

УДК 637.66

№ держреєстрації 0120U105017

Inv. №

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002

тел. +38(057) 7003888 - <http://btu.kharkov.ua>, info@btu.kharkov.ua



Проректор з наукової роботи
Валерій МИХАЙЛОВ

ЗВІТ

ПРО НАУКОВОДОСЛІДНУ РОБОТУ

**«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ НАПІВФАБРИКАТІВ
М'ЯСНИХ РЕСТРУКТУРОВАНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ»**

Керівник ЦДР,
професор кафедри технології м'яса,
д.т.н., професор











М.О. Янчева

Рукопис закінчено 25 листопада 2022 р.

Результати цієї роботи розглянуто на засіданні експертної ради ДБТУ за напрямом «Харчові технології», протокол №1 від 27.12.2022 р.

2022

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, професор кафедри технології м'яса, д.т.н., професор		М.О. Янчева (вступ, розділи 1, 2, 3, висновки)
Відпов. виконавець, доцент кафедри технології м'яса, к.т.н., доцент		В.А. Большакова (розділ 3, 4, висновки)
Зав. кафедри технології м'яса, д.т.н., професор		Н.Г. Гринченко (розділ 2, висновки)
Професор кафедри технології м'яса, д.т.н., доцент		В.М. Онищенко (розділ 3)
Професор кафедри технології м'яса, д.т.н., професор		Т.М. Головка (розділ 4)
Доцент кафедри технології м'яса, к.т.н., доцент		О.Б. Дроменко (розділ 3,4)
Доцент кафедри технології м'яса, к.т.н.		Т.С. Желева (розділ 3)
Аспірант кафедри технології м'яса		А.Т. Инжиянц (розділи 1, 3, 4)
Студент , гр. ТМ-77м		Д. Д. Мороз (розділ 1, список використаних джерел)
Студент , гр. ТМ-77м		О.О. Богадиця (розділ 3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 167 с., 52 рис., 36 табл., 2 додатка, 138 джерела.

М'ЯСНІ НАПІВФАБРИКАТИ, РЕСТРУКТУРИЗАЦІЯ, СУМІШ ДЛЯ РЕСТРУКТУРУВАННЯ, НАПІВФАБРИКАТИ М'ЯСНІ РЕСТРУКТУРОВАНІ ЗАМОРОЖЕНІ.

Об'єкт дослідження – науково обґрунтована технологія суміші для реструктурування та напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених з її використанням.

Мета роботи – розробка технології реструктурованих м'ясних заморожених напівфабрикатів, які здатні відтворювати структуру порційного напівфабрикату, мають гарантований рівень харчової, біологічної цінності та безпеки, що розширить асортимент м'ясних напівфабрикатів.

Методи дослідження – традиційні та спеціальні фізико-хімічні; методи планування та математичної обробки експериментальних даних.

Науково обґрунтовано технологію реструктурованих м'ясних заморожених напівфабрикатів, доведена доцільність залучення до технологічного циклу виробництва натуральних реструктурованих напівфабрикатів м'ясної обрізи, розроблена рецептура суміші для цілеспрямованого використання у технології реструктурованих м'ясних напівфабрикатів, досліджено показники якості розробленої продукції.

За тематикою роботи виконувались курсові, дипломні проекти та магістерські роботи. За результатами досліджень опубліковано статті в наукових фахових виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз даних, одержано патент України на корисну модель. Результати НДР обговорювались на науково-практичних конференціях, впроваджено у виробництво та освітній процес.

ЗМІСТ

	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Аналіз ринку та сучасні тенденції розвитку асортименту реструктурованих напівфабрикатів.....	8
1.2 Сучасний стан технологій структурованих харчових продуктів	12
1.3 Теоретичні основи процесу реструктурування м'ясної сировини	25
1.4 Аналіз науково-практичних аспектів використання харчових інгредієнтів під час виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих.....	37
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ.....	53
2.1 Мета і завдання дослідження.....	53
2.3 Об'єкт та предмет дослідження.....	58
2.4 Методи дослідження.....	58
РОЗДІЛ 3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА СУМІШЕЙ ДЛЯ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ РЕСТРУКТУРОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ.....	69
3.1 Вибір та обґрунтування основної та допоміжної сировини для виробництва реструктурованих напівфабрикатів.....	69
3.2 Дослідження впливу окремих компонентів та їх сумішей на властивості м'ясних модельних систем під час реструктурування.....	82
3.2.1. Вивчення впливу харчових добавок на функціонально-технологічні властивості м'ясних модельних систем.....	82
3.2.2. Дослідження впливу сумішей для реструктурування на реологічні показники і вологозв'язуючу здатність м'ясних модельних систем.....	90
3.2.3. Вивчення залежності функціонально-технологічних властивостей м'ясних модельних систем від сортності м'яса і рівня гідратації комплексної суміші.....	95

3.3 Дослідження процесу заморожування м'ясних модельних зразків із застосуванням розроблених сумішей.....	102
3.4 Обґрунтування складу та технологічних параметрів виробництва сумішей для цілеспрямованого використання у технологіях реструктурованих м'ясних продуктів.....	110
РОЗДІЛ 4. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ М'ЯСНИХ РЕСТРУКТУРОВАНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ.....	116
4.1. Обґрунтування технологічної схеми виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених.....	116
4.2. Проектування та організація роботи технологічної лінії.....	122
4.3. Дослідження основних показників якості та безпечності напівфабрикатів реструктурованих заморожених з яловичини	125
4.4 Дослідження основних показників якості та безпечності реструктурованих виробів зі свинини.....	133
ВИСНОВКИ.....	139
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	141
ДОДАТКИ.....	156
Додаток А. Акт впровадження в освітній процес.....	157
Додаток Б. Акт впровадження у виробництво.....	159

Обмеженість сировинних ресурсів та недостатня для зростаючої чисельності соціуму продуктивність тваринництва визначають великий дефіцит і вартість м'ясних продуктів, тому вироби з вищих сортів м'яса в найближчий час будуть перебувати в сегменті «преміум-класу», а основна лінійка продуктів м'ясопереробки з оптимальним співвідношенням «ціна-якість» буде вироблятися або за рахунок застосування функціонально-технологічних добавок, що модифікують властивості сировини та регулюють якісні характеристики готових продуктів, або за рахунок підвищення глибини переробки білоквмісної сировини. Відомо, що після обвалювання м'ясної туші на кістках залишається біля 5% м'язової тканини, у результаті дообвалювання та жилкування формується обрізь (триммінг), яка використовується при виробництві.

Світові тенденції розвитку харчової промисловості свідчать про те, що м'ясні напівфабрикати, в тому числі заморожені, представлені широким асортиментом та користуються стабільним попитом на продовольчому ринку України. Розширення торгівельної мережі та підприємств ресторанного господарства, завдяки зручності у використанні та зниженню трудомісткості технологічних процесів, є ще одним з чинників формування попиту на напівфабрикати м'ясні в межах реалізації бізнес-процесів «Business to Consumer» (B2C) та «Business to Business» (B2B, зокрема в сегменті HoReCa (як необхідність підвищення ефективності функціонування).

Науковий та практичний інтерес до проблеми структуроутворення в харчових системах достатньо високий. У світі проводяться дослідження в даному напрямку, результатом чого є розвиток ринку структурованих харчових продуктів. Одним з перспективних напрямків виробництва м'ясопродуктів, що має певні переваги порівняно з традиційними, є створення технологій реструктурованих м'ясних продуктів, перевага яких полягає в здатності відтворення структури цільнокускової сировини, за

органолептичними властивостями близькою до цільном'язових м'ясних продуктів.

Застосування реструктурування під час виробництва м'ясних напівфабрикатів дозволяє регулювати органолептичні і структурно-механічні властивості виробів, залучити у виробництво низькосортну сировину з низькими функціонально-технологічними властивостями, розширити асортимент, підвищити вихід готової продукції і рентабельність виробництва.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Аналіз ринку та сучасні тенденції розвитку асортименту реструктурованих напівфабрикатів

Незважаючи на поширення в Україні та світі ідей вегетаріанства, м'ясо як і раніше залишається важливою частиною раціону більшості наших співвітчизників.

Так, моніторинг м'ясного ринку [1] свідчить про те, що в 2020 році на одного українця припадало споживання: 26 кг курятини, 19 кг свинини, 7,9 кг яловичини, 0,9 кг інших видів м'яса. Структура ринку м'яса представлена на рис. 1.1.

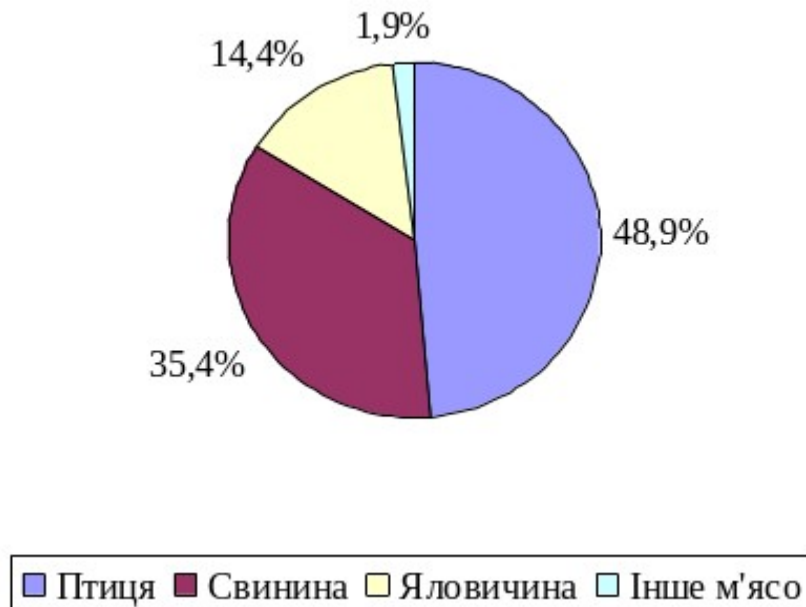


Рисунок 1.1 – Споживання м'яса в Україні у 2020 році

Враховуючи те, що м'ясо є найбільш дорогим компонентом в рецептурах м'ясних виробів, тому є важливим його раціональне використання. Вартість м'ясної сировини у 2020 році наведено на рис. 1.2. Одним з прийомів найбільш повного використання м'яса є виробництво напівфабрикатів і т.д. Структура ринку м'ясних напівфабрикатів наведено на рис. 1.3.

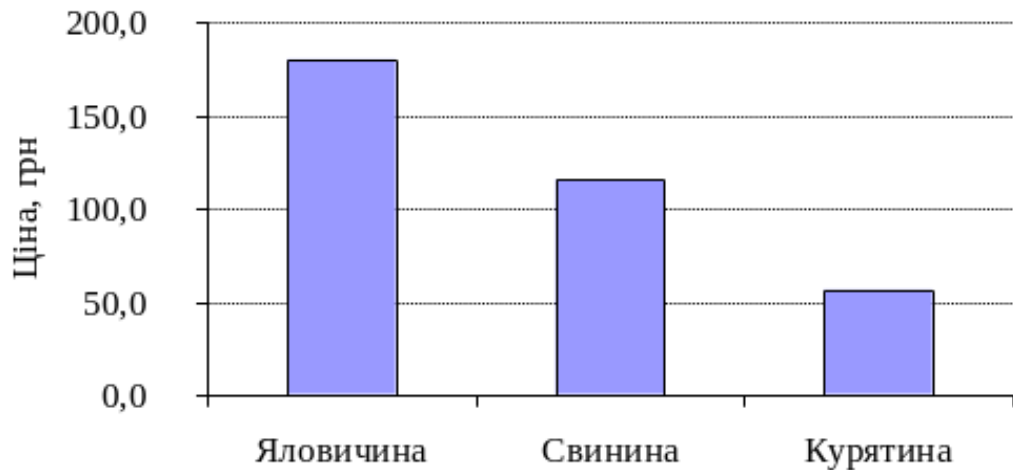


Рисунок 1.2 – Ціни на м'ясо в Україні у 2020 році

Напівфабрикати – вироби з натурального (не подрібненого) або посіченого м'яса без термічного оброблення [2, 3, 4, 5, 6].

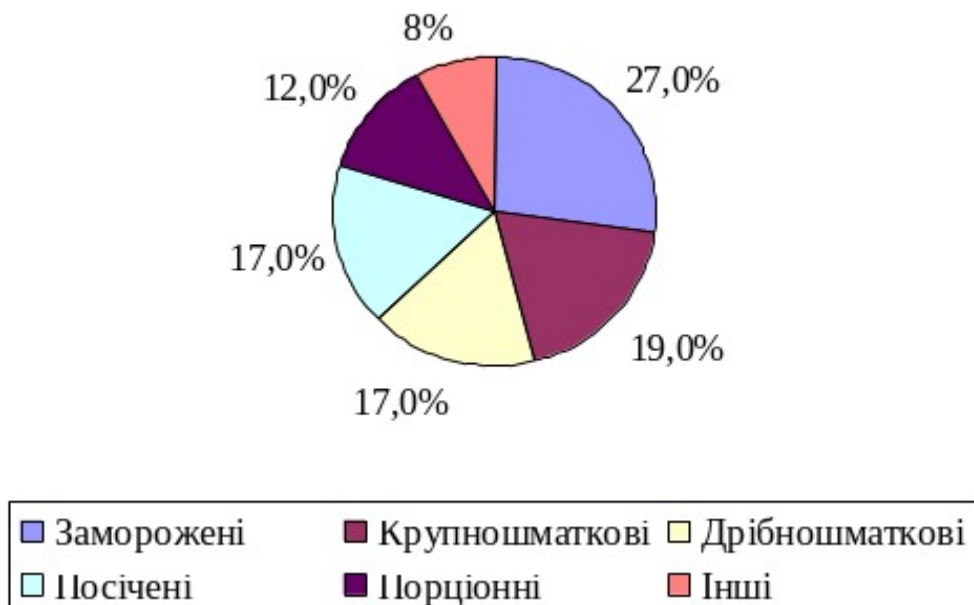


Рисунок 1.3 – Структура ринку м'ясних напівфабрикатів України за 2020 рік

Виробництво м'ясних напівфабрикатів, кулінарних виробів і готових блюд виникло в розвинених країнах більше п'ятдесятьох років тому. У нашій країні ці вироби почали виробляти в невеликих обсягах з 70-х років. Значні успіхи в розвитку харчової технології, а також у сфері пакування

продукції з'явилися потужним стимулом для активного розвитку цього напрямку в м'ясопереробній галузі [7].

Аналіз тенденцій у зміні асортиментів м'ясної продукції в останні роки свідчить про те, що в промислово розвинених країнах найбільш швидкими темпами росте виробництво структурованих блюд із тримінгу. З безлічі різновидів нових м'ясних харчових продуктів заданої структури можна виділити в основному три типи: аналоги натуральних продуктів, формовані вироби й емульсійні системи [8].

Дослідженнями [9] проведеними наприкінці 70-х і початку 80-х років, встановлена унікальна природа м'ясних жирів, що сприяло виникненню підвищеного інтересу до продуктів харчування, виготовлених з м'яса свиней і великої рогатої худоби.

Відмічається, що більше половини всіх кулінарних виробів з м'яса, вироблених у світі наприкінці 80-х початку 90-х років доводилося на продукцію з фаршу.

У період 1996...2000 рр. на міжнародних європейських виставках продуктів харчування були показані численні зразки харчової продукції з м'ясної обрізі, які вже виготовляються різними фірмами й користуються попитом на ринку. З метою поширення ринків збуту й залучення покупців, виробники постійно поліпшують зовнішній вигляд і смак продуктів, удосконалюють їхнє пакування й розфасовку, розширюють асортименти продукції, в т.ч. що пройшла повну кулінарну обробку [10, 11].

У випуску готових блюд закордонна промисловість орієнтується не тільки на виробництво високопоживних продуктів з добрими смаковими якостями, аналогічних блюдам домашнього готування й кращих ресторанних блюд, але й на виготовлення блюд, що попереджають передчасне старіння організму, що знімають стреси, а також блюд традиційної національної кухні багатьох країн.

Використовується цілий ряд інновацій, що дозволяє: збільшити об'єм продукції, розширити внутрішній ринок збуту, підвищити

конкурентоспроможність виробленої продукції, збільшити продуктивність праці, знизити матеріальні витрати, зменшити собівартість виробленої продукції, знизити енергоємність виробництва, відновити виробничі потужності, розширити асортимент продукції, покращити якість виробів.

Розглянемо декілька напрямів інновацій під час виробництва реструктурованих м'ясних виробів (рис. 1.4):

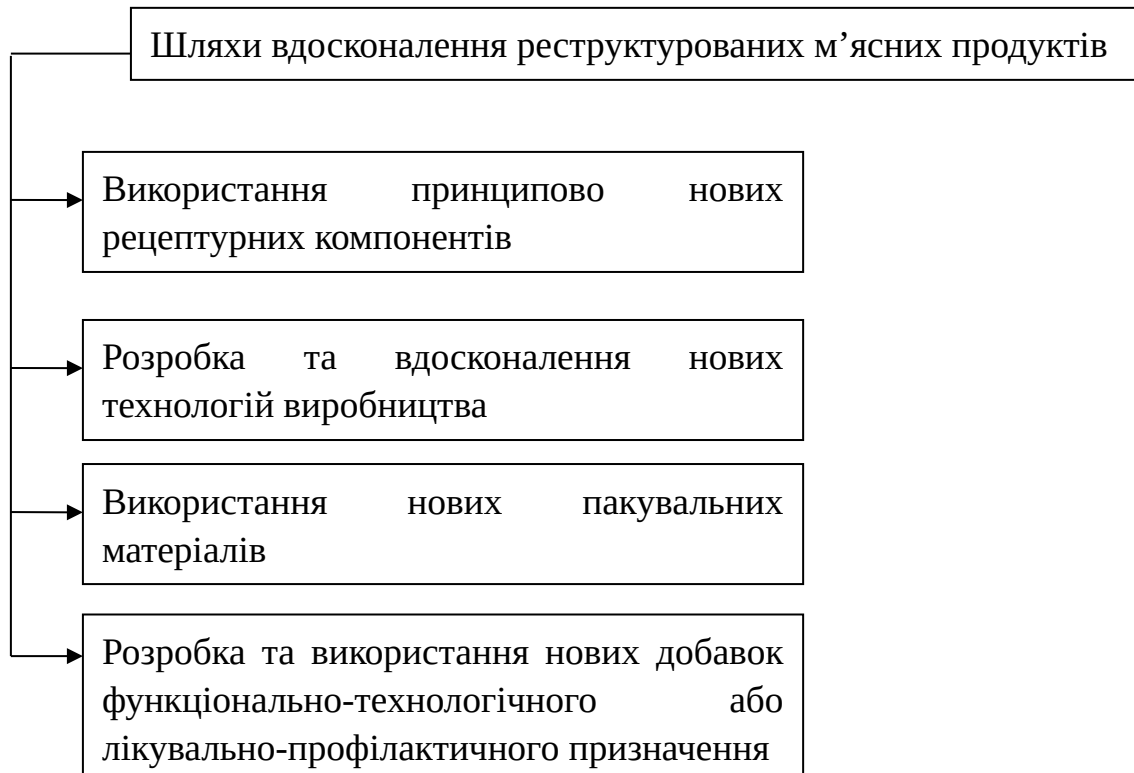


Рисунок 1.4 – Напрямки досліджень при виробництві реструктурованих м'ясних виробів

Останніми роками за допомогою використання комп'ютерної техніки проводиться пошук і розробка нових рецептур м'ясної продукції, яка збалансована за вмістом білків, жирів вуглеводів, води, мінеральних речовин та вітамінів. Для підвищення харчової та біологічної цінності продукції використовують білкові компоненти тваринного і рослинного походження – знежирене молоко, казеїн, білки крові тощо. Розробляються і впроваджуються новітні технології, які дозволяють мінімізувати втрати при переробці м'яса, забезпечують раціональне використання вторинних продуктів забою тварин (субпродуктів II категорії, крові) і харчових

добавок.

Вдосконалення технологій виробництва м'ясної продукції полягає у оптимізації проведення технологічного процесу, за рахунок використання обладнання необхідної продуктивності, а також регулювання параметрів та режимів обробки сировини.

Впровадження у м'ясопереробній промисловості полімерних пакувальних матеріалів сприяє ефективному захисту продукції від мікробіологічного ураження, впливу шкідливих факторів оточуючого середовища (світла, підвищення температури і вологості, кисню повітря, механічного і хімічного забруднення тощо), збільшує строки зберігання виробів, запобігає псуванню, особливо при транспортуванні і реалізації. Нові види упаковки також забезпечують привабливий товарний вигляд м'ясних продуктів.

Сучасні технології виробництва м'ясних продуктів передбачають використання різних інгредієнтів та харчових добавок, які поліпшують органолептичні, структурно-механічні і фізико-хімічні показники готових продуктів. Водночас на підприємства надходить значна кількість м'ясної сировини із низькою водозв'язуючою здатністю, тому актуальним є застосування саме функціональних харчових добавок.

1.2. Сучасний стан технологій структурованих харчових продуктів

Використання технології реструктурування при виробництві м'ясопродуктів в основному застосовується для таких видів м'ясних виробів як ковбаси (шинки), напівфабрикати та м'ясні консерви.

Класичним прикладом реструктурованих м'ясних продуктів можна вважати шинкові ковбасні вироби. Традиційно для виготовлення реструктурованих шинок використовують свинину, рідше – м'ясо курей або індичок, ще рідше зустрічаються шинкові вироби з яловичини.

Технологічна схема виробництва шинки зі свинини наведена на рис.

1.5, її аналіз наведено у табл. 1.1.

Традиційно у технологіях реструктурованих м'ясних продуктів утворення монолітності виробу досягається в основному за допомогою теплової обробки. Однак існує низка технологічних можливостей та прийомів щодо створення нових рецептур реструктурованих м'ясопродуктів:

- використання функціонально-технологічних добавок;
- ферментація;
- інтенсивні способи обробки сировини;
- використання вакууму;
- низьких температур;
- пресування;
- ультразвуку, тощо.

Одним із перспективних технологічних рішень у цьому напрямку є розробка заморожених реструктурованих напівфабрикатів, які імітують порційний напівфабрикат.

Існують дослідження зарубіжних дослідників щодо розробки технологій реструктурованих заморожених напівфабрикатів.

Зокрема дослідники R. H. Maas та ін. розробили процес з'єднання м'яса в один крупний шматок за допомогою натурального ексудату, який утворюється на його поверхні під час механічної обробки. Визначено, що якщо м'ясо піддавати довго та інтенсивно механічній обробці, то воно стає помічно м'якшим, пластичнішим і на його поверхні з'являється вершковоподібний липкий ексудат, який виступає цементуючою речовиною, та при термічній обробці не відокремлюється.

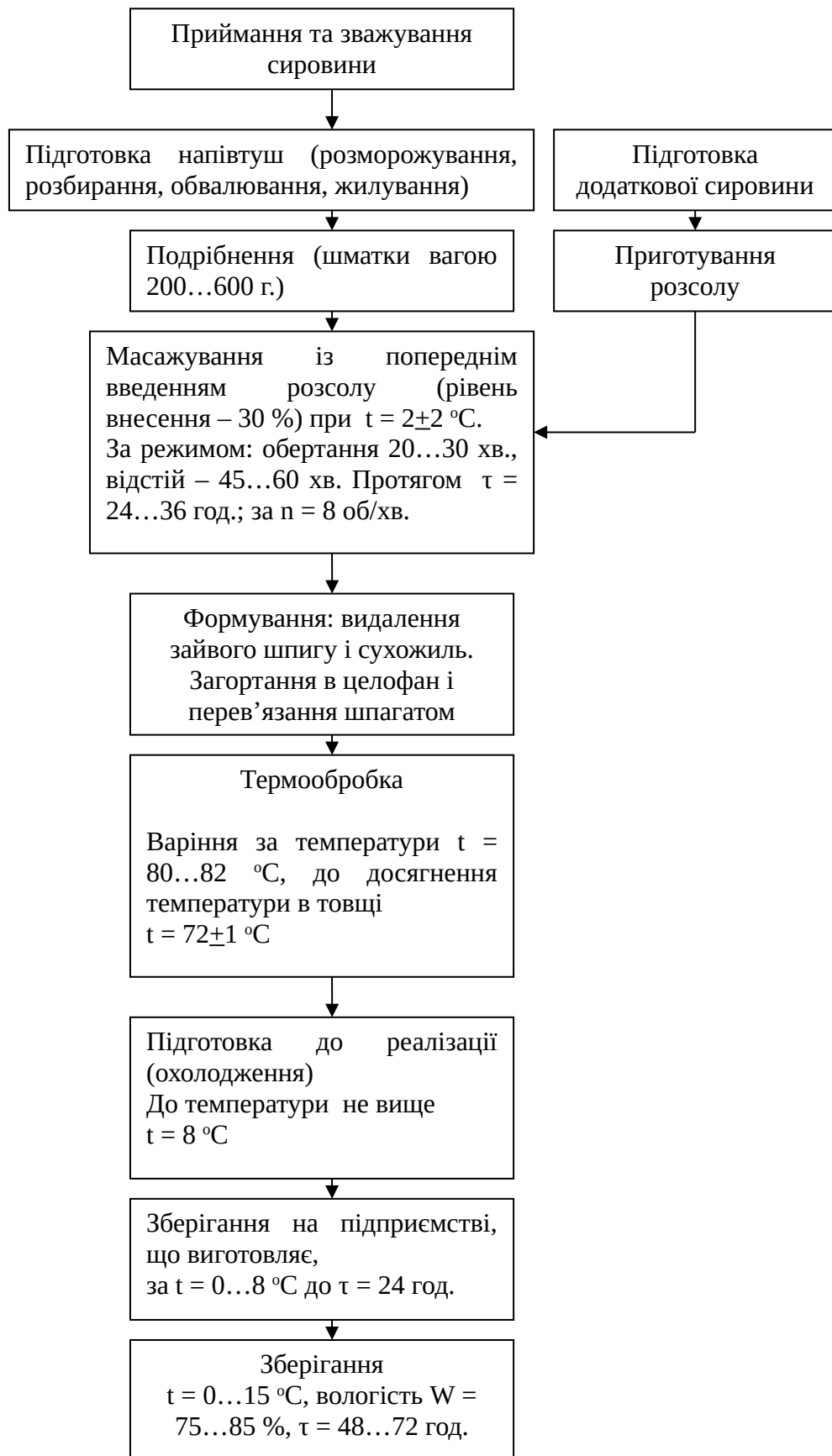


Рисунок 1.5 – Технологічна схема виробництва шинки реструктурованої

Таблиця 1.1 – Аналіз технологічної схеми виробництва шинки реструктурованої

Етапи	Операції	Режими, параметри	Фізико-хімічні зміни	Мета, яка досягається
Приймання сировини	Зважування	$t = 15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $W = 14\%$	–	Перевірка та зберігання сировини до виробництва
Підготовка та соління сировини	Зачистка	$t = 15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$	–	Видалення забруднень
	Обвалювання	$t = 15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$	–	Відділення від кісток
	Жилування	$t = 15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$	–	Видалення хрящів, жил, дрібних кісток, розподіл на сорти
	Подрібнення	Шматки масою $m = 200...600\text{ г.}$	–	Збільшення площі контакту м'язових волокон
	Соління	$t = 2\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	Екстракція міофібрилярних білків у розчину, гідратація білків	Збільшується липкість та пластичність, формується консистенція, зменшується розвиток мікрофлори
Виготовлення фаршу	Масажування	$t = 2\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. За режимом: обертання 20...30 хв., відстій – 45...60 хв. Протягом $\tau = 24...36\text{ год.}$; за обертів барабану $n = 8\text{ об/хв.}$	Перехід водно-солерозчинних білків в дисперсне середовище	Прискорення процесу посолу, рівномірний розподіл основної та додаткової сировини
	Формування	$t = 10...12\text{ }^{\circ}\text{C}$	–	Надання форми, фіксація продукту

Продовження табл. 1.1 – Аналіз технологічної схеми виробництва шинки

Термообробка	Варіння	$t = 80...82$ °С, до температури в товщі $t = 72 \pm 1$ °С	Теплова денатурація білкових речовин, гідротермічний розпад колагену, утворення глютину, гідролітичний розпад жиру	Доведення виробу до кулінарної готовності, завершення формування органолептичних показників, знищення вегетативних форм мікроорганізмів
Підготовка до реалізації і реалізація	Охолодження	1 фаза – душ, $t = 10...15$ °С, $\tau = 30$ хв., 2 фаза – повітря, $t = 4$ °С, $W = 95$ %, $\tau = 2...3$ год. До температури не вище $t = 8$ °С в товщі продукту	Випаровування частини вологи	Запобігання розвитку мікрофлори, зменшення втрат маси
	Зберігання на підприємстві виробнику	за $t = 0...8$ °С до $\tau = 24$ год.	–	Збереження якості готової продукції до моменту реалізації
Зберігання	Зберігання	$t = 0...15$ °С, вологість повітря – $W = 75...85$ %, $\tau = 48...72$ год.	–	Зберігання якості готової продукції до моменту споживання

Однак даний метод є непридатним для шматків м'яса менше 225 г а також подрібненого на кутері або порубаному. Відмічається, що додавання звичайної солі або лужних поліфосфатів прискорює і збільшує утворення липкого ексудату. Рекомендується додавати до 2 % солі звичайної (або

лужних поліфосфатів, наприклад триполі-, піро- та гексаметофосфат натрію) до маси м'яса. М'ясо формували в жорстку та напівжорстку тару і заморожували протягом 1...2 діб., з подальшим нарізанням на шматки потрібної товщини для упаковки.

Відповідно до процесу розробленого М. Е. Grant, реструктурований шматок м'яса одержують шляхом механічного проколювання невеликих шматків м'яса з подальшим їх заморожуванням, при цьому шматки притискаються до поверхні форми і один до одного. В результаті отримують шматок м'яса з цілісною структурою та гладкою поверхнею який можна продавати як звичайне м'ясо.

Мета процесу, розробленого S. L. Komarik – зтискати і деформувати великі шматки м'яса окремо, або декілька шматків разом, щоб з тканин виділився сік, який слугуватиме пов'язуючою речовиною; знижувати тиск, пропускаючи м'ясо через стінку з ріжучих кромок, що має великі отвори для виходу м'яса у вигляді витягнутих смужок. Пресування і екструзія з нарізуванням виконується як одна операція за допомогою механічного проштовхування спресованої маси м'яса під ріжучими кромками, при цьому процес є безперервним. Формують масу шляхом набивання в штучні оболонки. Нашприцьовані оболонки поміщають у форми або рамки, для надання необхідної конфігурації поперекового перетину. Ексудат, який виділився, зв'язує м'ясну масу під час заморожування. При порціонуванні після дефростації виріб не розшаровується.

Дослідник W. L. Morrison розробив криогенний метод: дрібні шматки або низькосортне м'ясо заморожують до - 90 °С шляхом занурення в ванну з рідким азотом, при цьому м'ясо стає крихким. Потім його розтирають в порошок в атмосфері газоподібного азоту, формують під тиском в брикет, який самопідтримується. Температура спресованого порошку зростає, коли вона перевищує точку замерзання – сік тане, розріджується і в наслідок своїх колоїдних властивостей зв'язує частинки порошку в єдиний м'ясопродукт, який за якісними характеристиками не відрізняється від

початкового м'яса, але волокна м'яса вже є зруйнованими. Створення ефекту мармуровості досягається додаванням жиру обробленого за цією ж технологією. Продукту надається бажана форма, в залежності від вимог ринку. Пакування, транспортування та зберігання здійснюється при будь-якій температурі, але нижче - 17 °С.

Отримання реструктурованого м'яса за технологією описаною D. Torr, здійснюють за допомогою ферментативного розварювання і сольової обробки шматків цілого сирого м'яса. Першою стадією є порібнення субпродуктів тваринного походження на вовчку або кутері, мета якого – збільшити площу поверхні для розварювання ферментом.

Після відповідного подрібнювання на продукт впливають сіллю та ферментом: за короткий термін відбувається протеоліз подрібненого м'яса, маса стає липкою, пастоподібною, напіврідкою. Її використовують як матрицю і пов'язуючий матеріал для додавання до шматкового м'яса з метою отримання реструктурованого продукту, який можна піддавати термічній обробці нарізувати на скибочки.

В іншому випадку можна обробляти шматки м'яса, при цьому їх поверхня стає липкою, з'являється адгезійне зчеплення між поверхнями. Оброблені шматки можна спресовувати за допомогою механічних або ручних пресів, після термообробки утворюється цілісна структура.

В якості ферменту застосовують будь-який фермент який розварює. Найбільш ефективним є папаїн, трипсин, а також ферменти отримані з соку інжиру, апельсинів сорту Osage і з ваточника.

Дослідники J. C. Wilcox і M. J. Hafstad запропонували спосіб отримання реструктурованого м'ясопродукту. Який включає такі стадії: отримання шматочків м'яса з бахромчатою поверхнею і масою по 30...200 г; нанесення харчової солі на поверхню м'яса у кількості від 0,1 до 8,0 %; перемішування до концентрації шару солерозчинних білків на поверхні м'яса при температурі не вище 4 °С протягом 15...20 хв.; пресування шматочків і теплової обробка.

Переміщування або тумблювання шматочків м'яса у присутності солі примушує солерозчинні білки, наприклад міозин і актин, мігрувати на поверхню кожного шматка і концентруватися там у вигляді вершковоподібного липкого покриття. Коли шматки пресують в якому-небудь контейнері, це покриття надає адгезивну дію і зв'язує шматки в когезивну масу. Ефект стає більш яскраво вираженим після теплової обробки. Фактично спресований продукт, що пройшов теплову обробку, близько нагадує на вигляд, текстуру, і нарізуємість на скибочки великий цілий шматок м'яса. Даний спосіб застосовний до яловичини, телятини, свинини і ягнятини, а також до всіх сортів м'яса, але особливо рекомендується для обробки низькосортного м'яса, оскільки при цьому підвищується його сортність.

Дослідник Е. О. Stallons розробив спосіб отримання реструктурованого м'ясопродукту, який включає наступні стадії: надсікання поверхні невеликих шматків м'яса; витримка протягом достатнього часу, щоб виділився м'ясний сік і збільшилась їх адгезивність; повторне надсікання м'яса; пресування з наданням бажаної форми, доки шматки не поєднуються в єдину масу.

М'ясо надсікають приблизно до середини, щоб зруйнувати велике число клітин і викликати виділення значної кількості м'ясного соку на поверхні м'яса. Надсічки роблять з інтервалом 0,3...0,6 см. Це забезпечує максимальний розрив клітин, але не робить м'ясо непридатним для вживання.

Оптимальних результатів досягають, коли надрізи доходять приблизно до середини шматка. Для цього застосовують будь-яке пристосування, наприклад ніж або роторне лезо. Після цієї операції м'ясо витримують при $t = - 8...- 4$ °С протягом 12...24 год., щоб сік продовжував виділятися на поверхні м'яса і досяг оптимальною адгезивності. Витримка протягом 12...24 год. забезпечує найкращі результати з погляду нарізуваності м'яса (без крихтів і розділення на окремі шматочки), а також

кількості соку, що утримується м'ясом.

Після цього м'ясо пресують, надаючи кінцевому продукту потрібну форму. Коли м'ясопродукт згодом піддають тепловій обробці, адгезивні білки коагулюють і остаточно зв'язують шматки м'яса.

Відповідно до способу, запропонованого W. D. Paynter і E. V. Podebradsky сортові відруби м'яса готують з крупних шматків пісного сирого м'яса масою не менше ніж 110 г, з додаванням 10...25 % (від всієї маси) жирного фаршу з вмістом жиру 40...60 %. Окрім цих двох компонентів додають невелику кількість поліфосфатної солі. Інгредієнти перемішують не менше 8 хв. до досягнення однорідності маси. Поліфосфат збільшує скріплення м'яса, а жирний фарш забезпечує потрібну ніжність і соковитість продукту. Одержану масу формують і заморожують.

Даним способом можна обробляти свинину, яловичину, телятину і ягнятину. Пісне м'ясо нарізують або крупно подрібнюють на шматки масою не менше 110 г. Одержані крупні шматки пісного сирого м'яса є основним інгредієнтом. До нього додають 10...25 % тонкоподрібненого жирного фаршу із співвідношенням пісного м'яса і жиру 50 : 50. Такий фарш одержують, подрібнюючи обрізь в вовчку з отворами ґратів 0,6 см або в роторному кутері. Потім додають поліфосфат в кількості 0,05... 0,75%. Всю масу ретельно і рівномірно перемішують протягом 8 хв. (краще 10...12 хв.). Якщо в останні 5 хв. перемішування проводити під вакуумом, якість кінцевого продукту підвищиться.

Відмічається, що м'ясопродукти отримані за способом Маас мають відмінну якість, проте при охолодженні після теплової обробки швидко з'являється згірклість, яка знижує смако-ароматичні властивості продукту. Дослідники J.C. Bard і F.C. Olson виявили, що при переробці сортових відрубів або шматків пісного свіжого м'яса масою не менше ніж по 225 г і завтовшки (хоча б на деяких ділянках) більше 2,5 см, при тепловій обробці, якщо м'ясо ін'єктують харчовою поліфосфатної сіллю до механічної обробки, то згіркнення при охолодженні готового продукту не

відбувається зовсім, або воно зменшується чи затримується. Рекомендується ін'єктувати всі шматки м'яса незалежно від їх розміру за допомогою багатоголчатого шприця, який застосовують для посолу м'яса.

Згідно способу, описаному Е. Okamura і Т. Takahashi реструктуроване м'ясо можна отримувати перетворюючи кутероване м'ясо на тверду масу, дуже схожу за виглядом і консистенцією на початкову сировину. При цьому м'ясну сировину змішують з деякою кількістю солі та інших добавок, потім поступово заморожують, розморожують, щоб денатурувати тверду масу м'яса, причому заморожування і розморожування проводять, принаймні, один раз.

Кількість солі, що додається, складає 0,5...3,5 %. Після перемішування м'ясу надають потрібну форму і заморожують. При цьому утворюються кристали льоду, що викликають денатурацію блоку м'яса. Заморожування проводять поволі при $t = -6...-30$ °С. Швидке заморожування не забезпечує потрібної текстури м'яса, оскільки кристали льоду, що утворюються при цьому, дуже дрібні. Потім блок м'яса розморожують при $t = 3...20$ °С, а потім знов заморожують за умов, аналогічних першому заморожуванню. Ці операції заморожування і розморожування повторюють кілька разів до повної денатурації білку впродовж 2...5 діб. Нарешті, сформований блок м'яса розморожують, піддають тепловій обробці і охолоджують. Одержаний таким чином реструктурований м'ясопродукт на вигляд аналогічний сортовому відрубку.

