралупи.

Коагуляція білка яєчних продуктів здійснювалася в процесі теплової обробки. Їх підкислюють розчином лимонної кислоти.

Для отримання коагульованого яєчного білка в підготовлену яєчну суміш послідовно вносили розчин лимонної кислоти і харчову кухонну сіль. Після чого нагрівали в пароконтактному коагуляторі при постійному перемішуванні до формування зернистої маси.

Сформований згусток направляли на сітчасті решітки (лотки) для відсікання сироватки і охолоджували.

3.3. Дослідження динаміки зміни рН яєчного білка залежно від температури нагрівання.

Білки – крупні молекули, наділені визначеною, строго заданою, просторовою конфігурацією і володіють рядом характерних фізико-хімічних і біологічних властивостей при фізіологічних значеннях температури і рН середовища. Під впливом різних фізичних і хімічних чинників білки піддаються згортанню і випадають в осад, втрачаючи нативні властивості. Таким чином, під «денатурацією» слід розуміти порушення загального плану унікальної структури нативної молекули білка, переважно її третинної структури, що приводить до втрати характерних для неї властивостей (розчинність, електрофоретична рухливість, біологічну активність тощо). Більшість білків денатурують при нагріванні їх розчинів понад 50-60°C.

Зовнішні прояви денатурації зводяться до втрати розчинності, особливо в ізоелектричній точці, підвищенню в'язкості білкових розчинів, збільшенню кількості вільних функціональних SH-груп. При денатурації гідрофобні радикали амінокислот, що знаходяться в нативних білках в глибині молекули, виявляються на поверхні, в результаті створюються умови для агрегації. Агрегати білкових молекул випадають в осад.

Для практичних цілей іноді використовують процес денатурації в «м'яких» умовах, наприклад при отриманні ферментів або інших біологічно активних білкових препаратів в умовах низьких температур у присутності солей і при відповідному значенні рН [22].

В процесі коагуляції і агрегації білків відбувається перерозподіл дисульфідних зв'язків, змінюється вміст SH-груп, що приводить до зміни рН. Таким чином, рН є непрямим показником, який характеризує процеси денатураційних змін білка – коагуляцію і агрегацію.

Для вивчення процесу коагуляції яєчного білка були проведено дослідження зміни величини рН від рівня нагрівання білкової суміші.

Дослідження показали (рис. 1), що при нагріванні яєчного білка (5%-ним розчином лимонної кислоти з внесенням кухонної солі) рН коагульованого білка підкислює середовище та змінюється:

- до температури 65 °С трохи знижується;
- потім до досягнення температури (75-80) °С плавно зростає до початкового значення;
- при температурі 82 °С настає різке зростання рН від 7,2-7,4 одиниць до 8,6 при температурі 92 °С.

Це вказує на те, що коагуляція білка відбувається при температурі $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$. При подальшому підвищенні температури відбувається ущільнення отриманого згустка, тобто йде його агрегація, яка, в основному, відбувається при температурі $(86-88)^\circ\text{C}$.

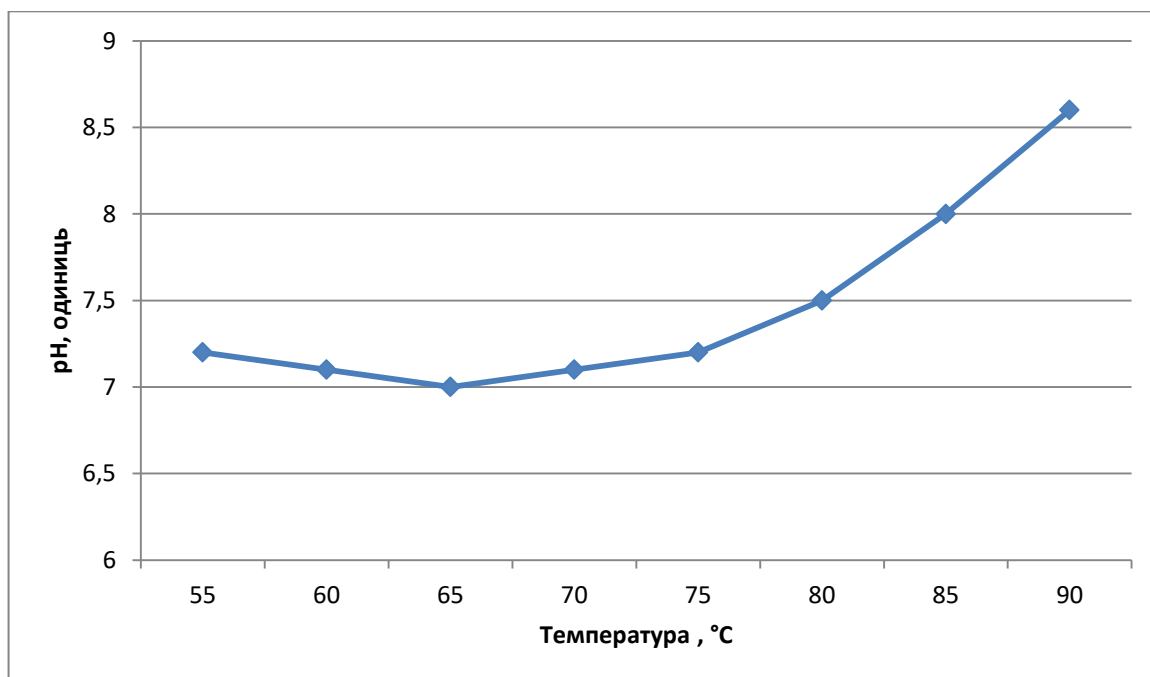


Рис. 1. Динаміка зміни рН білкового згустка в процесі нагрівання.

У інтервалі температур 82-92°C було додатково досліджено зміну рН коагульованого яєчного білка (рис. 2). Отримані дані підтвердили динаміку зміни рН, отриману раніше.

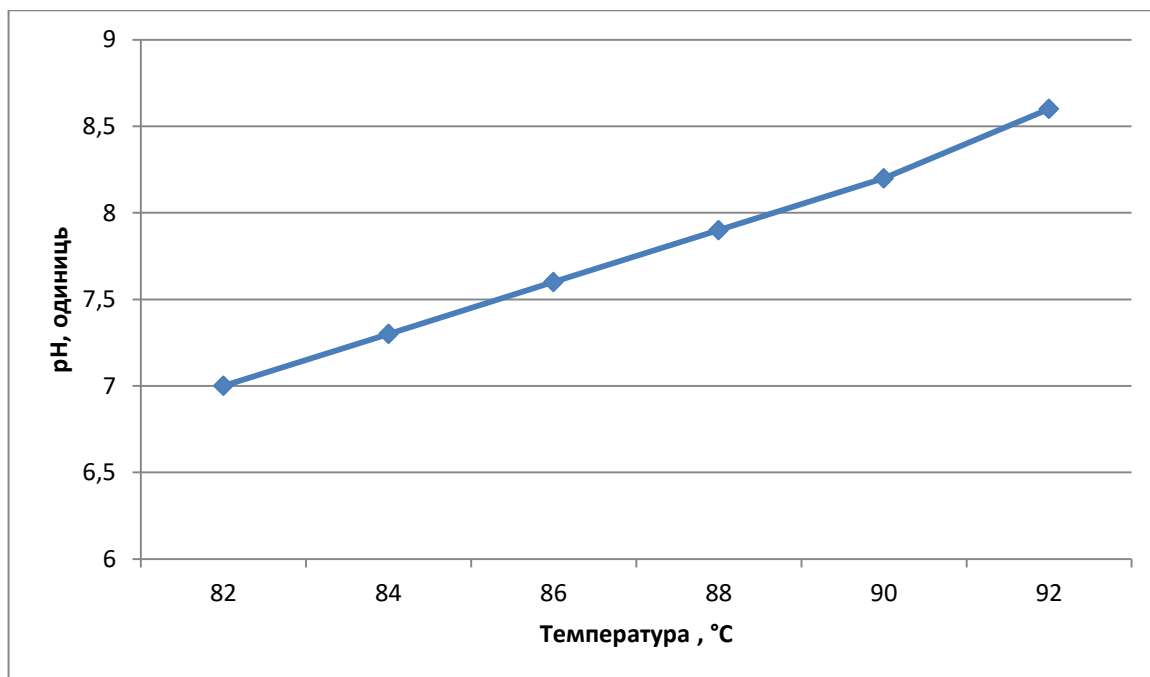


Рис. 2. Динаміка зміни рН після формування згустка.

Візуальні спостереження формування згустка узгоджуються з характером зміни рН і літературними даними про характер змін денатурації яєчного білка [12]: до досягнення температури 55 °С помітних змін не спостерігалось, потім білкова суміш каламутніє, при температурі 65 °С білок починає загустати і утворюється гель (при температурі 70°С), з подальшою появою пластівців при досягненні 82°С, які ущільнюються і формують зернистий згусток при збільшенні температури.

Формування згустку залежить від рівня нагрівання білкової суміші. Вихідячи з цього, було проведено ряд експериментів за визначенням ступеня відділення рідкої фракції згустку залежно від величини нагрівання.

При нагріванні до температури 80°С коагульованим білком є суспензія, яка злегка ущільнювалася, але не відділялася від сироватки при центрифугуванні при 3500 оборотів за хвилину. При подальшому підвищенні температури з'являвся згусток, кількість якого збільшувалася до 86-88°С. Надалі згусток лише ставав щільнішим. Вивчення залежності кількості рідкої фракції, що відокремилася, від температури нагрівання (рис. 3) підтвердило,

що процес коагуляції білка відбувається при температурі від 82 °С до 86-88°С.

