

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 664.91.023

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса Баль-Прилипко

Допускається до захисту

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« _____ » _____ 2024 р.

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Розроблення м'ясних пресервів з використанням
низькотемпературних режимів оброблення»**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

_____ Оксана ШТОНДА

Виконав

_____ Андрій МАЗУР

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА
« ____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Мазуру Андрію Ігоровичу

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Розроблення м'ясних пресервів з використанням низькотемпературних режимів оброблення»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “17” січня 2024 р. № 53 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11. 2024 року

Вихідні дані до магістерської роботи: м'ясна сировина; м'ясні пресерви; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви; економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літератури; матеріали та методи досліджень; результати власних досліджень та їх аналіз; економічна ефективність; висновки; список використаних джерел; перелік графічного матеріалу – таблиці, рисунки, діаграми, технологічні схеми тощо.

Дата видачі завдання “15” березня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____

Оксана ШТОНДА

Завдання прийняв до виконання _____

Андрій МАЗУР

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно завдання: «Розроблення м'ясних пресервів з використанням низькотемпературних режимів оброблення»

Метою роботи є розроблення промислової технології м'ясних продуктів підвищеної якості та харчової цінності на основі наукового обґрунтування режимів низькотемпературного оброблення м'ясної сировини.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні *завдання дослідження*:

– провести аналіз літературних джерел науково-технічної інформації і патентів, щодо теоретичного та експериментального обґрунтування і практичного застосування режимів низькотемпературного тривалого оброблення в промисловому виробництві;

– розробити нову промислову технологію виробництва напівконсервів специфічної структури з морфологічно складних колагенвмістних частин м'яса птиці;

– встановити режими гідротермічного оброблення м'яса курчат- бройлерів, качки та індички для отримання структури напівконсервів, характерної для продукту типу «Рійет»: гідрогелева основа наповнена окремими м'язовими волокнами та можливості їх скорочення шляхом регулювання рН гріючого середовища.

– розробити рецептуру та технологічну схему виробництва пастеризованих напівконсервів;

– провести оцінку органолептичних характеристик, харчової та біологічної цінності розроблених напівконсервів;

– на основі комплексних мікробіологічних та фізико-хімічних досліджень встановити строк придатності пастеризованих напівконсервів;

– розрахувати економічну ефективність розроблених м'ясних продуктів.

Об'єкт дослідження –технологія пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці на основі кулінарної страви «Рійет».

Предмет дослідження – модельні зразки стегон та гомілок курчат-

бройлерів, качки та індички гідротермічно-оброблені за різних температур та рН гріючого середовища; готові пастеризовані консерви отримані за розробленою технологією.

Методи дослідження. При проведенні досліджень використовували комплекс сучасних та традиційних фізико-хімічних, структурно-механічних, органолептичних, мікробіологічних, експериментально-статистичних, аналітичних методів, відповідне обладнання та комп'ютерні технології.

Магістерська робота виконана на 84 сторінках, містить 18 таблиці та 11 рисунків. Список літератури складає 80 джерел.

Ключові слова: м'ясна сировина, готовий виріб, термічна обробка, технологія виготовлення.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ М'ЯСА	10
1.1. Вплив температурного оброблення на тканини м'яса	11
1.2. Структурні зміни м'яса в результаті температурного оброблення	18
1.3. Вплив температурного оброблення на сенсорні показники	21
1.4. Негативні наслідки високотемпературного оброблення	26
1.5. Теплова інактивація мікроорганізмів за низьких температурах	28
1.6. Використання низькотемпературного оброблення в технології м'ясних продуктів	31
Висновки до 1 розділу	33
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	34
2.1. Програма проведення досліджень	34
2.2. Матеріали і предмет досліджень	35
2.3. Організація досліджень	37
2.4. Методи досліджень	38
Висновки до 2 розділу	41
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАСТЕРИЗОВАНИХ НАПІВКОНСЕРВІВ З М'ЯСА ПТИЦІ	42
3.1 Розроблення рецептур та технології напівконсервів з м'яса птиці	43
3.2 Розроблення режимів пастеризації	46
3.2.1 Обґрунтування режимів пастеризації	46
3.3 Дослідження якості пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці	50
3.3.1 Визначення харчової та біологічної цінності	50
3.3.2 Характеристика органолептичних показників	54
3.4 Встановлення строку придатності пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці	57
3.4.1 Дослідження мікробіологічних показників напівконсервів у процесі зберігання	57
3.4.2 Дослідження фізико-хімічних показників напівконсервів у процесі зберігання	58

3.4.3 Дослідження окисного псування напівконсервів у процесі зберігання	60
3.4.4 Дослідження органолептичних показників напівконсервів у процесі зберігання	61
Висновки до 3 розділу	63
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	64
4.1. Розрахунок економічної ефективності використання низькотемпературного оброблення в технології цільном'язових виробів зі свинини	64
4.2. Розрахунок економічної ефективності впровадження нової технології пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці	70
Висновки до 4 розділу	75
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

LTLT–low-temperaturelong-time (низькотемпературне тривале оброблення);

ААА – аміно-аміачний азот;

БГКП – бактерії групи кишкової палички;

БЦ – біологічна цінність;

ГАА – гетероциклічні ароматичні аміни;

КВАС – коефіцієнт відмінності амінокислотного скора;

КУО – колонієутворююча одиниця;

КЧ – кислотне число;

МАФАНМ – мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми;

ПЧ – пероксидне число;

СМВ – структурно-механічні властивості;

ТО – термічне (температурне) оброблення;

ФТВ – функціонально-технологічні властивості.

ВСТУП

Температурне оброблення є однією із ключових стадій технологічного процесу виробництва більшості м'ясних продуктів. Воно характеризує сукупність послідовних складних фізико-хімічних процесів у м'ясі, спрямованих на фіксацію форми і структури продукту, знищення вегетативної мікробіоти, формування органолептичних показників та підвищення стійкості продукту до мікробіологічного псування при зберіганні.

Високі температури негативно впливають на якість, харчову та біологічну цінність м'яса. Вони викликають зниження засвоюваності білків, що призводить до зменшення біодоступності амінокислот і негативно позначається на поживних якостях м'ясних продуктів. Крім того, зі збільшенням температури оброблення збільшуються втрати маси та погіршуються сенсорні властивості продукту.

Температура та тривалість термічного оброблення м'яса в значній мірі впливає на його якість, біологічну цінність та техніко-економічні характеристики, що має особливе значення для сучасного виробника. На сьогоднішній день набуває популярності використання більш м'яких режимів термічного оброблення м'яса. В деяких ресторанах та закладах громадського харчування використовують тривале температурне оброблення при низьких температурах (LTLT – low-temperature long-time). Результати дослідження закордонних вчених свідчать, що такий спосіб температурного оброблення сприяє виробництву ніжного та соковитого м'ясного продукту з високою біологічною цінністю та підвищеним виходом.

Однак, дані роботи були зосереджені в основному на дослідженні яловичини і не велика кількість робіт є по свинині. Використання низькотемпературного тривалого оброблення м'яса птиці майже не вивчалось. Крім того, не було проведено досліджень по розробленню режимів низькотемпературного оброблення м'яса для промислового використання у виробництві м'ясних продуктів.

Серед усіх м'ясних продуктів цільном'язові вироби зі свинини займають

особливе місце та користуються значним попитом, адже для їх виробництва використовується лише добірна сировина, а готові продукти мають хороші смакові властивості. Традиційні способи температурного оброблення виробів зі свинини передбачають нагрів м'яса до температури $70\pm 2^{\circ}\text{C}$, що викликає значні втрати маси, жорсткість структури та зниження біологічної цінності продукту, а також є причиною використання гідролоїдів для збільшення його виходу. Використання більш м'яких режимів температурного оброблення дозволить отримати біологічно цінний і ніжний продукт без суттєвих втрат маси та виключить необхідність використання функціонально-технологічних добавок.

На даний момент більше половини виробництва усього м'яса у нашій країні належить виробництву м'яса птиці. В основному асортимент продукції із птиці представлений у вигляді напівфабрикатів, що мають малий строк зберігання. А вибір споживача частіше припадає на ті види м'ясних продуктів, які мають тривалий строк зберігання та готові до вживання. В результаті у промисловості виникає запит на глибоку переробку м'яса птиці, особливо малоцінних частин, що дозволить розширити сферу використання цього продукту, асортимент м'ясних продуктів та буде економічно доцільно.

У зв'язку з цим представляється актуальним розроблення режимів низькотемпературного оброблення цільном'язових виробів зі свинини для промислового використання з науковим обґрунтуванням впливу температури на формування фізико-хімічних, структурно-механічних, органолептичних властивостей, показників харчової і біологічної цінності та мікробіологічної безпечності в поєднанні з режимами пост-пастеризації. Крім того, своєчасним та затребуваним є розроблення нових видів консервів з м'яса птиці на основі наукового обґрунтування низькотемпературних режимів гідротермічного оброблення морфологічно складних частин птиці для утворення специфічної структури продукту, яка складається з гідрогелевої основи наповненої окремими м'язовими волокнами та встановлення ефективних режимів пастеризації для тривалого зберігання продукту.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ М'ЯСА

Температурне оброблення є однією із ключових стадій технологічного процесу виробництва м'ясних продуктів. Воно характеризує сукупність послідовних складних фізико-хімічних процесів у м'ясній системі, спрямованих на фіксацію форми і структури продукту, знищення мікробіоти, формування органолептичних показників та підвищення стійкості продукту до псування при зберіганні [1,2].

Температурне оброблення зумовлює теплову денатурацію білкових речовин; зварювання і гідротермічний розпад колагену; зміну екстрактивних речовин та вітамінів; зміну структурно-механічних властивостей, вологозв'язуючої здатності; утворення компонентів смаку та аромату; зміну кольору; втрати складових частин продукту в навколишнє середовище; сприяє кращій засвоюваності м'ясного продукту організмом людини [3-5].

У залежності від особливостей будови м'ясної системи, умов процесу і кінцевої температури нагрівання зміни складових частин і властивостей готових продуктів істотно розрізняються [6-9].

Головною проблемою безпечності м'ясних продуктів є інактивація мікроорганізмів, які характеризуються різною стійкістю до дії температури.

Управління процесом нагрівання часто є неоптимальним через відсутність точних знань про кінетику інактивації відповідних мікроорганізмів. Мікробіологічна безпека і стійкість при зберіганні забезпечується за рахунок підвищеного теплового впливу. Разом з тим, відомий згубний вплив високотемпературного оброблення на поживні і сенсорні властивості продукту та можливі ризики для здоров'я.

У зв'язку зі зростаючими вимогами до більш м'яких умов оброблення харчових продуктів, виникає потреба у застосуванні мінімально необхідного теплового навантаження при достатній інактивації цільових мікроорганізмів.

1.1 Вплив температурного оброблення на тканини м'яса.

Денатураційна дія температури на білки суттєво залежить від умов, в яких відбувається нагрів: від температури та тривалості теплового впливу, рН середовища, присутності або відсутності залишкової кількості вологи, взаємозв'язку між білками та іншими сполуками в структурі тканини тварин [10,11].

Білки м'язової тканини розділяються на три категорії: міофібрилярні, саркоплазматичні та білки сполучної тканини [1].

Міофібрилярні білки складають 50-55% від загального вмісту білка. Вони класифікуються на три підкласи: міофіламентні волокнисті білки міозин і актин, які становлять основну складову скорочувальних ниток м'язових волокон; регуляторні білки, що включають комплекс тропоміозин-тропонін, α - і β -актинін, М-протеїн і С-протеїн; каркасні білки, такі як тітін, небулін, десмін, виментін і сінемін, що підтримують всю структуру міофібрила [12,13].

Саркоплазматичні білки складають приблизно 30-34% усіх білків присутніх в м'язових волокнах. Вони є розчинними білками саркоплазми, до яких відносяться міоген, міоглобін, міоальбумін, більшість гліколітичних ферментів, креатинкіназа. Відомо, що близько 100 різних білків, які присутні в саркоплазматичній фракції, являються глобулярними білками з відносно низькою молекулярною масою [13].

Білки сполучної тканини, колаген, ретикулін і еластин, є волокнистими білками та складають 10-15% білків м'яса. Колаген – це глікопротеїн, який є основним структурним компонентом сполучних тканин (55-95% від вмісту сухої речовини) і складається з мономерів тропоколагену. Молекули тропоколагену агрегують з утворенням або подовженням волокон епімізію та перимізію, або головним чином у вигляді структурного матриксу в ендомізії. Дослідження [14] показали, що колаген існує в декількох різних генетичних формах (I-V), які присутні в м'язах. Тип I присутній в епімізії, типи I і III – в перимізії, а колаген типів III, IV і V присутній в ендомізії.

Білки м'ясної системи відрізняються між собою за температурою денатурації. При нагріванні вони денатурують у відповідному їм діапазоні температур, і кожній температурі в даному діапазоні відповідає певна кількість білків, які

проденатурували [2, 15].

Денатураційні зміни міофібрилярних білків в результаті LTLT. Міозин та актин складають основну частину міофібрилярних білків, які представляють інтерес для багатьох досліджень у відношенні денатурації білків.

Міозин є найбільш чутливим до дії температури. Через 15-20 хвилин нагріву за температури 37°C ізольована частина міозину практично втрачає свою ферментативну активність [16-19].

У структурі м'яса нативні властивості міозину зберігаються більш стійко. На 50% знижується його ферментативна активність під час нагрівання за температурою 40°C протягом 3 годин, а при нагріві понад 3 год за 53...54°C він денатурує майже повністю і тільки невелика кількість білку залишається нативною за температури 60°C [20-22].

При нагріванні міозину до 65°C поступово збільшується його гідрофобність, тоді як за більш високих температурах вона знову зменшується. Зниження гідрофобності, яка спостерігається за більш високих температурах, дозволяє припустити, що частина гідрофобних залишків бере участь в між білкових взаємодіях, які призводять до сітчастого утворення агрегатів гелю [23].

Проведені дослідження [24] показали, що гелеутворення міозину відбувається в два етапи за двох різних температурних діапазонах. Перша частина реакції відбувається за температури від 30 до 50°C, а друга стадія – при температурі вище 50°C. На першому етапі відбувається агрегація кульових головок міозину. Зовнішній вигляд молекули міозину не змінюється після нагрівання за температурою 30°C протягом 30 хвилин. Після нагрівання за температури 35°C нативна молекула міозину все ще не пошкоджується, але дві молекули міозину починають агрегувати в результаті димеризації їх голів. Після нагрівання до 40°C не залишається ніяких молекул нативного міозину, а єдині присутні мономери мають зрощені головки. Нагрівання до 50°C призводить до подальшого агрегування, а при 50-60°C відбувається утворення великих глобулярних агрегатів. На другому етапі спіральна структура міозину формується сіткою за рахунок взаємодії гідрофобних груп.

Для денатурації актину потрібні вищі температури і його денатурація почи-

нається при 50°C [9, 20, 25, 26]. Проте, існують дослідження, які вказують про початок денатурації актину при 37°C і закінчення за температури 78°C [27]. Дослідження диференціальної скануючої колориметрії (ДСК) [9, 26, 28-30] показали, що відносна кількість нативного актину в свинині та яловичині зменшується при тривалому часі оброблення за 60°C.

Розбіжність початкової температури денатурації актину пояснюється дисоціативним механізмом денатурації його філаментів. Особливістю даного механізму є те, що денатурація актинового філаменту відбувається не як одне ціле, а у дві стадії. На першій стадії відбувається дисоціація субодиноць з кінцем актинових філаментів за більш низьких температурах. На другій стадії, при збільшенні температури, відбувається вивільнення з них міцно пов'язаної АДФ [31].

Денатурація комплексного білка актоміозину відбувається в діапазоні температур від 42°C до 48°C про що свідчить ряд досліджень [25, 27, 32].

Дослідження тропоміозину за допомогою ДСК показали його теплову денатурацію за температур 43°C та 54°C, оскільки крива ДСК була представлена двома піками з максимумом за даних температурах [33]. У роботі [34] було виявлено, що тропонін I та T денатурує за температур понад 100°C.

Денатураційні зміни саркоплазматичних білків в результаті LTLT.
Водорозчинні саркоплазматичні білки денатурують в широкому діапазоні температур від 40°C до 60°C, проте, денатурація може тривати і до 90°C [7].

Денатурація міоглобіну починається в температурному діапазоні 55...65°C і досягає свого максимуму при 75...80°C [35,36]. У дослідженнях [37, 38] наведено послідовну схему денатурації міоглобіну в діапазоні температур від 40°C до 90°C. На початку відбувається порушення структури пов'язаної з групою гема, далі температура спричиняє розгортання спіральної ділянки молекули і в кінці відбувається послідовна ступенева полімеризація.

Важливо відмітити, що температура денатурації міоглобіну залежить від його форми, оскільки взаємодія гемової групи з ланцюгом глобіну впливає на його температуру денатурації, причому денатурація метміоглобіну і оксиміоглобіну відбувається за більш низьких температурах, ніж

дезоксиміоглобіну [35].

Денатураційні зміни білків сполучної тканини в результаті LTLT.

Сполучна тканина та основний її білок колаген також при підвищенні температури необоротно змінюються. Трансформація колагену під дією температури має найбільший інтерес та практичне значення, оскільки від ступеня його гідротермічного розпаду залежать функціонально-технологічні властивості готового продукту та засвоюваність.

Дослідження ДСК [39] показали, що денатурація колагену відбувалася в діапазоні температур між 53 і 63°C. Спочатку це пов'язано з розривом водневих зв'язків, які ослаблюють фібрилярну структуру, а потім відбувається стиснення молекули колагену.

Нагрів колагену до температури 58...64°C проковує його перехід із спірального стану в випадково згорнуту аморфну структуру [40].

При нагріванні в температурному діапазоні від 60°C до 70°C волокна колагену скорочуються до чверті своєї довжини. Термостійкі міжмолекулярні зв'язки, що беруть участь в стабілізації колагенових волокон, при подальшому нагріванні утворюють желатин. Наявність термостійких зв'язків означає, що міжмолекулярні зв'язки зберігаються за цих температурах і частина волокнистої матриці не розчиняється. Повна желатинізація відбувається за температури вище 65°C при швидкості нагріву близько 5°C/хв [41, 42]. Проте, існують дослідження [43, 44], що більшість колагенових волокон в епімізії трансформуються при 59°C.

Дослідження [45] показали, що у молодих тварин в основному епімізій містить термолабільні поперечні зв'язки, перімізій містить суміш термолабільних і стабільних поперечних зв'язків, а в ендомізії містяться термостійкі поперечні зв'язки. У міру збільшення віку тварин термічно лабільні поперечні зв'язки все частіше перетворюються в термостійкі поперечні зв'язки. Збільшення термостабільних поперечних зв'язків призводить до розвитку більшої жорсткості сполучної тканини під час приготування м'яса.

Структурні зміни білків, як відбуваються після нагрівання при 60...80°C

протягом однієї години призводять до того, що колаген, присутній в епімізії, не має значних змін після нагрівання, а колаген в перімізії та в ендомізії приймає форму гранул за температури 60°C, а їх желатинізація починається при 80°C [45,46].