Дослідник G. T. Carlin виявив, що клейковина пшениці володіє здатністю зв'язувати м'ясо. Вона є білковим компонентом пшеничної муки, який одержують сепарацією муки. Клейковина, що поступає на ринок під назвою Р-80, підходить для проведення даного процесу, вона містить 80% білка. Можна застосовувати будь-який метод введення клейковини нанесенням на поверхню або ін'єктуванням всередину продукту.

R. Mainhardt та A.T. Viehl запропонували спосіб відтворення структури високосортних відрубів в м'яса з використанням низькосортних

відрубів. Для цього свіже м'ясо тонко подрібнюють і екструдують у вигляді декількох паралельних тонких смужок. Їх покривають пов'язуючою речовиною і сполучають, одержуючи продукт з характерною структурою високоякісних біфштексів. Перша стадія процесу — подрібнення м'яса на вовчку з ґратами, що мають отвори найменшого діаметру, принаймні, двічі, а краще три рази. Температура подрібнення не має вирішального значення, вона може бути від - 40 до +21 °С, але зазвичай дорівнює 10 °С, це забезпечує збереження якості м'яса. М'ясо можна подрібнювати на куттер-мішалці замість вовчку або після вовчку, де на м'ясо впливає серія гострих ножів, що обертаються з високою швидкістю.

Потім масу екструдують через штамп, діаметр отвору якого рівний 20...50 мм. Екструдоване м'ясо покривають речовиною, про яку піде мова нижче. Важливо наносити його відразу після екструдування, оскільки воно повинне рівномірно покрити кожне волокно. Після цього волокна укладають паралельно в контейнер, прикладають невеликий тиск, щоб з'єднати масу; при цьому слід уникати потрапляння повітря.

Можна використовувати різні адгезивні речовини, зокрема ацетильовані моногліцериди, альгінат, колаген, желатин і карбоксиметилцелюлозу. Найбільш бажаним з них є колаген, оскільки це природний компонент волокон тваринного походження, який дає відмінні результати. Кількість такої речовини дуже невелика, від 0,05 до 5% від маси готового продукту.

Винахідники А. Е. Hawkins і J. R. Evans запропонували спосіб отримання реструктурованих м'ясопродуктів, який дозволяє після кулінарної обробки максимально наблизити їх на вигляд до натурального м'яса.

М'ясний фарш екструдують з іншими харчовими інгредієнтами, створюючими пов'язуючу основу (матрицю), в якій розподіляється екструдований фарш. Екструдування проводять в умовах, що забезпечують

вирівнювання хоч би частини фіброзних компонентів фаршу у напрямі екструдуювання, потім екструдат підпресовують. Щоб досягти вирівнювання фіброзних компонентів у фарші, його пропускають через труби діаметром 2...20 мм.

Підпресований екструдат можна заморозити або охолодити (наприклад, для продажу) у вигляді товстих скибочок для обжарювання, або нагрівати до досягнення температури всередині не менше 60 °С [12].

В роботі [13] дослідники в якості основної сировини для виготовлення реструктурованих м'ясних напівфабрикатів обрали свіжу яловичу обрізь, яку отримували з вирізки та круглих шматків двох сортів; обрізі яловичої I сорту (пісне м'ясо з жирністю до 10 %) та II сорту (пісне м'ясо з жирністю до 20 %). В якості додаткової сировини для проведення процесу реструктурування застосовували ферментний препарат мікробну трансглютаміназу (МТГ) (ACTIVA TG-B Powder Sprinkle QS-Type, Ajinomoto Co., Ltd., Бангкок, Тайланд) (1 % до маси м'ясної сировини), а також воду (3 % до маси м'ясної сировини).

Щоб визначити вплив сортності обрізі (сорт I та II) і температури обробки (охолодженої в якості контролю та замороженої яловичини) на якість проведення процесу реструктурування яловичини, було проведено чотири види обробки. Кожний вид яловичої обрізі був поділений на дві групи. Першу групу охолоджували при 4 °С протягом 24 год та прирівнювали до свіжих зразків. Інші зразки заморожували при $t = -20$ °С протягом 1 міс., а потім відтаювали у проточній воді до досягнення температури всередині 4 °С, такі зразки називали замороженими.

Технологічний процес проводили наступним чином: яловичу обрізь нарізали на полоси приблизно 20×60×10 мм, ретельно перемішували з 3 % охолодженої води та 1 % МТГ, при використанні міксеру протягом $\tau = 4$ хв. Отриману суміш поміщали у форму із нержавіючої сталі і витримували при температурі $t = 6...8$ °С протягом $\tau = 4$ год., щоб допоміжні речовини мали можливість зв'язати подрібнені шматки м'яса. Реструктуроване м'ясо

виймали з форм і упаковували у вакуумні мішечки та зберігали при $t = -20$ °С.

Заморожені зразки частково розморожували до температури від -2 °С до 0 °С, а потім нарізали на стейки товщиною 20 мм. для проведення наступних досліджень.

В дослідженні [14] мікробна трансглутаміназа МТГ була досліджена на предмет її здатності утворювати ковалентні поперекові зв'язки між молекулами білку. Кубики свинячих м'язів змішували з МТГ і витримували при $5...7$ °С протягом 2 годин для ферментативної реакції. Реструктуровані продукти аналізували на міцність зв'язування без теплової обробки. Обробка МТГ призводила до ефективного зв'язування шматків м'яса при додаванні солі (NaCl). Щоб гарантувати правильне зв'язування без NaCl, також був досліджений вплив деяких харчових білків з МТГ.

М'ясні кубики в поєднанні з МТГ та казеїнатом натрію мали прийнятний рівень зв'язування, та казеїнат натрію виявився найкращим субстратом для зшивання з білками м'яса, ніж соєвий білок, сироватковий білок або желатин.

В ході дослідження [15] інгредієнти вводились у склад розсолів у наступній кількості (у %-х, до маси розсолу): часник – $0,5...3,0$; імбир – $0,5...3,0$; гірчичне сім'я – $0,5...3,0$ с кроком у $0,5$ %; тваринний білок «Протомакс» – $0,5...2,5$ з кроком $0,2$ %. Для отримання монолітної структури готового продукту використовувалась добавка «Кристал», яка має здатність підвищувати адгезійно-когезійну взаємодію шматочків м'яса. Досліджувані композиції багатокомпонентного розсолу вводили у зразки яловичини, свинини та м'ясо куриці.

За результатами, найкращими були визнані дослідні зразки, які містять відповідно, 1 та $1,5$ % часнику, 1 та $1,5$ % імбирю, 1 та $1,5$ % гірчичного сім'я, $1,5$ та $1,7$ % тваринного білку «Протомакс».

Аналіз функціонально-технологічних властивостей солених

напівфабрикатів показав, що внесення рослинних і тваринних добавок приводить до стабільного підвищення вологозв'язуючої здатності у дослідних зразках на 19,0 та 20,4 %, відповідно, в порівнянні із контрольним зразком.

1.3. Теоретичні основи процесу реструктурування м'ясної сировини

Основою ефективності будь-якої технології є знання всіх закономірностей змін властивостей застосовуваної сировини в ході технологічного процесу.

Реструктурування – це процес відтворення, склеювання структури м'яса або м'ясопродуктів, який, в свою чергу, дуже часто проводять із застосуванням функціонально-технологічних добавок (ФТД).

На рис. 1.6 схематично зображено відмінність будови реструктурованого м'ясного продукту від натурального м'яса та крупноподрібненого шроту, а також зазначено вплив ФТД на ці м'ясні системи.

Теоретично процес створення монолітної структури пов'язаний з такими поняттями як адгезія і когезія.

Адгезією, або липкістю, називається явище, яке виникає при контакті двох різнорідних тіл. При цьому адгезія відноситься до поверхневих явищ (рис. 1.7) і залежить від фізико-хімічних властивостей та особливостей харчової сировини [16].



Рисунок 1.6 – Вплив функціонально-технологічних добавок на м'ясо різного ступеню подрібнення

Розрізняють три основних типи адгезії [17], які наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика типів адгезії

Тип адгезії	Характеристика
Специфічна	За рахунок сили молекулярного зв'язку між контактуючими поверхнями
Механічна	Коли адгезив проникає в мікроструктуру поверхонь, що поєднуються
Ефективна	Поєднання специфічної та механічної адгезії для оптимальної міцності з'єднання

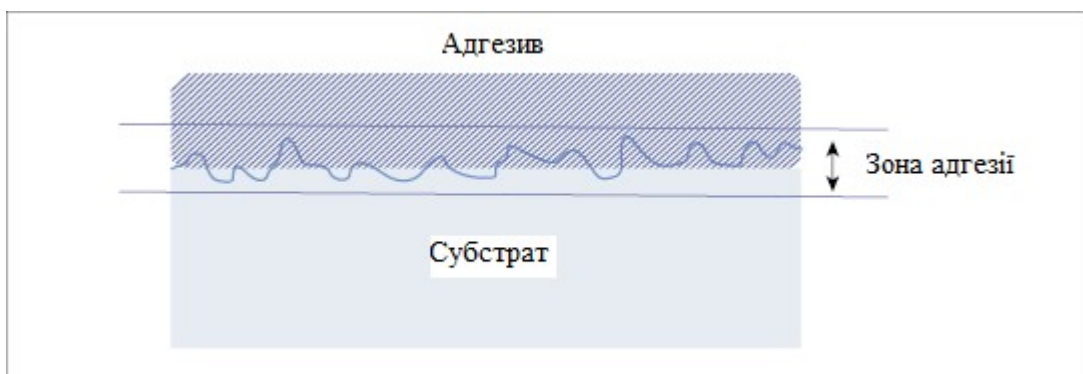


Рисунок 1.7 – Зона адгезійного шару

За загальноприйнятою класифікацією адгезійних взаємодій м'ясопродукти належать до пружно-в'язко-пластичних тіл, у яких величина адгезії залежить переважно від площі контакту між об'єктами.

Стосовно реструктурованих м'ясопродуктів міцність адгезії залежить також від:

- стану поверхні;
- тривалості контакту тіл;
- тиску підпресовування;
- температури середовища;
- вологості;
- наявності технологічних добавок та інших факторів.

Когезія – явище, яке характеризує міцність тіла та здатність його чинити опір зовнішнім факторам, тобто є зв'язком між молекулами тіла в одній фазі. Відмінність дії когезійних сил від сил адгезії зображена на рис. 1.8.

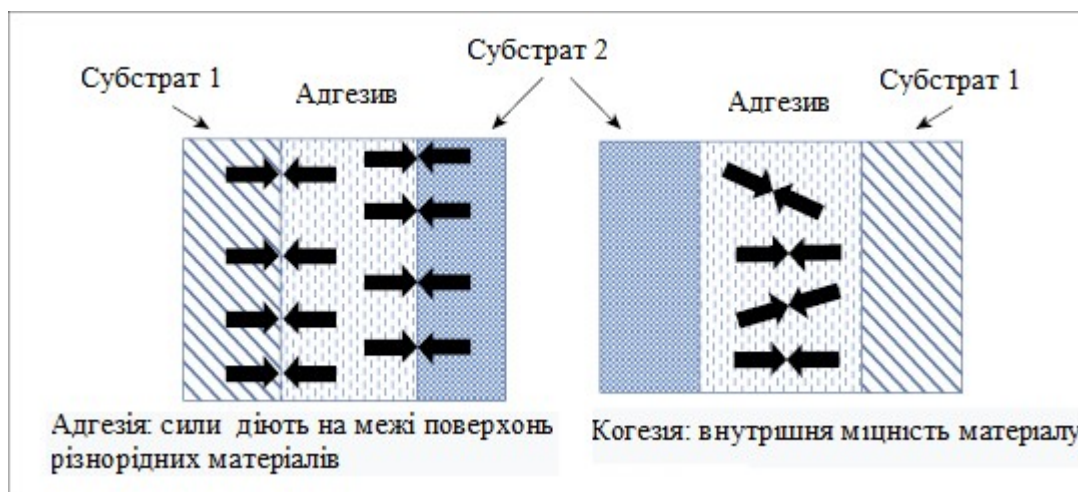


Рисунок 1.8 – Напрямки дії сил когезії та адгезії між адгезивом і субстратом

Головним компонентом, який забезпечує адгезійно-когезійні взаємодії є м'язові білки. Встановлено, що для отримання гарантованої монолітності у сировині повинно бути не менше 40 % м'язової, не більше 30 % жирової і не більше 15...20 % сполучної тканини [16].

Доведено [18], що при формуванні реструктурованих виробів з окремих шматків м'яса між ними виникає рідкий прошарок з розчину водорозчинних та солерозчинних білків. Розривання зразків реструктурованих м'ясних систем відбувається саме по цьому прошарку. Причому розрізняють кілька видів руйнування реструктурованого шару – адгезійний відрив і когезійний розрив (рис. 1.9).

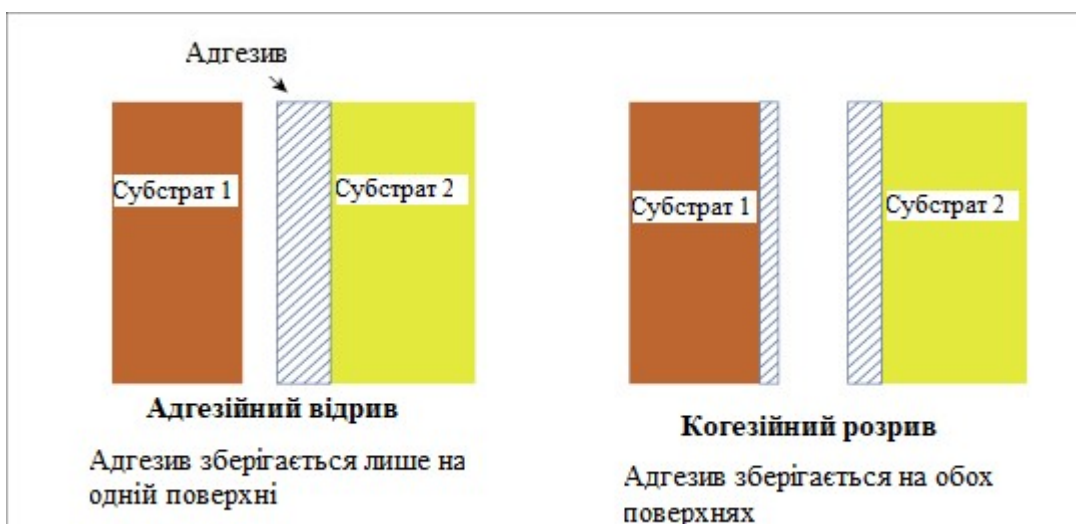


Рисунок 1.9 – Характер розриву при дослідженні міцності зв'язку реструктурування

Для процесу адгезії та когезії важливим, перш за все, є поведінка білків в м'язових тканинах.

Взаємодія білків м'язової тканини з іонами які входять до складу солей сильних електролітів має велике значення в технології переробки м'яса і виробництва м'ясних виробів [19]. Ці взаємодії мають значення при подрібненні м'язової тканини та при посолі.

В м'язовій тканині існує розподіл іонів між внутрішньоклітинним простором і міжклітинним середовищем. У клітинах знаходяться переважно іони калію, а міжклітинному – іони натрію і хлору, в поєднанні ці іони утворюють дві пари солей сильних електролітів – KCl та NaCl.

Тому в природному стані всередині м'язових волокон із одновалентних іонів, що входять до складу сильних електролітів, у навколишньому середовищі білку перебувають тільки іони калію. При

подрібненні в результаті руйнування клітинної структури м'язової тканини іонне оточення білків істотно змінюється. В оточенні білків опиняється вже не тільки іон калію, але також натрію і хлору. При посолі концентрація певних іонів збільшується, і співвідношення іонів змінюється.

Для іонів натрію та калію є характерним антагонізм дії. Тому пари іонів $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ та $\text{K}^+ + \text{Cl}^-$ по різному впливають на білки. Крім того, в результаті антагонізму дії при певних співвідношеннях іонів можуть виникнути врівноважені (еквілібровані) розчини. У результаті виникає складна сукупність ефектів впливу іонів на білки. У зв'язку із цим необхідно розглянути теоретичні аспекти взаємодії одновалентних іонів з білками. Залишимо без уваги взаємодію білків із двовалентними іонами, які також присутні в м'язовій тканині або вносяться окремо.

Серед двовалентних іонів при руйнуванні клітинної структури м'язової тканини на властивості білків можуть вплинути, насамперед, іони кальцію. При їх участі відбувається утворення актоміозину, а також змінюються такі найважливіші показники як рН і залежна від неї вологозв'язуюча здатність білків.

Серед двовалентних аніонів внутрішньоклітинної рідини велике значення належить фосфатним іоном HPO_4^{2-} , здатним переходити в однозарядні іони H_2PO_4^- . Фосфатні іони регулюють взаємодію актину й міозину як безпосередньо, так і опосередковано зв'язуючи іони кальцію.

Білки прийнято поділяти на глобулярні, фібрилярні та мембранні. Кожна група цих білків має свою специфіку. Під білками розуміються, насамперед, міозин і актин, від функціонально-технологічних властивостей яких залежить якість і вихід м'ясних виробів.

Білок має на своїй поверхні кислотні та основні групи, які в іонізованому стані містять негативний і позитивний заряди, відповідно. До носіїв негативного заряду відносяться дисоційовані карбоксильні групи ($-\text{COO}^-$), а позитивно заряджені – аміногрупи ($-\text{NH}_3^+$). В ізоелектричній

точці позитивні та негативні заряди білку врівноважені. Зсув вліво або вправо від ізоелектричної точки викликає зміну співвідношення позитивних і негативних зарядів білку. Зсув в лужний бік приводить до переваги негативного заряду, а в кислий позитивного заряду. Наявність переважного негативного або позитивного заряду є причиною гідратації білка.

Взаємодія заряджених груп білка з іонами, що присутні у водному середовищі, і маючі рівні за величиною позитивні або негативні заряди визначається радіусом іонів. Вхідні до складу таких сильних електролітів, як NaCl і KCl іони Na^+ , K^+ і Cl^- мають протилежні, але рівні за величиною заряди, та різну величину радіуса – іон натрію має менший радіус, у хлору найбільший іонний радіус (рис. 1.10).

При рівній величині заряду і меншому радіусі іони натрію мають більшу щільність поверхневого заряду, у порівнянні з іонами калію та особливо хлору. Завдяки більшій щільності поверхневого заряду навколо іонів натрію утворюється більш щільна і стабільна гідратна оболонка, в той час як навколо іонів калію й хлору з більшими радіусами й отже меншою поверхневою щільністю заряду виникають більш тонкі й менш стабільні гідратні оболонки, що позначається на меншому часі осілого перебування молекул води в гідратних оболонках іонів калію й хлору.

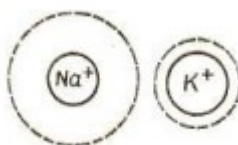


Рисунок 1.10 – Схематичне зображення поведінки іонів Na^+ та K^+ (Іони Na^+ та K^+ позначені суцільною лінією, навколишні гідратні оболонки – пунктирною лінією)

Масивна гідратна оболонка стає перепорою електростатичному тяжінню іонів натрію до негативно заряджених груп на поверхні білка, та компенсації їхнього заряду. У той час як іони калію і хлору з тонкими

гідратними оболонками мають здатність краще притягуватися їй, отже, розряджати протилежно заряджені групи білку в набагато більшій мірі (рис. 1.11).

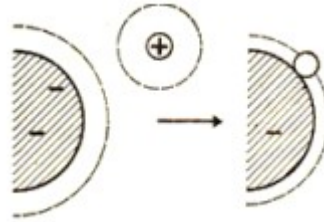


Рисунок 1.11 – Схематичне зображення розряджуючої дії катіону на білок (з сумарним негативним зарядом, що визиває зменшення гідратації білку)

На поверхні білку може відбуватися адсорбція гідратованого іону (рис. 1.12). Якщо адсорбцію викликає кулонівське тяжіння катіону до білку в цілому маючому негативний заряд, то її варто розглядати як проміжний етап процесу, що у підсумку завершиться розряджаючою дією катіону на білок. В результаті сумарний негативний заряд білку зменшиться і скоротиться його гідратація (рис. 1.11). Зі зміною стану заряду білку пов'язана зміна положення його ізоелектричної точки.

Якщо адсорбція гідратованого іону на поверхні білку не пов'язана з сильним кулонівським тяжінням протилежно заряджених іонів, то вона не може істотно вплинути на гідратацію білку. Процеси фізичної адсорбції/десорбції мають не специфічний, оборотний і динамічний характер.

Не специфічність і оберненість у цьому випадку проявляються в тому, що молекули води з гідратної оболонки катіону (рис. 1.3.6), що контактують з гідратійною водою білку, можуть бути легко видалені разом з іоном та заміщені водою не пов'язаної з якими-небудь частками.

У результаті різної здатності іонів, присутніми у навколишньому середовищі білоку, притягатися до його протилежно заряджених груп, змінюється заряд білку та зрушується його ізоелектрична точка. Так, в

присутності хлористого натрію ізоелектрична точка білків зрушується в кислий бік.

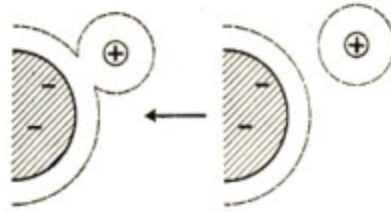


Рисунок 1.12 – Схематичне зображення адсорбції гідратованого іону на поверхні білку (як оборотний, не специфічний та динамічний процес)

Це пов'язане з тим, що іони натрію мають щільну гідратну оболонку, яка заважає притяганню до негативно заряджених карбоксильних груп, внаслідок чого негативний заряд на поверхні білку зберігається.

В той час іони хлору, навпаки, переважно притягаються до позитивно заряджених груп – NH_3^+ , і нейтралізують їх заряд на поверхні білку. Внаслідок чого відбувається збільшення негативного заряду поверхні білку. Для досягнення нового ізоелектричного стану в слабкому розчині хлориду натрію необхідно зменшення негативного заряду, а це можливо тільки при зрушенні в більш кислий бік.

Іони калію, які мають слабку гідратну оболонку легше, ніж іони натрію притягаються до негативно заряджених карбоксильних груп на поверхні білку та компенсують їх заряд. У результаті збільшується позитивний заряд білку, для зменшення якого та досягнення нового положення ізоелектричної точки необхідне зрушення у лужний бік.

Позитивний заряд, що вносять іони калію до негативних груп білку, змінює баланс електростатичних сил в молекулі білку, що безпосередньо впливає на його конформацію та сприяє активації певних ферментів.

Таким чином, була розглянута поведінка білків, як основного фактору реструктурування, при взаємодії з іонами Na^+ та K^+ які містяться у складі м'язових тканин, а також доданих харчових добавок.

Технологічні прийоми інтенсифікації процесу реструктурування

Мікроструктурними дослідженнями [20] встановлено, що в процесі посолу сировини із застосуванням віброперемішування спостерігаються більш глибокі деструктивні зміни м'язової тканини, які характеризуються наявністю великої кількості мікротріщин і попереково-щільових порушень м'язових волокон, а також накопичення під сарколеммою дрібнозернистої білкової маси. Ці фактори сприяють збільшенню ступеню набрякання білків і підвищенню їх вологозв'язуючої здатності.

В результаті використання інтенсивних способів обробки за схемою «шприцювання-вібромасування» в м'язах значно руйнуються лізосомальні мембрани, відмічається вихід ферментів в саркоплазму та підвищення їх активності, через що відбувається деструкція міофібрилярних структур м'язових волокон та гідроліз білкових речовин, як наслідок – покращення консистенції продукту. Вихід на поверхню шматків м'яса солерозчинних білків підвищує величину адгезії (липкості), прискорює процеси утворення смаку і аромату «шинковості».

В дослідженні [21] був розглянутий вплив високого гідростатичного тиску на м'ясні сировину. Відмічалось, що обробка тиском сприяє деполімеризації актину і міозону, та спричиняє сольобілізацію інших міофібрилярних білків. Помічено, що актин є дуже чутливим до високого тиску, він піддається деполімеризації при 100 МПа.

Природа і концентрація присутніх солей також впливає на гелеутворення м'яса. Спостерігали, що при тиску від 200 до 300 МПа індукувалося гелеутворення курячих міофібрил (40 мг/мл) при 0,1...0,2 М NaCl, також міцність гелю збільшувалась при тому ж тиску і 0,1 М NaCl, тоді як міцність гелю залишалась майже тією ж при 0,2 М NaCl.

Зазначається, що деякі білки доволі чутливі до низького тиску (<100 до 200 МПа). При цих значеннях підпресування відбувається обрива дисоціація субодиниць або часткове розгортання (дисоційовані нативні білки можуть повторно зв'язуватися після зняття тиску). Коли тиск перевищував 200МПа, зміни зазвичай були необоротними.

Для збереження бажаної форми необхідно щоб значення тиску пресування був вищим від значення внутрішньої напруги. Фактичний тиск пресування повинен складати $0,25 \dots 0,5 * 10^5$ Па, що в свою чергу сприяє утворенню монолітної консистенції і зниженню втрат вологи на 3...7 %.

Вплив обробки під високим тиском на рН м'яса залежав від рівня тиску, часу та температури обробки, температури м'яса, типу м'язів тощо. Свіже м'ясо після обробки високим тиском різко знижувало рН та інтенсивно скорочувалося. Основною причиною є те, що тиск викликає скорочення, що викликає вивільнення кальцію, що стимулює гліколіз, зміни активності фосфорилази, фосфорилазакінази та фосфорилази фосфатази, які порушували регуляцію глікогену під час обробки високим тиском. Показник кислотності рН червоного м'яса, такого як м'язи овець та великої рогатої худоби, зменшився на 0,6...0,8 одиниці після 100–150 МПа, τ – 5 хв. при 35 °С [22]. Але рН м'язів великої рогатої худоби дещо збільшилися з 5,4 до 5,6 після обробки високим тиском при 100 та 400 МПа, 15 °С, 5 хв відповідно [23]. Однак відмічається втрата інтенсивності червоного забарвлення м'яса спричинена денатурацією міоглобіну [24] було виявлено, що 28 % міоглобіну денатуровано після обробки тиском 100 МПа та 66 % денатурації міоглобіну після обробки тиском 400 МПа.

Зазначається, що із збільшенням часу та тиску вологоємність м'яса спочатку зростала, а потім зменшувалася [25]. При 250 МПа, τ = 15 хв., емність зросла на 10,5 %, а м'ясо стало білим. Причина в тому, що обробка під високим тиском, спричинена зменшенням впливу кислотних груп та підвищенням рівня рН м'яса, що могло б покращити ВЗЗ.

Сила граничної напруги зсуву яловичини при гарячому реструктуруванні була зменшена після обробки 175 МПа і вплинула на збільшення ніжності готового продукту. Таким чином, обробка м'яса перед застиганням з помірним тиском, здається, має потенціал, оскільки м'ясо було ніжним і виглядало нормально [26]. Дослідники [27] відмітили, що показник ніжності м'яса, який передуює жорсткості, спостерігалась при

тиску близько 100...150 МПа, що було значно краще в порівнянні з необробленим аналогом, і цей метод став комерційно вигідним процесом, що враховує зниження вартості машин високого тиску.

Підвищення проникності сировини для розсолу [28] може бути досягнуто за рахунок механічної (ножевої, голчатої) тендеризації та/або масування м'яса перед шприцюванням; розпушування структури сировини шляхом введення в нього газів одночасно (або паралельно) з розсолами; застосування електромасування, тобто обробки шматків парної сировини, нашприцьованої розсалом, імпульсним електричним током із скважністю 0,4...0,6 св. протягом 8...20 хв. Все це призводить до істотних змін структури м'яса, перерозподілу компонентів розсолу, прискоренню біохімічних процесів. Послідовне використання електричного і механічного масування в значній мірі прискорює процес созрівання: величина рН сировини досягає рівня 5,6...5,7 через 4 години обробки, в той час як при традиційних умовах посолу – через 12...18 годин.

В роботі [29] зазначається, що застосування електромагнітної обробки напівфабрикатів: з яловичини (тривалість впливу 126 с, з напругою на конденсаторі — 1700 В, з напружністю електромагнітного поля 34000 В/м) та свинини — (тривалість дії 120 с, напруга на конденсаторі — 1600 В, напружність електромагнітного поля 32000 В/м); здатне впливати на антиокислюючу дію ферментів, подовжуючи терміни зберігання, знижувати мікробну обсемененість напівфабрикатів, підвищуючи їх безпечність для споживача.

В роботі [30] були проведені дослідження, щодо вивчення впливу різних режимів заморожування м'ясних напівфабрикатів на функціонально-технологічні властивості а також встановлення раціональних режимів холодильної обробки. Встановлено, що вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ) січених напівфабрикатів залежить від умов заморожування. Зі зниженням температури заморожування та підвищенням швидкості руху повітря ВЗЗ продуктів збільшується.

Процес масування є різновидом інтенсивного перемішування. Цей процес заснований на терті шматків м'яса між собою та внутрішніми стінками апарату, він є найбільш важливим, оскільки від розподілу та концентрації солі та внесених харчових добавок всередині м'ясного напівфабрикату залежить смак і стійкість продукту до дії мікроорганізмів [31].

На тривалість процесу масування впливають наступні фактори: характеристика вихідної сировини (вид, морфологічний склад і структура; період автолізу, рівень рН, співвідношення м'язової, сполучної та жирової тканини; наявність або відсутність попередньої операції шприцювання, геометричні розміри шматків сировини й т.п.); параметри механічної обробки (тип масажеру; принцип дії робочого органу; швидкість, тривалість впливу активної фази; умови середовища - без розсолу, у присутності розсолу; при атмосферному тиску або під вакуумом; з терморегулюванням або без нього; коефіцієнт завантаження).

У процесі масування відбуваються наступні зміни м'язової тканини:

- розпушення структури сировини, руйнування мембран і підвищення їхньої проникності, що сприяє збільшенню швидкості процесу проникнення й перерозподілу посолочних речовин, а також поліпшенню структурно-механічних властивостей м'яса;
- активізація тканинних ферментів, що приводить до інтенсифікації процесу дозрівання м'яса;
- розрив м'язових волокон і вихід міофібрилярних білків, що забезпечує збільшення вологозв'язуючої здатності м'язової тканини;
- липкий шар, що утвориться при масуванні на поверхні шматків м'яса, складається з розчину солерозчинних білків та часток м'язових волокон, забезпечує адгезійну взаємодію і монолітність реструктурованих виробів [31].

В масажерах з вакуумом, інтенсифікуюча дія механічної обробки сировини обумовлена розтягненням і зменшенням товщини

мембран і оболонки, збільшенням діаметра мікрокапілярів, видаленням з сировини повітряних та газових пухирців, що в сукупності забезпечує більш рівномірне та швидке проникнення, розподіл посолочних речовин у м'ясі.

До переваг такої обробки варто також віднести:

- низький рівень ймовірної мікробіологічної обсемененості сировини, що сприяє більш високій стабільності готової продукції при зберіганні;
- відсутність піноутворення на поверхні сировини;
- зменшення переходу білкових речовин із сировини в розсіл;
- висока монолітність і соковитість готової продукції; підвищення виходу після термообробки [32].

1.4. Аналіз науково-практичних аспектів використання харчових інгредієнтів під час виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих

Попередні аналітичні дослідження показали, що одним з напрямків вдосконалення реструктурованих м'ясних продуктів є використання ферментів, солей, білків, полісахаридів та інших харчових добавок функціонально-технологічного призначення та їх комплексів.

Найбільш доцільним є використання сумішей в яких проявляється явище синергізму добавок (ефект взаємного підсилення їх дії). Тому, є сенс визначити властивості деяких харчових добавок, які рекомендовані для проведення процесу реструктурування на предмет можливості одночасного застосування їх у комплексній суміші.

Сіль поварена харчова. Це основний інгредієнт, який використовується при посолі м'яса. В залежності від концентрації має бактеріостатичну або бактерицидну дію; впливає на розвиток ферментних систем; забезпечує розчинність м'язових білків; формує смак [16].

В технологічному діапазоні концентрацій (1,5...4,5 %), поварена сіль не проявляє властивості антисептику, але в сукупності з низькими (умови посолу, дозрівання, витримки, осадки) або високими (пастеризація, стерилізація) температурами пригнічує розвиток гнилісних бактерій.

Розповсюдженим ефективним способом пригнічення мікрофлори є сукупне застосування повареної солі та пастеризації або вакуумування.

Сучасні м'ясні системи містять м'язові білки, білкові препарати, технологічні інгредієнти та харчові добавки. Кожним з яких притаманні специфічні функціонально-технологічні властивості (розчинність, набрякаємість, ВЗЗ, гелеутворююча здатність, ЖУС, емульгуюча здатність) [33].

Головний компонент м'ясних систем – м'язові білки, в першу чергу міозин. Міозин – основний структуроутворювач, водо- та солерозчинний білок, виявляючий поверхнево-активні властивості. Має ізоелектричну точку в діапазоні рН 5,2...5,4, є кальцій залежним.

При додаванні повареної солі в м'ясні системи збільшується набрякання і розчинність міозину, зростає його ВЗЗ (та інших міофібрилярних білків) за рахунок наявності на їх поверхні електростатичних центрів та приєднання до них іонів натрію та хлору, які забезпечують додаткову орієнтацію диполів води (адсорбційна волога). В присутності повареної солі має місце підвищення внутрішнього тиску у клітинах (в цільном'язових виробках) та міцелл, що сприяє приєднанню води (осмотична вода), гальмується процес розщеплення АТФ, на 4...9 год. затримується асоціація актину і міозину, що зберігає гідратацію білків на рівні парного м'яса. Сіль інтенсифікує процес міжмолекулярної взаємодії білків (гелеутворення), підвищуючи значення липкості та ефективної в'язкості.

Встановлено, що з розведеного розчину хлориду натрію колаген поглинає переважно іони хлору [34, 35]. Хлорид натрію зменшує міцність гелю колагенових білків у зв'язку з тим, що здатен відключати гідрофобні

й водневій зв'язки. При взаємодії колагену із хлоридом натрію відбувається невелике набрякання при низьких концентраціях солі, у випадку використання високих концентрацій — невелике зневоднення.

За фізико-хімічними властивостями поварена сіль повинна відповідати переліку вимог: вміст нерозчинних у воді речовин (не більше 0,85 %); масова частка кальцію і магнію, які здатні ініціювати взаємодію міофібрилярних білків (до 0,65 %). Рівень мікробіологічної обсемененості не вище $1 \cdot 10^3$ КУО/г.

Харчові фосфати – це натрієві, калієві солі або їх суміші наступних фосфорних кислот: ортофосфорної (H_3PO_4), пірофосфорної ($H_4P_2O_7$), трифосфорної ($H_3P_3O_{14}$), метафосфорної (HPO_3). Вони використовуються при виробництві широкого спектру м'ясних продуктів [36].

Встановлено, що фосфати в м'ясних системах виконують наступні функції: збільшують вологозв'язуючу та емульгуючу здатність білків м'язової тканини; знижують швидкість окислювальних процесів в м'ясі та в м'ясних продуктах; приймають участь у кольороутворенні м'ясних продуктів; мають консервуючу дію; покращують структуру фаршу; знижують втрати маси при термічній обробці м'ясної продукції; покращують органолептичні показники. Інтенсивність вираження властивостей фосфатів в залежності від їх виду наведено на рис. 1.13.

Зростання вологоутримуючої здатності під впливом фосфатів забезпечується їх здатністю підвищувати рН середовища та іонну силу, зв'язувати іони двовалентних металів, визивати дисоціацію актоміозинового комплексу [16].

Одним з основних фізико-хімічних факторів в технології м'ясних продуктів є рН м'яса (сировини) та готового продукту. Підтримання рН на рівні 5,8-6,4 протягом технологічного процесу та на рівні 6,6 у готовому продукті забезпечує високий рівень вологоутримуючої здатності (ВУЗ), емульсійноздатності білків, формування кольору виробу, а також стабільність його при зберіганні.

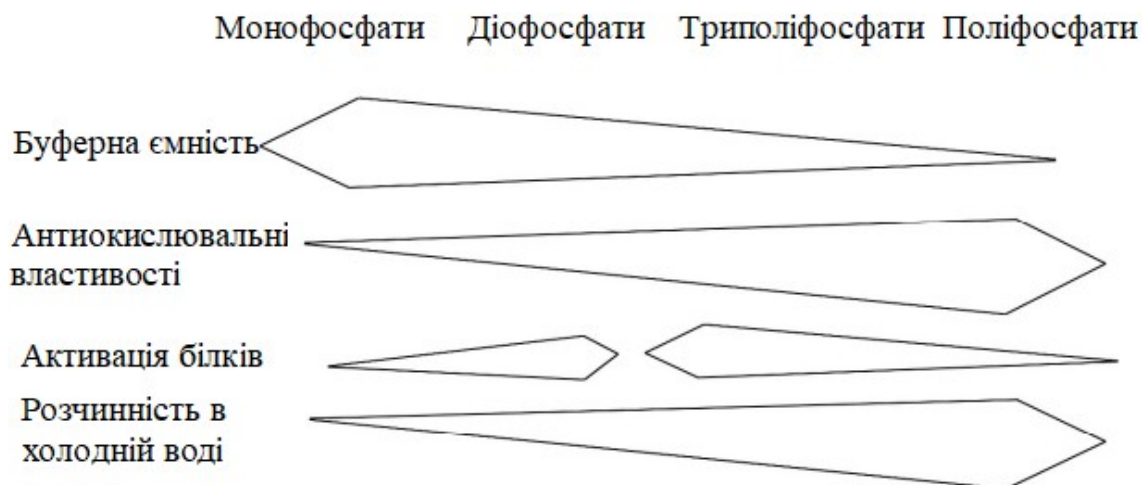


Рисунок 1.13 – Інтенсивність вираження властивостей в залежності від виду фосфату

Специфічність дії фосфатів обумовлена тим, що, будучи солями слабких кислот, вони приймають участь в формуванні буферної системи подрібненого м'яса, що визначає постійне значення рН у технологічному процесі. При цьому можна цілеспрямовано регулювати рН, сзуваючи його в кислий або лужний бік в залежності від вихідного значення.

Варто відмітити, що регулювання рН особливо важливо при використанні м'яса з ознаками PSE та DFD. В порівнянні з іншими солями слабких кислот (цитрати, ацетати) фосфати мають максимальну буферну ємність при значеннях рН 6,0...7,0, характерних для м'ясних систем. Крім того, фосфати збільшують іонну силу м'ясних систем і таким чином, як з хлоридом натрію сприяють розчиненню міофібрилярних білків.

Причина підвищення набрякання м'язових білків під дією фосфатів пояснюється також тим, що фосфатні залишки зв'язують іони кальцію і магнію в молекулі білку. При цьому в пептидному ланцюгу звільняються полярні групи, які приєднують по одній молекулі води, в результаті чого підвищується гідратація білкової молекули. Від ступеня гідратації залежать ступінь набрякання, структура, консистенція та забарвлення м'язових волокон до та після нагрівання.