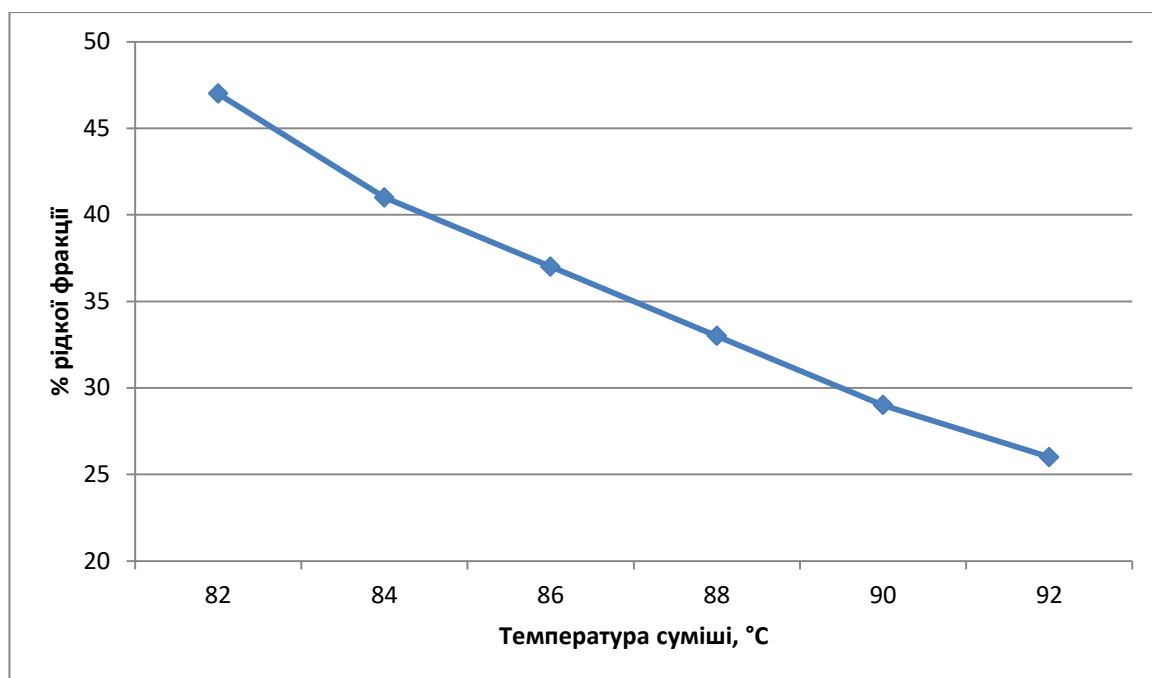


Рис. 3. Ступінь відділення рідкої фракції згустку залежно від температури.

3.4. Технологічні особливості коагуляції білка залежно від рівня введення лимонної кислоти і солі.

Проблеми підвищення якості готової продукції (зниження енергетичної цінності, збагачення біологічно активними речовинами, підвищення біологічної цінності, збільшення тривалості зберігання тощо) у виробничих умовах пов'язані з одночасною необхідністю вирішення завдань щодо підвищення ефективності використання сировини, зниження собівартості готової продукції, в першу чергу, за рахунок підвищення виходу. У зв'язку з цим, представляється доцільним отримання такого продукту, щоб його вихід був максимальним при збереженні високої якості. Для цього було досліджено вплив температури нагрівання на вихід коагульованого яєчного білка.

Експериментальні дані представлено на рис. 4 і в таблиці 4. Зразки виготовляли в аналогічних умовах за єдиною рецептурою, доводячи кінцевий продукт до заданої температури з інтервалом 2 °С.

Таблиця 4.

Зміна виходу коагульованого яєчного білка залежно від температури нагрівання

Показник	Точки відбору проб				
	1	2	3	4	5
Температура, °C	82	84	86	88	90
Вихід %	46,2±0,5	61,6±0,6	65,0±0,8	70,0±0,8	69,0±0,5

Вихід коагульованого яєчного білка в перерахунку на вихідний білок визначали в інтервалі температур від 82 до 90 °C. При температурі нижче 82°C згусток недостатньо сформований, і відокремити його неможливо. Після досягнення 82 °C згусток володіє зернистою консистенцією. При подальшому підвищенні температури згусток ущільнюється. Встановлено, що при температурі від 82 до 84 °C вихід коагульованого яєчного білка швидко наростає, зростання виходу складає понад 15%. Потім збільшення виходу сповільнюється. При 88 °C вихід максимальний. Потім при підвищенні температури до 90 °C вихід дещо знижується.

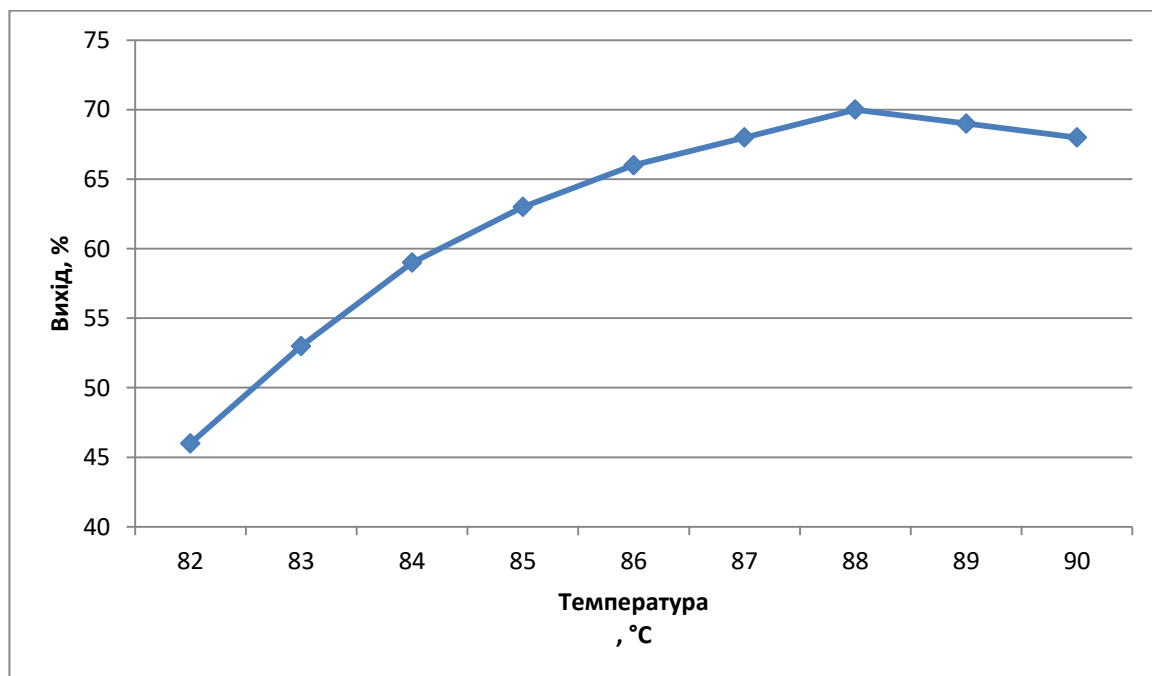


Рис. 4. Залежність виходу коагульованого білка від температури нагрівання білкової суміші

Результати експериментів при використанні яєць від різних партій були аналогічними, з похибкою $\pm 0,8\%$ ($p < 0,05$), що обумовлено різним вмістом сухих речовин в початковому білку.

Як свідчать літературні дані, температура денатураційних переходів залежить від внесення в білкові розчини кислот, лугів, солі.

При визначенні рівня внесення лимонної кислоти в продукт, щоб уникнути кислого присмаку, враховували органолептичні характеристики продукту.

Визначення рівня додавання кислоти, здійснювалося при двох температурних режимах: при нагріванні продукту до кінцевої температури 86°C і 88°C , встановлено як більш раціональні.

Встановлено, що при збільшенні кількості кислоти, що вводиться, з 0,10 до 0,13% при нагріванні до температури 86°C вихід зростав з 61 до 66% і знижувався при подальшому збільшенні концентрації кислоти (рис. 5). Залежність виходу від рівня доданої лимонної кислоти при нагріванні до температури 88°C носила той же характер, але при цьому величина виходу була вищою. Відмічено, що внесення лимонної кислоти в кількості 0,16% надає продукту більш кислого смаку. Найбільший вихід при температурі 86°C і 88°C складав 66,2% і 68,5% відповідно. Таким чином, визначена раціональна концентрація лимонної кислоти становить 0,13%.

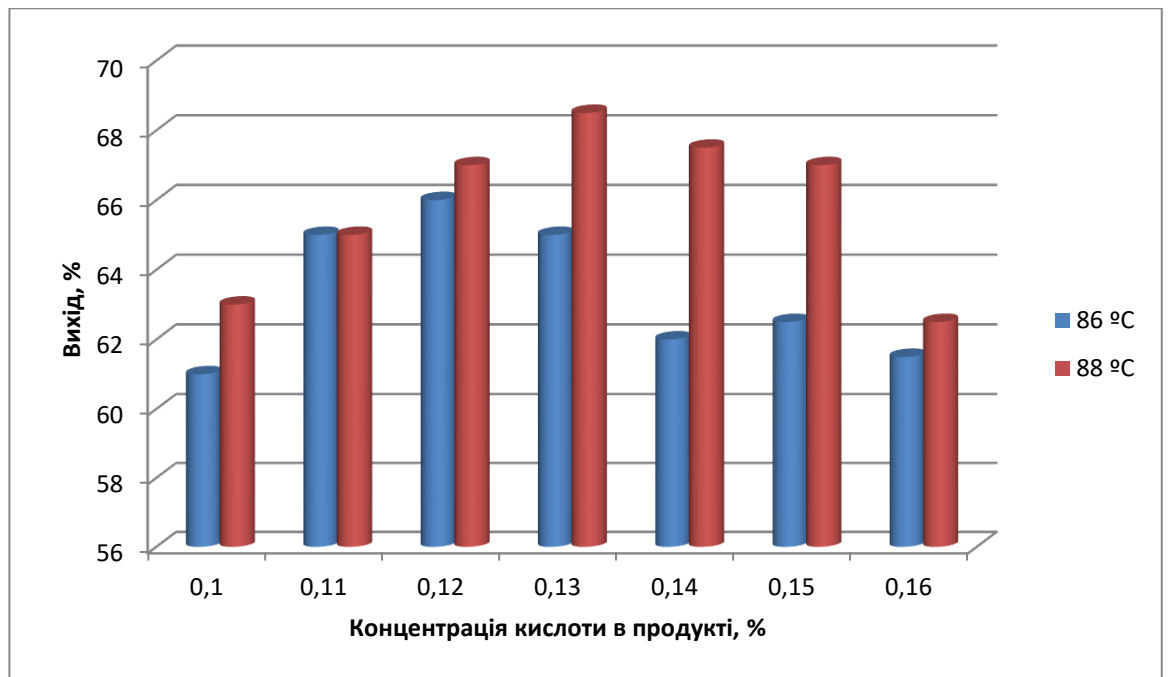


Рис. 5. Залежність виходу коагульованого білка від концентрації даної кислоти при різних рівнях нагрівання.