Важливу роль при температурному обробленні має і його тривалість. У міру того, як тривалість оброблення збільшується, за температур наближених до 60°C, відбувається безперервна деградація колагену, що особливо помітно через 3 години нагріву [26]. На скільки інтенсивна желатинізація не ясно, оскільки деякі колагенові фібрили зберігають пізнавану форму навіть після нагрівання протягом 12 годин оброблення при 60°C [43, 47, 48].

На трансформацію колагену впливають, як температура, так і значення рН водних розчинів. Ізоелектрична точка колагенових білків лежить в області рН від 6,0 до 6,75. При зменшенні рН знижується ізометричне напруження колагенових волокон [49].

При низьких значеннях рН відбувається руйнування ковалентних зв'язків і деяких специфічних пептидних зв'язків. Зрушення рН в лужну або кислу сторону призводить до зміни розподілу позитивних і негативних зарядів на поверхні молекули білка і, отже, до зміни їх функціональних властивостей [50].

При значенні рН рівному 3 температура денатурації колагену знижується до 35-40°C, а при рН = 1 колаген денатурує при 30 °C [51].

Більшість досліджень денатурації білків були проведені на ізольованих від тканини індивідуальних білках або їх фракціях. Існують відмінності по фізико-хімічним та біологічним властивостям індивідуальних білків від тих, що входять в структурні елементи м'язової тканини і системи протоплазми [37].

У роботі [52] було узагальнено дані власних досліджень та літератури і денатурацію м'язових білків поділено на три окремих температурних переходи. Перший перехід відповідає денатурації міозина за температури 54...58°C, другий – денатурації колагену та саркоплазматичних білків в інтервалі температур 62...67 °C, а третій при 72...83°C свідчить про денатурацію актину.

Зміни жирової тканини під впливом температури. Температурне

оброблення м'ясної сировини викликає руйнування складної внутрішньоклітинної колоїдної системи, в складі якої міститься жир з подальшим його плавленням і коалесценцією. Нагрівання м'яса супроводжується витоплюванням жиру, що призводить до його часткового звільнення від зв'язку з білковими речовинами та відносним емульгуванням. Одночасно вивільнюються деякі леткі сполуки, пов'язані з жирами, що надають специфічного аромату м'ясу [2].

Жири – це суміш тригліцеридів і у них немає єдиної точки плавлення. Температура плавлення тваринних жирів залежить від: виду тварин (яловичий 40..50°C, баранячий 44...55°C, свинний 28...40°C, гусячий 26...34°C); від вгодованості та статі тварини (жир самців має вищу температуру плавлення); від анатомічного розташування жиру (внутрішній жир має більш низьку температуру плавлення); від кліматичних умов (у тварин, що мешкають на півдні, жир більш м'який) [3].

Тваринні жири в воді практично нерозчинні, але в невеликих кількостях можуть утворювати емульсії типу жир у воді за рахунок виникнення міжмолекулярних сил на поверхні розділу фаз. Сили міжмолекулярного зчеплення змінюються залежно від типу полярності молекул: в вуглеводневих ланцюгах (неполярних) діють Ван-дер-Ваальсові та гідрофобні сили, а в полярних групах переважають сили диполь-дипольного зв'язку, електростатичної взаємодії і водневі зв'язки.

Емульсії даного типу набувають стійкості завдяки стабілізуючій дії білка, який утворює оболонку навколо жирової емульсії [53].

Зі збільшенням тривалості нагрівання збільшується ступінь емульгування та гідролізу, а також насичення ненасичених зв'язків жирних кислот. Нагрівання стимулює хід окисно-гідролітичних процесів у жирі і таким чином призводить до деякого зниження харчової цінності продукту. Рівень гідролізу жирів з утворенням жирних кислот незначний при помірному нагріві [3, 5].

Через приєднання гідроксильних груп за місцем подвійних зв'язків внаслідок взаємодії тригліцеридів з водою частково утворюються оксикислоти.

Також нагрівання сприяє швидшому окислювальному псуванню жирів під час зберігання, особливо свинини, що супроводжується збільшенням кількості перекисів та зростанням тіобарбітурового числа. Ліпідна фракція вареної свинини піддається швидшому окислювальному псуванню в результаті відсутності природних антиокислювачів [13, 54].

У результаті гідролітичних і окисних процесів, під дією температурного оброблення відбувається зниження біологічної цінності жирів, а також утворення і накопичення ряду токсичних речовин, циклічних жирних кислот і перекисів, з яких потім утворюються альдегіди, кетони і низькомолекулярні сполуки. Накопичення продуктів розпаду зменшує засвоюваність жиру та його енергетичну цінність. Глибина цих процесів залежить від способу, температури і тривалості нагріву [55].

Дослідження [56] показали, що рівень окистеролів в продуктах тваринного походження залежить від температури, тривалості нагріву, а також часу і умов зберігання. Висока температура, кисень, вплив світла, хімічний склад продукту і низький рівень антиоксидантів прискорюють утворення продуктів окислення, а високий вміст поліненасичених жирних кислот в м'ясі сприяє утворенню окистеролів.

Окислення ліпідів в м'ясі може бути викликано високим вмістом прооксидантів, високою активністю води і термічним обробленням. Проведені дослідження [57] довели, що у вареному м'ясі температура має найбільший вплив на окислення ліпідів. В курячих і качиних м'язах активність глутатіонпероксидази знижувалася зі збільшенням температури нагрівання, чим вище кінцева температура, тим нижче зберігається активність глутатіонпероксидази. Після термообробки її активність залишалася приблизно на тому ж рівні в процесі зберігання. Це вказувало на те, що активність глутатіонпероксидази більш сприйнятлива до нагрівання, ніж до часу зберігання. Схожі результати були отримані при дослідженні в м'ясі індички [58], в яловичині та свинині [59].

1.2. Структурні зміни м'яса в результаті температурного оброблення.

Структурні зміни м'яса під час термічного оброблення є результатом складних фізико-хімічних змін, які досліджувались багатьма науковцями [60-62].

У результаті теплової денатурації білків виникають структурні зміни в м'ясі, такі як руйнування клітинних мембран, усадка м'язових волокон, агрегація і утворення гелю міофібрилярних і саркоплазматичних білків, а також усадка і розчинення сполучної тканини [63].

Усадка м'яса під час приготування може відбуватися як в поперечному, так і в поздовжньому напрямку волокон, що призводить до втрат маси продукту при температурному обробленні.

В результаті усадки або набухання міофібрил відбувається втрата вологи, яка випаровується з поверхні у вигляді ексудату при скороченні м'язів [64]. У дослідженнях [65] було показано, що при підвищенні температури вміст води в м'ясі зменшується, а вміст жиру і білка збільшується, це вказує на те, що основною частиною втрат є саме вода.

Поперечна усадка волокон відбувається в основному в температурному діапазоні 40...60°C, однак існують протиріччя щодо цих спостережень. Наприклад, дослідники [66] не виявили змін в площі поперечного перерізу при приготуванні м'язів ший, тоді як в іншій роботі [60] виявили, що поперечна усадка як волокон, так і пучків волокон починається приблизно при 40°C.

В дослідженні [67] також стежили за структурними змінами в різних білкових системах м'яса під час приготування. Результати показали, що поперечна усадка волокна починається при 35...40°C, а потім майже лінійно збільшується в залежності від температури. Усадка сполучної тканини починається при 60°C, а після 65 °C зміни відбуваються більш інтенсивно.

Існує також невідповідність між результатами, представленими в літературі, щодо температури, де починається поздовжня усадка волокна. У висновках досліджень [67, 68] відзначається, що волокна не коротшають до 60°C, тоді як [69] повідомляють, що скорочення саркомера і волокон зазвичай починаються при температурі 40...50°C.

Поздовжня усадка може бути наслідком, як укорочення саркомера, так і усадки колагену. Передбачається, що денатурація структурних білків в м'ясі відповідає за термоусадку волокна і пов'язану з цим втрату води через знижену здатність денатурованих білків утримувати воду [42, 68].

Термічна денатурація колагену викликає розрив зв'язків, що призводить до усадки, оскільки гідроксильні групи стабілізують структуру колагену, а вода утворює водневі зв'язки між гідроксильними групами і гідроксипроліном. Стиснення колагену, що оточує міофібрили, призводить до фізичних обмежень на ці структури і вода витісняється [28].

Дослідження [70] зразків свинини оброблених при температурі гріючого середовища 45, 51, 60 та 74°C показали, що найбільші втрати маси відбувались з 60°C до 74 °C, схожі результати спостерігались у роботах [38, 66]. Автори припускають, що це пов'язано з денатурацією і усадкою актинових волокон і колагену. Сильне стиснення зразка найпомітніше спостерігалось при 74°C.

Дослідження температурного оброблення м'яса качки при температурі 100°C до досягнення різної кінцевої температури в середині продукту також доводять, що зі збільшенням температури в середині продукту втрати маси зростають. Так, при кінцевій температурі 40°C втрати складають 3,34 %, при 50°C – 3,86%, при 60°C – 3,33%, при 70°C – 3,65%, при 80°C – 4,07%, при 90 °C – 5,68% та при температурі 95°C втрати маси 5,74 % [71].

Інші дослідження [72] проведені із м'ясом яловичини показали, що зразки оброблені при 62 °C мали вихід 89%, а при 59°C – 93%.

Зі збільшенням частки сполучної тканини у продукті зростають втрати маси при температурному обробленні. Проте, чим вище температура в середині продукту тим менша різниця втрат між видами тканин. За температури 80°C і вище існує незначна відмінність у втраті маси продукту між способом температурного оброблення та різною кількістю сполучної тканини [13].

Втрати маси також залежать від способу температурного оброблення, що доводять дослідження температурного оброблення курячого стейку [44]. Маринова- ний курячий стейк доводили до температури в середині продукту 75°C

наступні- ми способами оброблення: варіння у водяній бані за температури 100°C протягом 22 хв; запікання в конвекційної печі 20 хв при 120°C; приготування на грилі за температури поверхні 150°C протягом 14 хвилин перевертаючи кожні 2 хв; оброблення в мікрохвильовій печі протягом 10 хв; приготування на пару з використанням перегрітого пару при 250...380°C протягом 5 хв. Найбільші втрати спостерігались при варінні та запіканні. Оскільки втрати маси збільшувались зі зростанням температури та часом оброблення. Продукти приготовлені з використанням перегрітого пару мали найменші втрати маси.

Схожі дослідження були проведені із температурним обробленням різними способами стейка лошат. Найбільші втрати маси продукту нагрітого до 70° в середині спостерігались при обробленні в мікрохвильовій печі 32,49±6,41%. Найменші – при обробленні на грилі 22,45±5,51% та смаженні 23,73±2,87%. При запіканні втрати становили 26,71±3,51% [55].

Існує також залежність між втратами маси продукту та віком тварини. Дослідження [56], які проводились на 3 вікових групах великої рогатої худоби довели, що зі збільшенням віку зростають втрати маси продукту. З віком тварини білки м'яса характеризуються слабкими вологозв'язуючими властивостями.

Важливо відмітити, що при аналізі різних результатів досліджень потрібно враховувати ряд змінних факторів, які впливають на кінетику втрати води: різниця в розмірі зразків, рН та історія сировини (наприклад, попереднє заморожування-розморожування).

Дослідження [6] показали залежність втрати маси від якості сирого м'яса (рН, вологозв'язуюча здатність) обробленого при 60°C та відмітили, що з підвищенням температури ці відмінності зменшувалися, і при 80°C спостерігалася лише невелика різниця між якістю сирого м'яса і втратами маси.

Температурне оброблення є одним із факторів, що обумовлює ніжність та соковитість готового м'ясного продукту.

Фактори, що впливають на ніжність м'яса при термічному обробленні досліджувалися багатьма науковцями. Відомо, що висока температура призводить до розм'якшення сполучної тканини, викликаного перетворенням колагену в

желатин, що призводить до пом'якшення м'яса, тоді як коагуляція міофібрилярних білків призводить до його жорсткості. Ці зміни залежать від часу, температури та умов приготування. Зміни білка, особливо денатурація колагену, поряд з протеолітичною активністю, часто вважаються основними причинами підвищеної ніжності м'яса.

Органолептичні дослідження [67] корейки свинини показали, що ніжність за температури від 50°C до 65°C істотно зростає, а потім знову знижується при 80°C. Модуль пружності м'яса збільшувався з температурою варіння від 50°C до 80°C. Автори припустили, що скорочення сполучної тканини, яке в основному відбувається після 65°C, призводить до збільшення еластичності м'яса, утворюючи щільний матеріал в області температур 65...80°C і більш жорсткого м'яса.

Порівняльний аналіз температурного оброблення в духовці за температури 68°C та 93°C до досягнення в середині продукту 65°C показав кращі органолептичні характеристики (ніжність і загальний зовнішній вигляд) зразків оброблених при 68°C [79].

У роботі [48] досліджували м'ясо свинини із великою кількістю сполучної тканини, яке нагрівали при 60°C та 80°C. Результати показали, що на ніжність, адгезивність, пружність і соковитість не впливало збільшення часу температурного оброблення з 5 до 12 год при 60°C, але явне зниження спостерігалось, коли м'ясо готували при 80°C протягом 12 год. Таким чином результати свідчать, що температура у більшій мірі впливає на ніжність у порівнянні з тривалістю нагріву.

1.3. Вплив температурного оброблення на сенсорні показники

Формування смаку і аромату. Ароматичні ноти та більшість характерних ароматів, відповідальних за розвиток смаку м'яса утворюються в результаті температурного оброблення. Унікальною характеристикою свіжого сирого м'яса є металевий і солоний присмак крові, воно майже не має запаху, а його аромат нагадує сироватку крові [40, 41], Саме завдяки термічному обробленню

утворюється «м'ясний аромат», який впливає на купівельну поведінку та уподобання споживача [42, 43].

Специфічний смак та аромат м'ясному продукту надає не реакція одного хімічного компонента, а сума сенсорних ефектів багатьох летких речовин. В результаті перетворень вуглеводів (глюкози, рибози і частково фруктози), амінокислот та нуклеотидів під час температурного оброблення утворюються сполуки, що зумовлюють появу характерного запаху м'яса: альдегіди, кетони, леткі кислоти, сірковмісні сполуки, аміни та інші [3].

В першу чергу утворення смаку та аромату пов'язано з леткими сполуками, які утворюються в результаті складних теплових реакцій між нелеткими компонентами м'язової і жирової тканини під час приготування продукту [84].

Основними реакціями, які беруть участь під час температурного оброблення м'яса, що відповідають за розвиток смаку, є реакція Майяра, термічний розклад ліпідів та взаємодія продуктів реакції меланоїдиноутворення з ліпідами [85]. Аромат розвивається під час приготування завдяки складним реакціям між компонентами сирого м'яса в поєднанні із високою температурою.

Реакція Майяра дуже повільно відбувається при м'яких режимах температурного оброблення, але різко прискорюється під час нагрівання. За температури 60°C реакція проходить у 20 разів швидше, ніж при 37°C. Процес меланоїдиноутворення надає певні споживчі характеристики продукту та впливає на його якість, але в результаті надмірного нагріву спостерігається накопичення токсичних речовин, а також зниження харчової цінності в результаті перетворень амінокислот [54, 66].

Основні попередники м'ясного аромату поділяються на дві категорії: водорозчинні компоненти та ліпіди [84]. Більше 90% обсягу летких компонентів у обсмаженій яловичині утворюється з ліпідів. Приблизно 40% летючих компонентів з водної фракції є гетероциклічними сполуками, багато з яких є результатом продуктів реакції Майяра або їх взаємодії з іншими інгредієнтами [56].

Сірковмісні амінокислоти, цистеїн і цистин є незамінними компонентами в

утворенні м'ясного смаку під дією термічного оброблення. Вони беруть участь в реакції Майяра і деградації Штрекера з утворенням сірковмісних сполук [88-90].

Реакція цистеїну і цукру під впливом високої температури може призводити до характерного смаку м'яса, особливо для свинини і м'яса птиці [91]. Це підтверджено дослідженнями, в яких кількість вуглеводів і амінокислот зменшується під час нагрівання, зокрема найбільш значні втрати відбуваються для цистеїну і рибози [90]. Основні вуглеводи з ароматоутворюючим потенціалом включають рибозу, рибоза-5-фосфат, глюкозу і глюкозо-6-фосфат.

Дослідження [92] продемонстрували, що нагрівання м'ясного продукту за температури 100°C призводить до збільшення неорганічного фосфату і зменшення вмісту органічного фосфату, що супроводжується вираженим м'ясним запахом.

Розвиток смаку м'яса частково пов'язаний з його ліпідами [93]. М'які термічні окислювальні зміни ліпідів призводять до утворення бажаних смакових сполук та ароматів у вареному м'ясі [94]. Такі сполуки включають аліфатичні вуглеводні, альдегіди, спирти, кетони, складні ефіри, карбонові кислоти, деякі ароматичні вуглеводні та кисневмісні гетероциклічні сполуки, такі як лактони і алкілфурани [95].

Під час тривалого зберігання окислення ліпідних компонентів призводить до прогірклих неприємних запахів, але під час термічного оброблення реакції відбуваються швидко і дають інший профіль летких речовин, які сприяють появі бажаних смакових якостей м'яса [84].

Температура на поверхні м'ясного продукту важлива для утворення його запаху, кольору і смаку. У цілому оптимальна ніжність та соковитість, і мінімальні втрати при обробленні м'яса досягаються за помірних або низьких температурах. Відносно запаху і смаку, більш високі температури дають більші смакові відчуття у порівнянні з низькими температурами приготування.

Зміна кольору м'яса. У процесі температурного оброблення відбуваються суттєві зміни кольору м'яса, за якими споживачі схильні оцінювати ступінь готовності м'яса [36].

Часто пропагується ідея готувати м'ясо до тих пір, поки внутрішня частина не перестане бути рожевою, а м'ясний сік стане прозорими. Проте, на остаточний колір вареного м'яса під час температурного оброблення впливає ряд чинників. У більшості випадків ці чинники впливають на колір шляхом модифікації міоглобіну, пігменту м'яса, до та під час приготування [37].

Найбільш відповідальним за колір м'яса є міоглобін, який існує в трьох основних формах оксиміоглобін, дезоксиміоглобіна та метміоглобін, кожна з яких має своєрідний колір [48].

Важливо відмітити, що 3 форми міоглобіну відрізняються по чутливості до тепла. Дезоксиміоглобін є найменш чутливим до теплової денатурації, за ним слідує оксиміоглобін, а потім метміоглобін, хоча останні два мають досить схожу чутливість до дії температури [39].

При правильному приготуванні колір м'яса змінюється на білий, сірий або коричневий, в залежності від типу м'язів. Кінцевий колір залежить від ступеня вмісту феррігемохрома, який, в свою чергу, є продуктом початкової пропорційності міоглобіну та кінцевої концентрації не денатурованого оксиміоглобіну або дезоксиміоглобіну.