При додаванні фосфатів в результаті підвищення рН збільшення вологоутримуючої здатності м'яса пов'язано із впливом поверхневого

заряду молекули. Іонна сила при одночасному внесенні в м'ясо солі та фосфатів підвищується. Збільшення поверхневого заряду діє не тільки на частинки білку, але і жиру, що сприяє його кращому емульгуванню і перерозподілу у фарші. Рекомендується застосовувати фосфати також для захисту жиру від окиснення. Здатність фосфатів взаємодіяти з іонами полівалентних металів, такими як залізо та мідь, приводить до уповільнення процесу окислювального псування жирів. Тобто вони проявляють антиоксидантні властивості. Таким чином, дія фосфатів полягає у зв'язуванні двовалентних іонів металу, які створюють перепону для приєднання води, зрушенні рН м'ясної системи у лужний бік та підвищенню іонної сили системи.

На сьогоднішній час для м'ясної промисловості різними фірмами пропонується нові варіанти фосфатних препаратів. Однак їх застосування потребує багатогранних досліджень. Характеристика фосфатних препаратів наведена у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристика фосфатних препаратів

Найменування препарату	Основні характеристики		
	рН	Масова частка P ₂ O ₅ , %	Норма застосування, %
Пуромікс 66	9,0	54-56	0,15-0,30
Пуромікс 41	7,3	56-58	0,20-0,40
Олбрайт	10	56-58	0,20-0,40
Карнал 2110	8,8	51	0,30-0,50
Карнал 822	9,8	55	0,30-0,50
Абастол 305	8,8	55	0,30-0,50
Абастол 780	7,3	60	0,30-0,50
Абастол 772	7,2	59	0,30-0,50
Поліфан А	8-9	57-62	0,30-0,50

У роботі [37] готували чотири емульсії з різним вмістом колагену й

лужним фосфатом. Додавання 0,25 % триполіфосфату натрію поліпшувало стабільність емульсії. Застосування колагену з поліфосфатами, в порівнянні з колагеном без фосфатів або з ортофосфатами, збільшувало кількість зв'язаної води, поліпшувало консистенцію готової продукції [38].

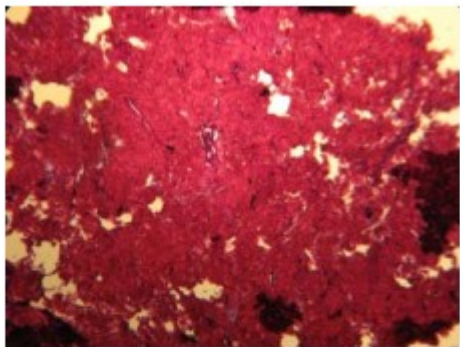
В дослідженні [40] визначали вплив фосфатних добавок: динатрійфосфату (Na_2HPO_4), натрійтриполіфосфату ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), дигідрофосфату калію (KH_2PO_4), тетранатрійпірофосфату ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), на м'ясну сировину - яловичину I і II сортів, модельні фарші, напівфабрикати.

Для всіх розглянутих добавок, був відзначений виражений вмістзалежний ефект збільшення ВУЗ із максимумом утримання вологи в продукті при дозуванні препаратів 0,3-0,6%. Для динатрійфосфату також була відзначена тенденція збільшення вологоутримуючої здатності зі збільшенням дозування препарату в модельній фаршевій системі з максимумом при дозуванні препарату 0,9%.

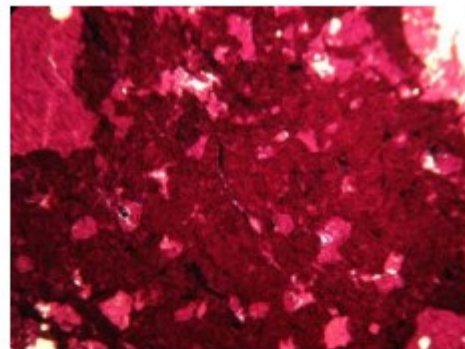
Проведені експерименти показали значний ефект збільшення виходу готової продукції для всіх розглянутих добавок зі збільшенням концентрації внесеного фосфату. Для динатрійфосфату (Na_2HPO_4) і натрійтриполіфосфату ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) максимальний вихід був зафіксований у діапазоні концентрацій 0,6-0,9 % з лінійною залежністю збільшення виходу. Для дигідрофосфату калію (KH_2PO_4) і тетранатрійпірофосфату ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) було характерним екстремальне зростання величини виходу з максимумом у діапазоні концентрацій 0,3-0,6%.

Були проведені гістологічні дослідження з оцінки впливу фосфатних добавок на стан тканин і структурних елементів фаршу, а також у готовій продукції після термічної обробки [41].

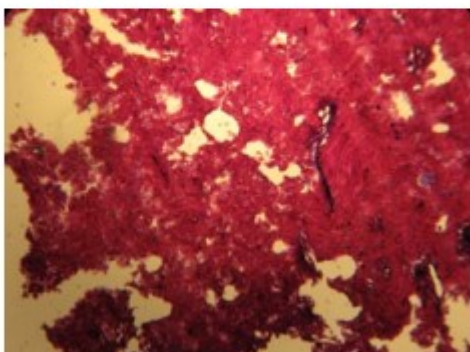
Для проведення аналізу були обрані зразки продукції з використанням фосфатних добавок в оптимальному дозуванні, встановленої попередніми дослідженнями. Гістологічне дослідження зразків, представлене на рис. 1.14, дозволяє оцінити структуроутворення, пористість, розмір і форму вакуолю та інші параметри.



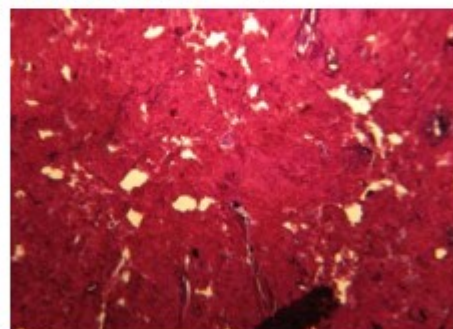
1 – Мікроструктура контрольного зразка м'ясопродуктів ×100



3 – Мікроструктура дослідного зразку м'ясопродуктів з використанням динатрійфосфату ×100



2 – Мікроструктура дослідного зразку м'ясопродуктів з використанням дигідрофосфату калію ×100



4 – Мікроструктура дослідного зразку м'ясопродуктів з використанням натрійтриполіфосфату ×100

Рисунок 1.14 – Мікроструктура модельних фаршів при застосуванні різних фосфатних добавок

При дослідженні контрольного зразку, в структурному компонуванні часток м'язових волокон і сполучної тканини встановлене порівняно щільне прилягання волокнистих елементів, що забезпечує гарну пористість. Вакуолі (мікропорожнини, мікропорожнечі) розташовувалися рівномірно, характеризувалися однорідною овальною формою. У контрольному зразку структуроутворення за гістологічною картиною характеризувалося гарним взаємозв'язком часток м'язових волокон і сполучної тканини, помірної пористістю щільних структур. Розміри вакуолю були незначні. Форма їх - переважно округло-овальна. Фарш був добре диспергованим, структурні елементи його взаємопов'язані.

В експерименті з добавкою натрійтриполіфосфату гістологія фаршу в

зразках характеризувалася подібністю компонування структурних елементів. Взаємозв'язок між частками м'язових волокон і сполучної тканини була помірно щільною; ступінь пористості виражений незначно; розміри й форма вакуолю порівняно однорідні; ступінь дисперсності, деструкції й взаємопов'язаності структур подібні.

У зразках, отриманих із застосуванням дигідрофосфату калію, виявляли більшу роз'єднаність структурних елементів фаршу, зростання ступеню пористості, округло-овальну форму вакуолю.

Мікроскопічно при візуальному аналізі зразків морфологія фаршу в зразках, отриманих з використанням динатрійфосфату, характеризувалася помірною щільністю, однорідністю структури. У зразках з тетранатрійпірофосфатом виявляли більшу розпушеність і пористість із наростанням кількості однорідних порожнин.

Таким чином, морфологічними дослідженнями встановлено, що застосування фосфатних сполук як добавки до фаршу при виготовленні реструктурованих м'ясопродуктів впливає на його структурні показники. Залежно від виду фосфатів і дози їх використання структуроутворення й компонування елементів фаршу в готовому м'ясопродукті відрізняється.

Визначено, що фосфатні солі та їх суміші включають в рецептури посолочних розсолів, ковбасних виробів та інших виробів з м'яса з метою підвищення їх ВЗЗ та ВУЗ, збільшення зв'язаності (когезії) та адгезійності компонентів м'ясних систем, стабільності фаршевих емульсій, підвищення виходу готової продукції, а також покращення кольору, смакоароматичних характеристик і консистенції м'ясопродукту.

Капа-карагінан (КК) – полісахарид, видобутий із водоростей. Його використання сприяє утворенню дуже щільних гелів, також він є основним видом серед карагенанів, які використовуються в технології м'ясопродуктів.

Найбільш доцільно використання карагінану в технології виробництва м'ясопродуктів при використанні сировини із підвищеним вмістом

жирової та сполучної сканини, дефростованої, маючої ознаки PSE, м'яса механічного обвалювання, м'яса птиці.

Застосовують карагінан у рецептурах і технологіях:

- емульгованих (варених) ковбас, сосисок, сардельок;
- реструктурованих шинкових, м'ясних виробів (у прес-формах, в оболонці, у вакуум пакетах і т.п.);
- цільном'язових та м'ясокосних солених виробів з яловичини і свинини;
- виробів з м'яса птиці;
- стерилізованих та пастеризованих консервів.

При виготовленні реструктурованих м'ясопродуктів карагінан вносять в сухому вигляді, або після гідратації разом з м'ясною сировиною в масажер або тумблер. Кількість доданого карагінану складає від 0,4 до 2,0 %, при одночасному додаванні додаткової води в перерахунку 25 л. води на 1 кг. карагінану [16].

Приймаючи до уваги істотне збільшення вмісту вологи у готовій продукції при використанні карагінану, може спостерігатися деяке зниження вираженості смако-ароматичних характеристик м'ясних виробів.

З цією метою рекомендується використовувати в комплексі з карагінаном:

- ароматизатори та підсилювачі смаку (глутамінат натрію – від 0,2 до 0,8 % до маси сировини);
- збільшену (на 10...60 % до норми) закладку традиційних прянощів та повареної солі;
- білкові препарати у кількості від 1 до 3 % до маси сировини;
- фосфати не більше 0,4 % в перерахунку на P_2O_5 до маси сировини.

При додаванні 1% карагінану в 2,5%-вий гель тваринного білку марки ScanPro T95 міцність і пластичність гелю збільшувалася в 6,3 разів та в 5,9 разів в порівнянні з 2,5 %-вим гелем тваринного білку. Також показаний синергетичний ефект тваринного білку й карагінану в присутності 2% повареної солі [42].

В дослідженні [43] зазначено, що додавання КК до шинки призводить до хорошого зв'язування води, зменшення втрат при варінні та покращення текстури. Також карагінан використовують для приготування розсолів та контролю за кристалізацією льоду у заморожених продуктах.

Пектини – желюючі речовини, які отримують з фруктів, мають високу водозв'язуючу здатність. Як правило, входять до складу багатокомпонентних сумішей, які застосовуються в технологіях цільном'язових та реструктурованих виробів. Кількісні межі застосування – до 1,5 % від маси сировини [16].

Альгінат натрію та *альгінова кислота* – продукти, видобуті з водоростей та застосовувані в якості зв'язуючих, гелеутворюючих, та емульгуючих речовин. Альгінова кислота добре зв'язує воду, але сама в ній не розчиняється, тому краще її використовувати при виробництві реструктурованих м'ясопродуктів. Дослідники [44] виявили, що обрізь, реструктурована з Na-альгінатом/Са-лактатом, мала нижчі показники зв'язування, ніж обрізь з телятини, реструктурована з сіллю або фосфатом.

У роботі [45] розглянутий позитивний вплив альгінатів на функціональність білкової системи. На прикладі білку марки ScanPro SE 40 показана взаємодія з альгінатами й отримання більш сильного гелю вже після двох годин витримки. Через більш ефективний процес гелеутворення є можливим скорочення часу виробництва та заощадження витрат на електроенергію. Іншою перевагою взаємодії тваринного білку й альгінатів є термостабільність гелів або емульсій [46, 45].

Білкові препарати тваринного походження. До групи тваринних білків відносяться свиняча шкірка, виготовлювані з неї та з інших видів колагенвмістної сировини білки, плазма крові, сухе цільне та знежирене молоко, казеїн, казеїнати та інші [47]. Асортимент білкових препаратів деяких виробників наведено у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Білки тваринного походження різних торгових марок

Назва	Фірма-виробник	Склад
Міогель Тіпро 600 Тіпро 600 С Тіпро 601 Тіпро 800	Могунція	Текстурований тваринний білок Кров ВРХ Концентрований колагеновий білок Молочний сироватковий білок- емульгатор
Git Pro P Git Pro K Git Pro D	ПТИ, Росія	Колагеновий білок із свинячої шкірки Білок крові (біля 60 % білку) Білок плазми крові (біля 70–80 % білку)
Кат-Гель 95 Кат-Про 95	Млин приправ Нессе	Колагенвмістна сировина ВРХ Колагеновий білок з свинячої шкірки
Scanpro T95 Scanpro BR95 Scanpro SUPER	ВНІ Danexport A/S, Данія	Колагенвмістна свиняча сировина
Скангель А95	ТД Нордик Продукт, Росія	Колагенвмістна свиняча сировина

Молочно-білкові суміші на відміну від сухого молока містять більше сироваткових білків, які надають готовим виробам виражений смак, створюють щільну білкову матрицю, покращуючи текстуру продукту.

Свиняча шкірка достатньо міцно увійшла у виробництво м'ясних продуктів різних асортиментних груп. Інтерес до використання свинячої шкірки пояснюється вмістом сполучнотканинних білків, основним з яких є колаген, який відрізняється від інших білків сполучної тканини фізико-хімічною активністю та реакційною здатністю функціональних груп, специфічною послідовністю розміщення амінокислот у поліпептидних

ланцюгах. Після ретельного подрібнення шкірки колаген утворює водно-білкові емульсії.

Використання колагенових білків у м'ясопереробній промисловості дозволяє поліпшити консистенцію й структурно-механічні властивості м'ясної продукції, виключити бульйонно-жирові набряки при виготовленні ковбасних виробів, досягти бажаної монолітності, нарізуваності й «відкушуваності» м'ясного продукту. Одне з переваг використання колагенових білків – зниження втрат при термічній обробці та зберіганні і, як результат – високий вихід та стабільна якість готової продукції, поліпшення економічних показників виробництва м'ясних виробів.

Висока функціональність колагенових білків дозволяє використовувати їх у виробництві емульгованих, реструктурованих, цільном'язових виробів і напівфабрикатів. На основі колагенових білків готують гелі, емульсії, гранули або використовують їх без попередньої підготовки в сухому вигляді, вносячи безпосередньо у фарш або в розсіл [46]. Також колагенвмісні білки позитивно взаємодіють із різними гідроколоїдами, наприклад, у ряді робіт [46, 48, 49, 45, 42] описаний синергетичний ефект тваринного білку з ними.

При дослідженні [15] впливу колагенового білку на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини визначено, що за рівня внесення 0,5...2,5 %, найбільш оптимальним було використання 1,5...1,7 % цієї добавки.

Характеристика деяких білкових препаратів тваринного походження наведена у табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Характеристика деяких тваринних білкових препаратів

Найменування препарату	Походження	Масова частка, %		рН 1% розчину	Рівень гідратації «препарат : вода»
		Білку	Жиру		
Тіпро 600	Плазма крові ВРХ	68	0,7	6,5	1 : (9-12)
Тіпро 800	Підсирна молочна сироватка	80	2,8	7,2	1 : 20 (40)
Тіпро 601	Гідролізована свиняча шкірка	86	1,0	7,4	1 : 20 (40)
Концентрат молочної сироватки	Кисломолочна сироватка	36	0,6	4,5	–
Казеїнат натрію	Молочний білок	86	1,8	7,0	1 : 4
Гітро ВР	Суміш тваринних білків	90	6	7,0	1 : 12
Сканпро Т-95	Знежирена свиняча шкірка	85	10	7,0	1 : 10 (20)
Сканпро БР-95	Знежирена свиняча шкірка	92	6	7,0	1 : 20 (30)
Сканпро 730/СФ	Колагенвмістна сировина + плазма крові	75	10	7,5	1 : 10 (12)
Міогель	Глобін крові	65	0,7	7,0	1 : 5

Білкові препарати рослинного походження (соєві білки). Різні ізольовані білки були використані як функціональні інгредієнти в реструктурованих м'ясних продуктах, з яких, мабуть, найбільш широко використовуються соєві білки. Через свої чудові харчові та функціональні властивості, соєві білки були широко досліджені та розроблені як добавки

до м'яса та інших харчових продуктів в минулому столітті. Соеві білки використовуються в обробленому м'ясі через специфічні функції, які вони здатні надавати, наприклад, як сполучні речовини для поліпшення врожайності та текстури продукту, як можливі гелеутворюючі агенти для підвищення стійкості емульсії при нагріванні [50], покращують поглинання води та зв'язуючі властивості, виявили антиоксидантну активність [51], який був віднесений до ізофлавонів та фенольних кислот [52], а також як замітник м'яса для зменшення витрат на рецептуру [53].

Соеві білки широко використовуються в реструктурованих м'ясних продуктах. Найновіші дослідження [57] показали, що соєвий білок буде мати великий потенціал у виробництві в'язучих для реструктурованих м'ясних продуктів через їх високу здатність зв'язуватися з білками м'язів. Вони також зазначили, що соєві білки з NaHSO_3 можуть бути хорошими субстратами для трансглютамінази (ТГ).

Ферментні препарати (трансглютаміназа). Трансглютаміназа (ТГ, глутамініл-пептид: амін λ -глутамілтрансфераза, ЕС 2.3.2.13) – широко поширений у природі фермент. ТГ може модифікувати білки, каталізуючи ацильний перенос між λ -карбоксамідом петаміду/зв'язаного з білками глутаміну та лізину, утворюючи зшивання ϵ - (λ -глутаміл) лізин [ϵ - (λ -Glu) Lys] [54]. ТГ каталізує перетворення розчинних білків у нерозчинні високомолекулярні полімери шляхом утворення ковалентних зшивок [55]. Це зшивання призводить до полімеризації молекул білка/пептиду з подальшим збільшенням молекулярної маси. Це дозволяє ТГ мати потенціал бути чудовою сполучною речовиною у реструктурованих м'ясних продуктах.

Мікробну трансглютаміназу (МТГ) використовували у виробництві реструктурованих м'ясних продуктів [56], курячих ковбас [57], курячий донер-кебаб [58], м'ясні кульки з низьким вмістом солі [59].

Повідомлялося, що у варених реструктурованих м'ясних продуктах твердість гелю та водоутримуюча здатність (ВУЗ) збільшуються шляхом

додавання ТГ у продукти з високим вмістом солі (2 %), але не у продукти з низьким вмістом солі [60]. За допомогою ТГ вдалося покращити консистенцію (щільність), але не втрати продукту при варінні в системі з низьким вмістом солі (1 %) [61].

Досліджували вплив солі на міцність зв'язування [62] і визначено, що за умови додавання солі (NaCl) обробка МТГ спричиняла ефективне зв'язування шматочків м'яса. Їх результат показав збільшення міцності зв'язування, спричинене додаванням солі (1,0...3,0 %) з МТГ, порівняно з одним МТГ.

Зв'язування шматочків м'яса [63], що містить 0,4 % активного ферменту TG F XIIIa, 0,2% фосфату та 1% солі, продемонструвало значний вплив на показник міцності на розрив. Тим не менш, при додаванні ТГ спостерігалось погіршення кольору.

У дослідженні [61], вони виявили, що рівень ТГ впливає лише на консистенцію та загальну прийнятність, і прийшли до висновку, що ТГ можна використовувати на рівні 0,15% зі зниженим рівнем солі (1 %) та обробкою при 72 °C з тривалістю обробки $\tau = 65$ хв. для отримання реструктурованої вареної свинячої лопатки з прийнятними сенсорними властивостями.

У більшості досліджень МТГ продовжувала діяти (час реакції коливається від кількох годин до приблизно 24 годин) [58, 60, 64]. Передбачається, що стійкість залишкової активності МТГ через 24 години створює додаткові реакції зшивання і, отже, збільшує зв'язування частинок м'яса [65].

Хоча більшість досліджень з використанням МТГ для реструктуризації м'яса проводилися шляхом інкубації м'яса при оптимальній температурі 37...50 °C або шляхом варіння для отримання достатньої міцності зв'язування, деякі дослідники досягли хорошого ефекту зв'язування, використовуючи холодне зв'язування (2...5 °C), з комбінацією МТГ-ази та казеїнату натрію, без додавання солі при

виробництві продукту [62, 66]. Автори [62] вказали, що застосування МТГ при температурі $t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом $\tau = 2$ год не дозволяє сильно розвиватися будь-яким з присутніх бактерій, а також зміни кольору м'яса у сирому і охолодженому стані не спостерігалася. Ця система холодного зв'язування МТГ-ази/казеїну виглядає більш прийнятною, оскільки вона може пригнічувати швидкий ріст бактерій та зберігати свіжий колір реструктурованого м'яса, яке може реалізовуватися у сирому, охолодженому стані. Однак навряд чи існують дослідження щодо того, як час зберігання з МТГ у охолодженому стані може вплинути на характеристики сирого та вареного реструктурованого м'яса [65].

Фібримекс – система зв'язування на основі крові, може бути використана для зв'язування подрібненого та великого шматка м'яса. [68]. Механізм зв'язування реструктурованого м'яса ґрунтується на дії згортання крові між фібриногеном, тромбіном та ТГ. Зшивання та гелеутворення між самим фібрином та між м'ясним колагеном та фібрином індукуються ТГ [68].

Також відомі інші інгредієнти, які використовуються для збільшення міцності зв'язування, харчової цінності або поліпшення смаку. Ці інгредієнти включають життєво важливий пшеничний глютен [69], екстракт сирого міозину, сурімі [70], яечний білок, сирий яечний білок, яечний порошок, бичачий, свинячий, баранячий, порошки з бройлерної плазми, порошок з бройлерної грудки, желатин [71], сушені яблука, кукурудзяна крихта, гриби [72], олія з рисових висівок та клітковина [73] та волоський горіх [74, 75], але більшість небілкових інгредієнтів мають згубний вплив на властивості текстури реструктурованого м'яса.

2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПОСТАНОВКИ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ

2.1. Загальний план дослідження

Науковий та практичний інтерес до проблеми структуроутворення в харчових системах достатньо високий. У світі проводяться дослідження в даному напрямку, результатом чого є розвиток ринку структурованих харчових продуктів. Одним з перспективних напрямків виробництва м'ясопродуктів, що має певні переваги порівняно з традиційними, є створення технологій реструктурованих продуктів, перевага яких полягає в здатності відтворення структури цілюнокусові сировини, за органолептичними властивостями близькою до цілюном'язових м'ясних продуктів. Процес реструктурування полягає в з'єднанні окремих шматків м'яса відносно невеликих розмірів (часто знеособлені) в один монолітний, який при нарізанні на скибочки матиме однорідну форму і розмір.

Застосування реструктурування під час виробництва м'ясних напівфабрикатів дозволяє регулювати органолептичні і структурно-механічні властивості виробів, залучити у виробництво низькосортну сировину з низькими функціонально-технологічними властивостями, розширити асортимент, підвищити вихід готової продукції і рентабельність виробництва.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розробка технології реструктурованих м'ясних заморожених напівфабрикатів, які здатні відтворювати структуру порційного напівфабрикату, мають гарантований рівень харчової, біологічної цінності та безпечності, що розширить асортимент м'ясних напівфабрикатів.

Для досягнення поставлених цілей було сформульовано наукові та технологічні завдання, які потребували вирішення:

- аналіз ринку та сучасних тенденцій розвитку асортименту

реструктурованих м'ясних напівфабрикатів, сучасного стану технологій, визначення теоретичних основ процесу реструктурування м'ясної сировини, аналіз науково-практичних аспектів використання харчових інгредієнтів в ньому;

- обґрунтування складу та технологічних параметрів одержання сумішей для цілеспрямованого впливу на адгезійно-когезійні взаємодії м'ясної сировини;

- визначення інноваційного задуму, предметів та методів дослідження;

- визначення закономірностей зміни фізичних, функціонально-технологічних, структурно-механічних характеристик, при використанні розроблених сумішей та під час заморожування – розморожування і термічної обробки;

- обґрунтування параметрів технологічного процесу одержання кінцевого (цільового) продукту – напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених;

- визначення показників якості та безпеки розробленої продукції;

- якісна та кількісна оцінка інновацій, реалізованих в технології нового продукту.

Об'єкт дослідження – науково обґрунтована технологія суміші для реструктурування та напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених з її використанням.

Предмет дослідження – білок тваринний сухий, фосфатні добавки та їх суміші, сіль кухонна, комплексна технологічна суміш для реструктурування на їх основі, м'ясні модельні системи з м'ясної обрізі яловичої з додаванням суміші, напівфабрикати м'ясні реструктуровані заморожені з використанням суміші для реструктурування.

Проведені аналітичні дослідження стали передумовою визначення інноваційного задуму нового продукту – напівфабрикатів м'ясних

реструктурованих заморожених, характеристика якого за окремими показниками наступна:

- концепція продукту – технологічний процес виробництва є ресурсозберігаючим та дозволяє залучити у виробництво низькосортну сировину з низькими функціонально-технологічними властивостями, напівфабрикати відрізняються високою стабільністю при зберіганні (не менше 30 діб), забезпечуються сталі показники якості та безпечності готової продукції, має доступну ціну для споживачів;

- органолептичні властивості – напівфабрикати характеризуються заданими геометричними формою та розміром, колір – червоний різної інтенсивності, смак та запах – властиві доброякісній м'ясній сировині, у готовому вигляді – соковиті;

- асортимент – формується шляхом надання напівфабрикатам певних форм та розмірів, використання спецій, прянощів, панірування;

- сегмент користувачів – B2B (HoReCa, пункти харчування в навчальних закладах, промислових підприємствах, зосереджених контингентів, зокрема військові), B2C (широкі верстви населення через підприємства оптової та роздрібної торгівлі);

- конкурентні переваги – нові споживні властивості, підвищення конкурентоспроможності готової продукції та рентабельності підприємств м'ясної галузі, поглибленні міжгалузевої кооперації «м'ясна промисловість

- заклади ресторанного господарства», скорочення тривалості приготування їжі, зниження трудомісткості технологічного процесу (особливо актуально в сегменті HoReCa зі скороченим технологічним циклом).

Отриманий згідно задуму м'ясний продукт з використанням процесу реструктурування дозволить підвищити рентабельність виробництва м'ясних виробів та розширити їх асортимент шляхом виробництва виробів ідентичних цільном'язовим шматкам м'яса та м'ясним виробам.

Згідно проведеного аналітичного огляду інформаційних джерел та

інноваційного задуму спрогнозовано, що отримання нової продукції можливо досягти шляхом сумісного використання комплексних добавок та низьких температур, що надасть можливість сформувати необхідну монолітність, впливати на адгезійні властивості білків м'язової тканини. При передбаченості поведінки цих впливів у складі м'ясних систем процес реструктурування може бути керованим, а новоутворена система буде скорегована за їх впливом на формування функціонально-технологічних властивостей та за складом окремих елементів.

З урахуванням вищевикладеного та проведених аналітичного огляду літератури був розроблений загальний план проведення теоретичних і практичних досліджень, який зображено на рис. 2.1.

2.2. Характеристика предметів дослідження

З урахуванням проведених попередніх аналітичних досліджень предметами дослідження є:

- знежилване м'ясо яловичини вищого, першого та другого сортів [76];
- свинина жилована згідно ДСТУ 7158:2010 «М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови»;
- - триммінг свиной згідно сертифікатів фірм-виробників;
- фермент трансгютаміназа згідно сертифікату фірми Алма-Веко Фуд;
- сіль кухонна [77];
- препарати фосфатів, суміш фосфатів „Номіна-мікс” (Польща), згідно сертифікатів фірми-виробника;
- колагеновий тваринний білок, згідно сертифікатів фірми-виробника;
- сухарі для панірування [78].;
- реструктуровані м'ясні напівфабрикати.



М'ясну сировину подрібнювали на м'ясорубці з діаметром отворів решітки 3...4 мм. Модельні системи з введенням жиру-сирцю або емульсійної системи отримували шляхом введення їх у подрібнену м'ясну сировину і ретельного перемішування до рівномірного розподілу у системі.

Інші сировина та матеріали, які використовувалися в дослідженнях, за показниками якості та безпечності відповідали вимогам діючої в Україні нормативної документації чи сертифікатам якості фірм-виробників та дозволені до використання МОЗ України у складі харчових продуктів.

2.3. Методи дослідження

Експериментальна частина роботи виконувалась на кафедрі технології м'яса ДБТУ.

Відбір проб та підготовку зразків до досліджень здійснювали за ГОСТ 4288-76, ГОСТ 7269-79.

Органолептичні методи дослідження

Органолептичні методи оцінки якості є одними із пріоритетних при обґрунтуванні технології нового виду харчової продукції, особливо при використанні нетрадиційної сировини. Дані методи застосовували для визначення показників якості вихідної сировини, м'ясної фаршевої суміші, так і при визначенні загальної прийнятності кінцевого продукту.

Органолептичну оцінку якості готової продукції здійснювали аналітичними методами – якісним [79, 80] та методом профільного аналізу [81, 82]. Сутність профільного методу полягає в тому, що складне поняття одного з органолептичних показників (консистенція, смак, запах тощо) представлено у вигляді сукупності складових (дескрипторів), які оцінювали експертами за показниками якості, інтенсивності та порядку проявлення. Для оцінки використовували шкали окремих органолептичних

показників у вигляді профільної діаграми. Шкалу сенсорної оцінки зразків, що відповідає десяти балам.

Відбір проб проводився відповідно до діючої нормативної документації на конкретні продукти. Для дослідження показників якості сировини використовувався ГОСТ 7269-79 [83]. Проведення органолептичної оцінки здійснювали згідно ГОСТ 9959-91 [84].

Методи дослідження структурно-механічних і функціонально-технологічних показників якості

Критеріями, що відображають поліпшення технологічних показників кінцевого продукту, були обрані показники, що характеризують структурно-механічні властивості м'ясої сировини – гранична напруга зрушення (ГНЗ), і функціонально-технологічні властивості (ФТВ) сировини – вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ), вихід при термічній обробці

Визначення показників ступеня пенетрації і граничної напруги зсуву.

Дослідження проводять на автоматичному пенетрометрі «Labor – ОВ-205», який зображено на рис 2.2, згідно ГОСТ Р 50814-95 «М'ясопродукти. Методи визначення пенетрації конусом та голчатим індентором» [85].

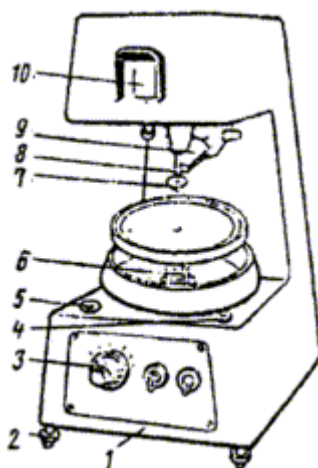


Рисунок 2.2 – Пенетрометр Labor – ОВ-205

1 – станина; 2 – гвинти для встановлення; 3 – регулятор часу penetрації; 4 – кнопка пуску; 5 – рівнемір; 6 – підйомний гвинт; 7 – індентор; 8 – зажимна головка; 9 – лампа для освітлення робочого простору; 10 – шкала підрахунку.

Принцип роботи пенетрометра полягає в тому, що прилад автоматично вимірює ступінь penetрації, тобто виражену в 0,1 мм відстань, на яку індентор (голка або конус) проникає у досліджуваний матеріал перпендикулярно до його поверхні при температурі 20 °С протягом 5 с.

За допомогою вимикача подають напругу до екрану спостереження, на якому видно шкалу екрану підсвічування зразка та на котушку електромагніту. На стрижні закріплюють вибраний індентор і переміщують його в ручному режимі, виставляючи в положення «0» за шкалою спостереження. Дослідний зразок у спеціальній посудині (висота якої вище 35 мм) встановлюють на підйомний столик, а потім за допомогою штурвалу підводять до контакту індентора з поверхнею зразка. Після чого кнопкою пуску звільняють індентор, що починає занурюватися у зразок, час занурювання складає 5 с. Значення величини penetрації фіксується на екрані спостереження.

Визначали граничну напруга зсуву за значенням глибини занурення конуса пенетрометра Labor – OB-205 у фаршеву систему. Досліджувалася глибина занурення конуса в продукт, з рифленою поверхнею й кутом при вершині 60°, далі за формулою П.А. Ребіндера розраховували значення ГНЗ, Па:

$$\sigma_o = k \frac{m \cdot g}{h^2},$$

де m – маса індентора і стрижня приладу, яка діє на дослідний зразок, кг. (маса стрижня – 0,063 кг., маса індентора – 0,00746 кг.); g – прискорення вільного падіння м/с²; h – глибина занурення конуса, м; k – константа індентора (0,303).

Визначення вологозв'язуючої здатності.

Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ) характеризує здатність м'ясної сировини поглинати й утримувати воду в процесі посолу та масування. Це явище відбувається внаслідок здатності білків м'яса утворювати гідратні оболонки, за рахунок утримування молекул води водневими зв'язками й електростатичними взаємодіями [86, 87, 88].

Метод визначення ВЗЗ [89] заснований на виділенні води випробуваним зразком при легкому його пресуванні, адсорбції води, що виділяється, фільтрувальним папіром і визначенні кількості вологи, що відділилася, за розміром площі плями, що залишається на фільтрувальному папірі

Наважку масою $(0,3 \pm 0,01)$ г розміщують на кружок з поліетилену діаметром 15...20 мм, після чого її переносять на знезолений фільтр, поміщений на скляну пластинку так, щоб наважка опинилася під кружком. Зверху наважку накривають такою ж пластинкою, як і нижня, встановлюють на неї вантаж масою 1 кг, і витримують 10 хв. Після чого фільтр з наважкою звільняють від вантажу і нижньої пластини, а потім олівцем обкреслюють контур плями навколо спресованого м'яса.

Зовнішній контур вимальовується при висиханні фільтрувального паперу на повітрі. Фіксують олівцем площі плям, утворених спресованим м'ясом і адсорбованою вологою. Розмір вологої плями (зовнішнього) обчислюють як різницю між загальною площею плями і площею плями, утвореною спресованим м'ясом.

Вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ, %) визначають по формулі:

$$ВЗЗ = \frac{(m_1 - 0,0084 * S) * 100}{m}, \%$$

де m – навішування досліджуваного зразка, г;

m_1 – масова частка води в наважці, г;

S – площа „вологої” плями, см²;

0,0084 – кількість води в 1 см² „вологої” плями, г.

Визначення виходу продукту.

Розраховували як співвідношення маси продукту до обробки та після кулінарної обробки. Показник виходу визначали за формулою:

$$W = \frac{m_2}{m_1} * 100\%$$

де m_1 – маса зразку до обробки, г

m_2 – маса зразку після обробки, г

W – вихід продукту після обробки, %

Фізико-хімічні методи дослідження розроблювального продукту

Визначення активної кислотності.

Вимірювання показників кислотності проводили на лабораторному рН-метрі PHS-25С. При температурі $t = 20$ °С. Виміри проводили таким чином: електроди рН метру витримували певний час у дистильованій воді, для очищення їх поверхні, потім промакували зайву вологу фільтрувальним папером і притуляли контакти електродів до поверхні досліджуваних зразків. Значення рН записували після стабілізації показників на табло приладу. Для отримання достовірних результатів дослід проводили з трьохкратним повторенням.

Визначення масової частки вологи.

Визначення масової частки вологи проводили відповідно до ГОСТ 9793-74 [90], шляхом висушування до постійної маси при температурі 150 ± 2 °С.

Вміст вологи розраховували як співвідношення різниці маси продукту до обробки та після кулінарної обробки до маси продукту до обробки. Показник масової частки вологи визначали за формулою:

$$W_{H_2O} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100, \%$$

де m_1 – маса зразку до обробки, г

m_2 – маса зразку після обробки, г

W_{H_2O} – масова частка води у продукті, у відсотках.

Визначення масової частки жиру.

Методом з використанням екстракційного апарата Сокслета, що заснований на витягуванні загального жиру, який міститься у м'ясних продуктах (крім консервів) гексаном або петролейним ефіром температурою кипіння 50...60 °С у екстракційному апараті Сокслета, з наступним визначенням жиру шляхом зважування (ГОСТ 23042) [91];

Визначення масової частки білку.

Методом визначення масової частки білка за Кьельдалем, сутність якого полягає у мінералізації проби за Кьельдалем, відгонці аміаку в розчин сірчаної кислоти з наступним титруванням досліджуваної проби (ГОСТ 25011) [92].

Визначення масової частки загального фосфору.

Фотометричним методом, який заснований на реакції фосфору з молібденовокислим амонієм у присутності гідроксінону та сульфату натрію з утворенням забарвленої сполуки, інтенсивність забарвлення якої вимірюють фотометрично (ГОСТ 9794) [93];

Дослідження теплофізичних характеристик м'ясних посічених систем здійснювали на лабораторному експериментальному стенді в інтервалі температур –20...+20 °С (оптимальний інтервал температур для одержання інформаційних параметрів температурної залежності ефективної питомої теплоємності досліджуваних систем), який оснащено вимірювачем-регулятором багатофункціональним восьмиканальним ОВЕН ТРМ 138-Р з автоматичним перетворювачем інтерфейсів ОВЕН АС 4 українського виробництва (рис. 2.2). Температура зразків вимірювалася автоматично з дискретністю $\Delta\tau=1\times 60$ с.

Обробку результатів експерименту здійснювали за допомогою програмного забезпечення Owen Process Manager (компанія «ОВЕН» м.

Харків, Україна), шляхом побудови термограм у досліджуваному інтервалі температур.



Рисунок 2.3– Загальний вигляд вимірювача-регулятора багатфункціонального восьмиканального ОВЕН ТРМ 138-Р з автоматичним перетворювачем інтерфейсів ОВЕН АС 4

М'ясні посічені системи одержували шляхом подрібнення яловичини або свинини на м'ясорубці з діаметром отворів решітки $(2...5) \times 10^{-3}$ м. З подрібненої сировини формувались зразки для досліджування у формі низького циліндра діаметром 5×10^{-2} м та висотою 1×10^{-2} м. Термопари розташовувались в декількох точках зразка: в центрі, на верхній та нижній поверхнях, а також над зразком у холодильній камері.

