

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

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

**ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ**

 /підпис/ Уляна ДРАЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)
« 25 » грудня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
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 варених ковбас із застосуванням інноваційних інгредієнтів».

Виконавець:

здобувач

Іванців Олег Романович
(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

МОРОЗ Олена Олексіївна
(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

(прізвище, ім'я та по батькові)

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
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

ІВАНЦІВА Олега Романовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології варених ковбас із застосуванням інноваційних інгредієнтів.

керівник роботи: МОРОЗ Олена Олексіївна, доцент, канд, техн.. наук
(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: здійснити аналітичний огляд наукової та технічної літератури щодо властивостей і застосування молочних білків, особливо казеїну, у виробництві ковбасних виробів; обґрунтувати та експериментально підтвердити оптимальну форму і рівень введення препарату КМК; дослідити вплив казеїну на функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем та готового продукту; розробити функціональний модуль на основі КМК із застосуванням ретинолпальмітату; створити рецептуру і технологію нового виду варених ковбасок; провести обчислення економічної ефективності запропонованих технологічних рішень.

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. Мороз О.О.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Мороз О.О.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Мороз О.О.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Мороз О.О.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Мороз О.О.	/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/ Іванців О. Р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи /підпис/ Мороз О.О.
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.

- 1.1 Властивості молочних білків і їх вплив на функціонально-технологічні властивості харчових систем
- 1.2 Отримання, властивості і застосування казеїну в технології харчових продуктів
- 1.3 Використання міцел казеїну як транспорт вітамінів при виробництві м'ясних продуктів.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

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

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

- 3.1. Вивчення органолептичних, фізико-хімічних і функціонально-технологічних властивостей КМК.
- 3.2. Дослідження технологічних особливостей застосування КМК в рецептурах модельних фаршевих систем
- 3.3. Розрахунок доз внесення вітаміну до складу вітамінного комплексу для збагачення ковбасних виробів
- 3.4. Технологія варених ковбасок із застосуванням КМК і вітамінного комплексу на його основі
- 3.5. Дослідження якісних характеристик готового продукту.
- 3.6. Оцінка економічної ефективності виробництва варених ковбасних виробів

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність роботи. Протягом останніх десятиліть різні сегменти м'ясопереробної індустрії зазнали значних трансформацій. Ці зміни зумовлені об'єктивними чинниками, зокрема науково-технічним прогресом та стрімким розвитком наукових досліджень у сфері харчових технологій. Виробництво ковбасних виробів, як ключова підгалузь м'ясопереробної промисловості, є яскравим підтвердженням цієї тенденції. Постійно вдосконалюється технологічний процес, оптимізуються традиційні та розробляються нові рецептури ковбасної продукції.

Цікавим напрямом таких модифікацій є використання функціональних інгредієнтних модулів для досягнення різноманітних технологічних цілей. Тривалий час такими модулями успішно виступають білкові похідні молока. До них належать, наприклад, концентрати молочних або сироваткових білків, різноманітні казеїнати, копреципітати та сухе знежирене молоко. Молочні білки характеризуються важливими з технологічної точки зору властивостями. Вони переважно використовуються для забезпечення бажаних параметрів кінцевого продукту.

Протягом останніх років у різних секторах промисловості активно розробляються методи застосування основного молочного білка (казеїну) у його нативному стані. Комерційно доступна форма цього інгредієнта називається концентратом міцелярного казеїну (КМК). У вітчизняних та світових наукових виданнях майже відсутні праці, присвячені вивченню впливу КМК на характеристики фаршевих систем під час виробництва ковбасних виробів.

Ще одним стратегічним напрямом удосконалення харчових продуктів є їхнє збагачення вітамінами. Це необхідно для подолання проблеми вітамінної недостатності (гіповітамінозу), яка хоча й меншою мірою, але все ж зустрічається навіть серед населення економічно розвинених країн. Однак збагачення харчової продукції, що підлягає термічній обробці, пов'язане з певними труднощами. Ці складнощі виникають при фортифікації термічно

нестабільними вітамінами, до яких належить, наприклад, жиророзчинний вітамін . Для вирішення цієї проблеми необхідно вживати заходів, здатних забезпечити надійний захист нестабільних молекул. Останніми роками у науковій літературі активно публікуються дослідження, що стосуються різноманітних підходів до захисту нестабільних препаратів із використанням казеїну. Однак у харчовій промисловості такі підходи описуються значно рідше.

Таким чином, актуальними та інноваційними є дослідження, спрямовані на вивчення впливу КМК на функціонально-технологічні та фізико-хімічні властивості ковбасних виробів, а також на розробку рецептур із застосуванням цього концентрату. Також важливим є пошук шляхів використання КМК для збагачення харчових продуктів термічно нестабільними нутрієнтами.

Вивчення можливості та доцільності застосування КМК у дослідженнях такого роду є рідкісним явищем. Проблема вітамінного збагачення харчової продукції є досить детально опрацьованою. Однак, пошук методів захисту нестабільних вітамінів залишається сучасним та нагальним науковим завданням.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є розробка технології виробництва варених ковбасок із застосуванням концентрату міцелярного казеїну та технології створення комплексу ретинолпальмітату (що є складним ефіром вітаміну А і пальмітинової кислоти) для фортифікації варених ковбасок.

Для досягнення поставленої мети досліджень були сформульовані такі завдання:

- здійснити аналітичний огляд наукової та технічної літератури щодо властивостей і застосування молочних білків, особливо казеїну, у виробництві ковбасних виробів.
- обґрунтувати та експериментально підтвердити оптимальну форму і рівень введення препарату КМК.

- дослідити вплив казеїну на функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем та готового продукту.
- розробити функціональний модуль на основі КМК із застосуванням ретинолпальмітату.
- створити рецептуру і технологію нового виду варених ковбасок.
- провести обчислення економічної ефективності запропонованих технологічних рішень.

За результатами виконання роботи запропоновано використання концентрату казеїну та вітамінного комплексу у виробництві варених ковбасних виробів. Встановлено позитивний ефект від додавання КМК на функціонально-технологічні та органолептичні характеристики готового продукту. Досліджено харчову цінність кінцевого продукту. Отримані результати використано при розробці технології варених ковбасок із застосуванням функціонального модуля.

Методи досліджень. При виконанні кваліфікаційної роботи застосовувалися стандартні, загальноприйняті та сучасні методи визначення хімічного складу, органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних і реологічних властивостей. Також використовувалися методи оцінки мікробіологічних показників зразків та готової продукції.

Достовірність результатів. Достовірність отриманих результатів підтверджується багаторазовою відтворюваністю експериментів із застосуванням стандартних методів досліджень і статистичної обробки отриманих даних. Додатковою підставою є використання сучасних вимірювальних приладів та обладнання, а також проведення дослідно-промислових апробацій розробленої технології.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 72 сторінках друкованого тексту і складається з трьох основних розділів, висновку, а також переліку джерел літератури. Кваліфікаційна робота містить 15 таблиць та 5 рисунків. Список літератури охоплює 37 джерел, 23 з яких є закордонними.

РОЗДІЛ 1. ОГЛІД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Властивості молочних білків і їх вплив на функціонально-технологічні властивості харчових систем

Згідно із статистикою в Україні, як і в світі, спостерігається тенденція до зростання споживання м'яса і м'ясної продукції. Так в період з 2015 р. по 2025 р. цей показник виріс більш ніж в 1,5 рази із розрахунку на душу населення. При цьому виникає необхідність збільшення загальної кількості вироблюваних товарів даної категорії, впровадження ефективніших підходів їх виробництва, а також поліпшення їх якісних показників. Для цих цілей серед іншого застосовують метод «функціоналізації» харчових продуктів, шляхом введення до складу рецептур різноманітних добавок. Така модифікація дозволяє поліпшити органолептичні, фізико-хімічні і споживчі властивості продуктів, а також вирішити проблеми збагачення їх різноманітними нутрієнтами.

Одним із способів модифікації є використання молочних білків з різною часткою протеїну у складі [15]. Фізико-хімічним властивостям молочних білків і їх будові присвячена чимало статей, оглядів і наукових праць. Найчастіше застосовуються сухе молоко, різноманітні казеїнати (натрію, калію, амонію і кальцію), кислотний і сичужний казеїни, сироватковий білок, а також копреципітати. Все перераховані вище протеїни не тільки є важними джерелами амінокислот, у тому числі і незамінних, але і здатні впливати на такі властивості продуктів як в'язкість, вологоутримуюча, вологозв'язуюча і емульгуюча здатності, гелеутворення, піноутворення, а також термостійкість. Можливість застосування молочних білків в м'ясній промисловості як вологоутримуючих, емульгуючих і гелеутворюючих агентів широко досліджував свого часу Морр та інші вчені.

Наведемо основні дані щодо кожної окремої властивості.

Емульгуюча здатність. Молочні білки часто використовуються як емульгатори для створення і стабілізації емульсій. Вони виступають як ПАРИ, адсорбуючись на поверхні жиру гідрофобними фрагментами, і

орієнтуючись гідрофільними групами до молекул води. Для оцінки емульгуючої здатності молочних білків виділяють дві групи методів. До першої групи відносяться емульгуюча ємкість і індекс емульгуючої активності. Емульгуюча ємкість, визначається максимальною кількістю жирової фракції, що емульгується одиницею маси білка. Друга група включає оцінку впливу білків на стабільність емульсій. Вона визначається часом, протягом якого утворена емульсія, зберігає стійкість (незмінність складу) за стандартних умов. При цьому емульгуючі властивості сильно залежать від рН, температури і іонної сили розчину.

У технології ковбас важливо враховувати тип м'яса, що використовується в продукті. Було досліджено стабільність і емульгуючу ємкість емульсій, що утворюються з м'яса яловичини, курячого і індичого м'яса та при додаванні сухого сироваткового білка (СБ) і знежиреного сухого молока (ЗСМ). Дані добавки були вибрані через відмінності в їх білковому (амінокислотному) складі. Казеїн багатий проліном, при цьому дисульфідних зв'язків в нім мало, тоді як для сироваткового білка спостерігається зворотна картина. Казеїн здатний зберігати стабільність при нагріванні аж до температур порядку 120 °C і в той же час володіє високим електричним потенціалом. Це сприяє збільшенню стійкості емульсій. Сироваткові білки легко денатурують при температурі понад 70 °C (що відповідає температурі «готовності» ковбасних виробів. Це негативно позначається на стабільності емульсій і емульгуючій ємкості, проте позитивно впливає на гелеутворюючу здатність даних білків. Сама по собі здатність до утворення емульсій, в дослідженні, була вища у курячого м'яса, що найімовірніше викликано більш високим значенням рН. Так, хоча вміст білків в м'ясі індички вищий, ніж в курці, її рН і емульгуюча ємкість нижче. Таким чином, можна прийти до висновку, що водневий показник має більше значення для збільшення емульгуючої ємкості, аніж тип використовуваного молочного білка.

Важливо відзначити і той факт, що у разі застосування курячого м'яса оптимальним є введення невеликої кількості білків (0,25%), а кращий

результат демонструє сироватковий білок. Емульгуюча ємність яловичини і індички зростає, із збільшенням концентрації, причому в цьому випадку вигідно використовувати систему СБ + ЗСМ (джерело казеїну). Це також можна пов'язати із значеннями водневого показника. При додаванні ЗСМ і СБ до яловичини і свинини, що володіють нижчими значеннями рН (5,51 і 5,87, відповідно), ніж куряче м'ясо (6,14), водневий показник зростає, оскільки рН самих молочних білків достатньо високий: 5,96 для СБ і 6,52 для ЗСМ [14, 18].

Додавання ЗСМ і СБ може збільшувати здатність системи до утворення емульсій. Максимальна концентрація СБ, здатна покращувати стабільність емульсій у разі виробів з яловичини і птиці, становила 0,25%. Збільшення концентрації до 0,50% призводило до зниження здатності до утворення емульсій. ЗСМ, навпаки, покращувало показники при збільшенні концентрації, особливо при використанні яловичини. Максимальна концентрація додавання білків складала 1%, при їх сумісному використанні.

При збільшенні вмісту молочно-білкових препаратів у фаршевих системах, а саме казеїнату натрію (CasNa), сухого молока (СМ) і порошку сироваткового білка до 3% у виробках з м'яса індички стабільність емульсій також збільшувалася, порівняно до контрольного зразка без додавання білків молока [18]. Стабільність емульсій визначали за загальною кількістю рідини, що виділилася при центрифугуванні (у %). Чим воно було вище, тим менш стійкою була емульсія. Кращі результати при цьому показали казеїнат натрію і сухе молоко. Нижча стабільність емульсії у разі СБ, в порівнянні з сухим молоком і казеїнатом натрію, може пояснюється його концентрацією. Стійкість емульсій зменшувалася вже при додаванні 0,5% сироваткового білка до м'яса індички в порівнянні з 0,25%. Таким чином, загальна кількість рідини, що виділилася, при переході від 0,5% до 3% при додаванні сухого молока зменшується з 19 до 16%. У разі використання СБ зміни незначні.

При отриманні фаршів з олією каноли використання ізолятів сироваткового білка в нативному стані і заздалегідь нагрітого до температури

його денатурації показало, що заміна всього 1-1,5% білків м'яса значно зменшує втрати при приготуванні і, отже, збільшує стабільність емульсій. Проте, у разі нативного ізоляту сироваткового білка (ІСБ) втрати практично не залежать від збільшення концентрації білків м'яса. При використанні ж заздалегідь нагрітого концентрату сироваткових білків, стабільність емульсій при підвищенні загальної концентрації білків зменшувалася [19]. Головним недоліком застосування олій є утворення нестійких емульсій. Для їх стабілізації застосовували казеїнат натрію, ізолят молочних білків і ізолят СБ, що призводило до збільшення їх концентрації (2,0-2,2%). Як і раніше, збільшення загальної кількості білка в системі приводило до великих втрат вологи і жиру, проте використання молочних білків підвищувало стабільність емульсій. При використанні ізолятів і казеїнату загальні втрати рідини не перевищували 15%.

Встановлено, що підвищення вологозв'язуючої здатності м'ясних емульсій можна добитися не тільки додаванням молочних білків різного типу, але і варіюванням форми і дисперсності одного і того ж протеїну [27]. Дослідження функціонально-технологічних властивостей (ФТВ) концентрату сироваткових білків (КСБ) і мікропартикульованого сироваткового білка (МСБ) показало, що стабільність емульсій МСБ виявляється в 1,5 разу вище, ніж у КСБ, хоча відмінність полягає лише в способі отримання даних продуктів переробки молока. Значна різниця в стабільності емульсій може бути пов'язана із значеннями рН сироваткових білків: 6,9 і 6,7 для МСБ і КСБ, відповідно. Іншою причиною може служити форма і розмір білків. Технологія отримання МСБ дозволяє формувати білкові агрегати заданої дисперсності (0,1-0,3 мкм), що обумовлює їх «жирні» смакові якості.

Ряд досліджень вказують на переваги застосування білків тваринного походження, зокрема молочних, в порівнянні з рослинними білками. Відомо, що білки рослинного походження, які також знайшли широке застосування у виробництві м'ясних продуктів, поступаються за амінокислотним складом білкам тваринного походження. Додавання 2% СБ дозволяло отримувати

стабільніші емульсії, ніж при використанні 2% ізоляту соєвого білка. Загальні втрати в цьому випадку знижувалися за рахунок зменшення втрат води в зразку. При цьому підвищення концентрації СБ в 1,5 разу приводило до збільшення втрат, що відповідає результатам, отриманим в інших дослідженнях [16-19]. Кращі результати стабільності емульсії показало додавання 3,5% ЗСМ з зниженим вмістом кальцію. На жаль, вибрана для нього концентрація не дозволяє провести порівняння з соєвим білком. Проте, сухе молоко стабілізує емульсії більшою мірою, ніж СБ при будь-якій концентрації. В цьому випадку молочні білки також показали себе як більш за ефективні стабілізатори емульсій.

Приведені вище дані дозволяють зробити висновок про ефективність застосування молочних білків в технології м'ясних продуктів. Молочні білкові препарати здатні в значній мірі збільшувати як емульгуючу ємкість (за рахунок підвищення рН), так і стабільність емульсій. Кращі результати в дослідженнях показує сухе молоко, основним білком якого є казеїн. При збільшенні концентрації СМ або його знежиреного аналога загальні втрати рідини в зразках зменшуються. Сироватковий білок також стабілізує емульсії, проте в невеликому діапазоні концентрацій, збільшення кількості СБ в системі приводить до зниження значень стабільності емульсій, які все ще залишаються вищими в порівнянні з величинами для контрольних зразків.

