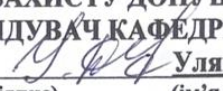


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

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

**ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ**

 **Уляна ДРАЧУК**
(підпис) (ім'я та прізвище)
« 5 » 12 2024 Р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра**

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

освітньо-професійної програми **Технології зберігання, консервування та
переробки м'яса**

на тему: **Удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з
використанням кавітаційних розсолів**

Виконавець:

здобувач

Терлецький Олександр Мих.

(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

ГАЛУХ Богдан Іванович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

(прізвище, ім'я та по батькові)

Львів – 2024

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

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування і переробки м'яса»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Уляна ДРАЧУК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« 5 »

2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

ТЕРЛЕЦЬКОГО Олександра Михайловича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з використанням кавітаційних розсолів

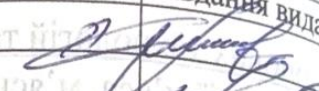
керівник роботи: ГАЛУХ Богдан Іванович, доцент, канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 02 » 04 2024 року №228-4

2. Строк подання здобувачем роботи 05.12.2024

3. Вихідні дані до роботи: провести дослідження споживчих вимог до ППМКБ, встановити потенціал даного сегменту на регіональному ринку, визначити об'єкти дослідження; дослідити чинники, що визначають якість ППМКБ; обґрунтувати можливість застосування ефектів УЗД для коректування властивостей сировини і встановити оптимальні режими дії для поліпшення споживчих властивостей готових виробів; дослідити вплив ефектів УЗД на показники і кінетику процесів засолювання м'ясної сировини в технології натуральних і посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів (МКБ); Обґрунтувати склад і спосіб виробництва нових видів напівфабрикатів з МКБ; Провести комплексну оцінку якості ППМКБ, отриманих на основі ефектів УЗД за традиційними технологіями.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання видав
1. Вступ	доц. Галух Б.І.	
2. Огляд літератури	доц. Галух Б.І.	
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Галух Б.І.	
4. Експериментальна частина	доц. Галух Б.І.	
5. Економічна ефективність	доц. Березівський Я.П.	
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Галух Б.І.	

7. Дата видачі завдання 06.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1.	Огляд літератури I атестація:	
2.	Матеріали і методи досліджень	11.09.2024
3.	Експериментальна частина II атестація:	
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва	01.11.2024
5.	Висновки та пропозиції виробництву III атестація:	
	Допуск до захисту:	05.12.2024
		09.12.2024

Здобувач 

Керівник роботи (підпис)



Терлецький О.М.

(ІМ'Я ТА ПРІЗВИЩЕ)

Галух Б.І.

(ІМ'Я ТА ПРІЗВИЩЕ)

ЗМІСТ

Вступ

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні підходи формування споживчих властивостей продуктів переробки м'яса птиці

1.2. Функціонально-технологічні характеристики м'яса птиці і їх вплив на якість продуктів її переробки

1.3. Технологічні процеси переробки м'яса птиці і способи їх інтенсифікації

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

2.2. Методи досліджень

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження чинників, які визначають функціонально-технологічних властивості м'яса курчат-бройлерів

3.2. Дослідження впливу ефектів ультразвукової дії на функціонально-технологічні властивості м'яса курчат-бройлерів в технології натуральних напівфабрикатів

3.3. Дослідження впливу ефектів ультразвукової дії на функціонально-технологічні властивості м'яса курчат-бройлерів в технології посічених напівфабрикатів

3.4. Оцінка якості продуктів переробки м'яса курчат-бройлерів, виготовлених з використанням ефектів ультразвукової дії

3.5. Дослідження харчової повноцінності продуктів переробки м'яса курчат-бройлерів, вироблених з використанням ефектів ультразвукової дії

ВИСНОВКИ

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний стан в м'ясопереробній галузі України тісно пов'язаний з розвитком сировинної бази. Однією з джерел створення високоякісних м'ясних продуктів може слугувати галузь птахівництва, роль якої у Західному регіоні України характеризується високим ресурсним потенціалом. В даний час український ринок м'яса птиці знаходиться у стадії динамічного розвитку, що, в першу чергу, обумовлено високою рентабельністю даного виробництва. На державному рівні діють програма розвитку АПК, а також цільова програма розвитку переробної промисловості в Україні на період 2015-2025 років.

Велика увага дослідженню якісних характеристик продуктів переробки м'яса птиці (ППМП) приділена особлива увага. Автори досліджень у цьому напрямку зробили великий внесок у розвиток фундаментальних основ технології виробництва м'ясних продуктів з орієнтацією на світові стандарти якості, а також формування їх споживчих властивостей.

Розробка інноваційних підходів у технології ППМП, направлених на ресурсозберігання, імпортозаміщення, інтенсифікацію виробничих процесів і поліпшення споживчих властивостей готових продуктів включає різні напрями, серед яких виділені сучасні способи, зокрема ультразвукові (кавітаційні).

Суть процесів електрофізичної дії, їх застосування в технологіях харчових виробництв описано в працях вітчизняних і зарубіжних учених. Разом з тим, використання ефектів ультразвукової дії (УЗД) як чинника формування споживчих властивостей ППМП в даний час вивчено і описано недостатньо.

Відповідно до вищевикладеного, комплексний аналіз чинників, що обумовлюють формування споживчих властивостей ППМП, і дослідження можливостей застосування УЗД для їх поліпшення має важливе науково-практичне значення і є актуальним.