Для аналізу термограм заморожування-розморожування використовували метод аналізу кінетики явищ переносу в нерівноважних термодинамічних системах [94]. В основі методу лежить наближене рішення крайової задачі про теплообмін у випадку довільної геометрії тіла та неоднорідних крайових умов.

Ефективна ентальпія і ефективна питома теплоємність фізичні величини, що враховують всі види теплових ефектів, які мають місце в

процесі заморожування-розморожування системи: температурні зміни теплоємності, теплоту фазових переходів, теплоту хімічних і біохімічних реакцій. Аналіз термограмм проводили з урахуванням цих величин.

За температурними залежностями ефективної питомої теплоємності одержували інформаційні параметри:

$T_{кр}$ – кріоскопічна температура, °С;

$\Delta T_{кр}$ – кріоскопічний інтервал температур, °С;

$\Delta H_{кр}$ – питома теплота фазового переходу в кріоскопічному інтервалі температур, Дж/К;

ΔH – зміна ентальпії в інтервалі температур (ΔT) зразка, що вимірювався, ΔT , Дж/К .

Характерний пік ефективної теплоємності відповідає фазовому переходу вода–лід, положення його максимуму фіксує кріоскопічну температуру системи. Ширина піка біля основи визначає кріоскопічний інтервал температур початку й кінця фазового переходу, площа під піком фазового переходу – питому теплоту фазового переходу в кріоскопічному інтервалі температур.

Враховуючи, що

$$\Delta H_{кр} = L_{\omega} \Delta \omega, \quad (2.3)$$

де L_{ω} – питома теплота фазового переходу вода–лід, 335 кДж/кг; $\Delta \omega$ – частка вологи, що змінює свій агрегатний стан в кріоскопічному інтервалі температур (кількість вимороженої або розплавленої вологи), яку розраховували за формулою

$$\Delta \omega = \Delta H_{кр} / L_{\omega}. \quad (2.4)$$

Зміну ентальпії ΔH визначали за площею під всією кривою ефективної питомої теплоємності в дослідженому температурному діапазоні.

Мікробіологічні методи досліджень та показники безпеки

Перелік досліджуваних мікробіологічних показників включає як обов'язкові показники безпеки, регламентовані для досліджуваних зразків діючими санітарно-епідеміологічними правилами й нормативами, а також додаткові для одержання докладної санітарно-мікробіологічної характеристики і підтвердження стабільності продукту під час зберігання.

Відбір проб проводився відповідно до ГОСТ 26669-94 [94].

Для визначення мікробіологічної безпеки сировини й продукції проведені дослідження нижчезазначених показників відповідно до МБТтаСН № 5061-89 [95].

Визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) робили відповідно до ГОСТ 10444.15-94 [96]. Визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій, БГКП) робили відповідно до ГОСТ 30518-97 [97]. *Staphylococcus aureus* визначали відповідно до ГОСТ 10444.2-96 [98]. Визначення кількості сульфітредукуючих клостридій проводили у відповідності до ГОСТ 29185-91 [99]. Визначення бактерій роду *Salmonella* проводилось згідно до ДСТУ ISO 6579:2006 [100]. Наявність бактерій роду *Proteus* визначаємо відповідно до ГОСТ 28560-90 [101]. Виявлення бактерій *Listeria monocytogenes* проводилось за ДСТУ ISO 11290-1:2003 [102] та ДСТУ ISO 11290-2 [103]. Визначення кількості *Enterococcus* проводилось відповідно до ГОСТ 28566-90 [104]. Виявлення дріжджів і цвілевих грибів проводили за ДСТУ 10444.12-2013 [105].

Підготовка проб для дослідження вмісту токсичних елементів здійснювали за ГОСТ 26929-94 [106] та ГОСТ 30178-96 [107].

Кількість свинцю визначали за ГОСТ 26932 [108]. Кількість кадмію визначали ГОСТ 26933 [109]. Кількість ртуті визначали ГОСТ [110]. Кількість миш'яку визначали ГОСТ 26930 [111]. Кількість і міді визначали ГОСТ 26931 [112]. Кількість цинку визначали ГОСТ 26934 [113].

Визначення біологічної цінності та розрахунок амінокислотного складу продукту

Для розрахунку хімічного складу страви виписують набір продуктів за масою нетто, а потім хімічний склад продуктів (у відсотках), використовуючи довідкові таблиці. Перерахунок проводять на масу продукту, вказану в рецептурі. Розраховували за формулою:

$$X = \frac{M \times W}{100}, \text{ г}$$

X – маса компоненту, г;

M – кількість продукту, г;

W – вміст компоненту у 100 г продукту, %.

Визначають вихід окремих компонентів-напівфабрикатів при тепловій обробці за формулою:

$$K_2 = \frac{K_6 \times C_{\text{комп}}}{100}, (\text{г})$$

K_2 – маса у готовому продукті, г;

K_6 – маса у продукті до термообробки, г;

$C_{\text{комп}}$ – збереженість компоненту при тепловій обробці, %.

Енергетична цінність продукту.

За вмістом білків, жирів та вуглеводів розраховують енергетичну цінність продукту. Розрахунок енергетичної цінності (ЕЦ) на 100 г готового продукту ведуть за формулою:

$$A = B \times 4 + Ж \times 9 + B \times 4 = \text{ЕЦ}(\text{ккал}).$$

Програмні засоби і комп'ютерні технології, статистична обробка експериментальних даних, методи моделювання технологічних процесів та математичної обробки експериментальних даних

В межах роботи реалізовано методологію системного підходу, що дозволило об'єднати різноманітні методи дослідження воедино. Вивчення технологічних систем здійснювали із застосуванням декомпозиційно-агрегативного методу, що поєднує два взаємопов'язаних процеси – аналіз (декомпозиція) та синтез (агрегування). Поєднання системного аналізу і синтезу дозволило вирішити проблему раціонального функціонування систем, підсистем, окремих елементів, установити взаємозв'язок між ними в рамках єдиної системи [114].

Для прогнозування стану системи, що досліджувалася, в умовах оптимізації параметрів об'єкта використовували математичне моделювання, зокрема, кореляційно-регресійний аналіз. Для об'єктивного судження про ступінь вірогідності одержаних даних проводили математичну обробку результатів дослідження [115]. Оцінку похибки експериментальних даних і вимірюваних величин здійснювали за методиками [116, 117]. Під час обробки результатів експериментів використовували такі статистичні критерії: перевірка однорідності дисперсії – критерій Кохрена, значимість коефіцієнтів регресії – критерій Стьюдента, адекватність рівнянь – критерій Фішера. Обробку результатів дослідження здійснювали за допомогою програмного засобу Microsoft Excel 2013.

3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА СУМІШЕЙ ДЛЯ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ РЕСТРУКТУРОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

3.1. Вибір та обґрунтування основної та допоміжної сировини для виробництва реструктурованих напівфабрикатів

Для розширення асортименту м'ясних реструктурованих виробів, які імітують структуру натурального м'яса, використання м'ясної сировини із зниженими функціонально-технологічними властивостями, зниження кінцевої вартості напівфабрикату, в технології нового м'ясопродукту є сенс використовувати м'ясо яловичини низької категорії вгодованості. До такої м'ясної сировини відноситься яловичий триммінг.

Триммінг (trimming) у дослівному перекладі з англійської мови означає «обрізь». Відповідно до ДСТУ 3938-99, м'ясна обрізь – це зачистки м'язової та жирової тканини, що отримані під час зачищення туш, півтуш, шкур та обрізки м'яса з язиків [120].

Триммінг свинини, яловичини отримують в результаті зачищення, оброблення або обвалки м'яса, він призначається для промислової переробки. Вміст м'язової та жирової тканини в триммінгу може бути різним і як правило, відображається в назві – «Триммінг 90/10» (95/5; 90/10; 85/15; 80/20; 70/30; 65/35; 60/40; 50/50) [121].

Через відчутне подорожчання м'ясної сировини за останні роки, багато підприємств намагаються дотримуватися безвідходності у виробництві. Тому м'ясна обрізь (триммінг різної жирності), який раніше міг навіть бути утилізований, нині знайшов своє застосування. Одним з найпоширеніших способів використання є внесення триммінгу при куттеруванні, для отримання гомогенних емульсійних систем, а саме

технології виготовлення варених ковбас, сосисок і сарделок [49, 50].

Частині туші (м'якоть), призначені на продаж, на м'ясопереробних підприємствах обрізають до заданої форми, яка добре виглядатиме в упаковках або на вітринах магазинів. Після цього процесу залишаються невеликі шматочки м'яса – обрізь. Таке м'ясо не відрізняється за складом від основного шматка, але немає товарного вигляду. Тому воно надходить на заморожування, з нього формують блоки для продажу на виробництва для подальшого використання.

Головна ознака триммінгу – відсутність у його складі шкіри та кісточок. В триммінгу присутні тільки м'ясо і жир, тому його характеризують як суміш жирної м'ясної маси з пісною. Проведений аналіз літературних джерел дозволив сформулювати наступну класифікацію триммінгу (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Класифікація триммінгу

Ознака	Характеристика
За видом м'яса	<ul style="list-style-type: none"> - триммінг яловичини - триммінг свинини: <ul style="list-style-type: none"> - триммінг шийний - триммінг з пащини - триммінг з ребер та хребта
За походженням зрізаного м'яса	<ul style="list-style-type: none"> - корпусний - м'ясні шматочки зрізаються з усієї туші - головний – м'ясо зрізається лише з голови. (головний триммінг жорсткіший і містить більше жилок)
За розміром шматків	<ul style="list-style-type: none"> - розмір 10...15×10...15 см; - напівфаршевий стан
За співвідношенням пісного і жирного м'яса	<ul style="list-style-type: none"> - «яловичий триммінг 95» - лише пісне м'ясо - 80/20 - 70/30 - 50/50
Зад кількістю жиру	<ul style="list-style-type: none"> - А - 10% жиру; - Б - 10-25%; - В – від 25 до 50%.

Вміст жиру у триммінгу не повинен перевищувати 70%. З триммінгу свинини та яловичини виготовляють ковбаси, сосиски, сардельки, котлети та різні напівфабрикати. Зазвичай виробники та постачальники продають м'ясну обрізь оптом у замороженому вигляді. У роздрібну торгівлю триммінг не надходить.

М'ясні продукти – це основне джерело повноцінного білка. Харчова цінність м'яса визначається хімічним складом та значенням окремих його компонентів у харчуванні людини. Для розробки нового продукту доцільно провести аналіз хімічного складу м'ясної сировини – як основи для виготовлення реструктурованих виробів.

Загальний хімічний склад та енергетична цінність свинини та свинячого триммінгу наведено у таблиці 3.2

За хімічним складом триммінг має схожість із м'ясом свинини. З даних таблиці 3.2 можна бачити, що вміст білка у об'єктах дослідження досить високий і становить 11,7...17,0%. За амінокислотним складом білки м'яса найбільш близькі до «ідеальних», оскільки містять усі незамінні амінокислоти в оптимальних кількостях та співвідношеннях.

В таблиці 3.3. наведено порівняльний аналіз амінокислотного складу свинини та свинячого триммінгу.

Таким чином з точки зору хімічного складу, харчової та біологічної цінності триммінг може бути рівноцінною складовою реструктурованих виробів.

На наступному етапі дослідження необхідно визначити вплив низькотемпературної обробки на зміну теплофізичних показників свинини різного морфологічного складу.

На підприємства, сировина місцевих виробників яка поступає у вигляді заморожених блоків повинна відповідати ГСТУ 46.019-2002 [76] і, як правило, має назву не «триммінг», а «жилована яловича обрізь з різною масовою часткою сполучної та жирової тканини (3, 6, 10, 12, 14, 20, 35 %). Харчова та енергетична цінність триммінгу яловичого наведена у табл.

3.4.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад м'ясної сировини

Показник	Свинина м'ясна	Триммінг		
		Шийний	З пащини	Хребтовий і реберний
Волога, %	51,5	54,3	38,5	51,5
Білки, %	14,3	17,0	11,7	14,3
Ліпіди, %	33,3	27,8	49,3	33,3
Зола, %	0,9	0,9	0,5	0,9
Мінеральні речовини				
К, мг	285,0	316	230	285
Са, мг	7,0	8	6	7
Na, мг	64,8	64,0	47	58
Mg, мг	24,0	27	20	24
P, мг	170	182	130	164
Fe, мкг	2090	1900	1400	1700
Вітаміни				
A, мг	сл	сл	сл	сл
B ₆ , мг	0,33	0,6	0,4	0,52
B ₁₂ , мкг	0,12	0,16	0,1	0,14
PP, мг	2,6	2,8	2,2	2,6
C, мг	сл	сл	сл	сл

Таблиця 3.3 – Вміст амінокислот м'ясної сировини, мг/100 г продукту

Показник	Свинина м'ясна	Триммінг		
		Шийний	З пашини	Хребтовий і реберний
Незамінні амінокислоти, мг				
Валін	1135	1037	635	831
Ізолейцин	970	799	584	708
Лейцин	1538	1325	949	1074
Лізин	1631	1488	963	1239
Метіонін	478	410	286	342
Треонін	961	804	569	654
Триптофан	274	233	154	191
Разом	7801	6811	5619	4605
Замінні амінокислоти, мг				
Аланін	1213	946	641	773
Аргінін	1223	1031	717	879
Аспарагінова кислота	1895	1577	1016	1322
Гістидин	773	672	470	575
Гліцин	864	881	572	695
Глутамінова кислота	3385	2648	1754	2224
Оксипролін	50	200	150	170
Пролін	528	628	694	650
Серін	734	708	499	611
Тирозин	695	590	417	520
Цистин	277	235	138	183
Разом	11637	10116	7068	8602
Загальна кількість	19438	16927	11673	14221

амінокислот, МК				
-----------------	--	--	--	--

Таблиця 3.4 – Хімічний склад триммінгу з різним вмістом жирової та сполучної тканини на 100 г сировини

Показник	Хімічний склад				
	75/25	80/20	85/15	90/10	95/5
Білки, г	15,8	17,2	18,6	20,0	21,4
Жири, г	25,0	20,0	15,0	10,0	5,0
Вуглеводи, г	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Вода, г	58,0	62,0	66,0	70,0	73,0
Енергетична цінність, ккал	293,0	254,0	215,0	170,0	137,0

З табл. 3.4. видно, що при зменшенні частки жирової та сполучної тканини, частка білку збільшується. Як відомо з огляду літературних джерел, основним фактором, який сприяє процесу реструктурування є саме білки м'язової тканини, тому використовувати необхідно м'ясо з більшою їх часткою.

Для інтенсифікації процесу реструктурування необхідним є також використання харчових інгредієнтів, які сприятимуть покращенню функціонально-технологічних властивостей м'ясних систем.

Згідно з проведеним аналізом перетворень, що мають місце у м'ясних системах під час реструктурування, визначено, що технологічним вимогам в першу чергу відповідають харчові інгредієнти та суміші на їх основі, які модифікують адгезійно-когезійні властивості кускового м'яса з метою створення інтегрованого продукту, який можна нарізати на скибочки з подальшою теплової обробкою. Тому було розроблено критерії їх вибору, а саме:

- вплив на білки м'язової тканини (часткове руйнування клітинних

структур м'язових волокон, наявність ексудату чи "склеюючих" прошарків на поверхню шматкової сировини);

- зручність у використанні – незначна тривалість підготовчого етапу, невеликі норми вмісту при використанні за рахунок реалізації функціонально-технологічних властивостей та синергетичного ефекту, можливість рівномірного розподілення в системі за умови використання традиційного обладнання, нейтральні запах, смак та колір);

- економічні показники - невисока собівартість, скорочення технологічного циклу та зниження трудоемності технологічного процесу.

Сіль кухонна – основний інгредієнт, який використовується при посолі м'яса – має вплив на адгезійно-когезійні властивості м'ясної сировини.

Згідно аналітичного огляду літератури визначено, що в залежності від концентрації сіль має бактеріостатичну або бактерицидну дію; впливає на розвиток ферментних систем; забезпечує розчинність м'язових білків; формує смак м'ясних виробів. Окрім цього при додаванні солі збільшується іонна сила розчину.

Відмічається, що додавання солі до м'яса призводить до невеликого зсуву ізоелектричної точки білків м'язової тканини в більш кислий бік (ізоелектрична точка з рН 5,2 може змінитися приблизно до значення 5,0) [122]. В результаті може бути зв'язано більша кількість води, без зміни значення рН м'яса. Збільшення різниці між двома значеннями рН обумовлює підсилення капілярного ефекту м'язових волокон, що в свою чергу призводить до збільшення ВЗЗ. Також сіль інтенсифікує процес міжмолекулярної взаємодії білків (сприяє гелеутворенню), підвищуючи значення липкості та ефективної в'язкості системи.

За фізико-хімічними властивостями поварена сіль повинна відповідати переліку вимог: вміст нерозчинних у воді речовин (не більше 0,85 %); масова частка кальцію і магнію, які здатні ініціювати взаємодію міофібрилярних білків (до 0,65 %). Рівень мікробіологічної обсемененості

не вище $1 \cdot 10^3$ КУО/г.

В дослідженні [62] для проведення процесу реструктурування використовували 1,0...3,0 % солі кухонної, але також відмічали, що використання більше 2,0 % солі призводить до появи збиткової солоності виробів.

Наступним перспективним інгредієнтом для використання у виробництві реструктурованих продуктів є харчові фосфати. Згідно результатів дослідження [40] щодо впливу різних фосфатів на функціонально-технологічні властивості визначено, що максимальним утримуванням вологи характеризувалися м'ясні системи із застосуванням 0,3...0,6 % фосфатної добавки, а максимальний вихід продукту спостерігався при застосуванні 0,3...0,9 % фосфату.

На ринку представлено велику кількість фосфатів та їх сумішей, тому були проведені дослідження щодо вибору виду фосфатної добавки.

Для визначення впливу виду фосфатного компоненту на якісні показники модельного фаршу було обрано:

- пірофосфат;
- гексаметафосфат;
- триполіфосфат;
- фосфатна суміш «Номіна-мікс».

Фосфатна суміш «Номіна-мікс» (далі за текстом ФС) – це суміш харчових фосфатів натрію, розроблена спеціально для м'ясної промисловості. Компоненти цієї суміші доповнюють і підсилюють дії одна одної. Вона містить у складі харчові добавки: E450 – пірофосфат, E451 – триполіфосфат натрію, а також E452 – поліфосфат. Це дозволяє зменшити дозування, не втрачаючи при цьому якість отримуваної продукції.

ФС збільшує вологозв'язуючу та вологоутримуючу здатність м'ясних продуктів, є стабілізатором, емульгатором та текстуроутворювачем, використовується як компонент сумішей для ін'єкцій та розсолів. Частка P_2O_5 складає від 56 до 58 %.

ФС виглядає як кристалічний або гранульований білий порошок, дуже добре розчинний у воді й термічно стабільний. Безпечний і дозволений до застосування у харчовій галузі. Дозування при використанні – до 5,0 г/кг, в перерахунку на P_2O_5 .

Модельні системи готували наступним чином. Жилована м'ясна сировина подрібнювалась на вовчку з діаметром решітки $d = 3$ мм., в отриманий фарш додавали фосфатні добавки у кількості 0,1...0,5%. Рецептури модельних систем наведені у табл. 3.2. Експериментальні значення рН, вологовологозв'язуючої здатності та виходу продукту в залежності від концентрації фосфатної добавки наведено у табл. 3.5., та наглядно зображено на рис 3.1, 3.2, 3.3.

Таблиця 3.5 – Рецептура модельних фаршів та результати експериментальних досліджень

№ з/п	Вид фосфату	рН 1 %-го розчину	Рівень внесення, %	рН системи	ВСС, %	Вихід виробів, %
1	Триполіфосфат	9,7...9,8	0,1	6,54	64,50	70,3
2			0,3	6,93	68,70	75,9
3			0,5	7,02	67,30	76,0
4	Пірофосфат	9,9...10,7	0,1	6,60	64,50	71,6
5			0,3	6,90	69,70	75,0
6			0,5	7,09	72,0	78,3
7	Гексаметофосфат	6,7...7,2	0,1	6,63	64,82	68,8
8			0,3	6,60	63,59	70,4
9			0,5	6,71	61,66	70,6
10	ФС	9,0...9,9	0,1	6,50	65,44	70,7
11			0,3	6,80	68,00	71,5
12			0,5	6,75	75,30	73,8
13	Контроль	–	–	6,55	63,79	68,8

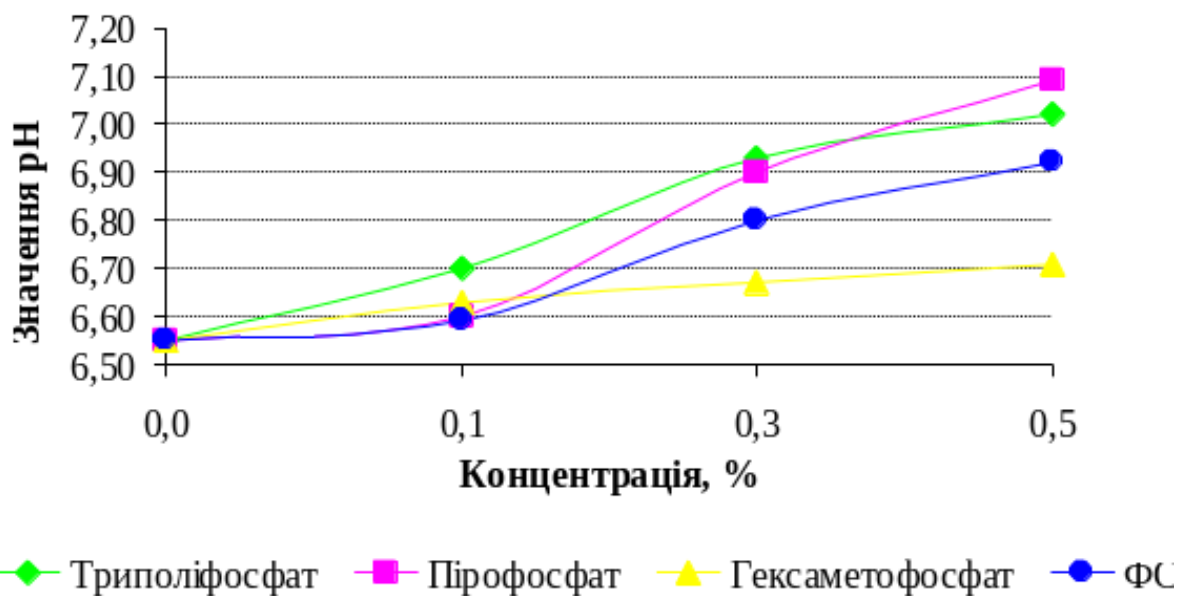


Рисунок 3.1 — рН зразків в залежності від концентрації фосфатної добавки

З рис. 3.1 видно, що збільшення концентрації фосфатних добавок сприяє збільшенню рН зразків. Найбільш сильно змінюють рН м'ясних систем такі добавки як пірофосфат, триполіфосфат та ФС при їх концентрації від 0,3...0,5%. При цьому, в порівнянні з контрольним зразком (рН – 6,55), за концентрації фосфату – 0,3 % рН збільшується до 6,8...6,93 од., а при 0,5 % до 6,75...7,09 од. Що є бажаним, оскільки функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини, такі як ВЗЗ є найбільш вираженими при зсуві рН системи якнайдалі від ізоелектричної точки білків – рН 4,8...5,4. Використання гексаметафосфату не дозволяє значно змінити значення рН зразків, оскільки 1 %-вий розчин цієї добавки є меншим ніж в інших, і складає лише – рН 6,7...7,2.

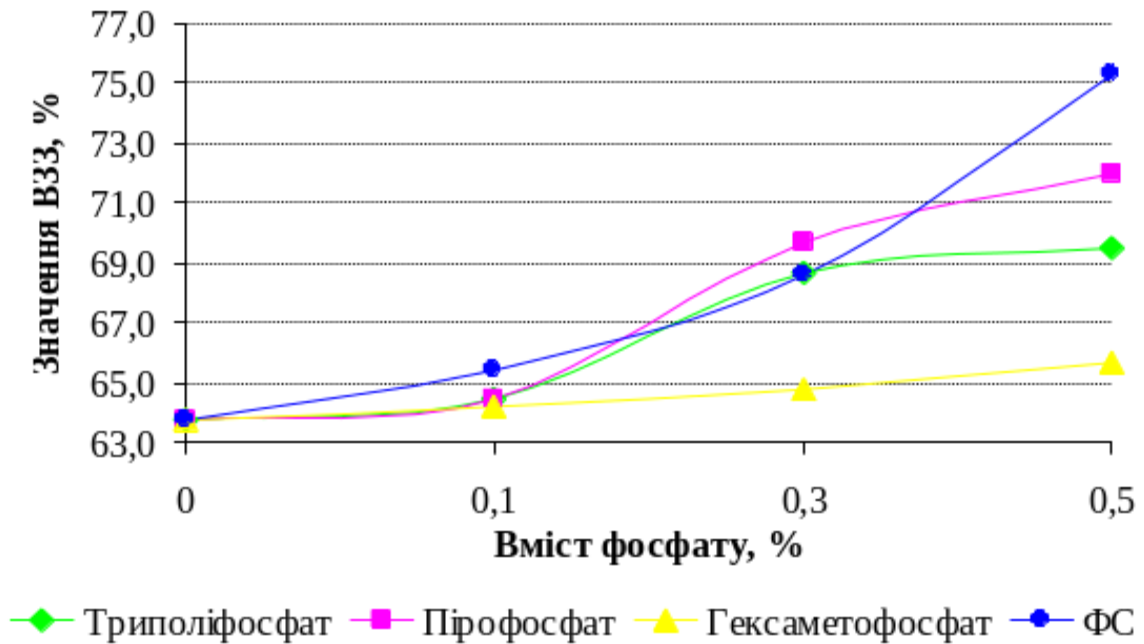


Рисунок 3.2 – ВЗЗ зразків в залежності від концентрації фосфатної добавки

З рис. 3.2 видно, що при зміні концентрації фосфатних добавок відбувається зростання показнику ВЗЗ. Використання 0,3 % триполіфосфату, пірофосфату і ФС сприяє збільшенню ВЗЗ на 5...6 % в порівнянні з контрольним зразком. Однак найкращою з фосфатних добавок була ФС, оскільки за її застосування спостерігається найбільш інтенсивне збільшення ВЗЗ м'ясної системи.

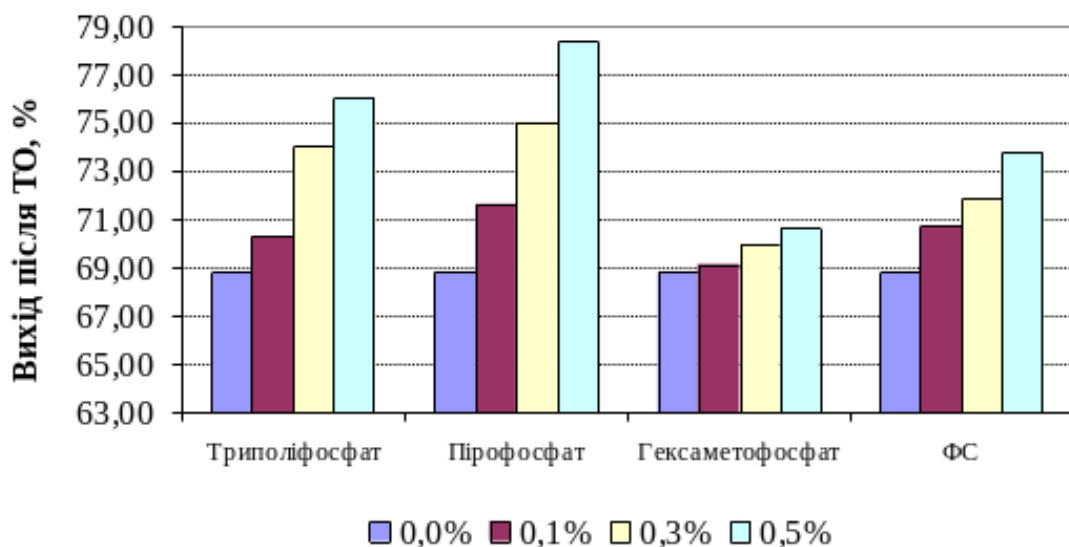


Рисунок 3.3 – Вихід зразків в залежності від концентрації фосфатної

добавки

З рис. 3.3 видно, що найбільші показники виходу продукту після термообробки спостерігаються при застосуванні 0,3...0,5 % триполіфосфату та пірофосфату. Після проведення органолептичних досліджень після термічної обробки (ТО) з'ясувалося, що застосування фосфатних добавок за концентрації 0,5 % сприяло появі неприємного стороннього металічного присмаку.

Для подальших досліджень вирішено обрати в якості фосфатного компоненту – ФС, оскільки вона складається з декількох видів фосфатів: пірофосфату, поліфосфату, триполіфосфату і є більш універсальною.

– Для компенсації зниженого виходу після ТО є доцільність до рецептури залучити ще один вид харчових інгредієнтів, таких як тваринні та рослинні білки [127-130].

На ринку існує цілий ряд білкових препаратів. На основі аналітичного огляду літератури було обрано гідролізований колаген «GELNEX Peptinex P», препарат - це чистий білок, отриманий шляхом ферментативного гідролізу сировини, що містить колаген. Має вигляд порошку білого кольору, із нейтральним смаком. Величина активної кислотності 1 %-вої дисперсії дорівнює рН 5...7 од. Рекомендоване дозування білкової добавки складає 1...4 %. Хімічний склад у 100 г колагенового білку: білки – 90,0 г, жири – 0,0 г, енергетична цінність – 370 ккал.

Білок гідролізований має середню молекулярну масу, меншу, ніж у желатину. Процес ферментативного гідролізу призводить до утворення нежелуючого продукту, що швидко розчиняється в холодній воді, дуже добре всмоктується у шлунково-кишковому тракті, має високий вміст білків, не містить холестерину, цукрів, добавок та консервантів. В табл. 3.6 наведено амінокислотний склад білку в порівнянні з білком отриманим з іншої сировини.

Суттєвих відмінностей між яловичими та свинячими білками,

отриманими з колагенвмісної сировини не спостерігалось. Але скор незамінних амінокислот свинячого білку GELNEX Peptinex P був більшим в порівнянні зі скором яловичого білку NovaPro.

Таблиця 3.6– Амінокислотний склад колагенових білків

Незамінні Амінокислоти	Амінокислотний склад, %				
	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг АК/1 г білка	NovaPro (яловичий білок)		GELNEX Pept inex P (свинячий білок)	
		мг/г білка	скор, %	мг/г білка	скор, %
Валін	50,0	27,47	54,9	27,67	55,3
Ізолейцин	40,0	17,58	12,67	43,9	31,7
Лейцин	70,0	38,21	31,67	54,6	45,2
Лізін	55,0	41,47	43,78	75,4	79,6
Метіонін+цистеїн	35,0	10,35	9,11	29,6	26,0
Треонін	40,0	21,79	19,22	54,5	48,1
Триптофан	10,0	1,68	16,8	-	-
Фенілаланін+тирозин	60,0	25,79	20,78	38,8	34,6

Характерною ознакою білків з колагенвмісної сировини є незбалансованість амінокислотного складу за незамінними амінокислотами (табл. 3.6). Однак комбінуванням лімітованих за рядом незамінних амінокислот препаратів колагенових білків із м'ясною сировиною можливо досягти збалансованості амінокислотного складу в межах норми, встановленої ФАО/ВООЗ.

Функціонально-технологічні властивості тваринних колагенових білків (вологоутримуюча, емульгуюча здатності, термостабільність та ін.) дозволяють використовувати їх за різним цільовим призначенням:

- замість частини основної м'ясної сировини в рецептурі м'ясних продуктів;
- в поєднанні з низькосортою м'ясною сировиною з метою поліпшення структури та функціонально-технологічних властивостей м'ясних систем, підвищення біологічної цінності готової продукції;
- у поєднанні з жиромісною сировиною (жир сирець, шпик боковий, м'ясна обрізь та ін.) для стабілізації функціональних та якісних характеристик м'ясної сировини;
- для поліпшення реологічних та органолептичних властивостей (консиситенції, пластичності, соковитості, зовнішнього вигляду), а також із метою запобігання бульйонно-жирових набряків та втрат під час термообробки;
- із метою зниження затрат на виробництво та підвищення виходу готової продукції [129-130].

3.2. Дослідження впливу окремих компонентів та їх сумішей на властивості м'ясних модельних систем під час реструктурування

3.2.1. Вивчення впливу харчових добавок на функціонально-технологічні властивості м'ясних модельних систем

На основі досліджень щодо вибору та обґрунтування основної та допоміжної сировини, було визначено, що оптимальним є використання харчових добавок при таких рівнях внесення: солі кухонної – 1,0...2,0 %, суміші фосфатів – 0,1...0,5 %, колагенового білку – 1,0...4,0 %.

Тому у попередніх дослідженнях було вирішено визначити вплив комбінування солі та ФС в модельних системах. Обрано такі дозування добавок: солі кухонної – 1,0, 1,5 та 2,0 %; фосфатної суміші – 0,1, 0,3 та 0,5 %. Результати визначення показнику рН модельних фаршів в залежності від вмісту солі та ФС зображені на рис 3.4. Початкове значення

pH м'ясної сировини складало – pH 6,2.

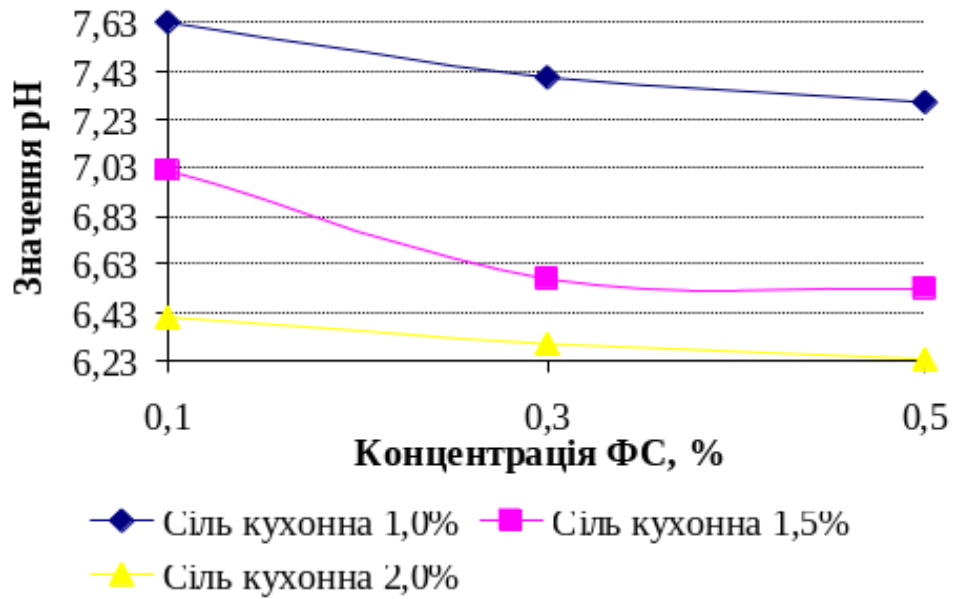


Рисунок 3.4 – Зміна показнику pH модельних систем

З рис. 3.4 видно, що використання солі кухонної а також ФС дозволяє корегувати значення pH м'ясної системи. Причому можна відмітити, що при збільшенні вмісту солі показник pH зменшується, відбувається зрушення у кислий бік. Але при одночасному збільшенні вмісту ФС зменшення значення pH уповільнюється, за рахунок властивості фосфату зрушувати pH м'ясної системи у лужний бік. Тому, для отримання м'ясної системи з більшим показником pH доцільне використання мінімальної кількості солі 1,0...1,5 %, а також ФС 0,1...0,3 %.

Також було досліджено вплив кількості солі та ФС на втрати маси модельних зразків під час заморожування. Результати наведено на рис. 3.5. Для контрольного зразка вони склали 3,04 %.

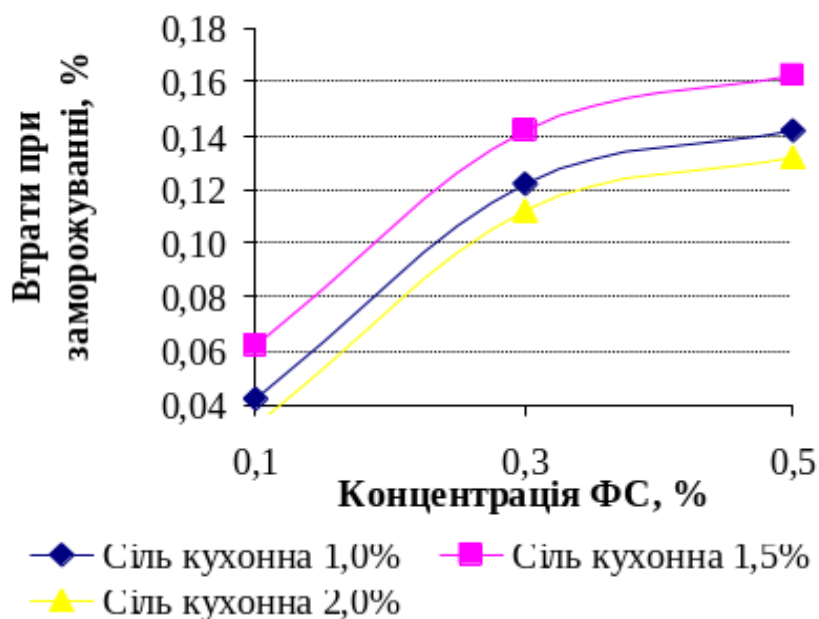


Рисунок 3.5 – Втрати маси модельних систем під час заморожування

З рис. 3.5 видно, що при збільшенні як частки солі так і частки ФС відбувається збільшення показників втрат маси при заморожуванні. Вірогідно це пов'язано з процесами переміщення вологи з клітинного у міжклітинний простір м'яса які відбуваються при посолі, а також зі збільшенням концентрації міжклітинної рідини.

Важливим показником є також вихід під час ТО. Модельні зразки піддавали ТО у замороженому стані, після розморожування, а також у розмороженому з паніруванням. Результати визначення показнику виходу модельних зразків після ТО у різних термічних станах наведено на рис. 3.6.

З рис 3.6 видно, що ТО у замороженому стані доцільно проводити за вмісту солі 1,0, 2,0 % і вмісту ФС в межах 0,3...0,5 %, вихід зразків складає 79...82 %. Обробку продукту у розмороженому стані варто проводити при застосуванні солі в межах 1,5...2,0 %, ФС – 0,3 % для 1,5% і 0,3...0,5 для зразків із 2 % солі. При цьому вдається досягти максимальних значень виходу в межах 79...81 %. Застосування панірування дозволяє збільшувати показник виходу зразків після ТО в межах від 7 до 13 %.