Характер протікання коагуляції при різних рівнях внесення лимонної кислоти залишався незмінним. Зміни стосувалися тільки розмірів частинок сформованого згустку.

При внесенні 0,13% лимонної кислоти розмір більшості частинок склав 100-450 мкм.

Концентрацію доданої солі, визначали, виходячи з органолептичних показників коагульованого яєчного білка, щоб не було присмаку солоності. Так само враховували такий рівень введення солі, який дозволив би використовувати отриманий продукт в дієтичному харчуванні.

В ході експерименту, встановлено, що збільшення кількості солі (рис. 6), що вноситься, знижує вихід готового продукту, при цьому органолептичні показники продукту помітно відрізняються. Максимальний вихід продукту при оптимальних органолептичних показниках спостерігався при концентрації солі – 0,8%.

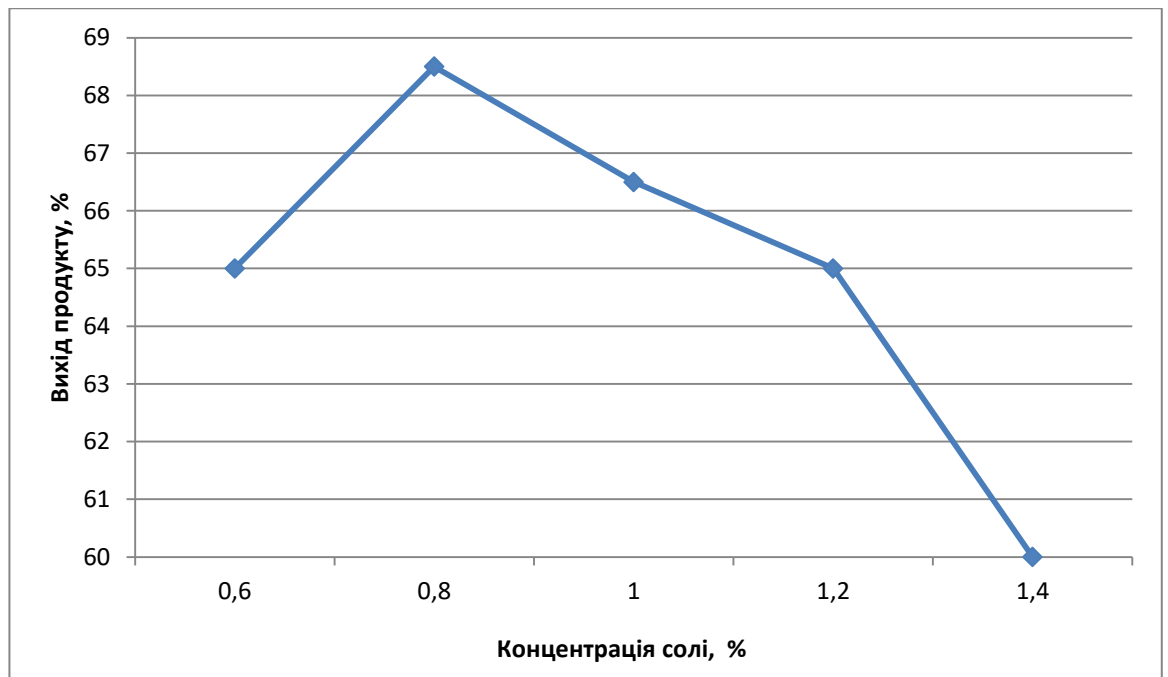


Рис. 6. Залежність виходу коагульованого яєчного білка від концентрації солі.

Дослідження впливу попередньої витримки білка разом з лимонною кислотою і сіллю до термічної обробки показало, що видержка зрушує рН розчину з 8,6-9,0, властивого нативному яєчному білку до нейтрального 6,8-7,0 (рис. 7).

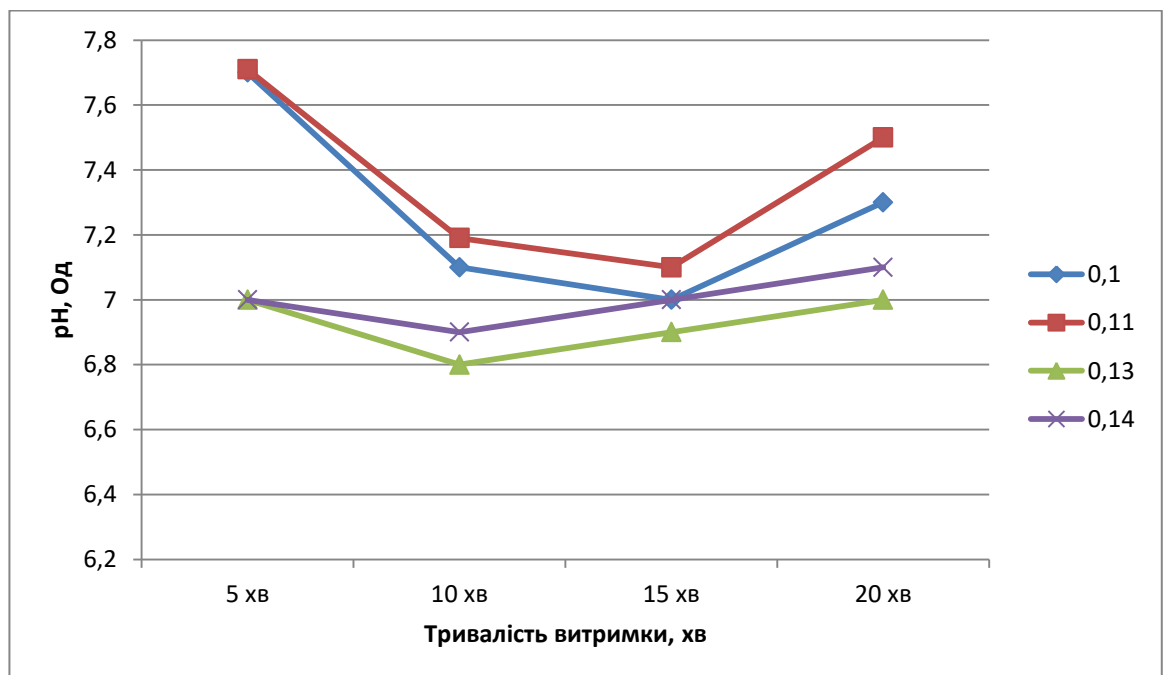


Рис. 7. Зміна величини рН розчину яєчного білка впродовж попередньої витримки суміші при різних концентраціях тієї, що вноситься лимонною кислотою (0,10-0,14%)

Дослідження показали (рис. 8), що при збільшенні витримки до 15 хв вихід продукту підвищувався, а потім практично не мінявся, що дозволило встановити час витримки білкової яєчної суміші до нагрівання не менше 15 хв.

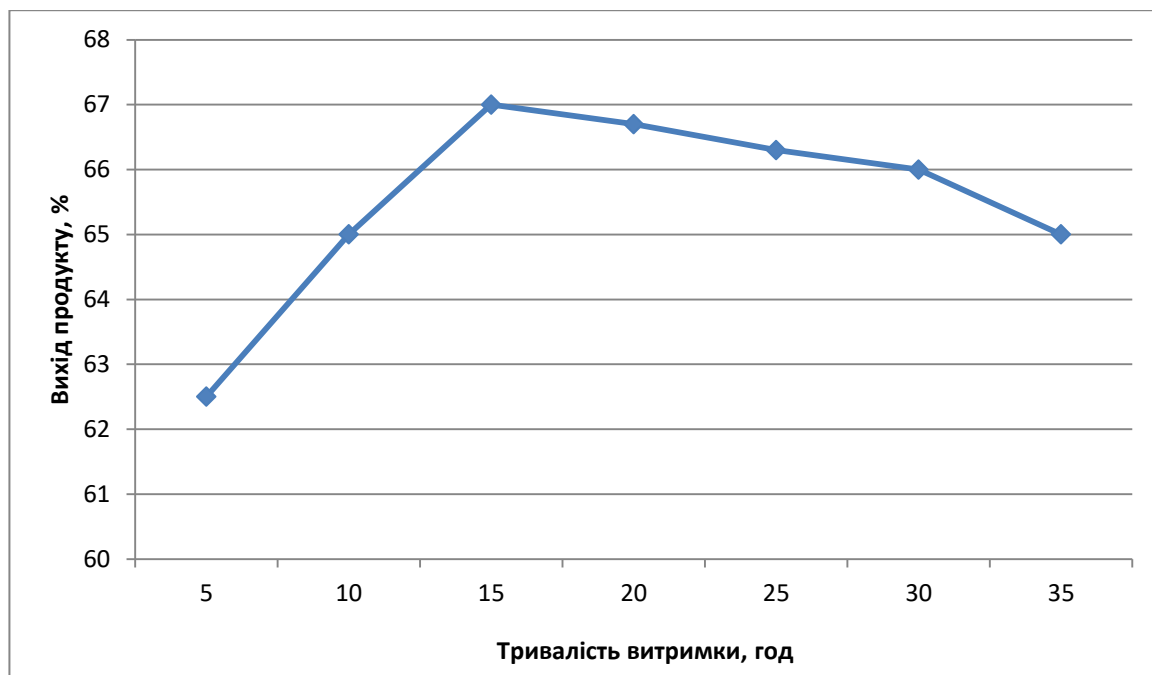


Рис. 8. Залежність виходу коагульованого білка від тривалості попередньої витримки суміші.

На підставі проведених досліджень встановлено наступні параметри технологічного процесу:

Концентрація внесеної лимонної кислоти – 0,13%;

Концентрація доданої солі – 0,8%;

Тривалість витримки яєчного білка з лимонною кислотою і сіллю до нагрівання – 15 хвилин, не менше;

Кінцева температура нагрівання яєчного білка – 86...88 °С.

3.5. Дослідження якісних показників готового продукту

Під якістю продукції розуміють сукупність властивостей, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до цільового призначення. Харчові продукти повинні задовольняти потреби людини в повноцінному харчуванні, а саме в енергії і харчових речовинах. Властивістю продукції називають об'єктивну особливість, яка виявляється при створенні, експлуатації або споживанні цієї продукції. Комплекс корисних властивостей і складає якість продукції.

Оцінку якості харчових продуктів починають з визначення органолептичних (сенсорних) показників, за якими встановлюють ступінь їх доброякісності і придатність до споживання.