Крім зміни кольору м'яса відбуваються зміни в непрозорості кольору під час термооброблення. Науковці [9] спостерігали, що непрозорість кольору підвищується, коли внутрішня температура м'яса сягає 45...67°C, і припустили, що денатуровані м'ясні білки - міозин і актин, перекривають червоний колір міоглобіну, хоча самі і не сприяють зміні кольору.

Зміна кольору м'яса в процесі температурного оброблення залежить від його морфологічної частини та швидкості денатурації міоглобіну. Дослідження проведені з м'ясом ягняти, показали що денатурація міоглобіну під час приготування до температури в середині продукту 70°C була швидша в філейній частині, ніж в м'ясі з плеча або ніг [102].

У дослідженнях [103] курячі гомілки мали не однаковий колір при досягненні температури в середині продукту 75°C. М'ясо, що прилягало до кістки, було більш червонуватим, ніж поверхня. Почервоніння прилеглого до

кістки м'яса посилювалося, якщо сировина були охолоджені вище 0°C перед приготуванням у порівнянні зі зразками охолодженими нижче 0°C. Проте, температурне оброблення до температури близько 85°C зводило нанівець відмінності в кольорі, пов'язані з попереднім охолодженням .

У процесі приготування висока температура не в однаковій мірі впливає на денатурацію міоглобіну. При виготовленні м'ясного продукту можна отримати червонуватий колір за різних кінцевих температурах. Певні умови в м'ясі можуть привести до захисту міоглобіну від денатурації. Значення рН м'яса є однією з цих умов, оскільки впливає на зміну кольору м'яса під час приготування.

М'ясо із високим значенням рН потрібно готувати до більш високих значень кінцевої температури, щоб досягнути такого ж кольору, як і при нормальному рН. М'ясо, що містить високе рН, здається сирим за кольором, від темно-червоного до фіолетового, ще довго після досягнення потрібної кінцевої температури приготування.

Дослідження проведені над котлетами з яловичого фаршу, які були приготовлені до температури в середині продукту 71°C показали, що зразки з рН нижче 5,9 незмінно асоціювалися до коричневого кольору, а зразки з рН 5,95 та вище мали червоний колір. З результатів дослідження [47] зроблено висновок, що для яловичини з підвищеним рН, у порівнянні із зразками фаршу з більш низьким рН, потрібна вища кінцева температура для денатурації аналогічної кількості міоглобіну.

Ступінь, в якій рН впливає на колір приготовленого м'ясного продукту, по-різному залежить від м'яса різних видів тварин. Для порівняння проводились дослідження [45] з м'ясом свинини, індички та яловичини зі змінними значеннями рН. Результати показали, що при доведенні зразків до температури 83°C в яловичині і свинині при всіх значеннях рН денатурація міоглобіну була на рівні 100%, а у зразків з індички ступінь денатурації міоглобіну був 75% і 95% в залежності від рН. Однак для всіх видів м'яса більш червоне забарвлення і більш низьку денатурацію міоглобіну спостерігали при більш високому значенні рН.

В даний час відсутнє задовільне пояснення взаємозв'язку рН та кінцевого

ко-льору м'яса, оскільки на кольороутворення можуть впливають і такі фактори як: вихідна форму міоглобіну, стан і структура м'язових волокон, процес денатурації інших м'ясних білків, включаючи ферменти, на які також може впливає рН і з якими складно пов'язана денатурація міоглобіну [37].

При термічному обробленні м'ясного продукту потрібно зважати на фактори, що впливають на органолептичні показники продукту, особливо колір, та слідкувати за показниками термометру. Оскільки, візуально продукт може здаватись приготовленим і безпечним (внутрішня частина вареного м'яса візуально коричнева), але ще не досягнута достатня температура для інактивації вегетативної мікробіоти.

1.4 Негативні наслідки високотемпературного оброблення.

В результаті помірному температурного оброблення збільшується біодоступність м'яса. У той час, як високі температури нагріву призводять до погіршення перетравлюваності та засвоюваності білків м'яса організмом людини [66].

З підвищенням температури і тривалості оброблення зростає ступінь коагуляційних змін, причому чим вища ступінь агрегування, тим повільніше йде перетравлювання білка [3, 55]. Зниження засвоюваності відповідає за низьку біодоступність амінокислот, а також містить фактори ризику для людського здоров'я, адже негідролізовані білки трансформуються кишковою мікробіотою в мутагенні продукти, які можуть викликати рак [47].

Дослідження біодоступності білків яловичини [108] показали, що м'ясо оброблене протягом 3,5 год при 100°C засвоюється щурами значно гірше, ніж сире м'ясо та приготовлене при м'яких температурах (до 60...64°C в середині продукту).

Високі температури оброблення м'яса провокують утворення в ньому гетеро-циклічних ароматичних амінів (ГАА). Вони утворюються в білоквмістних продуктах та є потужними мутагенами, які можуть мати місце в етіології раку людини [19].

У деяких дослідженнях спостерігався зв'язок між споживанням смаженого м'яса і розвитком раку. У роботах [65, 66] було виявлено, що гетероциклічні аміни (ГА) провокують онкологію в різних органах у мишей, щурів і приматів. Проте, існують дослідження, які не виявили достовірної кореляції між споживанням смаженої їжі і ризиком розвитку раку у людини [37, 48]. Деякі науковці [49] вважають, що виникнення раку пов'язане не тільки з наявністю ГАА, адже м'ясо приготовлене за високих температурах містить кілька інших канцерогенних сполук, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні, нітрозосполучення, перекиси ліпідів та інші прооксидантні з'єднання, які мають негативний вплив на організм.

Утворення ГАА сильно залежить від різних чинників, таких як температура оброблення, спосіб приготування, час приготування, тип м'яса, кількість жиру та вміст вологи, рН, наявність цукрів, вмісту вільних амінокислот і креатиніну в м'ясі [124]. Крім того, тепломасоперенос, окислення ліпідів і антиоксиданти впливають на їх концентрацію у готовому продукті [24, 25].

Температура приготування є найбільш важливим параметром утворення ГАА. Концентрації аміноімідазоазааренів зазвичай збільшуються з температурою приготування [26, 27].

Дослідження [28] показали, що ГАА можуть утворюватися за температури нижче 100°C. Однак, їх утворення може бути зведене до мінімуму, якщо температура приготування залишається низькою і постійною.

Спосіб приготування їжі є ще одним фактором утворення ГАА [29]. Дослідження різних методів приготування їжі показали, що жарення і приготування на грилі/барбекю зазвичай дають більш високі рівні ГАА, ніж запікання, варіння або приготування в мікрохвильовій печі [30].

Дослідження [26, 31] довели, що мутагенна активність м'яса на грилі швидко зростала протягом перших 10 хвилин, а потім знижувалася. Науковці припустили, що зменшення може бути пов'язано з утворенням явної скоринки на м'ясі, яка, мабуть, перешкоджає подальшій передачі тепла всередину м'яса. При дослідженні вареного м'яса [32] зовнішня поверхня мала більш високий рівень

мутагенної активності, ніж внутрішня частина. А дослідження [27] показали, що покриття харчових продуктів панірувальними сухарями перед смаженням може знизити утворення ГАА через ізолюючий ефект від покриття.

Високі концентрації ГАА утворюються під час смаження, особливо за температури вище 220°C [33]. Запікання не призводить до утворення великої кількості гетероциклічних амінів [34].

У пісній яловичині, курятині та рибі ГАА утворюються в більш високих концентраціях, у той час як ковбаси і свинина містять менше ГАА після приготування через високий вміст жиру і води [18].

На сьогоднішній день було проведено кілька експериментальних досліджень для зменшення кількості мутагенів. У дослідженнях [35] проведених над беконом спостерігалось, що готування, підтримуючи низькі температури оброблення або зменшуючи тривалість нагріву, суттєво знижує мутагенну активність ГАА.

При оптимізації технологічних процесів та обладнання для виготовлення м'ясних продуктів слід брати до уваги умови утворення ГАА, щоб підвищити якість і безпеку харчових продуктів.

Концентрація ГАА може бути зменшена та зведена до мінімуму за рахунок: зниження температури оброблення; скорочення тривалості високотемпературного нагріву; уникання раптових підвищень температури; використання різних антиоксидантних речовин [136-143].

1.5 Теплова інактивація мікроорганізмів за низьких температурах

Температурне оброблення використовується в харчовій промисловості з метою зменшення або усунення мікробіоти, яка викликає псування продукту, а також знищення патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів. М'ясо та м'ясні продукти являються сприятливим середовищем для розвитку і тривалого збереження життєздатності численних мікроорганізмів, які можуть стати причиною захворювання людини та призвести до великих економічних втрат [13, 44, 45].

Традиційно, у технології виробництва більшості м'ясних продуктів, для інактивації необхідної кількості мікроорганізмів достатнім є нагрів до температури в середині продукту $70\pm 2^{\circ}\text{C}$. Такі режими оброблення гарантують інактивацію мікроорганізмів, що викликають псування (*Pseudomonas*, *Lactobacillus*), а також, таких небезпечних патогенів, як *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus* і *Listeria monocytogene* [13, 44].

Використання високої температури оброблення призводить до погіршення якості самого продукту та утворення шкідливих канцерогенних речовин. Зниження температури нагріву м'яса до $50\text{...}60^{\circ}\text{C}$ істотно підвищує його харчову і біологічну цінність за рахунок зниження втрат вітамінів, незамінних амінокислот, кращій засвоюваності, а також покращує органолептичні показники та збільшує вихід продукту [38].

При використанні м'яких режимів термічного оброблення на ряду с покращенням органолептичних характеристик, харчової та біологічної цінності, виникає проблема вибору мінімально необхідного теплового навантаження для достатньої інактивації цільових мікроорганізмів.

Використовуючи більш низькі температури при виготовленні продукту, потрібно збільшувати час витримки для досягнення успішної інактивації мікроорганізмів. Процес температурного оброблення повинен бути спроектований так, щоб бути безпечним з точки зору цільового мікроорганізму [28, 29, 79]. Наприклад, у роботі [146] розраховували, що для досягнення мікробіологічної безпечності продукту потрібно проводити термічне оброблення протягом 6,5 год за температури $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$. Представлені режими були достатні для інактивації *L. monocytogenes*, яка є досить теплостійким патогеном і зазвичай використовується як індикатор безпеки при тривалому термобробленні за низьких температур.

Результати декількох досліджень показали, що температурне оброблення м'яса в температурному діапазоні $50\text{...}62^{\circ}\text{C}$ призвело до значного зниження кількості мезофільних і психротрофних мікроорганізмів у приготовленому м'ясі [70].

Суттєве зменшення кількості *Enterobacteriaceae* та мезофільних мікрооргані-

змів спостерігалось у м'ясі свинини при температурі оброблення при 53°C протягом декількох годин [48, 49]. У дослідженні було виявлено, що для зменшення кількості молочнокислих бактерій, коків, кишкової палички, *Bacillus thermosphacta*, *L. monocitogenes* і *Salmonella typhimurium*, виявлених в сирому м'ясі ягняти, достатнім було оброблення протягом 6 год при 60°C. У іншій роботі [51] здійснювали оброблення свинини при 53°C та 58°C протягом 8 год (2 год для досягнення температури в середині та 6 год експозиції), що було достатнім для зниження *L. monocitogenes* і *Salmonella* на 5 log КУО/г.

Salmonella spp. і *E.coli* разом з *Enterobacteriaceae*, досить широко використовуються в якості індикаторів ефективності термічного оброблення. У дослідженні [140] змогли інактивувати кишкову паличку після варіння за температури 53°C протягом 3 год і рекомендували проводити валідацію усіх оброблень, перш ніж затверджувати їх безпечність [39].

Виробництво продуктів при низьких температурах збільшує ймовірність виживання в м'ясі патогенних бактерій, які можуть поставити під загрозу його безпеку, особливо при високих рівнях початкового забруднення [52]. У роботі [53] оцінювали зростання і виживання *Clostridium perfringens* в м'язах яловичини, які готували до температури в середині 60°C зі збільшенням часу витримки. Результати показали, що кількість вегетативних клітин зменшується на 3 log КУО/г з мінімальною витримкою, а летальний ефект починається при більш низьких температурах (48,9 °C).

У дослідженнях [54] оцінювали зростання та інактивацію *C. perfringens* при різних швидкостях нагрівання при варінні свинини. Результати свідчать, що повільне нагрівання призводив до збільшення термостійкості мікроорганізмів а, отже, для інактивації і зменшення кількості *C. perfringens* потрібний більш тривалий час оброблення за температури 53°C. Ця проблема пов'язана зі здатністю адаптивних патогенів виживати в широкому діапазоні температур. Наприклад, у роботі [155, 156] було показано, що *C. perfringens* може рости за температури до 52°C і утворювати дуже стійкі спори.

Результати інших досліджень [57] виживання і зростання *C. perfringens* під

час варіння за низьких температурах показали, що температура 48°C була недостатньою для досягнення необхідного зниження *C. Perfringens* і він був зданий до відновлення. У цій роботі також досліджувалось температурне оброблення при 53°C, і результати показали, що через 1440 хв. вдалося досягти необхідного 6-кратного зниження *C. Perfringens*. Проте, цей результат може бути неприйнятним, оскільки перевищував максимальний час приготування за температур, що розглядаються в «небезпечній зоні» (температура 48°C), який становить 240 хвилин [158].

Агентство з харчових стандартів Великобританії вказало, що безпечність м'ясних продуктів може бути досягнута шляхом їх нагріву до температури в середині 55...69°C. Проте, воно повинно бути еквівалентним термічному нагріванню протягом 2 хв при 70°C або протягом 45 хв при 60°C в середині м'яса [159].

Проведений аналіз наукових публікацій світових вчених свідчить про можливість використання низьких температур для отримання мікробіологічно безпечних продуктів, але суперечливі відомості по їх впливу на мікробіоту м'ясного продукту, які залежать від багатьох факторів, потребують більш поглиблених досліджень у цьому напрямку.

1.6 Використання низькотемпературного оброблення в технології м'ясних продуктів

На сьогоднішній день, завдяки сучасному обладнанню та численним дослідженням з питань якості м'ясних продуктів, у сфері громадського харчування активно починають використовувати м'які режими температурного оброблення.

Тривалий низькотемпературний нагрів м'яса до стану кулінарної готовності дозволяє шеф-кухарю точно і надійно досягти бажаного гастрономічного результату. При такому обробленні, температура та тривалість можуть використовуватися як незалежні параметри для контролю результату. При цьому, органолептичні властивості продукту можливо точно контролювати, вибираючи відповідний час та температуру приготування.

Різновидом низькотривалого температурного оброблення, яке в основному використовується у ресторанах, є технологія *Sous vide*, яка передбачає попереднє упакування м'яса в вакуумну упаковку та нагрів при контрольованій температурі (65-95°C) протягом певного часу до готовності. Останнім часом *Sous vide* також використовується за температури нижче 65°C, а іноді навіть при 55°C. Дана технологія дає можливість безпечного приготування м'яса, оскільки не відбувається перехресного і повторного забруднення продукту мікроорганізмами, а продукт зберігається у вакуумній упаковці до подачі на стіл [179, 180].

Найбільш популярними є використання способу *Sous vide*, який передбачає варіння-охолодження і варіння-заморожування. На першому етапі м'ясну сировину упаковують під вакуум, варять до стану кулінарної готовності та швидко охолоджують до температури 1...3°C. Далі етикетують та зберігають в холодильному середовищі. На другому етапі – продукт у вакуумній упаковці розігрівають (зазвичай до температури, при якій готувався продукт спочатку), розпаковують та подають [181].

При використанні вакуумної упаковки, під час приготування м'яса, органолептичні характеристики готового продукту значно відрізняються. М'ясний виріб має слабо виражені смакові властивості, блідий колір та менш відчутний запах.

При цьому, використання методу *Sous vide* виключає можливість надати продукту більш вираженого смаку та аромату завдяки копченню чи обжарюванню [182, 183].

На даний момент низькотемпературне тривале оброблення не застосовується у промисловому виробництві м'ясних продуктів. Для успішного промислового впровадження LTLT технології необхідно розробити режими з точки зору наукового обґрунтування співвідношення температури та тривалості для утворення усіх бажаних якісних характеристик та безпечності готового продукту.

Висновки до 1 розділу

1. Огляд досліджень фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних процесів під дією температурного оброблення показує можливість зниження температурного навантаження при виготовленні м'ясних продуктів.
2. Доведено покращення органолептичних властивостей та біологічної цінності виробів з м'ясної сировини, що є актуальним і відповідає вимогам споживачів та промисловості.
3. Виявлено суттєву проблему повторного забруднення готових продуктів та розглянуто можливість інактивації поверхневої мікробіоти і підвищення мікробіальної стабільності продукту при зберіганні.
4. Встановлено відсутність досліджень використання низькотемпературного тривалого оброблення в промисловому виробництві м'ясних продуктів зі свинини та напівконсервів з м'яса курчат-бройлерів, качки, індички.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У розділі наведено схему проведення аналітичних та експериментальних досліджень для досягнення поставленої мети, визначено предмет і матеріали досліджень, надана характеристика методів дослідження.

Експериментальні дослідження, математичне та аналітичне оброблення даних було проведено в науково-дослідних лабораторіях кафедри «Технологія м'ясних, рибних та морепродуктів» (НУБіП України).

2.1 Програма проведення досліджень

Узагальнення та систематизація аналітичних досліджень щодо впливу температурного оброблення на органолептичні, структурно-механічні, фізико-хімічні властивості та харчову і біологічну цінності м'ясних продуктів, сприяло створенню передумов для використання м'яких режимів температурного оброблення на основі індивідуального підбору температурно-часових параметрів оброблення з урахуванням особливостей складу м'ясної сировини. Для реалізації концептуальних рішень, визначено основні напрямки досліджень та розроблено програму і встановлено послідовність етапів їх проведення (рис.2.1).

На першому етапі дослідження проведено систематизацію науково-технічної інформації впливу температурного оброблення на зміну білків і жирів в м'ясі та показники якості і безпечності м'ясних продуктів.

На другому етапі проведено дослідження впливу режимів низькотемпературного оброблення на білкову складову м'яса свинини, втрати маси та стан кулінарної готовності. Розроблено параметри температурного оброблення варених і копчено-варених цільном'язових виробів зі свинини (балику) та перевірено їх мікробіологічну безпечність. Проведено порівняльну оцінку фізико-хімічних, структурно-механічних, органолептичних показників та харчової і біологічної цінності цільном'язових продуктів зі свинини виготовлених за розробленими та стандартними режимами. За результатами дослідження розроблено технології цільном'язових виробів зі свинини з наведенням векторної технологічної схеми.



Рис. 2.1. Програма наукового дослідження

На третьому етапі дослідження проводились з метою розроблення нової технології пастеризованих напівконсервів з різних видів птиці (курчат-бройлерів, качки, індички). Дослідження були направлені на встановлення раціональних режимів гідротермічного оброблення задніх чвертинок птиці на основі впливу температурного оброблення на розварювання колагену. Були проведені дослідження можливості скорочення тривалості термооброблення шляхом регулювання рН гріючого середовища. Розроблено рецептури та технології напівконсервів з м'яса птиці, визначено раціональні режими пастеризації. Проведено дослідження якості готових напівконсервів та встановлено строк їх придатності.