Разом з емульгуючою здатністю молочно-білкових препаратів велике значення має їх здатність утворювати гелі. Особливо важлива ця властивість при виробництві варених ковбасних виробів, сосисок і сардельок. Отже, аналітичні дослідження по застосуванню молочних білків як гідроколоїд дозволяють правильно підібрати і використовувати препарати в технологічному процесі.

Гелеутворення. Утворення гелю і його властивості залежать від структури білка, кількості взаємодій між фрагментами молекул протеїнів, концентрації, температури, рН, іонної сили і присутність інших речовин, наприклад, лактози [20, 25].

Найчастіше як гелеутворювачі використовують СБ і казеїн, казеїнати для цих цілей додають рідко. КСБ і ІСБ здатні утворювати гелі в різних умовах. Формування гелю спостерігається при нагріванні вище температури денатурації білка, для СБ-70 °С [18]. В даному випадку гелеутворення під впливом тепла протікає в декілька стадій. Таким чином утворення гелів сприятливо для м'ясних фаршевих систем, а застосування як гелеутворювача СБ доречно, зважаючи на відповідність температури денатурації СБ температурі готовності м'ясних виробів.

Було визначено граничну концентрацію білків, при якій продукти залишаються стабільними. Наголошується, що перевищення гранично допустимої концентрації приводить до збільшення товщини і жорсткості міжфазної білкової плівки навколо жирових глобул у міру зростання кількості розчинних білків. В результаті освічена плівка не дозволяє жиру розширюватися під час нагрівання, що приводить до часткового руйнування тривимірного каркаса і втрат при обробці.

Молочні білки можуть безпосередньо взаємодіяти з м'ясними білками, займати простори в матриці гелю або утворювати гелі у вигляді окремих кишень в матричній структурі [21].

Таким чином гелеутворення – одна з найважливіших з технологічної точки зору особливостей білкових молекул, що забезпечують звичні органолептичні показники ковбасних виробів. При цьому на ефективність гелеутворюючих і емульгуючих властивостей безпосередньо впливають умови середовища, наприклад, рівень кислотності.

Величина рН. Водневий показник – важливий параметр, який визначає стійкість емульсії. В цілому можна сказати, що молочні білки самі по собі володіють досить високими значеннями рН, тим самим вони можуть збільшувати рН м'ясних продуктів при додаванні в рецептури [22].

Внесення сухого молока до рецептури ковбас з м'яса птиці збільшує водневий показник не тільки емульсії, але і готового продукту на 0,25 і 0,10 од., відповідно.

При приготуванні ковбас зі свинини з низьким вмістом жиру також спостерігалось збільшення величини водневого показника з 5,4 до 5,9 од., при цьому значення поступово підвищувалися із зростанням частки копреципітату. Загальне значення рН в цьому випадку, як і очікувалося, нижче, ніж для продуктів з м'яса птиці за рахунок різниці в значеннях рН для курячого м'яса і свинини [17].

При виготовленні виробів з м'яса птиці з низьким вмістом жиру використовувався КСБ. Це позитивно вплинуло на величину водневого показника готового продукту і динаміку його зміни в процесі зберігання.

В цілому, при внесенні молочних білків до рецептур ковбас в достатньо великій кількості, величина рН як емульсій, так і готових продуктів зростає. Це пов'язане з тим, що водневий показник молочно-білкових препаратів вищий, ніж рН м'яса. Проте, невеликі концентрації подібних білків або використання м'яса птиці, що володіє більш високими значеннями рН [25], ніж яловичина і свинина, можуть приводити до незначних змін.

При виробництві варених ковбасних виробів активно застосовують поліфосфати у тому числі і для того, щоб відрегулювати рівень рН м'ясної емульсії, якій впливає на її вологозв'язуючі і вологоутримуючі характеристики.

Вологозв'язуюча і вологоутримуюча здатності. У м'ясних виробах волога утримується за рахунок утворення водневих зв'язків між молекулами води і полярними групами протеїнових поліпептидних ланцюгів. У деяких випадках неполярні групи можуть опинитися в полярному водному середовищі унаслідок структурних особливостей білків. Крім того, вода утримується не тільки за рахунок утворення хімічних зв'язків, але і під дією фізичних сил, наприклад, поверхневого натягу в капілярах або за рахунок особливостей третинної структури білків, коли молекули води опиняються в «клітці» [3, 18].

Водорозчинні білки проявляють відмінності в здатності зв'язувати вологу. Швидкість і ступінь набухання – важливі характеристики гідратації

білка, вони залежать від рН, іонної сили розчину і температури. У ізoeлектричній точці гідратація мінімальна, оскільки в ній відбуваються взаємодії білків один з одним, а не з водою. Ізоляти і концентрати сироваткового білка добре розчинні і тому не зв'язують великі кількості води за стандартних умов. При нагріванні сироваткові білки денатурують, глобула розкривається і тим самим збільшується вологозв'язуюча здатність, підвищується і вихід продукту [17]. Таким чином СБ можна використовувати у виробництві продуктів, що піддаються термічній обробці. Міцели казеїну зв'язують великі кількості води за рахунок захоплення води матрицею, що складається з фосфату міцели кальцію і казеїну міцели, а також взаємодії з гідрофільною поверхнею міцел. Отримання з казеїну казеїнату натрію приводить до зменшення ВЗЗ [20].

Розглянуті нами вище показники: емульгуючої здатності, гелеутворюючої здатності, ВЗЗ, ВУЗ, величина рН в значній мірі визначають формування органолептичних показників готового продукту.

Застосування сухого молока при виготовленні ковбас з курячого м'яса також дозволило підвищити вихід продукту з 85% до 90%. Збільшення концентрації молочних білків з 5% до 15% в значній мірі не впливає на вихід.

Оцінка впливу різних молочних білків на вироби з птиці показала, що всі молочні білки значно знижували втрати при тепловій обробці. При використанні свинини в рецептурі білки молока також збільшували вихід готового продукту [23].

При порівнянні молочних білків з соєвим білком і пшеничною борошною при приготуванні сосисок було встановлено, що кращий результат показав казеїнат натрію з виходом продукту 93%. При цьому всі добавки зменшували втрати при тепловій обробці, що швидше за все пов'язане із збільшенням рН. Зростання цього показника приводить до підвищення ВЗЗ і гелеутворюючої здатності фаршу при нагріванні.

Таким чином, можна відзначити, що введення молочних білків в м'ясні фаршеві системи має позитивний вплив на ФТВ сировини і покращує якісні

показники м'ясної продукції. У більшості досліджень стабільність емульсій і здатність до їх освіти збільшувалася при додаванні як сироваткових білків, так і казеїну і казеїнатів. На гелеутворюючу здатність в основному впливають СБ і їх концентрати, що обумовлено здатністю цих компонентів формувати стабільні гелі в інтервалі температур, що застосовують в процесі термічної обробки м'ясних виробів.

Органолептичні показники в більшості випадків не змінюються, що є важливою перевагою для виробництва комбінованих м'ясопродуктів. Внесення молочних білків в невеликих кількостях не погіршує в значній мірі колірні характеристики продуктів. Споживчі властивості продукту при цьому залишаються на високому рівні.

Отже, застосування білкових продуктів переробки молока в рецептурах ковбасних виробів підвищують вихід готового продукту.

Проведенні аналітичні дослідження наукової літератури свідчать про те, що молочні білки знаходять широке застосування в м'ясопереробній галузі, дозволяючи проєктувати функціонально-технологічні і фізико-хімічні показники готових виробів [25].

1.2. Отримання, властивості і застосування казеїну в технології харчових продуктів

Представлені відомості свідчать про те, що різноманітні фракції білків молока можуть ефективно використовуватися у виробництві численних продовольчих товарів. При цьому варто зазначити, що у переважній більшості випадків при виділенні та подальшому технологічному обробленні казеїн втрачає свою природну (нативну) структуру. Найбільш поширеними формами його включення у склад є казеїнати, кислотний казеїн, сичужний казеїн та інші похідні [13]. Ця ситуація зумовлена тим, що спочатку казеїн тривалий час розглядався як гомогенна речовина, і лише на початку ХХ століття було встановлено його гетерогенну природу [13]. Однак, враховуючи, що саме казеїн визначає білий відтінок молока, його колоїдну

стабільність, а також процес коагуляції під впливом сичужного ферменту, вивчення його структурної організації стало пріоритетним науковим завданням [1].

У виробничому циклі казеїн молока демонструє різний ступінь стійкості до різних зовнішніх впливів. Зокрема, при підвищенні концентрації під час випарювання чи ультрафільтрації казеїн зберігає стабільність лише до певної межі. Перевищення цієї межі призводить до відчутного зростання концентрації іонів кальцію та зниження показника рН. Характеристики казеїну залишаються практично незмінними при дегідратації. Він виявляє стійкість до впливу низьких та високих температур, а також підвищеного тиску [16]. З плином часу науковці встановили, що до складу казеїнового комплексу входять α -, β -, та κ -казеїни, які згодом були успішно розділені дослідницькими групами [29, 30]. Паралельно було відкрито сутність казеїнової міцели. Це відкриття стимулювало активний розвиток низки наукових праць, присвячених детальному вивченню міцелярної будови [12, 17, 26, 28]. Загальновизнаним є той факт, що формування міцел відбувається завдяки електростатичній взаємодії між зарядженими амінокислотними залишками казеїнових білків і комплексом фосфату кальцію (у якому зосереджена значна частина кальцію та фосфору молока), а також різноманітним невалентним взаємодіям між цими білками [14, 37].

Міцелярні утворення є досить стійкими, проте їхня структура може бути порушена під дією етилендіамінтетраоцтової кислоти (ЕДТА) або інших хелатуючих агентів, що зв'язують іони кальцію [19]. Деструкція також відбувається при зростанні тиску або при додаванні етанолу в умовах підвищених температур. При нагріванні у присутності спиртів зростають сили відштовхування між окремими ділянками поліпептидного ланцюга. Це спричиняє збільшення обсягу розчинника, що призводить до набрякання міцели і, як кінцевий результат, до її дисоціації [25, 36].

Протягом тривалого часу виділення казеїну у його природному стані було надзвичайно складним завданням. Лише з впровадженням у промислове

виробництво мембранних технологій фракціонування молока стало можливим одержання таких продуктів, як міцелярний ізолят казеїну та концентрат міцелярного казеїну (КМК) [18, 35]. КМК виготовляється як у рідкій формі, так і у вигляді порошкоподібного сухого продукту. Рідкий концентрат має обмежену сферу застосування. Зазвичай його виробництво доцільне лише тоді, коли подальші етапи переробки відбуватимуться на тому ж місці, оскільки зберігання рідкого КМК вимагає низьких температур, що підвищує транспортні витрати. Крім того, рідкий міцелярний казеїн містить менший відсоток загального протеїну. Хоча рідкий КМК піддається концентруванню, максимальна масова частка білка навіть у цьому випадку не перевищує 22%. Для одержання КМК у вигляді порошку з тривалим терміном зберігання, рідкий концентрат піддають процесу сушіння. У такому випадку сумарний вміст білкових речовин може сягати 90%. За органолептичними показниками сухий КМК являє собою білу порошкоподібну масу з ніжним, приємним молочним ароматом і присмаком. Водночас у низці досліджень [15, 34] доведено, що більшість інших казеїнових препаратів, отриманих за різними технологічними схемами, мають небажані смакові дефекти.

Основна відмінність КМК від інших казеїнових похідних полягає в тому, що він зберігає свою природну, нативну конфігурацію [19, 33]. Якщо характеристики різних похідних казеїну, наприклад, казеїнатів натрію та кальцію, ґрунтовно досліджені та знайшли широке промислове застосування [20], то системні дослідження препаратів міцелярного казеїну почали проводитися лише в останні десятиліття. Наразі ця галузь наукових розвідок стрімко розвивається [17].

Значний інтерес до КМК та його потенційного використання в різних секторах промисловості пов'язаний з його унікальними функціональними властивостями. Функціональні характеристики КМК схожі з властивостями концентрату молочного білка, проте існуючі розбіжності, зокрема вища

термостійкість, зумовлені зниженим вмістом сироваткових білків у КМК [24].

Характеристики казеїнової міцели були проаналізовані у численних наукових працях [23, 32]. Встановлено, що додавання хлориду натрію призводить до збільшення об'єму казеїнових міцел, тоді як зниження показника рН з 6,5 до 5,5 викликає протилежний ефект. Закордонними вченими було вивчено здатність міцел до відновлення їхньої структури після сушіння (регідратації). Вони виявили, що здатність КМК до регідратації знижується під час зберігання при температурі 30 °С. Це пов'язано зі змінами у міжмолекулярних зв'язках усередині міцел [22]. Варіюючи тип мембран, що використовуються для фракціонування КМК, а також застосовуючи метод діалізації, можна одержувати препарати КМК з різним хімічним складом. Збільшення частки сироваткового білка у складі КМК та підвищення температури зменшують в'язкість системи, тоді як зростання вмісту казеїну викликає зворотний ефект [26, 27]. При вивченні термостійкості КМК було встановлено, що при температурах від 110 до 150 °С і при значенні рН менше 6,7 відбувається агрегація білка. Проте, казеїн стає більш стійким і не агрегує при значеннях рН > 6,9 [21].

Розчинність КМК зростає при підвищенні температури до 50 °С. Для поліпшення розчинності при низьких температурах (нижче 20 °С) зразки можуть витримуватися протягом 6–8 годин. Зі збільшенням терміну зберігання КМК його розчинність знижується. Це супроводжується зміною кольору та потемнінням продукту. КМК здатний формувати гелеподібну структуру при кімнатній температурі, а додавання хлориду натрію прискорює цей процес гелеутворення [19]. Такі властивості КМК, як вихід і стабільність утвореної піни, виявилися вищими, ніж у інших молочних продуктів. Обсяг, площа поверхні, стабільність піни та межа плинності зменшуються після його висушування. Це особливо помітно впливає на стабільність піни, що може бути спричинено денатурацією сироваткового

білка, який все ж присутній у складі КМК у невеликих кількостях. При цьому термостійкість ні рідкого, ні висушеного білка не змінюється [17, 31].

Останнім часом для дослідження характеристик казеїну застосовуються інноваційні методичні підходи. Зокрема, вивчався вплив трансглютамінази на різні функціональні параметри казеїнових міцел. Фермент трансглютаміназа підвищував стійкість до дії спиртів і високих температур. Незважаючи на це, розчинність КМК знижувалася при його регідратації у воді при кімнатній і підвищеній температурі [23]. При обробці КМК високим тиском та ультразвуком було виявлено, що застосування підвищеного тиску призводить до формування рідких гелів та збільшення часу коагуляції сичужного ферменту. З іншого боку, використання ультразвукового впливу підвищувало електропровідність, розчинність, здатність до емульгування, гелеутворення та гідрофобність поверхні, пропорційно до збільшення часу ультразвукової обробки [15].

Казеїн міцели виявляє гідрофобні та поверхнево-активні властивості у різній мірі, залежно від ступеня агрегації міцел. Тобто, оцінка цих характеристик, наприклад, для казеїнату натрію, жодним чином не може бути екстрапольована на казеїн у його нативному стані [20]. Доведено, що агреговані міцели практично не виявляють поверхневої активності, а зі збільшенням ступеня їхньої дисоціації ця активність зростає. Дисоціації міцел можна досягти за допомогою різних хелатуючих агентів, таких як цитрати, фосфати або ЕДТА, які також називаються емульгуючими солями. Під дією цих сполук зв'язуються іони кальцію, зокрема ті, що входять до складу кальцій-фосфатних комплексів. Це спричиняє дезагрегацію міцел, підвищення термостабільності та низку інших наслідків, які є важливими з технологічної точки зору. Цей прийом активно використовується у виробництві плавлених сирів [19].

За органолептичними показниками КМК характеризується м'яким або майже нейтральним смаком. Сичужний та кислотний казеїни, як правило, мають більш виражений аромат, присмак картону, кормовий присмак та інші

органолептичні вади. Ця перевага додатково розширює потенційну сферу застосування КМК [27].

Міцелярний казеїн використовується у виробництві багатьох молочних та немолочних продуктів завдяки його високій харчовій цінності, м'якому смаку, а також видатним фізико-хімічним та функціональним властивостям [17]. Активно вивчається можливість застосування КМК у виробництві високопротеїнових та низьковуглеводних напоїв, оскільки він містить значну кількість білка та мінімальний рівень лактози [29]. Більше того, завдяки унікальній міцелярній будові казеїну, КМК виступає як стабільна система-носіє для кальцію та фосфору, яка зберігає свою стійкість навіть при високих температурах. Як наслідок, його можна використовувати у виробництві напоїв, збагачених білком, для яких необхідна стерилізація, що значно подовжує термін зберігання цих продуктів. КМК також має ледь помітний смак і може забезпечувати смакові відчуття, аналогічні молоку жирністю 1,5-2%. Це дозволяє використовувати його для знежирених версій цих напоїв. Низка досліджень описує ефективність використання КМК у спортивному харчуванні як джерело так званих "повільних" протеїнів [16].