Мета роботи полягає в поліпшенні споживчих властивостей продуктів переробки м'яса курчат-бройлерів (ППМКБ) за рахунок коректування властивостей сировини і інтенсифікації процесів виробництва на основі застосування ефектів УЗД.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні **завдання**:

- Провести дослідження досліду і споживчих вимог до ППМП, встановити потенціал даного сегменту на регіональному ринку, визначити об'єкти дослідження;
- Досліджувати чинники, що визначають якість ППМКБ.
- Обґрунтувати можливість застосування ефектів УЗД для коректування властивостей сировини і встановити оптимальні режими дії для поліпшення споживчих властивостей готових виробів.
- Дослідити вплив ефектів УЗД на показники і кінетику процесів засолювання м'ясної сировини в технології натуральних і посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів (МКБ).
- Обґрунтувати склад і спосіб виробництва нових видів напівфабрикатів з МКБ.
- Провести комплексну товароведную оцінку якості ППМКБ, отриманих на основі ефектів УЗД за традиційними технологіями.

Наукова новизна. Магістерська робота містить елементи наукової новизни. Експериментально встановлено оптимальні параметри ультразвукової дії на розсіл, що використовується для виробництва натуральних і посічених напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів (потужністю 180 Вт, і, залежно від термічного стану м'ясної сировини, тривалістю дії 1,5-3 хв), що дозволяють поліпшити функціонально-технологічні властивості цих напівфабрикатів і готових кулінарних виробів з них.

Науково обґрунтовано склад і спосіб виробництва нових видів напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів з використанням ультразвукової

підготовки розсолу: посіченого напівфабрикату «Нагетси», натуральних напівфабрикатів «Грудинка» і «Стегно».

Показано позитивний вплив ефектів ультразвукової дії на рівень гідратації білкових структур м'яса курчат-бройлерів (збільшення показника на 10-12 %).

Теоретична і практична значущість роботи полягає в тому, що в роботі запропонований спосіб виробництва продуктів ППМКБ шляхом вбудовування УЗД на етапі підготовки м'ясної сировини і приготування фаршу; встановлена ефективність запропонованої технології виробництва напівфабрикатів з МКБ і поліпшення їх споживчих властивостей.

Матеріали і методи дослідження. У роботі використовувалися стандартні і загальноприйняті методи оцінки якості води, складу і властивостей м'ясної сировини, напівфабрикатів і готових м'ясних виробів: органолептичні, фізико-хімічні, реологічні, мікроскопічні, статистичні.

Робота виконувалася в лабораторії кафедри «Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького».

Міра достовірності результатів великим масивом експериментальних даних, отриманих і оброблених із застосуванням стандартних, загальноприйнятих і спеціальних методів; узгодженістю результатів з відомими уявленнями про склад і властивості м'ясної сировини, теорію ультразвукової дії.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні підходи формування споживчих властивостей продуктів переробки м'яса птиці

Відомо, що визначальне значення в процесі формування якості готового продукту з орієнтацією на оптимізацію його споживчих властивостей відводиться сировинним ресурсам. Стосовно продуктів переробки м'яса птиці, ключовим критерієм, що обумовлює їх споживчі властивості (харчова повноцінність, органолептичні властивості, безпека), є придатність м'ясної сировини до переробки, яка оцінюється за комплексом показників – хімічний склад, морфологічна будова, рівень рН, термічний стан. Дані параметри визначатимуть закономірності перебігу більшості технологічних процесів.

1.2. Функціонально-технологічні характеристики м'яса птиці і їх вплив на якість продуктів їх переробки

Переробка м'яса птиці супроводжується складними фізико-хімічними, біохімічними і механічними процесами. Для прогнозу поведінки м'ясної сировини в ході технологічної обробки використовують комплекс функціонально-технологічних і структурно-механічних показників, що об'єктивно відображають його якість (рис. 1).



Рис. 1. Взаємозв'язок функціонально-технологічних властивостей м'яса птиці і параметрів, що їх визначають

Важливим показником функціонально-технологічних властивостей м'яса птиці є величина pH, яка значною мірою впливає на такі параметри якості готових виробів як колір, ніжність, вологозв'язуюча здатність і стійкість при зберіганні. Величина pH м'яса птиці залежить від багатьох чинників, так після забою в процесі охолодження протягом 18-48 год величина pH знижується в середньому до 5,7-5,4. Нижча здатність охолодженого м'яса в порівнянні з парним зв'язувати воду і жир пояснюється, в першу чергу, (разом з розпадом АТФ) і зниженням показника pH [7, 9].

Знаючи величину pH, можна встановити оптимальні напрями використання м'ясної сировини в процесі промислової переробки.

В даний час питання направленої використання сировини з урахуванням характеру перебігу процесів автолізу набуває особливого значення, оскільки істотно зросла частка птиці, що поступає на переробку, у яких після забою в м'язовій тканині виявляються значні відхилення від біохімічних процесів, що нормально протікають в післязабійний період. За різними джерелами, частка м'яса птиці з ознаками PSE 35-40% від загального об'єму продукції [14].

Причинами виникнення вади PSE може бути інтенсивна відгодівля птиці і обмежена рухливість при утриманні. Переробка м'яса з вадою PSE утруднена, оскільки при цьому погіршуються органолептичні характеристики готових виробів, знижується вихід, що обумовлює необхідність застосування адаптивних добавок.

Проблема переробки ексудативного м'ясної сировини визначається його рихлою консистенцією, підвищеним виділенням м'ясного соку і низькою вологозв'язуючою здатністю.