2.2. Матеріали і предмет досліджень

Матеріалом досліджень у роботі були:

- спинний та поперековий м'язи свинини без шкіри (ДСТУ 4668:2006), виготовлений ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат».
- стегна та гомілки курчат-бройлерів у охолодженому стані (ДСТУ

3143:2013), виготовлені ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» ТМ «Наша ряба»;

– стегна та гомілки качки у охолодженому стані (ДСТУ 3143:2013), виготовлені СТОВ «ППЗ «Коробівський» ТМ «Смачне каченя»;

– стегна та гомілки індички у охолодженому стані (ДСТУ 3143:2013), виготовлені АТ "Інделіка";

– вино біле сухе (ДСТУ 4806:2007) АТ "Коблево";

– вода питна (ДСТУ 7525:2014);

– кухонна сіль (ДСТУ 3583:2015);

– цукор білий (ДСТУ 4623:2006);

– перець чорний мелений та духмяний (ДСТУ ISO 959-1:2008);

– мускатний горіх (ДСТУ 7411:2013);

– часник (ДСТУ 3233-95);

– нітрит натрію (ГОСТ 32781-2014);

– корінь селери (ДСТУ 289-91);

– морква (ДСТУ 7035:2009);

– корінь петрушки (ДСТУ 343-91);

– яблуко (ДСТУ 8133:2015);

– гвоздика (ДСТУ ISO 2254:2008).

Предмети досліджень:

– модельні та контрольні зразки баликів свинячих. Модельні зразки піддавали пост-пастеризації, контрольні – без пост-пастеризації;

– зразки стегон та гомілок курчат-бройлерів, качки та індички гідротермічно-оброблені за різних температур та рН ґріючого середовища;

– готові пастеризовані напівконсерви отримані за розробленою технологією.

Сировина та матеріали, які використовували, відповідають чинній нормативній документації України за показниками якості та безпеки і дозволені до використання Міністерством охорони здоров'я України.

2.3 Організація досліджень

У роботі були використані загальноприйняті стандартні методи досліджень. Експериментальні дослідження проводились в п'ятикратній повторюваності, а отримані результати представлені в одиницях міжнародної системи СІ.

Підготовка зразків для технології пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці. На першому етапі для встановлення режимів гідротермічного оброблення задніх четвертинок курчат-бройлерів проводились дослідження в діапазоні температур від 60°C до 95°C з кроком 5°C. Гідротермічне оброблення м'яса з температурою 5°C починали за температури гріючого середовища 35°C з поступовим збільшенням температури таким чином, щоб різниця між температурою в середині м'ясної сировини та гріючим середовищем була 25...30°C. Контроль температури гріючого середовища та продукту здійснювали за допомогою термopари та термометра-щупа. При досягненні заданої температури гріючої рідини (65...95°C) нагрів закінчували і надалі температуру підтримували на рівні максимально-допустимої до досягнення в середині м'яса відповідної температури для кожного досліду та витримували м'ясо за цією температурою.

На другому етапі проводили дослідження скорочення тривалості гідротермічного оброблення шляхом регулювання рН. Задні четвертинки курчат-бройлерів завантажували у варильну камеру з різними значеннями рН гріючого середовища: 7,2; 4,5; 4,0; 3,4. У якості речовини, що впливає на рН використовувалось біле сухе вино. Температурне оброблення починалось за температури гріючого середовища 35°C з поступовим нагрівом до 65°C та експозицією за даної температури.

На третьому етапі дослідження проводились із м'ясом качки та індички. Дослідні зразки завантажувались у варильну камеру з гріючим середовищем суміші води та вина з рН 4,0 і варились за температури 65°C та 90°C.

На четвертому етапі для розроблення режимів пастеризації напівконсервів гідротермічно-оброблену м'ясну сировину та бланшировану рослинну змішували з додаванням бульйону та спецій і розфасовували в скляні твіст-банки діаметром 840 мм і висотою 640 мм. Маса нетто продукту в одиниці упаковки становила

180 г. Пастеризацію проводили при наступних параметрах: ($t_{ц.пр}$ – температура в середині продукту; τ – тривалість витримки при вказаній температурі):

- зразок 1: $t_{ц.пр} = 80^{\circ}\text{C}$ без витримки;
- зразок 2: $t_{ц.пр} = 80^{\circ}\text{C}$, $\tau = 5$ хв,
- зразок 3: $t_{ц.пр} = 80^{\circ}\text{C}$, $\tau = 10$ хв,
- зразок 4: $t_{ц.пр} = 80^{\circ}\text{C}$, $\tau = 15$ хв.

Після проведення пастеризації зразки напівконсервів охолоджували водою з протитиском до температури в середині 25°C , а потім повітрям до 4°C .

На завершальному етапі проводили дослідження якості розроблених напівконсервів та встановлювали строк їх придатності. Напівконсерви зберігались за температури 4°C протягом 9 місяців, проби відбирались кожного місяця.

2.4 Методи досліджень

Методи оцінки фізико-хімічних показників. Метод дослідження ступеня розварювання колагену заснований на визначенні різниці у вмісті оксипроліну в сирому і вареному м'ясі після видалення з нього продуктів гідротермічного розпаду колагену [184]. Наважку 5 г подрібненого гідротермічно обробленого м'яса багаторазово відмивали від глютину дистильованою водою ($50...55^{\circ}\text{C}$) з подальшим центрифугуванням і видаленням рідини на центрифугі ОПН-8 при 2500 об/хв протягом 10 хв. Залишок кількісно переносили для гідролізу в конічну колбу з повітряним холодильником. Після гідролізу в 6М HCl протягом 6...7 год визначали вміст оксипроліну. Паралельно визначали вміст оксипроліну в сирому м'ясі .

З огляду на те, що вміст еластину в ендомізії і перимізії м'язів відносно невеликий і, крім того, еластин містить всього близько 2% оксипроліну, вважали за можливе умовно віднести весь знайдений в наважці м'яса оксипроліну до колагену.

Кінетичну в'язкість визначали за допомогою капілярного скляного віскозиметра ВПЖ-2 (ГОСТ 10028-81) з діаметром капіляра 0,99 мм. Дослідження проводились за температури 20°C , співвідношення м'яса до води від 1:1 до 1:2.5.

Методи оцінки мікробіологічних показників. Підготовка до дослідження і взяття наважки продукту проводилась стерильними інструментами в умовах, які виключають зараження продукту мікроорганізмами з навколишнього середовища. Відбір проб здійснювали відповідно до ГОСТ 26669-85. Наважку

проби $10 \pm 0,05$ г поміщали в стерильний флакон з 90 см^3 стерильного фізрозчину і перемішували круговими рухами протягом 10..15 хв. Надосадова рідина є змив мікроорганізмів з продукту, який знаходиться в розведенні 1:10.

Для приготування розведень проб зразків, за допомогою стерильної піпетки відбирали 1 мл надосадової рідини попередньо підготовленої проби і переносили в стерильну пробірку, що містить 9 мл стерильного фізрозчину. Вміст пробірки ретельно перемішували. В результаті отримували розведення 1:100.

Для отримання розведення 1:1000 проб зразків, відбирали 1 мл суспензії з пробірки з розведенням 1:100 і переносили в іншу пробірку, що містить 9 мл стерильного фізрозчину і ретельно перемішували.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали відповідно до ГОСТ 8446:2015. Метод заснований на здатності мікроорганізмів розмножуватися на щільному живильному агарі за температури $30 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 72 годин. Посіву проб зразків виконували шляхом відбору 1 мл суспензії відповідного розведення і вносили в стерильну чашку Петрі. Після цього заливали розігрітим живильним середовищем МПА, яке мало температуру $45 \pm 1^\circ\text{C}$ у кількості 12...15 мл і рівномірно розподіляли по всій поверхні чашки Петрі круговими рухами. Після застигання живильного середовища чашки Петрі направляли на інкубування в термостат.

Бактерії групи кишкової палички (БГКП) визначали за допомогою середовища Кесслера відповідно до ГОСТ 998-81, оскільки БГКП ферментують лактозу і в результаті за температури $37 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 24 годин утворюється кислота і газ.

Для визначення сульфітрeredуючих клостридий використовували методику посіву 1 см^3 надосадової рідини продукту в середовище СЦС і Вільсона-Блера відповідно до ГОСТ 998-81. Посів витримали в термостаті за температури $37 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 18-24 годин.

Патогенні мікроорганізми, серед яких *Salmonella* spp., визначали за допомогою посіву на селективне середовище і встановлення їх серологічних і ферментативних властивостей відповідно до ДСТУ ISO 6579.

Staphylococcus aureus визначали згідно ГОСТ 10444.2-94. Маса продукту для дослідження становила 25 г. Посів проводився в рідке селективне (з попереднім збагаченням) і на щільне селективно-діагностичне середовища. Посіви інкубували за температури $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ протягом 24...48 годин. При цьому через добу проводився попередній підрахунок, а через 48 годин - остаточний.

Методи оцінки мікроструктури, структурно-механічних та органолептичних показників. Напругу зрізу визначали за допомогою приладу Структурометр СТ-1. Зразок вирізали вручну, у вигляді квадрата зі сторонами 1×1 см. Для визначення напруги зрізу використовували індентор «Струна». Підготовлений дослідний зразок обережно поміщали на столик так, щоб він розташовувався перпендикулярно напрямку руху індентора. Встановлювали індентор в гніздо вимірювальної головки і закріплювали його за допомогою гвинтів, після чого задавали режим роботи приладу. Натискаючи на цифрові кнопки, вводили номер режиму «4 Загальний метод». Потім натисканням кнопки «Старт» приводили в рух ріжучий інструмент, який здійснював зріз зразку. На початку взаємодії індентор "вдавлюється" в зразок, але після того, як відбулася певна його деформація, міжмолекулярні зв'язки в зразку починають руйнуватися і йде процес різання. Зусилля, необхідне для зрізу зразка, фіксувалося на табло приладу.

Пластичність визначалась за допомогою методу пресування[188]. Зразок вагою 0,3 г поміщали на беззольний фільтр між скляними пластинами, потім на пластини зі зразком встановлювали вантаж масою 1 кг на 10 хвилин. Після цього окреслювали контур плями навколо спресованого зразка. Пластичність визначали за формулою 2.9:

Органолептичні дослідження проводили використовуючи п'яти бальну шкалу оцінювання. На основі отриманих балів розраховували загальний бал кожного зразка. В усіх зразках визначали такі показники, як зовнішній вигляд, консистенція, колір, запах та смак.

Визначення масової частки вологи проводили за прискореною методикою відповідно ДСТУ ISO 1442:2005.

Вміст загального білку визначали за методом К'ельдаля, а масову частку жиру – екстракційно-ваговим методом.

Вміст золи визначали озоленням висушеної наважки в муфельній печі при 500...700°C до постійної маси [185].

Енергетичну цінність визначали розрахунковим методом за коефіцієнтами Атвотера: для білка – 4,0 ккал, жиру – 9,0 ккал, вуглеводів – 4,0 ккал.

Дослідження амінокислотного складу проводили на хроматографі Мультиспектр – 4.1. Виходячи з площ піків хроматограми вільних амінокислот, розраховували їх вміст. Для ідентифікації використовували стандартні зразки амінокислот.

Висновки до 2 розділу

1. Розроблено програму проведення аналітичних та експериментальних досліджень щодо розроблення м'ясних продуктів з використанням низькотемпературних режимів оброблення.

2. Визначено матеріали, предмет і методи досліджень.

3. Підібрано та надано опис фізико-хімічних, мікробіологічних, структурно-механічних, органолептичних методів експериментальних досліджень та розрахунку харчової та біологічної цінності.

РОЗДІЛ 3.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАСТЕРИЗОВАНИХ НАПІВКОНСЕРВІВ З М'ЯСА ПТИЦІ

Асортимент продуктів з м'яса птиці в основному представлений напівфабрикатами і у виробників виникає потреба в його розширенні за рахунок виробництва продуктів тривалого строку зберігання.

Промислове використання м'яса птиці у технології різних м'ясних продуктів обтяжено складністю виділення м'язової тканини. Ця технологічна операція стримує використання більшості частин тушки птиці або змушує застосовувати механічні способи обвалювання, що негативно позначаються на якості м'яса.

Особливо актуальним є використання відносно не дорогих, проте морфологічно складних для промислової переробки частин тушки птиці, до яких відносяться стегна та гомілки.

Важливо відмітити, що сполучна тканина, яка міститься в цих частинах, при тривалому варінні вміщує багато колагену. Використання колагену, який переходить у рідку частину є корисним для людей, які страждають на остеохондроз, мають переломи кісток, а також для регулярного вживання тим, у кого дуже ламкі кістки та для покращення стану волосся, шкіри і нігтів.

Разом з тим, в кулінарії існує страва, яка має загальну назву «Рійєт». Рійєт (фр. rillettes) – це різновид м'ясного паштету, який має вигляд в'язкопластичної маси, не подрібненої на вовчку, а з волокнами і шматочками м'яса [200]. Технологія даного продукту різноманітна, проте її основні операції пов'язані з довготривалим попереднім варінням м'ясної сировини, при необхідності обвалюванням та змішуванням усіх компонентів рецептури. Рійєт придатний до вживання не більше 72 год при умові холодильного зберігання при температурі не вище 6 °С.

Режими термічного оброблення, що в основному використовуються в різноманітних рецептурах рійєту, науково не обґрунтовані. Недоліком існуючої технології є тривале варіння (3-10 год.) м'яса при високих температурах (90-

100°C), а для промислового виробництва необхідні такі параметри, які при мінімальному часу оброблення дозволять отримати якісний і безпечний продукт. Це ще має важливий сенс з економічної точки зору, оскільки будь-який вид термічного оброблення потребує досить великих затрат енергії, що впливає на собівартість продукту.

Враховуючи, що технології придатної для промислового виробництва продукту типу «Рійет» у вигляді пастеризованих напівконсервів на теперішній час не існує, були проведені комплексні дослідження по розробленню продукту даного типу.

3.1 Розроблення рецептур та технології напівконсервів з м'яса птиці

До складу напівконсервів входить: м'ясна сировина, рослинна сировина, бульйон, сіль та прянощі.

При розробленні рецептур м'ясних напівконсервів керувались наявністю м'ясної сировинної бази, доступністю і економічною доцільністю використання рослинної сировини.

Застосування рослинних інгредієнтів при виробництві напівконсервів з м'яса птиці збагачує продукт поживними речовинами, вітамінами, макро- та мікроелементами, покращує смакові характеристики та зменшує витрати на сировину.

На основі пілотних досліджень були встановлені оптимальні компоненти для рецептури напівконсервів. У роботі був розроблений рецептурний склад напівконсервів 3 видів. В якості сировини для 1 виду використовувалось м'ясо курчат- бройлерів, морква та корінь селери, для 2 виду – м'ясо качки, морква та яблуко і для 3 виду – м'ясо індички, морква та корінь петрушки.

Додавання м'ясного бульйону покращує реологічні властивості продукту і забезпечує надійні формуючі показники. У бульйоні містяться водорозчинні речовини, цінні білки (у вигляді поліпептидів, вільних амінокислот, водорозчинних вітамінів), що підвищують харчову цінність продукту.

Таблиця 3.1

Рецептурні компоненти

Компоненти		Вміст (%) в варіантах напівконсервів		
		1	2	3
обвалене варене м'ясо:	курчат-бройлерів	59,0-62,0		
	качине		59,0-62,0	
	індички			59,0-62,0
морква варена		11,0-12,5	12,0-13,0	12,5-14,0
корінь селери варений		5,0-8,0		
корінь петрушки варений				3,5-5,0
яблуко варене			4,5-6,0	
Сіль		2,49-2,51	2,49-2,51	2,49-2,51
чорний перець мелений		0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,02
бульйон		решта	решта	решта

Окрім того, при приготуванні бульйону компоненти беруться за наступним співвідношенням, мас. %:

Компоненти		Вміст (%)		
		1	2	3
сире м'ясо:	курчат-бройлерів	31,5-36,0		
	качине		31,5-36,0	
	індички			31,5-36,0
морква		3,0-3,5	3,5-3,8	3,5-4,0
корінь селери		1,8-2,0		
корінь петрушки				1,0-1,5
яблуко			1,3-1,8	
гвоздика		0,01-0,02		
лавровий лист		0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,02
мускатний горіх			0,01-0,02	
перець духмяний		0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,02
сухий часник				0,02-0,03
біле сухе вино		2,7-3,0	2,7-3,0	2,7-3,0
вода		54,0-60,0	54,0-60,0	54,0-60,0

Технологія виробництва пастеризованих напівконсервів представлена у вигляді векторної схеми на рис. 3.1.

Підготовка компонентів проводиться наступним чином.

М'ясна сировина. Задні четвєртинки або гомілки курчат-бройлерів, качки та індички використовуються в охолодженому стані з температурою не вище 5 °С. Перед гідротермічним обробленням проводиться інспекція та миття м'ясної

сировини.

Рослинна сировина. Моркву, корінь селери, корінь петрушки та яблука інспектують, миють, очищають та подрібнюють на брусочки довжиною 2-3 см з перетином 1×1 мм і бланшують у киплячій воді протягом 5-8 хвилин. Бланшування рослинної сировини проводилось з метою зменшення мікробільної забрудненості.