Концентрат міцелярного казеїну знайшов застосування у виробництві йогуртів та десертних продуктів. Йогурти отримують шляхом "згортання" казеїну в молоці, використовуючи закваску для досягнення ізоелектричної точки (рН 4,6) [14]. Казеїн є відмінним джерелом білка для фортифікації молочної основи йогурту завдяки його поживній цінності та функціональним характеристикам. Було встановлено, що збагачення йогурту білком покращує його реологічні та фізичні властивості [19]. Вони виявили, що введення міцелярного казеїну збільшувало швидкість підкислення при приготуванні грецького йогурту порівняно зі звичайним молоком. Причина цього явища полягає у вищому вмісті небілкового азоту в молоці, збагаченому концентратом міцелярного казеїну. У працях вітчизняних дослідників міцелярний казеїн використовувався для виробництва замороженого десерту для спортивного харчування та високобілкового морозива. Казеїн, порівняно

із сироватковим протеїном, забезпечував більш насичений білий колір та підвищену здатність до гелеутворення [20, 21].

КМК застосовується для збагачення молока або як часткова заміна молока у виробництві сиру. Сири виготовляють шляхом осадження казеїну за допомогою сичужного ферменту (наприклад, чеддер і моцарела) або кислоти (сир кисломолочний). Міцелярний казеїн, виділений мікрофільтрацією [27], дозволяє отримувати сири з високими виходами готового продукту та модифікувати їхні характеристики. У багатьох випадках важливо також аналізувати вплив різних чинників на побічні процеси. Наприклад, введення казеїну при виготовленні сирів збільшує загальну кількість азотовмісних сполук, кальцію та фосфатів. Також зростає буферна ємність, тобто для зсуву рН продукту до одного й того ж кислого значення у зразках з КМК потрібна більша кількість кислоти [21].

Таким чином, на підставі проведеного аналітичного огляду систематизовано дані щодо можливості використання концентрату міцелярного казеїну в різних галузях промисловості [1]. Численні експериментальні дослідження, представлені вище, продемонстрували, що КМК має високі емульгуючі, водо- та жирутримувальні здатності, здатність до піноутворення та багатий амінокислотний профіль [31]. При цьому практично відсутня інформація про доцільність застосування КМК у м'ясопереробній галузі, незважаючи на те, що, як зазначено у розділі 1.1, молочні білки в цілому широко використовуються в м'ясній промисловості. Вони значною мірою визначають функціонально-технологічні властивості фаршевих систем. Найчастіше використовують концентрати та ізоляти сироваткових білків, різні казеїнати, копреципітати, сухе молоко та деякі інші добавки [13]. При цьому казеїн у нативному стані міститься лише у складі сухого молока. Вивчення впливу міцел казеїну, який є лише одним із компонентів сухого молока, на властивості м'ясної емульсії є досить складним завданням. Саме тому такі дослідження майже не зустрічаються. Погіршення якості сухого молока в Україні, що відзначається як

виробниками, так і науковцями, ще більше ускладнює це завдання [28]. Очевидно, що використання КМК, який, по суті, є монокомпонентним препаратом, дозволить комплексно дослідити вплив міцел казеїну на характеристики м'ясних емульсій.

На наш погляд, вивчення цього питання дасть змогу розробити ефективні методики застосування КМК у м'ясній промисловості як в індивідуальному вигляді, так і у складі функціональних модулів. Актуальність таких розвідок додатково підтверджується тим, що у вітчизняній науковій літературі з'являються праці, присвячені отриманню та вивченню властивостей КМК. Крім застосування у харчовій промисловості, міцелярний казеїн знайшов широке використання і в медичній сфері [16]. Великий інтерес становлять бар'єрні властивості казеїнової міцели, які дозволяють забезпечити захист нестабільних сполук, що входять до складу харчових продуктів, від різних деструктивних чинників. Стабільність КМК сприяє його використанню як системи-носія для транспортування різних нестійких речовин, зокрема вітамінів, в організм людини [17, 30].

1.3. Використання міцел казеїну як транспорт вітамінів при виробництві м'ясних продуктів.

Незважаючи на великий асортимент продовольчої продукції на сучасному світовому ринку, серед населення продовжує фіксуватися дефіцит вітамінних сполук. Нестача вітамінів може спричиняти розвиток низки відомих захворювань. Наприклад, холекальциферол (вітамін D) є життєво необхідним для нормального формування кісткової тканини; його дефіцит викликає рахіт у дитячому віці та остеопороз у дорослих осіб. Ретинол (вітамін A) впливає на процеси росту, зорову функцію, репродуктивну здатність організму та диференціювання епітеліальних клітин [23]. В Україні дефіцит практично не спостерігається лише стосовно вітаміну C. Натомість, брак інших вітамінів є досить поширеним явищем. Так, від 23% до 97%

населення мають недостатній рівень вітаміну D [27].

Проблема нестачі вітамінів значною мірою пов'язана із двома чинниками: сезонністю та незбалансованістю харчування. Відсутність певних продуктів у раціоні або їхнє недостатнє споживання призводить до зниження вмісту вітамінів в організмі. Наприклад, споживання молока та молочних виробів, які є багатими джерелами вітамінів D, B1, B2, B12, A та E, поступово знижується як в Україні, так і у світі. Тому важливим напрямом наукових досліджень залишається фортificaція (збільшення вмісту) харчових продуктів вітамінними комплексами [22].

Основною перешкодою при збагаченні харчових продуктів вітамінами для їхньої подальшої доставки в організм є їхня хімічна нестабільність. Ретинол (вітамін A) легко руйнується під час термічної обробки та окислюється під впливом світла та атмосферного повітря. Це пояснюється тим, що транс-ретинол має досить високу електронну густину і легко взаємодіє з електронодефіцитними молекулами, особливо з вільними радикалами. Отже, ретинол та його похідні деградують або ізомеризуються (зокрема, у позиціях 9, 11 та 13) у присутності окислювачів, перехідних металів та радикалів, що утворюються під дією ультрафіолетового (УФ) випромінювання [25]. Вітамін D також є досить чутливим, особливо до високих температурних режимів. Іншою проблемою є те, що вітаміни A і D, будучи ліпофільними, не розчиняються у водних середовищах. Це ускладнює їхнє введення у харчові продукти з низьким вмістом жиру [17]. Таким чином, значна кількість жиророзчинних вітамінів, доданих у продукцію, деградує в процесі виробництва, зберігання та реалізації.

З цієї причини одним з найбільш ефективних способів збагачення харчової продукції вітамінами є їхня інкапсуляція. Як переносники зазвичай застосовуються колоїдні системи. На даний час найчастіше використовуються емульсії, зокрема подвійні, ліпосоми, тверді ліпідні наночастинки, а також полімерні мікро- та наночастинки. Підвищувати стійкість ретиноїдів можна шляхом їхнього комплексоутворення з

молекулярними носіями, такими як циклодекстрини та білкові компоненти [25]. Різноманітну продукцію зазвичай збагачують складними ефірами ретинолу, такими як ретинолпальмітат та ацетат, оскільки вони демонструють більшу стабільність [10]. Крім того, було встановлено, що при опроміненні розчини ретинолу в етанолі є більш стійкими, ніж олійні розчини. Останні при цьому виявляють вищу стійкість порівняно з емульсіями типу "олія-у-воді". Оскільки механізм руйнування молекул вітаміну А має окислювальну природу, для їхньої стабілізації часто використовують різноманітні антиоксиданти та інші похідні фенолу [11].

Останнім часом з'являються наукові праці, присвячені використанню казеїну в його нативній (міцелярній) формі як носія гідрофобних сполук [14]. Доведено, що казеїнові міцели, які за своєю природою є амфіфільними, здатні концентрувати, стабілізувати та забезпечувати доставку необхідних речовин. Сюди належать лікарські засоби (зокрема цисплатин, флутамід, куркумін), мінеральні елементи (залізо), жирні кислоти, пробіотики та жиророзчинні вітаміни А, D.

Введення різних органічних речовин до складу казеїнового комплексу дає можливість контролювати їхню концентрацію та забезпечувати їхній транспорт в організм у незмінному вигляді. Завдяки своїй міцелярній структурі казеїн демонструє високу спроможність до зв'язування іонів та невеликих молекул, забезпечуючи їхню стабілізацію [18]. Ця особливість міцел особливо чітко простежується при взаємодії зі сполуками, нерозчинними у воді. Зв'язування відбувається за рахунок гідрофобних взаємодій, сил Ван дер Ваальса та водневих зв'язків [24]. Серед нестабільних гідрофобних молекул особливе місце посідають жиророзчинні вітаміни А і D [10].

Розглянемо детальніше дослідження, присвячені захисту жиророзчинних вітамінів А і D. Вказані сполуки є чутливими до впливу світла, УФ-випромінювання та підвищених температур. Було встановлено, що казеїн здатний поглинати випромінювання в діапазоні 200-300 нм,

захищаючи ці речовини від УФ-впливу. При дослідженні такого типу консервації вітамінів здебільшого застосовується рекомбінований казеїн [16, 26].

Для підготовки зразків жиророзчинних вітамінів застосовується або пряма екстракція, або попереднє омилення. Омилення проводиться як в інертній атмосфері, так і в атмосфері повітря. При цьому для зменшення втрат додають такі антиоксиданти, як аскорбінова кислота, йонол, пірогалол та гідрохінон. Для екстракції використовуються різноманітні органічні розчинники, зокрема діетиловий ефір і неполярні алкани (наприклад, н-гексан) [30]. Вітаміни А і D також можуть бути розчинені у хлороформі та метиленхлориді, проте у випадку ретинолу, через його підвищену чутливість до окислення, застосування таких систем слід уникати [21].

Встановлено, що міцелярний казеїн здатен захищати інкапсульований у ньому вітамін D при нагріванні та впливі УФ-випромінювання. Існує декілька гіпотез для пояснення цього явища. Серед них можна виділити: зниження реакційної здатності вітаміну після його зв'язування з казеїном; наявність бар'єру (міцели), який перешкоджає проникненню окислювачів та їхній взаємодії з вітаміном; поглинання та розсіювання світла молочним білком (захист від УФ-випромінювання); або ж антиоксидантна здатність самого казеїну. Ймовірно, захист вітаміну D від деградації забезпечується комбінованою дією низки описаних чинників. Важливо також відзначити, що біодоступність вітаміну D у всіх досліджуваних об'єктах не знижувалася порівняно з контрольними зразками [28].

Вплив казеїнової міцели на стійкість вітаміну А досліджений у значно меншому обсязі. Можна виділити роботу, присвячену вивченню зв'язування вітаміну А (ретинолпальмітату) казеїновою міцелою у знежиреному молоці. Було проаналізовано чотири зразки молока, збагаченого вітаміном А. На першому етапі за допомогою ексклюзивної хроматографії проводилося розділення білків. Подальша екстракція та дослідження методом ВЕРХ показали, що вітамін був присутній лише у казеїновій фракції. Однак його

вміст у казеїні відносно цілісного молока не перевищував 40%. Причина цього явища авторами не встановлена, проте однією з можливих є залишкова кількість жиру в молоці.

В іншому дослідженні аналізувалася стабільність прекурсора вітаміну А – β -каротину. У цьому випадку, як і в роботах із введенням вітаміну D, використовувався рекомбінований міцелярний казеїн. При нагріванні зразків при 80 °C протягом восьми годин концентрація каротину в контрольному зразку зменшилася на 83,5%, тоді як у присутності казеїну ступінь деградації склав лише 31%. Цікавим є той факт, що максимальне зниження кількості β -каротину спостерігалось у перші години нагрівання, а надалі його концентрація переставала змінюватися. Інкапсульований каротин також виявляв підвищену стабільність при дії високого тиску [29].

Таким чином, аналіз наукових публікацій дозволив встановити [14], що використання казеїнової міцели як носія вітамінів має низку вагомих переваг. Його застосування може поліпшувати стабільність жиророзчинних вітамінів щодо високих і низьких температур та УФ-випромінювання. Це також збільшує термін зберігання і спрощує їхнє використання у виробництві харчових продуктів. Казеїн, будучи природним компонентом, є більш привабливим для споживача, ніж синтетичні аналоги [22]. Введення вітамінів за допомогою міцел казеїну в різні харчові продукти дозволить випускати м'ясопродукти, збагачені вітамінами, та сприятиме вирішенню проблеми дефіциту вітамінів серед населення [24].

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виходячи з поставленої мети та визначених завдань кваліфікаційної роботи, було окреслено об'єкти вивчення.

2.1. Об'єкти досліджень.

Об'єктами дослідження були визначені такі компоненти: концентрат міцелярного казеїну (КМК) «КМБ-65», вироблений ДП «Гадяч Протеїн» (Україна); препарат ретинолпальмітату, а також ретинол, одержаний з нього.

Додатково вивчалися модельні фаршеві композиції, аналогічні вареним ковбаскам, що містили КМК.

Об'єктами також слугували модельні фаршеві системи, збагачені комплексом ретинолпальмітату на основі КМК. Кінцеві зразки – варені ковбаски, виготовлені з м'яса птиці із застосуванням КМК, а також комплексу з вітаміном А на базі КМК.

Вибір концентрату міцелярного казеїну як ключового об'єкта дослідження був зумовлений аналізом літературних джерел щодо сучасних підходів до використання молочних протеїнів у харчовій індустрії (розділ 1). Найбільш привабливою властивістю КМК з практичної точки зору виявилася його здатність захищати нестабільні молекули від деструкції. Було прийнято рішення використати цей підхід для фортифікації ковбасних виробів вітаміном А.

Ретинол, або жиророзчинний вітамін А, являє собою жовті кристали або помаранчеву тверду речовину. Він практично не розчиняється у воді (температура плавлення становить 62-64 °С). Ретинолпальмітат – це складний ефір, що утворюється внаслідок реакції естерифікації ретинолу пальмітиноювою кислотою. Він є в'язкою рідиною або воскоподібною субстанцією жовтого чи помаранчевого кольору (температура плавлення становить 28-29 °С). Ретинолпальмітат є основною формою вітаміну А, яка реалізується через аптечні мережі. Його також використовують для збагачення харчових продуктів.

Twip-80, відомий також як полісорбат 80 (або E433), є неіоногенною поверхнево-активною речовиною. Він являє собою жовту в'язку рідину і застосовується у фармацевтичній та харчовій промисловості. При забезпеченні захисту від окислення цей ПАР зберігає стабільність протягом багатьох років і може зберігатися при кімнатній температурі. У цій роботі Twip-80 використовується як емульгатор. Це забезпечує ефективніше введення та змішування вітаміну А з казеїном [14].

Модельні фаршеві системи, що імітують варені ковбасні вироби, виготовлялися з використанням м'яса птиці та курячої шкіри. При цьому до складу як дослідних, так і контрольних зразків включалися інгредієнти та матеріали, що відповідали нормативній та технічній документації. КМК вносився до дослідних зразків у регідратованому вигляді. Він частково заміщував задану кількість м'ясної сировини. Як контрольний зразок були обрані варені ковбаски «Мюнхенські», які були розроблені на основі ДСТУ 4429:2006 «Вироби ковбасні варені з м'яса птиці. Загальні технічні умови».

На початковому етапі було проведено аналітичний огляд літератури. Це здійснено з метою оцінки наявних даних щодо використання молочних протеїнів у м'ясопереробній галузі. Особливу увагу було приділено казеїну в нативній формі, який комерційно представлений у вигляді сухих концентратів міцелярного казеїну. Аналіз одержаних даних дозволив сформулювати план подальших досліджень. Він включав вивчення властивостей КМК та його впливу на характеристики модельних фаршевих систем типу варених ковбас. Це було необхідно для створення комплексу на основі білка та його подальшого використання для фортифікації ковбас вітамінами. Завершальним етапом досліджень планувалася розробка технології виробництва варених ковбасок із застосуванням КМК та вітамінного комплексу на його основі. Також передбачалося дослідження характеристик готових продуктів.

Експериментальна частина розпочалася з оцінки фізико-хімічних та функціонально-технологічних параметрів концентрату міцелярного казеїну.

Далі були визначені форма та оптимальна кількість його включення до рецептури. Також вивчалися властивості, які змінювалися як у модельних фаршевих системах, так і в готових дослідних зразках.

