

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З.Гжицького

Факультет харчових технологій та біотехнології

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр
(освітній ступінь)

на тему: **«Удосконалення технології м'ясорослинних напівфабрикатів**
із телятини»

Виконав: студент(ка) 2-го курсу групи №1
Спеціальність 181 Харчові технології
ОПП «Технології зберігання, консервування
і переробки м'яса»

Кушнір Назарій Вікторович
Керівник к.вет.н. Коваль Г.М.
Рецензент Мусій Л.Я.

Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького
(повне найменування закладу вищої навчальної)

Інститут, факультет, відділення **факультет харчових технологій та біотехнологій**
Кафедра (циклова комісія) **кафедра технологій м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів**
Освітній ступінь **магістр**
Спеціальність **181 «Харчові технології»**
(шифр і назва)
ОПП **«Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»**
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри (голова циклової
комісії) _____

/підпис/

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА
Кушнір Назарія Вікторовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1.
2. Тема проекту (роботи): «Удосконалення технології м'ясорослинних напівфабрикатів із телятини»

керівник проекту (роботи) Коваль Галина Михайлівна, к.вет.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «22» 11 2023 року
№ 937-4

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 05.12.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Характеристика сировини та особливості технологічного процесу виробництва м'ясорослинних напівфабрикатів, стандарти та інші нормативні документи на основні рецептурні компоненти м'ясорослинних напівфабрикатів, характеристика функціональних інгредієнтів, технологічна схема виробництва м'ясорослинних напівфабрикатів із телятини» і технохімічного аналізу готової продукції

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (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, таблиці, принципи технологічні схеми, технологічні лінії виробництва м'ясорослинних напівфабрикатів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант ПІБ, посада	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Вступ	доц. Коваль Г.М.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Коваль Г.М.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Коваль Г.М.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Коваль Г.М.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	доц. Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та пропозиції виробництву	доц. Коваль Г.М.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 29.05.23 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	11.09.2023	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	01.11.2023	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та пропозиції виробництву		5%
	III атестація:	05.12.2023	15%
	Допущення до захисту:	08.12.2023	100%

Студент(ка)

/підпис/
(підпис)

Кушнір Н.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту
(роботи)

/підпис/
(підпис)

Коваль Г.М.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Харчова цінність і особливості хімічного складу телятини.....	8
1.2 Технології холодильної обробки і зберігання м'яса і м'ясопродуктів.....	12
1.3 Технології м'ясних продуктів функціонального призначення.....	27
1.4 Застосування пробіотичних культур в м'ясних технологіях.....	29
1.5 Застосування ферментних препаратів в технології м'ясних продуктів.....	34
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ.....	37
2.1 Об'єкти дослідження.....	37
2.2 Методи дослідження.....	38
2.3 Схема проведення досліджень.....	42
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
3.1 Функціонально-технологічні властивості, біологічна цінність і показники якості охолодженої молочної телятини.....	45
3.2 Вплив умов заморожування і тривалості зберігання на біологічну цінність білків молочної телятини.....	48
3.3 Гістологічні дослідження охолодженої і замороженої молочної телятини...	50
3.4 Дослідження і обґрунтування технологічних параметрів біомодифікації на властивості молочної телятини	54
3.5 Обґрунтування компонентного складу і розробка рецептур м'ясорослинних напівфабрикатів.....	62
3.6 Особливості технології м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів на основі фаршів з ферментованої молочної телятини	68
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА.....	71
ВИСНОВОК.....	72
ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75

ВСТУП

Актуальність теми. Основними напрямками вирішення проблеми здорового харчування населення, збереження його генофонду, є розширення вітчизняного виробництва основних видів переробної сировини, зокрема м'ясної, що відповідає сучасним вимогам якості і безпеки, створення функціональних продуктів харчування, що відрізняються високою харчовою і біологічною цінністю, і зниженням аліментарно- залежних захворювань людини.

Цінною сировиною в технології м'ясних продуктів цільового призначення є телятина, що відрізняється високим вмістом білків, збалансованих за амінокислотним складом, низьким вмістом жирів, що мають оптимальне співвідношення моно- і поліненасичених жирних кислот, вітамінів, макро- і мікроелементів.

Проте в телятині міститься значна кількість сполучної тканини, що має в своєму складі неповноцінні, важкоперетравлювані білки - колаген і еластин. З метою підвищення засвоюваності і біологічної цінності м'яса вітчизняними і закордонними дослідниками запропоновані різні ферментні препарати протеолітичної дії, а також пробіотичні культури, застосування яких підвищує біологічну цінність і функціонально-технологічні властивості низькосортної м'ясної сировини.

Значний внесок в теорію і практику застосування ферментованої м'ясної сировини до технологій продуктів харчування внесли вітчизняні і закордонні вчені Віннікова Л.В., Баль-Прилипко Л.В., Пасічний В.М., Антіпова Л.В., Глотова І.А., Лисицин А.Б, Устинова А.А., Хамагаєва І.С., Kuhn K, Miyada D.S. і ін.

Обґрунтування і вибір ферментних препаратів і пробіотичних культур, що відрізняються високою протеолітичною активністю, дозволить використовувати консервовану холодом м'ясну сировину з високим вмістом сполучної тканини і розробити продукти для людей з порушенням білкового

обміну, зв'язаного, зокрема, з низькою активністю протейназ шлунково-кишкового тракту.

У вітчизняній і закордонній науковій літературі відсутня інформація про біомодифікацію властивостей охолодженої і замороженої молочної телятини і застосування її в технології продуктів харчування функціонального призначення.

Мета роботи - обґрунтувати рецептурний склад і удосконалити технологію м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу на основі ферментованої молочної телятини.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- досліджувати вплив умов холодильної обробки і тривалості зберігання на зміни білків, фізико-хімічних і органолептичних показників якості, функціонально-технологічних властивостей, мікроструктури, а також мікробіологічних і інших показників безпеки; обґрунтувати терміни придатності молочної телятини при зберіганні в охолодженому і замороженому стані;
- обґрунтувати вибір ферментного препарату і пробіотичних культур, умов їх культивування і внесення до м'ясного фаршу для біомодифікації властивостей молочної телятини II категорії;
- дослідити вплив молочнокислих бактерій і ферментного препарату на функціонально-технологічні властивості, фізико-хімічні й органолептичні показники якості м'ясного фаршу;
- розробити рецептури м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу на основі ферментованої молочної телятини; визначити їх харчову і біологічну цінність; обґрунтувати терміни їх придатності при зберіганні в охолодженому і замороженому стані;
- удосконалити технологію м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу на основі ферментованої молочної телятини; провести апробацію удосконалених технологій в лабораторних умовах і розробити пропозиції для виробництва.

Наукова новизна роботи. Встановлена залежність зміни кількості і співвідношення білкових фракцій і умов холодильної обробки молочної телятини. Показано, що біологічна цінність білків м'яса при холодильній обробці не знижується, оскільки кількість незамінних амінокислот з гідрофобними і гідрофільними неіоногенними R-групами не змінюється, а вміст заміняємих амінокислот з гідрофільними катіонними і аніонними R-групами трохи зменшується.

Виявлені відмінності мікроструктури за розмірами, формами і розташуванням м'язових і сполучнотканинних волокон, вузлами скорочення міофібрил і морфології клітинних структур молочної телятини в охолоджену і заморожену стані при зберіганні.

Отримані кінетичні закономірності зміни білкових фракцій, мікробіологічних показників охолодженої і замороженої молочної телятини в процесі холодильного зберігання.

Визначені кінетичні характеристики процесів накопичення молочної кислоти і протеолізу саркоплазматичних, міофібрилярних і сполучнотканинних білків телятини, накопичення вільних амінокислот залежно від масової частки закваски молочнокислих бактерій *L. acidophilus* штами Д75 і Д76, ферментного препарату «Протепсин» і умов інкубації в м'ясному фарші. Показано, що ферментована молочна телятина відрізняється високим вмістом пептидів різної молекулярної маси і вільних амінокислот, що підвищують засвоюваність білків сполучної тканини.

Практичне значення. Запропоновані технологічні параметри активізації сухої закваски молочнокислих бактерій *L. acidophilus* штамів Д75 і Д76 і спосіб внесення її в м'ясний фарш. Для ферментації охолодженої і замороженої телятини II категорії із вмістом сполучної тканини до 7% (тазостегнова частина) при $t=(22\pm1)^{\circ}\text{C}$ рекомендується закваска на основі біопрепарату «Вітафлор» кислотністю 180°T в кількості 6 і 4% від маси фаршу, тривалість процесу - 3,0 і 2,5 год., відповідно.

Для ферментації молочної телятини II категорії із вмістом сполучної тканини більше 12% (лопаткова частина) при $t=(22\pm1)^{\circ}\text{C}$ запропоновано

застосування ферментного препарату «Протепсин», активністю 50 од/г білка в кількості 0,06%, тривалість процесу 4 год.

Розроблені рецептури і удосконалено технологію м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу на основі ферментованої охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії із застосуванням біопрепарату «Вітафлор» і ферментного препарату «Протепсин».

Обгрунтовані наступні терміни придатності: при температурі зберігання $(3\pm 1)^{\circ}\text{C}$ для охолодженої молочної телятини - 10 діб, м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів фаршів - 3 доби; при температурі зберігання $(-18\pm 1)^{\circ}\text{C}$ для замороженої молочної телятини - 10 міс., для м'ясорослинних напівфабрикатів фаршів - 3 міс.

Розроблені пропозиції та рекомендації для виробництва м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів.

Проведена апробація удосконаленої технології в лабораторних умовах.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, літературного огляду, матеріалів і методів досліджень, експериментальної частини, що містить 8 підрозділів, розрахунку економічної ефективності, висновку і списку використаної літератури.

Робота містить 78 сторінок, включає 15 рисунків і 14 таблиць. Список літератури представлений 43 джерелами.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Харчова цінність і особливості хімічного складу телятини

Споживання високоякісного м'яса в нашій країні невелике. В той же час за оцінкою ФАО/ВООЗ продовольча безпека країни, що імпортує більше 20% харчових продуктів, знаходиться під загрозою. Одним з перспективних напрямів розвитку м'ясній галузі може стати виробництво нетрадиційних видів м'ясної сировини. Традиційно масово проводяться такі види м'яса як яловичина, свинина, баранина, м'ясо свійської птиці [39].

Забійні телята є в основному супутнім продуктом молочного тваринництва. Телятину ділять на молочну і звичайну [16, 41].

Молочну телятину отримують від телят у віці від 2 до 10 тижнів, вигодованих тільки молоком. Для такої телятини характерні молочно-рожеве забарвлення, дуже ніжна будова м'язової тканини, майже повна відсутність підшкірного жиру; внутрішній жир у неї білого кольору, відкладається в області нирок, тазової порожнини, на ребрах і стегнах.

Звичайну телятину отримують від телят у віці від 10 тижнів до 3 місяців. Для годування таких телят використовують рослинну підгодовлю. Від молочної телятини, вона відрізняється яскравішим забарвленням і невеликими відкладеннями внутрішнього жиру в нирковій і тазовій частинах [16].

Телятина (м'ясо молочних телят) є продуктом високої якості. Воно відрізняється великими перевагами, як кулінарними, так і харчовими. До останніх відносять легкість засвоєння цього м'яса організмом. Телятина придатна для дієтичного і дитячого харчування [6, 16].

Телятина відрізняється ніжною консистенцією і структурою тканини. Колір молочної телятини блідо-рожевий з сіруватим відтінком; внутрішній жир у молочних телят білий, щільний, підшкірні відкладення жиру зазвичай відсутні.

У міру того як телят переводять з молочної відгодовлі на звичайну, колір їх м'яса набуває інтенсивнішого рожевого забарвлення, поступово перехідного в ясно-червонуваті кольори. М'ясо молодняка - світло-червоного кольору, жир - майже білий; м'язи - ніжні.

У добре відгодованих молодих тварин, переважно м'ясних порід, спостерігаються невеликі відкладення міжм'язового жиру, так звана мармуровість, особливо помітна на розрізі задньої частини туші [16].

М'ясо-телятину підрозділяють на: остигле - після оброблення туш піддане охолодженню в природних умовах або в охолоджувальних камерах холодильника не менше 6 год., з кірочкою підсихання на поверхні і охолоджене, піддане після оброблення туш охолодженню до температури в товщі м'язів від 0 до 4°C.

За вгодованістю телятину підрозділяють на першу і другу категорії відповідно до вимог, наведених в таблиці 1.1 [1, 4].

Таблиця 1.1

Вимоги до телятини першої і другої категорій вгодованості

Категорія вгодованості	Характеристика вгодованості
Перша	М'язова тканина розвинена задовільно, рожево-молочного кольору. Відкладення жиру є в області нирок і тазової порожнини, на ребрах і місцями на стегнах. Остисті відростки спинних і поперекових хребців не виступають
Друга	М'язова тканина розвинена менш задовільно, рожевого кольору. Невеликі відкладення жиру є в області нирок і тазової порожнини, а також місцями на попереково-крижовій частині. Остисті відростки спинних і поперекових хребців злегка виступають
<i>Примітка.</i> Телятина, що не відповідає вказаним вимогам, відноситься до худой	

Телятина, будучи відомим видом м'яса для широких верств населення, дуже мало присутня на ринку і поступається за споживанням яловичині і свинині. Проте в порівнянні з яловичиною м'ясо телят володіє невеликою кількістю міжм'язового жиру, високим вмістом білка, низьким вмістом холестерину. Телятина за своїм хімічним складом є перспективною сировиною, як для використання в повсякденному раціоні, так і для виробництва дієтичних, спеціалізованих і функціональних продуктів харчування [1, 16, 40].

Харчову цінність телятини складають повноцінні білки, м'ясо збалансоване за незамінними амінокислотами (таблиця 1.4), а жири містять поліненасичені жирні кислоти (таблиця 1.3) [1, 16, 38].

З таблиць 1.2 і 1.4 випливає, що в телятині міститься в 7 разів менше жирів, в т.ч. холестерину, і насичених жирних кислот, енергетична цінність м'яса телятини менше приблизно в 2 рази, що свідчить про його дієтичні властивості. Також телятина багата вітамінами, мікро- і макроелементами (таблиці 1.5,1.6) [4, 39].

Таблиця 1.2

Хімічний склад яловичини і телятини

Показники, г	Яловичина	Телятина
Вода	67,7	78,0
Білки	18,9	19,7
Жири	14,0	2,0
Зола	1,0	1,1

Таблиця 1.3

Ліпідна фракція яловичини і телятини

Показники %	Яловичина	Телятина
Трігліцеріди	13,10	-
Фосфоліпіди	0,	0,11
Холестерин	0,07	0,05
Жирні кислоти:	13,34	1,78
Насичені	6,25	0,78
Мононенасичені	3,82	0,86
Поліненасичені	0,49	0,13

Таблиця 1.4

Амінокислотний склад яловичини і телятини

Показники, мг/100г	Яловичина	Телятина
Незамінні АК:	7137	7626
Валін	1035	1156
Ізолейцин	782	998
Лейцин	1478	1484
Лізин	1589	1683
Метіонін	445	414

Треонін	803	855
Триптофан	210	245
Фенілаланін	795	791
Замінимі АК:	11292	12133
Аланін	1086	1124
Аргінін	1043	1278
Аспарагінова кислота	1771	1844
Гістидин	710	739
Гліцин	937	948
Глутамінова кислота	3073	3329
Оксипролін	290	270
Пролін	685	763
Серин	780	813
Тирозин	658	689
Цистин	259	236

Таблиця 1.6

Вміст вітамінів в яловичині і телятині

Вітаміни, мл	Яловичина	Телятина
А	сліди	сліди
β-каротин	-	-
В ₁	0,06	0,14
В ₃	0,15	0,23
РР	2,8	3,3
В ₆	0,37	0,38
В ₁₂ , мкг	2,60	4,30
С	сліди	сліди
Біотин, мкг	3,04	-
Ніацин	4,70	6,20
Пантотенова кислота	0,50	-
Рибофлавін	0,15	0,18
Тіамін	0,06	0,12
Холін	70	115,60
Фолацин, мкг	8,40	7,70

Молочна телятина володіє високими смаковими якостями, ніжною консистенцією, є цінним і перспективним ресурсом для виробництва м'ясних продуктів [4, 6, 41].

Слід зазначити, що зміни хімічного складу телятини в процесі холодильної обробки вивчені фрагментарно [1, 6, 11]. Мало досліджені фізико-хімічні, функціонально-технологічні і органолептичні показники якості м'яса телятини при обґрунтуванні термінів придатності в умовах зберігання в охолодженому і замороженому стані. Відсутня наукова інформація про використання цього м'яса в технологіях харчових продуктів функціонального призначення.

1.2 Технології холодильної обробки і зберігання м'яса і м'ясопродуктів

З числа відомих способів холодильної обробки охолодження є найбільш ефективним методом збереження якості м'яса при зберіганні, оскільки воно не викликає істотної зміни його смакових властивостей і харчової цінності. Технічна реалізація цього способу не викликає особливих утруднень. Охолоджена м'ясна сировина використовується для виробництва напівфабрикатів, готових блюд, ковбасних і солено-копчених виробів, а також його реалізують населенню через підприємства роздрібної торгівлі [3, 5, 39].

При охолодженні температура м'яса знижується від $36\div 37^{\circ}\text{C}$ до кінцевої середньооб'ємної температури $4\div 0^{\circ}\text{C}$. Обмеження верхньої межі температури охолодженого м'яса 4°C обумовлене тим, що при вищій температурі можливе швидке зростання мікрофлори, зокрема - сальмонели, які активно розвиваються в області температур $7\div 45^{\circ}\text{C}$. Нижня межа кінцевої температури обмежується криоскопічною температурою м'ясного соку, яка залежно від виду і складу м'яса коливається в межах від $-0,6$ до $-1,3^{\circ}\text{C}$. Льодоутворення при пониженні температури нижче криоскопічної приведе до значних, частково незворотних змін, що знижують якість м'яса [1, 41].

Повітряне охолодження є найбільш поширеним способом охолодження м'яса. Повітряному охолодженню туші або напівтуші піддають в камерах і тунелях, спеціально обладнаних підвісними шляхами і системою регулювання режиму холодильної обробки. Охолодження м'яса в повітрі проводять одно-, дво- і трьохстадійним, а також програмними способами. Інтенсифікація

процесу і скорочення тривалості охолодження досягаються пониженням температури і збільшенням швидкості руху повітря в камері [3, 6, 15].

Одностадійним називають такий спосіб охолодження м'яса, при якому пониження його температури від початкової до кінцевої 4°C здійснюється в одній камері (у одну стадію). Повільний одностадійний спосіб охолодження м'яса при температурі повітря 2°C і швидкості його руху $0,1\div 0,2$ м/с має ряд недоліків. Одним з головних недоліків цього способу є велика тривалість процесу (для різних видів м'яса $28\div 36$ год). Крім того, із-за значних втрат вологи при охолодженні поверхня туш і напівтуш покривається кірочкою підсихання, яка надалі може набухати, що підвищує вірогідність мікробного обсіменіння і прискорює псування м'яса при зберіганні [11].

При двохладійному способі пониження температури м'ясних туш і напівтуш здійснюється спочатку в камері інтенсивного охолодження при низькій температурі повітря, рівній $-4\div -15^{\circ}\text{C}$, і його інтенсивній циркуляції ($1,0\text{--}2,0$ м/с). Перша стадія процесу завершується при наближенні температури поверхні продукту до кріоскопічної. Друга стадія процесу (доохладження) проводиться при вищій температурі $-1\div -1,5^{\circ}\text{C}$ і швидкості руху повітря не більш $0,1\text{--}0,2$ м/с до досягнення в центрі продукту необхідної температури. При доохладженні температура м'яса вирівнюється від кінцевої температури [11, 15].

Сучасні підприємства використовують також багатадійні методи охолодження, які істотно інтенсифікують процес. До них відносяться трьохстадійний і програмний способи охолодження. Ці способи на різних стадіях процесу також передбачають змінні параметри охолоджуючого повітря [1, 38].

При трьохстадійному способі напівтуші м'яса на першій стадії охолоджують при температурі $-10\div -12^{\circ}\text{C}$ протягом 1,5 год., на другій - при $-5\div -7^{\circ}\text{C}$ протягом 2 год. і при доохолодженні (для рівномірного розподілу температури по товщині напівтуш) - біля 0°C протягом $6\div 8$ год. На першій і другій стадіях швидкість руху повітря складає 1-2 м/с, а при доохолодженні - 0,5 м/с при відносній вологості повітря $95\div 98\%$ [3, 38].

Програмне охолодження м'яса здійснюють спочатку при температурі -4÷- 5°C і швидкості руху повітря 4÷5 м/с, а потім при 0°C і змінній швидкості руху повітря, що змінюється за певною програмою в межах від 5 до 0,5 м/с [6, 39].