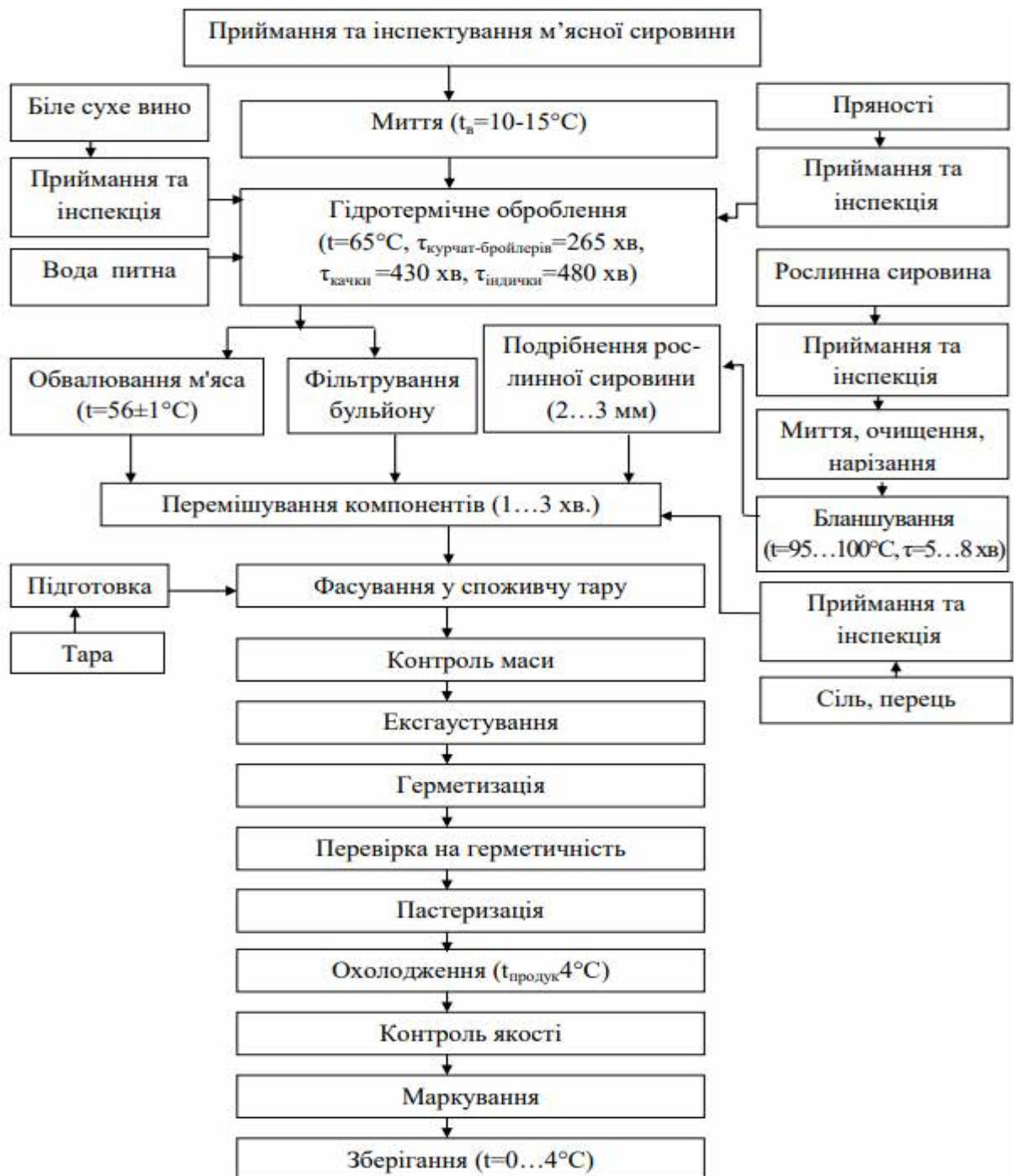


Рис. 3.1. Технологічна схема виробництва пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці

М'ясна та рослинна сировина гідротермічно оброблюється при встановленій температурі 65°C, тривалість оброблення залежить від виду м'ясної сировини: для курчат-бройлерів 265 хв., качки – 430 хв. та індички – 480 хв.

Отриманий в результаті гідротермічного оброблення сировини бульйон відокремлюється та фільтрується.

М'ясна сировина охолоджується до 54-57°C та обвалюється гарячим способом. Вихід м'яса після обвалювання складає 54,0-58,5%.

Рослинна сировина подрібнюється до частинок розміром 2...3 мм, змішується з м'ясною сировиною з додаванням бульйону, солі та пряностей і перемішується 2-3 хв. Підготовлена суміш закладається у споживчу тару, закупорюється і пастеризується.

3.2 Розроблення режимів пастеризації

Метою пастеризації є забезпечення мікробіологічної безпечності напівконсервів. Ефективність температурного оброблення напівконсервів можливо оцінити по рівню отриманого пастеризуючого ефекту, значенню А-показника. Враховуючи, що летальний ефект режиму пастеризації на мікроорганізми є сумарною дією температур, яким піддається продукт при нагріванні до заданої температури, витримці при цій температурі та на початку охолодження. Летальна дія на мікроорганізми починається при температурі 55°C і закінчується при цій же температурі в ході охолодження виробів. Він розраховується по методиці, яка схожа з визначенням стерилізуючого ефекту в консервному виробництві.

3.2.1 Обґрунтування режимів пастеризації. Відомо, що на встановлення режимів пастеризації напівконсервів впливає мікробне забруднення компонентів, що входять до складу рецептур. Рівень залишкової мікробіоти після закінчення термічного оброблення залежить головним чином від ступеня початкової мікробіологічної забрудненості сировини і матеріалів.

У нашому випадку на рівень мікробіологічного стану напівконсервів перед пастеризацією впливає мікробіота вареної м'ясної та рослинної сировини,

допоміжних матеріалів, спецій та прянощів.

Після варіння м'ясної сировини відбувалось її ручне обвалювання, а потім змішування компонентів рецептури. Під час цих операцій може відбутись мікробіологічне забруднення сировини від рук персоналу та обладнання.

Для отримання інформації про мікробіологічний стан продукту перед пастеризацією, проводили мікробіологічні дослідження м'ясної сировини одразу після варіння (1) та після змішування усіх компонентів рецептури (2). Дані представлені в табл.3.3.

Таблиця 3.3

Мікробіологічні показники панівконсервів перед пастеризацією

Зразки	МАФАНМ, КуО/г		БГКП в 1 г		Сульфитредукувальні клостридії в 1 г		St. aureus в 1 г		Патогенні м/о, в т.ч. Salmonella в 25 г	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Напівконсерви з м'яса курчата-бройлерів	0	$1,5 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
2. Напівконсерви з м'яса качки	0	$2,4 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
3. Напівконсерви з м'яса індички	0	$1,3 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Результати дослідження мікробіологічних показників вказують на те, що тривале варіння м'ясної сировини при температурі 65°C ефективно дозволяє інактивувати мікробіоту м'яса. Проте, при виборі режимів пастеризації не можна поспішати на ці данні, оскільки в процесі підготовки усіх компонентів рецептури напівконсервів та їх змішуванні відбулось додаткове мікробіальне забруднення, яке становило від 130 до 240 КУО/г. В результаті мікробіологічних досліджень патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів у всіх зразках не виявлено.

Параметри режимів пастеризації напівконсервів встановлювали в першу чергу на підставі розрахунку виживання найбільш термостійких видів

вегетативних форм мікроорганізмів, небезпечних для здоров'я людей і основних збудників псування даного виду напівконсервів.

Метод розрахунку режимів пастеризації заснований на розробленні режимів,

що задовольняють вимогу $F^z \leq L^z$, де F^z – необхідна летальність термічного

оброблення напівконсервів, що є нормативною величиною тривалості нагрівання при базисній температурі, що забезпечує загибель вегетативних мікроорганізмів, які викликають псування продуктів або становлять небезпеку для здоров'я споживача; L^z – фактична летальність режиму пастеризації, яка обчислюється виходячи з усіх температур, що фіксуються в продукті в процесі пастеризації.

При розробленні режимів пастеризації використовували термопари для виміру температури в центральній частині продукту. Напівконсерви розфасовували в скляні твіст-банки діаметром 840 мм і висотою 640 мм. Маса нетто продукту в одиниці упаковки становила 180 г.

Враховуючи початкове забруднення вмісту напівконсервів до пастеризації та огляд літературних даних, щодо летальності мікроорганізмів, були вибрані наступні параметри пастеризації ($t_{ц.пр}$ – температура в середині продукту; τ – тривалість витримки при вказаній температурі):

- зразок 1: $t_{ц.пр} = 80^\circ\text{C}$ без витримки;
- зразок 2: $t_{ц.пр} = 80^\circ\text{C}$, $\tau = 5$ хв,
- зразок 3: $t_{ц.пр} = 80^\circ\text{C}$, $\tau = 10$ хв,
- зразок 4: $t_{ц.пр} = 80^\circ\text{C}$, $\tau = 15$ хв.

Пастеризація напівконсервів здійснювалась водою, після чого проводилось охолодження водою з протитиском до температури в середині 25°C , а потім повітрям до 4°C .

В процесі пастеризації зміни температури в середині продукту і ґріючого середовища фіксували та розраховували фактичну летальність мікроорганізмів

(А-показник).

При розрахунку А-показника для пастеризованих продуктів в якості еталон-ної температури є 70°C і показник D становить 2.95 хв. За цей час на один логарифмічний крок скорочується чисельність стрептококів (вони виступають в ролі тест-мікроорганізмів для пастеризованих продуктів). Стрептококи не належать до патогенних бактерій, але є мікроорганізмами псування і вважаються в пастеризованих продуктах найбільш термостійкими вегетативними бактеріями. На підставі результатів прогрівання напівконсервів в процесі пастеризації визначили режими, отримали формули і фактичний пастеризуючий ефект (табл.3.4).

Таблиця 3.4

Режими пастеризації напівконсервів

Зразок	Формула пастеризації	Загальна тривалість пастеризації, хв.	Пастеризуючий фактичний ефект А, ум.хв.
1	$\frac{18 - 0 - 17}{80}$	35	40,06
2	$\frac{18 - 5 - 17}{80}$	40	88,06
3	$\frac{18 - 10 - 17}{80}$	45	138,06
4	$\frac{18 - 15 - 17}{80}$	50	188,06

Перевірку розрахункових режимів пастеризації було проведено шляхом мік-робіологічних досліджень. Результати визначення мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мік-роорганізмів представлені на рис. 3.2.

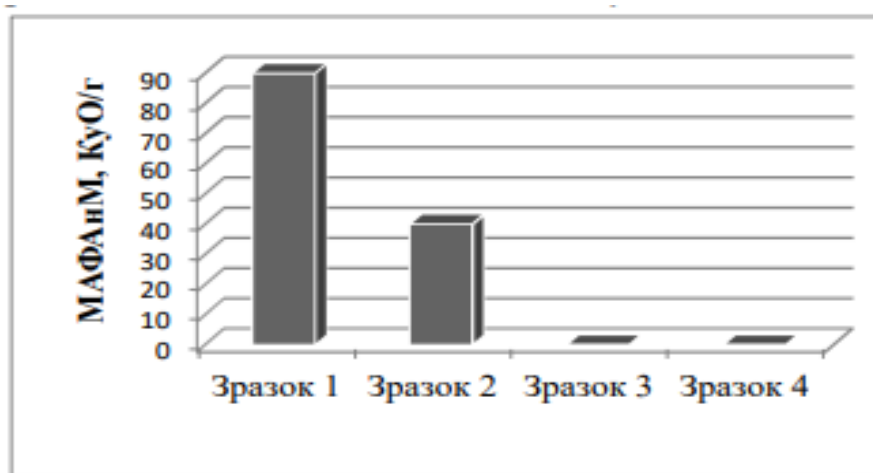


Рис. 3.2. Мікробіологічні дослідження

З представлених результатів видно, що оптимальним параметром пастеризації є доведення вмісту консервної тари до температури 80 °С та витримці при даній температурі 10 хв.

3.3 Дослідження якості пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці

Для оцінки якості пастеризованих напівконсервів використовувався комплекс досліджень по встановленню хімічного складу, харчової та біологічної цінності, визначенню органолептичних показників.

3.3.1 *Визначення харчової та біологічної цінності.*

Основною ознакою якості м'ясних продуктів є їх харчова цінність, яка характеризується здатністю м'ясопродуктів задовольняти потреби організму в білках, ліпідах, мінеральних речовинах і обумовлюється їх хімічним складом.

Перш, ніж рекомендувати для впровадження напівконсерви з м'яса птиці на виробництві, необхідно вивчити їх хімічний склад.

Результати дослідження хімічного складу та харчової цінності напівконсервів з м'яса птиці представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Хімічний склад напівконсервів з м'яса птиці

Найменування показника	Значення на 100 г у зразках напівконсервів з м'яса птиці		
	курчат-бройлерів	качки	індички
1	2	3	4
Волога, %	73,1±0,12	69,3±0,24	71,9±0,02
Білок, %	18,6 ±0,30	18,1±0,28	18,9±0,24
Жир, %	1,4±0,12	6,4±0,11	1,9±0,04
Вуглеводи, %	6,0±0,33	5,1±0,08	6,3±0,14
Зола, %	0,99±0,03	1,1±0,01	1,02±0,01
Енергетична цінність, ккал	115,0	150,4	117,9

З результатів дослідження видно, що розроблені напівконсерви містять досить великий вміст білка. Найбільшу кількість білка виявлено у напівконсервах з м'яса індички.

Висока харчова цінність напівконсервів є результатом використання у складі напівконсервів бульйону, в який перейшли водорозчинні білки та додаванню рослинної сировини, яка багата на вуглеводи.

Енергетична цінність визначалась розрахунковим методом. Із таблиці 4.5 видно, що в залежності від рецептурного складу напівконсервів їх енергетична цінність різна. Так, за рахунок значної кількості жиру у качиному м'ясі енергетична цінність напівконсервів з м'яса качки вища, у порівнянні з напівконсервами із індички або курчат-бройлерів.

Біологічна цінність напівконсервів встановлювали за амінокислотним складом, амінокислотним скором та перетравлюваністю білка. Кількість незамінних та замінних амінокислот у напівконсервах представлена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Вміст амінокислот в напівконсервах з м'яса птиці

(n=5, p≤0,05)

Найменування показника	Вміст г/100 г білка у зразках напівконсервів з м'яса птиці		
	курчат-бройлерів	качки	Індички
1	2	3	4
Незамінні амінокислоти			
Ізолейцин	4,47±0,12	4,48±0,10	4,51±0,24

Лейцин	7,10±0,08	7,31±0,06	7,22±0,12
Лізин	8,25±0,19	8,37±0,11	8,30±0,20
Метіонін + цистин	2,91±0,32	3,24±0,26	2,83±0,18
Фенілаланін + тирозин	6,39±0,09	7,02±0,11	6,97±0,05
Треонін	4,40±0,18	4,28±0,13	4,32±0,07
Триптофан	1,44±0,07	1,18±0,01	1,52±0,12
Валін	4,63±0,20	4,59±0,08	4,35±0,18
Сума НАК	39,59	40,47	40,02
Замінні амінокислоти			
Аланін	5,7±0,32	5,83±0,28	5,77±0,4
Аргінін	5,98±0,08	6,02±0,14	5,97±0,05
Аспарагінова кислота	7,93±0,12	8,41±0,23	8,72±0,18
Гістидин	2,84±0,06	1,62±0,11	2,31±0,09
Глутамінова кислота	15,75±0,05	8,45±0,1	16,08±0,08
Серин	3,92±0,18	3,95±0,22	3,57±1,1
Колагенутворюючі амінокислоти			
Гліцин	3,38±0,14	3,61±0,08	3,76±0,12
Пролін	5,32±0,05	4,98±0,06	5,41±0,1
Сума всіх амінокислот	90,41	83,34	90,61

Проведене дослідження амінокислотного складу напівконсервів показало, що по кількості та співвідношенню незамінних амінокислот всі варіанти напівконсервів близькі до «ідеального» білка. Враховуючи наявність усіх незамінних амінокислот, білок у напівконсервах є повноцінним.

Порівняльна оцінка результатів дослідження вказує на те, що кількість амінокислот та сумарне їх значення у напівконсервах з індички найвища (90,61 г/100гбілка), а найменша кількість у напівконсервів з м'яса качки (83,34 г/100 г білка).

Зважаючи на той факт, що при дефіциті надходження колагенутворюючих амінокислот або в процесі старіння організму, у людини знижується здатність виробляти колаген, при цьому відбувається погіршення стану шкіри, волосся, нігтів, м'язів, поява болю в суглобах, зниження еластичності судин та прояв інших патологічних змін. Були проведені розрахунки задоволення добової потреби людини рекомендованої ФАО/ВОЗ в колагенутворюючих амінокислотах, дані представлені на рис. 3.3

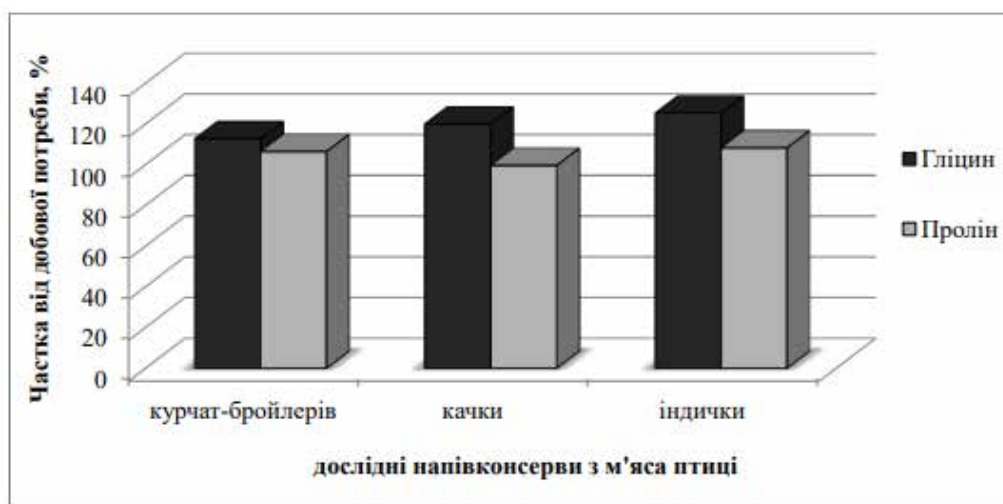


Рис. 3.3. Задоволення добової потреби людини в колагнутворюючих амінокислотах

З результатів дослідження видно, що майже усі розроблені напівконсерви задовольняють добову потребу в колагнутворюючих амінокислотах.

Найбільше добову потребу за кількістю гліцину (108,2%) та проліну (125,3%) задовольняють напівконсерви з м'яса індички. Найменше добову потребу за проліном задовольняють напівконсерви з м'яса качки (99,6%).

Розроблені напівконсерви з підвищеним вмістом амінокислот, що забезпечують синтез колагену можуть бути дуже корисні для організму людини, особливо для людей старших вікових груп.

За даними таблиці 4.6 було встановлено амінокислотні скорі зразків напівконсервів, результати приведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Амінокислотний скор напівконсервів з м'яса птиці (n=5, p<0,05)

Найменування показника	Еталон ФАО/ВОЗ, г/100г білка	Вміст у зразах напівконсервів з м'яса птиці, %		
		курчат-бройлерів	качки	індички
Ізолейцин	4	111,75	112,00	112,75
Лейцин	7	101,43	104,43	103,14
Лізин	5,5	150,00	152,18	150,91
Метіонін + цистин	3,5	83,14	92,57	80,86
Фенілаланін + тирозин	6	106,5	117,0	116,17
Треонін	4	110,0	107,0	108,0
Триптофан	1	144,0	118,0	152,0
Валін	5	92,6	91,8	87,0

Аналіз результатів дослідження амінокислотних скорів показує, що розроблені напівконсерви мають збалансований амінокислотний склад. В усіх зразках лімітуючою кислото є метіонін+цистин та валін. Напівконсерви мають значний вміст дефіцитних амінокислот лізину, ізолейцину, треоніну та фенілаланіну+триптофану.

Швидкість перетравлювання білків в шлунково-кишковому тракті протеолітичними ферментами є одним з основних показників, що визначає біологічну цінність харчових продуктів, оскільки, продукти, які найбільш легко піддаються дії ферментів пепсину та трипсину, мають найбільшу ступінь засвоюваності. Результати перетравлювання білків представлені на рис. 3.4.