На другому етапі досліджень було здійснено пошук найоптимальнішого методу внесення вітаміну А у регідратований КМК. Згодом було виконано розрахунок рекомендованих доз внесення вітамінного комплексу у готові ковбасні вироби.

Наступний етап дослідження передбачав створення нової рецептури та технології варених ковбасок із застосуванням КМК. Також було відпрацьовано виробництво продукту із застосуванням вітамінного комплексу на основі КМК. Продукція виготовлялася відповідно до технологічної схеми.

Завершальний етап включав оцінювання органолептичних, фізико-хімічних і функціонально-технологічних властивостей фаршу та готового продукту. Дослідно-промислова апробація у виробничих умовах була проведена на м'ясопереробному підприємстві ТОВ ТД «Галицька свіжина», м. Львів. Були виконані розрахунки економічної ефективності. Основні дослідження проводилися на базі лабораторій кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Аналітичні випробування здійснювалися із застосуванням сучасних інструментальних методів.

2.1. Методи досліджень

Фізико-хімічні, мікробіологічні та функціонально-технологічні показники сировини та фінальної продукції, визначені під час експериментів, здійснювалися із застосуванням стандартних, загальноприйнятих та сучасних методик. Вони повністю відповідали меті та завданням дослідження. Згідно з поставленими завданнями, при проведенні випробувань сировини, проміжного та готового продукту визначали наступні показники:

- відбір проб та підготовку до досліджень здійснювали згідно з ДСТУ EN ISO 18593:2022 «Мікробіологія харчового ланцюга. Відбирання проб туш для мікробіологічного аналізу» [5].

- вміст вологи визначали відповідно до ДСТУ ISO 1442:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки вологи» при температурі 105 °C [6].

- масову частку білка (метод К'ельдаля) визначали за ДСТУ ISO 937:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення білка» [12].

- для визначення концентрації водневих іонів використовували рН-метр рН-150М зі скляним електродом та хлорсрібним (Ag/AgCl) електродом порівняння за ДСТУ ISO 2917-2001 «М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод)» (ISO 2917:1974, IDT) [9].

- масову частку жиру визначали згідно з ДСТУ ISO 1443:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT), методом екстракції жиру органічним розчинником із висушеного аналізованого зразка [7].

Масова частка золи визначалася згідно з ДСТУ ISO 936:2008 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT)» [11].

Органолептичну оцінку здійснювали згідно з ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. З поправкою» [3].

Серед характеристик готової продукції вивчали зовнішній вигляд, колір і вигляд на розрізі, смак, запах (аромат), соковитість та консистенцію. Оцінювання м'ясних продуктів проводили члени дегустаційної комісії різної статі та віку. Вони були відібрані на основі ДСТУ ISO 10399:2006 «Дослідження сенсорне. Методологія». Використовувалася п'ятибальна система оцінювання. Шкала оцінок: «5» – відмінно (повна відповідність продукту вимогам), «1» – дуже погано (виявлені грубі невідповідності), «0» – оцінці не підлягає (наприклад, через значні зміни у смаку, що

унеможливають порівняння зі стандартними зразками). Бали «5» і «4» зараховувалися як позитивні показники якості, а менше «4» – як негативні. При дослідженні зовнішнього вигляду та кольору м'ясного виробу членам комісії були запропоновані варіанти: «5» – дуже гарний, «1» – дуже поганий або неприйнятний; аромату: «5» – дуже ароматний, «1» – дуже поганий; смаку: «5» – дуже смачний, «1» – дуже поганий; консистенції: «5» – дуже ніжний, «1» – дуже жорсткий або пухкий; соковитості: «5» – дуже соковитий, «1» – дуже сухий.

Під час обробки даних розраховувалися середні бали для кожного органолептичного показника. Загальна оцінка зразка визначалася як середнє значення суми середніх балів.

Водопоглинальну здатність (ВПЗ) визначали за стандартною методикою. Це здійснювалося шляхом визначення кількості води, яка поглинається певною масою продукту за встановлений проміжок часу.

Жиропоглинальну здатність (ЖПЗ) визначали за методикою, аналогічною до визначення ВПЗ. У цьому випадку як рідина, що поглинається продуктом, виступала рослинна олія.

Емульгуючу здатність визначали, використовуючи 1% розчин КМК за вмістом білка. Готували серію емульсій з вмістом жирової фази від 10% до 80%. Емульгування проводили на гомогенізаторі при постійному обертанні, поступово додаючи олію (5 мл/хв). Після завершення збільшення кількості олії емульсію переносили у пробірку і нагрівали 20 хвилин при 85 °С. Зразок охолоджували до кімнатної температури та центрифугували 20 хвилин. Емульгуюча здатність визначалася як середнє значення відношення висоти емульгованого шару до загальної висоти рідкої фази у всіх зразках.

Вологозв'язувальну здатність (ВЗЗ) розраховували за площею плями, що утворюється на фільтрувальному папері при виділенні вологи зі зразка під час легкого пресування [27].

ВЗЗ визначається за формулою:

$$X = W - 8.4 \cdot S \cdot W \cdot 100 \%$$

де: X - масова частка зв'язаної води до загальної води, %;

W - загальна масова частка води в наважці, мг;

S - площа плями, см²;

8,4 - кількість H₂O у мг в 1 см².

Масова частка кухонної солі визначалася згідно з ДСТУ ISO 1841-2:2004 «М'ясо та м'ясні продукти. Визначання вмісту хлоридів. Частина 2. Потенціометричний метод (ISO 1841-2:1996, IDT)» [8].

Вологоутримуюча здатність (ВУЗ) визначалася із застосуванням центрифугування зразка. Методика відповідала стандартній, представлений у роботі.

Вихід готового продукту розраховували як відношення маси продукту після термообробки до маси початкової сировини.

Підготовка проб до мікробіологічного аналізу проводилася згідно з ДСТУ EN ISO 18593:2022 «Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальні методи відбирання поверхневих проб (EN ISO 18593:2018, IDT; ISO 18593:2018, IDT)» [5]/

Мікробіологічні показники визначали згідно з ДСТУ ISO 7218:2014 «Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови щодо мікробіологічних досліджень (ISO 7218:2007, ISO 7218:2007 1:2013)». [10].

Терміни придатності готових продуктів вивчали на підставі ДСТУ 8381:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень» [4].

Тривалість періоду випробувань розраховувалася за формулою:

$$П = С \times К,$$

де С - термін придатності, встановлений виробником, у нашому випадку 120 годин, а К - коефіцієнт резерву.

Досліджувані ковбасні вироби призначені для харчування дітей, при цьому рекомендований термін придатності становить 5 діб. Коефіцієнт

резерву в цьому випадку дорівнює 1,3, а $\Pi = 120 \times 1,3 = 156$ годин. Таким чином, кількість контрольних точок дорівнювала восьми. Перша контрольна точка – початок випробувань (фон). Під час дослідження термінів придатності вивчали органолептичні та мікробіологічні показники

Для проведення мікробіологічних експериментів вивчали наявність і кількість у зразку: КМАФАнМ (ДСТУ 8446:2015); бактерій групи кишкової палички (коліформи) (ДСТУ 7006:2015); коагулазопозитивних стафілококів та *Staphylococcus Aureus* (ДСТУ ISO 6888-3:2017); бактерій видів *Listeria monocytogenes* (ДСТУ ISO 11290-1:2018); *Salmonella* (ДСТУ ISO 6579-1:2019) та сульфітредукуючих бактерій роду *Clostridium* (ДСТУ 3822:2014).

Харчову цінність ковбасних виробів визначали розрахунковим методом. При вказівці енергетичної цінності в джоулях для перерахунку застосовували співвідношення: 1 кал = 4,19 Дж. Харчова цінність 100 г продукту є розрахунковою. Вона визначалася залежно від складу використаної сировини для конкретного виду продукту. Енергетичну цінність 100 г продукту розраховували за наведеною нижче формулою:

$$E = 4,0 \times B + 9,0 \times Ж + 4,0 \times В,$$

де E – енергетична цінність, ккал;

B – вміст білка у грамах на 100 г продукту;

Ж – вміст жиру у грамах на 100 г продукту;

В – вміст вуглеводів у грамах на 100 г продукту;

4,0; 9,0; 4,0 - коефіцієнти перерахунку відповідно білка, жиру та вуглеводів [17].

Кожне дослідження, описане у розділі 2, повторювалося тричі ($n = 3$).

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для того, щоб оцінити можливість інтеграції будь-якої додаткової речовини у технологічний процес виробництва харчової продукції, а також спрогнозувати зміни властивостей, на які може впливати добавка, необхідно ретельно вивчити її органолептичні, фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики [9]. Визначення цих ключових параметрів було здійснено на початковому етапі виконання кваліфікаційної роботи.

Казеїн у його нативній формі отримують за допомогою методу мікрофільтрації із застосуванням відповідних мембранних систем. На відміну від казеїну, що одержується традиційними методами (кислотний та сичужний казеїни), міцелярний казеїн (КМК) має значно кращі органолептичні показники. Він також суттєво відрізняється за фізико-хімічними та функціонально-технологічними характеристиками.

Органолептичні параметри концентрату міцелярного казеїну наведені у таблиці 1 [19]. М'який смак, а також повна відсутність сторонніх присмаків та ароматів, сприяють ефективному застосуванню КМК у технологіях виробництва ковбасних виробів. Слід зазначити, що кислотний казеїн та різноманітні казеїнати мають специфічний присмак та запах. Це негативно впливає на органолептичні якості кінцевих продуктів.

Таблиця 1

Органолептичні показники концентрату міцелярного казеїну

Якісні показники	Характеристика продукту
Колір	Білий або білий зі світло-кремовим відтінком
Зовнішній вигляд і консистенція	Дрібний порошок або порошок, що складається з одиничних і агломерованих частинок сухого молочного білка. Допускається незначна кількість грудочок, легко розсипаються при механічній дії
Смак і запах	Властиві пастеризованому молоку, без сторонніх присмаків і запахів

Визначення фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей КМК дозволяє розробляти нові рецептури ковбасних виробів. Це дає змогу досягати бажаних кінцевих властивостей у готових продуктах. Під час експериментальних досліджень були визначені такі показники: масова частка білка, жиру, загального фосфору та загального кальцію, золи, лактози, величина рН, а також наявність домішок. Фізико-хімічні параметри концентрату міцелярного казеїну порівнювалися з літературними даними для сичужного казеїну та казеїнату натрію.

Вміст білкових компонентів у КМК сягає 85%. Це надає можливість для забезпечення еквівалентної заміни м'яса за білком при виробництві м'ясопродуктів здійснювати гідратацію білка у співвідношенні 1:4. При такому співвідношенні 100 г гідратованого казеїну містять приблизно 17 г білка. Цей показник є близьким до середніх значень вмісту білка у деяких видах м'ясної сировини. Залежно від типу використаної м'ясної сировини, ступінь гідратації може бути незначно варійований. Це необхідно для досягнення еквівалентних значень за масовою часткою білка.

З даних таблиці 2 видно, що вміст води у КМК є близьким до аналогічного показника для казеїнату натрію. Він також більш ніж на 5% нижчий, ніж у сичужного казеїну. При цьому у міцелярному казеїні вміст білка на 5.9% вищий, ніж у сичужному. Однак він на 5.6% менший, ніж у CasNa. Жиру в концентраті міцелярного казеїну міститься більше, ніж в обох інших препаратах. Втім, його загальний рівень є досить низьким. Вміст золи та загального фосфору для сичужного та міцелярного казеїну є ідентичним. У казеїні в його нативному стані міститься досить мала кількість натрію – 0,04%. Це дещо більше, ніж у його похідному, одержаному ферментативним осадженням. При цьому рівень лактози у КМК у 10 разів перевищує вміст у згаданих білкових препаратах. Це пояснюється технологією їхнього виробництва.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники концентрату міцелярного казеїну (КМК) (експериментальні дані), сичужного казеїну та казеїнату натрію (CasNa) (літературні дані) (n=3).

Показники	Масова частка %		
	КМК	CasNa	Сичужний казеїн
Вміст:			
- вологи	4,74±0,1	4,5	11,2
- загального білка	85,2±0,44	90,5	80,5
- жиру	1,5±0,03	1,2	0,65
- золи	7,70±0,37	3,8	7,7
- лактози	1,25±0,4	0,2	0,1
- загального кальцію	2,15±0,25	0,03	2,8
- загального фосфору	1,66±0,41	0,8	1,6
- натрію	0,03±0,01	1,15	0,01
Величина pH, од.	7,07±0,06	6,4	7,0

Іони кальцію несприятливо впливають на емульгуючі характеристики м'ясних білків. Однак у КМК іони кальцію входять до складу кальцій-фосфатного комплексу міцел. Ця особливість виключає їхній негативний вплив на функціонально-технологічні властивості м'язових протеїнів. Водночас, продукт збагачується біодоступним кальцієм.

Ще однією відмінною особливістю КМК є досить низьке значення активності іонів водню, ідентичне сичужному казеїну (pH=7,1). Це на 0,3 од. вище, ніж у казеїнату натрію. Передбачається, що внесення концентрату міцелярного казеїну, який характеризується слаболужною реакцією середовища, сприятиме зниженню кислотності м'ясних емульсій. Це матиме позитивний ефект на їхні функціональні параметри.

Одержані дані свідчать, що за низкою властивостей КМК вигідно

відрізняється від аналогічних препаратів. Він поєднує вищий вміст білка (порівняно з сичужним казеїном), вищий рівень рН (порівняно з казеїнатом), а також підвищений вміст лактози.

На наступному етапі було проведено дослідження функціонально-технологічних властивостей (ФТВ) міцелярного казеїну. Визначення цих показників є критично важливим етапом розробки технології продуктів із застосуванням функціональних інгредієнтів. При вивченні ФТВ концентрату міцелярного казеїну досліджували індекс розчинності, емульгувальну та гелеутворювальну здатності.

Основні функціонально-технологічні властивості концентрату міцелярного казеїну наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

ФТВ концентрату міцелярного казеїну (КМК) (експериментальні дані), мікропартикуляту сироваткових білків (МСБ) та концентрату сироваткових білків (КСБ) (літературні дані)

Показники	Значення		
	КМК	МСБ	КСБ
Водопоглинальна здатність, %	122,4±1,53	129,4	104,6
Жиропоглинальна здатність, %	116,6±0,85	133,1	107,2
Емульгуюча здатність, г жиру на 1 г білка	146,8±0,16	202,0	133,4
Гелеутворення (ПНЗ), Па при співвідношенні білковий препарат / H ₂ O:			
1:2	157,5±2,01	—	—
1:2 через 8 годин, t _{хр} =6-8°C	174,4±1,82	—	—
1:2 через 2 доби, t _{хр} =6-8 °C	256,6±0,93	—	—
1:2 через 3 доби, t _{хр} =6-8 °C	308,7±3,08	—	—

Результати досліджень, представлені у таблиці 3, продемонстрували, що КМК має досить високі показники водопоглинальної, жиропоглинальної та емульгувальної здатностей. Ці значення є проміжними порівняно з МСБ та

КСБ. Водопоглинальна здатність КМК на 21.0% більша, ніж у КСБ, але на 5,4% нижча, ніж у МСБ. Жиропоглинальна здатність у КСБ на 8.5% нижча, тоді як у МСБ вона на 12,1% вища. При порівнянні КМК та МСБ всі показники мають значущі відмінності при $p=0,03$; у парі КМК та КСБ при $p=0,04$, у парі МСБ та КСБ при $p=0,01$ (таблиця 4).

Таблиця 4

Результати порівняльного аналізу ФТВ концентрату міцелярного казеїну (КМК), мікропартикуляту сироваткових білків (МСБ) та концентрату сироваткових білків (КСБ)

Показник	КМК і МСБ	КМК і КСБ	МСБ і КСБ
ВПЗ %	0,028	0,037	0,008
ЖПЗ %	0,028	0,037	0,008
Емульгуюча здатність, г жиру на 1 г білка	0,028	0,037	0,008

Вивчення динаміки гелеутворення показало, що КМК при гідратації (в експерименті гідратували у співвідношенні 1:2) формує стійкі гелеві структури. Наведені значення міцності є значно нижчими, ніж, наприклад, міцність білково-жирових емульсій варених ковбас [10]. Однак у процесі зберігання та термічної обробки міцність гелів КМК зростає. З табличних даних видно, що вже після 8 годин зберігання гелю при температурі 8 °С його міцність збільшується на 14,5%. Через додаткові 40 годин зростання становить 42,6%. Загалом, за три доби зберігання підсумкове значення ПНЗ гелю перевищує первинне майже у два рази.