Зміни в м'ясі в процесі охолодження і зберігання. У післязабійний період в м'ясі відбуваються автолітичні зміни, які обумовлені дією тканинних ферментів. Після забою тварини переважаючим стає процес дозрівання, який протікає під дією біологічно активних з'єднань, що містяться в м'ясі [1, 4].

Процес дозрівання складається з двох стадій: у першій стадії (післязабійне залякання) переважають процеси залякання м'язів; у другій відбуваються розм'якшення м'язової тканини і накопичення продуктів, що формують споживчі властивості м'яса. На цій стадії м'язові білки піддаються різному ступеню денатурації і протеолізу.

Тривалість кожної стадії залежить від умов холодильної обробки і зберігання продуктів тваринного походження. Якість готових м'ясних виробів залежить від властивостей м'яса. Чим менше його жорсткість, вище вологозв'язуюча здатність, тим ніжніше і соковитіше виготовлена з нього продукція, кращий її смак і аромат, перетравлюваність і засвоюваність, а отже, вище харчова і біологічна цінність.

М'ясо, отримане відразу ж після забою тварини (парне), протягом перших 3 год. володіє високою вологозв'язуючою і вологоутримуючою здатністю, яка і обумовлює його ніжну консистенцію після теплової обробки. У парному м'ясі міститься значна кількість глікогену, аденозинтрифосфornoї (АТФ), креатинфосфornoї (КФ) кислоти. Білки міозин і актин не зв'язані один з одним, розварювання колагену сполучної тканини дуже висока (близько 23% його вмісту), кількість зв'язаної вологи 80-90% загального вмісту води в м'ясі. М'язові волокна парного м'яса в перших 2-3 год. після забою набряклі [4, 15].

М'яка консистенція і висока вологоутримуюча здатність парного м'яса зумовлені тим, що білки знаходяться в нативному стані і розчинність їх максимальна внаслідок великої кількості гідрофільних груп, здатних зв'язувати значну кількість води [1, 15].

Через 4-6 год. після забою тварини настає посмертне залякання, яке починається з м'язів кінцівок і серця, що виконують за життя тварини найбільш напружену роботу. Залякання протікає неоднаково і залежить від температури, віку і вгодованості тварини.

В період посмертного залякання значно змінюються фізико-хімічні властивості м'яса. Жорсткість, а відповідно і опір розрізаючого зусилля зростають в 2 рази. Спостерігається зменшення кількості зв'язаної води, а також здібності м'яса до гідратації. Таке м'ясо найменш придатне для кулінарної обробки, оскільки має недостатній аромат і смак, і мало усунену при тепловій обробці жорсткість.

Посмертне залякання має загальнобіологічну природу і єдиною для всіх тварин спрямованість процесів. До їх числа відносяться: розпад глікогену, КФ і АТФ кислот, асоціація актину і міозину в актоміозиновий комплекс, зміну гідратації м'язів. Деякі з цих процесів є прямою причиною залякання, інші роблять на нього непрямий вплив [1, 15].

Анаеробний розпад глікогену, накопичення молочної кислоти і зниження величини рН закінчуються в м'ясі в основному через 24 год. зберігання при 4°C; рН м'язової тканини при цьому зменшується з 7,0 до 5,6-5,8. Це надає гальмуючу дію на розвиток гнильних мікроорганізмів.

Вміст молочної кислоти і величина рН є важливими показниками якості м'яса. Від них залежать стійкість м'яса при зберіганні і ряд фізико-хімічних показників, що визначають його технологічні і споживчі властивості (вологосмітність, кількість вологи, що виділяється при тепловій обробці, і м'ясного соку при розморожуванні). У міру зниження величини рН створюються сприятливі умови для дії м'язових катепсинів, що має велике значення для подальшого дозрівання м'яса [15, 40].

Повного розпаду глікогену, що протікає після забою тварини, ніколи не відбувається, і незалежно від кінцевої величини рН і тривалості післязабійного зберігання в м'ясі зберігається деяка його кількість. У організмі тварини КФ і АТФ разом з глікогеном є своєрідними акумуляторами енергії, яка використовується в процесах м'язового скорочення [1, 41].

При невчасному охолодженні післязайне виділення тепла приводить до загару – дефекту, в результаті якого м'язова тканина в глибинних шарах набуває сіруватого відтінку і неприємного запаху. Внаслідок повільного відведення тепла, температура в глибинних шарах м'яса може досягати 40°C і вище. При такій температурі починається денатурація термолабільних білків, відбуваються процеси розпаду окремих поліпептидів з виділенням вільних, часто сірковмісних амінокислот. Міоглобін переходить в метміоглобін. Все це приводить до псування м'яса. Небезпека появи загару особливо велика у вгодованих тварин, в м'язах яких міститься більше глікогену.

Для попередження загару м'ясо необхідно своєчасно охолоджувати. При появі перших ознак його на товстих частинах напівтуші роблять надрізи, що забезпечує доступ кисню і прискорення пониження температури [42].

Безпосередньо після забою міозин зв'язаний в комплекс з іонами калію, магнію, кальцію, а також з глікогеном і АТФ. Дисоціація комплексу, найімовірніше, відбувається в результаті накопичення молочної кислоти і зниження рН. Калій, магній і кальцій звільняються з комплексних з'єднань. Вільний іон кальцію викликає зближення міозину з Ф-актином, відбувається утворення актоміозину і активування міозинової АТФ-ази. При цьому АТФ втрачає неорганічний фосфат, а звільнена енергія макроергічного зв'язку використовується на переміщення актинових протофібрил відносно міозинових. Міофібрили починають коротшати, що є результатом втягування ниток актина між нитками міозину. Утворюється комплекс актоміозину, і відбувається подальше скорочення міофібрил. Зовні це виражається в посмертному заляканні мускулатури. Процес утворення актоміозину в результаті взаємодії актину з міозином супроводжується зниженням числа вільних гідрофільних центрів. Процес дозрівання дуже складний і пов'язаний із зміною складу і стану основних компонентів м'яса.

Роль ферментів в цьому процесі виключно велика. Від їх активності залежить загальний напрям і швидкість протікання процесів розпаду при зберіганні м'яса [15].

Друга стадія дозрівання настає через 2 доби зберігання м'яса при низьких позитивних температурах, коли білки починають піддаватися протеолізу – ферментативному гідролітичному розщепленню. Цей процес протікає під дією цілої групи гідролітичних ферментів – протеаз, гідролаз, ліпаз і ін.

У клітках різних тканин гідролази знаходяться в спеціальних субмікроскопічних утвореннях клітин - лізосомах. При дозріванні м'яса мембрани лізосом руйнуються, і гідролази дістають вільний доступ до всіх хімічних компонентів клітин – так починається процес автолізу (розчинення або руйнування) тканин [15, 43].

В результаті протеолізу міофібрилярних білків при дозріванні м'яса збільшується кількість кінцевих груп внаслідок розриву пептидних зв'язків в білках фракції міозину, що приводить до зменшення жорсткості м'яса.

Встановлено, що поліпшення консистенції м'яса зумовлене не тільки руйнуванням поперечних зв'язків актоміозинового комплексу і обмеженим протеолізом міофібрилярних білків, але і дезінтеграцією 2-пластинок саркомерів [1, 11, 16].

З настанням послаблення залякання розчинність білків знов збільшується, але не досягає значень розчинності білків парного м'яса, що пояснюється незворотністю процесу їх денатурації, що почався при дозріванні м'яса. На розчинність білків м'язової тканини істотний вплив робить перерозподіл іонів Са, що відбувається при дозріванні м'яса, Mg, Zn [15, 37].

Процес гідратації білків має позитивну кореляцію з ніжністю м'яса – одним з найважливіших показників його якості. Ліпіди м'яса відразу ж після забою тварини піддаються дії м'язових ліпаз. Оптимум їх дії лежить в слаболужному середовищі (рН 7,3-7,5). Чим більше запаси глікогену в м'язах, тим інтенсивніше його розпад і значніше пониження рН тканин. У зв'язку з цим у міру розпаду глікогену активність м'язових ліпаз зменшується.

У тканинах м'яса вже після нетривалого зберігання збільшується вміст вільних жирних кислот, а також ди- і моногліцеридів – продуктів неповного

гідролізу триглицеридів. Протягом деякого часу в тканинах може продовжуватися окислення жирних кислот, в основному низькомолекулярних.

Процеси окислення (дегідрування) в анаеробних умовах, які створюються в тканинах відразу ж після забою тварин, через нестачу акцепторів водню активно не розвиваються. Процес зупиняється на стадії утворення гідрокси- і кетокислот, що перетворюються під дією тканинних декарбоксилаз в кетон, який володіє неприємним специфічним запахом і може викликати псування продукту. У міру пониження температури ферментативні процеси розщеплювання ліпідів сповільнюються [15, 39].

Якість, харчова цінність і засвоюваність м'яса залежать від кількості і стану компонентів сполучної тканини. В процесі дозрівання ступінь перетворень різних компонентів м'яса неоднаковий, тому за рівних умов ніжність різних відрубів м'яса однієї тварини, а також однакових відрубів різних тварин виявляється різною. Ніжність м'яса, що містить значну кількість сполучної тканини, відносно невелика, і потрібне триваліше його дозрівання. Із збільшенням ніжності спостерігається поліпшення смакових і ароматичних властивостей м'яса і отриманого з нього бульйону.

Сире досріле м'ясо має злегка кислуватий запах, аромат не чітко виражений. Приємного смаку і аромату воно набуває після теплової обробки, під час якої речовини, що беруть участь у формуванні цих властивостей м'яса, піддаються складним перетворенням – розпаду з утворенням нових з'єднань [11, 15, 42].

Смак і аромат вареного м'яса і бульйону поліпшуються у міру накопичення в сирому м'ясі вільних амінокислот, моносахаридів, продуктів розпаду нуклеотидів, летких карбонільних з'єднань і ін. В результаті протеолізу білків і розпаду поліпептидів на другій стадії дозрівання м'яса загальний вміст вільних амінокислот зростає і на другу добу зберігання при 2°C перевищує їх кількість в парному м'ясі, а при подальшому зберіганні збільшується ще більше [11, 40].

В процесі дозрівання в м'ясі продовжують накопичуватися глюкоза, фруктоза, рибоза і інші моносахариди. Під час теплової обробки відбуваються

меланоїдинові реакції, в ході яких вільні амінокислоти взаємодіють з моносахаридами: утворюються меланоїдини, що беруть участь в утворенні смаку і аромату м'яса.

Колір м'яса – один з найважливіших показників, що визначають його товарний вигляд. Він залежить від вмісту і фізико-хімічних змін міоглобіну і гемоглобіну – складних білків, що відносяться до групи хромопротеїдів. Протетичною групою цих білків є забарвлене в червоний колір залізовмісне з'єднання (гем), здатне з'єднуватися з різними газами, у тому числі і з киснем.

Міоглобін відіграє вирішальну роль у формуванні кольору м'яса. Оскільки фізичне навантаження м'язів (і, отже, постачання їх киснем) різне, вміст міоглобіну, а значить, і колір м'яса неоднакові не тільки у різних видів тварин, але і у різних м'язів однієї і тієї ж тварини. Кількість міоглобіну в м'язах залежить від віку і активності тварин.

Пов'язаний з киснем міоглобін, що містить двовалентне залізо (оксиміоглобін), додає м'ясу яскравий світло-червоний колір. Споживча оцінка такого м'яса найвища. Окислений і нездатний зв'язуватися з киснем міоглобін, до складу якого входить метміоглобін, обумовлює коричнево-бурий колір м'яса, а відновлений, здатний зв'язуватися з киснем міоглобін, що містить тривалентне залізо, – темно-червоний колір. Співвідношенням похідних міоглобіну, одночасно присутніх в м'ясі, визначається колір останнього. Оцінку кольору м'яса проводять комплексно, органолептично і спектрофотометрично (за співвідношенням похідних міоглобіну). Колір поверхні свіжого м'яса, яке зберігається на повітрі, залежить переважно від співвідношення окисленого міоглобіну і метміоглобіну, а колір внутрішніх шарів – від вмісту міоглобіну.

Утворення оксимиоглобіну в м'ясі пов'язане з швидкістю і глибиною дифузії кисню в м'язову тканину. На поверхні свіжого м'яса, що зберігалось на повітрі, на глибині 1-2 мм є світло-червоний шар оксимиоглобіну, під ним — невелика зона метміоглобіну, ще глибше переважає його темно-червоний шар.

Глибина розташування світло-червоного шару оксимиоглобіна залежить від температури зберігання: при низьких температурах кисень дифундує в

м'ясо більш глибоко, чим при високих. У поверхневому шарі м'яса присутні всі форми міоглобіну, але в різних співвідношеннях [3, 15, 38].

Таким чином, в процесі дозрівання м'яса поліпшуються якість і засвоюваність всіх його видів, особливо м'яса великої рогатої худоби.

На якість м'яса впливає також швидкість холодильної обробки його в початковий період дозрівання. Якщо парне м'ясо з високим значенням рН швидко охолодити або заморозити до настання стадії залякання, то при температурі м'язів біля 10°C виникає так зване «холодове стиснення», або ущільнення м'язів, яке не повністю зворотне і приводить до підвищення жорсткості м'яса.

Холодове скорочення можна розглядати як результат ушкоджувальної дії, що приводить до порушення структури і функцій біологічних мембран, які вельми чутливі до енергетичної недостатності і до фізико-хімічних дій. Встановлено, що жорсткість м'яса при холодovому скороченні вища, ніж при післязабійному [1, 3, 15].

Найбільш ефективним методом боротьби з холодovим скороченням є метод електростимуляції, що дозволяє запобігти холодovому скороченню м'яса шляхом пропускання електричного (імпульсного і змінного) струму через парні туші, напівтуші і відруби (напруга – 240-250 В, частота – 40-60 Гц, час – 1-3 хв).

При пропусканні струму відразу ж після забою рН зменшується з 7,0-7,3 до 5,7 через 2 год. У туш, не підданих електростимуляції, це відбувається тільки через 7-9 діб і більше. При пониженні рН вивільняються ферменти, що викликають розщеплювання білків. Електростимуляція підвищує активність тканинних катепсинів, викликає фізичне розтягування і розрив м'язів, прискорює біохімічні зміни. При електростимуляції протягом 2 хв в м'язах відбуваються такі біохімічні зміни, які в звичайних умовах продовжуються 7 год. Застосування електростимуляції ефективно для прискорення розм'якшення (тендеризації) м'яса охолодженого, замороженого, розмороженого. М'ясо, піддане електростимуляції, має ніжну консистенцію, хороше природне забарвлення і смак. Така обробка рекомендується для м'яса, призначеного для

використання в парному вигляді в ковбасному виробництві або в охолодженому вигляді після 7-8-добового зберігання для вироблення натуральних напівфабрикатів [15].

При зберіганні охолодженого м'яса змінюється склад мікрофлори. Якісний склад поверхневої мікрофлори свіжого охолодженого м'яса різноманітний: безбарвні мікрококи, стрептококи, молочнокислі палички, спороутворюючі аероби і анаероби, безбарвні (*Pseudomonas*, *Achromobacter*) і забарвлені бактерії. Пониження температури приводить до придушення життєдіяльності мікроорганізмів, які по-різному розвиваються при низьких температурах. Мезофілли не здатні розмножуватися при температурах нижче 5-10°C. На відміну від мезофілів психрофіли здатні рости при температурах 0-5°C. При охолодженні і зберіганні охолодженого м'яса мікрофлора стає одноріднішою. На початку зберігання подрібненої яловичини кількісне співвідношення між мікроорганізмами *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Microbacterium*, *Micrococcus* складає 4:28:0:26:42%, а через 14 днів зберігання при температурі 7°C - 84:6:5:3:0% [15, 28].

Мезофільні мікроорганізми при температурі 2°C повністю припиняють розвиток і частково відмирають, а психрофільна аеробна мікрофлора продовжує розмножуватися. Через 5-6 діб зберігання на яловичині і тушках птиці мікрофлора більш ніж на 80% представлена холодостійкими бактеріями *Pseudomonas* і *Achromobacter*. Найбільш активними є бактерії роду *Pseudomonas*. Розвиваючись на м'ясі, гнильні мікроорганізми руйнують поживні речовини і виділяють такі продукти життєдіяльності, які не тільки різко погіршують органолептичні показники м'яса, але і можуть володіти токсичністю [32].

Розмноження мікроорганізмів на поверхні м'яса починається після невеликого періоду затримки і йде з наростаючою швидкістю до досягнення максимуму числа мікробів, при якому стає помітним ослизнення. Поверхня туш стає липкою, погіршується товарний вид м'яса, міняється його смак і запах [29].

Відомо, що під дією ферментів мікроорганізмів гнильний розпад білкових речовин протікає з різною швидкістю і залежить від властивостей білків, що розкладаються, температури і вологості повітря, а також від виду мікроорганізму. На початковій стадії гнильного розкладання відбувається гідроліз пептидних ланцюгів і утворення крупних і дрібних фрагментів білкових молекул (поліпептидів) і невелика кількість амінокислот.

На наступній стадії продовжуються процеси подальшого розщеплювання білків і поліпептидів, і одночасно починається процес розпаду амінокислот [15, 29].

Швидкість проникнення мікроорганізмів в товщу м'яса залежить від виду мікрофлори, виду м'яса і умов зберігання, в першу чергу від температури. Так, при температурі, близькій до 0°C, мікроорганізми за 30 діб проникають в середньому на глибину до 1 см. Анаероби починають розвиватися поблизу суглобів, кісток, в крупних кровоносних судинах і кров'яному руслі, виділяючи продукти життєдіяльності з неприємним запахом.

Цвіль починає розмножуватися, перш за все, на тих ділянках туш, біля яких утруднена циркуляція повітря (потилична западина, складка, пахові складки, внутрішня поверхня ребер). Цвіль розвивається на поверхні, проникаючи углиб тканини не більше ніж на 2 мм [1, 28].

Швидкість мікробіологічних процесів при охолодженні і зберіганні охолодженого м'яса залежить також від первинного мікробіологічного обсіменіння поверхні туш, величини рН, вологутримання поверхневих шарів м'яса.

Заморожування. Для оберігання м'яса від псування і збільшення термінів його зберігання застосовують низькі температури. При цьому затримується або запобігається мікробіальне псування і гальмуються автолітичні процеси, що ведуть до глибокого розпаду компонентів сировини тваринного походження [1, 8, 15].

Традиційна технологія заморожування, реалізована у вигляді так званих низькотемпературних холодильних камер, допускається температура в камері (-18) – (-24) °C. Час заморожування в холодильних камерах складає 2,5 години і

вище. При заморожуванні вирішальної ролі набуває швидкість процесу. Встановлений тісний зв'язок якості продукту із швидкістю заморожування. Численні експериментальні дані свідчать про вплив швидкості заморожування на розмір кристалів льоду, на структурні і ферментативні зміни в продуктах. Ідея технології шокового заморожування полягає у форсуванні режимів охолодження, підморожування і доморажування продуктів. Дане форсування забезпечується двома засобами збільшення швидкості відбору тепла у продукту: зниженням температури середовища до $(-30) - (-35) ^\circ\text{C}$; прискореним рухом холодоносія, що забезпечується вентиляванням випаровувача і відповідно інтенсивним обдуванням продукту. Потрібно відзначити, що подальше зниження температури приводить до невиправданих витрат потужності і підвищених деформацій продукту, нерівномірність процесу стає дуже велика.

В порівнянні з традиційними способами заморожування, перевагами застосування швидкоморозильних апаратів є: зменшення втрати продукту в 2-3 рази; скорочення часу заморожування в 310 разів; скорочення виробничих площ в 1,5-2 рази; скорочення виробничого персоналу на 25-30%; скорочення термінів окупності на 15-20% [1, 3].

Зміни в м'ясі в процесі заморожування і зберігання. У замороженому м'ясі при достатньо низьких температурах унаслідок фізичних, хімічних, біохімічних, гістологічних і мікробіологічних процесів відбувається зміна кольору, маси, структури м'яса, зміна стану білків і ліпідної фракції, вітамінів, мікроорганізмів, що має велике значення для збереження харчової цінності м'яса [15, 29].

При заморожуванні м'яса утворюються кристали льоду. Вплив заморожування на якість м'яса обумовлений характером процесу кристалізації. Процес заморожування тканин м'яса можна розглядати як процес замерзання тканинної рідини. У тканинах спочатку настає невелике переохолодження (для м'язової тканини до мінус $4 ^\circ\text{C}$), після чого виникають зародки кристалів і виділяється прихована теплота кристалізації. Температура підвищується до криоскопічної точки, при якій не проходить утворення нових зародків

кристалів. Починається друга фаза кристалоутворення - зростання утворених кристалів. Повільне заморожування супроводжується утворенням в м'язовій тканині невеликої кількості центрів кристалізації, і зароджуються вони в першу чергу в міжклітинному просторі (між волокнами). Такий характер кристалоутворення зумовлений тим, що концентрація речовин тканинної рідини в міжклітинному просторі нижча, ніж у волокнах. Тому міжклітинна рідина замерзає при вищих температурах, ніж в клітинах. В процесі зростання кристалів льоду і підвищення концентрації тканинної рідини, в міжволокнистому просторі волога з волокон мігрує в міжклітинний простір і викликає подальше зростання кристалів. Крупні кристали льоду розширюють міжволоконні простори і руйнують сполучнотканинні прошарки своїми гострими гранями. Тканина розпушується, м'язові волокна деформуються, а іноді і руйнуються, що супроводжується великими втратами м'ясного соку при розморожуванні [15].