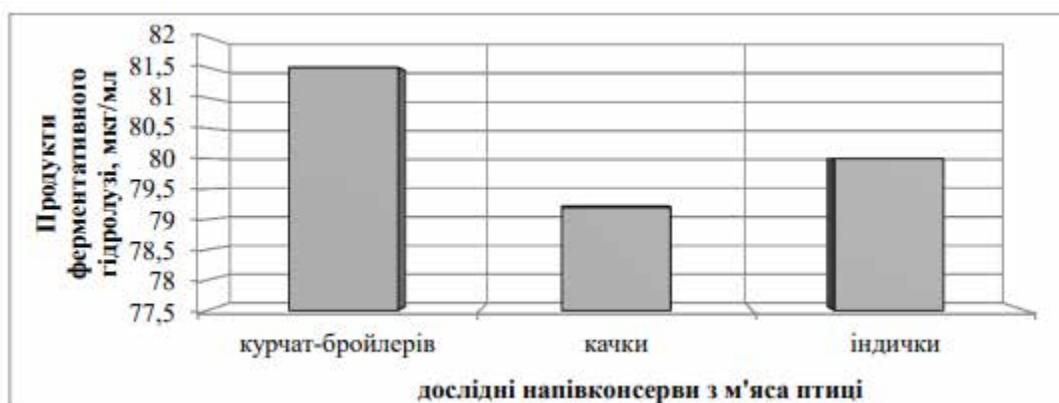


Рис. 3.4. Перетравлювання білків напівконсервів з м'яса птиці «in vitro»

З графіку на рис. 4.16. видно, що розроблені напівконсерви з різних видів птиці добре перетравлюються ферментами шлунково-кишкового тракту. Різниця між результатами дослідження напівконсервів незначна, найбільшому гідролізу піддаються напівконсерви з м'яса курчат-бройлерів 81,5мкг/мл, а найменшому із качки 79,2мкг/мл.

3.3.2 Характеристика органолептичних показників. Зважаючи на важливість при виборі м'ясного продукту його візуальних та смакових характеристик, були проведені дослідження органолептичних показників усіх видів напівконсервів.

Органолептичні показники напівконсервів оцінювали за бальною шкалою, результати дослідження представлені на профілограмі рис.3.5 та дана характеристика напівконсервів в таблиці 3.8.

Дегустаційна комісія високо оцінила усі зразки напівконсервів та відмітила, що усі розроблені напівконсерви володіли приємним зовнішнім виглядом, смаком і запахом, м'якою і соковитою консистенцією (в охолодженому вигляді жельованою), без сторонніх присмаку і запаху. Запах і смак усіх зразків відповідав напівконсервам з м'яса птиці.

Найвищу загальну оцінку 4,86 отримали напівконсерви із качки, на другому місці з різницею в 0,02 бали напівконсерви із індички і найнижчі бали отримали напівконсерви із курчат-бройлерів 4,7 бали.

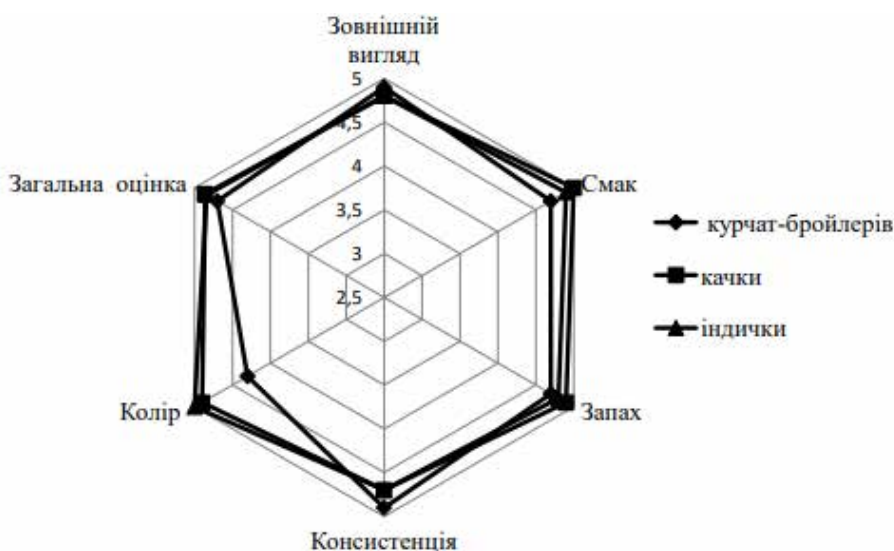


Рис.3.5. Профілограма органолептичних показників напівконсервів

Таблиця 3.8

Характеристика пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці

Найменування показника	Курчат-бройлерів	Качки	Індички
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	Відмінний, має привабливий та апетитний вигляд.	Відмінний, має привабливий та апетитний вигляд.	Відмінний, має привабливий та апетитний вигляд.
Консистенція	Однорідна, желеподібна	Однорідна, желеподібна	Однорідна, желеподібна

Колір	Властивий вареному м'ясу птиці з оранжевими вкрапленнями моркви.	Властивий вареному м'ясу качки з оранжевими вкрапленнями моркви.	Властивий вареному м'ясу індички з оранжевими вкрапленнями моркви.
Запах	Властивий м'ясу курки. Відчувається пряний запах кореня селери та прянощів.	Властивий м'ясу качки. Без стороннього запаху. Виразно відчуються прянощі.	Властивий м'ясу індички, без стороннього запаху, з вираженим ароматом кореня селери та прянощів.
Смак	Смак приємний, властивий м'ясу курки. М'ясо соковите та ніжне. В міру солений. Без сторонніх смаків.	Ніжний та соковитий смак властивий м'ясу качки. У міру жирний та солений. Смак моркви та яблука приємно поєднується з м'ясом качки.	Смак приємний, ніжний та соковитий. Смак м'яса властивий індичці. Без сторонніх смаків.

3.4 Встановлення строку придатності пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці

Завершальним етапом розроблення нових видів м'ясних продуктів є визначення тривалості зберігання без істотних змін всього комплексу якісних показників готових виробів.

При зберіганні напівконсервів можуть мати місце мікробіологічні та фізикохімічні процеси, під впливом яких можлива зміна білків та накопичення аміно-аміачного азоту, окисне псування, погіршення кольору, запаху, смаку і консистенції.

Дослідження в даному напрямку проводились протягом 9 місяців. Напівконсерви зберігались при температурі 4°C, проби відбирались кожного місяця.

3.4.1 Дослідження мікробіологічних показників напівконсервів у процесі зберігання

Мікробіологічний стан продукту є показником його безпечності. Реалізовуватись та вживатись може лише та продукція, що відповідає вимогам нормативної документації, а загальна кількість бактеріального забруднення не може перевищувати $1 \cdot 10^3$ КУО/г, а також не допускається наявності патогенних та умовнопатогенних мікроорганізмів.

Динаміка розвитку мікроорганізмів представлено на графіку (рис.3.6), а результати якісного складу мікробіоти представлені в табл. 3.9.

Проведені дослідження не виявили умовно-патогенних або патогенних мікроорганізмів протягом усього строку зберігання.

Протягом 8 місяців зберігання усі зразки напівконсервів були безпечні для вживання оскільки значення показника МАФАНМ не перевищувало 10^3 КУО/г.

На 9 місяць зберігання напівконсерви містили більше ніж 10^3 КУО/г, що свідчить про можливість споживати розроблених напівконсерви лише протягом 8 місяців.

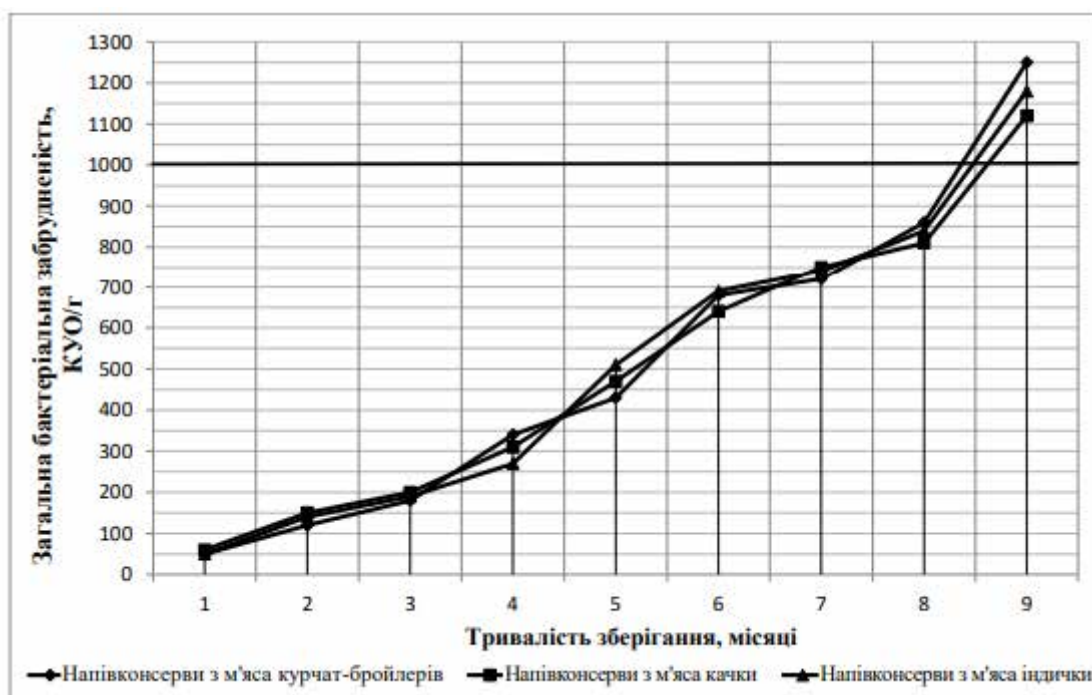


Рис. 3.6 Зміна загального бактеріального забруднення напівконсервів у процесі зберігання

Таблиця 3.9

Якісний склад мікробіоти напівконсервів протягом 9 місяців зберігання

Зразок	БГКП в 1 г	Сульфитредукуючі клостридії в 0,01 г	Патогенні м/о, в т.ч. Salmonella в 25 г	St. aureus в 1 г	Бактерії роду Proteus в 0,1 г
1. Напівконсерви з м'яса курчат-бройлерів	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
2. Напівконсерви з м'яса качки	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
3. Напівконсерви з м'яса індички	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

3.4.2 Дослідження фізико-хімічних показників напівконсервів у процесі зберігання. Зберігання напівконсервів може супроводжуватись зміною активної кислотності в результаті впливу життєдіяльності мікроорганізмів. На рис.3.7 представлені результати визначення концентрації водневих іонів (рН) на усіх етапах зберігання.



Рис. 3.7. Зміна водневого показнику (рН) напівконсервів у процесі зберігання

Представлені дані свідчать, що суттєвих змін концентрації водневих іонів в процесі зберігання не відбувається. Незначна динаміка зсуву рН у лужну сторону можливо обумовлена розвитком мікробіоти.

Зміна білкової фракції м'ясних продуктів у процесі зберігання характеризувалась повільним накопиченням аміно-аміачного азоту (ААА). Збільшення кількості ААА є показником псування, тому були проведені дослідження динаміки накопичення ААА в процесі зберігання. Результати дослідження представлені на рис. 3.8.

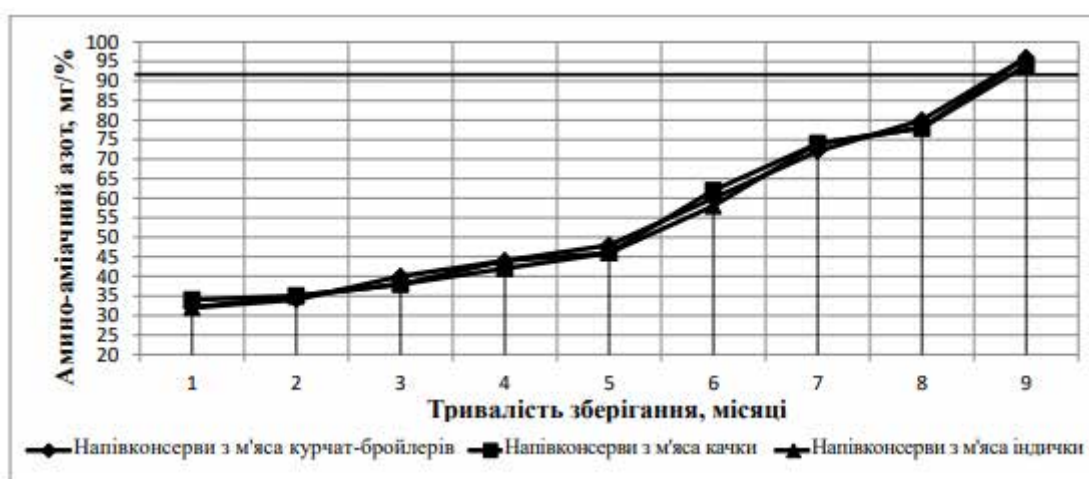


Рис.3.8. Зміна аміно-аміачного азоту в напівконсервах у процесі зберігання

Представлені результати дослідження ААА у напівконсервах показують поступове його накопичення. Дані доводять, що усі напівконсерви свіжі

протягом 8 місяців. На 9 місяць зберігання напівконсерви сумнівної свіжості, оскільки кількості ААА перевищує показник 90 мг/%.

3.4.3 Дослідження окисного псування напівконсервів у процесі зберігання. У процесі зберігання м'ясних продуктів неминує відбуваються зміни жирової складової, що призводить до утворенням пероксидних і гідрпероксидних з'єднань і в результаті погіршення органолептичних характеристик та харчової цінності.

Величина пероксидного та кислотного чисел свідчить про окислювальні зміни напівконсервів. На рис. 3.9-3.10 представлена динаміка зміни пероксидного та кислотного чисел у процесі зберігання.

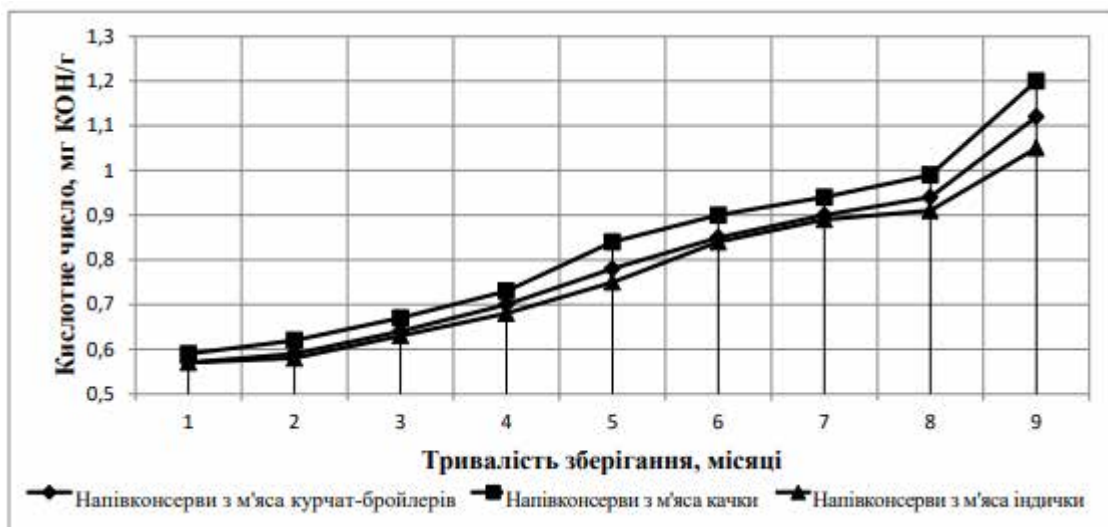


Рис.3.9. Динаміка зміни кислотного числа напівконсервів у процесі зберігання

У процесі зберігання напівконсервів спостерігається поступове підвищення кислотного числа, яке обумовлено накопиченням у консервах жирних кислот, що утворюються у результаті гідролізу жирів спричинених ферментами мікроорганізмів.

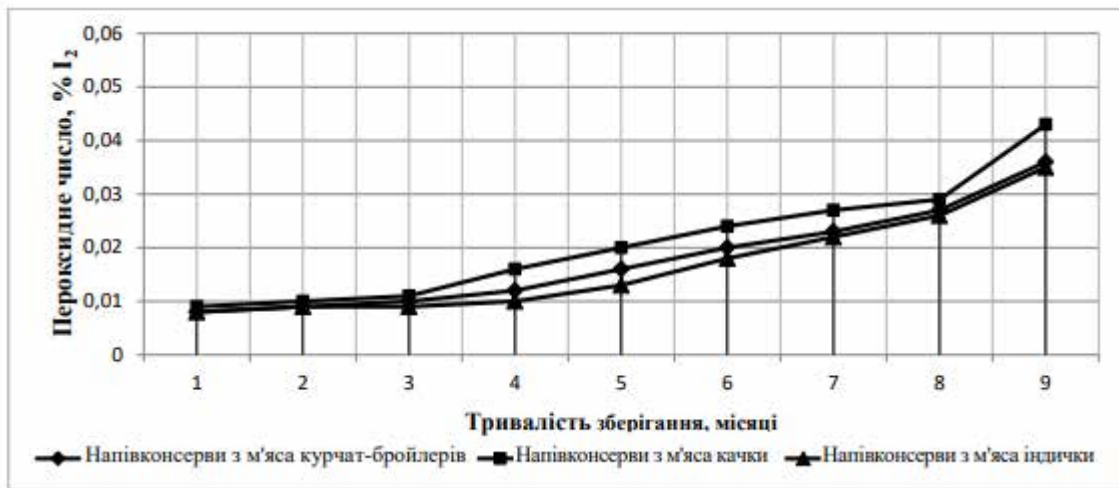


Рис. 3.10. Динаміка зміни пероксидного числа напівконсервів у процесі зберігання

У напівконсервах з м'яса качки більш інтенсивно відбувається збільшення кислотного числа у зв'язку із більшою кількістю жиру в даних напівконсервах.

Дослідження пероксидного числа свідчать про свіжість напівконсервів. Протягом 8 місяців зберігання кількість перекисів у всіх видах напівконсервів не перевищувала 0,03 %I₂. На 9 місяць зберігання жирова складова напівконсервів вважалась свіжою, але не підлягала зберіганням.

3.4.4 Дослідження органолептичних показників напівконсервів у процесі зберігання. Органолептичні дослідження напівконсервів у процесі зберігання проводились дегустаційною комісією із 5 чоловік. Під час дегустацію було оцінено зовнішній вигляд продукту, його колір, смак, аромат, соковитість та консистенцію (табл. 3.10).

У процесі зберігання усі напівконсерви мали відмінні оцінки. Дегустатори відзначають, що через місяць після виготовлення напівконсерви мали більш виразний аромат та привабливіший смак, у порівнянні із свіже виготовленими напівконсервами.

Зважаючи, що на 9 місяць зберігання у напівконсервах було перевищення допустимого рівня загального бактеріального забруднення, за смаком вони не оцінювались. Дегустатори відмітили, що ознак псування напівконсерви не мали.