Якість продукції, її безпеку контролюють за органолептичними, фізико-хімічними і мікробіологічними показниками.

Харчова цінність продукції характеризується вмістом в 100 г їстівної частини продукту білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, біологічною цінністю.

3.5.1. Органолептична оцінка готового продукту

Отриманий за запропонованою технологією коагульований яєчний білок (рис. 9) відрізняється зернистою сироподібною консистенцією, білим кольором і легким яєчним присмаком.



Рис. 9. Коагульований яєчний білок

Результати органолептичної оцінки продукту (див. Додатки) представлено на рис. 10.

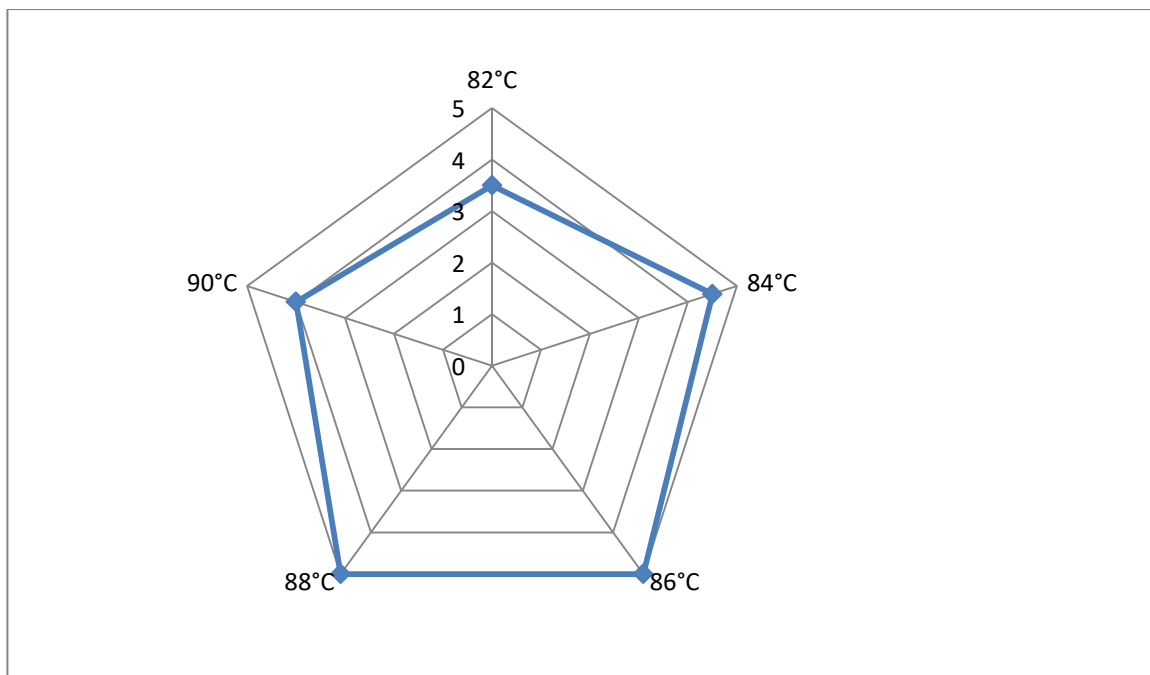


Рис. 10. Профілограма органолептичної оцінки (середній бал) коагульованого яєчного білка залежно від температури.

На даному етапі дослідження всі зразки були отримані за однаковою рецептурою. Відмінності між дослідями полягали в температурі, до якої доводили продукт. Відмічено, що зразок №1, отриманий при нагріванні до температура 82°C, відрізнявся рихлою консистенцією і слабо вираженим смаком (3,5 бали), зразок №5, отриманий при нагріванні до температури 90°C, відрізнявся дуже щільною консистенцією і сильно вираженим яєчним смаком (4,0 бали). Середня оцінка зразка №2 склали 4,5 бали. Найбільшу оцінку отримали зразки №3 і №4 (по 5,0 балів).

При збільшенні температури нагрівання, і, відповідно, ущільненні згустку яєчний присмак продукту стає більш вираженим. Колір продукту, як і запах, у всіх дослідях залишався незмінним.

Результати проведеної дегустації підтвердили кінцеву температуру, досягши якої зразки коагульованого яєчного білка отримали найбільш високі бальні оцінки за органолептичними показниками: відмечено приємний смак і ніжна консистенція. Дані результати корелюють з виходом продукту.

3.5.2. Харчова цінність коагульованого яєчного білка

Яйця відносяться до найбільш цінних продуктів харчування. Завдяки високим смаковим і поживним якостям, оптимальному співвідношенню харчових речовин, хорошій засвоюваності, яйця і яєчні продукти широко використовуються в раціонах харчування здорових людей, а також для приготування дієтичних блюд.

При розробці технології нових продуктів велика увага приділяється харчовій цінності даних продуктів.

Оскільки в процесі отримання коагульованого яєчного білка при підвищенні кінцевої температури нагрівання до 88 °С вихід коагульованого білка збільшується, а кількість відокремлюваної сироватки знижується, змінюється склад коагульованого яєчного білка, оскільки частина білка залишається у відокремлюваній сироватці. Результати досліджень представлено в таблицях 5-6, на рис. 11.

Таблиця 5.

Залежність виходу продукту при різному рівні нагрівання яєчній суміші

Показники	№ досліду				
	1	2	3	4	5
Температура, °С	82	84	86	88	90
Вихід %	46,4	61,6	65,0	70,0	69,0

Таблиця 6.

Вміст білка і сухих речовин в коагульованому яєчному білці і сироватці залежно від виходу

№ досліду	Масова частка білка %		Масова частка сухих речовин %	
	згусток	сироватка	згусток	сироватка
1	14,8±0,5	7,3±0,4	17,89±0,35	9,17±0,18
2	13,8±0,3	5,2±0,2	16,73±0,33	7,87±0,17
3	14,1±0,5	3,9±0,1	17,25±0,28	6,64±0,13
4	14,1±0,4	3,9±0,1	17,30±0,28	6,61±0,13
5	14,2±0,4	3,8±0,1	17,41±0,30	6,48±0,11

Примітка: масова частка білка в початковому яєчному білку – 10,6±0,3%, масова частка сухих речовин – 12,86±0,26%

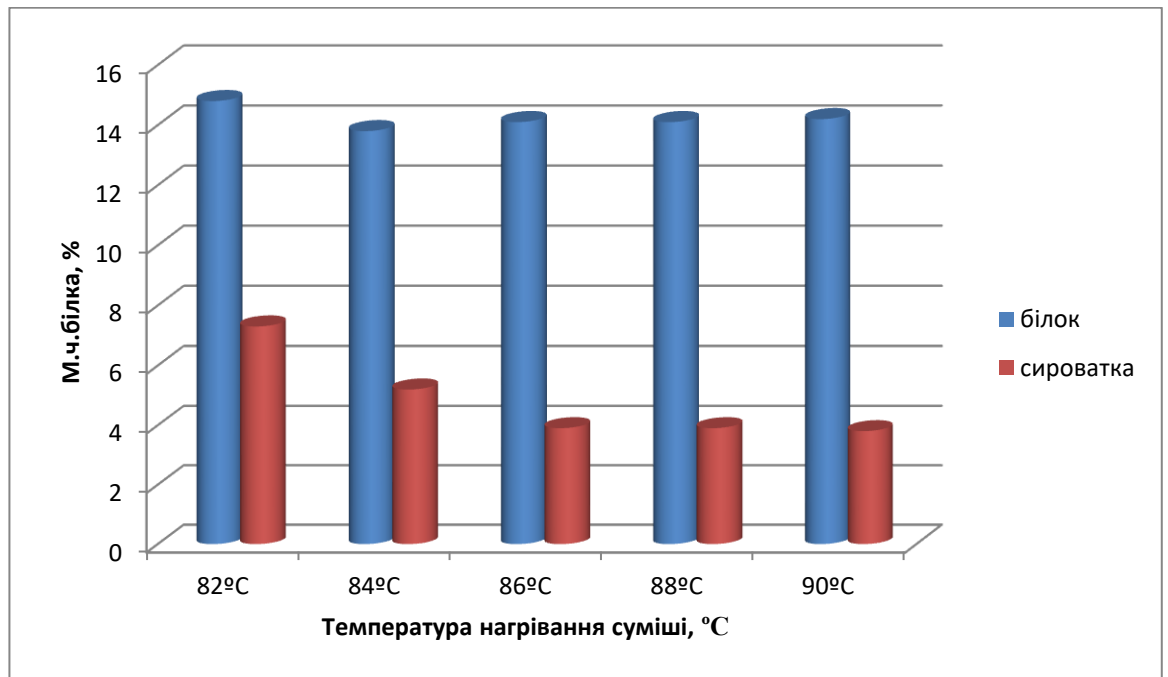


Рис. 11. Вміст білка в коагульованому продукті і сироватці залежно від рівня нагрівання

Масова частка білка в коагульованому продукті, виробленому за встановленими режимами, була на 3,5% вищою, ніж в початковому яєчному білку. При цьому енергетична цінність продукту складала 55-60 ккал/100 г.

Після коагуляції яєчний білок можна розділити на дві неоднорідні фракції: згусток (основний продукт) і сироватку (побічний продукт).

Співвідношення сироватки і згустка не однаково і корелює з виходом продукту. Але, оскільки вихід продукту розраховується на кількість початкового білка, підданого тепловій обробці, з розрахунку на 100 г прогрітої суміші на частку сироватки припадає від 48 до 22%. Для коректного аналізу отриманих даних хімічного складу був вироблений перерахунок на 1000 г прогрітого білка.

Встановлено, що при збільшенні виходу вміст білка і сухих речовин в коагульованому яєчному білку (згустку) збільшується (таблиця 7, при цьому основна частина білка (92,65%) залишається в коагульованому білку, і лише 7,35% білка переходить в сироватку).

Таблиця 7

Вміст білка в 1000 г прогрітого яєчного білка залежно від виходу

№ досліджу	Температура °С	Вихід %	Вміст білка в 1000 г прогрітого яєчного білка, г	
			згусток	сироватка
1	82	46,4	76,2	35,4
2	84	61,6	94,4	16,4
3	86	65,0	101,9	10,8
4	88	70,0	109,6	8,7
5	90	69,0	108,9	8,9

Як вже було сказано, хімічний склад окремих яєць не однаковий в різних партіях і залежить від породи, маси яєць, способу годівлі і утриманні птиці [22, 24]. Тому додатковими експериментами було встановлено, що вміст білка в отриманому продукті помітно коливається залежно від вмісту білка в початковій сировині в різних партіях яєць (таблиця 8).