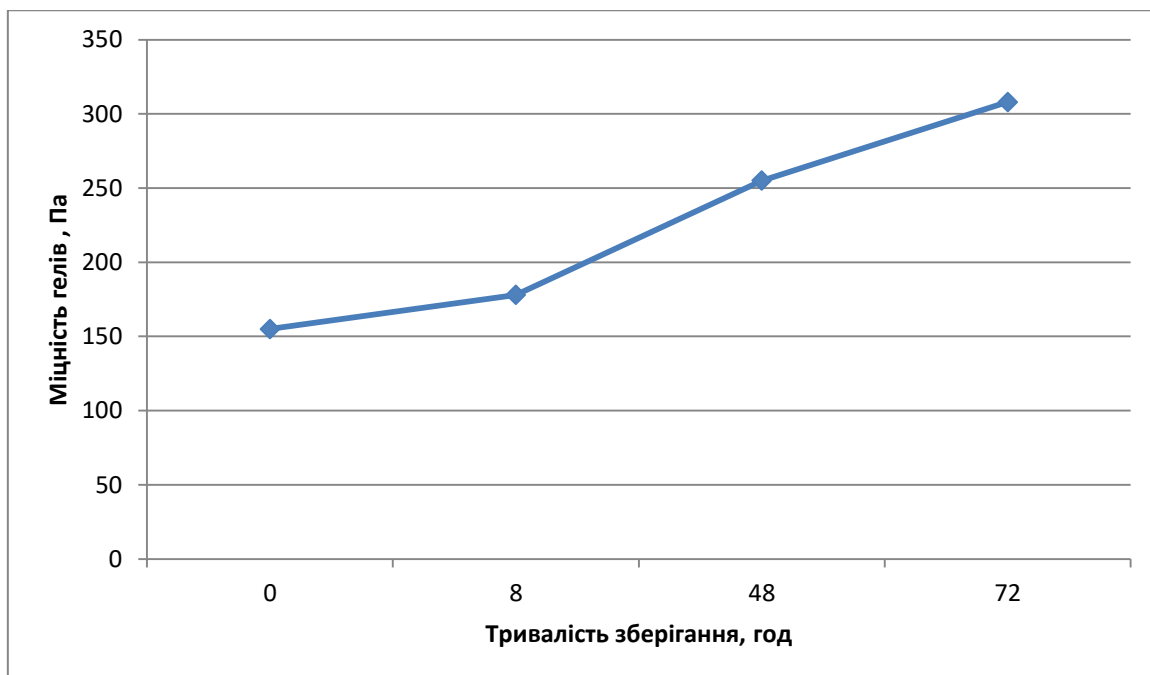


Рис. 3. Зміна міцності гелів, утворених КМК, у часі при температурі 6-8 °С

Зміна гелеутворювальної здатності КМК під час зберігання та термічної обробки може бути зумовлена будовою матриці гелю. Ця матриця сформована з міцел нативного казеїну. У процесі обробки ця структура стає більш міцною і спроможною утримувати воду та жир. Такі властивості можуть суттєво впливати на ключові ФТВ, як-от емульгуюча здатність та втрати маси при тепловій дії.

Однією з найбільш значущих властивостей білкових концентратів, що застосовуються у виробництві м'ясопродуктів, є емульгуюча здатність (ЕЗ) [15]. Існують різноманітні методики для визначення цього показника. Одним із них є формування водно-жирових емульсій різного складу та подальше визначення об'єму фаз: водного розчину білка, жирової фази та власне емульсії. Для вивчення ЕЗ використовували 1% розчини за вмістом білка та рослинну олію. Результати дослідження представлені на рисунок 4.

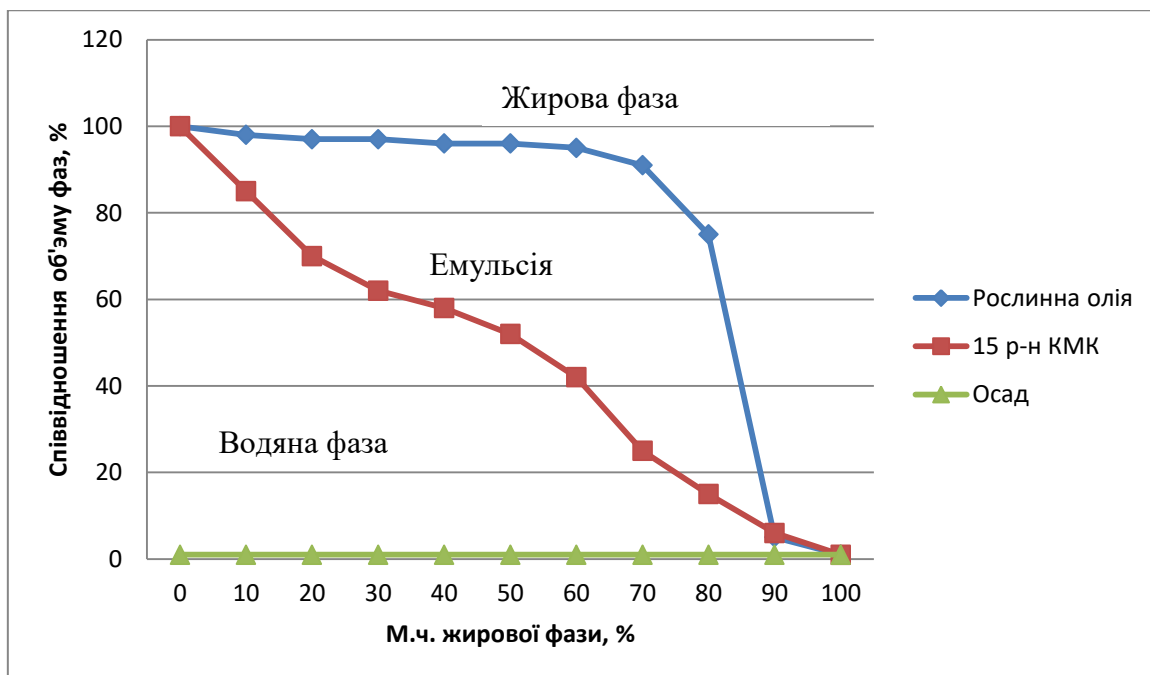


Рис. 4. Емульгуюча здатність КМК (Об'ємна частка жирової фази, %)

Встановлено, що досліджуваний препарат демонструє досить високі емульгуючі характеристики. Стійкість сформованих емульсій збільшується зі зростанням концентрації олії у системі. Вона досягає найбільшого значення при 60%. Так, 1% розчин КМК здатен емульгувати 142,5 г жиру, що на 5,6% більше, ніж у КСБ, але на 29,8% менше, ніж у МСБ [27].

Таким чином, одержані дані свідчать про те, що концентрат міцелярного казеїну має важливі з технологічної точки зору характеристики. До них належать високі водо- та жиропоглинальна, емульгуюча здатності, а також здатність до утворення та зміцнення гелевих структур. Це дозволяє припустити, що застосування КМК у рецептурах м'ясних емульсій матиме позитивний вплив на їхні функціонально-технологічні властивості. На наступному етапі досліджень було виготовлено модельні фаршеві системи з використанням концентрату міцелярного казеїну. Це було зроблено з метою вивчення його безпосереднього впливу на характеристики м'ясних емульсій.

3.2. Дослідження технологічних особливостей застосування КМК в рецептурах модельних фаршевих систем

Різноманітні білкові препарати, отримані з молока, активно використовуються у технологічних процесах виробництва варених ковбасних виробів. Однак у наукових джерелах інформація про використання концентратів міцелярного казеїну (КМК) у виробництві емульгованих м'ясних продуктів наразі відсутня. На основі одержаних експериментальних даних щодо фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей КМК, були зроблені висновки про потенційну можливість застосування цього білкового препарату в рецептурах модельних фаршевих систем варених ковбасних виробів.

Для встановлення оптимального рівня заміни м'ясної сировини на гідратований КМК, було виготовлено дослідні зразки м'ясних емульсій із заміщенням 5 %, 10 %, 15 % і 20 % м'яса цим гідратованим білковим препаратом. Результати аналізу емульсій контрольного (без додавання КМК до рецептури) та дослідних зразків представлені у таблиці 5 [15].

Таблиця 5.

Якісні показники м'ясних емульсій, виготовлених із застосуванням КМК

	Контроль	Дослідний зразок 5%	Дослідний зразок 10%	Дослідний зразок 15%	Дослідний зразок 20%
Величина рН, од.	6,21±0,05	6,44±0,02	6,45±0,07	6,53±0,06	6,59±0,07
Вміст води, %	68,82±0,7	70,24±0,12	71,07±0,20	73,05±0,17	73,84±0,51
ВЗЗ % до загальної	90,71±1,1	94,48±0,22	95,26±0,21	96,48±0,04	96,78±0,35
ПНЗ, Па	680,07±1,2	678,43±0,24	671,45±0,19	658,44±0,12	651,2±0,81

З даних, представлених у таблиці 5, очевидно, що при заміщенні

частини м'ясної сировини гідратованим концентратом міцелярного казеїну підвищується значення рН фаршевих систем. Це зумовлено досить високим показником активності іонів водню самого КМК. При заміщенні 5 % м'ясної сировини на КМК величина рН зростає на 0.24 одиниць. При заміщенні 20 % зростання складає 0,39 од. порівняно з контрольним зразком.

Також відбувається підвищення загального вмісту води та вологосв'язувальної здатності. Це пояснюється ступенем гідратації казеїну та його здатністю до набухання, відповідно. Загальний вміст води у продукті збільшується на 5,02 %, а ВЗЗ – на 6,07 % (при внесенні 20 % КМК). Всі перераховані показники закономірно зростають при збільшенні ступеня заміщення частки м'яса у рецептурі концентратом казеїну. При цьому показник питомої напруги зсуву (ПНЗ) у серії модельних систем фаршів при внесенні 5 % КМК практично не змінюється (зниження складає 0,2 %). При внесенні 10 %, 15 % і 20 % КМК ПНЗ зменшується на 1.3 %, 3,2 % і 4,2 % відповідно. Таким чином, при заміщенні 5 % і 10 % м'ясної сировини на КМК відмінності у реологічних характеристиках є мінімальними, а при 15 % – більш відчутними.

Щоб підтвердити статистичну значущість взаємозв'язку між концентрацією КМК у м'ясних емульсіях та зміною їхніх якісних показників, за формулою рангової кореляції були розраховані коефіцієнти кореляції. Їхні числові значення наведені у таблиці 6.

Після проведення теплової обробки було виконано фізико-хімічні дослідження контрольного та дослідних зразків готового продукту (таблиця 6). Відзначається зниження масової частки води порівняно з даним показником для сирих фаршевих систем. Це зумовлено її втратами під час термічної обробки. Вміст води знижується в середньому на 2-4%. Присутність КМК у рецептурі не має значного впливу на цей показник.

Таблиця 6

Результати аналізу взаємозв'язку вмісту КМК у м'ясній емульсії та її якісних характеристик.

Параметри	Кореляція показників			
	Вміст КМК	Величина рН, од.	Вміст води, %	ВЗЗ, % до загальної води
Величина рН, од.	0,661			
Вміст води, %	0,966	0,655		
ВЗЗ % до загальної води	0,961	0,637	0,945	
ПНЗ, Па	0,639	0,373	0,598	0,640

Також після термообробки дещо підвищується показник активності іонів водню: як у контрольному зразку, де він зростає на 0,10 од., так і в дослідних. Для зразка з 5 % КМК спостерігається незначне збільшення рН на 0,01 од., для 10 % – на 0,02 од., а для 15 % і 20 % – на 0,03 од. Показано відмінності між зразками з різним вмістом КМК у порівнянні один з одним та з контрольною групою для всіх показників, крім вмісту білка.

Таблиця 6

Якісні показники виробів після термічної обробки (n = 3)

Найменування показника	Контроль	Дослідний зразок 5%	Дослідний зразок 10%	Дослідний зразок 15%	Дослідний зразок 20%
Вміст %					
- вода	67,42	68,73	70,23	71,15	71,90
- білок	16,73	16,77	16,95	17,18	17,20
- жиру	12,8	12,35	11,6	10,81	9,56
- золи	1,50	1,66	1,70	1,72	1,64
зокрема кухонної солі	1,43	1,39	1,32	1,36	1,34
Величина рН	6,32	6,45	6,51	6,56	6,62

ВУЗ % до загальної вологи	87,32	89,87	93,53	94,75	95,01
Вихід готового продукту %	105,2	109,5	112,4	114,2	115,1

У дослідних зразках готових продуктів вміст білка змінюється незначно. Це обумовлено еквівалентною за білком заміною м'ясної сировини на КМК. Зі зростанням концентрації КМК у рецептурі вміст жиру в готовому продукті зменшується на 3,3 %. Крім цього, використання міцелярного казеїну забезпечує вищі значення вологоутримувальної здатності (ВУЗ) у готових виробках. З таблиці 6 видно, що в міру збільшення частки КМК у продукті з 5 % до 20 % ВУЗ підвищується на 2,5-7,6 %. На наш погляд, це пояснюється досить високими гелеутворювальними властивостями цього білкового препарату (див. розділ 3.1). Даний показник безпосередньо впливає на вихід готового продукту: у дослідному зразку при 5 % заміни сировини він становить 109,5 % , при 10 % – 112,2 % , при 15 % – 114,2 % , при 20 % – 115,06 %, тоді як у контрольному зразку зафіксований рівень виходу – 105,16 % .

Мікробіологічний контроль готових ковбасок за такими показниками як КМАФАнМ, БГКП, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus* дає підстави вважати, що введення КМК у рецептури ковбасних виробів не погіршує мікробіологічні показники готових продуктів (таблиця 7).

Таблиця 7

Мікробіологічні показники зразків ковбасок з м'яса птиці

Найменування показника	Норма згідно стандарту	Конт- роль	Дослідний зразок з КМК			
			5%	10%	15%	20%
КМАФАнМ КУО/г	$1,0 \times 10^3$	$0,8 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$
Коліформи	Не допуск. в 1 г	Не виявлено в 1 г				

Патогенні мікроорганізми, зокрема сальмонели	Не допускаються в 25 г	Не виявлено в 25 г
<i>S. Aureus</i>	Не допуск. в 1 г	Не виявлено в 1 г

На завершальному етапі експериментальних досліджень вивчалися зміни органолептичних показників ковбасних виробів.

Органолептична оцінка була виконана на підставі ДСТУ 4823.2:2007. Враховуючи, що зі зростанням частки КМК у рецептурі ковбасних виробів (аж до 20 %) більшість фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей емульсій (за винятком ПНЗ) як до, так і після термообробки поліпшується, вирішальним чинником у визначенні оптимальних доз внесення білкового препарату був органолептичний фон готового виробу. На рисунку 5 представлена профілограма контрольного та дослідних зразків.

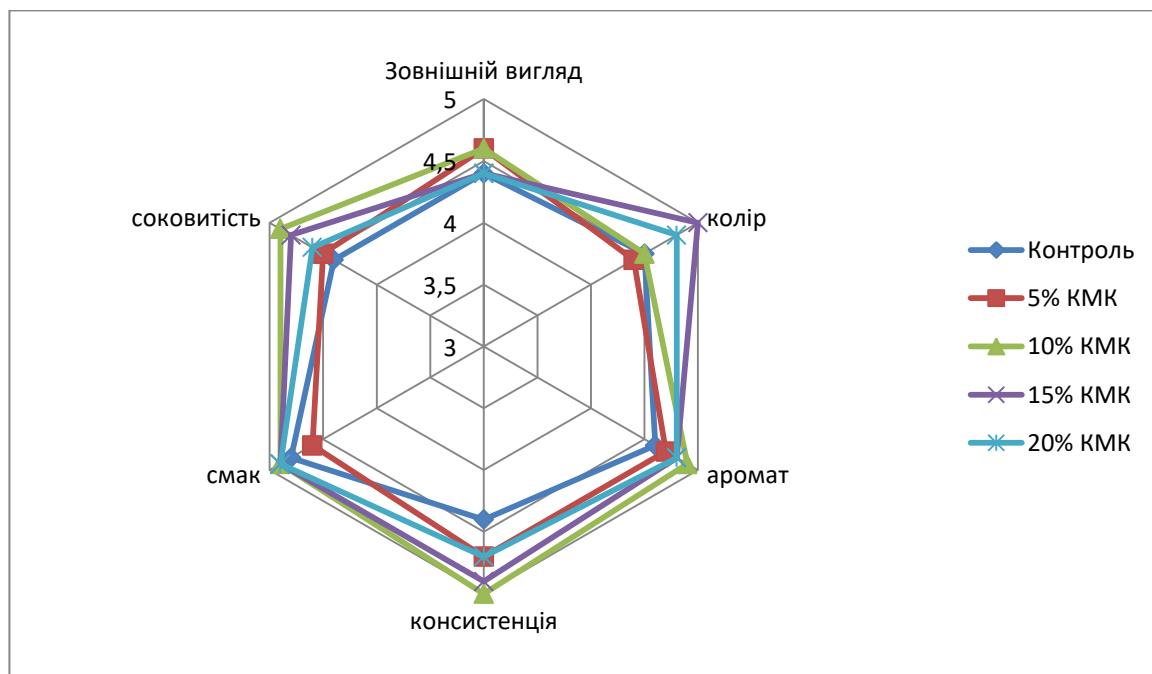


Рис. 5. Органолептична оцінка ковбасок із вмістом гідратованого КМК 0%, 5%, 10%, 15% і 20 %. 5 - відмінно, 1 - дуже погано.