При повільному заморожуванні відбувається міграція вологи з глибших шарів м'яса до поверхні, а розчинені в м'ясному соці речовини просуваються в протилежному напрямі. У поверхневих шарах кількість вимерзлої вологи завжди більша, ніж в товщі м'яса [3, 6].

При швидкому заморожуванні в тканинах виникає велика кількість центрів кристалізації, причому вони виникають і в міжволокнистому просторі, і всередині волокон. Це пояснюється великою швидкістю зниження температури. Утворення великої кількості центрів кристалізації зумовлює невелике збільшення розмірів кристалів і відсутність руйнування оболонок волокон. Зберігається зовнішній контур і взаємне розташування м'язових пучків, волокон і сарколеми. Це забезпечує краще відновлення первинних властивостей, чим при повільному заморожуванні. При швидкому заморожуванні швидкість утворення кристалів вища за швидкість переміщення вологи, тому значна частина рідини заморожується там, де вона знаходилася до заморожування. Зміни структури тканин, зокрема сполучної, сприяють збільшенню ніжності м'яса, а зміни м'язовій тканині сприяють меншому витіканню м'ясного соку при розморожуванні [1, 15].

Заморожене м'ясо зберігають при температурі -18°C і відносній вологості повітря 90-98%. Тривалість зберігання замороженого м'яса коливається в значних межах і залежить від виду м'яса і умов зберігання [15, 34].

Розморожування м'яса. На якість розморожених продуктів впливають їх властивості до заморожування, швидкість заморожування, а також умови і тривалість зберігання.

Інтенсивність якісних змін в розморожених продуктах зумовлена перш за все динамікою мікробіологічних і ферментативних процесів. Залежно від багатьох взаємовпливаючих чинників активність останніх може як збільшуватися, так і зменшуватися. У продуктах тваринного походження дія тканинних ферментів виявляється в основному зростанням гідролітичного розпаду білків, в результаті якого створюються сприятливі умови для розвитку гнильної мікрофлори [15, 33].

Розморожування здійснюють у воді, повітрі, з використанням різних розчинів, пароповітряної суміші. Залежно від температури і швидкості руху повітря процес розморожування може бути повільним, прискореним або швидким. При повільному розморожуванні температуру повітря спочатку підтримують в межах $0-3^{\circ}\text{C}$, потім підвищують до 8°C , при цьому відносна вологість повітря складає 90-95%, швидкість руху – 0,2-0,3 м/с, тривалість розморожування – 3-5 діб. Прискорене розморожування проводять при температурі повітря $16-20^{\circ}\text{C}$, відносній вологості 90-95% і швидкості його руху 0,2-0,5 м/с, тривалість розморожування складає 24-30 год.

Швидке розморожування здійснюють в пароповітряному середовищі при температурі $20-25^{\circ}\text{C}$, відносній вологості 85-90% і швидкості руху 1-2 м/с, тривалість розморожування складає 12-16 год. [15].

Унаслідок порушення структурних утворень і виділення ферментів в зовнішнє середовище інтенсивність реакцій, що каталізуються ними, при підвищеній температурі швидкість розморожування може бути різною [1].

Мікробіологічне обсіменіння розмороженого продукту є важливим показником, оскільки активізація мікроорганізмів, що зберегли життєздатність

при заморожуванні і зберіганні, а також дія не інактивованих ферментів може привести до різкого погіршення якості [28, 33].

Швидкість розморожування впливає на втрати м'ясного соку, які залежать від виділення м'ясного соку, випаровування води або поглинання вологи, що конденсується на поверхні продукту в ході розморожування. Найбільш важливим показником зворотності властивостей при розморожуванні є величина втрат соку. Втрати соку розглядаються як зовнішня ознака денатурації білкових речовин. Основним компонентом соку є вода, яка не поглинається продуктом при розморожуванні, а також вода, що виділяється з продукту під впливом стиснення при розморожуванні. Виділення соку з продуктів може супроводжуватися значними втратами розчинних речовин – вітамінів, ферментів, мінеральних речовин, білків саркоплазми і ін. [15, 33].

Втрати соку при розморожуванні м'яса залежать від його виду. Так, максимальні втрати соку відбуваються в яловичині, нижчі – в телятині і баранині, мінімальні – в свинині. При цьому втрати соку м'яса вищої якості при розморожуванні, як правило, нижче, ніж низькоякісного. В цілому кількість м'ясного соку складає близько 5% загальної кількості замороженого м'яса, у не повністю дозрілого м'яса може збільшуватися до 40%. Залежно від умов розморожування втрати м'ясного соку складають 0,5-3%. Кращими якісними показниками володіє м'ясо, розморожене при 20⁰С і відносній вологості повітря 95%. Поверхня м'яса після розморожування волога, колір рожевий, консистенція задовільна, запах свіжий. Швидкість розморожування при високій якості продукту можна підвищити, використовуючи спеціальні установки, в яких відповідно до особливостей об'єкту розморожування в ході процесу змінюються температура, відносна вологість і швидкість повітря [15].

Найбільш прогресивним способом розморожування м'яса є застосування ІЧ-нагріва. Розморожування м'яса в полі ІЧ променів скорочує втрати маси і тривалість технологічного процесу (від 24 год. до декількох хвилин), сприяє збереженню якості і зниженню бактерійного обсіменіння м'яса [3, 29].

1.3 Технології м'ясних продуктів функціонального призначення

Функціональні продукти харчування призначені широкому колу споживачів і мають вид звичайної їжі. Вони можуть і повинні споживатися регулярно у складі нормального раціону харчування [5, 6].

Поживні властивості функціональних продуктів включають три складові: харчову цінність, смакові якості, фізіологічну дію. Традиційні продукти, на відміну від функціональних, характеризуються тільки першими двома складовими.

В порівнянні із звичайними повсякденними продуктами, функціональні повинні бути корисними для здоров'я, безпечними з позицій збалансованого харчування і харчової цінності продуктів. Ці вимоги відносяться до продукту в цілому, а не тільки до окремих його інгредієнтів [3, 5].

Отже, одним з напрямів концепції здорового харчування населення є розробка і організація промислового виробництва харчових продуктів з модифікованим хімічним складом, зокрема збагачених дефіцитними харчовими речовинами – білками, вітамінами, макро- і мікроелементами, харчовими волокнами і ін. [4, 6, 8].

Таким чином, виникає необхідність конструювання нового покоління рецептур продуктів харчування, збалансованих за хімічному складу. При цьому повинні враховуватися такі чинники, як забезпечення організму харчовими речовинами і енергією, відповідно до його фізіологічних потреб; специфіка обмінних процесів, хімічний склад сировини і вибір технології його обробки. Причому харчова цінність продукту повинна визначатися засвоєною частиною кожної з найбільш важливих харчових речовин [3, 5].

В даний час перелік основних категорій фізіологічно функціональних інгредієнтів включає наступні найменування [6]: харчові волокна; ізопреноїди, вітаміни; олігосахариди, сахароспирти; молочнокислі бактерії; фосфоліпіди, холіни; амінокислоти, пептиди, білки, нуклеїнові кислоти; макро- і мікроелементи; глікозиди; поліненасичені жирні кислоти і ін.; антиоксиданти; спирти; цитаміни; органічні кислоти; рослинні ензими, інші фітоз'єднання; лектини.

Концентрації функціональних інгредієнтів присутніх у функціональних харчових продуктах і надають регулюючі дію на функції і реакції людини, близькі до оптимальних, фізіологічних, і тому такі продукти можуть прийматися невизначено довго. За цією ознакою вважають, що харчовий продукт може бути віднесений в розряд функціональних харчових продуктів, якщо вміст в нім біозасвоєного функціонального інгредієнта знаходиться в межах 10-50% середньої добової потреби у відповідному нутрієнті [2, 6].

Обмеження вмісту функціонального інгредієнта у функціональних харчових продуктах обумовлене тим, що подібні продукти призначені для постійного використання у складі звичайних раціонів харчування, які можуть включати і інші харчові продукти з тим або іншим функціональним інгредієнтом.

Біфідобактерії належать до функціональних інгредієнтів комплексної дії. Система «організм людини – кишкова мікрофлора» здатна до саморегуляції. Проте в даний час відомо велике число чинників, що перевищують компенсаторні можливості мікроекологічної системи. До їх числа відносяться фармакологічні препарати, промислові отрути, пестициди, радіація, стресові стани і тому подібне [28, 33].

Дисбаланс мікробної екології людини приводить до важких захворювань як шлунково-кишкового тракту, так і організму в цілому. Біфідобактерії допомагають відновити і підтримувати нормальну мікрофлору організму, володіють багатфакторною регулюючою і стимулюючою дією, вони є для організму джерелом незамінних амінокислот, зокрема триптофану, знижують рівень холестерину в крові. До найважливіших властивостей біфідобактерій відносяться їх антиканцерогенна і антимуtagenна активність.

Необхідність збагачення харчових продуктів викликана об'єктивними змінами нашого образу життя, набору і харчової цінності використовуваних продуктів харчування [5].

В першу чергу це відноситься до продуктів на основі м'яса, оскільки м'ясо є джерелом повноцінного білка, яке за своїм амінокислотним складом ідеально підходить для організму. Білок є складовою частиною нервової,

гормональної і ферментних систем. На відміну від молока, білки м'яса містять амінокислоту таурин, необхідну для розвитку головного мозку.

М'ясо також є важливим джерелом жирів, за рахунок яких організм покриває до 30% енергетичних витрат. Вони впливають на засвоєння білків, вітамінів і мінеральних солей. При їх нестачі порушуються обмінні процеси, зростання і розвиток, знижується імунітет. Проте надлишок жирів приводить до порушення секреторної діяльності шлунково-кишкового тракту, відкладення жиру в тканинах, підвищеному виведенню солей кальцію і магнію.

У м'ясі виявлено також близько 20 вітамінів, з них основні - B₁, B₂, B₁₂, PP [4].

Серед мінеральних речовин, що містяться в м'ясі, особливу цінність для організму представляє залізо. При його участі в тканини і клітинт поступає кисень і виводиться діоксид вуглецю. Залізо, що міститься в м'ясі і субпродуктах (печінка, серце, кров), знаходиться в легкозасвоюваній біологічно активній формі і засвоюється організмом в десятки разів краще (на 20-30%), ніж з рослинних продуктів (1-3%).

Крім того, в м'ясі містяться такі важливі мінеральні речовини, як магній, мідь, цинк, кальцій, фосфор, селен і ін. [1].

У зв'язку з цим розширення асортименту продуктів на основі м'яса функціонального призначення має важливе соціальне значення [5, 7].

В даний час важливим завданням є розробка нового покоління рецептур м'ясних продуктів, збалансованих за хімічним складом. При цьому повинні враховуватися такі чинники, як забезпечення організму харчовими речовинами і енергією, відповідно до його фізіологічних потреб; специфіка обмінних процесів, хімічний склад сировини і вибір технології його обробки.

1.4 Застосування пробіотичних культур в м'ясних технологіях

Один з актуальних шляхів вирішення проблеми з розробки технологій м'ясних продуктів пов'язаний з біотехнологічним принципом модифікації м'ясної сировини – направлених для регулювання ходу біотехнологічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів, в результаті яких формується структура, колір і смако-ароматичні характеристики готового продукту.

Перспективним напрямом є створення і використання для виробництва м'ясних продуктів біологічно активних речовин на основі продуктів життєдіяльності мікроорганізмів [2, 4, 10].

Згідно сучасним уявленням в природних умовах проживання немає жодного метаболічного процесу, жодної функції живих організмів, які б здійснювалися без прямої або опосередкованої участі в них симбіотичних мікроорганізмів. Біфідобактерії, будучи найбільш значними представниками нормобіоценозу, виконують ряд найважливіших функцій. Перш за все, вони здійснюють фізіологічний захист від проникнення мікробів і токсинів у внутрішнє середовище організму за рахунок асоціації із слизистою оболонкою кишечника і високої антагоністичної активності у відношенні до патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів; відіграють виключно важливу роль у функціонуванні різних органів і систем за рахунок різноманітних метаболітів, ферментів, вітамінів, біологічно активних речовин, антигенів і інших з'єднань, які утворюються в процесі мікробіологічної трансформації. Крім того, біфідофлора володіє імуномодулюючою дією: регулює функції гуморального і клітинного імунітету, перешкоджає деградації секреторного імуноглобуліну А, стимулює утворення інтерферону [11, 29].

У зв'язку з цим, стає зрозумілим, чому деякі фахівці в області здорового харчування рекомендують створювати харчові раціони, які на 70% складаються з компонентів, здатних досягати товсту кишку в незмінному стані і надавати благотворну дію на представників нормальної мікрофлори. У їх склад у великих масштабах рекомендується включати функціональні інгредієнти, включені в категорії «олігосахариди», «сахароспирти» та інші, об'єднані загальною назвою «пребіотики» [6].

Пребіотики - це стимулятори або промотори пробіотиків, які надають оздоровлюючий ефект на людину, стимулюючи зростання корисних бактерій в кишечнику, що, у свою чергу, приводить до пригнічення патогенної мікрофлори [3].

Включення в харчовий раціон пребіотиків покращує функції і метаболічні реакції, пов'язані з діяльністю симбіотичної мікрофлори.

Серед пребіотиків найбільш популярними є в даний час полі- і олігофруктани, соєві олігосахариди, галактоолігосахариди, ізольовані з природних джерел або отримувані біотехнологічним або синтетичним методами. [12, 35].

Цілеспрямоване використання мікроорганізмів сприяє отриманню стабільної якості готового продукту. Технологічна дія мікроорганізмів пов'язана з утворенням специфічних біологічно активних компонентів: органічних кислот, бактеріоцинів, ферментів, вітамінів і інших, що сприяє поліпшенню санітарно-мікробіологічних, органолептичних показників готового продукту, а також дозволяє інтенсифікувати виробничий процес [31].

Відомо, що мікроорганізми внесені до фаршу із заквасками, за допомогою ферментів змінюють його структуру, утворюючи нові речовини, сприяючи поліпшенню якісних показників продукту [6, 11]. Як стартові культури в основному використовуються нітратовідновні мікрококи, гомоферментативні молочнокислі бактерії і педіококи, дріжджі і нетипові молочнокислі бактерії у вигляді чистих або змішаних культур. З літературних джерел відомо, що при засолюванні і дозріванні м'ясопродуктів мікрофлора відіграє активну роль в стабілізації забарвлення, поліпшенні органолептичних характеристик і підвищенні термінів придатності [29].

Проведені на початку 20 століття дослідження показали, що при традиційній технології виготовлення сиркопчених і сиров'ялених м'ясних виробів молочнокислі бактерії відіграють визначальну роль у формуванні характерної якості готового продукту. У США Дженсеном і Паддоку були отримані патенти на мікроорганізми *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* *Lactobacillus fermenti* як стартові культури [28-33].

М'ясо і м'ясні продукти є сприятливим середовищем для розвитку молочнокислих бактерій. У м'ясі вони знаходять всі необхідні для нормальної життєдіяльності речовини - джерела вуглецю, азоту, вітаміни, мінеральні солі: рН і вологість м'яса також сприяє їх зростанню [31]. Тому молочнокислі палички *Lactobacillus acidophilus* мають велике промислове значення. Їх застосовують при виробництві багатьох молочних і напівсухих сиркопчених

ковбас. Стійкість їх до кислоти і солі, здатність розвиватися при різних температурах, наявність і відсутність повітря сприяють розпространенню молочнокислих паличок. Ці мікроорганізми – активні кислотоутворювачі. Культурі *Lactobacillus acidophilus* властивий гомоферментативний тип молочного бродіння. Встановлено, що висока ацидофільність молочнокислих паличок, рН 3,0-3,5, залежить від накопичення в клітинах бактерій більшої кількості рибофлавіну, сприяючого процесам дихання клітинах [28]. Також *Lactobacillus acidophilus* володіють високою протеолітичною активністю. На відміну від молочнокислих стрептококів молочнокислі палички володіють більш вираженою ферментативною протеолітичною системою, мають розвинений комплекс пептидази і протеїназ [29-33].

Домінуючим критерієм відбору мікроорганізмів як стартові культури [31] у всьому світі служить ступінь впливу мікроорганізму на смако-ароматичні характеристики готового продукту в умовах інтенсифікації технологій виробництва м'ясопродуктів. Загальноприйнятими ароматообразователями є представники сімейства мікрококів і окремі штами молочнокислих бактерій. Крім того, успішне протікання технологічного процесу при виробництві ковбас більшою мірою залежить від активності використовуваної закваски. При складанні заквасок враховується ряд певних ознак молочнокислих бактерій, що характеризують їх виробничу цінність. Це, крім вищеперелічених органолептичних показників, стійкість до кухонної солі, жовчі, нітриту натрію, фенолу, який в малих концентраціях діє як протоплазматична отрута, сполучуваність штамів при їх сумісному культивуванні і так далі.

Скринінг ароматобразуючих штамів зазвичай здійснюється по ступеню освіти так званих попередників аромату - карбонільних з'єднань з розгалуженим вуглецевим ланцюгом. Джерелом цих з'єднань є амінокислоти: лейцин, ізолейцин, валін, фенілаланин, сірковмісна амінокислота - метіонін і вільні жирні кислоти.

У м'ясній промисловості широке застосування знайшли *Pediosoccus cerevisiae*, як закваска і ароматоутворюючі речовини залежно від штаму. З його

допомогою можна регулювати показник рН шляхом дозування добавки вуглеводів, а також тривалість згортання і кількість летючих кислот [3, 32].

З погляду ароматоутворення представляє інтерес розробка Данського м'ясного інституту - стартова культура *Moraxella phenylpyruvica*. Це психрофільна культура - факультативний анаероб, що дозволяє їй активно розвиватися в товщі продукту і як показали дослідження, продукувати речовини, що є попередниками аромату [2, 11, 30].

У Італії для вивчення органолептичних властивостей сухих ковбас як заквашувальні культури були апробовані штами *Micrococcus* sp., *Lactobacillus plantarum* [3].

У Англії для виробництва ферментированих ковбас типу Лефкас використовують заквашувальні культури *Lactobacillus* и *Micrococcus* в співвідношенні 50:50 [3-4, 6].

Для виробництва м'ясних виробів створені бактерійні препарати «Лактоплант» і «Мікрок». «Лактоплант» розроблений на основі молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* штамів 31 і 32. Препаратом «Мікрок» є денітрифікуючий мікрокок *Micrococcus caseolyticus* [3, 5, 32].

Стартові культури молочнокислих бактерій і мікрокока вносять в співвідношенні 1:1:1 на стадії засолювання м'ясної сировини одночасно з засолювальними інгредієнтами [28, 33].

Аналіз літературних даних свідчить про широке застосування бактерійних культур у виробництві м'ясних продуктів. Проте, викликають інтерес роботи з використання нового вигляду і штамів мікроорганізмів в м'ясних технологіях. У зв'язку з цим, розробка і впровадження нових технологій, орієнтованих на інтенсифікацію комплексу складних біохімічних перетворень, які протікають в м'ясній сировині в процесі його дозрівання, є актуальним завданням. Один з шляхів вирішення такої проблеми пов'язаний з біотехнологічним принципом модифікації м'ясної сировини - направленим регулюванням ходу біотехнологічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів, в результаті яких формується структура, колір і смако-ароматичні характеристики готового продукту. Перспективним напрямом є створення і

використання для виробництва м'ясних продуктів біологічно активних речовин на основі продуктів життєдіяльності пробіотичних культур.

1.5 Застосування ферментних препаратів в технології м'ясних продуктів.

За останніх 20 років отримали широкий розвиток виробництво і застосування біологічно активних речовин, заснованих на використанні тваринних тканин, рослин і мікроорганізмів. Біотехнологічні методи обробки сировини м'ясної галузі пов'язані із створенням прогресивних технологій, що в більшості випадків реалізуються у вигляді цілеспрямованого використання ферментних систем [11].

Вітчизняний і світовий досвід свідчать про доцільність застосування ферментів в м'ясній промисловості, зокрема при виробництві делікатесних виробів з сировини з високим вмістом сполучної тканини, що забезпечують прискорення процесу дозрівання і зниження жорсткості м'яса в 2,0-2,5 разу [9, 15].

Можливості використання такої сировини в м'ясній промисловості можуть бути значно розширені за рахунок застосування ферментів. Відносно до переробки тваринної сировини першорядне значення мають різні протеолітичні ферменти, розщеплюючі, коагулюючі і трансформуючі білки.