Встановлено, чим вища масова частка білка в початковому яєчному білку, тим вона вища в коагульованому продукті.

Таблиця 8.

Вміст білка в коагульованому і сирому яєчному білку в залежності від партії сировини

№ досліджу	Масова частка білка %	
	у сирому яєчному білку	у коагульованому яєчному білку
1	10,6±0,3	14,1±0,4
2	11,5±0,4	15,4±0,4
3	12,0±0,4	16,1±0,5

Мінеральні речовини білка яйця представлено такими елементами, як натрій, калій, кальцій, залізо, магній, фосфор, хлор і ін.

Був вивчений мінеральний склад отриманого білка і відокремлюваної сироватки, який представлений в таблиці 9.

Таблиця 9

Мінеральний склад коагульованого білка і сироватки при виході продукту 70,0%

Продукт	Мг/кг	Мг/100г
---------	-------	---------

	Са	Мд	До	Na	Fe	Р
згусток	26,4±1,8	56,9±9,1	1047,3±123	54413±598	4,7±0,3	16,37±2,3
сироватка	21,0±1,5	53,7±8,6	1144,6±137	5774,8±635	5,3±0,3	8,06±1,1

Вміст мінеральних речовин в згустку і сироватці досить близький. Проте в таблиці 10 показано, що, не дивлячись на достатньо велику концентрацію мінеральних речовин в сироватці, їх втрати складають від 13 до 24 %, оскільки кількість відокремлюваної сироватки складає, в середньому, 22%.

Таблиця 10

Розподіл мінеральних речовин між згустком і сироваткою в 1000 г
прогрітого яєчного білка

Продукт	Мінеральні речовини, мг					
	Са	Mg	До	№	Fe	Р
згусток	20,51	44,21	813,75	4227,89	3,65	127,19
сироватка	4,66	11,92	254,10	1282,01	1,18	17,89
Втрати мінеральних речовин з сироваткою %	18,6	21,3	23,8	23,3	24,4	12,3

Виходячи з вищевикладеного, встановлено, що розроблений продукт відрізняється високим вмістом білка (є джерелом білка) і відсутністю жиру, а так само хорошим мінеральним складом. Втрати білка і мінеральних речовин з сироваткою невеликі.

3.6. Обґрунтування термінів придатності коагульованого яєчного білка

З метою визначення термінів придатності коагульованого яєчного білка були вироблені зразки продукту і закладені на зберігання при температурі 0-4°C. Дослідження проводилися на базі кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького.

Як показали дослідження (таблиця 15), мікробіологічні показники були нижче нормованих аж до 30 доби (КМАФАнМ – 9,5Е2 при нормованому показнику 1,0Е3), БГКП (коліформи) в 0,1 г; патогенні мікроорганізми, в т.ч.

Salmonella і *L.monocytogenes* у 25,0 г; *Proteus*, *S. aureus*, *E.coli* у 1,0 г і плісєневі гриби в 1,0 г не були виявлені впродовж всього дослідження. Органолептичні показники на всьому періоді зберігання продукту не погіршувались.

Це дозволило обґрунтувати термін придатності коагульованого яєчного білка 23 доби з коефіцієнтом резерву 1,3.

Таблиця 11

Мікробіологічні показники коагульованого яєчного білка в процесі зберігання при температурі від 0 до +4°C

Зразок	Термін зберігання зразка	Мікробіологічні показники				
		Маса продукту (г), в якій не допускаються				плісєневі гриби, КУО/г в 1г
		КМА-Фанм (КУО/г), не більш	БГКП (колі-форми)	патогенні мікроорганізми, в т.ч. <i>Salmonella</i> і <i>L.monocytogenes</i>	<i>Proteus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E.coli</i>	
Норматив		1,0E3	0,1	25,0	1,0	не доп.
Білок коагульований	Фон	6,4E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.
	8 діб.	6,7E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.
	15 діб.	9,2E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.
	20 діб.	7,8E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.
	25 діб.	8,8E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.
	30 діб.	9,5E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.
	40 діб.	8,2E2	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявлено	не виявл. у 1,0; у 0,1	не виявл.

3.7. Розробка рецептури і технології посічених напівфабрикатів з м'яса птиці з високим вмістом яєчного білка

Одним з перспективних напрямів виробництва м'ясних продуктів є створення посічених напівфабрикатів з м'яса птиці.

Яйця, як і яєчні продукти широко використовуються як один з основних інгредієнтів в м'ясній і птахопереробній промисловості при виробництві напівфабрикатів і ковбасних і кулінарних виробів. В середньому рівень додавання яєць складає 5%. Збільшення частки яєчної маси в рецептурах продуктів утруднює формування продуктів у зв'язку з рідкою консистенцією яєць. Існують рецептури продуктів із збільшенням частки яєць до 10%, але у такому разі необхідно додатково вносити стабілізуючі компоненти, загущувачі.

Розробка продуктів з підвищеною часткою яєць в рецептурі є актуальним завданням. Можливість введення великої кількості яєчного білка дозволить збалансувати амінокислотний склад напівфабрикатів, у зв'язку з тим, що в яєчному білку немає жиру, існує можливість знизити енергетичну цінність отриманого напівфабрикату.

Для вивчення можливості заміни м'яса птиці на коагульований яєчний білок заздалегідь була досліджена вологоутримуюча здатність композицій фаршу з білого м'яса птиці з коагульованим яєчним білком в різних співвідношеннях (без додавання білка, з додаванням білка 20,0%, з додаванням 50,0 %).

Внесення коагульованого білка до фаршу приводить до збільшення масової частки вологи в продукті (відповідно 75,2, 76,9, 78,5%). У прямій кореляції із збільшенням масової частки вологи знаходиться вміст вільнозв'язаної вологи (рис. 12).

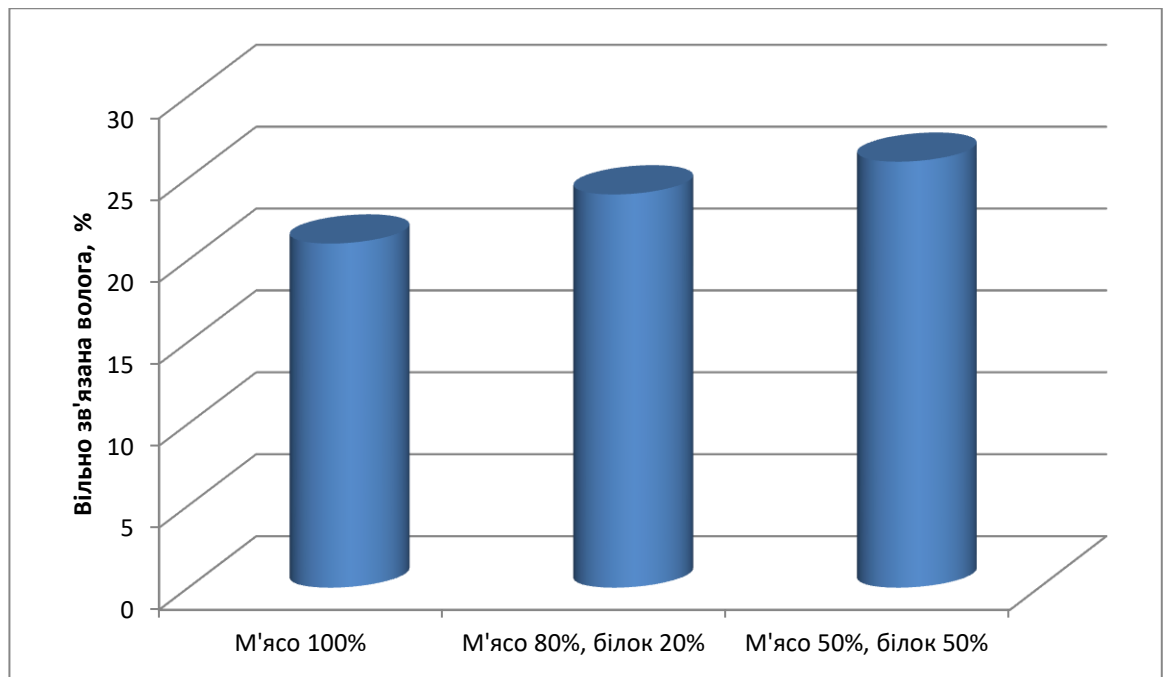


Рис. 12. Вміст вільнозв'язаної води у фаршевих композиціях

При цьому кількість зв'язаної води, розрахована стандартним методом, складає відповідно 67,46, 67,23, 67,81 %, тобто статистично не розрізняється, що говорить про те, що підвищення частки коагульованого яєчного білка приводить до збільшення вільнозв'язаної води в композиції.

Для підтвердження можливості заміни м'яса птиці на коагульований яєчний білок було виготовлено зразки напівфабрикатів з білого і шматкового м'яса птиці з цілої тушки, до яких послідовно замість м'яса вносили 5, 10, 15, 20 і 25% коагульованих яєчних продуктів. Контролем служили котлети з м'яса курчат (таблиця 12).

Таблиця 12

Рецептури напівфабрикатів із заміною м'яса на коагульований яєчний білок %

Сировина	Контроль	Напівфабрикати із заміною м'яса курчат на коагульований білок				
		5%	10%	15%	20%	25%
М'ясо птиці	70,0	70,0	65,0	60,0	55,0	50,0
Молоко питне	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Яйце куряче	5,0	-	-	-	-	-
Білок коагульований	0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Цибуля ріпчаста	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Сіль кухонна	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Перець духм'яний мелений	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Хліб	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Коагульований яєчний білок вносили до напівфабрикату на етапі змішування фаршу.

Проведеними експериментами встановлено, що перед внесенням білок необхідно подрібнити. В цьому випадку коагулят легко розподіляється у фарші. При використанні білка без подрібнення, якість напівфабрикатів не погіршується, проте на розрізі видно вкраплення білка. Збільшення частки коагульованого білка в рецептурі не впливає на здатність фаршу до формування.