Органолептичні дослідження дозволили встановити, що оптимальною

можна вважати 10 % заміну м'ясної сировини на концентрат міцелярного казеїну. При такому рівні введення КМК вдається досягти поліпшення основних показників ковбасок. При цьому гармонійно доповнюються смакоароматичні характеристики виробу. Подальше збільшення доз внесення КМК продовжує покращувати функціонально-технологічні властивості продукту, проте відзначаються небажані зміни в органолептиці.

Середня оцінка для всіх об'єктів дослідження знаходиться у діапазоні 4.5-4.8, тобто загальна оцінка якості продуктів – добре, виявлені лише незначні невідповідності. Ми вважаємо, що зниження балів за колір та зовнішній вигляд продукції відбувалося через специфічний колір ковбасок, у які не додають барвників для досягнення звичнішого блідо-рожевого кольору м'ясної продукції. Дегустаційна комісія оцінила білі ковбаски як ароматні та смачні, жодних сторонніх присмаків відмічено не було. Проте відзначалося невелике зниження м'ясного аромату при збільшенні концентрації молочного білка, що і призвело до нижчих показників для зразка з його максимальним вмістом.

Соковитість виробів зростала при переході від контрольного зразка до зразка, в якому 15 % м'яса було заміщено на гідратований казеїн. Це пов'язано з високою вологозв'язувальною здатністю КМК. Важливо відзначити, що хоча показники соковитості повинні були збільшуватися при переході від 10 % до 15 % і 20 % КМК, загальна оцінка цього показника не змінилася. Це сталося тому, що при цьому дегустатори почали відзначати появу клейкості у продукті, що негативно вплинуло на їхнє враження.

Таким чином, дослідження впливу КМК на властивості модельних систем фаршів продемонструвало, що значна кількість білка у складі концентрату дозволяє провести адекватну заміну м'ясної сировини у рецептурах ковбасних виробів. При цьому відбувається збагачення амінокислотного складу м'яса за рахунок молочних білків [15]. Функціонально-технологічні властивості концентрату міцелярного казеїну (жиропоглинальна та емульгуючі здатності) обумовлюють поліпшення

властивостей м'ясних емульсій. Величина рН концентрату, близька до нейтральної, підвищує даний показник у системах фаршів, зокрема після термічної обробки. При цьому вихід готового продукту збільшується з 105 % для контрольного зразка, до більш ніж 115 % для зразка, що містить 20 % КМК. Це дозволяє дійти висновку, що застосування КМК у рецептурах ковбасок дає можливість отримати продукт із заданими технологічними параметрами.

Вивчення властивостей концентрату міцелярного казеїну показало, що його використання у певних дозах у рецептурах ковбасних виробів призводить до поліпшення якісних характеристик продуктів даного виду. Проте дані, отримані в ході літературного пошуку, свідчили також про наявність більш специфічних властивостей концентрату міцелярного казеїну. Їх можна використовувати у виробництві ковбасних виробів. Для цього на наступному етапі досліджень були вивчені властивості КМК, які полягали у можливості його застосування для захисту нестабільних сполук, таких як жиророзчинні вітаміни. Кінцевою метою може бути створення добавок для збагачення ковбасних виробів вітамінами.

3.3. Розрахунок доз внесення вітаміну до складу вітамінного комплексу для збагачення ковбасних виробів

Для створення детального опису технологічної процедури підготовки вітамінного комплексу, необхідно спершу виконати розрахунок рекомендованих норм введення вітаміну А у формі ретинолпальмітату. Ці обчислення залежать від рецептури ковбасних виробів, які підлягають збагаченню вітаміном А. У цьому підрозділі розрахунки проведено для запропонованого нами нового виду варених ковбасок «Мюнхенські молочні».

Вітамін А відіграє критично важливу роль у процесах клітинного росту та репродукції. Він також необхідний для диференціювання епітеліальної та кісткової тканини, а також для підтримки імунної системи та зорової функції.

У таблиці 8 представлені дані згідно літературних джерел інформації щодо добової потреби населення у вітаміні А.

Таблиця 8

Добова потреба у вітаміні А

Показник	Добова потреба у вітаміні А в мкг/добу
Середнє споживання в різних країнах	500-2000
Середнє споживання в Україні	500-620
Встановлений рівень фізіологічної потреби в різних країнах	600-1500
Верхній допустимий рівень споживання	3000
Уточнена фізіологічна потреба для дорослих	900

Усереднені показники споживання вітаміну у різних країнах коливаються в діапазоні 530-2000 мкг ретинолового еквіваленту на добу. Фізіологічна потреба становить 600-1500 мкг ретинолового еквівалента на добу. Верхній допустимий рівень споживання не повинен перевищувати 3000 мкг ретинолового еквівалента на добу. Встановлено, що споживання понад 900 мкг ретинолового еквівалента вітаміну А на добу забезпечує фізіологічно нормальні показники його концентрації у переважної більшості обстежених осіб [19, 23]. Уточнена фізіологічна потреба для дорослого населення визначена як 900 мкг ретинолового еквівалента на добу.

При цьому для здійснення розрахунку доз вітаміну необхідно враховувати рекомендації стосовно добового споживання м'ясних продуктів. Згідно з рекомендаціями, річна норма споживання м'яса птиці становить 31 кг, що еквівалентно приблизно 85 г на добу. Враховуючи, що розроблена

рецептура містить 72 кг м'яса птиці на 100 кг сировини, порція 120 г варених ковбасок міститиме рекомендовану добову норму споживання.

Щоб запобігти можливому надмірному споживанню вітаміну А (передозуванню), ми розрахуємо необхідну дозу внесення. Ця доза має забезпечувати близько 15 % (135 мкг ретинолового еквівалента) від добової норми споживання вітаміну на 100 г продукту. Тоді при споживанні порції 120 г продукту загальна кількість вітаміну складе не більше 18 %. Крім того, при такому процентному вмісті вітаміну продукт може вважатися функціональним згідно з ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові. Маркування для споживачів».

Це становитиме 135 міліграм вітаміну на 100 кг готової продукції. З урахуванням того, що використовуваний нами препарат ретинолпальмітату містить приблизно 55 міліграм ретинолпальмітату в 1 мл, на 100 кг сировини потрібно внести 2,5 мл препарату. При цьому кількістю вітаміну А у сировині, вживаній для виробництва ковбасок, можна знехтувати через його вкрай незначний вміст.

Одержані дані про потенційну можливість застосування КМК у виробництві емульгованих м'ясних продуктів, а також розроблена методика виробництва вітамінного комплексу на основі КМК, де молекули ретинолпальмітату забезпечені додатковим захистом, дозволяють сформувати основні принципи технології виготовлення варених ковбасних виробів із застосуванням фортифікаційного комплексу на базі КМК.

3.4 Технологія варених ковбасок із застосуванням КМК і вітамінного комплексу на його основі

У межах виконання кваліфікаційної роботи були розроблені рецептура та технологічна схема виробництва варених ковбасок із м'яса птиці, що отримали назву «Мюнхенські». Продукція, виготовлена за цією технологією, використовувалася як контрольний зразок під час вивчення оптимальних

норм внесення КМК у модельні фаршеві системи. На підставі результатів цього етапу досліджень була розроблена вдосконалена технологія виробництва варених ковбасок із застосуванням концентрату міцелярного казеїну. Також запропонована методика виготовлення продукції з використанням інноваційного вітамінного комплексу (як вітамін застосовується ретинолпальмітат) на основі КМК. У цьому комплексі міцелярний казеїн забезпечує бар'єрні властивості для захисту нестабільних молекул вітаміну.

Технологічна схема виробництва варених ковбасок, що виготовляються за запропонованою рецептурою та технологією, представлена на рисунку 15.

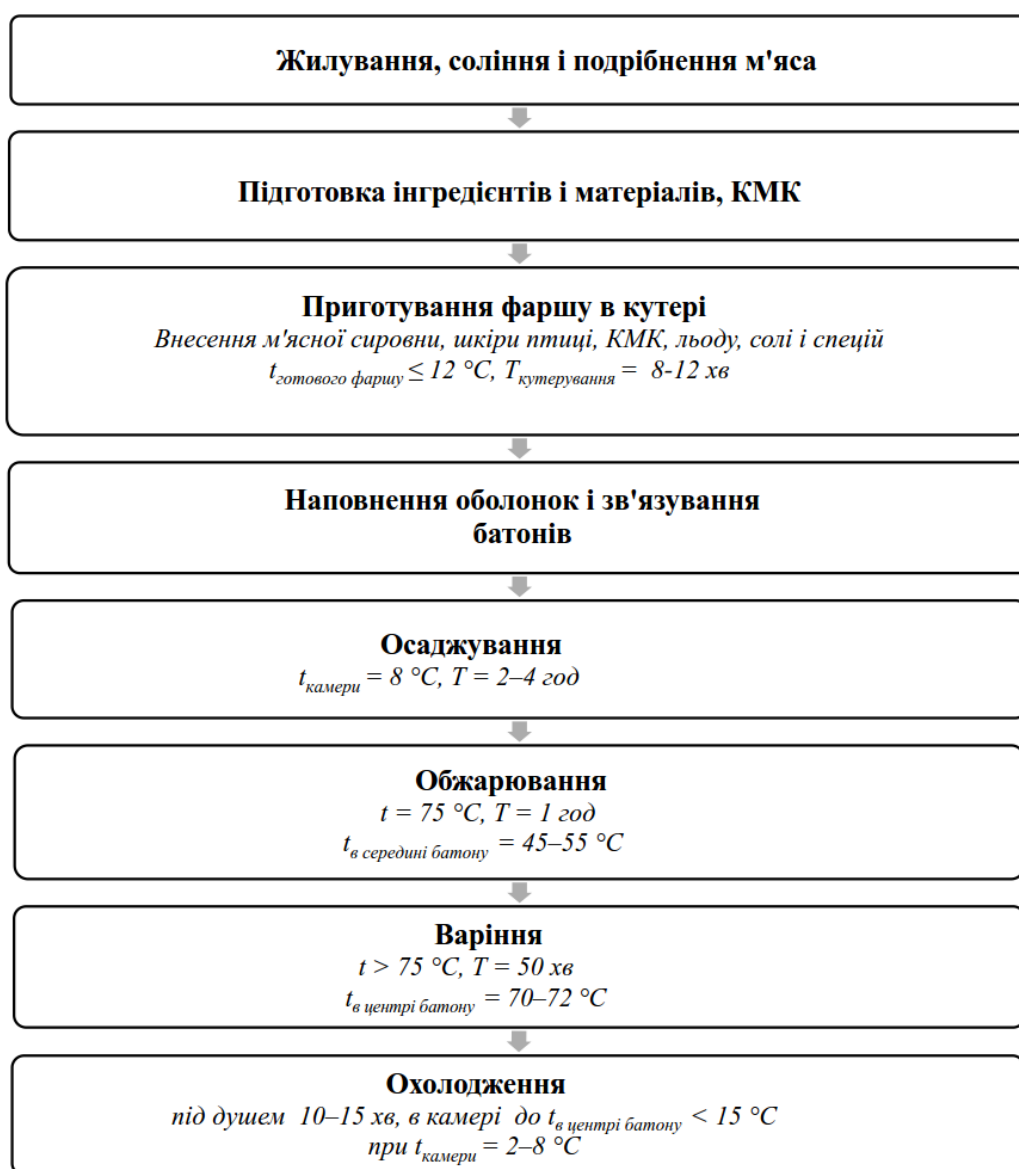


Рис. 6. Технологічна схема виробництва ковбасок.

3.4.1 Підготовка сировини, інгредієнтів і допоміжних матеріалів

Оброблене (жиловане) м'ясо зважували, після чого піддавали процесу засолу. Засолювання та подальше витримування обробленого м'яса здійснювали у шматках, маса яких не перевищувала 1 кг, протягом 48-72 год. М'ясну сировину солили сухою кухонною сіллю з розрахунку 2,5% від маси несоленої сировини.

Кількість води, доданої разом із розчином солі, обов'язково враховували при складанні фаршевої суміші. Засолювання виконували в автоматичній мішалці безперервної дії. Перемішування тривало протягом 10 хвилин до досягнення рівномірного розподілу солі. Засолене м'ясо витримували у пластмасових ємностях при температурному режимі 0-4° С.

Всі використовувані інгредієнти та допоміжні матеріали проходили вхідний контроль на підприємстві. Контроль здійснювався на відповідність супровідним документам за органолептичними і, за необхідності, фізико-хімічними та/або мікробіологічними показниками.

Технологія підготовки концентрату міцелярного казеїну, та комплексу на його основі.

Концентрат міцелярного казеїну, який зберігався у герметично закритій тарі у сухому та прохолодному місці, зважувався у кількості, відповідній рецептурі. Потім він переносився у пластикову тару для харчових продуктів. Далі зважувалася необхідна кількість води при температурі 18-20 °С, з розрахунку чотири частини води на одну частину білкового препарату, і додавалася до концентрату казеїну. Після цього суміш інтенсивно перемішували протягом 10-15 хвилин. Це тривало до досягнення візуальної гомогенності розчину в стаціонарних мішалках або міксерах при швидкості обертання лопатей 100-120 об./хв. Готовий гідратований казеїн зберігався при температурі не вище 4-6 °С не більше 12 годин. Його також використовували для приготування вітамінного комплексу.

Схема підготовки вітамінного комплексу представлена на рисунку 16.

Для отримання комплексу до гідратованого білка спочатку додавали емульгатор Twin-80 (полісорбат-80). Полісорбат застосовували як емульгатор, оскільки він активно використовується у різних галузях харчової та фармацевтичної промисловості, наприклад, при збагаченні молока вітаміном А [22]. Полісорбат вноситься у кількості 0,15% об'єму. Ця концентрація входить у діапазон рекомендованих безпечних доз його застосування, а також забезпечує високий ступінь гомогенізації [15, 26].

Потім до гідратованого казеїну поступово додавали вітамінний препарат. Об'єм препарату розраховувався згідно з методикою, представленою у розділі 2. Тривалість перемішування не змінювали, вона складає 120 хв. Цей час аналогічний тому, що був визначений експериментально в лабораторних умовах. Це обумовлено тим, що концентрація вітаміну в лабораторному експерименті була значно вищою. Тому при значно нижчих концентраціях вітаміну, який використовується при виробництві ковбасних виробів, необхідності збільшувати час перемішування немає. Після цього вітамінний комплекс (премікс) охолоджується до температури 4°C протягом 2 годин і вноситься до кутера.



Рис. 6. Технологія приготування вітамінного комплексу на основі КМК

Приготування фаршевої суміші

Всю м'ясну сировину (філе птиці, м'ясо обвалених стегенець, шкіру птиці) подрібнювали на вовчку (м'ясорубці) з діаметром решітки 3 мм.

Перед початком приготування фаршу м'ясу сировину, питну воду (лід), сіль, суміші спецій, білкові концентрати та інші компоненти зважували відповідно до рецептури. При цьому враховували кількість доданих при засолі питної води, солі та сумішей спецій. Фарш складали у кутері. Вся сировина повинна мати температуру не вище 4°C.

На першому етапі кутерування в апарат завантажували емульсію шкірки або шкіру птиці, подрібнені на вовчку діаметром 3 мм. Їх кутерували до формування однорідної емульсії. Потім у кутер додавали пісну м'ясу сировину (обвалене м'ясо птиці), подрібнену на вовчку діаметром 3 мм, гідратований концентрат міцелярного казеїну, харчову сіль та 1/4 розрахованої вологи. Кутерування проводили при швидкості обертання ножів 3200-4000 об/хв до досягнення температури фаршу 4-6 °C. Після цього вносили суміш спецій для «Мюнхенських ковбасок» та ще 1/4 розрахованої вологи. Фарш кутерували до температури 10°C.