Вологозв'язуюча здатність м'яса птиці істотно залежить від кількості і ступеня зв'язку з білком вільної води. Вологозв'язуюча здатність визначається рядом чинників: віком птиці, кількісним співвідношенням води і жиру, глибиною автолітичних процесів, величиною рН, кількістю білків, їх складом і властивостями [7, 9].

Найбільше практичне значення має вологозв'язуюча здатність м'язової і сполучної тканин, оскільки ця вода є переважаючим компонентом м'яса птиці. Вологозв'язуюча здатність м'язової тканини визначається в першу чергу властивостями і станом білків міофібрил (актину, міозину і актоміозину). У складі сполучної тканини води менше, в основному вона зв'язана з колагеном.

Вода робить істотний вплив на такі якісні характеристики готових м'ясних виробів, як консистенція, структура, стійкість при зберіганні, а також вихід готового продукту.

Воду, яка міститься в харчових продуктах, як правило, розділяють залежно від форм її зв'язки з білками на три групи:

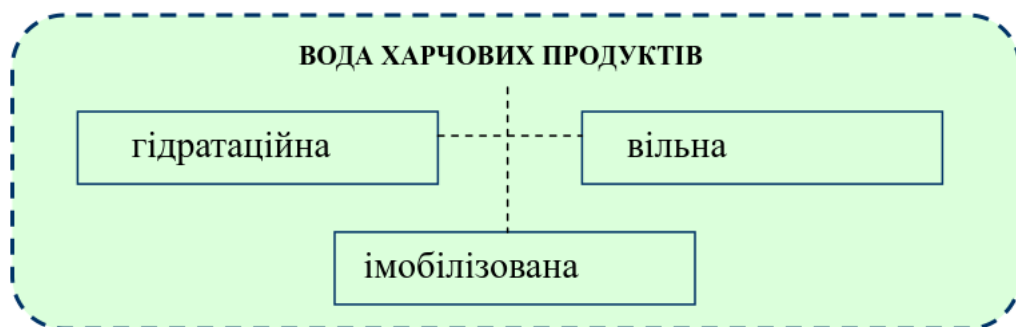


Рис.2. Форми зв'язку води в харчових продуктах

Гідратаційна вода (близько 5 % від загального її вмісту), як показують спектри ядерно-магнітного резонансу, має структуру «водневих мостикових сполук». За фізичними властивостях вона відрізняється від імобілізованої і вільної в нижчою температурою замерзання, більшою щільністю, меншим тиском пари і здатністю до розчинення різних сполук. Гідратаційна вода пов'язана електростатично з дисоційованими групами бічних ланцюгів (карбоксильними, гідроксильними, сульфгідрильними і аміногрупами), водневими зв'язками з недисоційованими полярними групами (карбоксильними і аміногрупами пептидних зв'язків) і формує мономолекулярний шар на їх поверхні.

Імобілізована вода, складає найбільшу частину загального її вмісту, зв'язана сорбційними і ван-дер-вальсовими силами у вигляді муьтимолекулярних шарів з м'язовими мембранам. За фізичними властивостями вона відрізняється від гідратаційної і утворює «льодоподібну» структуру між білковими молекулами. Кількість імобілізованої води залежить від просторової структури білків, яка розширюється або стискається залежно від тяжіння або відштовхування заряджених бічних груп молекул білка. Збільшення відстані між ними при підвищенні заряду білкової сітки і розриві поперечних зв'язків приводить до зростання кількості імобілізованої води, а асоціація молекул, навпаки, супроводжується його зменшенням [8, 15].

Вільна вода, молекули якій за рахунок водневих зв'язків організовані у вигляді «кластера», що постійно то руйнується, то утворюється знов. Таким чином, у вільної води є «проміжний» стан між окремими молекулами і решіткоподібною структурою льоду. Час життя таких кластерів дуже малий, і при підвищенні температури вони зменшуються. Так, при від'ємних температурах молекули вільної води сполучені водневими зв'язками на 100%, при 6 °C – на 55%, а при 35 °C – на 45%. Вільна вода утримується в м'ясі силами капілярної взаємодії і є постійним депо для поповнення кількості імобілізованої води [26].

Залежно від міцності зв'язку води розрізняють адсорбційну, осмотичну і капілярну вологу.

Адсорбційна волога – це частина вологи, яка знаходиться в м'ясі в найміцнішому зв'язаному стані, що утримується за рахунок сил адсорбції, головними чинниками білків.

Чисельність груп, що фіксують вологу завдяки адсорбції, залежить від взаємодії білків один з одним, при якому відбуваються взаємне блокування активних груп і зменшення адсорбції. Така взаємодія спостерігається, наприклад, при автолізі. Велике значення для вологозв'язуючої здатності білків має концентрація електролітів в саркоплазмі клітин, оскільки від неї залежить ступінь іонізації білків.

Крім природних властивостей білків на кількість утримуваною ними адсорбційної вологи впливають ті фактори, які змінюють чисельність гідрофільних груп білка: інтервал між рН серед ізоелектричною точкою, властивості і концентрація електролітів, взаємодія білків один з одним в силу особливих умов. Відоме значення має температура (нижча від температури денатурації), з підвищення якої посилюється тепловий рух диполів води і зменшується загальна товщина адсорбційного шару.