Таблиця 3.10

Органолептичні оцінки пастеризованих напівконсервів у процесі зберігання

Характеристика напівконсервів з м'яса	Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Консистенція	Соковитість	Колір	Загальна оцінка
0 місяць							
Курчат-бройлерів	4,9	4,7	4,7	4,9	4,8	4,9	4,82
Качки	4,8	5,0	4,9	4,8	5,0	5,0	4,92
Індички	4,8	4,9	4,8	4,9	4,9	5,0	4,88
1 місяць							
Курчат-бройлерів	4,9	4,9	5,0	4,9	4,3	4,9	4,82
Качки	4,8	5	5,0	4,8	4,9	5,0	4,92
Індички	4,8	5,0	4,9	4,9	5	5,0	4,93
2-8 місяць							
Курчат-бройлерів	4,9	4,9	5,0	4,9	4,3	4,9	4,82
Качки	4,8	5	5,0	4,8	4,9	5,0	4,92
Індички	4,8	5,0	4,9	4,9	5	5,0	4,93
9 місяць							
Курчат-бройлерів	4,2	0	3,9	4,9	0	4,9	2,98
Качки	4,1	0	3,9	4,8	0	5,0	2,96
Індички	4,1	0	3,8	4,9	0	5,0	2,96

Аналізуючи проведені мікробіологічні, фізико-хімічні та органолептичні дослідження, можна стверджувати, що розроблені пастеризовані напівконсерви із м'яса курчат бройлерів, качки та індички мають високі смакові характеристики та є придатними і безпечними до вживання протягом 8 місяці.

Для запасу мікробіологічної міцності, рекомендуємо строк придатності не більше 6 місяців при температурі від 0 до 4, що відповідає вимогам ДСТУ 4443:2005 «Консерви із м'яса птиці та субпродуктів».

Висновки до 3 розділу

1. Розроблено нові пастеризовані консерви з м'яса птиці зі специфічною структурою, яка складається з гідрогелевої основи наповненої окремими м'язовими волокнами

2. Досліджено можливість скорочення тривалості гідротермічного оброблення м'яса птиці шляхом використання вина для отримання гріючого середовища з рН 4,0.

3. На основі проведених комплексних досліджень встановлені раціональні режими гідротермічного оброблення м'яса птиці: температура 65°C тривалість для м'яса курчат-бройлерів – 265 хв, качки - 430 хв, індички 480 хв.

4. Завдяки мікробіологічним дослідженням та коефіцієнту летальності мікро- організмів розроблено режими пастеризації консервів з м'яса птиці, які передбачають нагрів продукту до температури в найменш прогріваємій частині 80°C з експозицією в 10 хв.

5. Визначено хімічний склад та розраховано харчову цінність, яка становить для консервів з м'яса курчат-бройлерів 125,5 ккал, індички – 125,0 ккал та качки – 273,0 ккал.

6. Визначено вміст амінокислот та досліджено перетравлюваність білків «in vitro», яка становить 79,2 мкг/мл у консервів з м'яса качки, 80 мкг/мл - індички, 81,5 мкг/мл – курчат-бройлерів.

7. Встановлено строк придатності консервів 6 місяців при температурі зберігання до 4°C.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

4.1 Розрахунок економічної ефективності використання низькотемпературного оброблення в технології цільном'язових виробів зі свинини

Економічна ефективність науково-технічної розробки полягає в підвищенні доходів підприємства за рахунок зменшення витрат на основну сировину без погіршення якості продукції та зниження кількості зіпсованої делікатесної м'ясної продукції у результаті використання низькотемпературного оброблення в технології цільном'язових виробів зі свинини.

Для впровадження результатів науково-технічної розробки у виробництво необхідно встановити харчо-варильний котел та термоусадочний танк. Для додаткової роботи потрібно залучити 2 працівника.

Контрольним зразком був продукт з м'яса свинини, виготовлений з використанням традиційних режимів температурного оброблення, дослідний зразок – балик, виготовлений за допомогою розроблених режимів низькотемпературного тривалого оброблення з використанням постпастеризації. Дослідний продукт пройшов промислову апробацію на ПП «ФІРМА ГАРМАШ».

В середньому підприємство виробляє 450 т/рік продукції цільном'язових виробів зі свинини. Ціна 1 тони даної продукції становить 280 тис.грн без ПДВ.

Розрахунок прибутку

Очікується отримання додаткового прибутку за рахунок зменшення витрат маси продукту в процесі температурного оброблення; додаткової реалізації продукту який не зіпсувався, в результаті збільшення строку зберігання, а також зменшення витрат на утилізацію.

Розрахунок прибутку здійснюю за формулою:

$$\Delta\P=(\Delta\text{OC}+\Delta\text{РП}+\Delta\text{В}_{\text{ут}})-\text{Вд}, \quad (4.1)$$

де ΔOC – зменшення витрат на основну сировину за рахунок зміни втрати маси продукції при температурному обробленні, тис.грн.;

$\Delta\text{РП}$ – приріст обсягу реалізованої продукції, в результаті зменшення кількості зіпсованого м'яса, що підлягає утилізації, тис.грн;

$\Delta B_{\text{ут}}$ – зміна витрат на утилізацію, тис. грн; $B_{\text{д}}$ – додаткові витрати, тис. грн.

Для виробництва 1 т готової продукції у відповідності з рецептурами визначили втрати основної сировини та матеріалів за даними підприємства (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Розрахунок витрат на основну сировину та матеріали для виробництва готового продукту

Найменування сировини	Ціна за 1 т, тис.грн	Контрольний зразок		Дослідний зразок	
		Норма витрат, %	Сума, тис.грн	Норма витрат, %	Сума, тис.грн
Свинина (спинно-поперекова частина)	110	120	132,0	112	123,2
Сіль кухонна	5	30	1,5	28	1,4
Цукор	22	3	0,7	2,8	0,6
Перець чорн. мел.	280	1	2,8	1	2,8
Горіх муск.	650	0,6	3,9	0,6	3,9
Часник	105	0,2	0,2	0,2	0,2
Нітрит натрію	60	9	5,4	8,4	5,0
Розсол	0,9	3,3	0,0	3	0,0
Всього			146,5		137,2

Вартість витрат на основну сировину і матеріали для контрольного зразку склала – 146,5 тис.грн/т, для дослідного – 137,2 тис.грн/т. Таким чином, витрати для виробництва 1 т балику після впровадження нової технології зменшаться на 9,3 тис.грн. При виробництві 450 т витрати зменшаться на 4185,0 тис.грн на рік.

Визначення зміни витрат на утилізовану продукцію

Зміна витрат на утилізацію зіпсованих м'ясних делікатесних продуктів розраховують за формулою:

$$\Delta B_{\text{ут}} = (A_{\text{до}} - A_{\text{після}}) \cdot C_{\text{ут}}, \quad (4.2)$$

де $A_{\text{до}}$, $A_{\text{після}}$ – кількість зіпсованого м'яса за рік, відповідно до і після впровадження нової технології на підприємство, т;

$C_{\text{ут}}$ – вартість утилізації однієї тони м'ясної делікатесної продукції.

Вартість утилізації однієї тони м'яса – 2,0 тис.грн.

На підприємстві кожного року кількість зіпсованих цільном'язових

продуктів, що підлягають утилізації становить 5% від річного обсягу виробленої продукції, що становить 22,5 т/рік. Після застосування нової технології відсоток зіпсованої делікатесної м'ясної продукції, що підлягає утилізації зменшився на 3% від річного об'єму виробленої продукції, тобто на 13,5 т/рік.

$$\Delta V_{\text{ут}} = (22,5 - 9) \cdot 2 = 27,0 \text{ тис. грн.}$$

Визначення приросту обсягу реалізованої продукції

Приріст обсягу реалізованої делікатесної м'ясної продукції розраховую за формулою:

$$\Delta \text{РП} = V_{\text{зб}} \cdot \text{Ц}_m \quad (4)$$

.3)

де $V_{\text{зб}}$ – кількість м'ясної продукції, яка збереглась від псування; Ц_m – ціна однієї тони м'ясної продукції.

$$\Delta \text{РП} = 13,5 \cdot 280 = 3780,0 \text{ тис. грн.}$$

Визначення витрат

Додаткові витрати виникають у зв'язку зі зміною режимів температурного оброблення і збільшенням витрат на електроенергію, а також через введення операції пост-пастеризація, яка потребує додаткового встановлення обладнання (варильної термокамери) та витрат на його роботу і обслуговування.

Додаткові витрати:

$$V_d = E_l + D + \text{ЄСВ} + A + \text{Експ}, \quad (4.4)$$

де E_l – витрати на електроенергію для роботи обладнання; D – доплата робітнику за обслуговування обладнання;

ЄСВ – єдиний соціальний внесок;

A – амортизація при встановленні обладнання;

Експ – експлуатаційні витрати при встановленні обладнання.

Витрати на електроенергію визначаються за формулою

$$E_l = T \cdot \text{РП} \cdot \text{Пдв} \cdot \text{Квк}, \quad (4.5)$$

де T – тариф електроенергії, грн/кВт·год РП – кількість годин роботи устаткування;

$P_{дв}$ – потужність електродвигуна устаткування кВт/год; $K_{вк}$ – коефіцієнт використання устаткування, 0,9.

Завод працює в 1 зміну. Робочих днів на рік 247.

Таблиця 4.2

Розрахунок витрат на електроенергію

Установка	Продукція	Строк роботи, год	Потужність приладу, кВт	Тариф електроенергії, грн/кВт	
Харчо-варильний котел	Контрольний зразок	4,2	8,1	1,8	
	Дослідний зразок	10	6,5	1,8	
Термоусадочний танк	Контрольний зразок	0,5	2,0	1,8	
	Дослідний зразок	3	2,0	1,8	2,4

Витрати на електроенергію в рік складають:

- для контрольного зразка: 14,0 тис.грн;
- для дослідного зразка: 28,4тис.грн.

Таким чином, додаткові затрати на електроенергію складають 14,4 тис.грн.

Доплата робітнику за обслуговування обладнання

Середня зарплата робітника становить 8500 грн/міс.

Згідно з робочою гіпотезою, фонд заробітної плати робітника за обслуговування обладнання становить 70% від його зарплатні. Робітник працює 12 місяці на рік. Тому доплата робітнику за обслуговування обладнання розраховую за наступною формулою:

$$D = Z_p \cdot 1,4 \cdot 12, \tag{4.6}$$

$$D = 11000 \cdot 1,4 \cdot 12 = 184,8 \text{ тис.грн.}$$

Єдиний соціальний внесок становить 22 % від фонду оплати праці:

$$ЄСВ = D \cdot 0,22, \tag{4.7}$$

$$ЄСВ = 142,8 \cdot 0,22 = 40,6 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на амортизацію при встановленні обладнання

Вартість необхідного устаткування становить 140 тис.грн. за 2 харчоварильних котла.

Вартість придбання устаткування визначаю за формулою:

$$V_{пу} = 1,1 \cdot (V_{уст} + Tr + Zc + M) \quad (4.8)$$

де $V_{уст}$ – вартість устаткування, яке встановлюють;

Tr – транспортні витрати на доставку, беруть на рівні 5% від $V_{уст}$; Zc – заготівельно-складські витрати, беруть у розмірі 2% від $V_{уст}$; M – витрати на монтаж, беруть у розмірі 20% від $V_{уст}$;

1,1 – коефіцієнт, який враховує витрати на тару, запасні частини, витрати на комплектацію, націнки постачальницьких організацій та інше.

$$V_{пу} = 1,1 (140 + 0,05 \cdot 140 + 0,02 \cdot 140 + 0,1 \cdot 140) = 180,2 \text{ тис. грн.}$$

Амортизація обладнання складає 20 % від $V_{пу}$ (витрати на придбання та монтаж устаткування) обладнання.

$$A = V_{пу} \cdot 0,2 \quad (4.10)$$

$$A = 180,2 \cdot 0,2 = 36,0 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати складають 25% від амортизаційних відрахувань обладнання.

$$E_{ксп} = A \cdot 0,25 \quad (4.11)$$

$$E_{ксп} = 36,0 \cdot 0,25 = 9,0 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума додаткових витрат становить:

$$V_{д} = 14,4 + 184,8 + 40,6 + 36,0 + 9,0 = 284,8 \text{ тис.грн}$$

Враховуючи всі данні приріст прибутку підприємства становить:

$$\Delta П = (4185 + 3780,0 + 27,0) - 284,8 = 7707,2 \text{ тис.грн}$$

Чистий прибуток розраховуємо за формулою:

$$\Delta ЧП = \Delta П - (П \cdot 0,18) \quad (4.12)$$

де, $\Delta ЧП$ – чистий прибуток, тис.грн. 0,18 – ставка податку на прибуток

$$\Delta ЧП = 7707,2 - (7707,2 \cdot 0,18) = 6319,9 \text{ тис.грн}$$

Розрахунок інвестиційного бюджету

Визначення інвестицій для впровадження інновації у виробництво

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}} \quad (4.13)$$

де $I_{\text{овф}}$ – інвестиції у основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$ – додаткова сума оборотних коштів, потрібних виробництву у зв'язку з впровадженням нової технології.

$I_{\text{рек}}$ – інвестиції на рекламу

Згідно проекту, введення інновації не потребує будівництва додаткових при- міщень, а тільки встановлення нового обладнання, тому:

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{уст}} \quad (4.14)$$

де $I_{\text{уст}}$, – інвестиції в устаткування.

$$I_{\text{уст}} = B_{\text{пу}} = 180,2 \text{ тис. грн}$$

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції в оборотні кошти складають 5% від $\Delta PП$

$$I_{\text{ок}} = 0,05 \cdot \Delta PП \quad (4.15)$$

$$I_{\text{ок}} = 0,05 \cdot 3780,0 = 189,0 \text{ тис. грн.}$$

$I_{\text{рек}}$ – інвестиції в рекламу складають 2% від $\Delta PП$

$$I_{\text{рек}} = 0,02 \cdot \Delta PП \quad (4.16)$$

$$I_{\text{рек}} = 0,02 \cdot 3780,0 = 75,6 \text{ тис грн.}$$

Інвестиції у виробництво складають:

$$I_{\text{вир}} = 180,2 + 189,0 + 75,6 = 444,8 \text{ тис. грн.}$$

Строк окупності

Для визначення строку окупності зіставляємо суму інвестицій ($I_{\text{вир}}$) з чистим прибутком (ЧП), який очікується:

$$T_{\text{ок}} = I_{\text{вир}} : \text{ЧП} \quad (4.17)$$

$$T_{\text{ок}} = 444,8 : 6319,9 = 0,1 \text{ року}$$

Таблиця 4.3

Основні техніко-економічні показники до та після впровадження результатів дослідження

Найменування показника	Значення показників		Абсолютне відхилення
	До впровадження	Після впровадження	
1	2	3	4

1. Обсяг виробництва цільном'язових виробів зі свинини, т	450,0	450,0	0,0
2. Вартість витрат на основну сировину і матеріали	65925,0	61740,0	-4185,0
2. Втрати у зв'язку з закінченням строку придатності, %	5,0	2,0	-3,0
3. Втрати у зв'язку з закінченням строку придатності, тис.грн	6300,0	2520,0	-3780,0
4. Зменшення витрат на утилізацію продукції, %	5,0	2,0	-3,0
5. Зменшення витрат на утилізацію продукції, тис.грн	45,0	18,0	-27,0
6. Обсяг реалізації, т	427,5	441,0	+13,5
7. Додаткові витрати, тис.грн		284,8	
8. Додатковий прибуток, тис. грн.		7707,2	
9. Додатковий чистий прибуток, тис. грн.		6319,9	
10. Інвестиції, тис.грн		444,8	
11. Строк окупності капітальних вкладень, років		0,1	

4.2. Розрахунок економічної ефективності впровадження нової технології пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці

Передбачається випуск делікатесних пастеризованих м'ясних напівконсервів як інноваційного продукту із оригінальною рецептурою.

Найбільший попит у споживачів традиційно має група консервів із м'яса птиці. Споживачі обирають м'ясні консерви по таких критеріях: якість, безпека, бренд, ціна.

Отримання додаткового прибутку можливе за рахунок виробництва нового інноваційного виду продукції – пастеризованих напівконсервів із м'яса курки, качки та індички.

Для впровадження результатів науково-технічної розробки у виробництво необхідно встановити 3 харчо-варильних котла. Для додаткової роботи потрібно залучити 3 працівника на повну ставку.

Дослідні пастеризовані консерви пройшов промислову апробацію на ТОВ

«Одеспродкомплекс».

Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованої технології виробництва пастеризованих напівконсервів із м'яса птиці потужності 1,5 т/добу. Розрахунок річного обсягу виробництва наведений в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Розрахунок обсягу виробництва продукції цеху

Найменування напівконсервів	Змінна потужність, т/зм	Кзм	Квп	Обсяг виробництва продукції за рік, т	Діюча оптова ціна за 1 туб без ПДВ, тис.грн.	Обсяг виробленої продукції без ПДВ, тис. грн.
З м'яса курки	0,5	250	0,8	100	120,0	12000,0
З м'яса качки	0,5	250	0,8	100	150,0	15000,0
З м'яса індички	0,5	250	0,8	100	135,0	13500,0
Усього	1,5			300		40500

Обсяг виробленої продукції складатиме 300 т на рік на суму 40500,0 тис.грн.

Розрахунок додаткових витрат

Таблиця 4.5

Розрахунок витрат на сировину

Сировина	Витрати на 100 кг, кг	Обсяг виробництва на рік, т	Загальна маса рецептурних компонентів на рік, т	Ціна 1 т сировини, тис.грн	Вартість сировини, тис.грн
Гомілка куряча	62,0	100	62,0	65,0	4030,0
Гомілка качки	62,0	100	62,0	125,0	7750,0
Гомілка індички	62,0	100	62,0	90,0	5580,0
Корінь селери	5,0	100	5,0	27,0	135,0
Морква	35,5	300	106,5	11,5,0	1224,8
Корінь петрушки	3,5	100	3,5	46,0	161,0
Яблуко	4,5	100	4,5	18,0	81,0
Сіль кухонна	7,5	300	22,5	5,0	112,5
Перець чорний мел.	0,02	200	0,04	315,0	12,6
Гвоздика	0,01	100	0,01	845,0	8,45
Перець духмянний	0,03	300	0,09	480,0	43,2

Мускатний горіх	6,5	100	6,5	650,0	4225
Лавровий лист	0,03	300	0,09	280,0	25,2
Сухий часник	0,02	100	0,02	545,0	10,9
Вино біле сухе	8,8	300	26,4	47,0	1240,8
Усього	257,41				24640,0

Витрати матеріалів розраховуємо у сумі 5 % від вартості сировини:

$$V_{\text{мат}} = 24640,0 \cdot 0,05 = 1232,0 \text{ тис.грн}$$

Таблиця 4.6

Розрахунок витрат на електроенергію

Установка	Строк роботи, год	Потужність приладу, кВт	Тариф електроенергії, грн/кВт	Витрати електроенергії, тис.грн
Харчо-варильний котел	7,0	6,5	1,8	18,2
Харчо-варильний котел	7,0	6,5	1,8	18,2
Харчо-варильний котел	7,0	6,5	1,8	18,2
Всього	21,0			54,6

Доплата робітнику за обслуговування обладнання

Додаткові витрати на оплату праці розраховуються виходячи із необхідної додаткової кількості робітників – додатково необхідні 3 робітники. Робітник працює 12 місяці на рік. Тому доплата робітнику за обслуговування обладнання розраховую за наступною формулою.

$$D = 11000 \cdot 3,0 \cdot 12 = 396,0 \text{ тис.грн.}$$

Єдиний соціальний внесок становить 22 % від фонду оплати праці:

$$ЄСВ = 396,0 \cdot 0,22 = 87,1 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на амортизацію при встановленні обладнання

Вартість необхідного устаткування становить 210 тис.грн. за 3 харчо-варильних котла.