Протеолітичні ферменти травного тракту мають особливе значення в харчуванні - вони необхідні для нормального переварювання білків в організмі. Їх ефективність і потужність набагато перевершують синтетичні каталізатори. Вони високо специфічні по відношенню до своїх субстратів і прискорюють строго певні хімічні реакції без утворення побічних продуктів; ферменти функціонують в розбавлених водних розчинах при фізіологічних значеннях рН і температури [8-9].

Практика застосування ферментних препаратів показує, що не всі ферменти, що володіють високою протеолітичною активністю, при обробці м'ясної сировини дають бажаний ефект. Для технологів найбільший інтерес представляють дані, що стосуються дії ферментів на м'язові і

сполучнотканинні білки м'яса, що базуються на теоретичних дослідженнях механізму каталізу і фізико-хімічних властивостей [11].

Джерела і властивості ферментних препаратів тваринного походження для харчової промисловості. Промислова технологія ферментних препаратів почала розвиватися в першій чверті XX століття. Досвід практичного застосування ферментів для обробки м'яса, накопичений в нашій країні і низці закордонних країн (США, Канаді, Франції, Німеччині і ін.), свідчить про те, що цей порівняно новий спосіб обробки вельми ефективний для розм'якшення жорсткого м'яса і збільшення на цій основі об'єму вироблення м'ясних напівфабрикатів, поліпшення якості солоних м'ясних виробів, вироблення паст, емульсій, гідролізату, вживаних як білкові збагачувачі різноманітних харчових продуктів і в лікувальному харчуванні. До теперішнього часу ферментні препарати стали могутнім засобом трансформації практично будь-якого виду біологічної сировини, формуванню і контролю якості продуктів [3].

Ферментні препарати дозволяють значно прискорювати технологічні процеси, збільшувати вихід готової продукції, підвищувати її якість, економити цінну сільськогосподарську сировину, покращувати умови праці на виробництві.

У технології харчових продуктів застосовуються ферментні препарати з амілолітичною, протеолітичною, ліполітичною, пектолітичною, оксидазною активністю. Вони використовуються у виробництві спирту, пивоварінні і виноробстві, виготовленні фруктових і овочевих соків, в хлібопекарському виробництві, сироварінні, виробництві м'ясних і рибних виробів, крохмалопродуктів, гідролізату і іншої продукції [5, 11].

Внесені до м'ясної сировини ферментні препарати забезпечують аналогічні автолітичному ефекту трансформації білкових структур, при цьому процеси дозрівання м'яса під їх впливом протікають в 3-5 разів швидше.

Ферментні препарати відрізняються специфічністю дії на основні білки м'яса - міозин, колаген і еластин. Інтенсивність і глибина перетворення білкових структур м'яса залежить від виду, дозування препаратів, фізико-хімічних умов, що зумовлюють ступінь вираженої активності ферментів,

тривалість обробки. Під впливом ферментів відбувається істотне руйнування білкових молекул, що у результаті зумовлює формування необхідної консистенції, ніжності, рівня ВЗЗ і адгезійної здатності, смаку і аромату [7].

Ферментні препарати протеїназ допомагають вирішити проблеми вироблення високоякісних продуктів харчування з низькосортної м'ясної сировини із значним вмістом сполучної тканини, а також використання малоцінних продуктів, зокрема субпродуктів з високим вмістом сполучної тканини, в цілях отримання напівпродуктів (гідролізат, білкова добавка і т. д.) для їх обмеженого введення в рецептури м'ясних продуктів.

Поліпшення якості м'яса шляхом ферментативної обробки перспективно ще і тому, що вартість м'яса відносно висока, а кількість потрібних для пом'якшення ферментів невелика [15].

Джерела і властивості ферментних препаратів тваринного походження. Джерелами ферментів тваринного походження є: слизиста оболонка свинячих шлунків, слизиста оболонка тонкого кишечника, підшлункова залоза, слинні залози, сім'яники статевозрілих биків. З шлунку (сичуга) молодих телят виділяють сичужний фермент (ренін), широко використовуваний в сироварінні. Із слизової оболонки шлунку свиней і великої рогатої худоби отримують препарат пепсину. З підшлункової залози свиней отримують панкреатин, суміші трипсину, хімотрипсину, ліпаз і амілаз. Пепсин, трипсин і хімотрипсин застосовують для розм'якшення м'яса [2, 4].

У виробничих умовах отримують ряд препаратів: пепсин харчовий, ацидин - протепсин, пепсин, шлунковий сік, абомін, трипсин, лідаза.

Протепсин, володіючи колагеназною активністю, вивільняє з нього пролін і нестандартні амінокислоти: гідроксипролін (оксипролін) і гідроксилізін, що забезпечує харчову цінність колагену в раціоні повноцінного харчування, про що говорилося вище [15].

У зв'язку з цим, вивчення і оптимізація технологічних параметрів дії ферментних препаратів на протеоліз білків м'язової і сполучної тканини є актуальним і відкриває великі перспективи в м'ясній промисловості, зокрема, при переробці м'ясної сировини і розробці нових рецептур харчових продуктів.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1 Об'єкти дослідження

На підставі аналізу вітчизняної і закордонної наукової літератури з використання молочної телятини в м'ясних технологіях і динаміці показників якості та безпеки в процесі холодильної обробки і зберігання, об'єктами дослідження вибрані:

- парне, охолоджене і заморожене м'ясо молочних телят місячного віку, вигодованих молоком, вирощених на території Львівської області;
- м'ясний фарш, отриманий з охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії із вмістом сполучної тканини від маси відрубів ($7,3 \pm 0,4$)% (тазостегнова частина) і ($12,6 \pm 0,6$)% (лопаткова частина);
- м'ясні і м'ясорослинні напівфабрикати з фаршу на основі ферментованої охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії.

Як пробіотичні культури вибрані штами, які депонують в колекції типових культур мікроорганізмів *L.acidophilus* Д 75 і Д 76.

При культивуванні мікроорганізмів роду *Lactobacillus* на м'ясопептонному желатині найвищою протеолітичною активністю володіли бактерії *L.acidophilus* Д 75 і Д 76 [31].

Для ферментації молочної телятини використовували пробіотичну закваску на основі біопрепарату «Вітафлор», що містить ці штами. Препарат використовували у формі ліофілізату біомаси у флаконі пеніциліну. Склад ліофілізату біомаси *L.acidophilus* (230 міліграм) — не менше 100 млн. життєздатних клітин, аскорбінова кислота (вітамін С) - 12,5 міліграм; молоко сухе знежирене; сахароза; желатин харчової; автолізат пекарських дріжджів; лукаротин (β -каротин).

Як ферментний препарат використовували комерційний ферментний препарат «Протепсин», що включає комплекс кислих протеїназ, які діють аналогічно внутріклітинним ферментам катепсином і підсилюють їх гідролізуючу активність на білки м'яса; робоча активність препарату при температурі (20-45) °C і pH=4,5-6,0.

При розробці рецептур м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів використовували розроблений ферментований м'ясний фарш, печінка телячу охолоджену за ДСТУ 6030:2008, перець червоний болгарський свіжий за ДСТУ 2659-94, цибуля-порей свіжий за ДСТУ 8595:2015, капусту броколі за ДСТУ 8147:2015, морську капусту за ДСТУ 3326-96, лецитин «SOLEK-K-EML», оливкова олія «extra virgin» за ДСТУ 5065:2008, сіль кухонну харчову ДСТУ 3583-97 і перець чорний мелений за ДСТУ ISO 959-1:2008 [16-23].

2.2 Методи дослідження

При оцінці показників якості молочної телятини, ферментованого м'ясного фаршу, м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів застосовували фізичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, гістологічні і органолептичні методи дослідження.

Вимірювання величини рН проводилося на електронному рН-метрі 150МА [13].

Вміст води (W) визначали методом висушування при температурі 105°C в сушильній шафі [13], *величину вологоутримуючої здатності (ВУЗ)* - методом центрифугування [14].

Масову частку жиру в досліджуваних зразках визначали екстракційним методом в апараті Сокслета [13]; *масову частку білка* - методом К'ельдаля на основі мінералізації проби [14].

Аналіз фракційного складу білка в досліджуваних об'єктах проводили методом, в основі якого лежить принцип розділення білка на водо-, соле- і лугорозчинні фракції шляхом послідовного екстрагування проби у відповідних розчинниках на спектрофотометрі SSI-2101 [14].

Досліджуваний зразок піддавався двократному подрібненню на м'ясорубці. До наважки масою 5 г додавали дистильовану воду, в співвідношенні 1:6 (за масою) і проводили екстракцію на холоді протягом 1 год. Потім фільтрували через фільтрувальний папір на холоді. Відфільтровану рідину використовували для визначення водорозчинних білків. До залишку м'язової тканини додавали охолоджений сольовий розчин Вебера в

співвідношенні 1:6 до первинного наважки м'язової тканини. Екстракцію проводили на холоді протягом 30 хв. Після закінчення вказаного часу екстракт відокремлювали фільтруванням через фільтрувальний папір на холоді. До залишку м'язової тканини додавали луг в співвідношенні 1:2,5 і нагрівали до 96°C. Розчин охолоджували, потім екстракт відокремлювали фільтруванням через фільтрувальний папір. Відфільтровану рідину використовували для кількісного визначення лугорозчинних білків. Для проведення кольорової реакції до досліджуваного розчину білків додавали біуретовий реактив. Суміш залишали в спокої при кімнатній температурі протягом 30 хв. Після закінчення часу утворення забарвленого комплексу вимірювали оптичну щільність розчину при довжині хвилі (540-569) нм на спектрофотометрі. Для того, щоб визначити вміст білка в будь-якій фракції м'язової тканини, був побудований калібрувальний графік.

Для побудови графіка готували ряд послідовних розведень стандартного розчину білка, в якому використовували кристалічні сироватковий альбумін: 0,01 г білка розчиняли в 100 см³ дистильованої води, відбирали 1 см³ і доводили об'єм до 10 см³ і так далі.

З пробамі з кожного розведення білка проводили біуретову реакцію в умовах, відповідних опису методу, і вимірювали оптичну щільність забарвлених розчинів. Потім будують графік $D=f(c)$.

Приготування біуретового реактиву: 1,5 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і 6,0 г $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ розчиняли в 500 см³ розчину гідроксиду натрію масовою часткою 10%. Загальний об'єм доводили дистильованою водою до 1000 см³.

Сольовий розчин Вебера готували таким чином: 22,5 KCl, 1,70 NaHCO₃, 0,56 N₂CO₃ розчиняли в 500 мл дистильованої води.

Концентрацію білка (C) в пробі (%) розраховували за формулою:

$$C = (100 \times c \times V) / m$$

де c - концентрація білка, знайдена за калібрувальним графіком, мг/см³;

V - об'єм проби після екстрагування відповідної білкової фракції, см³;

m - маса наважки м'язової тканини, мг [14].

Дослідження оптичних властивостей поглинання поверхні досліджуваних зразків і їх зміна в результаті різних видів обробки і в процесі зберігання проводилося методом електронної спектроскопії дифузійного віддзеркалення (ЕСДО) [14] Електронні спектри поверхні зрізів досліджуваних зразків отримували на спектрофотометрі «Specord M-200» (AIZ Engineering GmbH Germany) в діапазоні довжин хвиль 200 - 700 нм з комп'ютерною обробкою даних в координатах $A = f(\lambda)$, де A - поглинання, а λ - довжина хвилі в нанометрах (нм).

Суть цього методу полягає в тому, що пучок світла від його джерела, розкладається в спектр. У спектрі, який проходить через речовину світла, ті або інші промені, в поглинання світла в речовині будуть ослаблені в порівнянні зі спектром світла, що йде прямо від джерела. Положення в спектрі області, на якій особливо сильно позначається поглинання світла речовиною (смуги поглинання), визначається молекулярним або атомним складом речовини, а ступінь поглинання - кількістю поглинаючих атомів і молекул. Таким чином, шляхом вивчення спектрів поглинання можна визначити як якісно, так і кількісно атомний і молекулярний склад речовин.

Мікроструктурні дослідження проводили за ДСТУ 7353:2013 «М'ясо. Методика гістологічного визначення свіжості та ступеня дозрівання», за ДСТУ 8379:2015 «М'ясо і м'ясні продукти. Прискорений метод визначення складу сировини» [27, 29].

Підготовка проб: досліджувані зразки завтовшки не більше 4 мм вирізали гострим ножем, уникаючи здавлення м'язів. Зразки закладали в банки з притертими кришками і заливали 2-3 об'ємами нейтрального формаліну. Тривалість фіксації у формаліні не менше 24 год.

Обезводнення: фіксований матеріал послідовно зневоднювали в розчинах етанолу об'ємними частками 80, 90 і 96 %, кожний протягом доби. Для видалення спирту з проб застосовували бензол. Зразки на 30 хв закладали в бензол, потім проби закладали в суміш бензолу і парафіну (1:1) в термостаті при температурі 37°C не менше 12 год.

Парафінування: заливка в чистий розплавлений парафін при температурі (56-58)°C не більше 3 год.

Приготування парафінових блоків: у форми наливали розплавлений парафін (2-3 % бджолиного воску), в них переносили проби і остуджували у воді 12 год.

Приготування гістологічних зрізів: з парафінових блоків вирізували кубики з пробамі всередині, і приклеювали на дерев'яні кубики. Кубики із зразками закріплювали на мікротомі і проводили нарізку гістологічних зрізів товщиною 5 мкм. Зрізи прикріплювали до прозорого скла за допомогою білка-гліцерину і краплі води. Скло із зрізом нагрівали в полум'ї пальники і висушували в термостаті при температурі 37°C протягом 12 годин.

Депарафінування зрізів проводили послідовно в ортоксилолі; спирті 96%, дистильованій воді. Потім їх забарвлювали гематоксиліном Гаріса і еозином. Зневоднювали і освітлювали гістологічні зрізи спиртом 96%, карбоксиллом, ксилолом.

На прозоре скло з отриманими зрізами наносили краплю бальзаму, накривали покривним склом і мікроскопували [14].

При обґрунтуванні умов культивування і внесення пробіотичної закваски в м'ясний фарш оцінювали її кислотність *титриметричним методом*, заснованим на титруванні молока (закваски) 0,1н розчином гідрооксиду натрію з фенолфталеїном [14].

Визначення молочнокислих бактерій у ферментованому фарші проводили за ДСТУ EN 12824:2004 «Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Методи виявлення і підрахунку кількості мезофільних молочнокислих мікроорганізмів». Аналіз заснований на висіві певної кількості продукту і його розведення в рідких або на щільні живильні середовища, культивуванні посівів в оптимальних для зростання умовах, підрахунку кількості бактерій і визначення морфологічних і біохімічних властивостей [28-33].

Органолептичні показники охолодженої і замороженої молочної телятини визначали відповідно до ДСТУ 4823.2:2007 «М'ясо. Методи відбору зразків і органолептичні методи визначення свіжості», м'ясних і м'ясорослинних

напівфабрикатів фаршів за ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Загальні умови проведення органолептичної оцінки» [25] Оцінку проводили за п'яти бальною системою.

Кислотне і перекисне число оцінювали за ДСТУ 55480-2013 «М'ясо і м'ясні продукти. Метод визначення кислотного числа» і ДСТУ 54346-2011 «М'ясо і м'ясні продукти. Метод визначення перекисного числа» [13, 14].

Мікробіологічні показники і інші показники безпеки аналізували відповідно до вимог СанПін 2.3.2.1078-2001 (з доповненнями і змінами) [34] за ДСТУ EN 12824:2004 «М'ясо і м'ясні продукти. Загальні вимоги і методи мікробіологічного аналізу», ДСТУ 8447:2015 «Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів», ДСТУ 8446:2015 «Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів» [28, 30], ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення (ISO 11290-1:1996, IDT) [32], за ДСТУ 8381:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень» [28, 31, 33].

Отримані дані оброблялися методом математичної статистики із знаходженням достовірного інтервалу при вірогідності 0,95 за допомогою комп'ютерних програм.

2.3 Схема проведення досліджень

Схема проведення досліджень наведена на рисунку 2.1.

Для дослідження показників якості і безпеки молочної телятини II категорії використовували м'ясо:

- парне (через дві години після забою);
- охолоджене (охолоджували м'ясо в повітряному середовищі при температурі $t_n = (0 \pm 1)^\circ\text{C}$ в умовах природної конвекції і зберігали при $t_{36} = (3 \pm 1)^\circ\text{C}$);
- заморожене (заморожували при $t_n = (-35 \pm 1)$ і $(-24 \pm 1)^\circ\text{C}$ до середньооб'ємної кінцевої температури $t_v = -18 \pm 1^\circ\text{C}$ і зберігали при цій же

температурі); м'ясо розморожували двома способами: повільним при $t_n = 20 \pm 1$ °C; швидкості руху повітря $t_n = 0,1$ м/с і швидким - в ІЧ-печі потужністю 2 кВт.

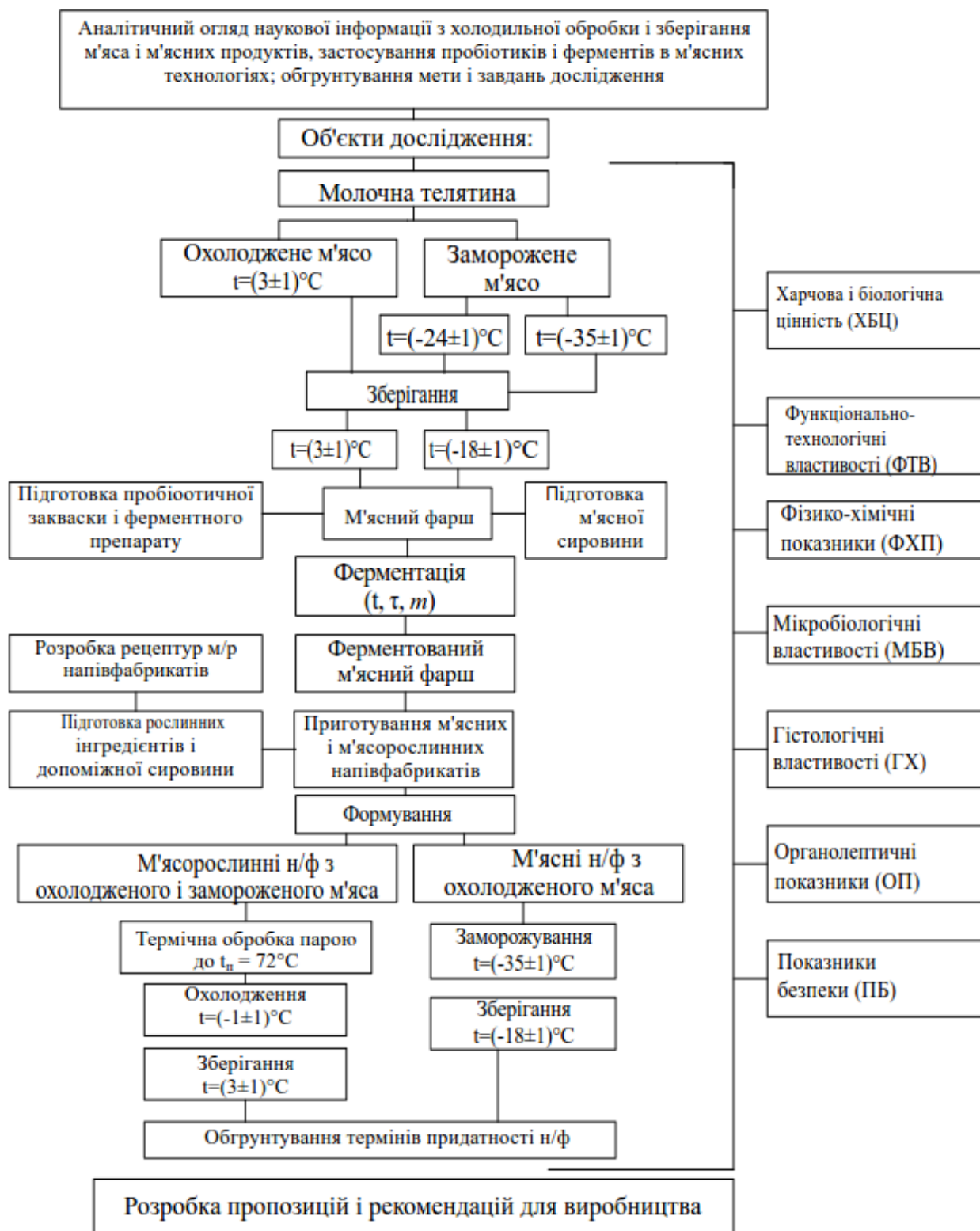


Рисунок 2.1 - Схема проведення експерименту

Охолоджену і заморожену молочну телятину заздалегідь подрібнювали на вовчку з діаметром решітки 3 мм.