Осмотична волога утримується в непорушених клітках за рахунок різниці осмотичного тиску по обидві сторони клітинних оболонок (напівпроникних мембран) і внутріклітинних мембран. У міжклітинних просторах, так само як і в тканинах з неклітинною структурою, роль напівпроникної перегородки виконує структура каркасу білкових гелів, в осередках якого утримується вода. Крім того, більш високий осмотичний тиск і збільшення кількості осмотично зв'язаної води виникають залежно від концентрації іонів електролітів поблизу полярних груп білка. Таким чином, вміст осмотичної вологи в м'ясі птиці вищий, чим більше залишається незруйнованих напівпроникних мембран або структурних сполук, які виконують їх роль. Вона частково виходить з м'яса при зануренні його в розчин з більш високим осмотичним тиском (маринад), при тепловій

денатурації білків. Кількість осмотичної води впливає на пружні властивості тканин.

Капілярна вода заповнює пори капіляри м'яса і фаршу. Кількість капілярної води залежить від ступеня розвитку капілярної мережі в структурі матеріалу. Капілярна вода впливає на об'єм і соковитість продукту. Чим більша величина капілярного тиску, тим міцніша капілярна вода пов'язана з матеріалом. Капілярний тиск, у свою чергу, визначається розміром капілярів. Чим менше діаметр капілярів і мікрокапілярів, тим більше капілярний тиск і тим міцніше утримується вода [24, 28].

Навіть у межах однієї форми зв'язку води її міцність і вплив на властивості тканин неодинакові. У технологічній практиці воду за формою її зв'язку з м'ясом часто спрощено розділяють на міцно-зв'язану, слабозв'язану корисну і слабозв'язану надлишкову. До води, міцно пов'язаної з продуктом, відносять в основному адсорбційну воду мікрокапілярів, а також частину осмотичної. Слабозв'язана корисна вода розм'якшує (пластифікує) продукт, створюючи сприятливу консистенцію і сприяючи засвоєнню їжі. Слабозв'язана надлишкова вода – це та її частина, яка може відділятися в процесі технологічної обробки у вигляді бульйону при варінні ковбас або у складі м'ясного соку при розморожуванні [18].

Водозв'язуюча здатність м'яса визначає його якість при технологічній і кулінарній зразки. Стан міофібрилярних білків м'яса в процесі засолювання визначають ніжність, соковитість і вихід готових продуктів. Так, при тривалій механічній зразки м'ясної сировини спочатку відбувається розпушування структури білків солоного м'яса, що покращує технологічні показники, потім спостерігається руйнування сітки мембран і філаментів, що спричиняє за собою ущільнення структури м'ясної сировини і зниження технологічних показників.

Таким чином, дослідження стану води в м'ясі птиці дозволяє визначати його технологічні властивості і тим самим науково підходити до

використання методів дії на водну фракцію продукту і регулювання якісних і кількісних співвідношень форм зв'язку.

Як об'єктивні характеристики можуть також служити структурно-механічні властивості фаршевих систем на основі м'яса птиці. Вивчення структурно-механічних характеристик сировини і продукції птахопереробної промисловості необхідні для оптимізації технологічних процесів і окремих операцій, для контролю на всіх стадіях обробки.

Залежно від типу енергії виникаючих зв'язків відомі структури на коагуляційні конденсаційні кристалізаційні, а також комбіновані [21].

Коагуляційні структури утворюються шляхом зчеплення частинок м'ясного фаршу через як найтонші залишкові прошарки вільної або адсорбційної зв'язаного і дисперсійного середовища (дисперсним середовищем є вода, а дисперсною фазою – частинки подрібнених м'язових тканин місцели і макромолекули), що здійснюється за рахунок ван-дер-вальсових сил, сприяючи протіканню мимовільних процесів наближення до стійкішого термодинамічного стану, – тиксотропного зміцнення, самоущільнення, синерезису. Ущільнення відбувається у висококонцентрованих м'ясних системах, синерезис з одночасним зміцненням – в низько концентрованих сиситемах на основі м'яса птиці завдяки витісненню частини рідини. Вільна рідина (вода) може відділятися у вигляді фази або знаходитися всередині фаршу структури у вигляді найдрібніших крапельок. Дані структури здатні до мимовільного відновлення після руйнування (тиксотропія). Міцність їх при цьому наростає поступово до певної межі [9].

Конденсаційні структури виходять з коагуляційних, у міру видалення рідкої фази, при цьому виникають більш тісний зв'язок між частинками м'ясного фаршу, внаслідок чого міцність структури поступово збільшується, залишаючись потім постійною. Конденсаційні структури володіють більшою міцністю, ніж коагуляційні, і після руйнування не відновлюються. Цей процес можна спостерігати при термічних зразках м'ясної сировини.

Типовим представником продукту з коагуляційною структурою є сирий фарш. Переривна дисперсна фаза в ньому представлена білковими частинками і агрегатами, частинками жиру, найдрібнішими обривками м'язової і жирової тканини, а не перервна фаза – водним розчином м'язових білків, інших органічних сполук і електролітів (головним чином хлористого натрію). Білки, розчинні в неперервній фазі, додають фаршу пластичність і клейкість. Структурам такого типу властива тиксотропія. Очевидно, що структурно-механічні властивості коагуляційних фаршевих систем значно залежать від вмісту води, розмірів частинок і прошарків, їх фізико-хімічних властивостей, що важливо для проведення технологічних процесів, наприклад при подрібненні м'яса.

До конденсаційних структур можна віднести фарш готових варених ковбас і посічених напівфабрикатів. Утворення твердої монолітної структури готових виробів обумовлено виникненням і розвитком просторового каркасу в результаті теплової денатурації і коагуляції білків, розчинних в неперервній фазі сирого фаршу.