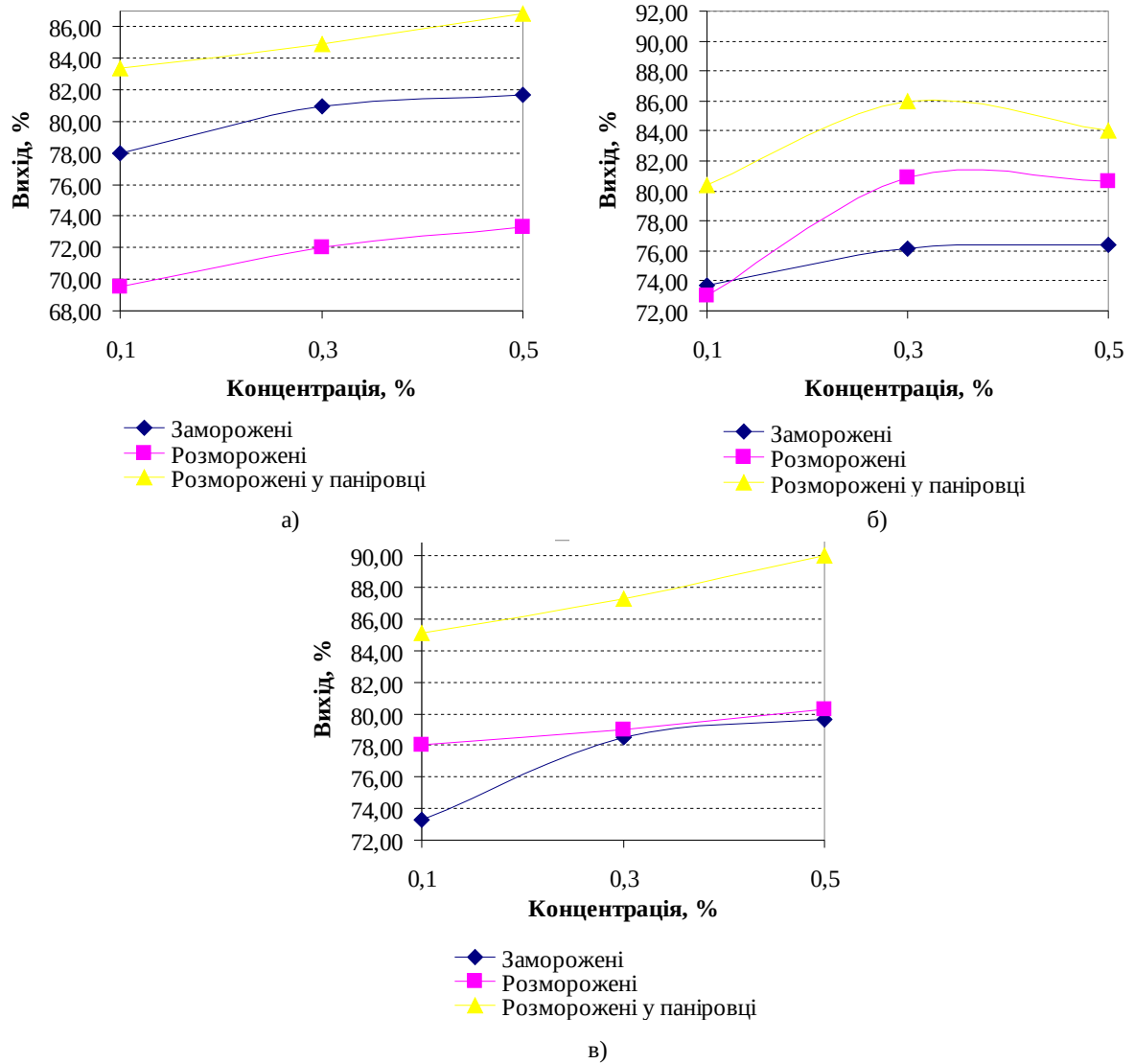


Рисунок 3.6 – Вихід зразків після ТО за різного термічного стану при використанні:

а) 1,0 % солі; б) 1,5 % солі; в) 2,0 % солі

Результати органолептичного дослідження модельних зразків після ТО зображені на рис. 3.7 та рис. 3.8.

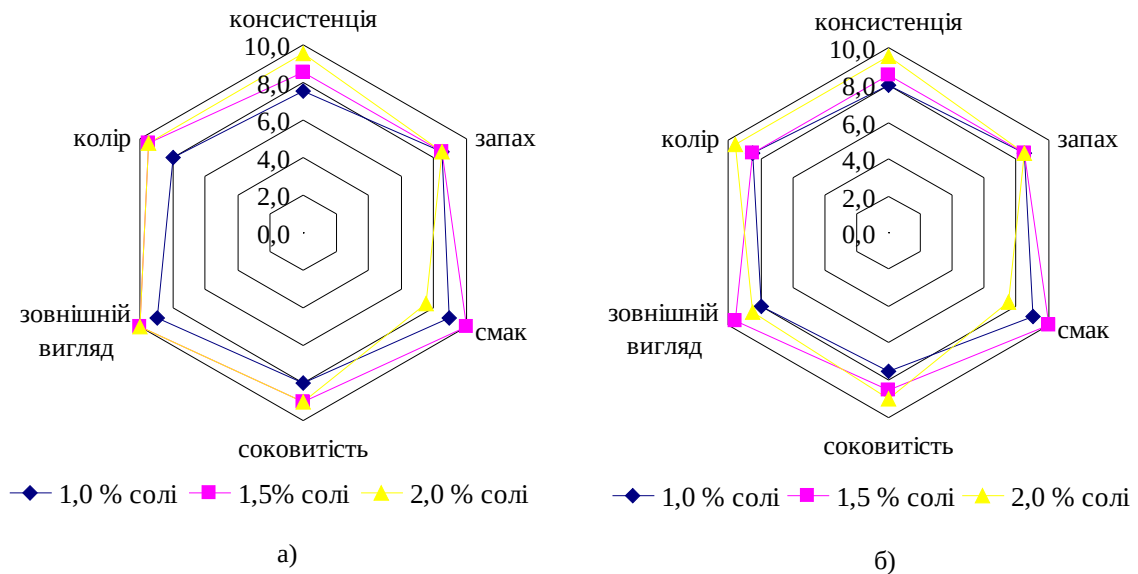


Рисунок 3.7 – Органолептична оцінка зразків з використанням 0,3 % ФС після ТО у: а) замороженому стані; б) розмороженому стані

З рис. 3.7 видно, що збільшення частки солі при використанні 0,3 % фосфатної добавки сприяє покращенню органолептичних показників. В зразках із застосуванням 1,5 і 2,0 % солі кількість балів при оцінці було приблизно однаковою, однак спостерігалась поява збиткового солоного присмаку при використанні 2,0 % солі, а найбільшу оцінку мав зразок з використанням 1,5 % солі.

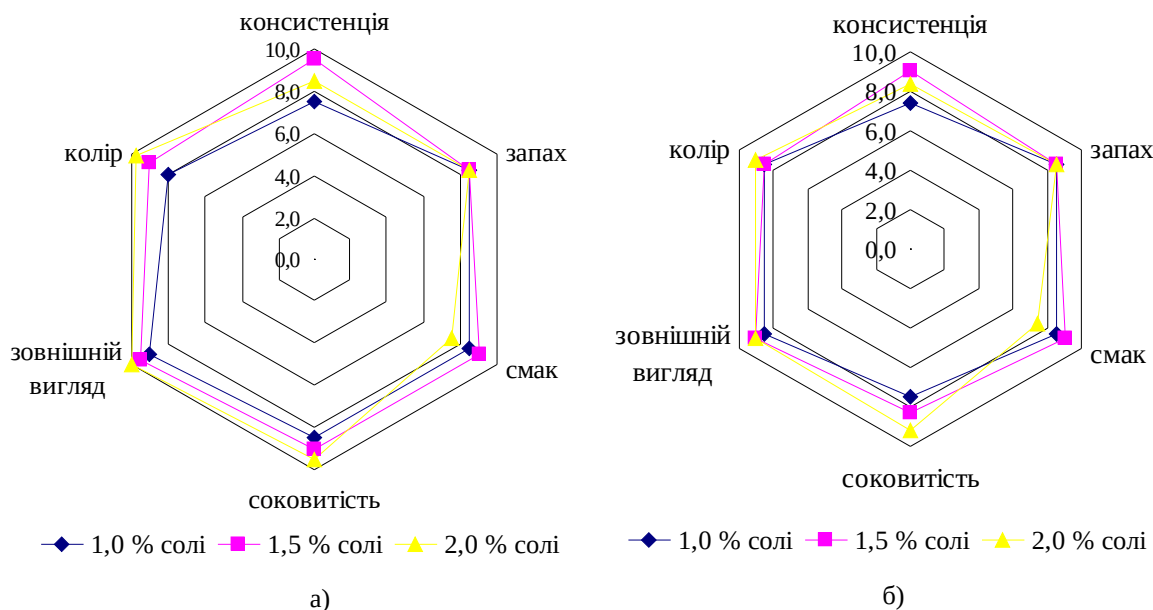


Рисунок 3.8 – Органолептична оцінка зразків з використанням 0,5 % ФС після ТО у: а) замороженому стані; б) розмороженому стані

З рис 3.8 видно, що найменшу соковитість при обробці у розмороженому стані мали вироби з використанням мінімальної кількості солі – 1,0 %, а використання солі у кількості 2,0 % сприяє покращенню зовнішнього вигляду зразків. Відмічається збільшення всіх інших показників при використанні солі у кількості 1,5...2,0 %. Найкращу оцінку мав зразок з використанням 0,5 % фосфату та 1,5 % солі.

Відмічається поява збиткового солоного присмаку при вмісті солі більше ніж 1,5 %, а при вмісті фосфату більше 0,3% зразки набувають стороннього специфічного присмаку. Тому, оптимальною композицією з погляду на функціонально-технологічні та органолептичні якісні характеристики можна вважати застосування солі кухонної у кількості – 1,5 %, а також фосфатної добавки – 0,3 %.

Подальші дослідження були спрямовані на визначення впливу білка тваринного (БТ) на функціонально-технологічні та органолептичні властивості м'ясних модельних систем.

Під час дослідження використовували: сіль харчову (1,5 %), ФС (0,3

%), БТ (1,0 ... 4,0 %).

Була проведена органолептична оцінка зразків після ТО, результати якої представлені на рис. 3.10. Бальну оцінку зразків з різною концентрацією БТ наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Бальна оцінка зразків з різною концентрацією БТ

Показник	Зразки з вмістом БТ, %							
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Консистенція	7,5	7,9	9,0	9,5	8,0	6,4	5,5	5,0
Запах	7,0	8,0	9,0	10,0	9,0	8,5	8,0	7,5
Смак	7,0	7,7	8,8	9,9	8,8	8,0	7,5	7,0
Соковитість	7,0	8,0	9,0	10,0	8,8	8,7	8,5	7,8
Зовнішній вигляд	7,0	8,2	8,8	9,8	8,0	6,5	6,0	5,0
Колір	8,0	8,5	8,8	9,5	8,5	7,0	6,5	6,5
Середньоарифметичний показник	7,3	8,1	8,9	9,8	8,5	7,5	7,0	6,5

З рис. 3.10 видно, що застосування БК сприяє покращенню усіх показників при її додаванні в межах 1,0...2,0 %. При цьому найбільшу оцінку мав зразок з використанням 2,0 % БК. Подальше збільшення частки БК не призвело до покращення органолептичних показників, а навіть навпаки погіршило їх. Це пов'язано з тим, що при вмісті БК від 2,5 до 4,0 % відбувалося розрихлення структури модельних зразків і відбувалось зростання втрат маси при ТО, спостерігалась поява присмаку білкової добавки, інтенсивність червоного забарвлення зразків зменшувалась.

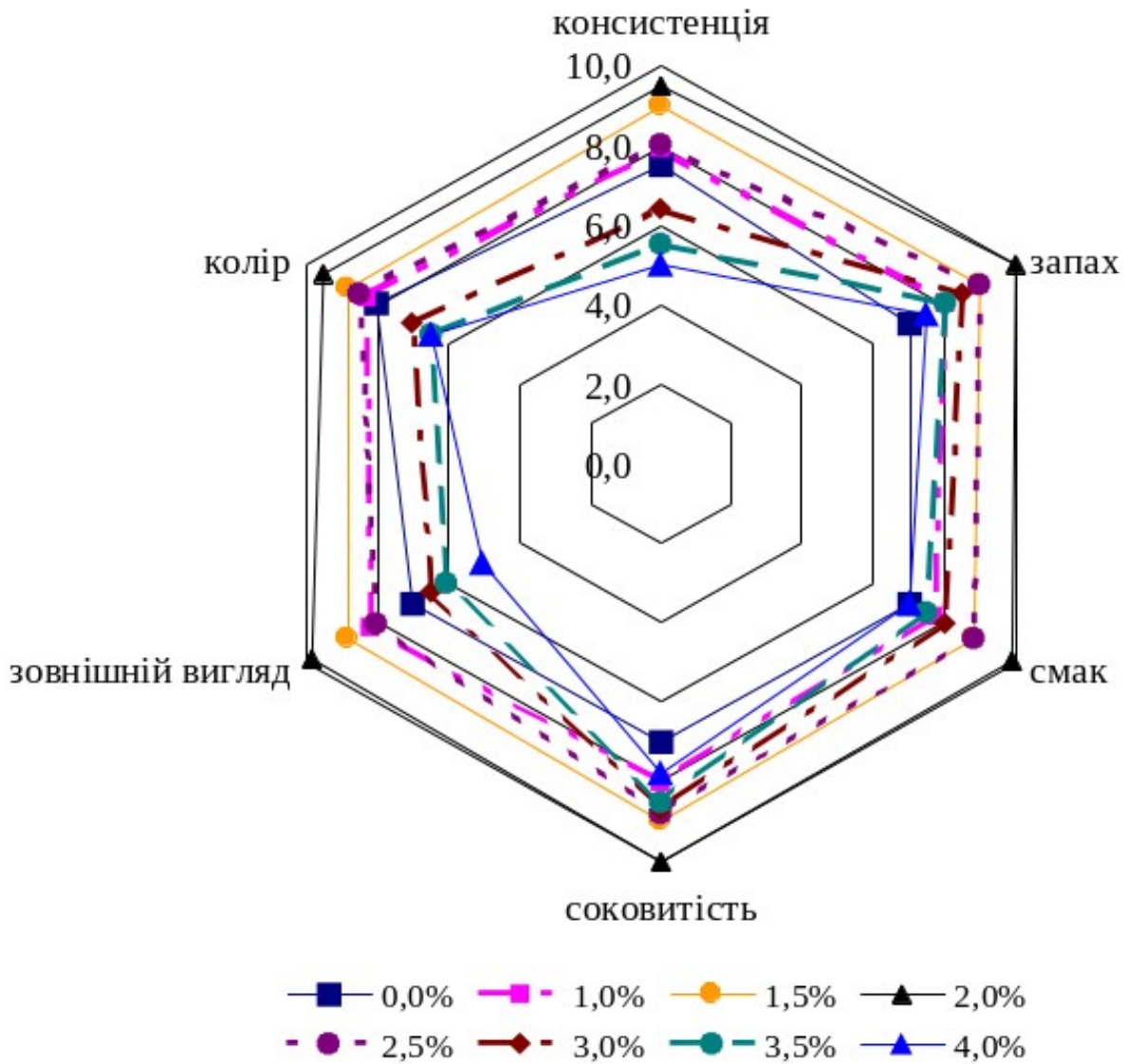


Рисунок 3.10 – Органолептична оцінка зразків в залежності від частки БТ

Значення виходу виробів після ТО за різних термічних станів зображено на рис 3.11.

Відмічається зростання показнику виходу продукту при збільшенні частки доданого білку (рис. 3.11). Причому максимальних значень виходу мають зразки із застосуванням 2,0 % БК – у розмороженому стані, а також 2,0...2,5 % – у замороженому; наступне збільшення частки БК спричиняє розпушування структури виробу та відбувається значна втрата вологи при термічній обробці. При вмісті БК від 2,5 % виріб починає руйнуватися при нарізанні.

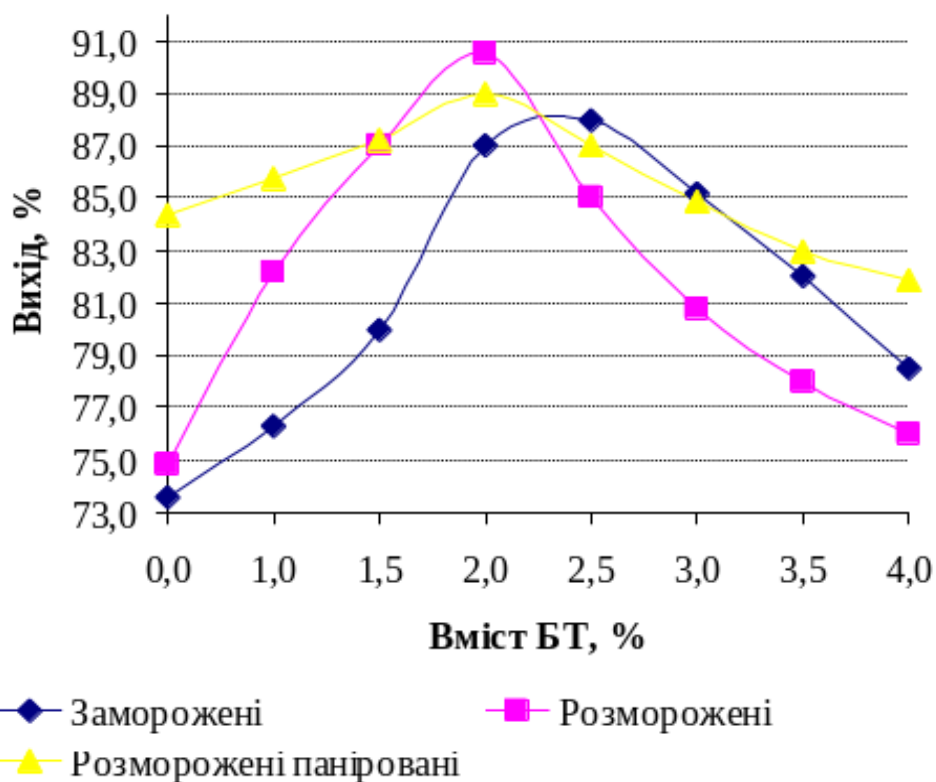


Рисунок 3.11 – Вихід виробів за різного термічного стану в залежності від концентрації БТ

Також з рис. 3.11 видно, що вироби із застосуванням панірування мають вищий показник виходу в порівнянні із зразками без нього. Значних втрат вологи при обробці вдається уникнути за рахунок утворення на поверхні виробу захисної скоринки. Застосування панірування дозволяє отримувати соковиті вироби з ніжною консистенцією вже за мінімальних концентрацій білкової добавки 1,5...2,0 %.

3.2.2. Дослідження впливу сумішей для реструктурування на реологічні показники і вологозв'язуючу здатність м'ясних модельних систем

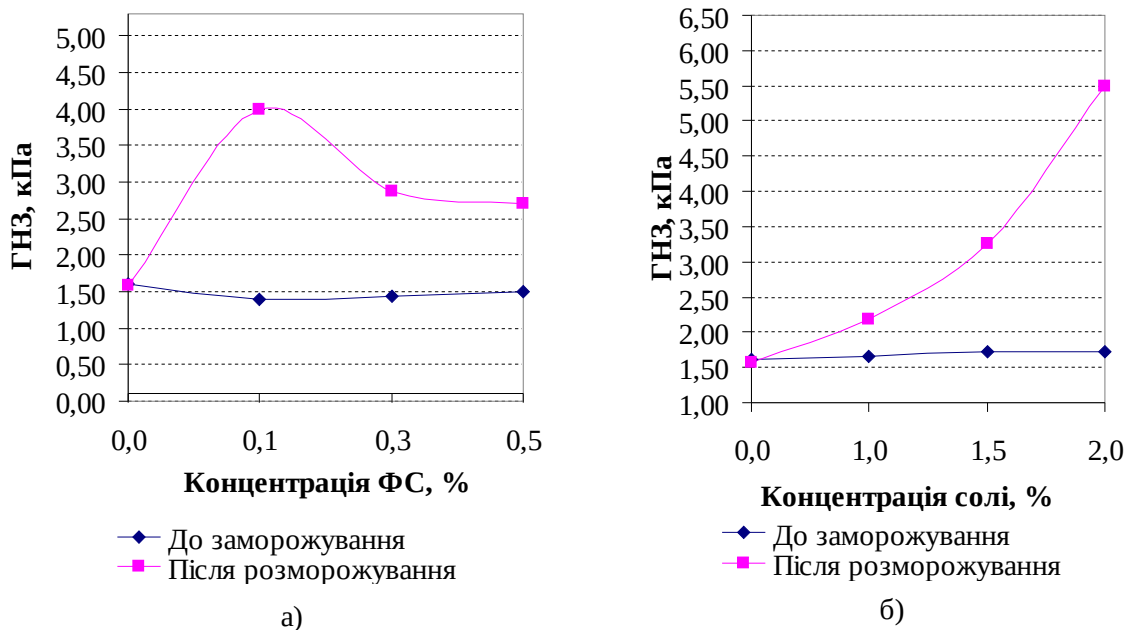
Композиції модельних систем із додатковими компонентами наведені у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Рецептури сумішей для проведення реструктурування.

№ зразку	Сіль	ФС	БТ
	%	%	%
Контроль	-	-	-
1	1,0	0,1	-
2	1,0	0,3	-
3	1,0	0,5	-
4	1,0	0,3	-
5	1,5	0,3	-
6	2,0	0,3	-
7	1,5	0,3	1,0
8	1,5	0,3	1,5
9	1,5	0,3	2,0

Зразки модельних фаршів перемішували до однорідності з допоміжними компонентами і витримували протягом $\tau = 30 \dots 40$ хв.

Результати ГНЗ дослідження наведено на рис. 3.12.



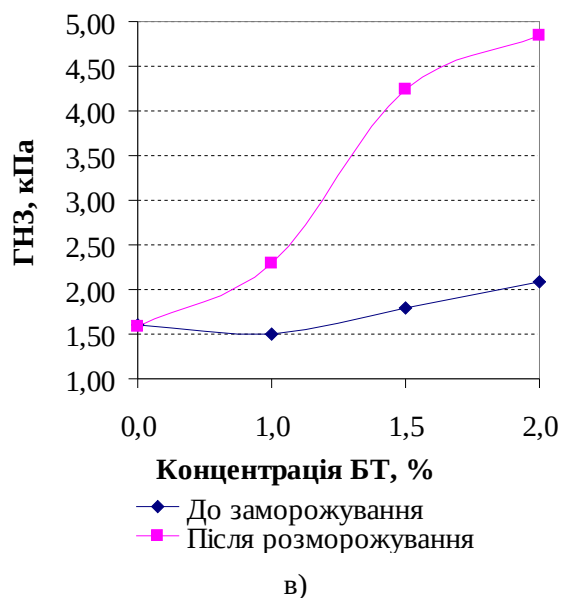


Рисунок 3.12 – ГНЗ модельних зразків до та після заморожування при концентрації: а) ФС, б) солі кухонної, в) БТ

З рис. 3.12 видно, що збільшення концентрацій добавок сприяє зміні показнику ГНЗ. Найбільш інтенсивною зміною характеризуються зразки після розморожування. Цей ефект можна пояснити перерозподілом вологи, а також більш вираженою дією компонентів суміші при подальшому розморожуванні.

Видно, що збільшення концентрації ФС в модельному фарші сприяє зменшенню показнику ГНЗ, тобто щільність і пружність структури м'ясної системи зменшується. Це можна пояснити збільшенням ніжності зразків при збільшенні ВЗЗ систем. При збільшенні вмісту солі та БТ спостерігається збільшення показнику ГНЗ, тобто щільність і пружність м'ясної системи збільшується. Причому найбільша вираженість цього явища відмічається при вмісті цих добавок за концентрації 1,5...2,0 %. Збільшення показнику ГНЗ вірогідно пояснюється тим, що білки м'яса а також додані інгредієнти утворюють додаткові структурно-коагуляційні явища, відбувається посилення пружних властивостей фаршів а також

значно зростає сила адгезійно-когезійної взаємодії м'ясних систем.

Результати дослідження показників ВЗЗ модельних зразків представлено на рис. 3.13.

З рис. 3.13 видно, що використання добавок в комплексі сприяє збільшенню вологозв'язуючої здатності зразків.

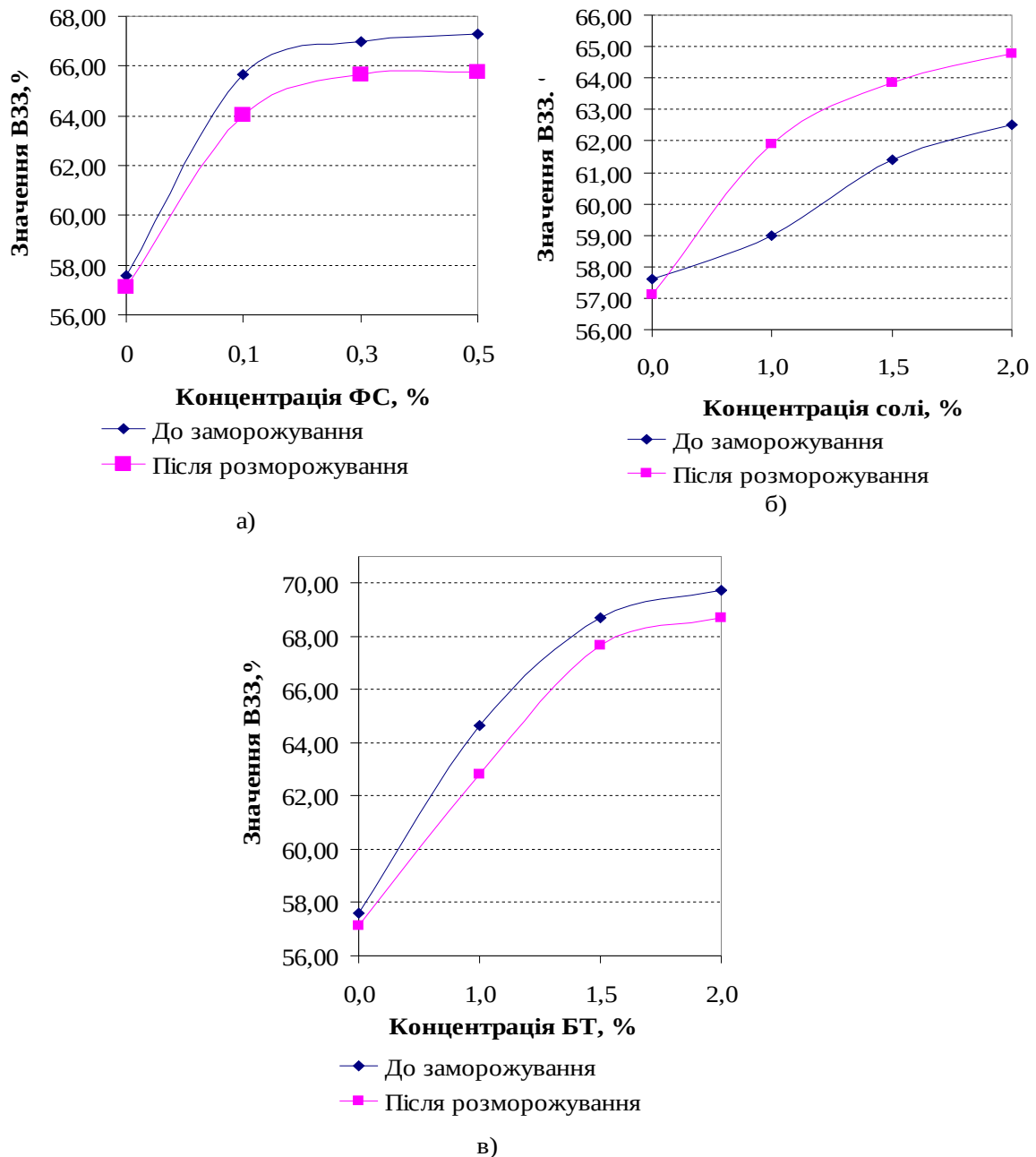


Рисунок 3.13 – ВЗЗ зразків до та після заморожування за різної концентрації: а) ФС, б) солі кухонної, в) БТ

Найбільших значень ВЗЗ набувають зразки при додаванні ФС за концентрації 0,3...0,5 %, при додаванні солі 1,5...2,0 %, а також БТ 1,5...2,0 %.

Результати дослідження проказників втрат маси зразків після заморожування, зображено на рис. 3.14.

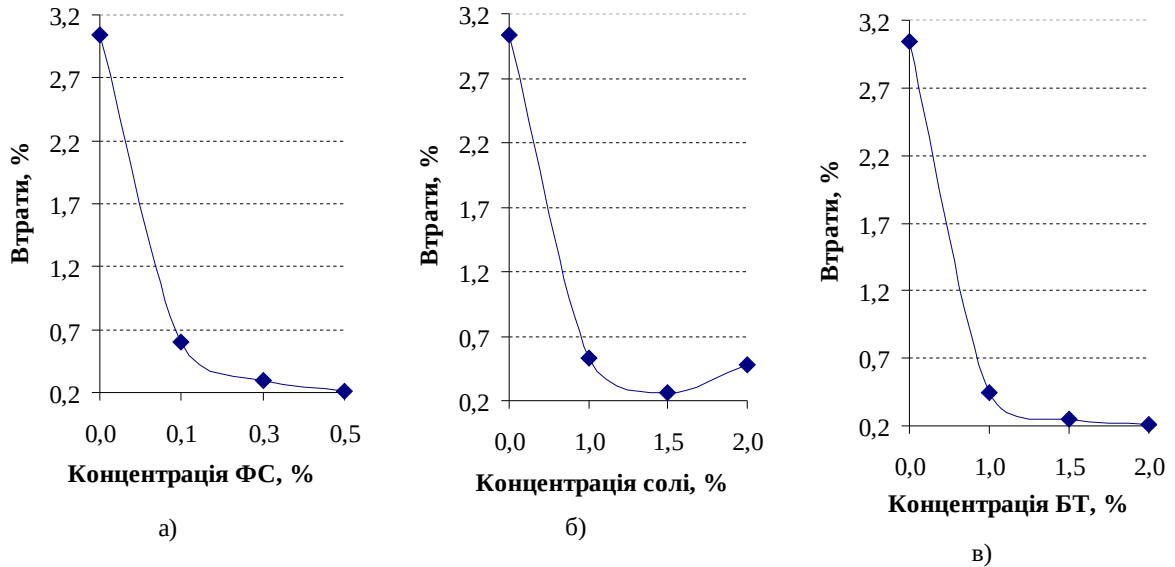


Рисунок. 3.14 – Втрати маси зразків під час заморожування за різної концентрації: а) ФС, б) солі кухонної, в) БТ

З рис. 3.14 видно, що при збільшенні концентрацій ФС і БТ спостерігається зменшення втрат при заморожуванні. Так, найменші втрати були при вмісті БТ у кількості 2,0 % (0,21 % в порівнянні з контролем – 3,04%), а також ФС при вмісті 0,5 % (0,21%, контроль – 3,4%).

Однак при збільшенні частки солі, втрати були найменшими при концентрації солі 1,5 % до маси м'яса (0,26 %), зменшення або збільшення її вмісту сприяє збільшенню втрат при заморожуванні.

3.2.3. Вивчення залежності функціонально-технологічних властивостей м'ясних модельних систем від сортності м'яса і рівня гідратації комплексної суміші

З урахуванням попередніх досліджень, добавки використовувались у наступній кількості: сіль харчова (1,5 %), ФС (0,3 %), БТ (2,0 %).

Регулювання сортності м'яса проводили шляхом додавання до м'яса подрібненого на вовчку яловичого жиру сирцю. При цьому вміст жиру і сполучної тканини доводили до норм м'яса різного сорту, у м'ясі I сорту складав 6 %, а у м'ясі II сорту — 20 %. Контрольним зразком була система з м'яса вищого сорту різного ступеню подрібнення, без застосування харчових добавок.

Відмічається, що при додаванні 3,8 % добавки у сухому вигляді, білковий компонент поглинає м'ясний сік, який утворюється при посолі. При цьому поверхня фаршу стає менш вологою, його консистенція стає більш щільною і пружною.

Показники рН зразків, а також виходу модельних зразків після термічної обробки за різного термічного стану наведено у табл. 3.9, а також наглядно зображено на рис. 3.15.

Таблиця 3.9 – рН зразків, та вихід зразків після ТО при зміні сортності м'яса

№ з/п	рН розморожених зразків	Вихід після ТО у замороженому вигляді, %	Вихід після ТО у розмороженому вигляді, %	Вихід після ТО у розмороженому вигляді і паніруванні, %
Контроль	6,50	69,11	65,28	84,76
Вищий сорт	6,50	73,96	73,78	85,59
I сорт	6,52	75,55	76,14	88,05
II сорт	6,51	76,83	75,38	85,35

Як видно з рис. 3.15 – використання м'ясної сировини із більшою

часткою жиру та сполучної тканини підвищує вихід продукту. Найкращі показники виходу мають зразки з м'яса I сорту – після розморожування і панірування, а також з м'яса I і II сортів для розморожених і заморожених зразків. Збільшення частки жиру та сполучної тканини в м'ясній сировині не перешкоджало веденню процесу реструктурування. Значних втрат жиру внаслідок його плавлення при ТО не спостерігалось.

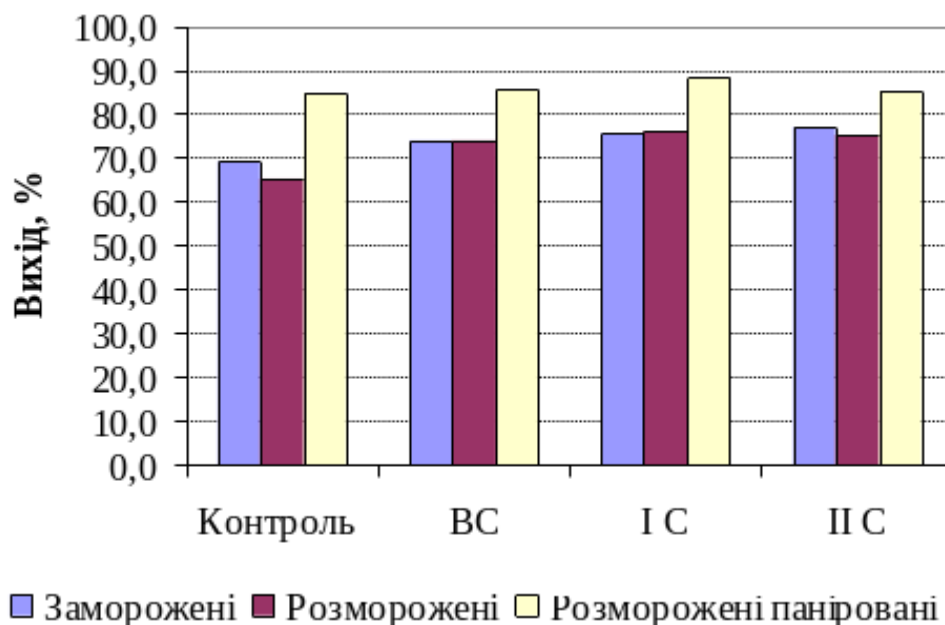


Рисунок 3.15 – Значення виходу продукту в залежності від сортності м'яса

Органолептична оцінка зразків з використанням м'яса різного сорту наведена на рис. 3.16 та рис. 3.17.

При ТО проведений у замороженому стані (рис 3.16 зміна сортності м'яса сприяла покращенню всіх показників, в порівнянні з контрольним зразком. Найкращими, за показниками кольору і зовнішнього вигляду був зразок з використанням м'яса I сорту, за консистенцією і соковитістю – зразок з м'яса II сорту.

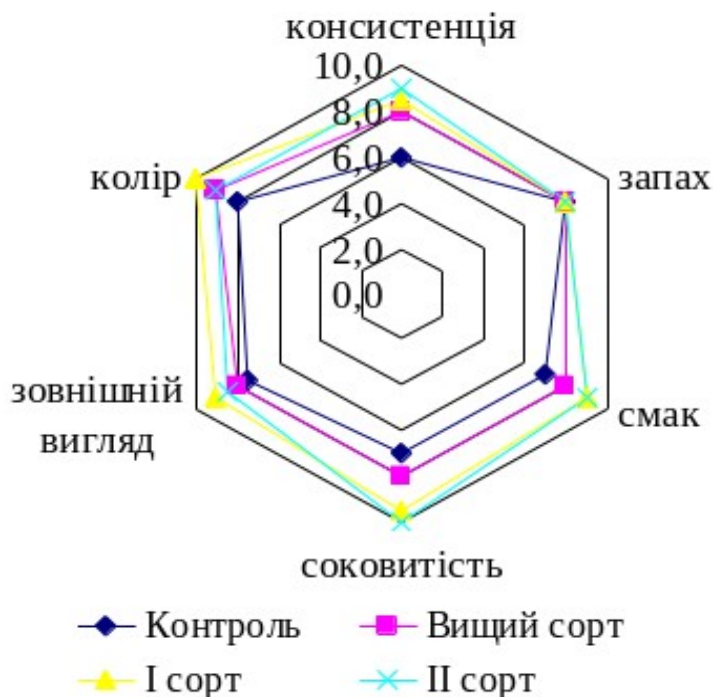


Рисунок 3.16 – Органолептична оцінка зразків з м'яса різного сорту після ТО у замороженому стані

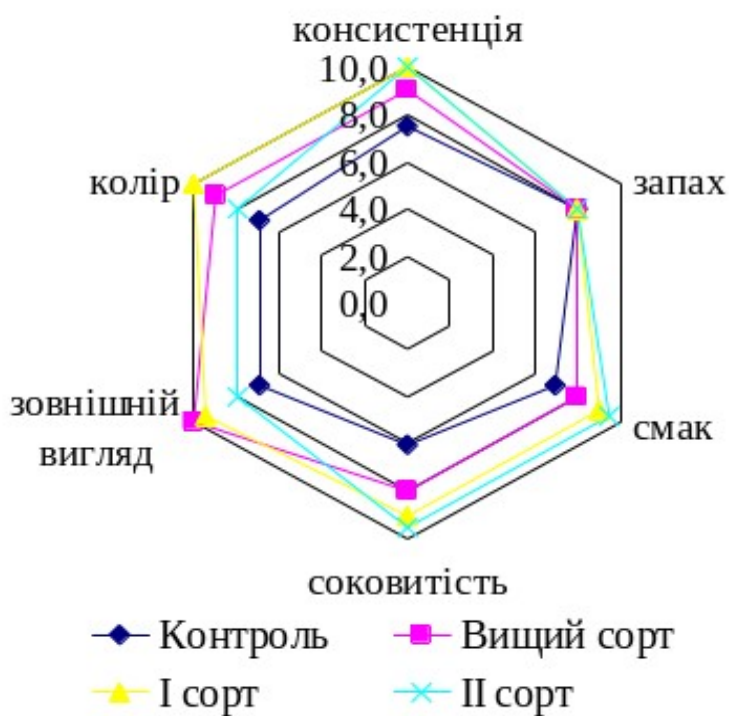


Рисунок 3.17– Органолептична оцінка зразків з м'яса різного сорту після ТО у розмороженому стані

Як видно з рис. 3.17 розморожування виробів перед ТО, не вплинуло значно на зміну органолептичних показників виробів. Однак зовнішній вигляд зразку з використанням м'яса вищого сорту був кращим, в порівнянні з іншими зразками.