Для ферментації молочної телятини м'ясного фаршу, отриманого з тазостегнової частини із вмістом сполучної тканини $(7,3 \pm 0,4)\%$, і з лопаткової - $(12,6 \pm 0,6)\%$ використовували біопрепарат «Вітафлор» симбіотичний комплекс молочнокислих бактерій *L.acidophilus*, що містить, штами Д75 і Д76 і ферментний препарат «Протепсин». Для внесення пробіотичних культур «Вітафлор» до м'ясного фаршу, заздалегідь закваску активували.

Отриманий ферментований м'ясний фарш використовували при виготовленні напівфабрикатів. При складанні рецептур м'ясорослинних напівфабрикатів використовували фарш з охолодженого і замороженого м'яса, а також печінку телячу охолоджену, болгарський перець, цибулю-порей, лецитин, спеції: сіль і чорний мелений перець і зберігали при $t=(3 \pm 1)^\circ\text{C}$. Ферментований м'ясний напівфабрикат фаршу, виготовлений з охолодженої телятини, зберігали при $t=(-18 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Для обґрунтування термінів придатності охолоджених і заморожених: молочної телятини, м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу виготовленого на основі ферментованого м'яса аналізували органолептичні і фізико-хімічні показники якості; мікробіологічні і інші показники безпеки.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Функціонально-технологічні властивості, біологічна цінність і показники якості охолодженої молочної телятини

В процесі дослідження впливу низьких позитивних і негативних температур на органолептичні, фізико-хімічні показники якості, функціонально-технологічні властивості, харчову і біологічну цінність молочної телятини II категорії із вмістом сполучної тканини від маси відрубів (7,3±0,4)% (тазостегнова частина) і (12,6±0,6)% (частина лопатки), враховували полягання м'язової тканини, умови холодильної обробки і тривалість зберігання (т) в охолодженому і замороженому стані.

Визначені функціонально-технологічні властивості парної молочної телятини II категорії через 2 години після забою: $pH=(6,3\pm0,1)$, $W(81,2\pm0,2)\%$, $ВУЗ=(94,4\pm0,6)\%$.

За результатами органолептичної оцінки парної телятини виявлено м'ясо рожево-молочного кольору з невеликими відкладеннями жиру, м'язи на розрізі злегка вологі, не залишають вологої плями на фільтрувальному папері, консистенція на розрізі щільна, пружна, що утворена при натисканні шпателем ямка швидко вирівнюється, запах специфічний, властивий даному виду м'яса.

Протягом першої доби після забою розвиток посмертного залякання призводить до різкого зниження pH , що пов'язане з накопиченням молочної кислоти (рисунк 3.1). Відомо, що основними автолітичними процесами, що протікають в м'ясі в післязабійний період є амілолітичний і гідролітичний розпад глікогену, перетворення нуклеотидів, порушення роботи «Са-насоса», що приводить до збільшення іонів Са в системі, яке веде до утворення актоміозинового комплексу [15].

Для запобігання охолоджуючого стиснення м'язової і сполучної тканини молочну телятину витримували при температурі $(12\pm1)^{\circ}C$ протягом (24 ± 2) год. У цей період м'ясо знаходилося в стані посмертного залякання і характеризувалося низьким значенням pH - $(5,4\pm0,1)$ і мінімальною величиною ВУЗ - $(87,0\pm0,7)\%$. Потім м'ясо охолоджували в повітряному середовищі в

умовах природної конвекції при температурі $(1\pm1)^\circ\text{C}$ до температури в центрі відрубу тазостегнової і лопаткової частин туші теляти $(4\pm1)^\circ\text{C}$. При даній температурі м'ясо зберігали протягом 13 діб.

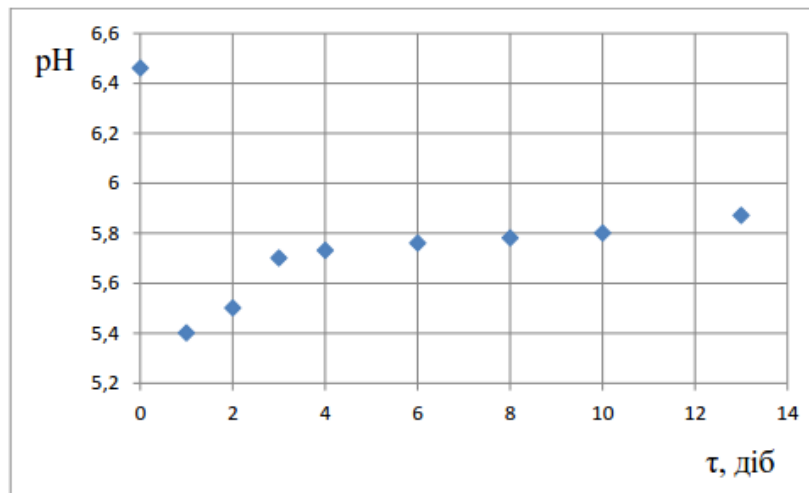


Рисунок 3.1 - Зміна величини pH при зберіганні охолодженої телятини II категорії

Відзначено, що значення pH телятини при зберіганні в охолодженому стані трохи відрізнялися.

Відмічено, що через 24 год. зберігання охолодженої молочної телятини значення pH і ВУЗ починають збільшуватися, що свідчить про настання стадії розслаблення і дозрівання м'язової тканини.

За літературними даними відомо, що послаблення посмертного залякання в м'ясі при зберіганні в охолодженому стані настає на 3-4 доби; через три доби відбувається руйнування актоміозинового комплексу і властивості м'яса починають відновлюватися [15].

Так, в охолодженому дорілому м'ясі, значення pH склало $(5,7\pm0,1)$, ВУЗ - $(91,1\pm0,9)\%$, W - $(72\pm0,8)\%$, вміст білка (Б) і жиру (Ж) - $(19,2\pm0,9)\%$ і $(1,2\pm0,2)\%$.

Важливою характеристикою білків є кількісне співвідношення різних фракцій, що впливають не тільки на технологічні властивості, але і на біологічну цінність. З цією метою, визначений вміст білків водо-, соле- і лугорозчинних фракцій охолодженої дорілої молочної телятини II категорії в тазостегновій і лопатковій частинах.

Так, кількість білків (%) водо-, соле- і лугорозчинних фракцій в тазостегновій частині телятини склала 5,9, 6,0 і 5,7, лопатковій частині - 5,2, 5,7, 8,5.

На 13 добу зберігання охолодженої телятини було визначено кислотне число, яке склало 0,5 міліграм КОН при нормі 4 міліграми КОН, що свідчить про те, що окислення ненасичених жирних кислот відбувається поволі і знаходиться на початковій стадії.

Зміна кислотного числа при зберіганні охолодженої телятини представлена на рисунку 3.2.

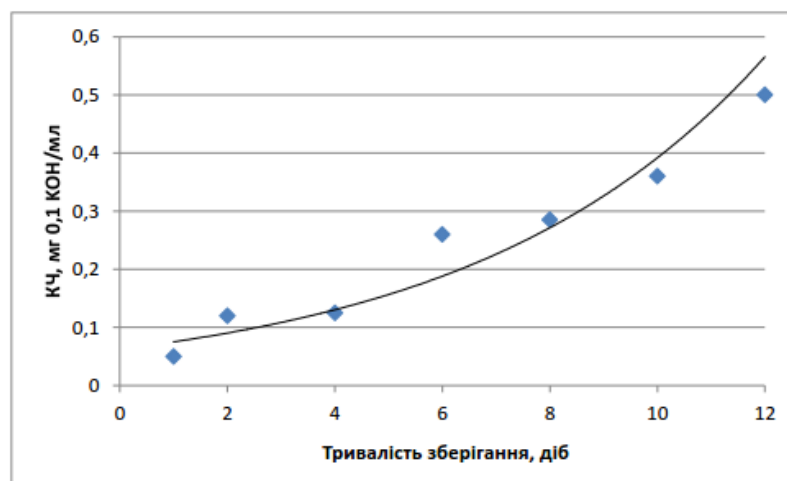


Рисунок 3.2 - Кінетична крива зміни кислотного числа при зберіганні охолодженої телятини

Продукти окислення триацилгліцеринів при зберіганні м'яса не виявлені.

Результати органолептичної оцінки молочної телятини при зберіганні в охолодженому стані представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники охолодженої телятини

Показник	Тривалість зберігання, діб				
	1	3	6	10	13
Зовнішній вигляд і колір	5	5	4,9	4,8	3,8
Консистенція	5	5	5	4,9	3,7
Запах	5	5	5	4,9	3,5
Стан жиру	5	5	5	5	5
Середнє значення	5	5	4,9	4,9	4

В процесі зберігання молочної телятини в охолодженому стані досліджена зміна кількості санітарно-показових мікроорганізмів - колононієутворюючих мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) (рисунок 3.3).

Як видно з рисунка 3.3 в процесі зберігання охолодженої телятини відбувається збільшення мікрофлори. Відмічено, що переважають бактерії пологів *Pseudomonas* і *Achromobacter*.

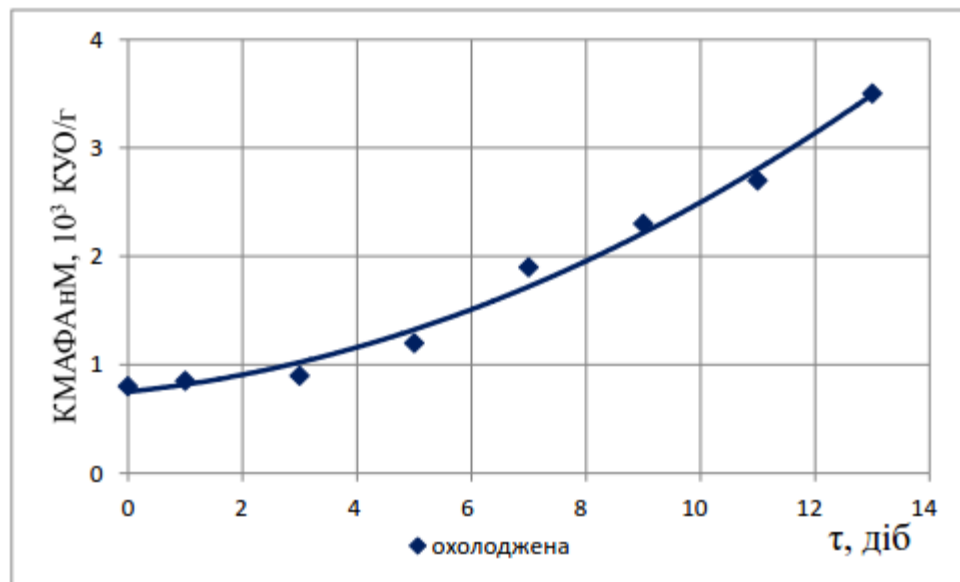


Рисунок 3.3 - Зміна КМАФАнМ молочної телятини при зберіганні в охолодженому стані

При зберіганні охолодженої молочної телятини протягом 13 діб кількість санітарно-показових мікроорганізмів не перевищує норм, приведених в СанПін 2.3.1078 - 01 [34]. Патогенні мікроорганізми, зокрема сальмонели, *L. Monocytogenes*, а також інші показники безпеки (пестициди, токсичні метали і радіонукліди) не виявлені, що відповідає вимогам даного документа [32].

3.2 Вплив умов заморожування і тривалості зберігання на біологічну цінність білків молочної телятини

При обґрунтуванні технологічних параметрів заморожування і тривалості зберігання молочної телятини визначальне значення мають зміни суми білків і білків водо-, солі і лугорозчинних фракцій, фізико-хімічних і органолептичних показників якості, а також показників безпеки.

Зміни біологічної цінності білків молочної телятини в процесі заморожування і зберігання оцінювали за динамікою загальної кількості білків,.

В процесі заморожування м'яса відбувається денатурація білків, що супроводжується конформаційними змінами структури білкової молекули. Оскільки при денатурації відбувається розрив великої кількості слабких водневих, а потім гідрофобних іонних зв'язків, то слід вважати, що при кріоденатурації руйнується, перш за все, вторинна структура білків. Ця структура утворюється в результаті взаємодії між функціональними групами амінокислот за рахунок водневих зв'язків між атомами кисню і атомами азоту аміногруп. Водневі зв'язки утворюються між гідрофільними незарядженими групами ($-\text{OH}$ $-\text{CO}-\text{NH}_2$, $-\text{SH}$ - групи) і будь-якими іншими гідрофільними групами.

Для вторинної структури білків характерні регулярні структури двох типів: α - спіраль і β - структура; У α - спіральній структурі білка пептидний ланцюг закручується у вигляді спіралі за рахунок утворення водневих зв'язків між атомами кисню карбонільних груп і атомами азоту аміногруп, що входять до складу пептидних груп через чотири амінокислотні залишки. Така α - спіральна структура є найбільш стійкою конформацією пептидного ланцюга, що відповідає мінімуму вільної енергії, що пояснюється утворенням великої кількості водневих зв'язків [11].

В результаті утворення α - спіралей поліпептидний ланцюг коротшає, але при кріоденатурації в результаті розриву водневих зв'язків, припускаємо, що поліпептидний ланцюг подовжується і стає доступнішим для дії ферментів, що підтверджується збільшенням вмісту вільних амінокислот.

На відміну від α - спіралей, розрив водневих зв'язків, що формують β - структуру за рахунок утворення безлічі водневих зв'язків між атомами пептидних груп лінійних областей одного поліпептидного ланцюга або між різними поліпептидними ланцюгами, не викликає подовження останніх. Отже, дія ферментів у β - структурі денатурованої білкової молекули буде утруднено.

Слід зазначити, що при кріоденатурації можливо також порушення третинної структури білків, що формується за рахунок гідрофобних, іонних і водневих зв'язків, а не ковалентних. Гідрофобні взаємодії відбуваються між гідрофобними радикалами амінокислот. Між близько розташованими один до одного атомами можуть виникнути також сили Ван-дер-Вальса. В результаті усередині білкової глобули утворюється гідрофобне ядро. Гідрофільні радикали амінокислот прагнуть утворити водневі зв'язки з водою і тому в основному розташовуються на поверхні білкової молекули.

Всі гідрофільні групи радикалів амінокислот, що опинилися усередині гідрофобного ядра, взаємодіють один з одним за допомогою іонних і водневих зв'язків. У денатурованому білку гідрофобні радикали, які в нативній структурі молекули заховані усередині гідрофобного ядра, виявляються на поверхні [11].

Можуть об'єднатися один з одним гідрофобними зв'язками, що призводить до зниження розчинності білків. Крім того, компактна щільна просторова структура нативного білка при кріоденатурації різко збільшується в розмірах і стає також досяжною для дії ферментів.

Встановлена залежність зміни кількості амінокислотного складу, вільних незамінних і замінимих амінокислот від структури R-бокових груп і умов холодильної обробки молочної телятини. Показано, що біологічна цінність білків м'яса при холодильній обробці не знижується, оскільки кількість незамінних амінокислот з гідрофобними і гідрофільними неіоногенними R-групами не змінюється, а вміст замінимих амінокислот з гідрофільними катіонними і аніонними R-групами зменшується трохи.

3.3 Гістологічні дослідження охолодженої і замороженої молочної телятини

Гістологічні дослідження мікроструктури молочної телятини I категорії в парному, охолодженому і замороженому стані представлені на малюнках 3.4-3.6

Для парної телятини (рисунок 3.4) характерне щільне укладання м'язових волокон, що мають гофровану або складчасту форму. Поверхня м'язових

волокон нерівна, відрізняється специфічним рельєфом і складається з товстих і тонких валиків, що чергуються, лежачих впоперек волокон. Сполучнотканинні прошарки між пучками м'язових волокон мають вид ущільнених сухожиль.

У парному м'ясі виявляються вузлові скорочення, в яких порушений порядок поперечно-смугастих сплетінь, замість анізотропних і ізотропних дисків, що правильно чергуються, видно викривлені лінії, при цьому розривів на вузлах зустрічається мало. Ядра м'язових волокон мають овальну, витягнуту форму.

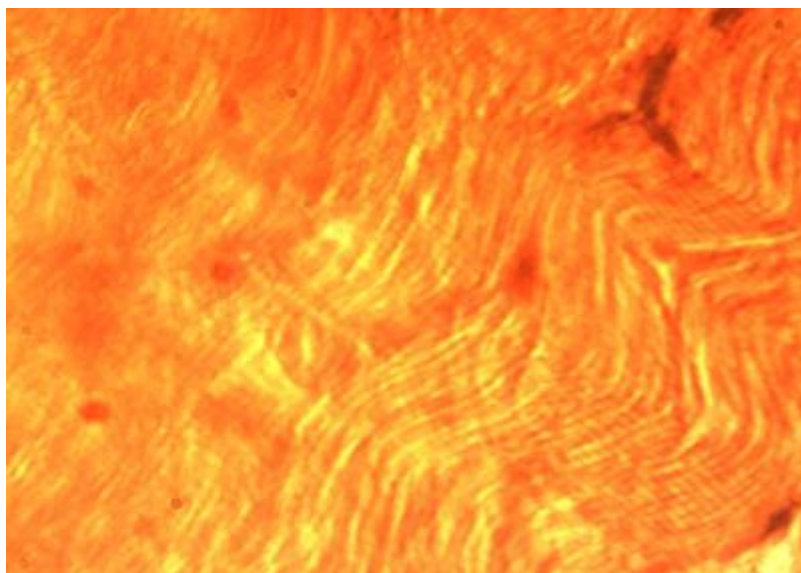
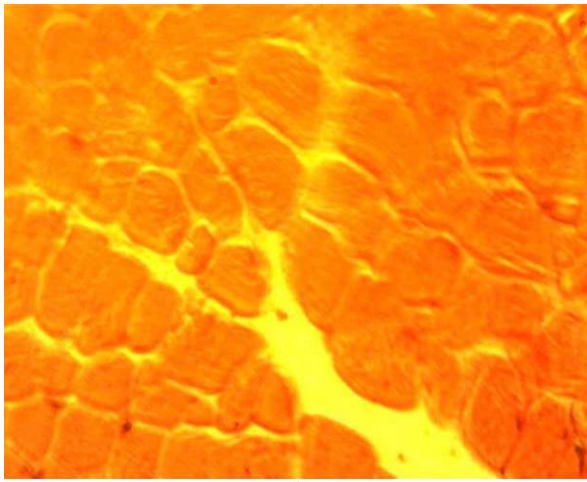


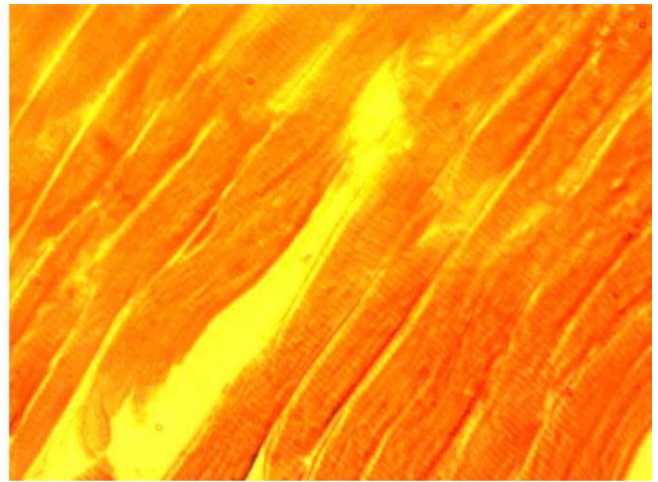
Рисунок 3.4 - Мікроструктура парної молочної телятини

Мікроскопічний аналіз досліджуваних зразків охолодженої молочної телятини показав появу поперечних, рваних тріщин в місцях скорочення міофібрил, які в парному м'ясі майже не зустрічаються.

Вузлових скорочень стає більше, вони є дрібнопетлистою структурою. Можна також відзначити фрагментацію і деструкцію міофібрил, а також подовжнє роз'єднання волокон. На подовжньому розрізі спостерігається поперечне сплетіння, відмічені початкові ознаки автолітичних змін. Скорочені м'язові волокна дещо розслабляються і випрямляються, втрачається гофрованість. Поперечне сплетіння в поверхневих шарах волокон виражено слабше, тоді як у волокнах глибоких шарів виявляється чіткіше. Всі прошарки рихлої сполучної тканини як в ендомізії, так і в перимізії щільніші і стислі.



а)



б)

Рисунок 3.5 - Мікроструктура охолодженої молочної телятини
а) - поперечний розріз; б) - подовжній розріз

В процесі зберігання молочної телятини в охолодженому стані виразної форми набувають пучки м'язових волокон. Більш виражені автолітичні зміни, спостерігається поперечному сплетінні, м'язові волокна добре структуровані.

На рисунку 3.6 представлені результати гістологічного аналізу замороженої молочної телятини.