Вартість придбання устаткування:

$$V_{\text{пу}} = 1,1 (210 + 0,05 \cdot 210 + 0,02 \cdot 210 + 0,1 \cdot 210) = 270,2 \text{ тис. грн.}$$

Амортизація обладнання: $A = 270,0 \cdot 0,2 = 54,0 \text{ тис. грн.}$ Експлуатаційні

витрати: $E_{\text{ксп}} = 54,0 \cdot 0,25 = 13,5$ тис. грн. Загальна сума додаткових витрат становить:

$$V_{\text{д}} = 54,6 + 204,0 + 44,8 + 54,0 + 13,5 = 370,9 \text{ тис.грн}$$

Таблиця 4.7

Додаткові витрати на виробництво нового продукту

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис. грн
1. Матеріальні витрати у тому числі	26204,1
Сировина	24640,0
Допоміжні матеріали	1232,0
Електроенергія	54,6
Обладнання	210,0
Амортизація обладнання	54,0
Експлуатаційні витрати	13,5
2. Витрати на оплату праці	396,0
3. Відрахування до соціальних фондів	87,1
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	26687,2

Розрахунок прибутку

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi\Pi - \Delta B_{\text{д}} \quad (4.18)$$

де $\Delta\Pi\Pi$ – додатковий обсяг реалізації продукції, тис.грн/рік;

$\Delta B_{\text{д}}$ – додаткові витрати на виробництво продукту

$$\Delta\Pi = 40500,0 - 26687,2 = 13812,8 \text{ тис.грн}$$

Тобто прибуток підприємства зросте на 13812,6 тис.грн на рік.

Відповідно чистий прибуток:

$$\Delta\text{ЧП} = 13812,8 - 13812,8 \cdot 0,18 = 11326,5 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок інвестиційного бюджету

Згідно проекту, введення інновації не потребує будівництва додаткових приміщень, а тільки встановлення нового обладнання, тому:

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{уст}} = V_{\text{пу}} = 270,2$$

тис.грн

$$I_{\text{ок}} = 0,4 \cdot 40500,0 = 16200$$

тис. грн.

$$I_{\text{рек}} = 0,02 \cdot 40500,0 = 810,0$$

тис грн.

Інвестиції у виробництво складають:

$$I_{\text{вир}} = 270,2 + 16200 + 810,0 = 17280,2 \text{ тис. грн.}$$

Строк окупності

$$T_{\text{ок}} = 17280,2 : 11326,5 = 1,5 \text{ року}$$

Таблиця 4.8

Основні техніко-економічні показники впровадження результатів дослідження

Найменування показника	Значення показника
1. Річний обсяг продукції в натуральному виразі, т	300,0
2. Вироблена продукція в діючих оптових цінах, тис.грн.	40500,0
3. Додаткова чисельність працюючих, осіб	3
4. Витрати на виробництво продукції, тис.грн.	26687,2
5. Прибуток, тис.грн.	13812,8
6. Чистий прибуток, тис.грн.	11326,5
7. Інвестиції, тис.грн.	17280,2
8. Строк окупності інвестицій, років	1,5

Висновки до 4 розділу

1. Проведені розрахунки підтверджують економічну ефективність використання низькотемпературного оброблення в технології цільном'язових виробів зі свинини з додатковим використанням пост-пастеризації. Додатковий чистий прибуток від впровадження результатів дослідження становить 6319,9 тис.грн. за рахунок зменшення витрат від утилізації та додаткової реалізації продукції. Строк окупності капітальних вкладень складе 0,1 року.

2. Економічні розрахунки підтвердили доцільність та економічну ефективність впровадження нової технології пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці. Чистий прибуток від реалізації 300 т продукту складе 11326,5 тис.грн. Строк окупності впровадження технології складе 1,5 року.

ВИСНОВКИ

1. Науково обґрунтовано та експериментально показано можливість використання низькотемпературного оброблення в промислових технологіях цільном'язових м'ясних продуктів та пастеризованих напівконсервів з м'яса птиці.

2. Виявлено ефект покращення структури готових продуктів виготовлених шляхом низькотемпературного тривалого оброблення і кращих органолептичних характеристик - ніжності та соковитості при досягненні стану кулінарної готовності свинячого балику.

3. Проведено комплексне дослідження якості та безпечності продуктів у процесі зберігання і доведено мікробіологічну безпечність на рівні менше 10^3 КУО/г.

4. Розроблено промислову технологію виробництва пастеризованих напівконсервів з морфологічно складних колагенвмістних частин птиці – курчат-бройлерів, качки, індички.

5. Обґрунтовані режими низькотемпературного гідротермічного оброблення м'яса птиці для отримання необхідної структури напівконсервів – гідрогелевої основи наповненої окремими м'язовими волокнами та можливості їх скорочення шляхом регулювання рН гріючого середовища.

6. Розроблені рецептури, технологічні етапи та режими пастеризації для усіх видів напівконсервів.

7. Розроблено режими пастеризації (нагрів до температури в середині продукту 80°C та експозиція 10 хв) ефективні у відношенні летальності вегетативної мікробіоти.

8. Встановлено високу харчову та біологічну цінність розроблених напів-консервів.

9. На основі досліджень основних показників якості при зберіганні (ріст мікробіоти, гідроліз жиру та білків, органолептичні показники) встановлені строки зберігання напівконсервів: 6 місяців при температурі 4°C .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Віннікова Л.Г. Технологія м'ясних продуктів. Теоретичні основи та практичні рекомендації: підручник. Київ: ОсвітаУкраїни, 2017. 364 с.
2. Hui Y.Y. Handbook of Meat and Meat Processing. Boca Raton: CRC Press, 2012. 979 p.
3. Influence of stewing time on the texture, ultrastructure and in vitro digestibility of meat from the yellow feathered chicken breed / Qi J. et al. // *Animal Science Journal*. 2018. Vol 89, No 2. P.474-482.
4. Sun DW. Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2012. 686 p.
5. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure/ Aaslyng M. D. et al. // *Food Quality and Preference*. 2003. No 14. P.277– 288.
6. Davey C. L., Gilbert K. V. Temperature-dependent cooking toughness in beef // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1974. No 25. P.931–938.
7. Permeability and mass transfer as a function of the cooking temperature during the frying of beefburgers / Oroszvári B.K. et al. // *Journal of Food Engineering*. 2006. No 74. P. 1-12.
8. Martens H., Stabursvik E., Martens M. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins // *Journal of Texture Studies*. 1982. No 13. P. 291–309.
9. Pork proteins oxidative modifications under the influence of varied time-temperature thermal treatments: A chemical and redox proteomics assessment / Bhaskar M. et al. // *Meat Scienc*. 2018. No. 140. P. 134-144.
10. Ashgar A., Pearson A.M. Influence of ante- and postmortem treatment upon muscle composition and meat quality // *Adv. Food Res*. 1980. No 26. P. 55–77.
11. Burson D. E. Hunt M. C. Heat-induced changes in the proportion of types I and III collagen in bovine longissimus dorsi // *Meat Sci*. 1986. No 17. P.153–160.
12. Kemp R.M., North M.F., Leath S.R. Component heat capacities for lamb, beef and pork at elevated temperatures // *J Food Engr*. 2009. No 92. P.280–4.

13. Warner R. D., Kauffman R. G., Greaser M. L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits // *Meat Science*. 1997. No 45. P. 339-352.
14. Liu J., Puolanne E., Erbjerg, P. Temperature induced denaturation of myosin: Evidence of structural alterations of myosin subfragment-1 // *Meat Science*. 2014. No 98. P. 124–128.
15. Raman spectroscopic study of effect of the cooking temperature and time on meat proteins / Berhe D. T. et al. // *Food Research International*. 2014. No 66. P. 123–131.
16. Chelh I., Gatellier P., Santé-Lhoutellier V. Technical note: A simplified procedure for myofibril hydrophobicity determination // *Meat Science*. 2006. No 74. P. 681– 683.
17. Effect of meat cooking on physicochemical state and in vitro digestibility of myofibrillar proteins / Santé-Lhoutellier V. S. et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. No 56. P. 1488–1494.
18. Tornberg E. V. A. Effects of heat on meat proteins–Implications on structure and quality of meat products // *Meat science*. 2005. Vol. 70, No 3. P. 493-508.
19. Sharp A., Offer G. The mechanism of formation of gels from myosin molecules // *Journal of Science Food and Agriculture*. 1992. Vol. 58, No 1. P. 63–73.
20. Технология продуктов общественного питания / Ратушный А. С., и др.. Москва: Мир, 2003. 351 с.
21. Bertola N. C., Bevilacqua A. E., Zaritzky, N. E. Heat treatment effect on texture changes and thermal denaturation of proteins in beef muscle // *Journal of Food Processing and Preservation*. 1994. No 18. P. 31–46.
22. Protein denaturation and water–protein interactions as affected by low temperature long time treatment of porcine Longissimus dorsi / Christensen L., et al. // *Meat Science*. 2011. No 88. P. 718–722.
23. Relationship between meat toughness and properties of connective tissue from cows and young bulls heat treated at low temperatures for prolonged times / Christensen L., et al. // *Meat Science*. 2013. No 93. P. 787–795.
24. Physical aspects of meat cooking: Time dependent thermal protein

denaturation and water loss / Zielbauer B. I., et al. // Food Biophysics. 2016. No 11. P. 34–42.

25. Hunt M. C., Sørheim O., Slinde E. Color and heat denaturation of myoglobin forms in ground beef // Journal of Food Science. 1999. No 64. P. 847–851.

26. Mancini R. A., Hunt M. C. Current research in meat color // Meat Science. 2005. No 71. P. 100–121.

27. Tornberg, E. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products // Meat Science. 2005. Vol. 70. P. 493-508.

28. The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles / Light N., et al. // Meat Science. 1985. No 13. P. 137–149.

29. Lepetit J. A. theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness // Meat Science. 2007. No 76. P. 147–159.

30. Palka K. The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle // Meat Science. 2003). No 64. P. 191–198.

31. Palka K., Daun H. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine M. semitendinosus during heating // Meat Science . 1999. No 51. P. 237–243.

32. Voutila L., Ruusunen M., Puolanne E. Comparison of the thermal characteristics of connective tissue in loose structured and normal structured porcine M. semimembranosus // Meat Science. 2008. No 80. P. 1024–1030.

33. Second harmonic generation microscopy: A tool for spatially and temporally resolved studies of heat induced structural changes in meat / Brüggemann D. A., et al. // Food Biophysics No 5. P. 1–8.

34. Sims T.J., Bailey A.J. Connective tissue. In: Developments in Meat Science, 2. R Lawrie (ed.). London: Applied Science Publishers. 1981.

35. Bejerholm C, Tørngren MA, Aaslyng MD. Cooking of meat—cooking of meat. In: Dikeman M, Devine C, editors. Encyclopedia of meat sciences. 2nd ed.

Oxford: Academic Press. 2014. P. 1712.

36. García-Segovia P., Andrés-Bello A., Martínez-Monzó J. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*) // *Journal of Food Engineering*. 2007. No 80. P. 813–821.

37. Sánchez del Pulgar J., Gázquez A., Ruiz-Carrascal J. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time // *Meat Science*. 2012. No 90. P. 828–835.

38. Thermal effects on chicken and salmon muscles: tenderness, cook loss, area shrinkage, collagen solubility and microstructure / Kong F., et al. // *LWT - Food Sci Technol*. 2008. No 41. P 1210-1222.

39. Purslow PP. The intramuscular connective tissue matrix and cell-matrix interactions in relation to meat toughness // *Proceedings of the 45th International Congress of Meat Science and Technology: Japan Society for Meat Science and Technology*. Japan, Yokohama 1999. P. 210-219.

40. Findlay C. J., Parkin K. L., Stanley D. W. Differential scanning calorimetry can determine kinetics of thermal denaturation of beef muscle proteins // *Journal of Food Biochemistry*. 1986. Vol 10, №.1. P. 1-15.

41. Янчева М.О., Пешук Л.В., Дроменко О.Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродукті: навч. пос. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

42. Cholesterol and lipid peroxides in animal products and health implications- a review

/ Orczewska-Dudek S. et al. // *Annals of Animal Science*. 2012. Vol 12, №.1. P. 25- 52.

43. Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat / Hoac T. et al. // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2006. Vol 7, №.1-2. P. 88-93.

44. Lee S.K., Mei L., Decker E.A., Lipid oxidation in cooked turkey as affected by added antioxidant enzymes // *Journal of Food Science*. 1996. № 61. P. 726–

728.

45. Mei L., Crum A. D., Decker, E. A. Development of lipid oxidation and inactivation of antioxidant enzymes in cooked pork and beef // *Journal of Food Lipids*. 1994. № 1. P. 273–283.

46. Bendall J.R., Restall D.J. The cooking of single myofibres, small myofibre bundles and muscle strips from beef *M. psoas* and *M. sternomandibularis* muscles at varying heating rates and temperatures // *Meat Sci*. 1983. № 8. P. 93–117.

47. Cheng C. S., Parrish F. C. Jr. Scanning electron microscopy of bovine muscle. Effect of heating on ultrastructure // *Journal of Food Science*. 1976. № 41. P. 1449- 1454.

48. Jones S. B., Carroll R. J., Cavanaugh, J. R. Structural changes in heated bovine muscle. A scanning electron microscope study // *Journal of Food Science*. 1977. № 42. P. 125-131.

49. Rowe R. W. D. Electron microscopy of bovine muscles: II – The effects of heat denaturation on post rigor sarcolemma and endomysium // *Meat Science* .1989. № 26. P. 281–294.

50. The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products / Offer G., et al. // *Food Microstructure*. 1989. Vol. 8, № 1. P. 17.

51. Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasts cooked to different centre temperatures / Heymann H. et al // *Journal of Food Science*. 1990. № 55. P. 613– 617.

52. The use of dielectric properties and other physical analyses for assessing protein denaturation in beef biceps femoris muscle during cooking from 5 to 85°C / Brunton N. P. et al. // *Meat Science*. 2006. Vol. 72, №. 2. P. 236-244.

53. Tornberg E., Andersson K., Josell A. The rheological properties of whole and minced meat during cooking as related to sensory and structural characteristics // *In Proceedings of the 1st international symposium on food rheology and structure*. 1997. P. 16-20.

54. Offer G. Progress in the biochemistry, physiology and structure

of meat //Proceedings of the 30th European meeting of meat research workers. Bristol, UK. 1984. P. 87-94.

55. Hostetler R. L., Landman W. A. Photomicrographic studies of dynamic changes in muscle fiber fragments. 1. Effects of various heat treatments on length, width and birefringence // Journal of Food Science. 1968. № 33. P. 468.

56. Physical aspects of meat cooking: time dependent thermal protein denaturation and water loss / Zielbauer B. I. et al. // Food biophysics. 2016. Vol. 11, №. 1. P. 34-42.

57. Effect of final cooked temperature on tenderness, protein solubility and microstructure of duck breast muscle / Chao L. et al. // LWT - Food Science and Technology. 2013. Vol. 51, No. 1. P. 266-274.

58. Storage characteristics of sous vide cooked roast beef / Hansen T. B. et al. // International journal of food science & technology. 1995. Vol. 30, №. 3. P. 365-378.

59. Holdsworth S.D., Simpson R. Thermal Processing of Packaged Foods. 3rd ed. London: Springer, 2016. 516 p.

60. Comparative Study on the Effects of Boiling, Steaming, Grilling, Microwaving and Superheated Steaming on Quality Characteristics of Marinated Chicken Steak / Yun- Sang C. et al. // Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 2016. Vol. 36, No. 1. P. 1-7.

61. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat / Domínguez R. et al. // Meat Science. 2014. Vol. 97, No. 2. P. 223-230.

62. Schönfeldt H.C. Strydom P.E. Effect of age and cut on cooking loss, juiciness and flavour of South African beef // Meat Science. 2011. Vol. 87, No. 3. P. 180-190.

63. M. E., Loughin T. M. Effects of cooking method, reheating, holding time, and holding temperature on beef longissimus lum-borum and biceps femoris tenderness // Meat Science. 2003. № 65. P.841-851.

64. Bramblett V. D., Vail G. E. Further studies on qualities of beef as affected by cooking at very low temperatures for long periods // Food Technology. 1964. №. 18.

P. 245.

65. Wasserman A. E. Thermally produced flavour components in the aroma of meat and poultry // *J. Agric. Food Chem.* 1972. №. 20. P. 737-741.

66. Joo S. T., Kim G. D. Meat quality traits and control technologies // *Control of meat quality.* 2011. P. 6-10.

67. Shahidi F. Flavour of cooked meats. In: *Flavour Chemistry: Trends and Developments* // American Chemical Society, Washington. 1989. P. 188-201.

68. Consumer sensory acceptance and value of domestic, Canadian, and Australian grass-fed beef steaks / Sitz B. M. et al. // *J. Anim. Sci.* 2005. №. 83. P. 2863-2868.

69. Mottram D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review // *Food Chem.* 1998. № 62. P. 415-424.

70. Volatile components associated with freshly cooked and oxidized off-flavours in turkey breast meat / Brunton N. P. et al. // *Flavour Fragr.* 2002. №. 17. P. 327-334.

71. In *The Maillard Reaction in Foods and Nutrition* / Waller G., et al. // American Chemical Society: Washington, DC. 1983. P. 169-184.

72. Block E. The organosulfur chemistry of the genus *Allium*-implications for the organic chemistry of sulfur // *Angewandte Chemie International Edition.* 1992. № 31. P. 1135–1178.

73. Farmer L. J. Mottram D. S. Recent studies on the formation of meat-like aroma compounds // *Flavor Science and Technology.* 1990 .P. 113–116.

74. Gasser U., Grosch W. Identification of volatile flavour compounds with high aroma values from cooked beef // *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung.* 1988. Vol. 186. №. 6. P. 489-494.

75. Production of meat-like flavour / Varavinit S. S .et al. // *Science Asia.* 2000. № .26. P. 219-224.

76. Dwivedi B. K., Brockmann M. C. Meat flavor // *Critical Reviews in Food Science & Nutrition.* 1975. Vol. 5, №. 4. P. 487-535.

77. Poultry flavour: General aspects and applications / Perez-Alvarez J.

A. et al. //Handbook of poultry science and technology. 2010. Vol. 2. P. 339-357.

78. Shahidi F. Lipid derived flavours in meat products. In: Meat Processing: Improving Quality // Woodhead Publishing Ltd, Cambridge. 2002. P. 105 -121.

79. Mottram D. S. Flavour compounds formed during the Maillard reaction. In Thermally Generated // Flavours American Chemical Society, Washington. 1994. P. 104-126.

80. Evaluation of consumer-style cooking methods for reduction of Escherichia coli O157: H7 in ground beef / Rhee M. S. et al // Journal of food protection. 2003. Vol. 66, №. 6. P. 1030-1034.