Дослідження показали, що органолептична оцінка вища, ніж у контролю при додаванні до 20% коагульованих яєчних продуктів. Якнайкращий смак у напівфабрикатів при заміні 20% м'яса птиці на коагульовані яєчні продукти. При заміні 25% м'яса птиці відчувається яєчний присмак і аромат. Дегустаторами відмічено, що котлети, виготовлені з білого м'яса курчат (контроль), були недостатньо соковитими. Додавання коагульованого білка надало продукту відчуття соковитості, котлети були «м'якші» і ніжніші, не дивлячись на зниження вмісту жиру в продукті. Отримані напівфабрикати відрізнялися високими смаковими даними (фото напівфабрикатів представлено у Додатку).

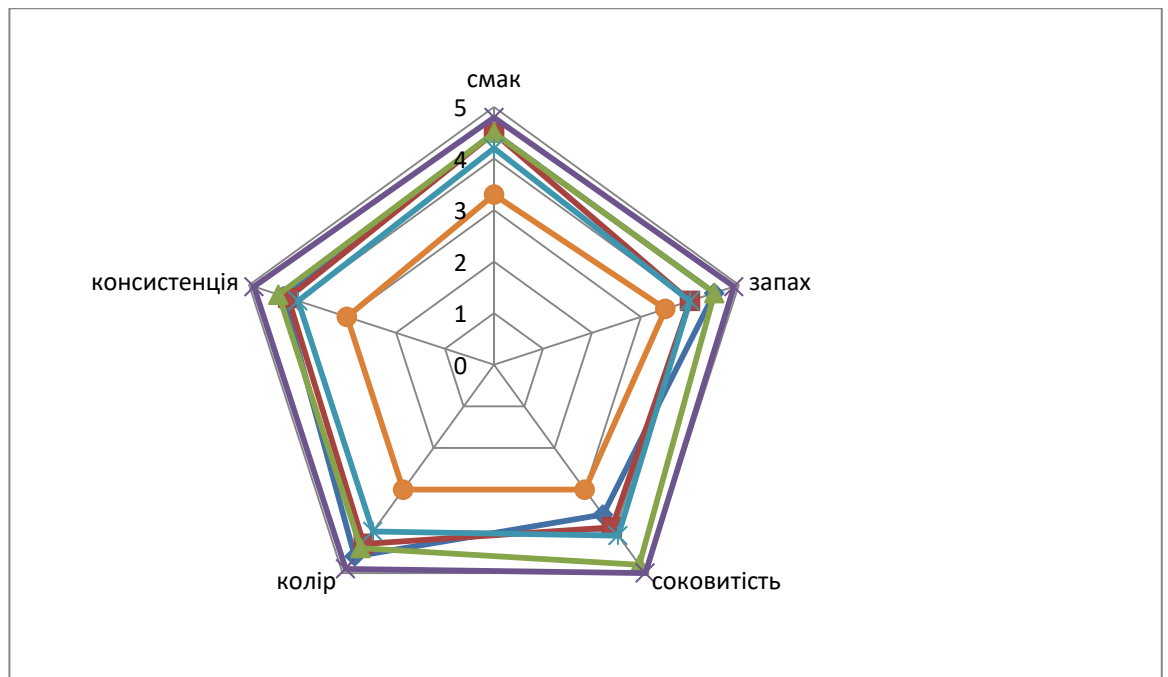


Рис. 13. Профілограма результатів органолептичної оцінки напівфабрикатів з різним вмістом коагульованого яєчного білка

Хімічний склад і біологічна цінність напівфабрикатів представлена в таблицях 13-14

Таблиця 13

Хімічний склад напівфабрикатів з м'яса птиці з додаванням коагульованого яєчного білка

Напівфабрикат			Вміст %		
			Волога	Жир	Білок
З білого м'яса птиці	Контроль		68,53±0,68	5,06±0,20	15,34±0,76
	Із заміною м'яса на коагульований білок	5%	69,36±0,62	4,28±0,17	15,35±0,76
		10%	69,78±0,61	4,08±0,16	15,17±0,75
		15%	70,19±0,58	3,83±0,14	14,97±0,74
		20%	70,61±0,61	3,64±0,14	14,79±0,73
Зі шматков. м'яса птиці	Контроль		66,25±0,59	8,09±0,31	14,34±0,70
	Із заміною м'яса на коагульований білок	5%	67,28±0,51	7,05±0,28	14,44±0,70
		10%	67,90±0,58	6,58±0,26	14,35±0,71
		15%	68,51±0,61	6,10±0,23	14,24±0,67
		20%	69,13±0,62	5,64±0,22	14,14±0,65

Біологічна цінність напівфабрикатів з м'яса птиці з додаванням коагульованого яєчного білка

Показник	Контроль	Напівфабрикати із заміною м'яса курчат на коагульований білок			
		5%	10%	15%	20%
валін	1,0	1,02	1,03	1,04	1,06
ізолейцин	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12
лейцин	1,13	1,13	1,13	1,14	1,14
лізин	1,52	1,49	1,46	1,44	1,41
метіонін + цистин	1,09	1,13	1,15	1,19	1,22
треонін	1,10	1,09	1,09	1,09	1,09
триптофан	1,61	1,60	1,59	1,59	1,58
фенілаланін + Тирозин	1,26	1,28	1,30	1,31	1,33
БЦ, %	77,12	79,5	80,12	80,25	81,25

Додавання в рецептуру коагульованого яєчного білка дозволяє отримати напівфабрикати із збалансованішим амінокислотним складом. Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу складає від 0,85 до 0,87 залежно від величини введення коагульованого білка, показник зіставної надмірності знижується з 6,21 до 5,23, при цьому біологічна цінність напівфабрикатів підвищується до 81,25 %.

Функціональні харчові продукти на основі коагульованого яєчного білка

В процесі розробки рецептур функціональних продуктів на основі коагульованого збагаченого білка зі всього різноманіття випробуваних композицій за органолептичними показниками якнайкращими були наступні зразки:

- рецептура продукту 1 – з яєчного коагульованого білка і вершків коров'ячих 10%-них в співвідношенні 80:20 (білок функціональний коагульований із вершками). Склад продукту характеризувався вмістом $12,8 \pm 0,6\%$ білка і $2,0 \pm 0,05\%$ жиру.
- Рецептура продукту 2 – білок функціональний коагульований з фруктовим наповнювачем. За органолептичними показниками з

урахуванням отриманого складу продукту, визначено співвідношення білка з фруктовим наповнювачем 75:25. При цьому склад функціонального продукту характеризувався вмістом білка $13,0 \pm 0,5\%$, мінімальним вмістом жиру.

Отримані продукти мали приємний смак, стійку консистенцію. Сторонній присмак не відчувалося. Проведена комплексна оцінка, що підтвердила відповідність функціональних продуктів на основі збагаченого білка встановленим вимогам безпеки і якості. Склад функціональних продуктів представлений в таблиці 15. Результати мікробіологічних досліджень показали, що мікробіологічні показники були істотно нижчі за нормативи, що свідчить про мікробіологічну чистоту продуктів (таблиця 16).

Таблиця 15

Склад розроблених продуктів

Найменування показника	Білок функціональний коагульований	
	із вершками	з фруктовим наповнювачем
Масова частка вологи %	$80,7 \pm 1,6$	$72,3 \pm 1,4$
Масова частка білка %	$12,8 \pm 0,6$	$13,0 \pm 0,5$
Масова частка жиру %	$2,0 \pm 0,05$	сліди

Таблиця 16

Мікробіологічні показники функціональних продуктів

Мікробіологічні показники	Нормативи	Білок функціональний коагульований	
		із вершками	з фруктовим наповнювачем
К-ть мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше	$1,0E3$	$7,0E1$	$6,0E1$
Маса продукту (г), в якій не допускаються бактерії групи кишкової палички (коліформи)	0,1	не виявлені	не виявлені

Маса продукту (г), в якій не допускаються патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	25,0	не виявлені	не виявлені
Маса продукту (г), в якій не допускається <i>S. aureus</i>	1,0	не виявлені	не виявлені
Маса продукту (г), в якій не допускається <i>Proteus</i>	1,0	не виявлені	не виявлені

Технологія отримання функціонального яєчного білка дозволяє використовувати його в посічених напівфабрикатах. В даний час проводиться багато робіт щодо розробки м'ясних функціональних напівфабрикатів, зокрема збагачених йодом. Проте в більшості робіт як збагачуючі компоненти використовуються різні препарати. Запропонована нами технологія дозволить отримати продукт шляхом внесення нутрієнтів органічного походження. При використанні функціонального яєчного білка до 20% в рецептурі можна добитися отримання напівфабрикатів, збагачених кальцієм і йодом на 10 і 40% від добової потреби, відповідно.

3.8 Розрахунок економічної ефективності виробництва напівфабрикатів із заміною м'яса птиці на коагульований яєчний білок

Розрахунок економічної ефективності проводився відповідно до методики визначення економічної ефективності використання нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій в м'ясній і молочній промисловості.

Економічна ефективність визначається показником додаткового прибутку, отриманого при виробництві напівфабрикатів, в яких частина м'яса птиці замінена на коагульований яєчний білок. За базовий (контроль) варіант береться виробництво традиційних напівфабрикатів з м'яса птиці для дитячого харчування. Розрахунок ведеться за статтями витрат, що змінюються. Калькуляційною одиницею є 1 кг готового продукту.

Сировиною для виробництва продуктів є шматкове м'ясо курчат-бройлерів. Гуртова ціна патраного м'яса курчат-бройлерів прийнята у розмірі

115 грн за 1 кг. Гуртові ціни на інші види сировини прийнято за даними регіону за станом на 01.09.2025 р. Коефіцієнти для визначення розрахункових цін на продукцію і відходів при обробці і обвалюванні тушок встановлено на основі експертних оцінок [30].

Таблиця 17.

Розрахунок коефіцієнту на обвалене м'ясо курчат-бройлерів

№ зп	Найменування	Вихід %	Коефіцієнт	Вартість, одиниці
	Патрання тушки курчат-бройлерів	100,0	1,0	100,0
	Виключно:			14,89
1.	Крила	6,8	0,8	5,44
2.	Жир-сирець	1,6	0,7	1,12
3.	Шкіра	12,8	0,4	5,12
4.	Кістки	31,3	0,1	3,13
5.	Куприкова залоза	0,4	0,03	0,01
6.	Легені і нирки	2,3	0,03	0,07
7.	Технологічні втрати	0,7	-	-
	Обвалене м'ясо	44,1	1,93	85,11

Розрахункова ціна на сировині для виробництва продуктів з м'яса птиці для дитячого харчування складає 230 грн.(115 x 1,93) за 1 кг, при виході м'яса птиці 97% ($115 : 97\% = 119$ грн).