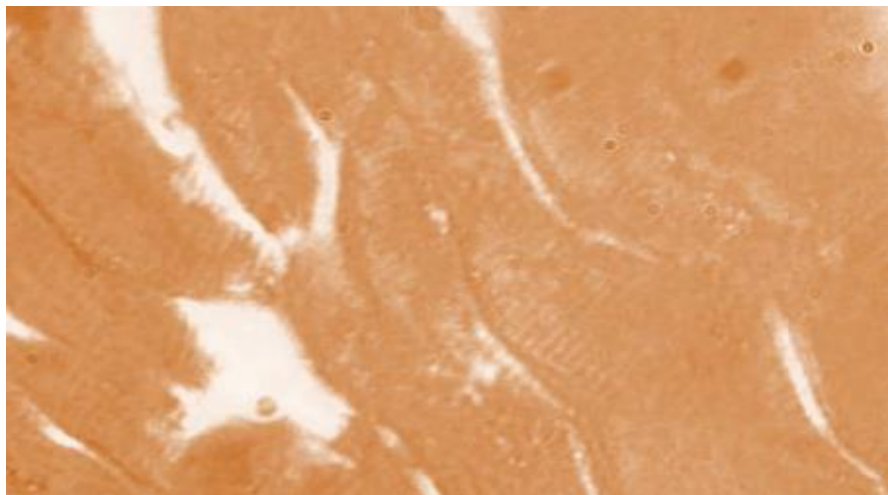


Рисунок 3.6 - Мікроструктура замороженої молочної телятини

Як показано на рисунку 3.6, зміни, що виникають при заморожуванні, характеризуються появою водних кристалів і зміною загального вигляду і товщиною м'язових волокон. При заморожуванні молочної телятини відбувається збільшення відстані між волокнами, які повторюють форми водяних кристалів, що знаходяться в цих місцях до розморожування. Спостерігаються фрагментовані волокна з сильно порізаними краями.

Виявляються три структурно різні зони, які виникають в процесі заморожування. Поверхнева зона, лежить безпосередньо під фасцією, найвужча. Складається із струнких, компактно укладених м'язових волокон товщиною 15,6 мкм (у 3-4 рази тонше за звичайні волокна парного м'яса). Всі волокна цієї зони зберігають щільне розташування і мають поперечну структуру.

У другій, (середній за глибиною) зоні, м'язові волокна сильно фрагментовані і в значній мірі деформовані. Розташовуються вони рихло, і в проміжках між ними часто виявляються просвіти з нерівними краями. Процеси кристалізації є причиною рихлого і хаотичного розташування м'язових волокон, їх фрагментації і деформації. У зонах локалізації кристалів льоду спостерігається деструкція саркоплазматичного ретикулума, локальний розпад сарколеми, часткове руйнування волокнистої структури сполучної тканини.

У третій зоні, м'язові волокна більшою мірою наближаються до нормального вигляду, хоча в 1,5-2 рази тонше звичайних. У їх розташуванні і структурі не проглядається різких відхилень. Волокна розташовуються досить тісно. Між ними добре виявляються тонкі прошарки ендомізію. Поперечна структура волокон добре виявляється.

Таким чином, мікроскопічний аналіз дозволив чітко виявити структурні особливості досліджуваних зразків молочної телятини в охолоджену і заморожену стани. Отримані істотні відмінності мікроструктури м'язових і сполучнотканинних волокон в їх розташуванні, розмірах, які обумовлені впливом низьких позитивних температур і утворенням льоду в м'язовій тканині в замороженому стані, фізико-хімічними і біохімічними процесами, що відбуваються в охолодженій молочній телятині при зберіганні.

За результатами органолептичної оцінки якості замороженої молочної телятини, не виявлено відмінностей зовнішнього вигляду, кольору, консистенції і запаху залежно від температури заморожування. Зразки телятини, заморожені при температурі -24 і -35°C, отримали оцінку 4,8 через 10 міс. зберігання (таблиця 3. 2).

Таблиця 3.2

Органолептичні показники замороженої телятини

Показник	Тривалість зберігання, міс. при t °C							
	3		6		10		12	
	-24	-35	-24	-35	-24	-35	-24	-35
Зовнішній вигляд і колір	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,6	4,6
Консистенція	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,6	4,6
Запах	5,0	5,0	5	5	4,8	4,8	4,7	4,7

Таким чином, за комплексом органолептичних і фізико-хімічних показників якості, структурними змінами і іншим показникам безпеки обґрунтовані наступні терміни придатності молочної телятини II категорії: при температурі зберігання $(3\pm 1)^{\circ}\text{C}$ і $(-18\pm 1)^{\circ}\text{C}$ - 10 діб і 10 міс. відповідно.

3.4 Дослідження і обґрунтування технологічних параметрів біомодифікації на властивості молочної телятини

З метою обґрунтування застосування пробіотичних культур і ферментів в технології для біомодифікації властивостей молочної телятини, що відрізняється підвищеним вмістом сполучної тканини досліджували зміни, що протікають в м'ясному фарші під дією продуктів метаболізму молочнокислих бактерій *Lactobacillus Acidophilus* штамів Д.75 і Д.76 і ферментного препарату «Протепсин».

Основним чинником, що визначає харчову і біологічну цінність білків різних видів м'яса, зокрема, телятини є вміст білка (його амінокислотний склад, співвідношення незамінних і заміних амінокислот, присутність вільних амінокислот, а також пептидів різної молекулярної маси) і екстрактних речовин. Застосування ферментних препаратів або пробіотичних культур, що відрізняються високою протеолітичною активністю, дозволяє цілеспрямовано регулювати співвідношення і кількість цих з'єднань і, як наслідок, впливає на органолептичні і фізико-хімічні показники якості напівфабрикатів і готових виробів, їх функціонально - технологічні властивості.

При застосуванні пробіотичних культур, для цілеспрямованої модифікації властивостей м'ясної сировини, важливе значення має обґрунтування режиму

культивування бактерій, активування закваски, доза і внесення її в м'ясний фарш.

Для внесення пробіотичних культур до м'ясного фаршу, отриманого при подрібненні охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії (тазостегнова частина) на вовчку з діаметром решітки 3 мм, заздалегідь закваску активували за схемою, наведеній на рисунку 3.7.

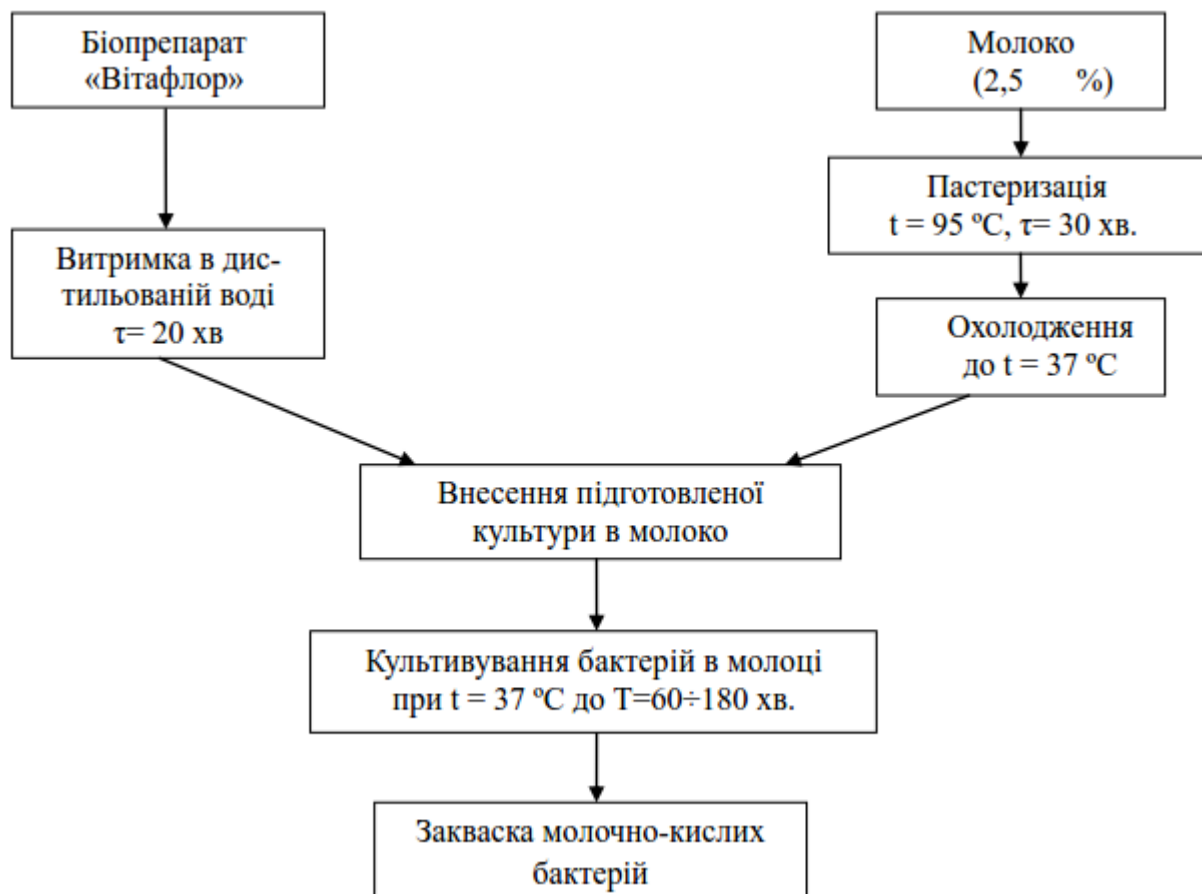


Рисунок 3.7 - Схема активації симбіотичного комплексу ацидофільних мікроорганізмів

Режим культивування досліджуваних бактерій включає: приготування суспензії з біопрепаратом «Вітафлор» при змішуванні його із стерильною водою при співвідношенні 1:2 відповідно; витримка цієї суспензії при $t = 20^{\circ}\text{C}$ протягом 20 хв., внесення до пастеризованого молока 2,5% жирності, заздалегідь нагрітого до $t = 37^{\circ}\text{C}$ в стерильних умовах і культивування штамів при $t = 37^{\circ}\text{C}$ до титрованої кислотності не менше $(60-65)^{\circ}\text{T}$ і титру $(\text{T}) = 1107$ КУО/мл.

Тривалість культивування бактерій визначали за утворенням молочної кислоти. Встановлено, що після внесення культури кислотність закваски титрованої через 6 год. склала 60°Т, через 8 год - 180°Т, при цьому титр $T=1107$ КУО/мл.

Отриману таким чином закваску вносили до м'ясного фаршу, приготованого з охолодженої (варіант 1 - В1) і замороженої телятини (варіант 2-В2).

У дослідні зразки м'ясного фаршу масою $m=300$ г вносили закваску в кількості від 2 до 8 % від маси сировини. Залежно від дози закваски (2, 4, 6, 8%), що вноситься, підготовлені зразки позначали В1-2; В1-4; В1-6; В2-8; для фаршу із замороженого м'яса – В2-2; В2-4; В2-6; В2-8, де перша цифра означає варіант дослідів, друга - кількість внесеної закваски.

Дослідні зразки м'ясного фаршу безперервно перемішували в мішалці із закваскою і витримували при температурі $(22\pm 1)^{\circ}\text{C}$ до досягнення у фарші $\text{pH}=5,2\pm 0,1$.

При дозріванні м'ясного фаршу велике значення мають процеси, що викликаються життєдіяльністю мікроорганізмів і активністю тканинних ферментів. При цьому відбувається розпад глікогену з утворенням молочної кислоти, швидкість накопичення якої залежить від роду, виду і штаму пробіотичних культур.

Для процесів структуроутворення м'ясного фаршу важливе значення має величина рН. Відомо, що при значеннях рН, близьких до 5,2-5,3 відбувається набухання колагену, гідроліз міжмолекулярних зв'язків, підвищення активності клітинних ферментів, особливо катепсинів. Крім того, швидке і безперервне зниження рН фаршу до значень 5,2-5,3 пригнічує зростання розвитку патогенних мікроорганізмів.

На рисунках 3.8 – 3.9 приведені за зміною рН у фарші з охолодженого і замороженого м'яса залежно від часу його витримки (т) і дози внесеної закваски.

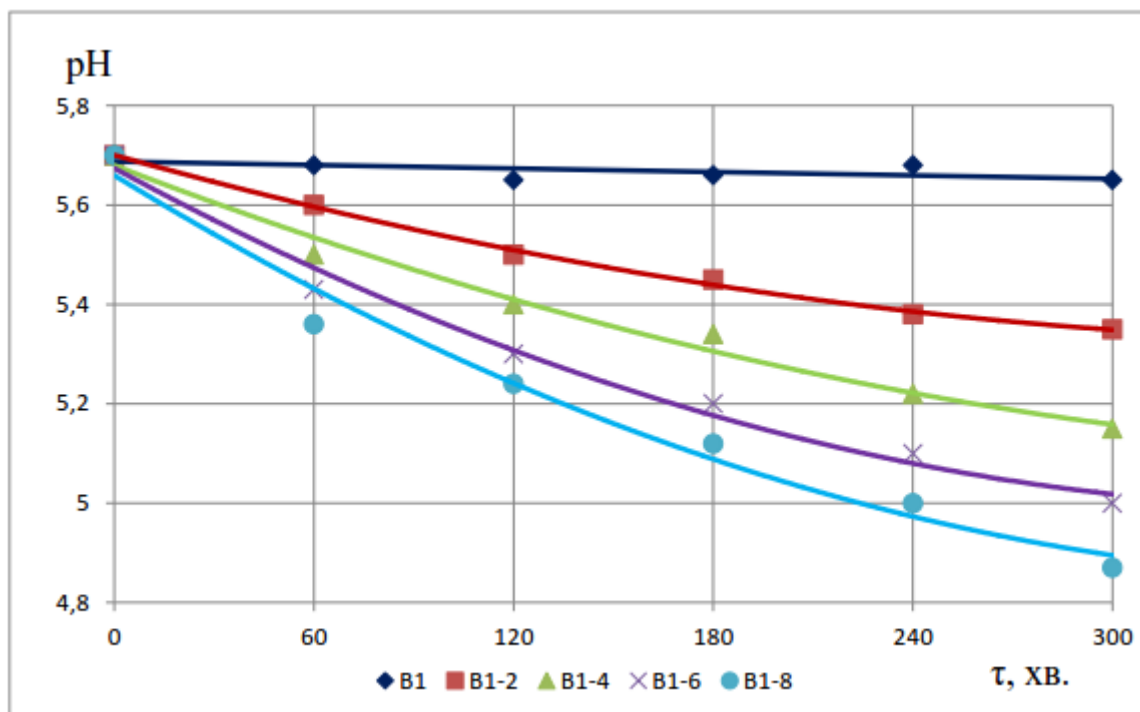


Рисунок 3.8 - Залежності зміни рН м'ясного фаршу з охолодженої телятини від тривалості витримки (τ) при $t=(22\pm1^\circ\text{C})$ і дозах закваски

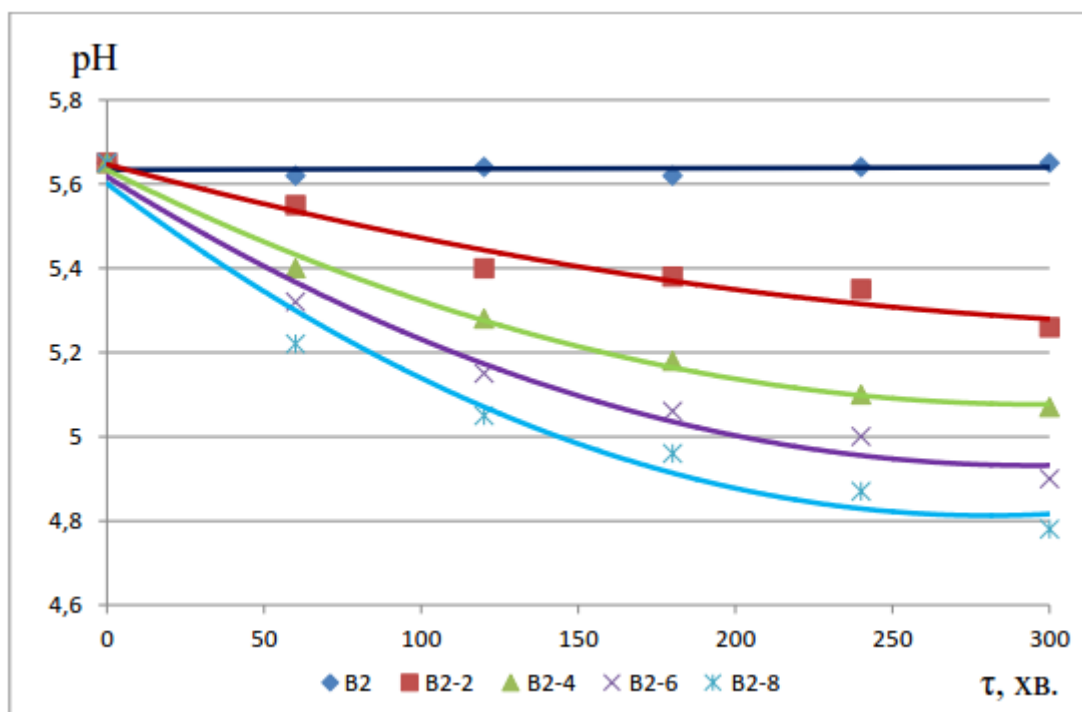


Рисунок 3.9 - Залежності зміни рН м'ясного фаршу з замороженої телятини від тривалості витримки (τ) при $t=(22\pm1^\circ\text{C})$ і дозах закваски

Як випливає з рисунків 3.8, 3.9 оптимальне значення рН в м'ясному фарші з охолодженої телятини, досягається протягом 350, 240, 180 і 160 хв., із замороженого - протягом 300, 150, 120, 80 хв. відповідно для зразків

фаршу з внесенням дози закваски 2, 4, 6 і 8%. З даних рисунків видно, що максимальне зниження значень рН відбувається протягом 60-120 хв., потім цей процес сповільнюється.

Зниження значень рН в м'ясному фарші пов'язане з утворенням молочної кислоти за участю бактерій *L.acidophilus*. Очевидно, що із збільшенням дози внесеної закваски, синтез молочної кислоти прискорюється і, як наслідок, зменшується час витримки.

Встановлено, що оптимальне значення $pH=(5,2\pm0,1)$ досягається при витримці досліджуваних зразків фаршу (В1 і В2), з внесенням 6 і 4% заквасок протягом 180 і 150 хв. відповідно.

Визначені константи швидкості реакції псевдопершого порядку (K_1) утворення молочної кислоти в м'ясних напівфабрикатах. Для досліджуваних зразків В1-6 і В2-4 значення K_1 склали - 5,10 і 6,32 (1×10^{-4} , хв⁻¹). Як впливає з представлених даних, максимальна швидкість утворення молочної кислоти досягається в м'ясному фарші, виготовленому із замороженої молочної телятини з додаванням 6% заквасок.

Протеоліз білків, утворення поліпептидів різної молекулярної маси і вільних амінокислот залежить від масової частки закваски на основі біопрепарата «Вітафлор», а також від технологічних параметрів витримки фаршу. В процесі дослідження впливу продуктів метаболізму бактерій, зокрема, протеолітичних ферментів на білкові фракції вивчали зміну вмісту водо-, соле- і лугорозчинних фракцій білків залежно від дози внесеної закваски, при ферментації досліджуваних зразків фаршу В1 і В2 в умовах низької позитивної температури $t=(22\pm1)^\circ\text{C}$ протягом 180 і 150 хв., відповідно.

Дослідження за зміною масової частки водо- і солерозчинних фракцій білків (рисунки 3.10, 3.11) показали, що протеоліз білків інтенсивніше протікає при додаванні закваски в м'ясний фарш, із замороженої телятини в кількості 4%, з охолодженої - 6 %. Подальше збільшення дози закваски в досліджуваних зразках м'ясного фаршу трохи впливає на протеоліз водо- і солерозчинних білків.