Згідно до результатів експериментальних досліджень щодо можливості застосування м'яса зниженої сортності, можна зробити висновок, що застосування м'яса I та II сорту сприяє покращенню органолептичних показників зразків. Також відмічається збільшення показнику виходу для зразків з м'яса I сорту, виход зразків з м'яса вищого сорту і II сорту були приблизно однаковими. Тому, в технології реструктурованих виробів м'ясної сировини з вмістом сполучної та жирової тканини в межах від 0 до 20 % є доцільним. Цим вимогам відповідає м'ясна обрізь (тримінг) із співвідношенням м'язової і жирової тканини 85/15, 90/10 та 95/5.

Були проведені дослідження щодо визначення впливу додаткової гідратації суміші на якісні показники м'ясних модельних систем.

Гідратацію комплексної суміші проводили окремо у співвідношеннях 1:2 та 1:5. При гідромодулі (г/м) 1:2 зволожена суміш мала рихлу комкувату консистенцію, а при г/м 1:5 мала вигляд рідкої суспензії.

При застосуванні гідратації добавки г/м 1:2 значної відмінності від контрольного зразку не спостерігалось. Але відмічалось набування м'ясною системою більш пластичної, в'язкої структури, яка при г/м 1:5 була ще більш пластичною і в'язкою, а також спостерігалось підвищення липкості системи.

Показники рН зразків, а також виходу модельних зразків після ТО за різного термічного стану наведено у табл. 3.10, а також зображено на рис. 3.18.

Таблиця 3.10 – рН зразків, та вихід виробів після ТО при зміні рівня гідратації комплексної суміші

№ з/п	рН розморожених виробів	Вихід після ТО у замороженому вигляді, %	Вихід після ТО у розмороженому вигляді, %	Вихід після ТО у розмороженому вигляді і паніруванні, %
Контроль	6,50	69,11	65,28	84,76
Вищий сорт	6,50	73,96	73,78	85,59
Вищий сорт (г/м 1:2)	6,26	67,52	70,74	81,75
Вищий сорт (г/м 1:5)	6,11	69,84	71,03	74,29

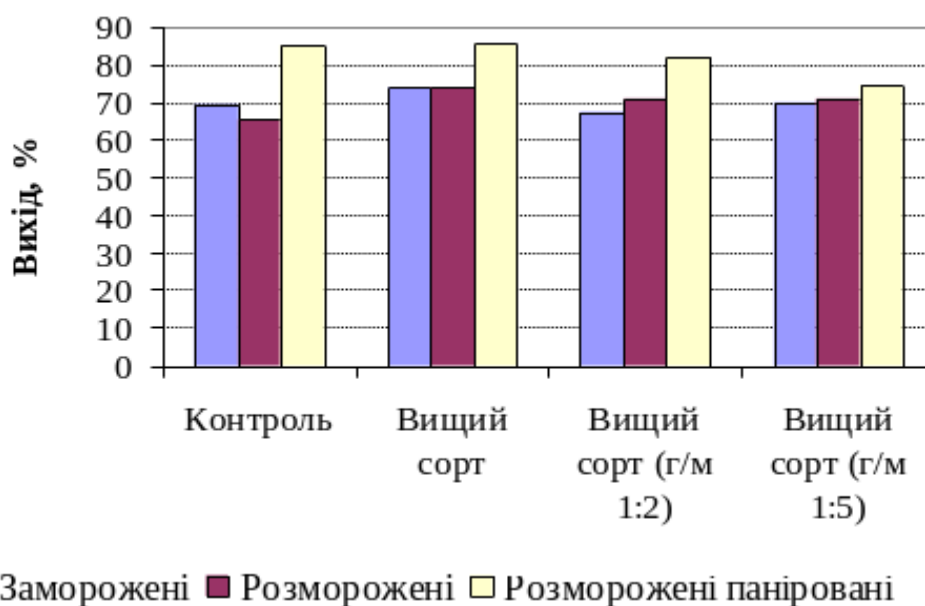


Рисунок 3.18– Вихід зразків з різним рівнем гідратації комплексної суміші

З рис. 3.18 видно, що значення виходу зростає в розморожених виробках при г/м 1:2 (з 73,96 до 75,8 %), але зменшується у заморожених і розморожених при г/м 1:5 (з 74,1 до 69,84 % – заморожених, з 75,8 до 71,03 % – розморожених). Тому, гідратацію суміші для рекструтурування доцільно проводити за мінімальної кількості вологи – г/м 1:2.

Відмічається, що вихід панірованих розморожених зразків є більшим ніж у зразків оброблених у розмороженому і замороженому вигляді. Цей показник є вищим на 11,0...12,0, 6,0...7,0, 3,0...5,0 % ніж у відповідних зразках без панірування.

Органолептична оцінка виробів при використанні суміші з різним рівнем гідратації наведено на рис. 3.19 та рис. 3.20.

Як видно з рис. 3.19, найкращим зразком за показниками колір, зовнішній вигляд, смак, був зразок з використанням додаткової води за рівня – г/м 1:2. За показниками консистенція, та соковитість цей зразок мав лише на 0,5 балів меншу оцінку, ніж в зразку без гідратації добавки.

При збільшенні г/м до 1:5, спостерігається погіршення органолептичних показників зразків після ТО. Відмічається погіршення консистенції – вона стає більш рихлою, збліднення забарвлення та поява специфічного водянистого присмаку зразку.

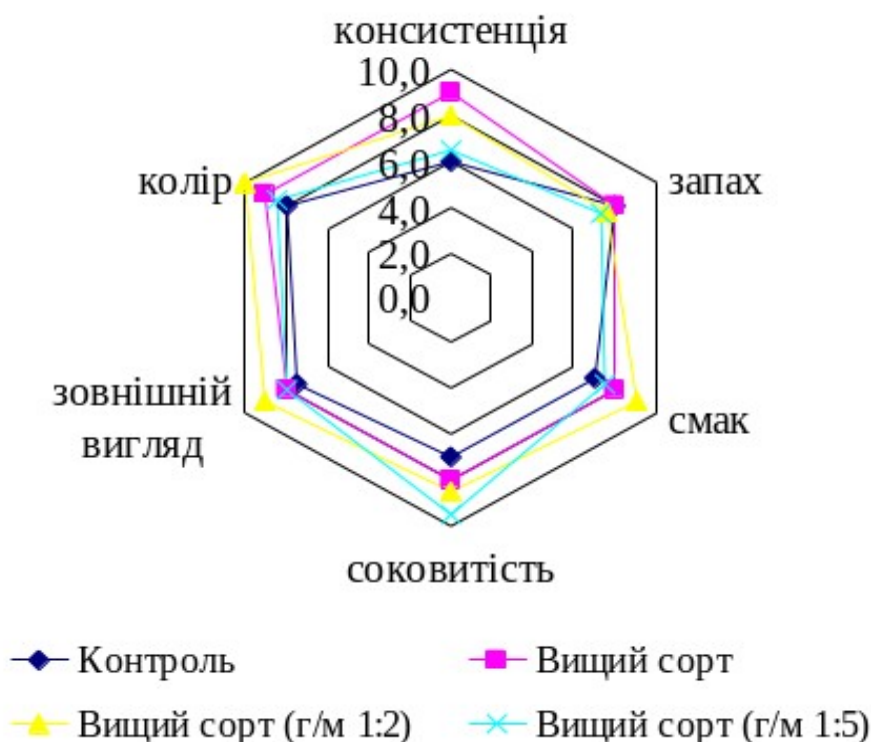


Рисунок 3.19 – Органолептична оцінка зразків з різним рівнем гідратації суміші після ТО у замороженому стані



Рисунок 3.20 – Органолептична оцінка зразків з різним рівнем гідратації суміші після ТО у розмороженому стані

З рис. 3.20 видно, що найбільшу оцінку при органолептичному дослідженні мали зразки із використанням добавки без гідратації а також зразок із мінімальною гідратацією при г/м 1:2.

Відповідно до результатів виходу продукту, а також органолептичних досліджень визначено, що найкращими були зразки з використанням добавки без гідратації, або з гідратацією добавки за мінімального рівня внесення вологи – г/м 1:2. Тому, для підприємств м'ясної промисловості можна рекомендувати використання розробленої суміші для реструктурування і сухому вигляді або гідратованому (з г/м 1:2), що потребує подальших досліджень.

3.3 Дослідження процесу заморожування м'ясних модельних зразків із застосуванням розроблених сумішей

Дослідження зміни теплофізичних показників м'ясних систем свинини різних сортів в процесі заморожування-розморозування

На першому етапі досліджено теплофізичні показники м'ясних систем на основі м'язової та жирової тканин свинини. На рисунках 3.21, 3.22 наведено термограми процесу заморожування-розморозування м'ясних систем м'ясних систем свинини різних сортів і шпик.

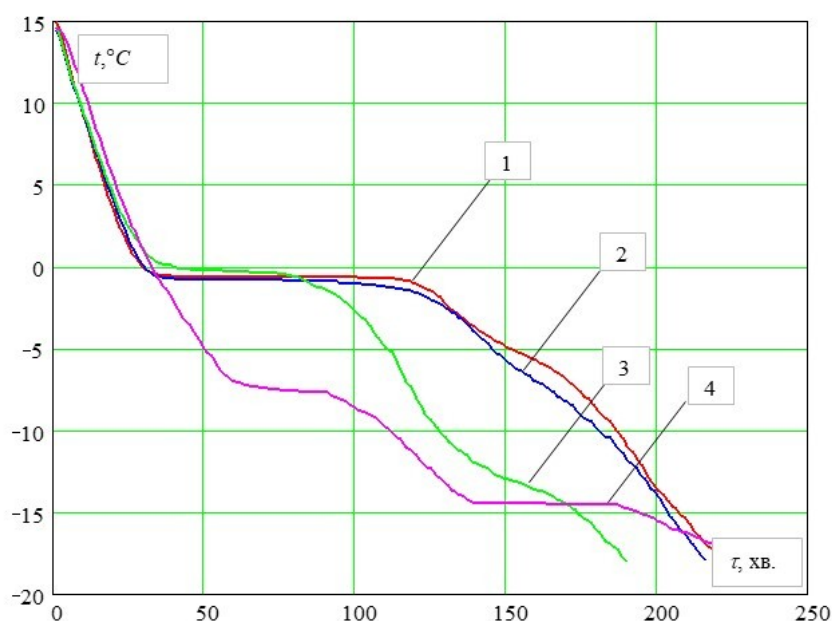
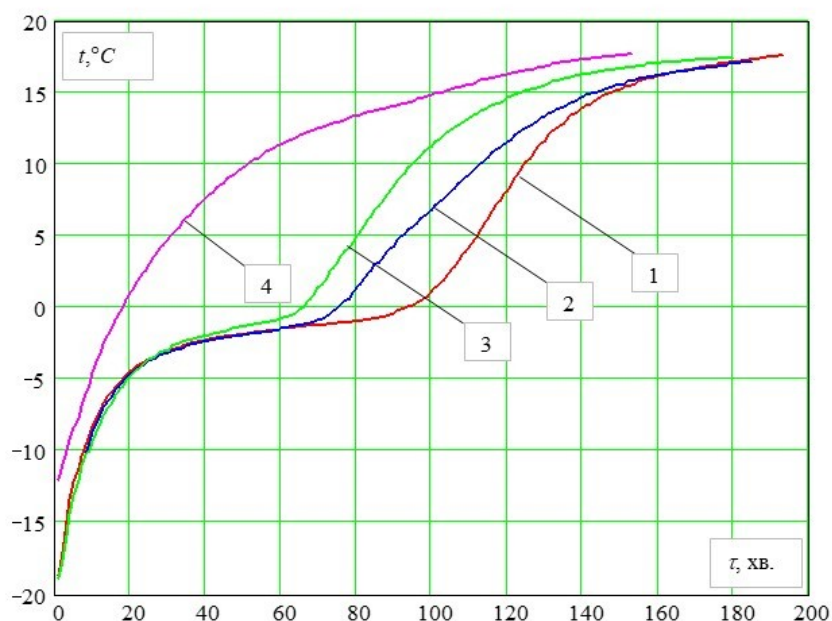


Рисунок 3.21 – Термограми процесу заморожування м'ясних систем свинини: 1 – нежирна свинина; 2 – напівжирна свинина; 3 – жирна свинина; 4 – шпик

За даними наведеними на рисунках, можна бачити, що криві процесу заморожування-розморозування м'ясних систем свинини мають однаковий загальний вигляд, але різні абсолютні значення. Так, незалежно від морфологічного складу м'ясних систем, процес їх охолодження до

кріоскопічної температури описується практично однаковими кривими. Під час заморожування можна виділити три етапи.



б) розморожування

Рисунок 3.22– Термограми процесу розморожування м'ясних систем свинини: 1 – нежирна свинина; 2 – напівжирна свинина; 3 – жирна свинина; 4 – шпик

На першому етапі охолодження зразків від $+15^{\circ}\text{C}$ до $+1^{\circ}\text{C}$ зниження температури зразків відбувається пропорційно кількості роботи з відбору тепла. На другому етапі температура зразків знижується від $+1^{\circ}\text{C}$ до мінус $(1.2...2.5)^{\circ}\text{C}$, настає переохолодження системи та відбувається кристалізація приблизно 70% рідкої фази продукту. На третьому етапі має місце доморожування зразків до температури мінус 20°C , при цьому утворення нових кристалів не відбувається, розпочинається зростання кристалів, що вже утворились. Зниження температури відбувається пропорційно роботі з відбору тепла.

Завдяки відмінностям у морфологічній будові (збільшення масової частки жирової тканини) зразки свинини швидше минають етап переохолодження та кристалізації. Можна спостерігати, що зі збільшенням

жирності зразків час на досягнення заданої температури заморожування зменшується у 1.25 рази у свинини жирної у порівнянні зі свининою нежирною. Відповідно швидкість заморожування стає вище, що є одним з факторів формування дрібних кристалів льоду. При недостатній швидкості заморожування кристалізація вологи починається спочатку у міжклітинних зонах, а потім всередині клітин, що і руйнує клітинну цілісність продукту, погіршуючи його фізико-хімічні та органолептичні властивості [12, 27,43].

На рисунках 3.23, 3.24 наведено температурні залежності ефективної теплоємності під час заморожування й розморожування м'ясних систем свинини та шпику..

Характерний пік ефективної теплоємності відповідає фазовому переходу вода-лід, положення його максимуму фіксує кріоскопічну температуру системи. Ширина піка біля підніжжя визначає кріоскопічний інтервал температур, в якому відбувається виморожування вільної вологи. Площа під піком фазового переходу визначає питому теплоту фазового переходу в кріоскопічному інтервалі температур.

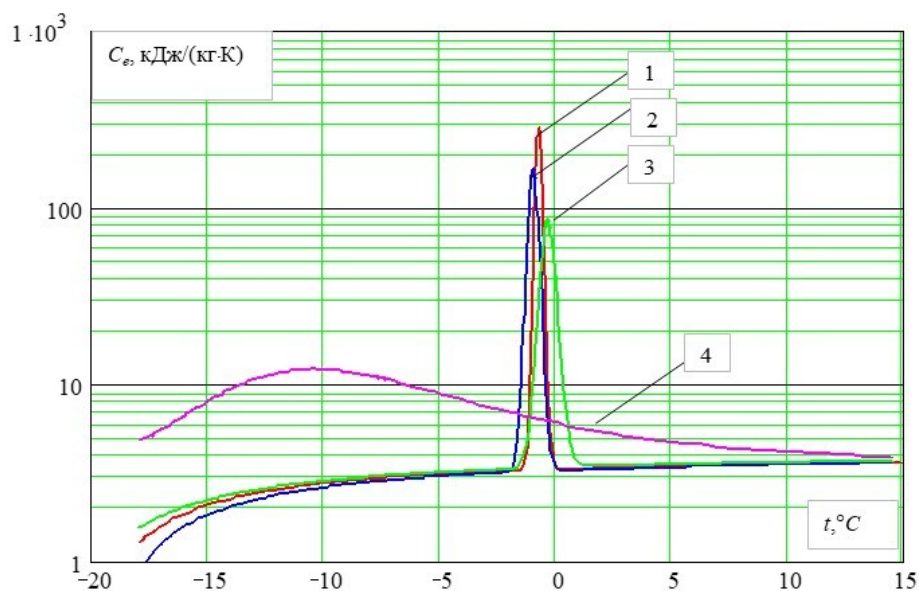


Рисунок 3.23 – Температурні залежності ефективної питомої теплоємності м'ясних систем свинини під час заморожування: 1 – нежирна свинина; 2 – напівжирна свинина; 3 – жирна свинина; 4 – шпик

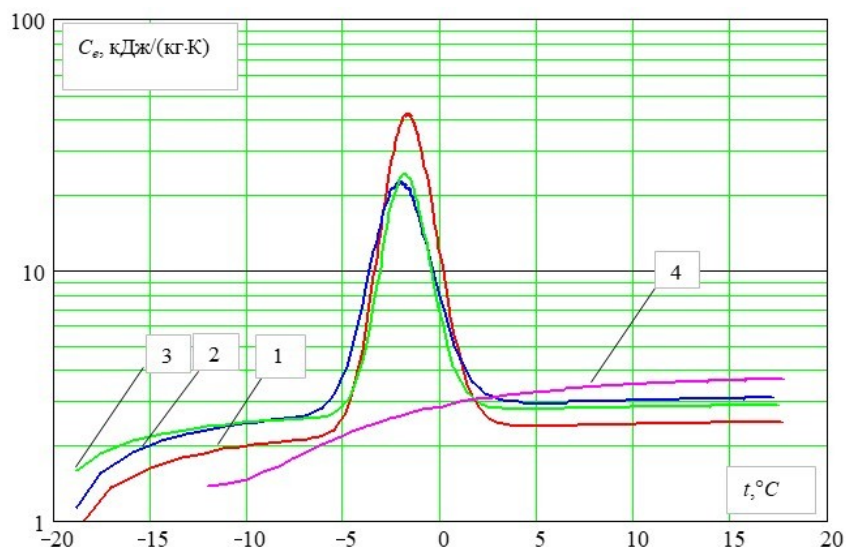


Рисунок 3.24 – Температурні залежності ефективної питомої теплоємності м'ясних систем свинини під час розморожування: 1 – нежирна свинина; 2 – напівжирна свинина; 3 – жирна свинина; 4 – шпик

У таблиці 3.11 наведено інформаційні параметри температурної залежності ефективної теплоємності м'ясних систем свинини різних сортів та шпику.

За даними таблиці 3.11 та рисунків 3.23-3.24 можна визначити, що шпик не має фазового переходу в досліджуваному діапазоні температур (характерний пік відсутній). Це пояснюється його морфологічною будовою і хімічним складом – у шпику немає вільної води і незначна частка зв'язаної, тому характерний пік фазового переходу відсутній.

Питома теплоємність свинини має інший характер під час заморожування-розморожування, ніж яловичини: розширення криоскопічного інтервалу, зниження теплоти фазового переходу і зменшення частки вільної води на 10...20% для напівжирної та жирної свинини може свідчити про необоротне структурування такого м'яса в процесі заморожування-розморожування.

Таблиця 3.11– Параметри температурної залежності ефективної теплоємності м'ясних систем свинини різних сортів і шпику (n=5, P≥0.95)

Показник	Свинина			
	нежирна	напівжирна	жирна	шпик
Заморожування				
$T_{кр}, ^\circ\text{C}$	-0.7	-1	-0.4	–
$\Delta T_{кр}, ^\circ\text{C}$	1.5	1.9	2.6	–
$\Delta H_{кр}, \text{кДж/К}$	88	74	55	–
$\Delta H, \text{кДж/К}$	207	189	179	258
$\Delta \omega$	0.26	0.22	0.17	–
Розморожування				
$T_{кр}, ^\circ\text{C}$	-1.7	-2.1	-1.9	–
$\Delta T_{кр}, ^\circ\text{C}$	8.1	8.8	7.2	–
$\Delta H_{кр}, \text{кДж/К}$	95	59	51	–
$\Delta H, \text{кДж/К}$	180	164	154	103
$\Delta \omega$	0.28	0.18	0.15	–

Зі збільшенням жирності зразків знижується теплота фазового переходу $\Delta H_{кр}$, та збільшуються значення криоскопічного інтервалу температур, що можна пояснити зменшенням частки вільної води в жирній свинині та меншою концентрацією розчинених у ній речовин (для чистої води $\Delta T_{кр} \rightarrow 0$). Енергозатрати на процес майже не залежать від жирності свинини.

Результати досліджень теплофізичних характеристики м'ясних систем на основі м'язової та жирової тканин свинини показали, що найкращі кріопротекторні властивості має більш жирна свинина порівняно з м'язовою тканиною яловичини. Це підтверджується зменшенням питомої теплоти фазового переходу з одночасним збільшенням криоскопічного інтервалу температур $\Delta T_{кр}$ під час розморожування. Також спостерігається зниження показників теплоти фазового переходу $\Delta H_{кр}$, що можна пояснити зменшенням частки вільної води в жирній свинині та меншою концентрацією розчинених у ній речовин. Енергозатрати на процес майже не залежать від жирності свинини.

Отриманий комплекс інформаційних параметрів показав, що

морфологічна будова м'яса суттєво впливає на теплофізичні показники м'ясних систем під час заморожування-розморожування. Збільшення жирової тканини забезпечує під час заморожування такий розвиток процесу, в результаті якого швидкість переміщення вологи з клітин в міжклітинний простір буде менша, кристали льоду, що формуються – дрібніше, а процес кристалоутворення – керованим.

При виробництві м'ясних реструктурованих виробів регулювання співвідношення м'язової та жирової тканин дає можливість впливати на стабільність властивостей м'ясних систем у технологічному циклі «заморожування–зберігання–розморожування», створювати продукцію з необхідними функціонально-технологічними та теплофізичними показниками, забезпечуючи високі показники якості та безпечності за реалізації циклу «заморожування-зберігання-розморожування» [131-133].

Для досліджень зміни температури в товщі виробів були обрані зразки, рецептури яких наведено у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Рецептура сумішей допоміжних компонентів

№ з/п	Вміст добавки у %, до маси м'ясної сировини		
	ФС	Сіль	БТ
1	0,3	1,5	1,0
2	0,3	1,5	1,5
3	0,3	1,5	2,0
Контроль	–	–	–

Перебіг процесу заморожування-розморожування зображено на рис. 3.25 та рис. 3.26.

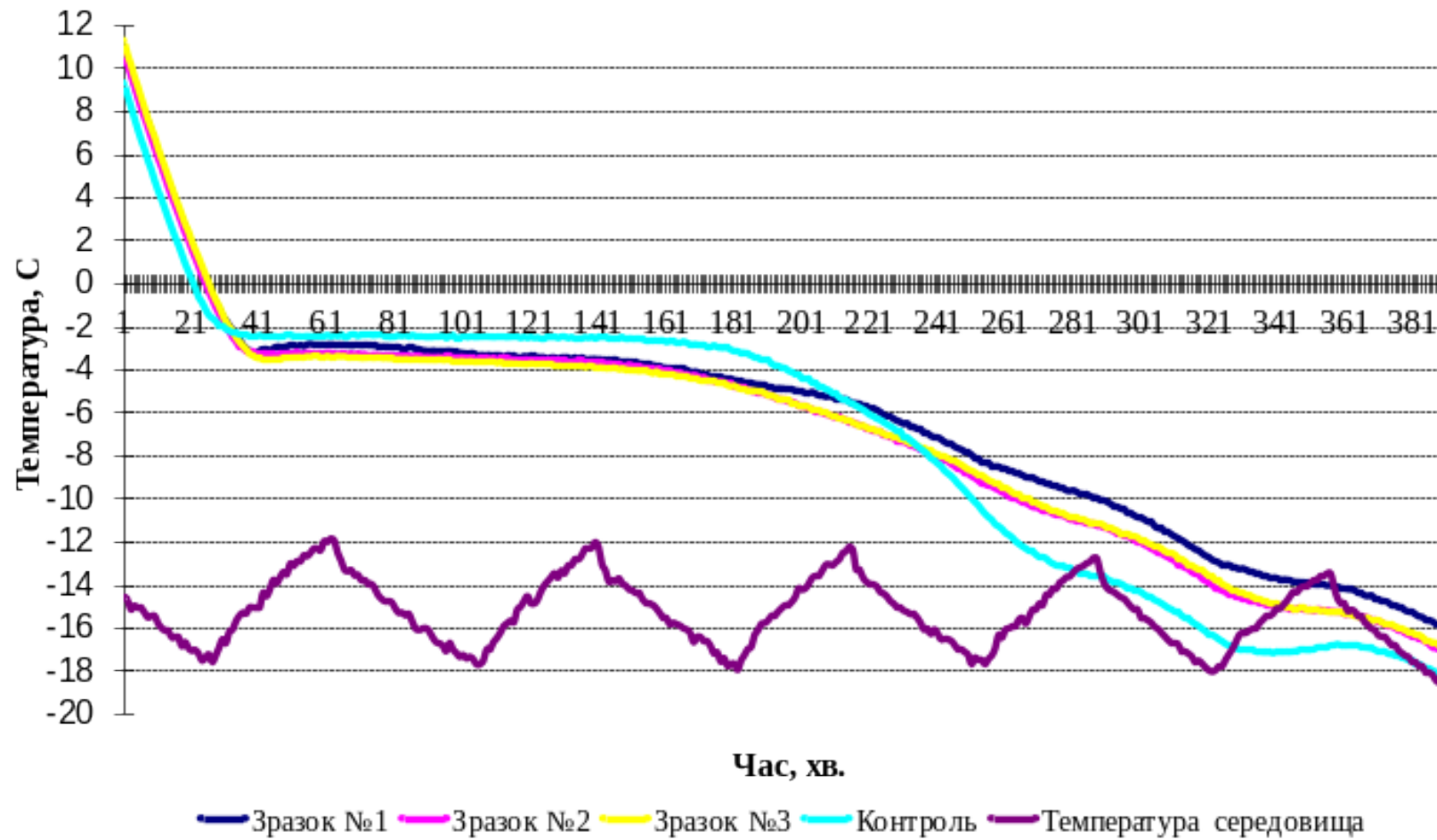


Рис. 3.21 – Зміна температури в товщі зразка під час заморожування

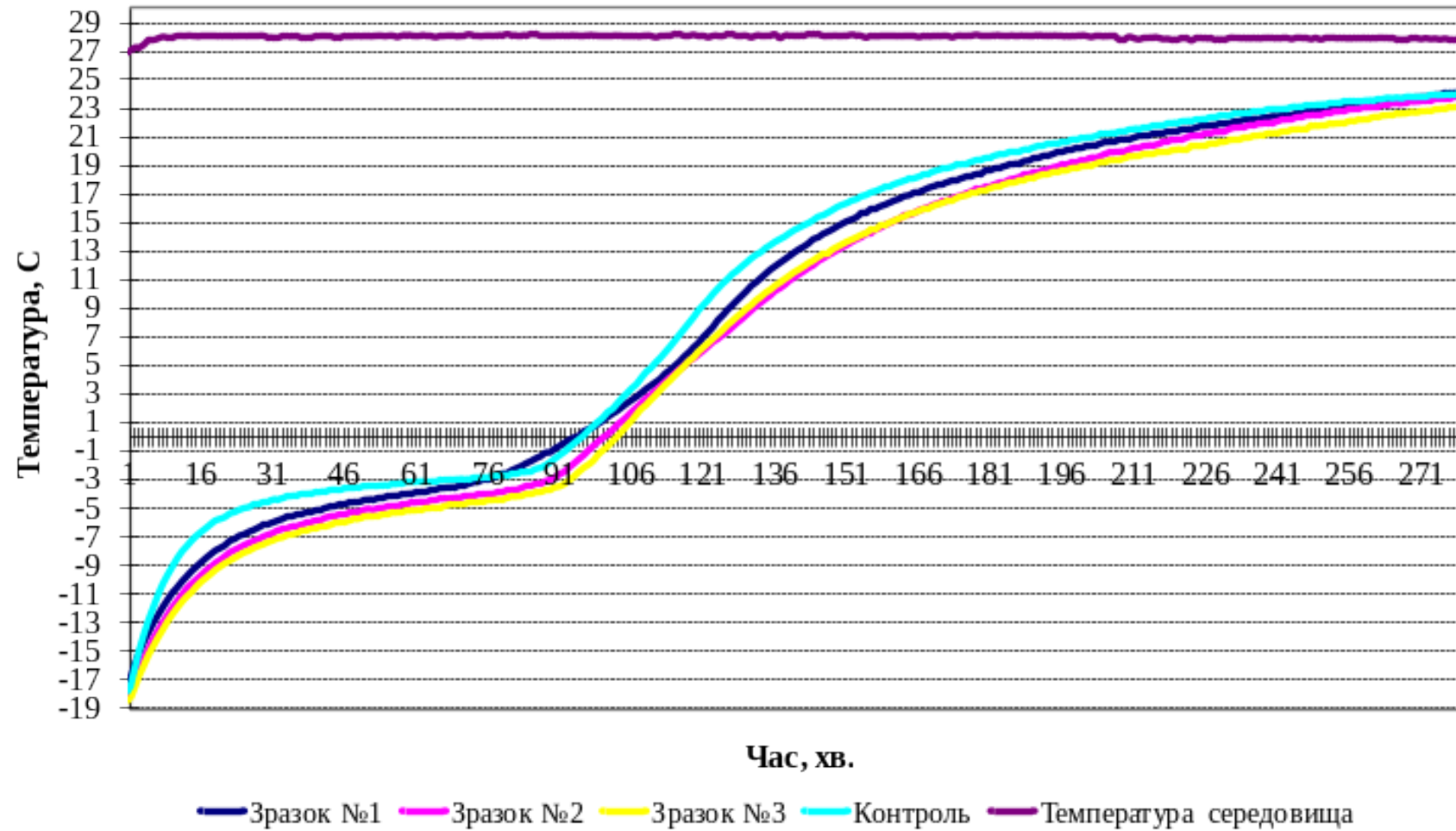


Рис. 3.22 – Зміна температури в товщі зразка під час розморожування

Використання сумішей сприяло сповільненню процесу охолодження реструктурованих виробів. Температура перебігу процесу кристалоутворення зразків з добавками була нижчою, ніж в контрольного зразку, та складала $t = -3\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура кристалоутворення контролю – $t = -2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Причому тривалість цього процесу у зразках з добавкою була меншою, і складала $\tau = 110\text{ хв.}$, в порівнянні з контролем $\tau = 140\text{ хв.}$

Процес розморожування виробів, зображений на рис. 3.22, характеризувався сповільненням процесу відтаювання виробів в залежності від збільшення частки доданої БТ, він був довшим в середньому на $\tau = 10\text{ хв.}$ Це свідчить про те, що зв'язування кристалізованої води при розморожуванні відбувалося більш рівномірно, тому кількість втрат вологи при розморожуванні було меншою.

Також можна відмітити, що вищезначені явища були найбільш виражені у зразках № 2 та № 3, в яких вміст колагенового білку складав 1,5 та 2,0 % відповідно.

3.4 Обґрунтування складу та технологічних параметрів виробництва сумішей для цілеспрямованого використання у технологіях реструктурованих м'ясних продуктів

З метою вибору структуроутворюючих компонентів для утворення єдиної монолітної структури при розробці технології м'ясних реструктурованих виробів зі свинини проведено дослідження по вивченню функціонально-технологічних властивостей модельних систем з додаванням різних видів структуроутворюючих компонентів.

В якості модельних систем використовували шматочки свинини розміром $(20 \times 20) \pm 1\text{ мм.}$

В якості структуроутворюючих компонентів використовували: соєвий ізолят, каррагінан, фосфат, фермент трансглютаміназу та посолочні інгредієнти (сіль поварену харчову, нітрит натрію, цукор-пісок).

М'ясні модельні системи піддавали масуванню в розсолах, рецептури яких наведено в таблиці 3.5. Кількість розсолу складало 10% до маси м'ясної сировини.

Таблиця 3.13 – Склад компонентів розсолів для соління модельних систем

Компоненти	Масова частка компонентів, %				
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Фосфат	-	3,3	-	-	-
Каррагінан	-	-	3,3	-	-
Соевий білковий ізолят	-	-	-	6,7	-
Фермент трансглютаміназа	-	-	-	-	3,3
Сіль кухонна харчова	17	17	17	17	17
Нітрит натрію	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Цукор-пісок	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Вода	80,93	77,63	77,63	74,23	77,637
Разом	100	100	100	100	100

Модельні системи завантажували у масажер, додавали розсіл у кількості 10% і масували впродовж 2 годин за наступною схемою: масування – 20хв, спокій – 10 хв, масування – 20 хв.

Витриману в посолі м'ясну сировину формували в оболонку у вигляді циліндру, витримували 10...12 год за температури 4 °С для кращого структуроутворення, заморожували і зберігали за температури мінус 20...25 °С впродовж 24 год. З отриманого напівфабрикату у замороженому вигляді нарізали порційні шматки завтовшки 1,7...2,0 см і запаковували у вакуум. Термообробку проводили способом варіння за технологією *Sous vide* (Су від)



Рисунок 3.27 – Зовнішній вигляд реструктурованих виробів зі свинини після заморожування великим шматком



Рисунок 3.28 – Зовнішній вигляд порційно нарізаного напівфабрикату

Під час проведення експерименту у зразків визначали функціонально-технологічні властивості. Результати досліджень яких наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.14– Функціонально-технологічні показники модельних систем зі структуроутворюючими компонентами

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Втрати маси при термообробці, %	28,9±0,15	22,0±0,13	20,5±0,19	19,6±0,15	18,6±0,24
ВЗЗ, %	68,7±0,42	74,9±0,27	77,4±0,35	77,0±0,29	78,4±0,35
Вихід, %	92,4±0,15	101,4±0,27	103,4±0,19	104,5±0,32	105,8±0,18
Робота різання, Дж/м ²	3,95±0,25	4,29±0,35	5,68±0,40	5,12±0,15	5,86±0,20
Гранична напруга зсуву, кПа	7,5±0,15	8,05±0,15	10,23±0,15	8,82±0,15	10,32±0,15

У реструктурованих м'ясних системах з використанням структуроутворюючих компонентів у порівнянні з контрольним зразком знижуються втрати при термообробці, підвищується вологозв'язуюча здатність і вихід готового продукту. При цьому розмір втрат залежить від виду структуроутворюючого компоненту.

Використання ферменту трансглютамінази у складі реструктурованих м'ясних виробів сприяє зниженню втрат маси при термообробці 18,6±0,24%, збільшенню вологозв'язуючої здатності на 10% у порівнянні з контролем і підвищення виходу до 105,8±0,18%.

В попередніх дослідженнях доведено, що оптимальним вмістом інгредієнтів для виробництва реструктурованого напівфабрикату у м'ясній системі (до маси м'ясної сировини) є: сіль харчова – 1,5 %, ФС – 0,3 %, БТ – 2,0 %. Рецепт суміші для реструктурування та співвідношення її компонентів наведені у табл. 3.9.

Табл. 3.15– Рецепттура суміші для реструктурування

Компонент суміші	Співвідношення компонентів у суміші	Масова частка компоненту у суміші, %	Вміст на 100 кг суміші, кг
Сіль харчова	0,4	40,0	40,0
Суміш фосфатна	0,1	10,0	10,0
Білок тваринний	0,5	50,0	50,0
Разом	1,0	100,0	100,0

Технологія виробництва суміші наведена на рис. 3.28

Рівень внесення суміші, при виробництві реструктурованих м'ясних напівфабрикатів, повинен складати 3,3 % до маси м'ясної несолоної сировини.

Комплексна добавка вноситься під час перемішування при приготування фаршу у сухому вигляді.



Рис. 3.29 – Принципова технологічна схема виробництва суміші для виробництва реструктурованих м'ясних напівфабрикатів

4. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ М'ЯСНИХ РЕСТРУКТУРОВАНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ

4.1. Обґрунтування технологічної схеми виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених

За результатами попередніх досліджень була розроблена технологічна схема виробництва замороженого реструктурованого м'ясного напівфабрикату, яка наведена на рис. 4.1.

Приймання сировини. Приймання сировини проводять партіями у відповідності до нормативної документації на кожен вид сировини (м'ясна сировина і допоміжні компоненти), споміжних і пакувальних матеріалів, які піддаються вхідному контролю у відповідності до схеми виробничого контролю. Сировина, яка направляється на переробку, повинна супроводжуватися дозволом ветсанслужб. У випадку сумніву у свіжості

м'яса вхідний контроль здійснюють у відповідності до вимог ДСТУ 7992:2015 [123].

Приготування м'ясної маси. Виробництво напівфабрикату здійснюють у фаршемішалці шляхом перемішування всіх компонентів рецептури протягом 5...7 хв., з подальшим масуванням.