Кристалізаційні структури утворюються шляхом зрощення частинок або молекул при активній участі хімічної взаємодії з розплавів при охолоджуванні і з розчину при підвищенні його концентрації або охолоджуванні. Ці структури мають просторову кристалічну решітку, міцність якої залежить від форми кристалів. Зазвичай спочатку утворюється найменш міцна і термодинамічна нестійка кристалічна форма, з часом перехідна в міцнішу і термодинамічну стійкішу форму.

М'ясо птиці і схожі з ним по структурі м'ясопродукти за властивостями нагадують змішані системи конденсаційно-кристалізаційного типу.

Важливою групою структурно-механічних властивостей є реологічні властивості, які визначають реакційні здатності продукту при дії на нього напруги зсуву. До основних реологічних властивостей м'ясних продуктів можна віднести граничні напруження зсуву, пластичну і ефективну в'язкість, період релаксації, які найповніше відображають внутрішню суть об'єкта,

дають уявлення про якість продукту, ступеню і глибини його технологічної обробки. Знаючи дані характеристики, можна визначити оптимальні варіанти технологічного процесу [9].

Враховуючи складну організацію м'ясної системи і наявність безлічі чинників, що забезпечують її стабільність і як наслідок якість готових виробів, а в теперішній час на птахопереробній галузі широкого поширення набули різні функціональні харчові добавки і приготовлені на їх основі розсоли, що як правило коректують білкову фракцію за кількістю і властивостями.

Лідируючі позиції в птахопереробній галузі займають розсоли на основі фосфатів [7]. До застосування в харчовій промисловості в Україні дозволені *моно-, ди-, три- і полі- фосфати*.

Фосфати володіють подібними з АТФ властивостями і можуть відновлювати природну здатність білків зв'язувати вологу – нейтралізують поперечне злипання між актином і міозином, що утворюється в процесі посмертного залякання і сприяють розпаду актоміозинового комплексу на окремі волокна.

Більшість харчових фосфатів і їх сумішей, що використовуються в м'ясопереробній промисловості, мають лужну реакцію. Добавка лужних фосфатів до м'яса приводить до зростання рН, і як наслідок, до збільшення вологозв'язуючої здатності білків. Також застосовуються кислі фосфати, які використовують для розм'якшення і набухання білків сполучної тканини і поліпшення утворення кольору. Найчастіше вибір певного виду фосфатів визначається функціонально-технологічними властивостями м'ясної сировини, що поступила на переробку.

Фосфати збільшують іонну силу м'язової тканини і змінюють співвідношення активованих і набрякаючих білків, сприяючи імобілізації доданої води і емульгуванню жиру.

Завдяки перерахованим діям харчові фосфати збільшують вихід готової продукції, скорочують втрати і міграцію вологи при розморожуванні,

термічні зразки, скорочують тривалість засолювання, покращують текстуру і консистенцію, колір і смак готових м'ясних продуктів, уповільнюють прогорання жирів.

До негативних моментів використання фосфатів в харчових виробництвах, зокрема в виробництві продуктів з м'яса птиці слід віднести те, що надмірне споживання фосфатів людиною може привести до погіршення засвоєння кальцію, і як наслідок, утворенню відкладень кальцію і фосфору в нирках і розвитку остеопорозу. Також для підприємств, що використовують фосфати постає додаткова проблема строгого контролю вмісту сторонніх домішок у фосфатах, яке не повинно перевищувати ліміти, встановлені для того або іншого фосфатного препарату Всесвітньою Організацією Охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ).

У зв'язку з необхідністю переробки сировини різної якості, зокрема ексудативного м'яса птиці, в даний час поширення набуло використання білкових і білково-вуглеводних добавок при виробництві продуктів його переробки.

Ведення білкових препаратів дозволяє покращувати функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини, підвищувати харчову повноцінність готових виробу, покращувати органолептичні показники і понизити собівартість продукції.

Доведено перспективність використання функціональної білкової сполучнотканинної добавки Сканпро 325/1 при виробництві виробів на основі м'яса птиці для можливості коректування властивостей м'ясної сировини і часткової його заміни при виробництві посічених напівфабрикатах [19].

Більшість з вивчених і використовуваних в сучасній птахопереробній промисловості функціональних добавок поступають на ринок України з країн Європи. Серед них переважають такі зарубіжні виробники як «VEOS N.V.», «Блутін», «Дена» (Бельгія), «Indasia» (Німеччина), «Дагоспорт» (Данія) і ін.

Проте в сучасних умовах (імпортозаміщення) виникає необхідність пошуку альтернативних вирішень їх застосовності.

Новою тенденцією в м'яса птиці є поєднання вмістом білка добавок і активованих розсолів. У роботі запропоноване використання біфідогенного концентрату з молочно- вуглеводної сировини «Лактобел» вітчизняного виробництва. Автором було встановлено, що застосування таких розсолів сприяє додатковому скріпленню вологи в продукті, дозволяє збільшити його вихід без зниження якості і смакових характеристик, понизити вміст високотоксичних елементів і важких металів, підвищує його екологічну чистоту і безпеку. Проте висока собівартість готового продукту обмежує застосовність запропонованого методу.

Необхідно відзначити, що важливою проблемою при гігієнічній регламентації харчових добавок в продуктах харчування є комбінаційна токсикологія і можливі взаємодії між різними добавками [16]. Крім того, безліч добавок також може маскувати дефекти якості харчового продукту, викликані неправильно організованим процесом переробки, або приховувати мікробіологічне псування.

В даний час широко досліджуються і застосовуються харчові добавки як на основі рослинного білка (соєві ізоляти) так і молочно-білкові препарати, білково-вуглеводні суміші і препарати на основі плазми крові і сполучної тканини тварин. Для досягнення якнайкращих результатів досить часто використовують поєднання декількох різних добавок. Разом з тим, згідно основам державної політики в області здорового живлення на період до 2020 року передбачається обмежити кількість добавок у виробництві м'ясних продуктів.