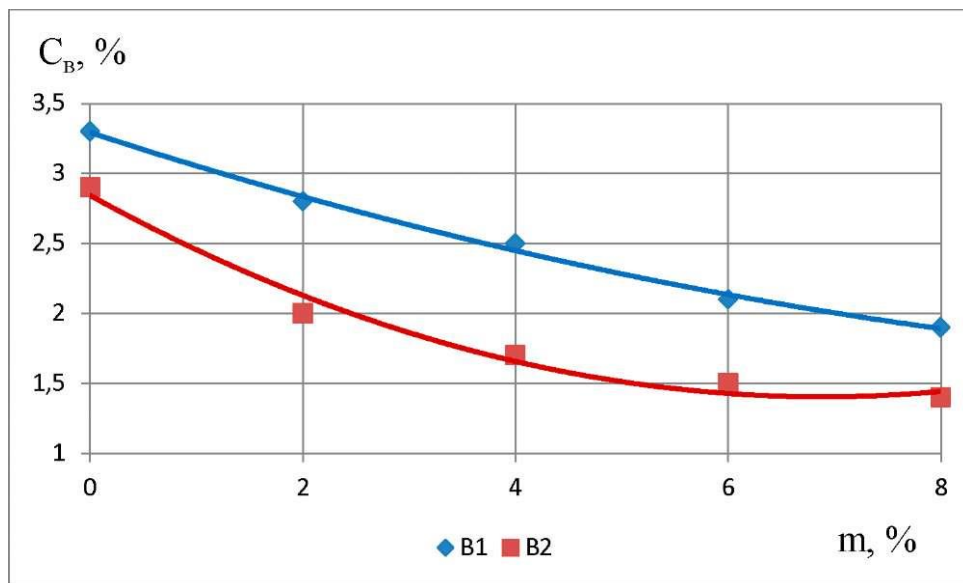


Рисунок 3.10 - Зміна вмісту білків водорозчинної фракції (C_B) м'ясного фаршу з охолодженої і замороженої телятини залежно від дози закваски (m)

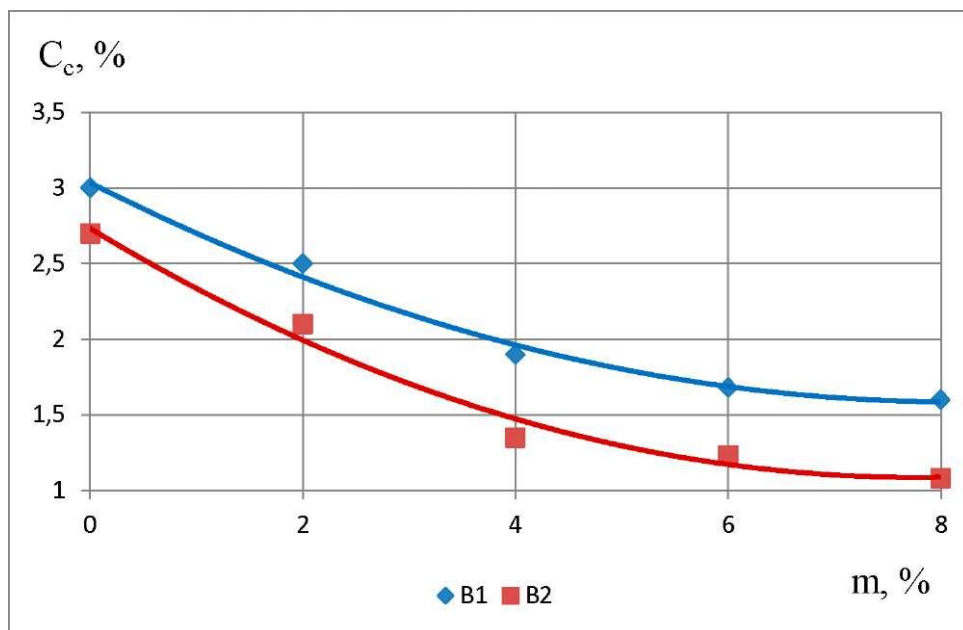


Рисунок 3.11 - Зміна вмісту білків солерозчинної фракції (C_c) м'ясного фаршу з охолодженої і замороженої телятини залежно від дози закваски (m)

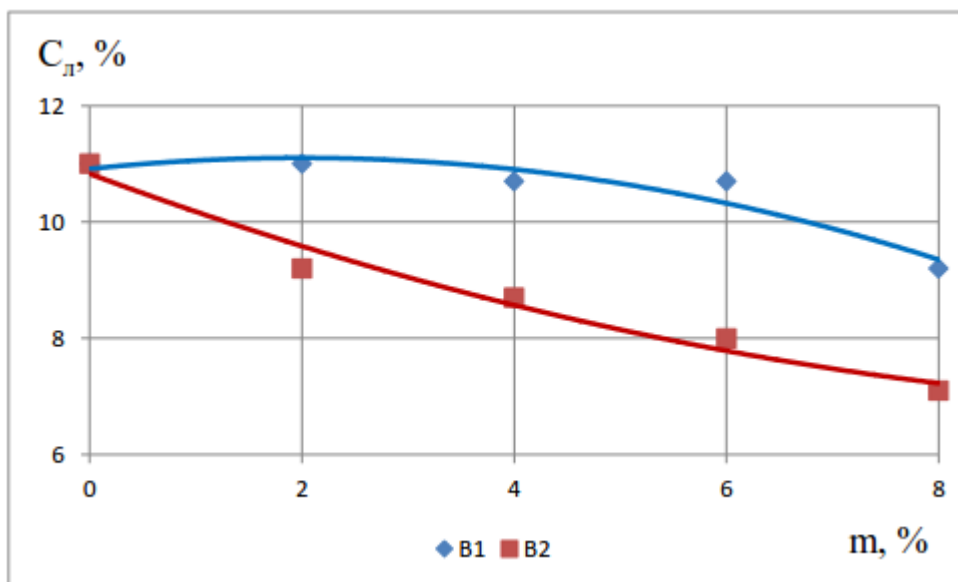


Рисунок 3.12 - Зміна вмісту білків лугорозчинної фракції ($C_{л}$) м'ясного фаршу з охолодженої і замороженої телятини залежно від дози закваски (m)

З рисунка 3.12 випливає, що протеоліз білків лугорозчинної фракції у фарші з охолодженої телятини не відбувається при додаванні закваски до 6% і збільшення кількості її до 8% прискорює цей процес.

Денатурація білків сполучної тканини при заморожуванні телятини приводить до того, що протеолітичні процеси інтенсифікуються і при внесенні закваски до фаршу в кількості 6% спостерігається значне зниження білків строми.

Встановлено, що збільшення дози закваски більше 8% погіршує органолептичні властивості фаршу, як з охолодженого, так і замороженого м'яса.

У таблиці 3.3 приведені рівняння регресії, що характеризують залежність зміни вмісту білків водо-, соле- і лугорозчинних фракцій охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії від дози закваски біопрепарата «Вітафлор» в процесі ферментації при $t=(22\pm 1)^{\circ}\text{C}$ протягом 180 і 150 хв., відповідно.

Таблиця 3.3

Рівняння регресії, що характеризують залежність зміни білкових фракцій

Білкова фракція	B1	B2
Водорозчинна	$C_v = 0,016 T^2 - 0,318 T + 3,344; R^2 = 0,9301$	$C_v = 0,034 T^2 - 0,449 T + 2,852; R^2 = 0,9832$
Солерозчинна	$C_c = 0,010 T^2 - 0,266 T + 3,067; R^2 = 0,9621$	$C_c = 0,014 T^2 - 0,344 T + 2,774; R^2 = 0,9773$
Лугорозчинна	$C_l = -0,031 T^2 - 0,126 T + 5,613; R^2 = 0,9852$	$C_l = 0,029 T^2 - 0,709 T + 5,609; R^2 = 0,9678$

На підставі аналізу отриманих експериментальних даних для ферментації м'ясного фаршу, виготовленого з охолодженої і замороженої молочної телятини, рекомендується внесення закваски симбіотичних молочнокислих бактерій *L.acidophilus* штамів Д 75 і Д76 в кількості 6 і 4% відповідно, витримка фаршу протягом 180 і 150 хв. при $t=(22\pm1)^\circ\text{C}$.

У досліджуваних зразках м'ясного фаршу: В1-6 і В2-4 визначено кількість молочнокислих бактерій і складає: $9,4 \times 10^7$ і $3,6 \times 10^7$ КУО/г.

За результатами п'яти бальної органолептичної експертизи м'ясний фарш, виготовлений з охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії (тазостегнова частина) з додаванням закваски «Вітафлор» в кількості 6 і 4%, ферментований протягом 180 і 150 хв. при $t=(22\pm1)^\circ\text{C}$, отримав оцінку 4,8 і 4,9 відповідно. При даних технологічних параметрах м'ясний фарш характеризується тонким приємним ароматом, ніжно - рожевим кольором, високими адгезійними властивостями і формованістю.

Таким чином, на підставі проведених досліджень визначені технологічні параметри біомодифікації властивостей м'ясного фаршу, виготовленого з охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії із вмістом сполучної тканини $(7,3\pm0,4)\%$ (тазостегнова частина) із застосуванням закваски симбіотичних молочнокислих бактерій *L.acidophilus* штами Д 75 і Д76, що володіють протеолітичною активністю в кількості 6 і 4% відповідно, витримка фаршу протягом 180 і 150 мин при $t=(22\pm1)^\circ\text{C}$.

В результаті біологічної діяльності ферментів мікроорганізмів, відбувається біотрансформація, що приводить до зменшення вмісту суми білків і водо-, соле- і лугорозчинних фракцій.

3.5 Обґрунтування компонентного складу і розробка рецептур м'ясорослинних напівфабрикатів

На підставі проведених досліджень з біомодифікації властивостей молочної телятини із застосуванням біопрепарату «Вітафлор» і ферментного препарату «Протепсин» отримані дані за вмістом білків, білків водо-, соле- і лугорозчинних фракцій, і їх співвідношення. Це дозволяє цілеспрямовано використовувати ферментовану телятину для створення функціональних продуктів харчування з метою профілактики аліментарно-залежних захворювань населення із зниженою активністю протеолітичних ферментів шлунково-кишкового тракту і підшлункової залози, а також регулювати функціонально-технологічні властивості і підвищувати засвоюваність білків сполучної тканини.

При обґрунтуванні компонентного складу функціональних продуктів, що розробляються, ґрунтувалися на вимогах, що ставляться до них відповідно до ДСТУ 54060-2010 [31]. Враховували, що добова потреба людини у функціональних інгредієнтах, що містяться в пропонованих продуктах, повинна задовольнятися на (30-50)% залежно від внесеного компоненту [3].

При розробці рецептур використовували математичне моделювання, що полягає в побудові моделі продукту, який відповідає заданому хімічному складу; масові частки основних компонентів продукту, показники біологічної цінності продукту [1, 3, 5].

Як цільова функція оптимізації розроблюваного продукту вибрано мінімальне відхилення від заданих значень, показників харчової і біологічної цінності.

Як критерії оптимізації за елементами хімічного складу, що визначають харчову цінність розроблюваного продукту вибрані білок, жир, волога.

$$P(z) = \sum_{i=1}^n \left(z_i^0 - \sum_{j=1}^m b_{ij} \cdot X_j \right)^2 \rightarrow \min$$

де X_j - масова частка j -го компоненту рецептури;

b_{ij} - вміст i -го елементу хімічного складу в j -му рецептурному компоненті продукту;

z_i^0 - еталонний вміст i -го елементу харчової цінності.

Як обмеження використовуються співвідношення, витікаючі із структурно-параметричних моделей адекватного харчування і моделей продуктів, описаних в літературі Сімахіною Г.О., Сирохман І.В., і так далі [3, 51, 8, 11].

Виходячи з отриманих даних, ґрунтувалися на наступних принципах моделювання розроблюваних м'ясорослинних напівфабрикатів:

- раціонально збалансованій рецептурі відповідає раціонально збалансований продукт;

- у будь-якому наборі білковмісних інгредієнтів існує таке їх співвідношення, яке забезпечує максимально збалансований за відношенням до статистично обґрунтованого білкового еталону амінокислотний склад;

- за рахунок внесення додаткових жировмісних інгредієнтів можна цілеспрямовано змінювати жирнокислотний склад модельованого продукту;

- у будь-якому наборі жировмісних інгредієнтів існує таке їх співвідношення, при якому співвідношення між насиченими, мононенасиченими і поліненасиченими жирними кислотами максимально наближається до заданого;

- при моделюванні рецептур продукту, що входить в раціон, необхідно враховувати склад страв і продуктів змодельованих для одноразового споживання;

- існує такий склад багатокomпонентного продукту, що входить до комплексу споживання за один прийом їжі або добовий раціон, який балансує цей раціон за енергетичною цінністю, співвідношенням макро- і мікронутрієнтів і набору баластних компонентів їжі [10, 11, 14].

Комп'ютерне моделювання харчових продуктів із заданими якісними характеристиками базуються на оптимізації вибору різних видів сировини і співвідношень інгредієнтів, які в сукупності дозволяють отримати композицію, найбільшою мірою відповідну за кількісним вмістом і якісним складом нутрієнтів медичним рекомендаціям, а також необхідним показникам харчової і біологічної цінності.

Процес моделювання складається з підготовки початкових даних, формалізації вимог до складу і властивостей початкових компонентів і якості виробу, процедури моделювання [11].

Розробка рецептур фаршів м'ясорослинних напівфабрикатів з використанням ферментованої молочної телятини II категорії здійснювалася за допомогою попереднього комп'ютерного моделювання в програмі Microsoft Excel заданого хімічного складу готового продукту з подальшою апробацією отриманих співвідношень компонентів і їх необхідним коректуванням для отримання заданих органолептичних показників [10, 11].

На підставі аналізу компонентного складу ферментованої телятини і збагачення розроблюваних продуктів харчовими волокнами, водорозчинними вітамінами, каротиноїдами, мінеральними елементами, поліненасиченими жирними кислотами вибрана наступна рослинна сировина: перець солодкий, капуста броколі, цибуля-порей, морська капуста. Хімічний склад рослинної сировини представлений в таблицях 3.4, 3.5, 3.6 [16-21].

При розробці рецептур використовували також печінку телячу охолоджену за ДСТУ 6030:2008 [16].

Для збагачення фаршів м'ясорослинних напівфабрикатів фосфоліпідами використовували натуральний емульгатор - соєвий лецитин «Солек-К-ЕМЛ» (SOLEK-K-EML), представлений компанією «Central Soya European Lecithin's Gmb Hand Co. KG». Свідоцтво про державну реєстрацію №77.99.26.9.У.9059.8.06. від 25.08.2006 р.

Лецитин «СОЛЕК-К-ЕМЛ» є ензимо-модифікованим фільтрованим, рідким, отриманим з соєвої олії. Він дозволяє отримувати стійкі емульсії в системах олія-вода; є основним «будівельним» елементом клітинних мембран.

Лецитин є діючою речовиною гепатопротекторів – препаратів, що захищають і відновлюють клітини і функцію печінки. Крім того, лецитин є могутнім антиоксидантом, попереджає утворення високотоксичних вільних радикалів в організмі [31].

Для збагачення м'ясорослинних напівфабрикатів есенціальними жирними кислотами використовували оливкову олію, що відрізняється підвищеним вмістом поліненасичених (ПНЖК) - 12,1% до суми кислот.

Як смако-ароматичну добавку застосовували сіль кухонну харчову за ДСТУ 3583-97 [22] і перець чорний мелений за ДСТУ ISO 959-1:2008 [23] в кількості 0,9 і 0,015% від маси сировини відповідно.

Таблиця 3.4

Харчова цінність рослинної сировини

Сировина	Масова частка, г/100 г			
	Білок	Жир	Вуглеводи	Вода
Перець солодкий	1,31	0,12	4,95	91,3
Броколі зелена відварена	3,17	0,85	1,14	91,6
Цибуля-порей	1,58	0,53	2,88	90,9
Морська капуста	0,92	0,26	3,07	88,2

Таблиця 3.5

Мінеральний склад рослинної сировини, міліграм /100 г

Сировина	К	Са	Р	Fe	Ј
Перець солодкий	164	9,00	17,0	0,70	0,04
Броколі зелена відварена	171	41,0	56,0	1,10	0,11
Цибуля-порей	259	25,0	45,0	1,20	-
Морська капуста	968	41,0	55,0	17,0	0,35

Таблиця 3.6

Вітамінний склад рослинної сировини, міліграм /100 г

Сировина	В ₁	В ₂	А	Е	В ₆	С	РР
Перець солодкий	0,12	0,09	2,04	0,68	0,52	255	1,05
Броколі зелена відварена	0,06	0,07	0,51	1,14	0,13	46	0,74
Цибуля-порей	0,31	0,06	0,19	0,95	0,47	19	0,46
Морська капуста	0,07	0,08	0,16	0,04	0,03	1,95	0,44

Запропоновані м'ясорослинний напівфабрикат фаршу з охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії ферментованої закваскою «Вітафлор» і ферментним препаратом «Протепсин»; складено дві рецептури м'ясорослинних напівфабрикатів (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

Рецептури фаршів м'ясорослинних напівфабрикатів на основі ферментованої телятини

Сировина / г на 100 г	Рецептура № 1	Рецептура № 2
М'ясний фарш ферментирований	«Вітафлор»	«Протепсин»
	75	60
Печінка теляча	-	15
Перець солодкий	8	7
Капуста броколі, зелена відварена	-	10
Цибуля-порей	2	2
Морська капуста	10	-
Лецитин	2	2
Олія оливкова	3	4
Разом %:	100	100

Обґрунтування термінів придатності м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів

На підставі проведених досліджень за біомодифікації властивостей молочної телятини із застосуванням біопрепарату «Вітафлор» і ферментного препарату «Протепсин» отримані дані за вмістом білків, пептидів, білків водо-, соле- і лугорозчинних фракцій та їх співвідношення. Розрахована харчова цінність фаршів м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів на основі ферментованої молочної телятини (таблиця 3.8).

Харчова цінність м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів

Рецептура	Білок, %	Пептидна фракція, %	Жир, %	Вугле- води, %	Енергетична цінність, кДж
М'ясний фарш + «Вітафлор» (6%)	10,85	5,83	1,82	0,03	347,75
М'ясний фарш + «Протепсин» (0,06%)	2,64	15,1	1,23	-	340,13
№ 1	8,74	5,83	3,44	0,67	381,45
№ 2	4,67	14,9	2,43	0,58	328,13

За результатами органолептичного аналізу фаршу м'ясного напівфабрикату, ферментованого пробіотичною закваскою «Вітафлор», і ферментним препаратом «Протепсин» отримали середні оцінки 4,9 і 4,7, відповідно; готових виробів (биточків) отриманих за двома рецептурами 1 і 2 - 4,9 і 4,8. На рисунку 3.13 представлені результати органолептичної експертизи м'ясорослинних напівфабрикатів, приготованих по двох рецептурах.

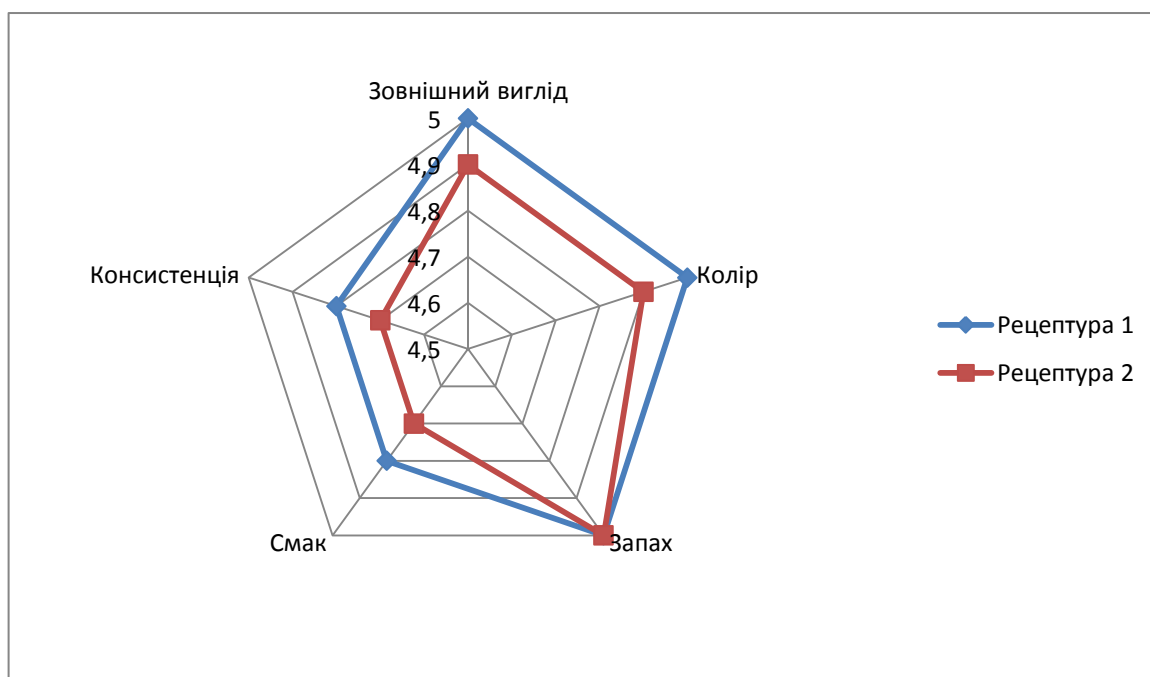


Рисунок 3.13 - Профілограма органолептичних показників якості м'ясорослинних напівфабрикатів

Для оцінки безпеки м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів, в процесі зберігання в замороженому $(-18\pm 1)^{\circ}\text{C}$ і охолодженому $(3\pm 1)^{\circ}\text{C}$ стані, відповідно, досліджували зміну санітарно-показових мікроорганізмів: КМАФАнМ, сальмонели, *L. monocytogenes*.