Розрахунок вартості коагульованого яєчного білка проводили за цінами 2025 року.

Відпускна ціна яєчного білка пастеризованого 85 грн/кг.

Вихід коагульованого яєчного білка 68% – 125 грн/кг

Вартість переробки -10% від вартості сировини 12 грн.

Собівартість 137 грн/кг

Рентабельність 10% 14 грн.

Відпускна ціна 151 грн/кг.

Таблиця 18

Розрахунок вартості сировини при виробництві напівфабрикатів з м'яса птиці

№ з/п	Найменування сировини	Ціна 1 кг, грн.	Контрольні напівфабрикати		Розроблена рецептура	
			Норма витрати, кг	Сума грн.	Норма витрати, кг	Сума грн.
1.	М'ясо шматкове курчат-бройлерів	230.00	70,0	16100,0	55,0	12650,0
2.	Молоко	38.00	12,0	456,0	12,0	456,0
3.	Яйця курячі	70.00	5,0	450,0	-	-
4.	Білок коагульований	151.00	-	-	20,0	3020,0
5.	Цибуля свіжа	10.00	3,0	30,0	3,0	30,0
6.	Сіль	17.00	0,8	5,6	0,8	5,6
7.	Перець мелений	200.00	0,2	40,0	0,2	40,0
8.	Хліб пшеничний	40.00	9,0	450,0	9,0	450,0
	РАЗОМ		100,0	17431,6	100,0	16651,6

Вартість 1 кг сировини при виробництві традиційних напівфабрикатів складе 174,3 грн.

Питома вага сировини в собівартості складає 70%, отже, собівартість 1 кг напівфабрикатів складе 249 грн.

При рентабельності 10% прибуток складе 25,0 грн.

Оптова ціна 1 кг напівфабрикатів – 274,0 грн.

Вартість 1 кг сировини при виробництві напівфабрикатів з коагульованим білком складе 166,5 грн.

Питома вага сировини в собівартості складає 70%, отже, собівартість 1 кг напівфабрикатів складе 237,9 грн.

Виходячи з того, що біологічна цінність напівфабрикатів з коагульованим білком вища за біологічну цінність традиційних напівфабрикатів (81,25 проти 77,12), рентабельність виробництва 15%.

При рентабельності 15% прибуток складе 35,7 грн.

Оптова ціна 1 кг напівфабрикатів - 273,6 грн.

Очікувана економічна ефективність виробництва визначається за формулою:

$$E = P_2 - P_1$$

де: P_2 - прибуток від реалізації 1 кг напівфабрикатів з коагульованим білком, грн.

P_1 - прибуток від реалізації 1 кг традиційних напівфабрикатів, грн.

$$З = 35,7 - 25,0 = 10,7 \text{ грн.}$$

Таким чином, виробництво продуктів із застосуванням коагульованого білка дозволить отримати додатковий прибуток 10,7 грн на 1 кг

ВИСНОВКИ

Розроблено параметри технологічного процесу концентрату яєчного білка (КЯБ) на основі досліджень залежності рН в процесі теплової обробки, виходу і органолептичних показників КЯБ від температури, концентрації доданої лимонної кислоти, солі і часу попередньої витримки: температура коагуляції $87\pm 1^{\circ}\text{C}$, концентрація 5%-ного розчину лимонної кислоти – 2,5%, концентрація солі - 0,8%, тривалість попередньої витримки становила 15 хв.

Визначений склад (м.ч. сухих речовин 17-20%, м.ч. білка – 14-16%), вихід (68-70%) і показники якості КЯБ. Обґрунтований термін придатності – 21 доба.

Розроблена технологія і нові види посічених напівфабрикатів з м'яса птиці з високою часткою яєчного білка, отриманого за удосконаленою технологією.

Розроблені напівфабрикати відрізняються низьким вмістом жиру (3,6 - 5,6%), високим вмістом білка – 14,1-14,8%, і високими органолептичними характеристиками.

Економічна ефективність складає 10,7 тис. грн на 1 тону напівфабрикатів за рахунок внесення до посічених напівфабрикатів 20% концентрату яєчного білка.

СПИСЛК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Віннікова, Л.Г. Технологія м'яса і м'ясних продуктів / Л.Г. Віннікова. Київ: Фірма ІНКІОС, 2006. 600 с.
2. ДСТУ 4437: 2005. Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні січені. Технічні умови. [Чинний від 2005-07-15], Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 24 с.
3. ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові. Технічні умови. [Чинний від 2010-06-01], Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 15 с.
4. ДСТУ 5037:2008. Промисловість птахопереробна. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009-10-01], Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2017. 15 с.
5. ДСТУ 8104:2015 «Яйця харчові, продукти яєчні. Методи визначання мікробіологічних показників». [Чинний від 2017-01-01], Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 16 с.
6. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2017.
7. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. [Чинний від 01-07-15]. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 12 с. (Національні стандарти України).
8. ДСТУ 8719:2017. Продукти яєчні. Технічні умови.[Чинний від 2005-01-01], Вид. офіц. Київ : Інститут тваринництва УААН, 2019. 16 с.
9. ДСТУ ISO 11290-1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення. [Чинний від 01-10-03]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 12 с. (Національні стандарти України).
10. Майкова, С. В., Маслійчук, О. Б., Федина, Л. О., Бомба, М. Я., & Максимець, О. Б. (2022). Інноваційні технології приготування м'ясних січених страв з використанням нетрадиційної сировини. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (5), 56-64.

11. Паска М.З., Маслійчук О.Б. Мікробіологічна та споживча характеристика м'ясних січених напівфабрикатів з додаванням люпинового борошна і дивосилу. Вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. 2016. Том 18, No 4. С. 121-123.
12. Слободянюк, Н.; Веретинська, І. Фізико-хімічні показники модельних композицій котлет із використанням насіння льону. Науковці-переробникам, 2016. С. 10–14.
13. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія пташиного яйця: Навч. посіб. / С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко. Біла Церква, 2023. 152 с
14. Шевчик Р. С., Кунєва Л. В., Самойлюк Г. В. Вплив способів обробки та зберігання на якісні показники харчових курячих яєць. Птахівництво. Україна. 2021. № 7. С. 24–25.
15. Bae, S. M., Gwak, S. H., Yoon, J., & Jeong, J. Y. (2021). Effects of lemon extract powder and vinegar powder on the quality properties of naturally cured sausages with white kimchi powder. Food Science of Animal Resources, 41(6), 950–966. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e48>
16. Ai, M., Guo, S., Zhou, Q., Wu, W., & Jiang, A. (2018). The investigation of the changes in physicochemical, texture and rheological characteristics of salted duck egg yolk during salting. LWT-Food Science and Technology, 88, 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.013>.
17. Bal'-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R., Brona, A.I. Trends, Achievements And Prospects Of Biotechnology In The Food Industry. Mikrobiolohichnyi zhurnal. 2016. Vol. 78(3). p. 99-111.
18. Boleij, A., & Tjalsma, H. (2012). Gut bacteria in health and disease: A survey on the interface between intestinal microbiology and colorectal cancer. Biological Reviews, 87(3), 701–730. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2012.00218.x/>
19. Brossard, C., Ranc'e, F., Drouet, M., Paty, E., Juchet, A., Gu'erin-Dubiard, C. DeneryPapini, S. (2019). Relative reactivity to egg white and yolk or

change upon heating as markers for baked egg tolerance. *Pediatric Allergy and Immunology*, 30(2), 225-233. <https://doi.org/10.1111/pai.13009>.

20. Cherkaoui, M., Tessier, D., Lollier, V., Larr'e, C., Brossard, C., Dijk, W., & Rogniaux, H. (2022). High-resolution mass spectrometry unveils the molecular changes of ovalbumin induced by heating and their influence on IgE binding capacity. *Food Chemistry*, 395, Article 133624. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133624>.

21. Gu, J., Matsuda, T., & Nakamura, R. (1986). Antigenicity of Ovomuroid remaining in boiled Shell eggs. *Journal of Food Science*, 51(6), 1448–1450. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13831.x>

22. Khemakhem, Maissa The effect of pH, sucrose, salt and hydrocolloid gums on the gelling properties and water holding capacity of egg white gel / Maissa Khemakhem, Hamadi Attia, Mohamed Ali Ayadi // *Food Hydrocolloids*.- 2019. Vol. 87,P. 11-19.

23. Lukas Häfner, Jens Brockmeyer, Ilka Haase, Bertolt Kranz, Wolfgang Jira. Identification of Cross-Species Marker Peptides for the Detection of Mammalian and Poultry Meat in Vegan and Vegetarian Foods. *J. Agric. Food Chem.* 2023, 71, 33, 12597–12608 [Джерело доступу] <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.3c01100>.

24. Mehdi Cherkaoui, Elysa Le Corre, Aché Ahmat-Sougoudi, Emilie Perrin, Véronique Solé-Jamault, et al.. Exploring the molecular modifications and allergenicity of the egg white protein matrix during boiling. *Food Chemistry*, 2025, 483, pp.144304. [ff10.1016/j.foodchem.2025.144304](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144304)

25. Techer C, Daoud A, Madec MN, Gautier M, Jan S, Baron F. Microbial quality of industrial liquid egg white: assumptions on spoiling issues in egg-based chilled desserts. *J Food Sci.* 2015 Feb;80(2):M389-98. doi: 10.1111/1750-3841.12764. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25588552.

26. U.E. Obianwuna, V.U. Oleforuh-Okoleh, J. Wang, H.J. Zhang, G.H. Qi, K. Qiu, S.G. Wu Potential implications of natural antioxidants of plant origin

on oxidative stability of chicken albumen during storage: a review *Antioxidants*, 11 (4) (2022), p. 630.

27. Wang K, Deng N, Li S, He N, Li L, Ye Y, Ma Y. A New Zn(II) Metal-Organic Framework as an Efficient Fluorescent Probe for Chlortetracycline in Chicken Meat and Egg Samples. *J Food Sci.* 2025 Jul;90(7):e70343. doi: 10.1111/1750-3841.70343. PMID: 40717648.

28. Whelan, K., Bancil, A. S., Lindsay, J. O., & Chassaing, B. (2024). Ultra-processed foods and food additives in gut health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 21(6), 406–427. <https://doi.org/10.1038/s41575-024-00893-5>.