Таким чином, зважаючи на проблеми якості початкової сировини, враховуючи зміну його характеристик в процесі технологічної обробки (зберігання, посол, механічні дії), необхідно використовувати такі способи і режими його підготовки, які сприятимуть забезпеченню його високих

функціонально-технологічних характеристик і досягненню високих споживчих властивостей готових продуктів.

1.3. Технологічні процеси переробки м'яса птиці і способи їх інтенсифікації

Організація технологічних процесів виробництва продуктів переробки м'яса птиці традиційно включає ряд послідовних операцій (підготовка сировини і сировинних компонентів, посол, механічна і термічна обробка і ін.), що визначають в результаті якість готового продукту. Проте в сучасних умовах потрібно враховувати особливості початкової сировини і регулювати процеси виробництва мінімізуючи недоліки сировини. Оцінюючи окремі операції технологічного циклу з урахуванням їх впливу на формування споживчих достоїнств готових виробів можна виділити етап засолювання м'ясної сировини, який є складною сукупністю різних за своєю природою процесів:

масообмін (накопичення в м'ясній сировині в необхідних кількостях компонентів суміші засолювання і їх рівномірний перерозподіл по всьому об'єму продукту), перехід водорозчинних речовин м'яса у водну фракцію розсолу;

гідроліз білкових структур і інших нутрієнтів м'яса, зміни вологості і водозв'язуючій здатності м'ясної сировини, які також супроводжуються зміною маси;

зміни мікроструктури продукту у зв'язку з розвитком ферментативних процесів у присутності речовин засолів, а так само за рахунок механічних дій;

утворення смаку і аромату в результаті розвитку ферментативних процесів і використання смакових речовин і ароматизаторів у складі сумішей засолів; стабілізація забарвлення продукту [12, 21, 28].

Серед класичних методів засолювання виділяють сухий, мокрий і змішаний. У теоретичному плані їх вивчення, процес зводиться до міграції

сухих речовин на основі законів дифузії. Масообмінні процеси між речовинами засолів і розчинними нутрієнтами продукту будь-якого методу зводяться до системи розсіл-м'ясо [2, 23].

Чинникам системи розсіл-м'ясо, що роблять визначальний вплив на якість готових виробів можна підрозділити на зовнішніх, обумовлених властивостями зовнішнього середовища і внутрішні обумовлені властивостями внутрішнього середовища (рис. 2) [19, 23].

Процес накопичення речовин засолів в тканинах при традиційному мокрому засолі по своїй Фізико-хімічній суті, відноситься до дифузійних процесів і є переміщенням речовин засолів в гетерогенній системі розсіл-м'ясо.

Отже, цей процес повинен бути проникненням молекул однієї речовини в іншу речовину з подальшим самотійним вирівнюванням концентрації молекул цих речовин в обох фазах, тобто в дифузії, ефективність якої в цілому визначається принципом Ле Шательє- Брауна - якщо на систему, що знаходиться в умовах рівноваги, впливати ззовні, змінюючи яке-небудь з умов рівноваги, то в системі посилюються процеси, направлення на компенсацію зовнішніх дій.

Рушійною силою процесу засолювання є різниця концентрацій солі в системі розсіл-продукт. Всі фактори, дія яких приводить до підвищення концентрації солі на поверхні продукту, каталізують цей процес [19].

Встановлено, що збільшення концентрації розсолу з 12 до 24 % забезпечує прискорення накопичення солі в продукті приблизно в 2 рази [21]. Проте з підвищенням концентрації солі і тривалості її дії відбувається глибока денатурація і коагуляція деяких білків, головним чином глобулінів. І цей процес супроводжується укрупненням білкових частинок, що знижує їх рухливість і розчинність.

У гетерогенній системі розсіл м'ясних продуктів в яких дифузійний шар, лежачий на межі, чинить опір процесу розподілу речовин засолів дифузійному потоку і утрудняє його переміщення. Для зменшення величини

опорів, що надаються дифузійному потоку тканинами продукту, збільшення швидкості процесу і його переходу від ламінарного до турбулентного необхідне зменшення товщини прикордонного шару. Критерієм процесу засолювання служить коефіцієнт дифузії (проникність). Встановлено, що кількісне співвідношення між проникністю м'язової, сполучною і жирковою тканинами м'яса складає 8:3:1 [13, 19]. Відмічені анізотропні властивості м'язової тканини, тобто її проникність уздовж волокон приблизно на 11 % вище, ніж у поперек, що свідчить про переміщення речовин засолів, переважно по міжклітинному простору тканини [17, 19].

В зв'язку з цим, очевидно, що дії, що ведуть до ліквідації бар'єрного шару і збільшення проникності тканинних мембран, сприяють більш швидкому і рівномірному розподілу речовин засолів і інтенсифікації технологічного процесу. [22].

Згідно другому закону Фіка, дифузійного перенесення речовин обумовлюється наявністю градієнта концентрації в ізотермічних умовах [15]. Температурний градієнт викликає додаткові переміщення речовини у напрямі теплового потоку – термодифузію. Отже, швидкість розподілу солі в системі розсіл-продукт, а також усередині самого продукту, залежить від температури, яка є чинником, що найістотніше змінює величину коефіцієнта проникнення [27, 28].

Таким чином, підвищення температури розсолу сприяє більш швидкому розподілу компонентів сумішей засолів при будь-якому з вказаних вище методів засолювання.