Температура готового фаршу не повинна перевищувати 12 °C. Загальна тривалість процедури приготування фаршу у кутері становила 8-12 хвилин.

Термічна обробка.

Сформовані ковбасні вироби піддавали процесу осідання протягом 2-4 годин у спеціальній камері при температурі 8 °C. Термічна обробка варених ковбасок здійснювалася у стаціонарній універсальній термічній камері безперервної дії. Ця камера була обладнана автоматичною системою регулювання температури, вологості та швидкості руху робочого середовища.

Обсмажування варених ковбасок проводили при температурі 75 °C. Тривалість цього етапу становила 60 хвилин. Завершення обсмажування визначали за підсушуванням і почервонінням поверхні ковбасних батонів. Крім того, температура всередині батонів мала досягти діапазону від 45 °C до 55°C. Після обсмажування ковбасні вироби направляли на варіння. Інтервал між етапами обсмажування та варіння не повинен був перевищувати 30 хвилин. Обсмажені ковбаски варили парою при температурі 75 °C. Процес

продовжувався доти, доки температура в геометричному центрі батонів не досягала 70-72 °С. Загальна тривалість варіння становила 50 хвилин.

Після варіння ковбасні вироби охолоджували під душем холодною проточною водою протягом 10-15 хвилин. Після завершення охолодження під душем, готові варені ковбасні вироби переміщували до камер охолодження. Там вони перебували до досягнення температури в центрі батонів не вище +15 °С. Температурний режим у камері складав 2-8 °С, а відносна вологість повітря підтримувалася на рівні 90-95 % .

3.4 Дослідження якісних характеристик готового продукту

Оцінка фізико-хімічних показників ковбасних виробів.

До основних параметрів, які визначають якість ковбасних виробів, відносяться, перш за все, фізико-хімічні показники. У таблиці 9 представлені результати аналізу зразків сирих фаршів, відібраних після завершення приготування емульсії в кутері.

Таблиця 9

Якісні показники сирих фаршів

	Контрольний зразок	Дослідний зразок з КМК	Дослідний зразок з вітамінним комплексом
Величина рН, од.	6,31	6,45	6,4
Вміст води, %	71,22	72,92	73,1
ВЗЗ % до загальної води	91,65	96,1	95,6

З представлених у таблиці даних видно, що значення водневого показника (рН) м'ясних емульсій зразків, які містять КМК або вітамінний комплекс на його основі, є вищими, ніж у контрольного зразка. Це пояснюється внесенням КМК до рецептури, що забезпечує підвищення рівня

pH на 0,1 одиниці. Представлені дані, свідчать про досить високі значення pH самого КМК (pH = 7,1 од.).

Вміст води у дослідних зразках дещо збільшується (трохи більше ніж на 1 %). Це пояснюється більшим вмістом води у гідратованому концентраті міцелярного казеїну порівняно із сировиною, яку він заміщує. З урахуванням гідратації вміст води у білковому препараті перевищує 80 %, тоді як середні значення цього показника для м'яса птиці становлять близько 75 %. Зростання pH позитивно впливає на величину ВЗЗ, яка збільшується більш ніж на 4 %.

Результати дослідження готових виробів після термічної обробки представлені у таблиці 10. При додаванні КМК значення водного показника зростають у середньому на 0,1 одиниці. Ці показники підтверджують динаміку, отриману для модельних фаршевих систем. Вміст води зменшується після термообробки в середньому на 3 %, що є характерним для цього виробничого етапу. При цьому, як згадувалося раніше, загальний вміст води у дослідних зразках виявляється вищим. Вологоутримувальна здатність (ВУЗ) для дослідних зразків є вищою на 4 %, ніж для контрольного. Підвищення ВУЗ дослідних зразків готового продукту обумовлює збільшення виходу готової продукції до 114-115 %.

Таблиця 10

Фізико-хімічні та технологічні показники готових ковбасних виробів

Показник	Контрольний зразок	Дослідний зразок з КМК	Дослідний зразок з вітамінним комплексом
Величина pH, од.	6,40±0,03	6,48±0,02	6,50±0,023
Вміст, %			
- води	68,56±0,14	69,63±0,10	70,01±0,146
- білка	16,68±0,18	17,04±0,07	17,11±0,133
- жиру	12,76±0,25	11,23±0,08	11,40±0,124

- золи	1,78±0,073	2,09±0,02	1,95±0,018
№C1, %	1,67±0,046	1,81±0,05	1,76±0,027
ВУЗ % до загальної вологи	87,32±0,164	93,53±0,11	91,86±0,211
Вихід готового продукту	106,61±1,429	113,78±1,16	114,69±1,201

Крім цього, використання запропонованого підходу до виготовлення варених ковбасних виробів дозволяє досягти підвищення вмісту білка в продукті. Це відображається у збереженні кількості загального білка для дослідних зразків на рівні контрольного, незважаючи на збільшення виходу продукту та вмісту води. Зростання цього показника відбувається завдяки використанню в рецептурі препарату КМК та комплексу на його основі, які є багатими на амінокислоти.

Дослідження фізико-хімічних властивостей м'ясних емульсій і готових ковбасних виробів, виготовлених за розробленою нами технологією із застосуванням КМК та комплексу ретинолпальмітату на основі КМК, дозволили дійти висновку про поліпшення основних показників. Ці показники впливають на функціонально-технологічні властивості продукту, його біологічну та харчову цінність, а також органолептичні характеристики. Для підтвердження цього положення були проведені відповідні дослідження для визначення реологічних властивостей, а також оцінка біологічної та харчової цінності готового продукту.

Оцінка харчової цінності, калорійності і готового продукту

Середні показники харчової цінності та енергетичної насиченості ковбасних виробів зазначаються у технічних умовах, за якими вони виготовляються. На підставі даних, отриманих у ході фізико-хімічних випробувань готового продукту, були проведені обчислення показників

білків, жирів та вуглеводів (БЖВ). Розрахована фактична харчова цінність та калорійність вироблених ковбасних продуктів.

Розрахунки представлені у таблиці 11 і виконані відповідно до методики, описаної у розділі 2,2. При цьому вмістом вуглеводів у виробі можна знехтувати, оскільки єдиним їхнім джерелом є препарат КМК. При заміщенні 10% м'ясної сировини білковим препаратом загальний вміст вуглеводів становитиме менше 0,1%.

Встановлено, що вміст протеїнів на 100 г дослідних продуктів практично не відрізняється від контрольного. Це спостерігається незважаючи на збільшення виходу та вмісту вологи. Цей факт пояснюється стабільністю та достовірністю вмісту білка у препараті КМК, на відміну від м'ясної сировини, чий склад може варіюватися з природних причин. Вміст ліпідів, навпаки, знижується на 11-12%. Це зумовлено відсутністю жиру у КМК і, своєю чергою, призводить до зменшення енергетичної насиченості продуктів, оскільки внесок жиру в неї є найбільшим. При цьому слід зазначити, що біологічна цінність продукту забезпечується більшою мірою не його калорійністю в цілому, а якістю та кількістю протеїнів у його складі.

Таблиця 11

Калорійність контрольного та дослідних зразків (на 100 г продукту)

Показник	Контрольний зразок	Дослідний зразок з КМК	Дослідний зразок з вітамінним комплексом
Б.	16,56	17,10	17,11
Калорійність по білку, ккал	$16,7 \times 4,0 = 66,5$	$17,04 \times 4,0 = 68,2$	$17,11 \times 4,0 = 68,5$
Ж.	12,76	11,25	11,50
Калорійність по жирах, ккал	$12,7 \times 9,0 = 114,5$	$11,23 \times 9,0 = 101,7$	$11,40 \times 9,0 = 102,60$
В.	0,00	0,00	0,00

Калорійність сумарна, ккал / кДж	181,5/760,2	169,3/708,5	171,1/716,1
--	-------------	-------------	-------------

Результати органолептичної оцінки готового продукту

Оцінка продукту з позиції його привабливості для споживача базується на вивченні органолептичних показників згідно із загальноприйнятою методикою (розділ 2.2). Органолептичне оцінювання проводилося для трьох зразків: зразка порівняння (варені ковбаски «Мюнхенські») та двох дослідних (варені ковбаски «Мюнхенські молочні» та «Мюнхенські молочні з вітаміном А»). Отримані результати представлені на рисунку 5 і співставні з показниками, одержаними при вивченні модельних фаршевих систем.

Показники зовнішнього вигляду та відтінку практично не відрізняються для контрольного і дослідних зразків. Члени дегустаційної комісії знизили бали за зовнішній вигляд ковбасок через незвичний світлий колір та присутність незначної кількості спецій на зрізі. Світлий відтінок ковбасок пов'язаний із відсутністю в них харчових барвників, а також із застосуванням курячого м'яса та молочного білка. При цьому за кольором і зовнішнім виглядом ковбаски без і з додаванням концентрату міцелярного казеїну були ідентичними. Під час вивчення зовнішнього вигляду відзначалися однорідність маси, чистота поверхні та відсутність патьоків.

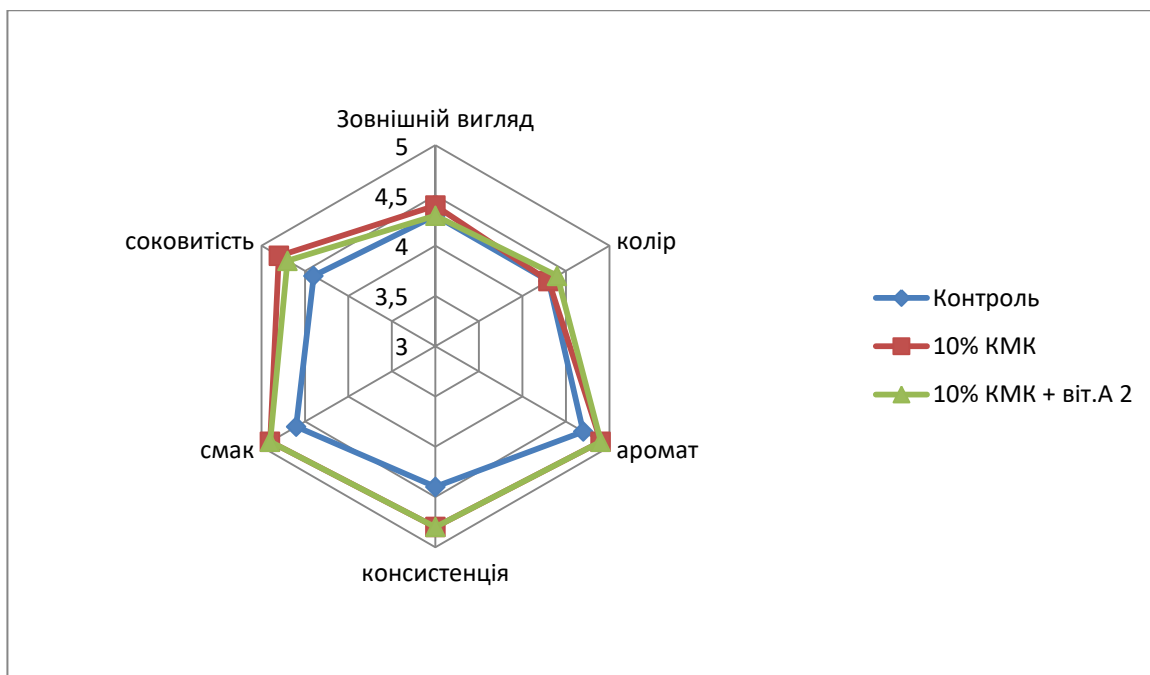


Рис. 7. Органолептичні показники контрольного і дослідних зразків, де 5- відмінно, 1 - дуже погано.

Оцінка аромату всіх вивчених зразків також знаходилася в межах 4.7-4.9 балів. Дегустатори відзначали наявність легкого аромату спецій і відсутність будь-яких сторонніх запахів. Для всіх зразків також були відсутні сторонні присмаки, не відзначалося надмірної кількості солі або спецій, які б негативно впливали на смак готового продукту. Показники смаку дослідних зразків були вищими, ніж у контрольного. Відзначалася наявність легкого молочного присмаку.

Показники консистенції (4,4 бала проти 4,8) та соковитості (4,2 проти 4,9) значно відрізнялися для зразка порівняння та ковбасок із використанням КМК. М'ясні продукти з казеїном виявилися більш соковитими та ніжними. Це пов'язано з використанням більшої кількості води у рецептурі, оскільки застосовувався гідратований казеїн у співвідношенні 1:4.

Важливо підкреслити, що середня оцінка для контрольного та дослідних зразків знаходилася в межах 4,5-4,7 при максимальному значенні 5,0. Зразки з додаванням концентрату міцелярного казеїну практично не відрізнялися між собою. Таким чином, на підставі проведених досліджень

встановлено, що введення вітаміну А в рецептуру ковбасок не впливає помітним чином на їхні органолептичні показники.

Оцінка термінів придатності готового продукту

Оцінювання термінів придатності готового продукту проводили відповідно до ДСТУ 8381:2015. Органолептичні показники та кількість мікроорганізмів дозволили встановити, що виготовлені продукти можуть застосовуватися у їжу протягом 7 діб за умови дотримання умов зберігання. Оцінка органолептичних показників, представлена в таблиці у вигляді середньої оцінки всіх характеристик (загальний вигляд, смак, запах, соковитість і консистенція) за п'ятибальною шкалою (див. розд. 2.2), показала, що при зберіганні смакові якості та зовнішній вигляд погіршуються. Однак загальна оцінка через 7 днів не опускається нижче 4 балів.

Допустимі значення кількості мікроорганізмів встановлені відповідними Державними санітарними нормами. Як видно з даних таблиці 12, при зберіганні ковбасок протягом 7 днів кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів поступово зростає, проте все ще знаходиться в межах допустимих значень. Максимальна величина спостерігається для контрольного зразка і становить $2,1 \cdot 10^2$ КУО/г при допустимому значенні $1,0 \cdot 10^3$ КУО/г. Інші досліджені бактерії виявлені не були. Таким чином, за мікробіологічними показниками отримані продукти можуть зберігатися протягом 7 днів.

Таблиця 12

Дослідження термінів придатності контрольного і дослідних зразків (контрольні точки: 1, 3, 6, 8 доба).

Показник	Допустимі значення	Контрольний зразок				10% КМК				10% КМК + вітамін А			
		Контрольні крапки											
		1	3	6	8	1	3	6	8	1	3	6	8
КМАФАнМ КУО/г	1,0x10 ³	1,0x10 ²	1,2x10 ²	1,5x10 ²	2,1x10 ²	0,9x10 ²	1,0x10 ²	1,4x10 ²	1,7x10 ²	0,8x10 ²	1,1x10 ²	1,3x10 ²	1,6x10 ²
Коліформи	Не допускаються в 1 г	Не виявлені в 1 г				Не виявлені в 1 г				Не виявлені в 1 г			
<i>S. Aureus</i>	Не допускаються в 1 г	Не виявлені в 1 г				Не виявлені в 1 г				Не виявлені в 1 г			
<i>L.m.</i>	Не допускаються в 25 г	Не виявлені в 25 г				Не виявлені в 25 г				Не виявлені в 25 г			
<i>Salmonella</i>	Не допускаються в 25 г	Не виявлені в 25 г				Не виявлені в 25 г				Не виявлені в 25 г			
<i>Clostridium</i>	Не допускаються в 0,1 г	Не виявлені в 0,1 г				Не виявлені в 0,1 г				Не виявлені в 0,1 г			
Органолепт. показники	-	4,5	4,5	4,2	3,9	4,7	4,7	4,6	4,2	4,7	4,7	4,5	4,1

Органолептичні випробування показали, що при триденному зберіганні ковбасок їхні показники залишаються на попередньому рівні, загальна оцінка становить 4,7 бала. Надалі органолептичні характеристики поступово погіршуються і досягають мінімальних, але все ще допустимих (у середньому 4,0 бала), значень на сьому добу (Рис. 8). Зниження балів в основному було пов'язане із зовнішнім виглядом зразків. Дегустатори відзначали появу зморшкуватості оболонки та дещо жорсткішу консистенцію.