Подрібнену м'ясну сировину змішують із сумішшю для реструктурування (вводиться у кількості 3,8 % до маси м'ясної сировини у сухому вигляді), рецептура фаршу складається з мас. %:

- м'ясна сировина (яловича обрізь)	100,0
- суміш для реструктурування	3,8

Проект рецептурного складу розробленої продукції зі свинини, наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептура м'ясних реструктурованих виробів зі свинини

Сировина	Маса, г
Свинина (нежирна, м'ясна обрізь)	10000
Фермент трансглютаміназа	33
Сіль кухонна харчова	170
Нітрит натрію	0,7
Цукор-пісок	20
Вода	776,37

Рекомендоване масування проводять за режимом: $\tau = 1$ год, (цикл 10 хв. масув., 20 хв. спокій)

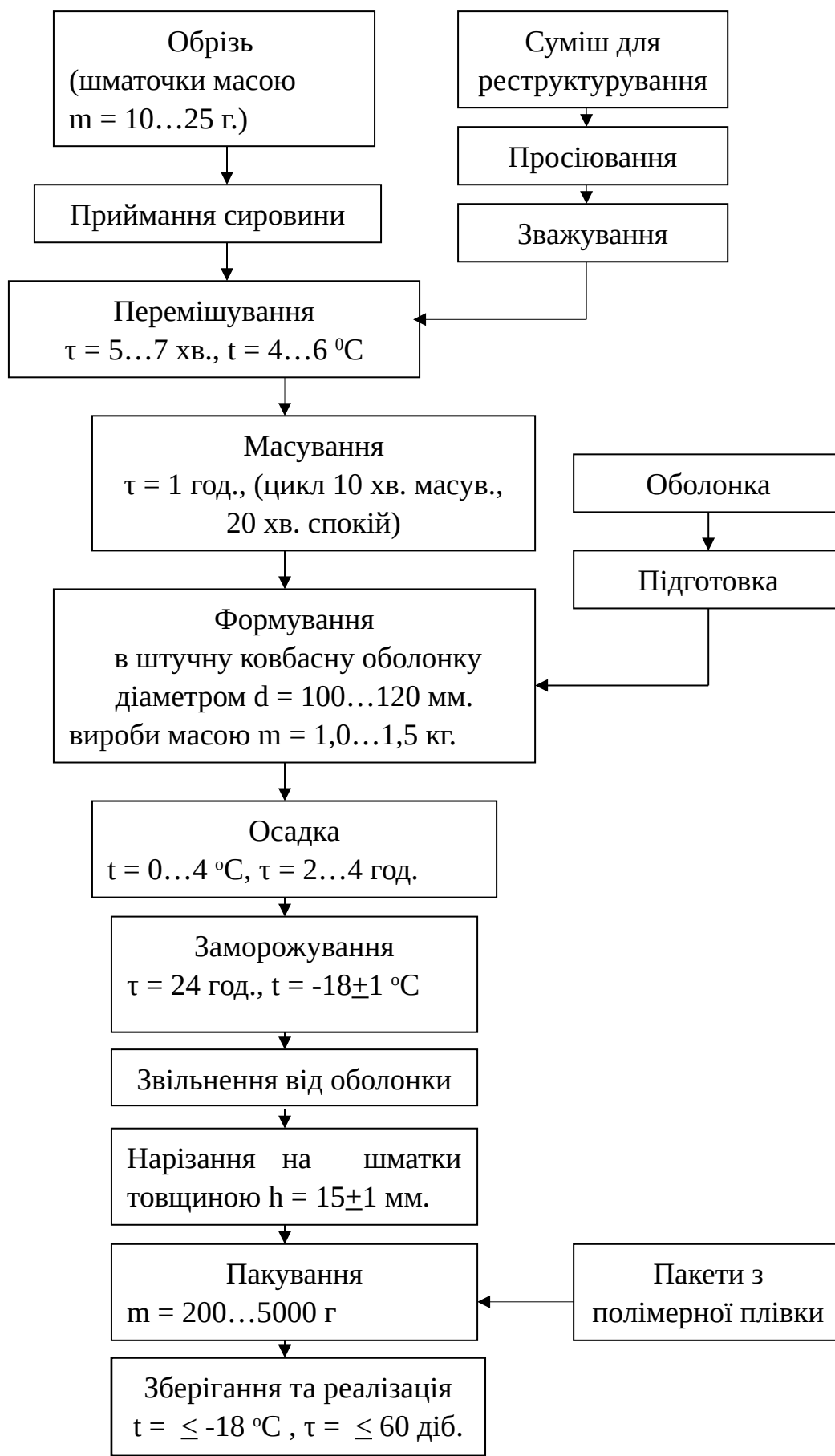


Рис. 4.1. – Технологічна схема виробництва м'ясних реструктурованих заморожених напівфабрикатів

Формування. Для формування виробів використовують ковбасну оболонку діаметром $d = 100...120$ мм., із низьким ступенем адгезії до фаршу. Вироби направляють на осадку при $t = 0... 4$ °С протягом $\tau = 2...4$ год.

Заморожування. Заморожування проводять протягом $\tau = 24$ год., при температурі в холодильній камері $t = - 18 \pm 1$ °С.

Підготовка до реалізації. Заморожені вироби звільняють від оболонки та надають остаточної форми шляхом нарізання на скибочки товщиною 15 ± 1 мм. на автоматичній пилі для заморожених продуктів. Продукцію пакують у полімерні пакети, маркують та реалізують у замороженому вигляді. Зберігають напівфабрикати за температури при температурі не вище $- 18$ °С – не більше 60 діб; не вищої ніж $- 10$ °С – не більше ніж 30 діб; не вищої 5 °С – не більше ніж 48 год.

На підприємствах ресторанних господарств, або в домогосподарствах кулінарну обробку проводять у замороженому вигляді, або у

розмороженому вигляді з температурою всередині виробу $t = - 2 \dots 0$ °С.

На рисунку 4.2 та в таблиці 4.1 наведено технологічну схему отримання реструктурованих виробів зі свинини, що імітує натуральний м'ясний порційний напівфабрикат зі свинини. Дана схема може бути використана також для обґрунтування і реалізації технології реструктурованих м'ясних заморожених напівфабрикатів.

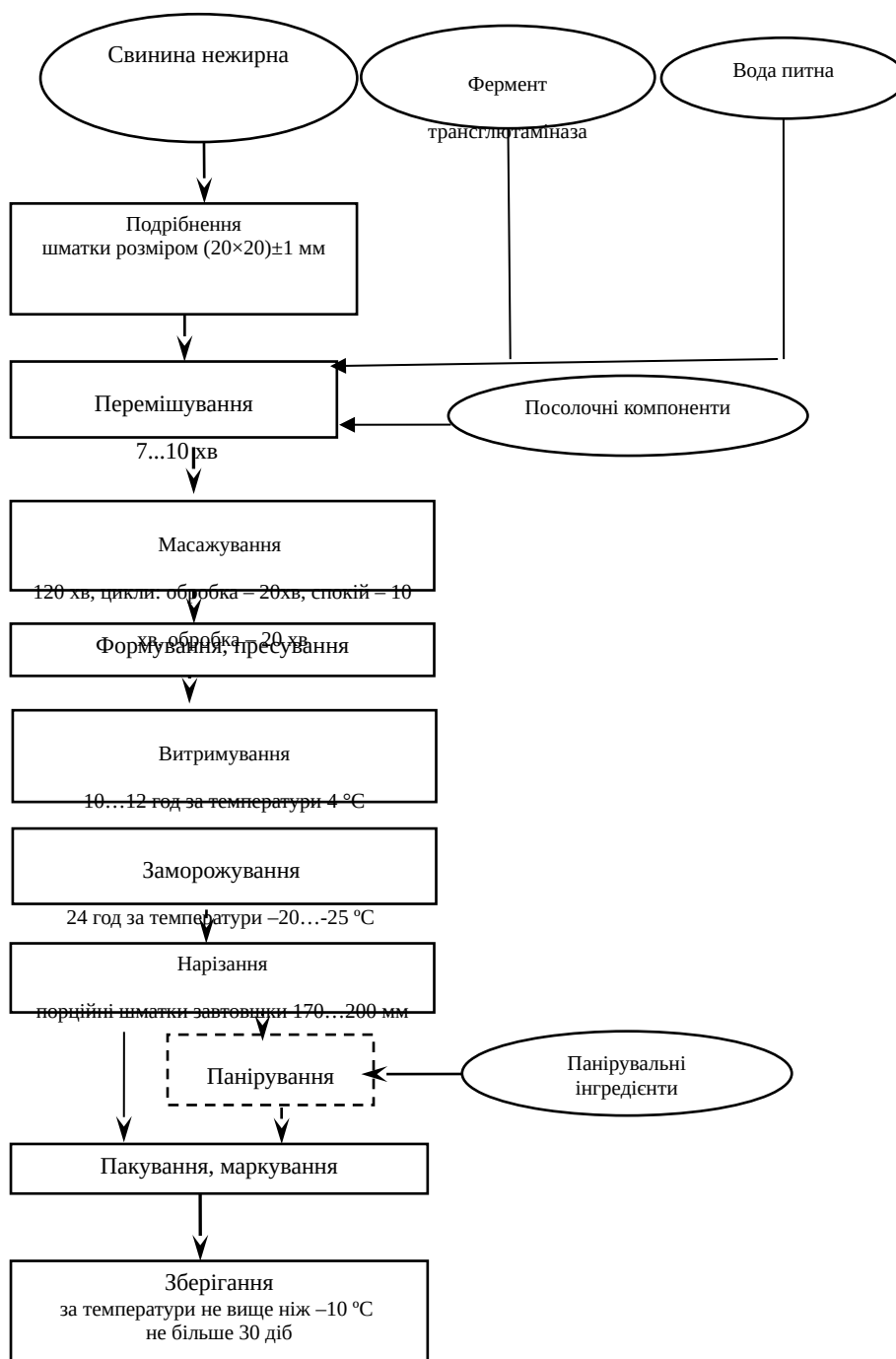


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва реструктурованих виробів зі свинини

На наведеній принциповій схемі виробництва (рис. 4.1, 4.2, табл. 4.2) видно, що в рамках системи існують декілька підсистем: $C \rightarrow B \rightarrow A$. Основою інноваційної стратегії під час виробництва реструктурованих напівфабрикатів стали напівфабрикати м'ясні натуральні порційні. Більшість напівфабрикатів мають вигляд шматка м'ясної м'якоти неправильної овальної форми товщиною від завтовшки 1,7...2,0 см вагою 80...125 г.

Таблиця 4.2 - Структурнологічна характеристика процесу утворення реструктурованого м'ясного напівфабрикату

Позначення підсистем	Назва підсистеми	Мета підсистеми
А	Утворення напівфабрикату м'ясного реструктурованого замороженого	Дослідження чинників, що впливають на основні споживчі властивості продукту; створення умов для гарантованого збереження якості продукту
В	Реструктурування напівфабрикату м'ясного	Формування фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних властивостей напівфабрикатів
С	Утворення м'ясного	Подрібнення і змішування

	напівфабрикату	рецептурних компонентів
--	----------------	-------------------------

Експериментально підібрано раціональні параметри подрібнення м'яса. М'ясна сировина інспектується і для створення оптимальних умов для подальшого реструктурування має входити в рецептурну суміш в певних пропорціях: 75% м'ясної сировини у вигляді шматків масою 10–15 г, а 25% м'ясної сировини подрібнюються на решітці з діаметром отворів 10–15 мм. Це необхідно для отримання більш однорідної сировинної маси, рівномірного перемішування компонентів, заповнення проміжків між шматками м'яса.

Подрібнену м'ясну сировину змішують із сумішшю для реструктурування (вводиться в кількості 3,3% до маси м'ясної сировини). Приготування напівфабрикату відбувається у фаршмішалці шляхом перемішування всіх компонентів рецептури протягом 7–10 хв, з подальшим масажуванням. Масажування триває 120 хв, цикли: обробка – 20хв, спокій – 10 хв, обробка – 20 хв

Після масажування м'ясна маса надходить на формування, де за допомогою пресформ продукту надається форма, що імітує великошматковий напівфабрикат «довгий м'яз спини». Потім проводять пресування та направляють напівфабрикат на заморожування за температури $-20...25$ °С до досягнення температури не вище -10 °С в товщі продукту. Заморожений продукт витримують протягом не менш 24 год за не вище -10 °С в товщі продукту.

Після витримування заморожений напівфабрикат нарізають на порції вагою 125–200 г. Для розширення асортименту порційних натуральних напівфабрикатів можна долучити стадію панірування, використовуючи композицію рідких та сипких панірувальних інгредієнтів. Установлено, що застосування паніровки підвищує вихід готової продукції на 12%. Отримані напівфабрикати пакують, маркують і направляють на зберігання й реалізацію.

4.2. Проектування та організація роботи технологічної лінії

Розроблена технологія виробництва напівфабрикату м'ясного реструктурованого не потребує принципово нового обладнання, але вимагає проектування технологічної лінії їх виробництва. На рис. 4.3 наведено апаратурно-технологічну схему лінії з виробництва м'ясних реструктурованих напівфабрикатів.

Будова і принцип дії лінії виробництва реструктурованих напівфабрикатів наступний. Зі столу жилювання 1 частина м'ясної обрізі за допомогою напільних візків надходить у вовчок 2 для здрібнювання. На столі 3 здійснюють зважування суміші для реструктурування, просіюють у віброситі 4. Здрібнену і нездрібнену м'ясну обрізь, а також зважену технологічну суміш направляють на перемішування у вакуумну мішалку-масажер 5.

Наповнення штучних ковбасних оболонок здійснюють на вакуумному шприці 6. Зформовані батони накопичують на столі 7, а потім у підпресованому вигляді розміщують на рамі 8. Рами з напівфабрикатами направляють на холодильну обробку у камеру для заморожування 9.

Заморожені вироби звільняють від оболонок на столі 10, а потім направляють на порціонування за допомогою автоматичної пили для заморожених продуктів 11.

По закінченні технологічного процесу напівфабрикати проходять контроль якості на столі 12, за необхідності упаковуються та маркуються на машині 13, і направляються на зберігання й реалізацію.

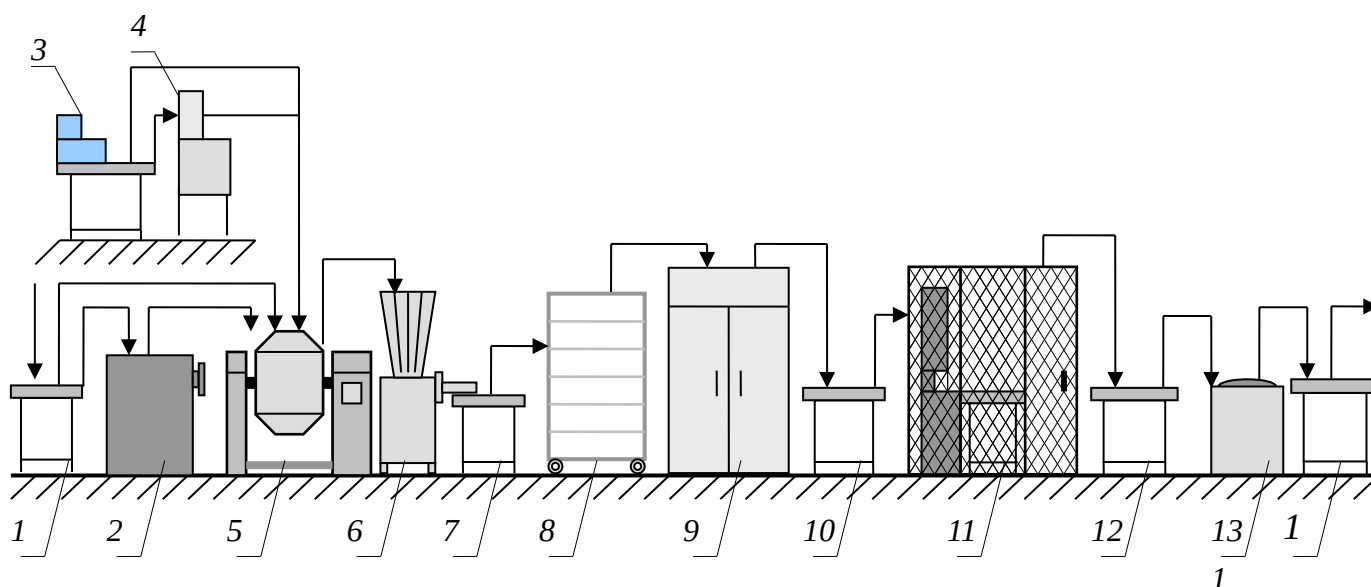


Рисунок 4.3 – Апаратурно-технологічна схема виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених

1 – стіл; 2 – вовчок; 3 – стіл для зважування добавки ; 4 – вібросто; 5 – мішалка-масажер; 6 – вакуумний шприць ; 7 – стіл для накопичення виробів; 8 – рама; 9 – камера для заморожування; 10 – стіл для звільнення від оболонки; 11 – автоматична пила для порціонування заморожених напівфабрикатів; 12 – стіл для контролю якості; 13 – машина пакувальна; 1 – стіл.

4.3. Дослідження основних показників якості та безпечності напівфабрикатів реструктурованих заморожених з яловичини

Напівфабрикати м'ясні реструктуровані заморожені (НМРЗ) із використанням суміші для реструктурування є новими в існуючому асортименті м'ясної продукції, тому доцільно комплексно дослідити показники їх якості та безпечності [134-138].

В якості основних показників якості розробленої продукції були обрані: органолептична оцінка, оцінка харчової та біологічної цінності, а також мікробіологічна оцінка виробів.

Досліджено органолептичні показники НМРЗ, які наведено у табл. 4.3

Фізико-хімічні та структурно-механічні характеристики є важливими показниками якості готових м'ясопродуктів. Результати вивчення функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів (табл. 4.4) свідчать, що у м'ясних виробів, виготовлених із використанням композиційної суміші, знижуються втрати маси під час розморожування та термообробки, підвищуються вологоутримувальна здатність (ВУЗ) і вихід готового продукту. Отримані дані свідчать, що внесення композиційної суміші призводить до незначного підвищення рН з одночасним збільшенням ВУЗ, що можна пояснити введенням фосфатів. Гранична напруга зсуву реструктурованого напівфабрикату значно підвищується, що підтверджує отримання ефекту адгезії за рахунок проведення комплексу заходів зі структуроутворення.

Таблиця 4.3 - Характеристика органолептичних показників реструктурованого м'ясного напівфабриката

Показник	Характеристика показника реструктурованого напівфабрикату	
	замороженого	доведеного до кулінарної готовності (обсмаженого)
Зовнішній вигляд	Форма однієї штуки – округло-сплюснута. Поверхня рівна, без розірваних та ламаних країв, без намерзлої криги та інею. Для ромштексів товщина від 8 мм до 10 мм, для антрекотів товщина від 15 мм до 20 мм. Поверхня панірованих напівфабрикатів покрита рівним тонким шаром панірувальних сухарів	Напівфабрикат має форму, отриману під час виробництва – овально-сплюснута
Консистенція	Щільна, тверда, некрихка, не допускаються тріщини та розриви	Еластично-пружна, із вкрапленнями волокон м'яса, досить соковита, рівномірно обсмажена скоринка, не допускаються тріщини

		та розриви
Запах	Без стороннього запаху	Приємний, властивий м'ясу, без стороннього запаху
Смак	Приємний, властивий м'ясу, без сторонніх присмаків	Приємний, властивий м'ясу, трохи солоний, без сторонніх присмаків
Колір	Властивий для натуральних м'ясних напівфабрикатів, дещо світліший за стандартний	Властивий для натуральних м'ясних напівфабрикатів, дещо світліший за стандартний

Таблиця 4.4 - Функціонально-технологічні властивості та вихід реструктурованих м'ясних напівфабрикатів

Зразок	Показник, що досліджується				
	pH	Втрати маси під час розморожування, %	ВУЗ, % до загальної вологи	Гранична напруга зсуву, кПа	Вихід, %
Контроль	6,2±0,3	3,5±0,2	57,4±1,9	1,6±0,2	65±1,2
Реструктурований м'ясний напівфабрикат	6,7±0,2	0,3±0,2	80,3±1,8	6,2±0,2	74±1,2

Харчова цінність розроблених реструктурованих напівфабрикатів (табл. 4) визначається насамперед харчовою цінністю основних рецептурних складників, їх співвідношенням із урахуванням втрат харчових речовин, що мають місце під час виробництва продукту. Установлено, що розроблена продукція є джерелом життєво важливих нутрієнтів: білків (до 26%), ліпідів (до

10%). Вона не поступається за вмістом основних компонентів контрольному зразку, за який обрано м'ясну сировину без внесення інших рецептурних інгредієнтів. У розробленій продукції більший вміст білка, за рахунок внесення тваринного білка, та масова частка золи була дещо вище, це можна пояснити збільшенням частки сухих речовин унаслідок внесення солі та фосфатів.

Таблиця 4.5 - Загальний хімічний склад експериментальних зразків

Зразок	Масова частка, %			
	вологи	білка	жиру	золи
Контроль	69,3±3,2	26,5±0,9	9,8,4±0,5	1,2±0,06
Реструктурований м'ясний напівфабрикат	59,7±3,2	26,2±0,9	3,7±0,5	1,9±0,06

З метою визначення харчової цінності розробленого м'ясного напівфабрикату досліджено загальний хімічний склад продукту, який наведено у табл. 4.5. В якості контрольного зразку був натуральний порційний напівфабрикатт (ромштекс), структурно-механічні властивості якого відтворює розроблений продукт.

Аналізуючи дані, наведені в табл. 4.5, слід зазначити, що хімічний склад розробленого продукту характеризувався більшим вмістом жиру та зольних речовин, а також меншим вмістом води, в порівнянні із контрольним зразком. Внаслідок цього, новий продукт мав більшу енергетичну цінність – 192 ккал, в порівнянні з контрольним зразком – 133 ккал.

Важливим показником біологічної цінності м'ясних виробів є вміст незамінних і замінних амінокислот. Визначено амінокислотний склад білків НМРЗ, який наведено у табл 4.6.

Під час дослідження ідентифіковано та кількісно визначено 19 амінокислот, із яких 37,74 % (контроль) і 37,1 % (НМРЗ) припадає на незамінні, а решта 62,25 % (контроль) і 62,89 % (НМРЗ) на замінні

амінокислоти. Співвідношення незамінних та замінних амінокислот у контролю складає 1:1,6, у НМРЗ – 1:1,7, що дозволяє характеризувати НМРЗ як продукти з високою біологічною цінністю.

Аналізуючи якісний та кількісний склад незамінних амінокислот (табл. 4.6), слід відзначити, що вміст амінокислот у складі НМРЗ є нижчим, ніж у контрольного зразка, але при цьому перевищує рівень ФАО/ВООЗ за такими амінокислотами як лейцин, лізин, метіонін і цистеїн. Кількість валіну, ізолейцину, треоніну та триптофану наближається до рівня їх вмісту в ідеальному білку.

Таблиця 4.6 – Амінокислотний склад НМРЗ

Найменування амінокислоти (АК)	Вміст амінокислот у НМРЗ			
	Ромштекс (контроль)		НМРЗ	
	г/100 г продукту	г/100 г білка	г/100 г продукту	г/100 г білка
Незамінні, у т.ч.:				
Валін	1,430	5,39	1,385	5,33
Ізолейцин	1,118	4,22	1,068	4,11
Лейцин	2,157	8,14	2,074	7,98
Лізин	2,170	8,19	2,106	8,10
Метіонін	0,676	2,55	0,648	2,49
Треонін	1,118	4,22	1,079	4,15
Триптофан	0,299	1,13	0,280	1,08
Фенілаланін	1,040	3,92	1,009	3,88
Сума незамінних АК	10,007	37,745	9,649	37,108
Замінні, у т.ч.:				
Аланін	1,495	5,64	1,556	5,98
Аргінін	1,404	5,29	1,465	5,63
Аспаргінова к-та	2,469	9,31	2,417	9,30

Гідроксипролін	0,455	1,72	0,607	2,33
Гістидин	0,936	3,53	0,888	3,42
Гліцин	1,287	4,85	1,628	6,26
Глутамінова к-та	4,302	16,23	4,205	16,17
Пролін	1,118	4,22	1,300	5,00
Серін	1,144	4,31	1,132	4,35
Тирозин	0,910	3,43	0,866	3,33
Цистеїн	0,390	1,47	0,365	1,41
Сума замінних АК	15,907	62,255	16,430	62,892
Загальна кількість амінокислот	25,914	100,00	26,079	100,00

Таблиця 4.7 – Біологічна цінність НМРЗ за амінокислотним скором

Незамінні амінокислоти	Амінокислотний склад, %				
	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг АК/1 г білка	Ромштекс (контроль)		НМРЗ	
		мг/г білка	скор, %	мг/г білка	скор, %
Валін	50,0	53,9	107,8	53,3	106,5
Ізолейцин	40,0	42,2	105,4	41,1	102,7
Лейцин	70,0	81,4	116,2	79,8	113,9
Лізін	55,0	81,9	148,8	81,0	147,3
Метіонін+цистеїн	35,0	40,2	114,8	39,0	111,4
Треонін	40,0	42,2	105,4	41,5	103,7
Триптофан	10,0	11,3	112,7	10,8	107,7
Фенілаланін+тирозин	60,0	39,2	65,4	38,8	64,6

Наявні лімітуючі амінокислоти, а саме – фенілаланін і тирозин, про це свідчить величина амінокислотного скору, яка склала 64,6 %. Відомо, що у білку продуктів харчування незамінних амінокислот може бути істотно більше, ніж в еталоні ФАО/ВООЗ, однак можливість їх утилізації визначена мінімальним скором однієї з амінокислот. Різниця між мінімальним та максимальним скором розробленого виробу складає 44,6 одиниць, тоді як у контролю цей показник дорівнює 43,3.

Проведені дослідження щодо визначення складу мінеральних речовин та вітамінів НМРЗ, результати яких наведено у табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Вміст мінеральних речовин та вітамінів на 100 г ГОТОВОГО продукту

Продукт	Мінеральні речовини						Вітаміни		
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B ₁	B ₂	PP
Одиниці виміру	мг / %								
НМРЗ	508,6	301,9	11,9	19,5	154,7	2,2	0,05	0,14	6,41
Контроль (ромштекс)	50,1	303,7	7,4	24,6	176,5	1,6	0,10	0,16	6,57

Як видно з табл. 4.8, НМРЗ є джерелом макроелементів – натрію (508,6 мг/%), калію (301,9 мг/%) та фосфору (154,7 мг/%), а також мікроелементів – заліза (2,2 мг/%).

Результати токсикологічних випробувань наведено у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків і гормональних препаратів у НМРЗ

Показники	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Фактичне значення, мг/кг
Свинець	0,50	0,03
Кадмій	0,05	0,03
Миш'як	0,10	0,04
Ртуть	0,03	0,01
Мідь	5,00	0,35
Цинк	70,00	4,90
Мікотоксини, мг не більше		
Афлатоксин В ₁	0,005	не виявлено

Продовження табл. 4.9 – Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків і гормональних препаратів у НМРЗ

Нітрозаміни (сума НДМА і НДЕА), мг/кг, не більше	0,002	не виявлено
Гормональні препарати, мг/кг, не більше:	не дозволено	не виявлено
діетилстильбестрол	0,0005	не виявлено
естрадіол-17в		
Антибіотики, од/г, не більше:		
тетрациклінової групи	0,01	не виявлено
грисин	0,50	не виявлено
цинкбацитрацин	0,02	не виявлено
левоміцетин	0,01	не виявлено

На підставі отриманих даних (табл. 4.9) встановлено, що вміст

токсичних елементів, мікотоксинів, нітрозамінів у НМРЗ не перевищує допустимих рівнів, встановлених МБТ і СН №5061.

Досліджено мікробіологічні показники НМРЗ (табл. 4.7) після виготовлення та після низькотемпературного зберігання, відповідно вимогам, встановленим ДСТУ 4437:2005 для м'ясних напівфабрикатів [125].

Після проведення досліджень (табл. 4.10) встановлено, що патогенні мікроорганізми та бактерії групи кишкової палички не виявлені в 0,001 г продукту; 25 г свіжоприготованих напівфабрикатів та тих, що зберігалися протягом 30 діб, а кількість МАФМ в 1 г свіжовиготовленого зразка складала $4,3 \cdot 10^4$, що не перевищує встановлених рівнів.

Табл. 4.10– Мікробіологічні показники НМРЗ

Показники	Допустимий рівень	Фактичне значення		
		Після виготовлення	Після зберігання	
			30 діб	60 діб
Кількість мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, в 1 г не більше ніж	$1 \cdot 10^7$	$4,3 \cdot 10^4$	$4,6 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^4$
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , у 25 г бактерії роду <i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г	не дозволено не дозволено	не виявлено не виявлено	не виявлено не виявлено	не виявлено не виявлено
Бактерії групи кишкових паличок (колі форми), у 0,001 г	не дозволено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Після зберігання 30 діб кількість МАФМ в 1 г досліджуваних зразків дещо підвищилася – до $4,6 \cdot 10^4$, проте залишалася в допустимих межах.

Вміст радіонуклідів у НМРЗ не перевищує допустимих рівнів, встановлених в ГН 6.6.1.1.-130-2006 [126] (табл. 4.11).

Табл. 4.11– Результати радіаційних досліджень НМРЗ

Показники	Допустимі рівні мг/кг	Фактичне значення, мг/кг
^{137}Cs	200,0	140,0
^{90}Sr	20,0	11,0

Таким чином, дослідження загального складу показників якості та безпечності НМРЗ підтверджують відповідність продукції вимогам державної системи контролю харчових продуктів.

4.4 Дослідження основних показників якості та безпечності реструктурованих виробів зі свинини

Запропоновані реструктуровані вироби зі свинини з використанням структуроутворюючого компоненту – трансгютамінази – є новим в існуючому асортименті, тому доцільно вивчити основні функціонально-технологічні показники, показники якості та безпечності.

В якості контролю обрано напівфабрикат котлета натуральна відбивна, дослідний зразок – котлета натуральна реструктурована.

Таблиця 4.12 – Функціонально-технологічні властивості та вихід реструктурованих виробів зі свинини

Зразок	Показник, що досліджується				
	pH	Втрати маси під	ВУЗ, % до	Гранична напруга	Вихід, %

		час розморо- жування, %	загальної вологи	зсуву, кПа	
Контроль	6,2±0,3	3,5±0,2	57,4±1,9	1,6±0,2	71±1,2
Котлета натуральна реструктурована	6,7±0,2	0,3±0,2	80,3±1,8	6,2±0,2	82±1,2

Фізико-хімічні та структурно-механічні характеристики є важливими показниками якості готових м'ясопродуктів. Результати вивчення функціонально-технологічних властивостей реструктурованих виробів (табл. 3.12) свідчать, що при використанні трансглютамінази і кріоструктурування, знижуються втрати маси під час розморожування та термообробки, підвищуються вологоутримуюча здатність (ВУЗ) і вихід готового продукту. Підвищення рН з одночасним збільшенням ВУЗ, що можна пояснити введенням фосфатів в рецептурну композицію фосфатів. Гранична напруга зсуву реструктурованого напівфабрикату значно підвищується, що підтверджує отримання ефекту адгезії за рахунок проведення комплексу заходів зі структуроутворення.

Харчова цінність розроблених реструктурованих напівфабрикатів (табл.4.13) визначається насамперед харчовою цінністю основних рецептурних складників, їх співвідношенням із урахуванням втрат харчових речовин, що мають місце під час виробництва продукту. Встановлено, що розроблена продукція є джерелом життєво важливих нутрієнтів: білків (до 26%), ліпідів (до 10%). Вона не поступається за вмістом основних компонентів контрольному зразку.

Таблиця 4.13 - Загальний хімічний склад реструктурованих виробів зі свинини

Зразок	Масова частка, %			
	вологи	білка	жиру	золи
Контроль	52,3±3,2	14,8±0,9	32,0±0,5	0,9±0,06
Котлета натуральна реструктурована	52,3±3,2	16,5±0,9	31,2±0,5	0,9±0,06

Мікробіологічна стабільність харчового продукту є одним із основних параметрів його якості. Сталість мікрофлори залежить від якості сировини, дотримання режимних параметрів технологічного циклу. Основним засобом зниження рівня мікробіологічного обсіменіння харчових продуктів є суворе дотримання режимів технологічної обробки. Для оцінювання санітарного благополуччя розроблених реструктурованих напівфабрикатів були проведені дослідження з визначення загального мікробного обсіменіння та наявності санітарно-показової мікрофлори. Результати досліджень наведено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 - Мікробіологічні показники реструктурованих виробів зі свинини

Показник	Норма	Результат дослідження
КМАФАМ, КУО/г, не більше	$1,0 \times 10^3$	$0,5 \times 10^3$
БГКП (коліформи)	Не допускаються в 1,0 г	Не виявлено в 1,0 г
<i>S. aureus</i>	Не допускаються в 1,0 г	Не виявлено в 1,0 г
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i>	Не допускаються в 25,0 г	Не виявлено в 25,0 г
<i>Proteus</i>	Не допускаються в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г
<i>L. monocytogenes</i>	Не допускаються в 25,0 г	Не виявлено в 25,0 г

Перелік досліджених показників відповідав вимогам, установленим для цього виду продукції ДСП 4.4.5.078-2001. У реструктурованих м'ясних напівфабрикатах вміст мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів не перевищував нормативів, установлених для зазначеної групи виробів. Було доведено відсутність патогенних мікроорганізмів, у тому числі бактерій роду *Salmonella* (у 25 г), відсутність у регламентованих наважках продуктів бактерій групи кишкової палички (в 1 г), золотистого стафілокока (в 1 г) і протeya (в 0,1 г). Результати дослідження свідчать про те, що розроблені реструктуровані м'ясні напівфабрикати повністю відповідають санітарно-мікробіологічним вимогам, чинним в Україні. Результати дослідження мікробіологічних показників свідчать, що внесення структуроутворювальної композиції майже не

впливає на мікробне обсіменіння готової продукції й не призводить до зростання вмісту нормованих показників вище гранично допустимих значень.

Контакт жирів з киснем повітря супроводжується розвитком окислювальних процесів. Швидкість, характер і глибина окислення жирів залежать від складу і властивостей м'ясних систем, умов виробництва і зберігання.

Реструктуровані вироби зі свинини містять значну кількість жиру до 32%. Розвиток окислювальних процесів може привести до зниження харчової цінності продукту або утворення шкідливих речовин. У зв'язку з цим вивчено зміни, що протікають в ліпідній фракції реструктурованих виробів.

Об утворенні продуктів окислення в ліпідній фракції судили по ступеню змін кислотного, перекісного і тіабарбітурового чисел. Динаміка окислювальних процесів, представлена на графіках (рис. 4.4-4.6) свідчить о протіканні гідролітичних і окислювальних процесів в ліпідній фракції при зберіганні реструктурованих виробів зі свинини.

Спостерігається динаміка до збільшення досліджуваних показників, але абсолютні їх значення знаходяться в допустимих межах як у контрольного так і у дослідного зразків.

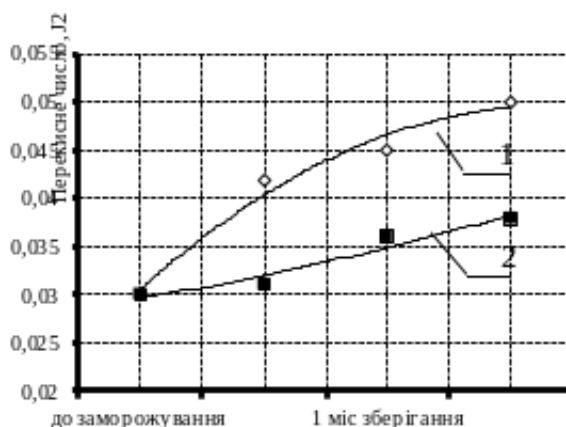


Рисунок 4.4 – Зміна перекісного числа реструктурованих виробів зі свинини під час зберігання (1 – контроль, 2 – котлета натуральна)

реструктурована)

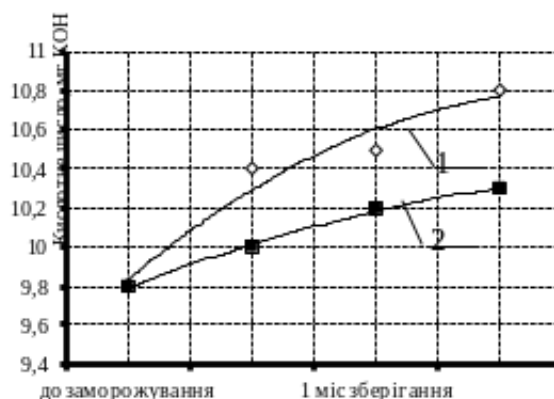


Рисунок 4.5 – Зміна кислотного числа реструктурованих виробів зі свинини під час зберігання (1 – контроль, 2 – котлета натуральна реструктурована)

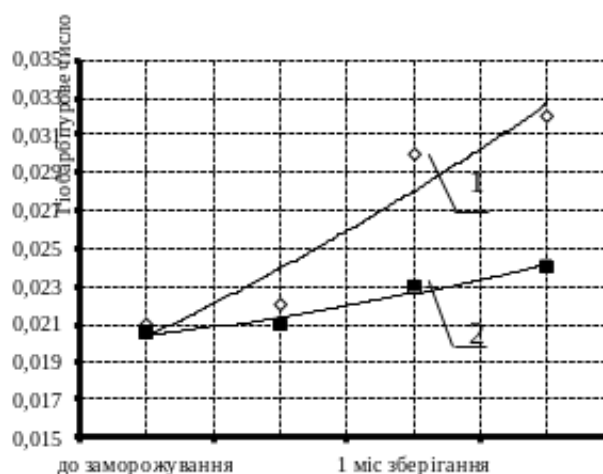


Рисунок 4.6 – Зміна тіобарбітурового числа реструктурованих виробів зі свинини під час зберігання (1 – контроль, 2 – котлета натуральна реструктурована)

Органолептична оцінка має велике значення при розробки нових технологій і рецептур м'ясопродуктів. За допомогою органолептичної оцінки можна визначити відповідність запропонованого продукту запитам споживачів і конкурентоспроможність у ринкових умовах. Органолептичні показники дослідних зразків були оцінені дегустаційною комісією за 9-

бальною шкалою згідно ГОСТ 9959-91. Результати оцінювання органолептичних показників наведено в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 – Характеристика органолептичних показників реструктурованого виробів зі свинини

Показник	Вироби реструктуровані зі свинини	
	заморожені	доведені до кулінарної готовності
Зовнішній вигляд	Форма однієї штуки – округло-сплюснута. Поверхня рівна, без розірваних та ламаних країв, без намерзлої криги та інею. Для ромштексів товщина від 8 мм до 10 мм, для антрекотів товщина від 15 мм до 20 мм. Поверхня панірованих напівфабрикатів покрита рівним тонким шаром панірувальних сухарів	Напівфабрикат має форму, отриману під час виробництва – овално-сплюснута
Консистенція	Щільна, тверда, некрихка, не допускаються тріщини та розриви	Еластично-пружна, із вкрапленнями волокон м'яса, досить соковита, рівномірно обсмажена скоринка, не допускаються тріщини та розриви
Запах	Без стороннього запаху	Приємний, властивий м'ясу, без стороннього запаху
Смак	Приємний, властивий м'ясу, без сторонніх присмаків	Приємний, властивий м'ясу, трохи солоний, без сторонніх присмаків

ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу існуючого ринку реструктурованих м'ясопродуктів, були визначені основні тенденції розвитку асортименту м'ясних реструктурованих напівфабрикатів, проаналізовано стан сучасних технологій з виробництва реструктурованих виробів, досліджені основні закономірності перебігу процесу реструктурування м'ясної сировини. Визначені і охарактеризовані харчові інгредієнти які впливають на адгезійно-когезійні процеси у м'ясі, та використовують для проведення реструктурування м'ясних продуктів.