Пошуку рішень по інтенсифікації процесу засолювання присвячена достатньо велика кількість наукових робіт багатьох вчених. При цьому необхідно вказати, що основні дослідження зосереджені в частині пошуку не стандартних вирішень засолювання для м'яса забійних тварин.

Починаючи з кінця 60-х початки 70-х років минулого сторіччя, з'явилася тенденція застосування дій різної природи зовні. Вченими були запропоновані нестандартні способи введення розсолів в м'язову тканину в

раізних модифікаціях (струменеве ін'єкційне, спрей-інжекція) [5, 19]; електрообробка парного електростимуляція) і попереднє шприцьованої сировини електромасажування).

Сучасні технології виробництва продуктів з м'яса, особливо цільно м'язових, як правило засновані на застосуванні комбінації вже існуючих способів інтенсифікації процесу засолювання або модифікації основних режимів. Основні напрями інтенсифікації направлені скорочення тривалості тривалого по комплексу тих, що відбуваються при засолі біохімічних і мікробіологічних змін в м'ясній сировині, забезпечуючи отримання продукту заданої якості.

Аналіз досліджень, проведених сучасними ученими в даній області, дозволяє виділити основні напрями інтенсифікації процесу засолювання (рис. 2).

Термічні методи основані на терморегуляції процесу засолювання [5, 15]. Відомо, що залежність тривалості дозрівання від температури (1, 3) визначається емпіричною залежністю [5, 14]:

Підвищення температури що оточує середовище при дозріванні м'яса сприяє скороченню цього періоду з 10-14 до 1-2 діб [13].

Подібне явище пояснюється зміною значення коефіцієнта дифузії. В результаті підвищення температури активізується діяльність ферментативних систем, які надають сприятливі дії на продукт.

Тим часом, необхідно врахувати, що використання підвищених температур паралельно супроводжується високою мікробіологічною активністю, що може привести до псування сировини. Тому виникає необхідність використання додаткових активуючих чинників, таких як ультрафіолетові випромінювачі, вакуумування або введення в м'ясо харчових кислот або антибіотиків, а також розсолів на основі активованих вод (як правило з низьким показником рН) [10, 12].

До електрофізичних методів відносять електростимулювання електромасажування, акустична обробка м'яса.

Електростимулювання (ЕС) є методом, що передбачає обробку тушок птиці електричним струмом в певному стані. ЕС застосовується для передбачення стрімкого зсуву рН середовища в кислу сторону і активізації ферментативних систем, що викликають автоліз м'яса, а так само додання ніжності готовому продукту [16, 17].

У роботах наголошується, що періодичні скорочення і розслаблення м'язів при імпульсній ЕС згладжують їх після забійне залякнення, особливо динамічних м'язів. Стимулювання м'яса електричним струмом викликає, в першу чергу, деструкцію м'язових волокон, дисоціацію актоміозинового комплексу, що сприяє поліпшенню консистенції продукту.

Проте деякими дослідниками наголошується, що використання електростимулювання приводить до порушення вологоутримуючої здатності, втрат м'ясного соку при теплових зразках і загальній втраті маси [20]. Тому ЕС мало прийнятно при виробництві продуктів переробки м'яса птиці [26].

Інше джерело енергії, достатньо нетрадиційне для м'ясної промисловості, ультразвук, досліджувався з метою використання його для поліпшення функціонально-технологічних властивостей і органолептичних показників готових м'ясопродуктів є одним з розробників даного способу інтенсифікації процесу засолювання. Ними встановлено, що ультразвукова обробка сприяє збільшенню виходу продукту і поліпшенню його консистенції, а саме соковитості і ніжності [21, 25].

Із-за складності організації даних операцій на виробництві і відсутності спеціального устаткування способи електростимуляції і обробки ультразвуком сировини не набули широкого поширення і практичного втілення до теперішнього часу.

Проте аналіз літератури з питання, що вивчається, дозволив встановити, що більшість з вище названих методів продовжують досліджуватися, а так само використовуються на виробництві в їх взаємодоповнюючому поєднанні. Даний підхід дозволяє найефективніше застосовувати переваги і нівелювати недоліки кожного з методів і, як

наслідок, інтенсифікувати процес засолювання і одночасно покращувати якість готового продукту [18, 19].

Так, прикладом комплексного використання розглянутих методів підвищення інтенсивності процесу засолювання є *електромасажування* (ЕМ) м'яса. Принцип його дії полягає в дії електричних імпульсів на заздалегідь ін'єкції м'яса в парному стані [22, 23].

Створюється ефект механічної дії, при якій періодично виникаючі пульсації (скорочення і розслаблення парних м'язів) впливають на процес перерозподілу речовин засолів. Скорочення тривалості періоду після забою і підвищення напруги струму збільшують тривалість досить сильних пульсацій і ефективність електромасажування. Відмітна особливість даного методу відносно ЕС полягає в тому, що в процесі ЕМ перерозподіл солі відбувається, в основному фільтраційним шляхом, а ЕС збільшує швидкість дифузії солі за рахунок деструктивних змін м'язовій тканині. Використання ЕМ при посолі м'яса збільшує його пластичність на 2-3% [24].

Встановлені наявності розпушування і розволокнення мікроструктури в м'язах м'яса при засолі електромасажуванням. Деструкція м'язових волокон на стадії електродів сприяє швидший перерозподіл речовин засолів в м'ясі. Паралельно відбуваються локальні руйнування сарколеми, що також прискорює проникнення розсолу всередину волокон і деструктивні зміни в процесі витримки. Також встановлено, що каталіз фільтраційно-дифузійних процесів (особливо деструктивних змін м'язовій тканині) при ЕМ викликають швидше утворення дрібнозернистої білкової маси.