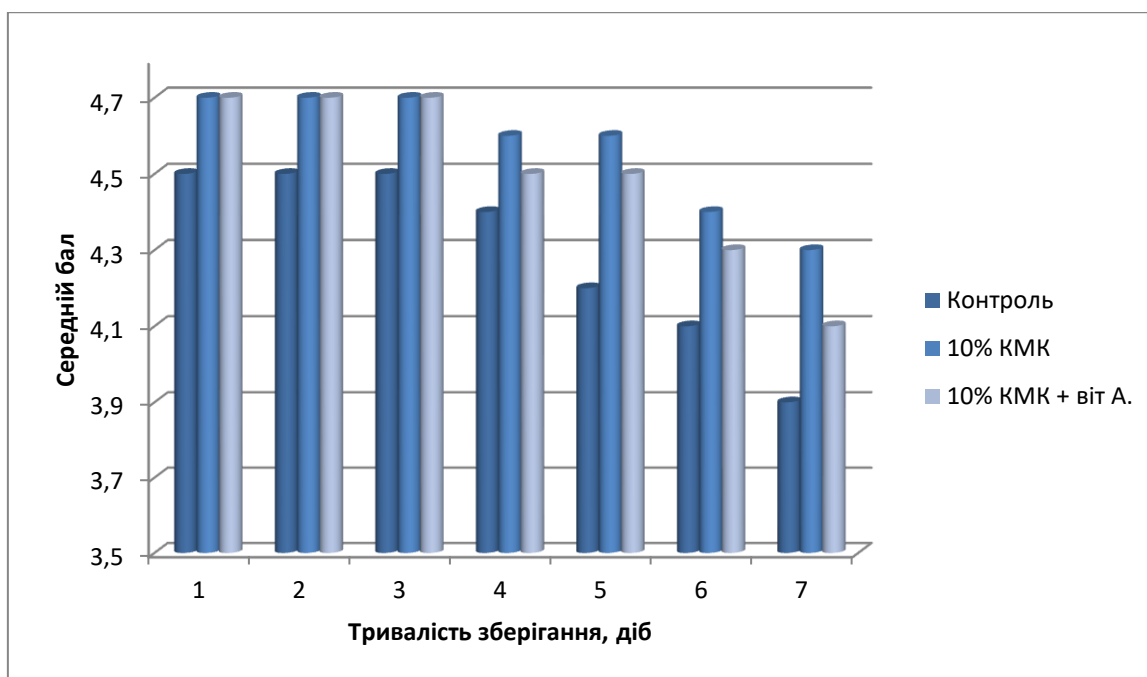


Рис. 8. Зміна органолептичних показників при зберіганні контрольного і дослідних зразків

3.5. Оцінка економічної ефективності виробництва варених ковбасних виробів

Завершальним етапом досліджень при створенні нових рецептур і технологій для подальшого впровадження у виробництво є оцінка економічної складової. Реалізація запропонованої нами технологічної схеми може бути здійснена на підприємствах, що вже мають технологічну лінію виробництва варених ковбасних виробів. Вона не вимагає встановлення

додаткового обладнання, окрім електричної мішалки.

Усі обчислення наведені у цінах, які є актуальними на друге півріччя 2025 р. Кількість необхідної сировини визначена згідно з рецептурою, представленою у технологічній інструкції. Для оцінки економічної ефективності представлено розрахунки витрат для: контрольного зразка, виготовленого за ДСТУ 4429:2006 «Вироби ковбасні варені з м'яса птиці. Загальні технічні умови».

Дослідних зразків ковбасних виробів, вироблених із застосуванням вітамінного комплексу на основі КМК.

Для оцінки витрат на виробництво ковбасних виробів за запропонованими нами рецептурами і технологіями проводимо порівняльний аналіз собівартості сировини і матеріалів. Аналізується вартість, необхідна для виробництва варених ковбасок із застосуванням гідратованого концентрату міцелярного казеїну (Таблиця 13) та вітамінного комплексу на його основі (Таблиця 14), порівняно з вартістю сировини і матеріалів ковбасних виробів, виготовлених без модифікацій (Таблиця 13).

Таблиця 13

Вартість сировини і матеріалів для виробництва ковбасок «Мюнхенські білі» Контроль)

Найменування витрат	Норма витрати, кг на 1 т	Ціна, грн.	Сума, тис. грн.
М'ясо птиці (філе куряче)	800	200	240000
Шкіра куряча	200	50	10000
Суміш спецій «Мюнхенські ковбаски»	7	1000	7000
Сіль кухонна харчова	25	30	700
Разом			257700

Таблиця 14

Вартість сировини і матеріалів для виробництва ковбасок «Мюнхенські молочні» (з КМК)

Найменування витрат	Норма витрати, кг на 1 т	Ціна, грн.	Сума, тис. грн.
М'ясо птиці (філе птиці)	725	200	14500
Шкіра куряча	200	50	10000
Гідратований 1:4 концентрат міцелярного казеїну (сухий КМК)	80 (16)	200 (1000)	16000
Суміш спецій «Мюнхенські ковбаски»	7	900	6300
Сіль кухонна харчова	25	30	750
Разом			≈47550

Таблиця 15.

Вартість сировини і матеріалів для виробництва ковбасок «Мюнхенські молочні з вітаміном А» (з вітамінним комплексом).

Найменування витрат	Норма витрати, кг на 1 т	Ціна, грн.	Сума, тис. грн.
М'ясо птиці (філе стегна курки)	720	100	72000
Шкіра куряча	200	50	10000
Гідратований 1:4 концентрат міцелярного казеїну (сухий КМК)	80 (16)	200 (1000)	16000
Ретинолпальмітат	0,025 (л)	6160	155
Твін-80	0,12 (л)	1000	120
Суміш спецій «Мюнхенські ковбаски»	7	1000	7000
Сіль кухонна харчова	25	30	750
Разом			≈105000

З таблиць чітко видно, що вартість сировини для виробництва ковбасок із заміщенням 10% м'ясної сировини на гідратований КМК виявляється на 8000 грн дешевше (понад 3%) порівняно з виготовленням аналогічних виробів без використання КМК. Враховуючи, що вихід контрольних готових виробів ковбасок «Мюнхенських» становить у середньому 107%, собівартість сировини та матеріалів, необхідних для виробництва 1 тонни готових виробів, становить 250024 грн.

Аналогічні обчислення для ковбасок «Мюнхенські молочні» при виході 114,5 % демонструють, що витрати складають 219000 грн на 1 тонну готового продукту. Таким чином, при виробництві ковбасних виробів за запропонованою рецептурою економія становить 21800 грн (9%). При цьому варто враховувати, що відбувається збагачення продукту за рахунок використання міцелярного казеїну, багатого незамінними амінокислотами, у рецептурах ковбасних виробів.

Проведені розрахунки показали, що вартість сировини і матеріалів, необхідних для виробництва ковбасок з вітамінним комплексом, незначною мірою відрізняється від витрат для ковбасок «Мюнхенських молочних». Ковбаски з вітамінним комплексом є лише на 0,1% дорожчими. Це обумовлено малою кількістю препарату, що вноситься, і його відносно невисокою вартістю. При цьому витрати на підготовку вітамінного комплексу включають лише роботу електричної мішалки протягом 2 год.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених наукових досліджень отримано такі основні результати та висновки:

1. Внаслідок проведених досліджень було ретельно вивчено органолептичні, фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики концентрату міцелярного казеїну (КМК). Отримано експериментальні дані, які дали змогу кількісно оцінити його водо- та жиропоглинальну здатність, а також емульгувальну та гелеутворювальну властивості.

2. Проведено експериментальне оцінювання потенціалу застосування КМК у виробництві ковбасних виробів на модельних фаршевих системах типу варених ковбас. Обґрунтовано оптимальну ефективність внесення КМК у гідратованій формі в співвідношенні 1:4. Вивчено закономірності зміни властивостей фаршевих сумішей при додаванні різних кількостей КМК. Визначено оптимальний рівень заміщення м'ясної сировини концентратом міцелярного казеїну, який становить 10 %. Доведено, що введення казеїнового препарату призводить до зростання вологозв'язувальної здатності сирого фаршу (на 4 %). Це також спричиняє збільшення рН (на 0,1 од.), загального вмісту води (на 1,5 %) та виходу готової продукції (на 7 %).

3. В ході аналізу літературних джерел виявлено сучасні тенденції використання міцелярного казеїну як транспортного та захисного засобу для жиророзчинних вітамінів. Розроблено технологічну схему отримання комплексу вітаміну А (його нативної форми та ефіру пальмітинової кислоти) на основі КМК. Експериментально підтверджено наявні дані про захисні властивості міцел. Доведено, що застосування міцелярного захисту в комбінації з поверхнево-активними речовинами (ПАР) оберігає на 50 % більше молекул вітаміну від термодеструкції, якій вони піддаються при нагріванні в модельних умовах.

4. На підставі отриманих експериментальних даних розроблено

технологію виробництва варених ковбасних виробів із застосуванням концентрату міцелярного казеїну та інноваційного вітамінного комплексу на його основі.

5. Вивчено фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики готових виробів. Проведено їхнє комплексне органолептичне оцінювання.

6. Розрахунок економічної ефективності запропонованої технології показав, що собівартість виробництва продукції із застосуванням КМК виявляється на 9 % (21809,10 грн) дешевшою, ніж для аналогічного продукту без білкового препарату. При цьому заміщення КМК вітамінним комплексом на його основі збільшує вартість виробництва в незначній мірі (на 0,1 %).

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Басараб І. Використання нетрадиційної сировини у технології варених ковбасних виробів функціонального призначення / Басараб І.М., Драчук У.Р., Галух Б.І., Коваль Г.М., Сімонова І.І., Герез Н.О. // Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології. 2021. 23(95). Р. 65 71.
2. ДСТУ 4429:2006 «Вироби ковбасні варені з м'яса птиці. Загальні технічні умови».
3. ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. З поправкою».
4. ДСТУ 8381:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень».
5. ДСТУ EN ISO 18593:2022 «Мікробіологія харчового ланцюга. Відбирання проб туш для мікробіологічного аналізу».
6. ДСТУ ISO 1442:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки вологи» при температурі 105 °С.
7. ДСТУ ISO 1443:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT), методом екстракції жиру органічним розчинником із висушеного аналізованого зразка.
8. ДСТУ ISO 1841-2:2004 «М'ясо та м'ясні продукти. Визначання вмісту хлоридів. Частина 2. Потенціометричний метод (ISO 1841-2:1996, IDT)».
9. ДСТУ ISO 2917-2001 «М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод)» (ISO 2917:1974, IDT).
10. ДСТУ ISO 7218:2014 «Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови щодо мікробіологічних досліджень (ISO 7218:2007, ISO 7218:2007 1:2013)».
11. ДСТУ ISO 936:2008 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT)».
12. ДСТУ ISO 937:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи

визначення білка.

13. Пешук, Л.В.; Горбач, О.Я.; Бахмач, В.О. (2017) Перспективи використання рослинних і тваринних білків в технології м'ясних продуктів. Науковий вісник Львівської нац. акад. вет. медицини ім. С.З.Гжицького, 19(80), с. 68-73.

14. Пешук, Л.В.; Горбач, О.Я.; Леонідова, Т.О. (Національний університет харчових технологій). Ковбаса куряча з білково-вуглеводною добавкою. Патент України 114811, Бер 27, 2017.

15. Hammam ARA, Kapoor R, Salunke P, Metzger LE. Compositional and Functional Characteristics of Feta-Type Cheese Made from Micellar Casein Concentrate. Foods. 2021 Dec 23;11(1):24. doi: 10.3390/foods11010024.

16. Effect of heat treatment on whey protein-reduced micellar casein concentrate: A study of texture, proteolysis levels and volatile profiles of Cheddar cheeses produced therefrom / X. Xia, A. L. Kelly, J. T. Tobin et al // Int. Dairy J. 2022. Vol. 129.

17. Vollmer AH, Kieferle I, Püsl A, Kulozik U. (2021) Effect of pentasodium triphosphate concentration on physicochemical properties, microstructure, and formation of casein fibrils in model processed cheese. J Dairy Sci. Nov;104(11):11442-11456. doi: 10.3168/jds.2021-20628.

18. Effects of non-meat proteins on the quality of fermented sausages / A. Velemir, S. Mandic, G. Vucic, D. Savanovic. // Foods Raw Mater. 2020. Vol. 8. N 2. P. 259-267.

19. Evaluation of production of Cheddar cheese from micellar casein concentrate / Li, D. S. Waldron, J. T. Tobin et al. Text : direct // Int. Dairy J. 2020. - Vol. 107. Article number 104711.

20. Smith TJ, Campbell RE, Jo Y, Drake MA. (2016). Flavor and stability of milk proteins. J Dairy Sci. Jun;99(6):4325-4346. doi: 10.3168/jds.2016-10847.

21. Gradual disaggregation of the casein micelle improves its emulsifying capacity and decreases the stability of dairy emulsions / F. Lazzaro, A. Saint-Jalmes, F. Violleau et al. Text : direct // Food Hydrocoll. 2017. Vol. 63. P. 189-

200.

22. Hammam, A. R. A. (2021) Progress in micellar casein concentrate: Production and applications / A. R. A. Hammam, S. I. Martinez-Monteagudo, L. E. Metzger. Text : direct // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. P. 1-24.

23. Hammam, A. R. A. (2023) Manufacture of process cheese products without emulsifying salts using acid curd and micellar casein concentrate / A. R. A. Hammam, R. Kapoor, L. E. Metzger. Text : direct // J. Dairy Sci. Vol. 106. N 1. P. 117- 131.

24. Horne, D. S. (2019) Casein micelle structure and stability in Milk Proteins / D. S. Horne. Academic Press,. 748 p.

25. Influence of storage conditions on the functional properties of micellar casein powder / S. Nasser, A. Moreau, R. Jeantet, A. Hedoux et al. Text : direct // Food Bioprod. Process. 2017. Vol. 106. P 181-192.

26. Kang, K.-M.. (2021) Quality properties of whole milk powder on chicken breast emulsion-type sausage / K.-M. Kang, S.-H. Lee, H.-Y. Kim. Text : direct // JAST. Vol. 63. P 405-416.

27. Lagrange, V. (2015) Global market for dairy proteins / V. Lagrange, D. Whitsett, C. Burris. Text : direct // J. Food Sci.. Vol. 80. N S1. P. A16-A22.

28. Layer-by-layer assembled milk protein coated magnetic nanoparticle enabled oral drug delivery with high stability in stomach and enzyme-responsive release in small intestine / J. Huang, Q. Shu, L. Wang et al. Text : direct // Biomater. 2015. - P. 105-113.

29. Levinson Y, Ish-Shalom S, Segal E, Livney YD. Bioavailability, rheology and sensory evaluation of fat-free yogurt enriched with VD3 encapsulated in re-assembled casein micelles. Food Funct. 2016 Mar;7(3):1477-82. doi: 10.1039/c5fo01111f.

30. Lu, Y. Investigating cold gelation properties of recombined highly concentrated micellar casein concentrate and cream for use in cheese making / Y. Lu, D. J. McMahon, A. H. Vollmer. Text : direct // J. Dairy Sci. 2016. Vol. 99. N 7. P. 5132-5143.

31. Milk Proteins P. F. Fox, T. Uniacke-Lowe, P. L. H. McSweeney, J. A. O'Mahony. Text : direct // Dairy Sci. Technol. 2015. P. 145-239.
32. Ready-to-drink protein beverages: Effects of milk protein concentration and type on flavor / K. G. Vogel, B. G. Carter, N. Cheng et al. Text : direct // J. Dairy Sci. 2021. Vol. 104. N 10. P. 10640-10653.
33. Shipulin, V. I. (2023) Properties of micellar casein and application in food industry / V. I. Shipulin, N. A. Dzhangiryan // Modern Science and Innovations. N 1. P. 56-64.
34. The effect of spray drying on the difference in flavor and functional properties of liquid and dried whey proteins, milk proteins, and micellar casein concentrates / B. Carter, H. Patel, D. M. Barbano, M. Drake // J. Dairy Sci. 2018. Vol. 101. N 5. P. 3900-3909.
35. Utilizing unique properties of caseins and the casein micelle for delivery of sensitive food ingredients and bioactives / C. S. Ranadheera, W. S. Liyanaarachchi, J. Chandrapala et al.: direct // Trends Food Sci. Technol. 2016. Vol. 57. P. 178-187.
36. Vitamin A fortification: Recent advances in encapsulation technologies / V. K. Maurya, A. Shakya, K. Bashir, S. C. Kushwaha et al. Text : direct // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2022. Vol. 21. N 3. P. 2772-2819.
37. Ozturk-Kerimoglu B, Uргу-Ozturk M, Serdaroglu M, Koca N. Chemical, technological, instrumental, microstructural, oxidative and sensory properties of emulsified sausages formulated with microparticulated whey protein to substitute animal fat. Meat Sci. 2022 Feb;184:108672. doi: 10.1016/j.meatsci.2021.108672.