29. Shi M, Zeng Q, Hu X, Jin H, Lv X, Ma J, Chen R, Jin Y. The effects of sucrose/NaCl combined pickling on the textural characteristics, moisture distribution, and protein aggregation behavior of egg yolk. *J Food Sci.* 2024 May;89(5):2684-2700. doi: 10.1111/1750-3841.17007. Epub 2024 Mar 29. PMID: 38551186

30. Alavi, F., Emam-Djomeh, Z., Momen, S., Hosseini, E., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2020). Fabrication and characterization of acid-induced gels from thermally-aggregated egg white protein formed at alkaline condition. *Food Hydrocolloids*, 99, 105337. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105337>

ДОДАТКИ

Додаток 1. Протоколи органолептичної оцінки продуктів.

ПРОТОКОЛ №1. Органолептичної оцінки коагульованого яєчного білка.

Від 6.10.2025 р.

Для оцінки органолептичних показників був вироблений коагульований яєчний білок в умовах лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів за різними технологічними режимами.

Коагульований яєчний білок виробляли за однаковими рецептурами, при попередній витримці білкової суміші 15 хв і подальшому нагріванні суміші відповідно до 82, 84, 86, 88 і 90 °С. Результати органолептичної оцінки представлені в таблиці 1.

Таблиця Д1

№ зразка	Температура нагрівання зразка	Результат оцінки, бал		Середня оцінка, бал
		консистенція	смак	
1	82 °С	3	4	3,5
2	84 °С	4	5	4,5
3	86 °С	5	5	5,0
4	88 °С	5	5	5,0
5	90 °С	4	4	4,0

Висновок: Проведені органолептичні дослідження показали, що представлені на дегустацію зразки мали характерну сироподібну консистенцію і яєчний присмак. Зразок №1, відрізнявся рихлою консистенцією і слабо вираженим смаком (3,5 бали), зразок №5, відрізнявся дуже щільною консистенцією і сильно вираженими яєчним смаком (4,0

бали). Середня оцінка зразка №2 склала 4,5 бали. Найбільшу оцінку отримали зразки №3 і №4 (по 5,0 балів).

Дегустаційна комісія:

_____/підпис/_____/ доц. Драчук У.Р.

_____/підпис/_____/ доц. Галух Б.І.

_____/підпис/_____/ доц. Басараб І.М.

_____/підпис/_____/ доц. Ромашко І.С.

ПРОТОКОЛ № 2. Органолептичної оцінки напівфабрикатів з м'яса птиці і коагульованого яєчного білка

Від 06.10.2025 р.

Для оцінки органолептичних показників були вироблені напівфабрикати з м'яса птиці з коагульованим яєчним білком в умовах лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів.

Напівфабрикати виготовляли за рецептурами, представленими в таблиці Д2.

Таблиця Д2

Рецептури напівфабрикатів із заміною м'яса на коагульований яєчний білок. %

Сировина	Кон-троль	Напівфабрикати із заміною м'яса курчат на коагульований білок				
		5%	10%	15%	20%	25%
	1	2	3	4	5	6
М'ясо птиці	70,0	70.0	65.0	60.0	55.0	50.0
Молоко коров'яче	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Яйце куряче	5.0	-	-	-	-	-
Білок коагульований	-	5,0	10.0	15.0	20.0	25.0
Цибуля ріпчаста	3.0	3.0	3.0	3,0	3,0	3.0
Сіль кухонна	0.8	0,8	0.8	0,8	0.8	0.8
Перець духм'яний мелений	0.2	0,2	0,2	0,2	0,2	0.2
Хліб	9.0	9,0	9.0	9,0	10,0	9.0

Запропоновані напівфабрикати виготовляли за стандартною технологією. Коагульований яєчний білок вносили в напівфабрикат на стадії змішування фаршу, попередньо подрібнивши.

Таблиця Д3

Органолептична оцінка

№ зразка	Органолептичні показники, бали
----------	--------------------------------

	смак	запах	соковитість	колір	консистенція
1	4.5	4,75	3,5	4,75	4,5
2	4.5	4.75	4,0	4,75	4,5
3	4,75	4,75	4,5	4,75	4,5
4	4,75	4,75	4,75	4,75	4,5
5	4.5	4,5	4,75	4,5	4.5
6	4.0	3,5	4,5	4.5	4.0

Висновок. Дослідження показали, що органолептична оцінка була вищою, ніж у контролі при додаванні до 20% коагульованого яєчного білка. Найкращим був смак у напівфабрикатів при заміні 15% м'яса на коагульовані яєчні продукти. При заміні 25% м'яса відчувається яєчний присмак і аромат. Дегустаторами відмічено, що (контроль) котлети, виготовлені з білого м'яса птиці (курчат-бройлерів), були недостатньо соковитими. Додавання коагульованого білка дало продукту відчуття соковитості, котлети були «м'якшими» і ніжнішими. Не дивлячись на зниження вмісту жиру в продукті. Отримані напівфабрикати відрізнялися високими смаковими характеристиками.

Дегустаційна комісія:

_____/підпис/_____/ доц. Драчук У.Р.

_____/підпис/_____/ доц. Галух Б.І.

_____/підпис/_____/ доц. Басараб І.М.

_____/підпис/_____/ доц. Ромашко І.С.

ПРОТОКОЛ №3. Органолептичної оцінки продуктів на основі коагульованого яєчного білка.

6.10.2025 р.

Для оцінки органолептичних показників були представлені зразки яєчних продуктів на основі коагульованого яєчного білка виготовленого в умовах лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів відповідно до рецептур, представлених в таблицях Д1-3. Органолептична оцінка проводилася за 5-бальною шкалою.

Таблиця Д4

Органолептична оцінка продукту «Білок яєчний зернистий з вершками»

Температура коагуляції яєчного білка, °C	Вміст у рецептурі. %		Середній бал
	Коагульований яєчний білок	Вершки, 10%	
86	90	10	4,25
	85	15	4,25
	80	20	4,75
	75	25	5
	70	30	4,5
88	90	10	3,5
	85	15	4
	80	20	4,75
	75	25	4,75
	70	30	4,25

Таблиця Д5

Органолептична оцінка продукту «Білок яєчний зернистий з фруктовим наповнювачем»

Температура коагуляції яєчного білка, °C	Вміст у рецептурі. %		Середній бал
	Коагульований яєчний білок	Фруктовий наповнювач	
86	90	10	4
	85	15	4,75
	80	20	5
	75	25	4,5
88	90	10	3,5
	85	15	4.25
	80	20	4,5
	75	25	4,25

Таблиця Д6

Органолептична оцінка продукту «Білок яєчний зернистий із зеленню»

Вміст у рецептурі %		Середній бал
Коагульований яєчний білок	Сушена зелень	
99.75	0.25	4.5
99.50	0.50	4.75
99.25	0,75	4.25

Висновок: Проведені органолептичні дослідження показали, що представленні на дегустацію зразки мали зернисту структуру (у зразків на основі коагульованого яєчного білка, підданого термічній обробці до 88 °C, структура була щільнішим). приємний смак з характерними нотами наповнювача. У зв'язку з вимогами до продуктів (м'яка, не резиниста консистенція, яскраво виражена, але не сильно виражений смак і запах) як раціональні були відмічені наступні зразки продуктів – «Білок яєчний

зернистий з вершками»: співвідношення білок:вершки 75:25, для «Білок яєчний зернистий з фруктовими наповнювачами» співвідношення білок:фруктовий:наповнювач – 80:20; для «Білок яєчний зернистий із зеленю» співвідношення білок:зелень – 99,5:0,5.

На основі вищевикладеного, комісія вважає, що запропоновані на дегустацію зразки нових яєчних продуктів мають високі органолептичні показники і можуть бути рекомендовані до впровадження у виробництво.

Використання коагульованого білка як основи яєчних білкових продуктів є доцільним і відкриває широкі перспективи для виробництва продуктів і поповнення дефіциту білка в раціонах харчування.

Дегустаційна комісія:

_____/підпис/____ доц. Драчук У.Р.

_____/підпис/____ доц. Галух Б.І.

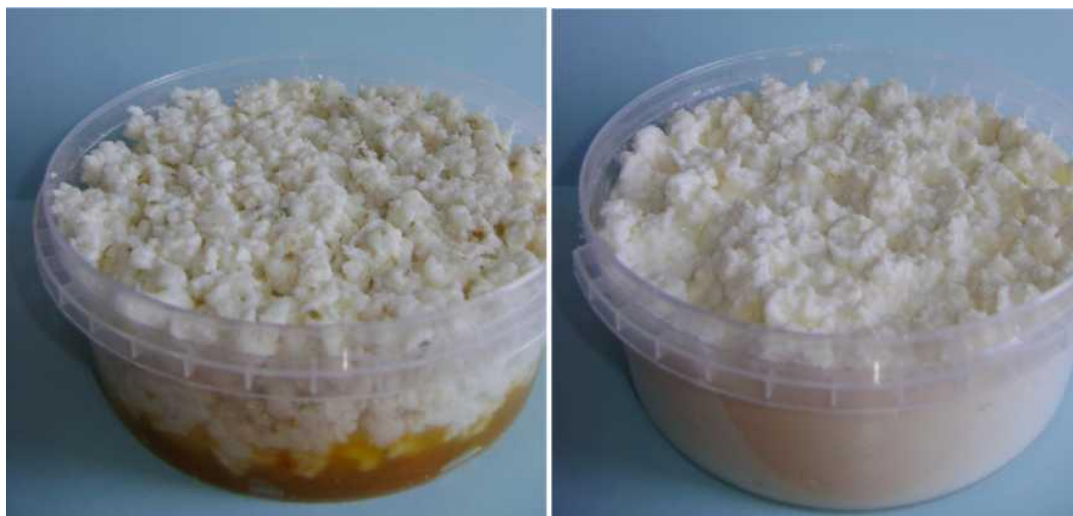
_____/підпис/____ доц. Басараб І.М.

_____/підпис/____ доц. Ромашко І.С.

Фото продуктів



Рис. Д1. Розроблені напівфабрикати з м'яса курчат-бройлерів з коагульованим яєчним білком



а)

б)

Рис. Д2. Розроблені продукти на основі коагульованого яєчного білка: а - з фруктовим наповнювачем, б - з вершками