2. Сформульовано інноваційний задум нового продукту – напівфабрикату м'ясного реструктурованого замороженого, спрогнозовано шлях сумісного використання сумішей добавок та низьких температур. Розроблено план проведення теоретичних та експериментальних досліджень, обрано предмети та методи дослідження.

3. Обгрунтоване використання в якості добавок для реструктурування солі кухонної, білка тваринного та поліфосфатної суміші. Визначено, що найбільш оптимальним для регулювання адгезійно-когезійних взаємодій є застосування цих інгредієнтів у такій кількості: солі кухонної – 1,5 %, білку тваринного – 2,0 %, суміші поліфосфатів – 0,3 % до маси м'ясної сировини. Необхідний технологічний ефект, при виробництві реструктурованих м'ясних виробів, досягається використанням суміші цих інгредієнтів у кількості 3,8 % до маси м'ясної сировини із співвідношенням компонентів (сіль:білок:поліфосфат) 0,4 : 0,5 : 0,1.

4. Досліджено зміни теплофізичних показників свинини різного морфологічного складу в процесі заморожування-розморожування. Отриманий комплекс інформаційних параметрів показав, що морфологічна будова м'яса суттєво впливає на теплофізичні показники м'ясних систем під час заморожування-розморожування.

Визначено вплив структуроутворюючих добавок на функціонально-

технологічні показники реструктурованих виробів зі свинини. Найкращі показники мали зразки з трансглютаміназою, яку і обрано для подальших досліджень.

5. Під час дослідження закономірності зміни функціонально-технологічних, структурно-механічних характеристик м'ясних систем при використанні розробленої суміші для реструктурування визначено, що використання суміші сприяє збільшенню показнику ВЗЗ м'ясної системи, відмічається збільшення щільності м'ясної системи внаслідок збільшення дії адгезійно-когезійних сил під час реструктурування, показник ГНЗ збільшується, використання суміші дозволяє зменшити температуру процесу кристалоутворення – - 3,0...3,5 °С (контроль – - 2 °С), та його тривалості на 20 % – 110 хв. (контроль – 140 хв.), збільшити тривалість розморожування та зменшити втрати під час розморожування та термічної обробки.

5. Були обгрунтовані технологічні параметри та режими виробництва кінцевого продукту – напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених, а також розроблена технологія їх виробництва, спроектовано машинно-апаратну схему технологічної лінії з виробництва реструктурованих м'ясних напівфабрикатів.

–6. Дослідження з оцінки якості і безпечності розробленої продукції, встановили, що напівфабрикат м'ясний реструктурований за усіма показниками задовільняє норми, встановлені у відповідній нормативній документації. Розроблено проекти нормативних документів (ТУ, ТІ) на розроблену технологічну суміш для реструктурування та напівфабрикат м'ясний реструктурований заморожений з її використанням, та проект патенту[138]. Соціальний ефект полягає в ресурсозбереженні, розширенні асортименту м'ясних реструктурованих виробів, отриманні продукту з високими якісними характеристиками.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ринок курячого м'яса в Україні: популярність визначається ціною. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-kurinogo-myasa-v-ukraine-populyarnost-opredelyaetsya-cenoi>
2. Донченко Л.В., Безопасность пищевого сырья и продуктов питания, -М.:Пищепромиздат, 1999 г.
3. Ишевский А.Л., Гришина И.В., Доморацкий С.С. Экспресс-оценка сроков хранения пищевых продуктов.// Мясные технологии, Москва, №2, 2011. - С. 28–30.
4. Куцакова В.Е., Доморацкий С.С. Разработка методики расчёта прочности продукта, полученного путём внесения энзима транsgлутаминазы при различных температурах ферментации.// Электронный научный журнал, Процессы и аппараты пищевых производств, №2, 2011.
5. Пищевая инженерия. Справочник. Перевод с английского под общей редакцией Ишевского А.Л., СПб, «Профессия», 2004.
6. Управление государственной экспертизы, Регламент №1332/2008.
7. Стеле Р. (ред.-сост.). Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание. — Перев. с англ. — СПб.: Профессия, 2006. — 480 с.
8. Ишевский А.Л., Доморацкий С.С., Родионова А.Л. Производство натуральных полуфабрикатов из мясной обрезки.// Мясные технологии, Москва, №3, 2009. - С.58–59.
9. Электронный ресурс. – Режим доступу: [<http://www.ajinomoto.de/>]. – Ajinomoto Foods Europe Sas Hamburg Branch. 2008.
10. Лебедев Е. И. Безотходные технологии пищевых производств. — М.: Пищепромиздат, 2002. — 347 с.
11. М. Эрл, Р. Эрл, Л. Андерсон, Разработка пищевых продуктов. Пер. с англ. (2001 г. Food Product Development). М.: 2005 г. 382 с,

12. Кармас Э. Технология свежего мяса // М. : Пищевая промышленность. – 1979.

13. Sorapukdee S., Tangwatcharin P. Quality of steak restructured from beef trimmings containing microbial transglutaminase and impacted by freezing and grading by fat level //Asian-Australasian journal of animal sciences. – 2018. – Т. 31. – №. 1. – С. 129.

14. Ишевский Александр Леонидович, Карлова Вера Александровна О возможности применения энзимов для получения натуральных полуфабрикатов из мясной обрезки // Вестник МАХ. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-primeneniya-enzimov-dlya-polucheniya-naturalnyh-polufabrikatov-iz-myasnoy-obrezi> (дата обращения: 10.02.2021).

15. Джамакеева А. Д., Попов Н. А., Борисова М. Ю. Разработка технологии реструктурированных деликатесных продуктов с применением в качестве адгезива животных и растительных добавок //Новости науки в АПК. – 2019. – №. 3. – С. 30–34.

16. Жаринов А.И., Кузнецова О.В., Черкашина Н.А. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Часть 2. Цельномышечные и реструктурированные мясопродукты. – М.: ООО «Офсетная типография № 21», 1997. 179 с.

17. Adhesion/cohesion theory. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.adhesives.org/adhesives-sealants/adhesives-sealants-overview/structural-design/adhesion-cohesion-theory>

18. Донець О. П. Вдосконалення технології шинкових виробів шляхом збагачення м'ясними білками: дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: спец. 05.18.04 – «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів» / О. П. Донець. – К., 2016. – 170 с.

19. Кострова, М. Г.; Мурашев, С. В. Влияние солей сильных электролитов на гидратацию и изоэлектрическую точку белков. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых*

производств», 2014, 2.

20. Слабьяк В. П. Интенсификация посола мясных полуфабрикатов в поле механических колебаний // Молодежь и наука. – 2014. – №. 3. – С. 39–39.

21. Sun, X. D. (2009). Utilization of restructuring technology in the production of meat products: a review. *CyTA – Journal of Food*. 7(2): 153–162

22. Cheftel J. C., Culioli J. (1997), Effects of high pressure on meat: A review, *Meat Science*, 46(3), pp. 211–236

23. Kwiatkowska A., Jankowska B. and Cierach M. (2002), Changes in meat hydration upon high pressure, *Polish Journal of Food Nutrition Science*, 11, 52, pp. 51–54

24. Korzeniowski W., Jankowska B., Kwiatkowska A. (1999), The effect of high pressure on some technological properties of pork, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Food Science and Technology*, 02(2), pp. 1–8.

25. Ma Y., Yuan Y., Bi X., Zhang L., Xing Y., Che Z. (2019), Tenderization of Yak Meat by the Combination of Papain and High-Pressure Processing. *Treatments, Food and Bioprocess Technology*, pp. pp. 1–13.

26. Morton J. D., Pearson R. G., Lee H. Y., Smithson S., Mason S. L., Bickerstaffe, R. (2017), High pressure processing improves the tenderness and quality of hot-boned beef. *Meat Science*, 133, pp. 69–74.

27. Ma H., Ledward, D. A. (2013), High pressure processing of fresh meat – is it worth it?, *Meat Science*, 95(4), pp. 897–903.

28. Нестеренко А. А.; Каяцкая А. С. Посол мяса и мясопродуктов. *Вестник НГИЭИ*, 2012, 8.

29. Асланова, Мариетта А. и др. Влияние электромагнитной обработки на оксидативную стабильность и микробиологическую безопасность мясных полупродуктов. *Теория и практика мясопереработки*, 2017, 2.3: 39–48.

30. Яблоненко Л. А. Исследование влияния глубокого замораживания

на качество рубленых мясных полуфабрикатов. 2008. PhD Thesis. ЛА Яблоненко.

31. Федченко (Петий), И.А. Разработка режима массирования комплексного (поликомпонентного) мясного продукта / И.А. Федченко, Н.А. Притыкина// Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство (3–4 декабря 2014 г.). – Воронеж. – 2013. – С.164–171.

32. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса Ч2 / А.И. Жаринов, О.В Кузнецова, Н.А Черкашина. - М.: ИТАР - ТАСС, 1997. – 324 с.

33. Pietrasik, Z. and Li-Chan, E. C.Y. 2002 a. Binding and textural properties of beef gels as affected by protein, κ-carrageenan and microbial transglutaminase addition. *Food Research International*, 35: 91–98.

34. Михайлов А.Н. Химия и физика коллагена кожного покрова. М. — 1980. С. 166–183.

35. Баблюян О.О. Производство клея и желатина на кожевенных заводах / О.О. Баблюян, Д. П. Радкевич, Н.А. Тимохин // М.: 1972. 174 с.

36. Юнусов Э. Ш., et al. Новые функциональные добавки для обработки мясного сырья с пониженными технологическими свойствами. *Вестник Казанского технологического университета*, 2011, 22

37. Ladwig K. M. Effects of Collagen and Alkaline Phosphate on Time of Chopping, Emulsion Stability and Protein Solubility of FineCut Meat Systems / Ladwig K. M., Knipe C. L., Sebranek J. G. // *Journal of Food Science*. — 1989. V. 54 (3). P. 541–544.

38. Глотова И.А. Реологические характеристики полифункциональных дисперсионных систем на основе коллагеновых белков животных тканей / И.А. Глотова, Ю.В. Болтыхов // *Успехи современного естествознания*. — 2008. — №2. — С. 43–44.

39. Л.А. Сарафанова Применение пищевых добавок. Технические ре-

комендации. СПб.: ГИОРД, 2001. – 176 с.

40. Du C. Formation of calcium phosphate/collagen composites through mineralization of collagen matrix / Du C, Cui F. Z., Zhang W., Feng Q. L., Zhu X. D., de Groot K. // *Journal of Biomedical Materials Research*. — 2000. V. 50 (4). P. 518–527.

41. Шайхиева Э. Ш. и др. Влияние комплексных пищевых добавок на функционально-технологические свойства мясного сырья // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2012. – Т. 15. – №. 17: 210–213.

42. Семенова А.А. Влияние пищевых животных ингредиентов на гелеобразующую способность каппа-каррагинана / А.А. Семенова, М.В. Трифонов // *Все о мясе*. — 2006. — №4. — С. 13–14.

43. Shand, P. J., Sofos, J. N. and Schmidt, G. R. 1994. κ-carrageenan, sodium chloride and temperature affect yield and texture of structured beef rolls. *Journal of Food Science*, 59: 282–287.

44. Raharjo, S., Dexter, D. R., Worfel, R. C., Sofos, J. N., Solomon, M. B., Shultz, G. W. 1994. Restructuring veal steaks with salt/phosphate and sodium alginate/calcium lactate. *Journal of Food Science*, 59: 471–473.

45. Stephan Busche. Collagen based functional proteins. // *Fleisch wirtschaft international*. — 2011. — №3. P. 48.

46. Омаров Р.С. Белки животного происхождения в производстве мясопродуктов / Р.С. Омаров, О.В. Сычева, С.Н. Шлыков // *Мясная индустрия*. — 2011. — №3. — С. 36–38.

47. Лукин Александр Анатольевич Технологические особенности и перспективы использования растительных и животных белков в производстве колбасных изделий // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2014. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-osobennosti-i-perspektivy-ispolzovaniya-rastitelnyh-i-zhivotnyh-belkov-v-proizvodstve-kolbasnyh-izdeliy> (дата обращения: 06.06.2021).

48. Gomez-Guillen M.C. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources / M.C. GomezGuillen, B. Gimenez, M.E. Lopez-Caballero, M.P. Montero // *Food Hydrocolloids*. – 2011. – №25. – P. 1813–1827.

49. Changdao Mu. Collagen Cryogel Cross-Linked by Dialdehyde Starch / Changdao Mu, Fang Liu, Qingsu Cheng, Hongli Li, Bo Wu, Guangzhao Zhang, Wei Lin // *Macromolecular Materials and Engineering*. – 2010, V. 295 (2). P. 100–107.

50. Renkema, J. M.S. and van Vliet, T. 2002. Heat-induced gel formation by soy proteins at neutral pH. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 1569–1573.

51. Pratt, D. E. and Birac, P. M. 1979. Source of antioxidant activity of soybeans and soy products. *Journal of Food Science*, 44: 1720–1722.

52. Pratt, D. E., Pietro, C., Porter, W. L. and Giffey, J. W. 1981. Phenolic antioxidants of soy protein hydrolysates. *Journal of Food Science*, 47: 24–25. 35.

53. Chin, K. B., Keeton, J. T., Longnecker, M. T. and Lamkey, J. W. 1999. Utilization of soy protein isolate and konjac blends in low fat bologna (model system). *Meat Science*, 53: 45–57.

54. Kuraishi, C., Yamazaki, K. and Susa, Y. 2001. Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Reviews International*, 17: 221–246.

55. Motoki, M., Aso, H., Seguro, K. and Nino, N. 1987. α_{s1} -Casein film prepared using transglutaminase. *Agricultural and biological chemistry*, 48: 1257–1261.

56. Kolle, D. S. and Savell, J. W. 2003. Using Activa TM TG-RM to bind beef muscles after removal of excessive seam fat between the m.longissimus thoracis and m.spinalis dorsi and heavy connective tissue from within the m.infraspinatus. *Meat Science*, 64: 27–33.

57. Muguruma, M., Tsuruoka, K., Katayama, K., Erwanto, Y., Kawahara, S., Yamauchi, K. 2003. Soybean and milk proteins modified by

transglutaminase improves chicken sausage texture even at reduced levels of phosphate. *Meat Science*, 63: 191–197.

58. Kilic, B. 2003. Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. *Meat Science*, 63: 417–421.

59. Tseng, T. F., Liu, D. C. and Chen, M. T. 2000. Evaluation of transglutaminase on the quality of low-salt chicken meat balls. *Meat Science*, 55: 427–431.

60. Pietrasik, Z. and Li-Chan, E. C.Y. 2002b. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. *Food Research International*, 35: 387–396.

61. Dimitrakopoulou, M. A., Ambrosiadis, J. A., Zetou, F. K. and Bloukas, J. G. 2005. Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked, restructured pork shoulder. *Meat Science*, 74: 743–749.

62. Kuraishi, C., Sakamoto, J., Yamazaki, K., Susa, Y., Kuhara, C. and Soeda, T. 1997. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. *Journal of Food Science*, 62: 488–490. 515.

63. Nielsen, P. M. 1995. Reactions and Potential Industrial Applications of Transglutaminase: Review of Literature and Patents. *Food Biotechnol.*, 9: 119–156.

64. Pietrasik, Z. 2003. Binding and textural properties of beef gels processed with *k*-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Science*, 63: 317–324.

65. Carballo, J., Ayo, J. and Jimenez Colmenero, F. 2006. Microbial transglutaminase and caseinate as cold set binders: Influence of meat species and chilling storage. *LWT-Food Science and Technology*, 39: 692–699.

66. Serrano, A., Cofrades, S. and Jimenez Colmenero, F. 2004. Transglutaminase as binding agent in fresh restructured beef steak with added

walnuts. *Food Chemistry*, 85: 423–429.

67. Boles, J. A. and Shand, P. J. 1999. Effects of raw binder system, meat cut and prior freezing on restructured beef. *Meat Science*, 53: 233–239.

68. Sheard, P. 2002. «Processing and quality control of restructured meat». In *Meat processing: Improving quality*, Edited by: Kerry, J., Kerry, J. and Ledward, D. 332–358. Cambridge, England: CRC Press.

69. Hand, L. W., Crenwelge, C. H. and Terrell, R. N. 1981. Effects of wheat gluten, soy isolate and flavorings on properties of restructured beef steaks. *Journal of Food Science*, 46: 1004–1006.

70. Chen, C. M., Huffman, D. L. and Egbert, W. R. 1992. Textural properties and color characteristics of restructured beef steaks with selected binders and nomet adjuncs. *Journal of Muscle Foods*, 3: 301–321.

71. Lu, G. H. and Chen, T. C. 1999. Application of egg white and plasma powders as muscle food binding agents. *Journal of Food Engineering*, 42: 147–151.

72. Marriott, N. G., Graham, P. P., Schaffer, C. K. and Boling, J. W. 1986c. Flavor enhancement of restructured pork. *Journal of Food Quality*, 9: 11–19.

73. Kim, J. S., Godber, J. S. and Prinaywiwatkul, W. 2000. Restructured beef roasts containing rice bran oil and fiber influences cholesterol oxidation and nutritional profile. *Journal of Muscle Foods*, 11: 111–127.

74. Jimenes Colmenero, F., Serrano, A., Ayo, J., Solas, M. T., Cofrades, S. and Carballo, J. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science*, 65: 1391–1397.

75. Serrano, A., Cofrades, S. and Jimenes Colmenero, F. 2006. Characteristics of restructured beef steak with different proportions of walnut during frozen storage. *Meat Science*, 72: 108–115.

76. ГСТУ 46.019-2002 Блоки із м'яса та субпродуктів заморожені.

Загальні технічні умови. [Введ. 2002-15-06]. – К. : УкрНДНЦ, 2002. – 14 с.

77. Сіль кухонна. Загальні технічні умови: ДСТУ 3583-97. – [Чинний від 1998-01-07]. – К.: Держспоживстандарт України, 1998. – 16 с.

78. Сухарі панірувальні. Загальні технічні умови. – ДСТУ 8708:2017. – [Введ. 2018-01-01]. – УкрНДНЦ, – 2018 – 12 с.

79. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови (ISO 6658:1985, IDT) : ДСТУ ISO 6658:2005. – [Чинний від 2006-01-07]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 26 с. (Національний стандарт України).

80. Дослідження сенсорне. Словник термінів (ISO 5492:1992, IDT) : ДСТУ ISO 5492:2006. – [Чинний від 2007-01-10]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 42 с. (Національний стандарт України).

81. Дослідження сенсорне. Ідентифікація та вибирання дескрипторів для створення сенсорного спектру за багатобічного підходу (ISO 11035:1994, IDT) : ДСТУ ISO 11035:2005. – [Чинний від 2007-01-07]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 34 с. (Національний стандарт України).

82. Сенсорный анализ. Методология. Метод профиля текстуры [Электронный ресурс] : ISO 11036:1994. – Режим доступа : http://www.ars_russia.com.

83. Мясо. Методы отбора проб и органолептические методы определения свежести. ГОСТ 7269-79. – [Введ. 1980-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1979 – 4 с.

84. Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки : ГОСТ 9959-91. – [Введ. 1993-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1995 – 15 с.

85. Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором : ГОСТ 50814-95. – [Введ. 1996-08-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1995 – 8 с.

86. Нестеренко, А. А., Пономаренко, А. В. Использование электромагнитной обработки в технологии производства сырокопченых колбас // Вестник НГИЭИ. 2013. – № 6 (25). – С. 74–83.

87. Нестеренко, А. А. Посол мяса и мясопродуктов / А. А. Нестеренко, А. С. Каяцкая // Вестник НГИЭИ. – 2012. – №8. – С. 46–54.

88. Соловьева А. А., Ребезов М. Б., Зинина О. В. Изучение влияния стартовых культур на функционально-технологические свойства и микробиологическую безопасность модельных фаршей. Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2 (5). – С 18–22.

89. Продукты пищевые. Определение влагоудерживающей способности : ГОСТ 7836-85. – [Введ. 1987-01-01]. – М.: Изд-во стандартов, 1987 – 5 с.

90. Продукты мясные. Метод определения содержания влаги : ГОСТ 9793-74. – [Взамен ГОСТ 9793-61 ; введ. 1975-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1980 – 4 с.

91. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира : ГОСТ 23042-86. – [Введ. 1988-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1986 – 6 с.

92. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка : ГОСТ 25011-81. – [Введ. 1983-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1981 – 6 с.

93. Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания общего фосфора : ГОСТ 9794-74. – [Введ. 1976-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1974 – 8 с.

94. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов : ГОСТ 26669-94. – Минск : Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1994. – 9 с.

95. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов МБТиСН № 5061-89 от 01.08.89 г

96. Продукты пищевые. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : ГОСТ

10444.15-94. – [Введ. 1996-01-07]. – М. : Изд-во стандартов, 2010 – 7 с.

97. Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества мезофильных бактерий группы кишечной палочки (колиформные бактерии) : ГОСТ 30518-97. – [Введ. 1999-06-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1999 – 7 с.

98. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества *Staphylococcus aureus* : ГОСТ 10444.2-94. – [Введ. 1996-01-01]. – М.: Изд-во стандартов, 1996 – 8 с.

99. Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий : ГОСТ 29185-91. – [Введ. 1993-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1992 – 6 с.

100. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Методика виявлення *Salmonella* spp (ISO 6579:2002, IDT): ДСТУ ISO 6579:2006. – [Чинний від 2008.10.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 23 с.

101. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий родов *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* : ГОСТ 28560-90. – [Введ. 1991-01-07]. – М. : Изд-во стандартов, 1990 – 7 с.

102. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Ч 1. Метод виявлення (ISO 11290-2:1996, IDT): ДСТУ ISO 11290-1:2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. 23 с.

103. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Ч 2. Метод підрахування (ISO 11290-2:1998, IDT) : ДСТУ ISO 11290-2:2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. 21 с.

104. Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества энтерококков: ГОСТ 28566-90. – [Введ. 1991-01-07].– М. : Изд-во стандартов, 1990 – 6 с.

105. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Метод выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов : ГОСТ 10444.12–2013. – [Взамен ГОСТ 10444.12–88; Введ. 01-01-15]. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.

106. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов : ГОСТ 26929-94. – [Введ. 1996-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1996 – 10 с.

107. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов : ГОСТ 30178-96. – [Введ. 1998-07-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1998 – 24 с.

108. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца : ГОСТ 26932-86. – [Введ. 1986-12-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987 – 19 с.

109. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия : ГОСТ 26933-86. – [Введ. 1986-12-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987 – 17 с.

110. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути : ГОСТ 26927-86. – [Введ. 1986-12-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987 – 21 с.

111. Сырье и продукты пищевые. Методы определения мышьяка : ГОСТ 26930-86. – [Введ. 1987-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1998 – 10 с.

112. Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди : ГОСТ 26931-86. – [Введ. 1986-12-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1998 – 22 с.

113. Сырье и продукты пищевые. Методы определения цинка : ГОСТ 26934-86. – [Введ. 1986-12-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987 – 15 с.

114. Сафонова О.Н., Перцевой Ф.В., Гринченко О.А. и др. Системные исследования технологий переработки продуктов питания. Харків: ХДУХТ, 2015. 111 с. Харьков: ХГУПТ, 2000. 199 с.

115. Ратушный А. С., Плеханова Г. В., Топольник В. Г. Математико-статистическая обработка опытных данных в технологии продуктов общественного питания: Метод. указания. Москва: Рос. экон. Академия, 1993. 176 с.

116. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ

статистических данных: учебн. пособие. Москва: Юрайт, 2011. 399 с.

117. Грачев Ю. П., Пласкин Ю. М. Математические методы планирования экспериментов: монография. Москва: ДеЛи принт, 2005. 200 с.

120. М'ясна промисловість. Виробництво м'ясних продуктів. Терміни та визначення понять. ДСТУ 4424:2005. – [Введ. 2006-01-01]. – К. : УкрНДНЦ, 2005. – 28 с.

121. Что такое тримминг мяса свинины, говядины/ – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.servis-expo.ru/vse-o-produktah/chto-takoe-trimming-myasa-svininy-govyadiny/>

122. Поваренная соль, хлорид натрия. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meat-club.ru/forum/viewtopic.php?t=7855>

123. М'ясо і м'ясна сировина. Метод відбору проб і органолептичної оцінки свіжості. ДСТУ 7992:2015. – [Введ. 2015-22-06]. – К. УкрНДНЦ, 2015. – 12 с.

124. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов N 5061-89 от 01.08.89

125. Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови : ДСТУ 4437:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 22 с.

126. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Гігієнічний норматив ГН 6.6.1.1-130-2006. Чинний від 2006-05-03. Київ, 2006. 22 с.

127. Желева Т.С., Розуменко А.Р. Вплив харчових добавок рослинного походження на функціонально-технологічні властивості заморожених м'ясних напівфабрикатів // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. – 2021. – № 4 – С. 47-53.

128. Желева Т.С., Розуменко А.Р. Застосування в м'ясній промисловості харчових добавок та інгредієнтів на основі гідроколоїдів // Modern Aspects of Science and Practice of XI International Scientific and

Practical Conference, November 30-December 3, 2021, Melbourne, Australia, pp. 570-572.

129. Yancheva M., Dromenko O., Bolshakova V., Onishchenko V., Inzhiyants A. Trends for the development of the technologies for semi-finished restructured meat products // Theory and practice of science: key aspects: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference, 7-8.04.2021. Rome: Scientific Publishing Center «InterConf», 2021. № 49, April. P. 595–601.

130. Dromenko O. B., Yancheva M. O., Bolshakova V. A., Onishchenko V. M., Inzhiyants A. T. Development of an innovative idea for a new product – semi-finished restructured frozen meat products // Strategy of Quality in Industry and Education: Proceedings of the XVI International Conference, June 2 – June 5, 2021. Dnipro – Varna: National Metallurgical Academy of Ukraine, Technical University – Varna, 2021. P. 61–65.

131. Dromenko O. B., Yancheva M. O. Bogaditsa O.O. Influence of morphological structure of pork on thermophysical characteristics in the process of freezing-defrost // Technical science: key aspects: the analysis of trends and development prospects. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, July 2 – 3, 2021. Prague: «Bultija Publishing», 2021., P. 75–79.

132. Dromenko O., Potapov V., Yancheva M., Onishchenko V., Bolshakova V., Inzhyyants A. Researching of thermophysical characteristics of muscle and fatty tissue in the process of freezing-defrosting // *Food Science and Technology*. 2021. Vol. 15, Issue 3. (Web of Science та ін, Україна, стаття англійською мовою).

133. Богодиця О.О., Калініна В.С Дослідження теплофізичних характеристик м'язової та жирової тканин свинини під час заморожування-розморожування// Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 8 квітня 2021 р.: тези доп. у 2-х ч. Харків: ХДУХТ, 2020.

Ч. 1. С. 44.

134. Головка О. Розвиток технології виробництва реструктурованих м'ясних виробів// Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 8 квітня 2021 р.: тези доп. у 2-х ч. Харків: ХДУХТ, 2020.

Ч. 1. С. 45.

135. Мороз Д.Д. Використання технології реструктурування у виробництві м'ясних напівфабрикатів // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 8 квітня 2021 р.: тези доп. у 2-х ч. Харків: ХДУХТ, 2020. Ч. 1. С. 51.

136. Янчева М.О., Інжиянц А. Т. Розробка сумішей добавок для реструктурування м'яса. // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: міжн. наук.-практ. конф. , 18 травня 2021 р.: тези доп. у 2-х ч. Харків: ХДУХТ, 2021. Ч. 2. С. 135-136.

137. Інжиянц А.Т., Янчева М.О., Большакова В.А., Дроменко О.Б. Комплексні дослідження показників якості та розробка технології реструктурованих м'ясних напівфабрикатів з яловичини // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. ХДУХТ. – 2021. – № 2(34). – 2021 р. С. 50-59 (Україна, стаття українською мовою).

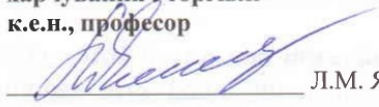
138. Заявка на пат. на корисну модель Спосіб виробництва напівфабрикату м'ясного реструктурованого замороженого / Янчева М.О., Дроменко О.Б., Большакова В.А., Онищенко В. М.; Інжиянц А. Т., Інжиянц С. Т., Желева Т.С., заявник і патентовласник Держ. біот. ун-т.

ДОДАТКИ

Додаток А

Акти впровадження результатів НДР в освітній процес

УЗГОДЖЕНО
Перший проректор
Харківського державного університету
харчування і торгівлі
к.е.н., професор

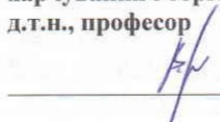

 _____ Л.М. Янчева
 " " _____ 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор
Харківського державного університету
харчування і торгівлі
д.т.н., професор


 _____ О.І. Червко
 " " _____ 2021 р.



УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Харківського державного університету
харчування і торгівлі
д.т.н., професор


 _____ В.М. Михайлов
 " " _____ 2021 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт у освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Харківський державний університет харчування і торгівлі
найменування організації
ректор ХДУХТ д.т.н. проф. Червко О.І.
П.І.Б. керівника підприємства

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
"Розробка технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених"
(04-21-22Б (0120U105017))
найменування теми, № держ. реєстрації

виконаної на кафедрі технології м'яса
найменування кафедри

вартість без оплати

виконуваної з 01.01.2021 року по теперішній час
терміни виконання

впроваджені у навчальний процес Навчально-наукового інституту харчових технологій та бізнесу ХДУХТ
найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження

1. Вид впроваджених результатів НМКД (дисципліна «Основи технології галузі» спеціалізація «Технології харчових продуктів тваринного походження», тема: «Особливості виробництва харчової продукції галузі»)
технологія, обладнання, методики, тощо

2. Форма впровадження лекції, лабораторні заняття

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт результати нові

піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР «Основи технології галузі» спеціалізація «Технології харчових продуктів тваринного походження»

5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає в ознайомленні майбутніх фахівців з основними результатами наукових досліджень щодо сучасного стану та шляхів розвитку галузі щодо технологій напівфабрикатів м'ясних, окрема реструктурованих заморожених; формуванні навичок науково-дослідної роботи у студентів; стимулюванні активності і творчої діяльності студентів; підготовці студентів до виконання аналітичних досліджень та прийняття сучасних інноваційних рішень, розширенні професійних знань студентів на етапі післявузівської освіти

Керівник НДР

завідувач кафедри технології м'яса,
професор



М.О. Янчева

" " 2021 р.

Голова експертної ради

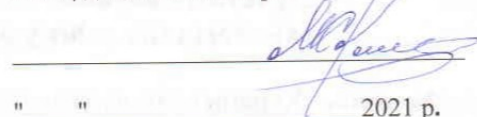
за напрямком НДР

«Харчові технології»

(назва наукового напрямку)





Директор ННІХТБ ХДУХТ

к.т.н., доцент М.Л. Серік



" " 2021 р.

Відповідальні за впровадження:

 М.О. Янчева
 О.Б. Дрошенко
 А.Т. Інжияц
 Д.Д. Мороз

" " 2021 р.

ДОПОВНЕННЯ ТА ЗМІНИ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
**«Основи технології галузі» спеціалізація «Технології харчових продуктів
тваринного походження»»**

Тема «Особливості виробництва харчової продукції галузі».

В лекційний матеріал за темою ввести результати щодо характеристики та класифікації напівфабрикатів м'ясних, зокрема реструктурованих заморожених, принципової технологічної схеми та аспектів їх виробництва.

Акт впровадження у навчальний процес від «__» _____ 2021 р.

Відповідальні виконавці:



проф. М.О.Янчева

доц. О.Б.Дроменко

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету
д.т.н., професор



Олексій БОГОМОЛОВ

“ ” 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Виконуючий обов'язки ректора
Державного біотехнологічного
університету
к.е.н.



Руслан ТИХОНЧЕНКО

“ ” 2021 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і
технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет

найменування організації

в.о. ректора ДБТУ Тихонченко Руслана Сергійовича

П.І.Б. керівника підприємства

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи

№ 04-21-22 Б (0120U105017) «Розробка технології напівфабрикатів м'ясних
реструктурованих заморожених»

найменування теми, № держ. реєстрації

виконаної на кафедрі технології м'яса

найменування кафедри

виконуваної

з 01.01.2021 по теперішній час

терміни виконання

впроваджені в освітній процес кафедри технології м'яса

найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження

1. Вид впроваджених результатів робочі програми з дисциплін «Інноваційні тех-
нології м'ясних продуктів», «Технологія галузі»

технологія, обладнання, методики, тощо

2. Форма впровадження лекційні заняття, практичні заняття, курсові та кваліфіка-
ційні роботи

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт результати нові, узагальнено дані
щодо розробки технології, продукція випускається вперше

піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР дисципліни
«Інноваційні технології м'ясних продуктів», «Технологія галузі»

5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає в ознайомленні студентів та професорсько-викладацького складу кафедри з основними результатами наукових досліджень щодо інновацій в технологіях виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених; формуванні навичок науково-дослідної роботи студентів та їх підготовки до виконання технологічних досліджень, опанування студентами умінь й навичок та набуття відповідних компетенцій.

Керівник НДР

Д.т.н., професор Марина ЯНЧЕВА

" " _____ 2021 р.

Відповідальні за впровадження

К.т.н., доцент Олена ДРОМЕНКО

" " _____ 2021 р.

К.т.н., доцент Вікторія БОЛЬШАКОВА

" " _____ 2021 р.

Аспірант Артем ІНЖИЯНЦ

" " _____ 2021 р.

Студент-магістр Олег БОГАДИЦЯ

" " _____ 2021 р.

Додаток Б**Акт впровадження результатів НДР у виробництво**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО
 В.о. ректора ДБТУ

Р.С. Тихонченко
 (підпис) (ініціали, прізвище)

« » 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор ТОВ «Дромам'ясо»

С.О. Дроменко
 (підпис) (ініціали, прізвище)

« » 2021 р.

А К Т
ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ТОВ «Дромам'ясо»
 (найменування організації)
Дроменко С.О.
 (П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано в рамках теми № 04-21-22Б (0120U105017) «Розробка технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених»

(найменування теми, № держ. реєстрації)

кафедрі технології м'яса ДБТУ
 вартістю
 (цифрами та прописом)

яка виконувалася з з 01.01.2021 р. по теперішній час
 впроваджені на ТОВ «Дромам'ясо»
 (найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених, технології реструктурованих м'ясопродуктів
 (експлуатація виробу, роботи, технології;

виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) на підставі наданих рекомендацій

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові, апробація результатів здійснюється вперше

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка акт відпрацювання № 3 від 02.12.2021 р.
 (вказати номер і дату актів випробувань,

найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво виробничий цех ТОВ «Дромам'ясо»
 (участок, цех/и, процес)

- в проектні роботи _____

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) _____
 очікуваний _____ тис. грн. _____
 (від впровадження в проект)
 фактичний _____ тис. грн. _____
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн. _____
 (% цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів _____ грн/грн. _____

9. Обсяг впровадження _____ що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: Егар.= _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект від впровадження технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених полягає у раціональному використанні м'ясної сировини, підвищенні рентабельності виробництва м'ясних виробів та розширенні їх асортименту шляхом виробництва виробів ідентичних цільном'язовим шматкам м'яса та м'ясним виробам

науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою технології м'яса ДБТУ

 (підпис) **Н.В. Камсуліна**
 (ініціали, прізвище)

Керівник роботи
 Професор кафедри технології м'яса ДБТУ

 (підпис) **М.О. Янчева**
 (ініціали, прізвище)

Відповідальні за впровадження:
 доцент кафедри технології м'яса ДБТУ

 (підпис) **О.Б. Дроменко**
 (ініціали, прізвище)
 доцент кафедри технології м'яса ДБТУ

 (підпис) **В.А. Большакова**
 (ініціали, прізвище)
 аспірант кафедри технології м'яса ДБТУ

 (підпис) **А.Т. Інжиянц**
 (ініціали, прізвище)
 студенти-магістри кафедри технології м'яса ДБТУ

 (підпис) **Д.О. Коваль**
 (ініціали, прізвище)

 (підпис) **О.О. Богадиця**
 (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Начальник виробництва

 (підпис) **Д.О. Вовк**
 (ініціали, прізвище)

Головний бухгалтер

 (підпис) **Н.М. Тараманова**
 (ініціали, прізвище)

Міністерство освіти і науки України

Харківський державний університет харчування та торгівлі



ПОГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи

В.М. Михайлов
(ініціали, прізвище)

" " 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «Дромам'ясо»

С.О. Дроменко
(підпис) С.О. Дроменко
(ініціали, прізвище)

" " 20__ р.

А К Т
ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ТОВ «Дромам'ясо»
(найменування організації)
Дроменко С.О.
(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи яку виконано в рамках теми № 04-21-22Б (0120U105017) «Розробка технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

на кафедрі технології м'яса

вартістю -,
(цифрами та прописом)
яка виконувалася з 01.01.2021 р. по теперішній час
впроваджені на ТОВ «Дромам'ясо»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів: технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених

(експлуатація виробу, роботи, технології; виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження: дослідно-промислова партія.

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження: на підставі наданих рекомендацій.

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові, апробація результатів здійснюється вперше.

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка: акт відпрацювання № 1 від 21.06.2021 р.

(вказати номер і дату актів випробувань, найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво: виробничий цех ТОВ «Дромам'ясо»
(ділянка, цех/и, процес)

- в проектні роботи:

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається):
очікуваний тис. грн.
 (від впровадження в проект)
фактичний тис. грн.
у тому числі часткова (дольова) участь ВНЗ тис. грн.
 (% , цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів
 грн/грн.

9. Обсяг впровадження
що становить від обсягу впровадження, що
покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який
розраховано по закінченні НДР: Егар.= тис. грн., а під час
поетапного впровадження: Егар. під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект від впровадження технології
напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених полягає у
раціональному використанні м'ясної сировини, підвищенні рентабельності
виробництва м'ясних виробів та розширенні їх асортименту шляхом
виробництва виробів ідентичних цільном'язовим шматкам м'яса та м'ясним
виробам

(охорона навколишнього середовища, надр; оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Керівник роботи
 завідувач кафедри технології м'яса
 ХДУХТ

М.О. Янчева
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальні за впровадження:
 доцент кафедри технології м'яса ХДУХТ

О.Б. Дроменко
 (підпис) (ініціали, прізвище)

доцент кафедри технології м'яса ХДУХТ

В.А. Большакова
 (підпис) (ініціали, прізвище)

аспірант кафедри технології м'яса
 ХДУХТ

А.Т. Інжиянц
 (підпис) (ініціали, прізвище)

студент-магістр кафедри технології м'яса
 ХДУХТ

Д.Д. Мороз
 (підпис) (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Начальник виробництва

Д.О. Вовк
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Головний бухгалтер

Н.М. Тараманова
 (підпис) (ініціали, прізвище)