В результаті мікробіологічних досліджень встановлено, що при зберіганні протягом 3 діб охолоджених м'ясорослинних напівфабрикатів виготовлених за рецептурами 1 і 2 КМАФАнМ (КУО/г) склало $1,5\times 10^5$ і $1,7\times 10^5$ відповідно; протягом 3 міс. зберігання заморожених м'ясних напівфабрикатів фаршів – $5,3\times 10^3$ і $4,7\times 10^3$. Встановлено, що в м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатах патогенні мікроорганізми, зокрема сальмонели, *L. monocytogenes*, а також інші показників безпеки (пестициди, токсичні метали і радіонукліди) не виявлені, що відповідає вимогам СанПін 2.3.1078 - 01 [28-33].

За отриманими даними обґрунтовані наступні терміни придатності: при температурі зберігання $(3\pm 1)^{\circ}\text{C}$ для охолоджених м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів на основі ферментованої молочної телятини не більше 72 год.; для заморожених фаршів м'ясних напівфабрикатів на основі ферментованої молочної телятини при температурі зберігання $(-18\pm 1)^{\circ}\text{C}$ - не більше 3 міс.

3.6 Особливості технології м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів на основі фаршів з ферментованої молочної телятини

Удосконалена технологічна схема виробництва м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршів на основі ферментованої молочної телятини II (рисунок 3.14).

Технологія напівфабрикатів включає приймання м'ясної, рослинної сировини, допоміжних матеріалів і оцінку якості, що проводиться відповідно до вимог ветеринарно-санітарної експертизи і вимог, що пред'являються до основної сировини і допоміжних матеріалів [1, 3].

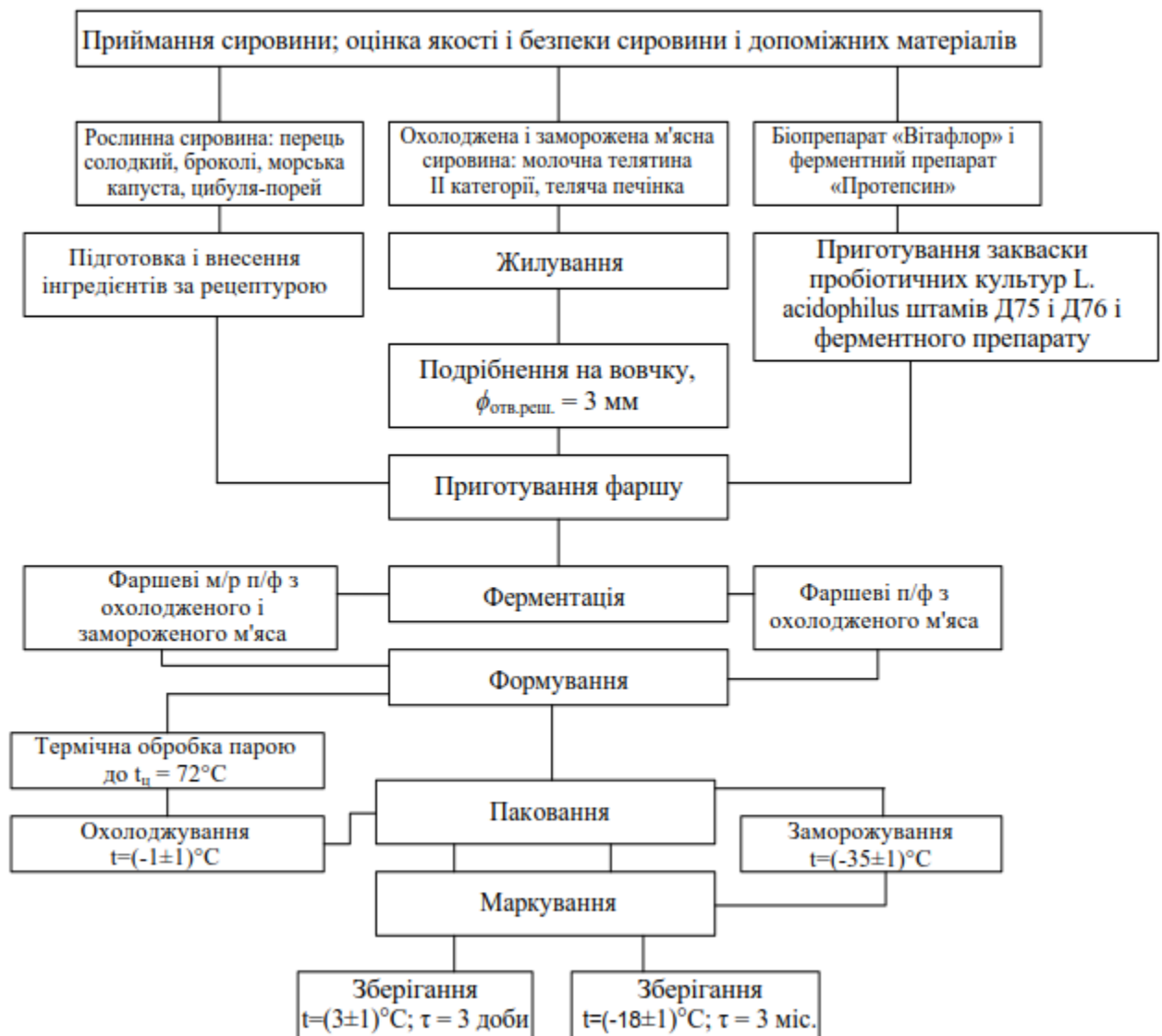


Рисунок 3.14 - Технологічна схема виробництва м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів на основі ферментованої молочної телятини II категорії

Підготовка сировини. М'ясну сировину направляють на жилування і розділення на сорти. Заморожену м'ясну сировину перед жилуванням розморожують при $t = (3 \pm 1)^\circ\text{C}$ до $t_{\text{ц}} = (1 \pm 1)^\circ\text{C}$. Рослинні компоненти очищають від забруднень, промивають. Цибулю-порей подрібнюють. Броколі розділяють на суцвіття, відварюють протягом 15 хв., охолоджують водою при $t = (15 \pm 1)^\circ\text{C}$ до $t_{\text{ц}} = (20 \pm 1)^\circ\text{C}$. Болгарський перець промивають, звільняють від насіння, подрібнюють. Лецитин гідратують водою в співвідношенні 1:2. Приготування закваски пробіотичних культур включає: приготування суспензії з біопрепарата «Вітафлор» при змішуванні його із стерильною водою при співвідношенні 1:2

відповідно; витримка цієї суспензії при $t = 20^{\circ}\text{C}$ протягом 20 хв., внесення до пастеризованого молока (2,5%) в стерильних умовах і культивування штамів при $t=37^{\circ}\text{C}$ до титрованої кислотності, не менше $60\text{--}180^{\circ}\text{T}$.

Приготування ферментованого м'ясного фаршу. М'ясну сировину, подрібнену на вовчку з діаметром отворів решітки 3 мм, змішують з молочнокислою закваскою «Вітафлор» в кількості 6 % або ферментним препаратом «Протепсин» -0,06% від маси фаршу. Ферментація м'ясного фаршу проводиться при $t=(22\pm 1)^{\circ}\text{C}$ протягом 2,5 і 4 год. відповідно.

Ферментований м'ясний фарш, приготований з охолодженої молочної телятини II категорії, після упаковки в пластикові контейнери з кришкою масою 0,5 і 1 кг заморожується при $t=(-35\pm 1)^{\circ}\text{C}$ до кінцевої середньооб'ємної температури мінус 18°C , при якій зберігається протягом 3 міс.

Приготування м'ясорослинних напівфабрикатів. Підготовлений ферментований м'ясний фарш із замороженої і охолодженої молочної телятини II категорії перемішують з рослинними інгредієнтами відповідно до рецептур в мішалці. Формування фаршу у вигляді биточків масою по 70 г проводять вручну або автоматично. Кулінарна обробка биточків полягає у варінні на парі в потоці гарячого повітря до $t_{\text{ц}} = (72\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Готові вироби охолоджують при $t = (1\pm 1)^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{ц}} = (3\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Термін придатності готових виробів, що рекомендується, при $t = (3\pm 1)^{\circ}\text{C}$ - 72 год.

Розроблені пропозиції та рекомендації для виробництва на напівфабрикат м'ясний з фаршу ферментованої замороженої молочної телятини і биточки м'ясорослинні охолоджені з ферментованої молочної телятини.

Проведена апробація удосконаленої технології в лабораторних умовах на кафедрі технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА

При розрахунку собівартості однієї тонни м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів враховували (за інших рівних умов) тільки додаткові витрати на ферментацію молочної телятини. При цьому вартість закваски «Вітафлор» за даними складає 105,00 грн./кг, ферментного препарату «Протепсин» за даними - 7500,00 грн./кг. Витрата закваски на ферментацію 1 тонни молочної телятини складає - 60 кг/т, протепсина - 0,6 кг/т; додаткові витрати: - 6300,00 грн і 4500,00, відповідно.

Таким чином, застосування біопрепарата «Вітафлор» і ферментного препарату «Протепсин» для ферментації молочної телятини II категорії підвищує витрати на виробництво 1 тонни м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів на 10 і 6% відповідно до контролю.

ВИСНОВОК

На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовані технологічні параметри холодильної консервації молочної телятини II категорії і біомодифікації її властивостей із застосуванням ферментного препарату «Протепсин» і біопрепарату «Вітафлор», що містить симбіотичний комплекс бактерій *L.acidophilus* штами Д75 і Д76. Розроблені рецептури і удосконалено технології м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу функціонального призначення на основі ферментованої охолодженої і замороженої молочної телятини.

На підставі проведених досліджень отримані наступні основні результати:

1. Визначені фізико-хімічні показники якості, функціонально - технологічні властивості, мікроструктурні характеристики, біологічна цінність білків ($19,2 \pm 0,9$)% і жирів ($1,2 \pm 0,2$)% молочної телятини II категорії.

Отримані залежності зміни цих показників від технологічних параметрів холодильної обробки і тривалості зберігання м'яса в охолодженому ($t=3 \pm 1^\circ\text{C}$) і замороженому ($t=-18 \pm 1^\circ\text{C}$) стані.

Показано, що біологічна цінність білків телятини при холодильній обробці не знижується, оскільки кількість незамінних амінокислот з гідрофобними неполярними і гідрофільними неіоногенними R-групами не змінюється, а вміст замінимих амінокислот з гідрофільними катіонними і аніонними R-групами трохи зменшується.

2. Запропонована раціональна схема активізації сухої закваски біопрепарату «Вітафлор», що містить симбіотичний комплекс молочнокислих бактерій *L.acidophilus* штами Д75 і Д76 в молоці і спосіб внесення її в м'ясний фарш. Показано, що додавання закваски з кислотністю не менше 65°T забезпечує вміст життєздатних клітин в м'ясному фарші при ферментації 10^7 КУО/мл.

3. Показані залежності швидкості протеолізу білків водо-, соле- і луготорозчинних фракцій від дози біопрепарату «Вітафлор» і ферментного препарату «Протепсин», тривалості і температури ферментації молочної

телятини II категорії з різним вмістом сполучної тканини. Складені рівняння регресії, що дозволяють визначити кількість гідролізованих білків в процесі ферментації.

4. Для ферментації охолодженої і замороженої молочної телятини II категорії із вмістом сполучної тканини менше 7% (тазостегнова частина) при $t=(22\pm1)^{\circ}\text{C}$ рекомендується біопрепарат «Вітафлор» в кількості 6 і 4 %, тривалість ферментації - 3,0 і 2,5 год. відповідно. Препарат «Протепсин» (активність 50 од/г білка) рекомендується для ферментації охолодженої молочної телятини II категорії із вмістом сполучної тканини більше 12% (лопаткова частина) при $t=(22\pm1)^{\circ}\text{C}$ в кількості 0,06% тривалість ферментації - 4 год. Показано, що збільшення кількості гідролізованих білків досліджуваних фракцій більше 80% знижує функціонально-технологічні властивості і органолептичні показники якості напівфабрикатів.

5. Складені рецептури м'ясних і м'ясорослинних напівфабрикатів з фаршу ферментованої молочної телятини II категорії, які рекомендуються для профілактики аліментарно-залежних захворювань людей із зниженою активністю протеолітичних ферментів шлунково-кишкового тракту.

6. Обґрунтовані терміни придатності молочної телятини II категорії і м'ясорослинних напівфабрикатів, зберігання яких при температурі $(3\pm1)^{\circ}\text{C}$ становлять 10 і 3 доби; молочної телятини і м'ясних фаршевих напівфабрикатів при $t=(-18\pm1)^{\circ}\text{C}$ - 10 і 3 міс. відповідно.

Розроблені пропозиції та рекомендації на м'ясні і м'ясорослинні напівфабрикати з використанням ферментованої молочної телятини II категорії. Проведена апробація розробленої технології в лабораторних умовах на кафедрі технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів.

ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При виготовленні м'ясорослинних напівфабрикатів з молочної телятини II категорії слід використовували біопрепарат «Вітафлор» в кількості 6 і 4 % і «Протепсин» в кількості 0,06% для ферментації м'яса.

Приготування закваски пробіотичних культур включає: приготування суспензії з біопрепарата «Вітафлор» при змішуванні його із стерильною водою при співвідношенні 1:2 відповідно; витримка цієї суспензії при $t = 20^{\circ}\text{C}$ протягом 20 хв., внесення до пастеризованого молока (2,5%) в стерильних умовах і культивування штамів при $t=37^{\circ}\text{C}$ до титрованої кислотності, не менше 60-180°T.

М'ясну сировину, подрібнену на вовчку з діаметром отворів решітки 3 мм, змішують з молочнокислою закваскою «Вітафлор» в кількості 6 % або ферментним препаратом «Протепсин» -0,06% від маси фаршу. Ферментація м'ясного фаршу проводиться при $t=(22\pm 1)^{\circ}\text{C}$ протягом 2,5 і 4 год. відповідно.

Рослинні компоненти очищають від забруднень, промивають. Цибулю-порей подрібнюють. Броколі розділяють на суцвіття, відварюють протягом 15 хв., охолоджують водою при $t=(15\pm 1)^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{ц}}=(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Болгарський перець промивають, звільняють від насіння, подрібнюють. Лецитин гідратують водою в співвідношенні 1:2.

Потім ферментований фарш перемішують з рослинними інгредієнтами відповідно до рецептур в мішалці. Формують у вигляді биточків масою по 70 г і піддають варінню на парі в потоці гарячого повітря до $t_{\text{ц}} = (72\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Готові вироби охолоджують при $t = (1\pm 1)^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{ц}} = (3\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Рекомендований термін придатності готових виробів при $t = (3\pm 1)^{\circ}\text{C}$ - 72 год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Перцевий Ф. В., Терешкін О. Г., Гурський П. В. та ін. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник. Київ : Інкос, 2019. 340с.
2. Буряченко Л. Ю., Лебединець В.Т. Використання морських водоростей в якості біологічно цінної добавки. Товарознавчий вісник. 2016. Вип. 9. С. 101-106.
3. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів : підручник Київ: Ліра-К, 2016. 713 с.
4. Прісс О. П. Технологічні властивості сировини : навч. посібник / О. П. Прісс, С. В. Кюрчев, В. Ф. Жукова, Н. А. Гапріндашвілі. Херсон : Олді-плюс, 2014. 224 с.
5. Сімахіна, Г.О. Концепція оздоровчого харчування та шляхи її реалізації [Текст] / Г.О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. – 2010. – №33 – С.10-13.
6. Пересічний, М.І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення [Текст] / За ред. М.І. Пересічного. // 2008. – К: КНТЕУ. – 718 с.
7. Віннікова Л.Г. Фізико-хімічні особливості паштетних мас з овочами / Л.Г. Віннікова, А.П. Кайнаш, К.Д. Янкова // Наук. вісник Львівської націон. акад. вет. мед. ім. С.З. Гжицького. – Львів, 2005. – Т. 7. – № 4 (27). – ч. І. – С. 19-23.
8. Віннікова Л.Г. Вплив бланшування овочів на технологічні властивості м'ясо-рослинних систем / Л.Г. Віннікова, А.П. Кайнаш, К.Д. Янкова // Зб. наук. праць ХДУХТ. – Харків, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 112-116.
9. Кайнаш А.П. Вплив овочевих добавок на термін зберігання м'ясних продуктів / А.П. Кайнаш, А.В. Єгорова, К.Д. Янкова // Темат. зб. наук. праць ДонДУЕТ. – Донецьк, 2007. – Вип. 16. – С. 231-236
10. Кайнаш А.П. Функціональні властивості м'ясних систем з овочевими добавками / А.П. Кайнаш, А.В. Зюзько // Темат. зб. наук. праць ДонДУЕТ. – Донецьк, 2005. – Вип. 12, Т.2. – С. 159-168.
11. Перспектива розробки спеціальних продуктів харчування на м'ясній основі [Текст] / Л.В. Пешук, О.П. Карпенко // Мясний бізнес. – 2005. – №2. – С. 14-15.

12. Закон України про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини зі змінами [Текст] www.zps.com.ua. 2005р.
13. Басараб І.М., Галух Б.І., Мартинюк І.О. Методи контролю харчових виробництв: навчальний посібник. Львів: ЛНУВМ та БТ, 2013. 105 с.
14. Влізло В.В. Довідник Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині / В.В. Влізло, Р.С. Федорук, І.Б. Ратич та ін. // Ін-т біології тварин НААН. – В-во «СПОЛІОМ». – 2012. – 762 с.
15. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: навч. посібник. Біла Церква, 2014. 192 с.
16. ДСТУ 6030:2008 М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, півтушах і четвертинах. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 18 с.
17. ДСТУ 2659-94 Перець солодкий свіжий. Технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 1995. 26 с.
18. ДСТУ 8595:2015 Цибуля-порей свіжа. Технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 2017. 13 с.
19. ДСТУ 8147:2015 Капуста броколі свіжа. Технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 2017. 13 с.
20. ДСТУ 3326-96 Риба, морські безхребетні, водорості та продукти їх перероблення. Терміни та визначення. К. : Держспоживстандарт України, 1997. 29 с.
21. ДСТУ 5065:2008 Олія оливкова. Технічні умови постачання. К. : Держспоживстандарт України, 2009. 19 с.
22. ДСТУ 3583-97 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 1998. 16 с.
23. ДСТУ ISO 959-1:2008 Перець (*Piper nigrum* L.) горошком чи змелений. Технічні умови. Частина 1. Чорний перець (ISO 959-1:1998, IDT) 2010. 12 с.
24. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. К. : Держспоживстандарт України, 2015. 30 с.
25. ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості.

26. ДСТУ 4518:2008 Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила. Київ, 2008. 38 с.
27. ДСТУ 7353:2013 «М'ясо. Методика гістологічного визначення свіжості та ступеня дозрівання» К. : ІПР НААН, 2014. 12 с.
28. ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 21 с.
29. ДСТУ 8379:2015 «М'ясо і м'ясні продукти. Прискорений метод визначення складу сировини» К. : Технічний комітет «Молоко, м'ясо та продукти їх переробки», 2017. 16 с.
30. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів . К. : Держспоживстандарт України, 2017. 16 с.
31. ДСТУ 8381:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень К. : ІПР НААН, 2017. 14 с.
32. ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підраховування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення (ISO 11290-1:1996, IDT) К. : ДНДКІ ВП та КД, 2004. 23 с.
33. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. К. : Держспоживстандарт України, 2017. 15 с.
34. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН2.2.4-171. [Чинні від 2010-06-01]. – К., 2010. – 25 с.
35. Тимчасові гігієнічні нормативи вмісту контамінантів хімічної і біологічної природи у біологічно-активних добавках № 4. 4. 8. 073-2001. МОЗ України, 2001.
36. Євлаш В.В., Гурікова І.М. Харчові добавки : навчальний посібник. ХДУХТ. Харків, 2013. 73 с.
37. Євлаш В.В. Торяник О.І., Коваленко В.О. та ін. Харчова хімія : навчальний посібник. Х.: Світ книг, 2012. 504 с.

38. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Meeting. Safety Evaluation of Certain Food Additives: Seventy-First Report of the Joint Fao/Who Expert Committee on Food Additives. – World Health Organization, 2010. – Т. 956. – 80 с.

39. Pae M., Meydani S. N., Wu D. The role of nutrition in enhancing immunity in aging //Aging and Disease. – 2012. – Т. 3. – №. 1. – С. 91-129.

40. Smith, J./ Functional food product development. Edited by [Text] / J. Smith // Wiley-Blackwell: Oxford. – 2010. – 528 p.

41. Shils M. E. Modern nutrition in health and disease. – Lippincott Williams &

42. Baranenko D., Kolodyaznaya V.S., Broyko Y. Effect of cold treatment on the amino acid composition of veal // Agronomy Research - 2014, Vol. 12, No. 3. PP. 705-716.

43. Hasler C. M. et al. Position of the American Dietetic Association: functional foods //Journal of the American Dietetic Association. – 2009. – Т. 109. – №. 4. – С. 735-746.