До сучасних методів інтенсифікації засолювання також відносяться методи механічної дії на м'ясну сировину, серед яких виділяють віброобробку, тендеризацію, масажування.

Ці методи можуть застосовуватися як в комплексі, так і самостійно. Механічна обробка м'ясної сировини на завершуючих стадіях засолювання у поєднанні із ЕС, шприцюванням, струменевим ін'єкцюванням, ЕМ дозволяє значно поліпшити якісні показники, структурно-механічні і мікробіологічні

характеристики готового продукту. Додаток енергії механічної дії до заздалегідь ін'єкційну сировину значно прискорює розподіл інгредієнтів засолів по об'єму м'ясопродуктів, особливо при використанні багатокомпонентних білкових функціональних розсолів.

В даний час широкого поширення набув гідрофізичний метод внутрішньо м'язового введення розсолу методом шприцювання. При даному методі різні рідкі і газоподібні компоненти упроваджуються в м'ясо під тиском 10^6 Па [5, 19].

Уколами в м'язову тканину здійснюють за допомогою латунних, нікельованих або з корозійностійкої сталі порожнистих перфорованих голок. При використанні раціональної схеми шприцювання забезпечуються задовільні результати.

Встановлене, що при шприцюванні біля кожного з отворів голки утворюється початкова зона накопичення розсолу, в межах якої м'ясо переробка відбувається переважно по міжволокнистому простору, а проникнення речовин засолів йде дифузійно в період витримки в засолі [2, 5].

Спочатку введення розсолів в таких установках проводиться у ручну, а промислові установки для шприцювання мали одну-дві голки. Обмежена продуктивність, а також неможливість здійснення шприцювання з належною точністю визначили недоліки даних конструкцій.

Вдосконалені багатоголчаті установки дозволили в значній мірі збільшити продуктивність і контролювати кількість розсолу, що вводиться [14].

Пізніше з'явилися спреї-інжектори, які дозволяють здійснювати введення розсолу в м'ясо під тиском 10^5 Па через отвори малих діаметрів в голках [25]. Завдяки новій конструкції значно знизилася втрата розсолу при внутрішньо м'язовому введенні і підвищився ступінь рівномірності розподілу розсолу по об'єму продукту. Проте складність виконання таких установок і, як наслідок, висока вартість не дозволяють використовувати дане устаткування на підприємствах невеликої потужності.

Найбільш перспективним є струмене (безголке) ін'єкціювання, яке є гідромеханічною дією струменя на м'язову тканину при її закінченні під тиском 10 Па через сопловий отвір (2- 4) 10^{-4} м з швидкістю до 160 м/с. За таких умов закінчення струмін набуває властивостей твердого тіла [5].

Згідно досліджень безпосередньо після ін'єкції струйним способом розсіл зосереджений в початковій зоні. Розмір даних зон збільшуються при підвищенні тиску в розсолі і багато в чому визначаються станом структури м'ясної сировини. Струмені надають додаткову тендеризацію дії на структуру тканини. При цьому забезпечується проникнення струменя не тільки в міжволокнистий простір, але і всередину м'язового волокна, що в значній мірі покращує структурно-механічні властивості продукту, водозв'язуючої здатність, а так само його вихід [5, 12, 13].

Особлива увага приділяється режимам введення розсолу. У роботах наголошується перевага імпульсного введення розсолу в м'ясо, а ніж неперервної ін'єкції одиночним струменем. Оскільки було встановлено, що імпульсні ін'єкції (до 5 імпульсів) збільшує глибину проникнення струменя як уподовж, так і упоперек волокон і дозволяє зберегти цілісність структури м'язової тканини [8].

В даний час ефективність ін'єкціювання вже не береться під сумнів і основні розробки направлені на пошук оптимальних складів посолених розчинів.

Відоме використання в м'ясній промисловості розчинів на основі електрохімічної активованої (ЕХА) води. У технології холодильного зберігання м'ясних продуктів використання ЕХА-розчинів при їх виробництві дозволяє зменшити усихання. Застосування ЕХА-розчинів для засолювання яловичого фаршу, у виробництві варених ковбас досягається інтенсифікація процесу і на 2,5-3,5% зростає вихід ковбас [21].

Дослідження, які були проведені іншими вченими в області застосування активованих рідин в м'ясній галузі, визначили основні напрями їх використання для виробництва солоних м'ясних виробів [26]. Оскільки це

робить сприятливий вплив на розподіл інгредієнтів засолів в неподрібненій м'ясній сировині, а так само прискорює фізико-хімічні і біохімічні процеси дозрівання м'яса на даному етапі виробництва [10, 12].

Таким чином, посол м'яса можна розглядати як один з прийомів технологічної обробки, що дозволяє направлено модифікувати властивості основної сировини з метою отримання продуктів, орієнтованих на високі споживчі властивості. Вивчення хімізму процесу засолювання м'ясної сировини, виявлення основних закономірностей і чинників його інтенсифікації в поєднанні з різними методами електрофізичної дії складає певний інтерес наукових досліджень в частині перспектив розробки модифікованих способів засолювання в технології продуктів переробки м'яса птиці.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

Вибір об'єктів і методів дослідження був обумовлений метою і завданнями магістерської роботи. Основними об'єктами дослідження служили:

- МКБ (м'ясо курчат-бройлерів) охолоджене з температурою в товщі м'язів 0-4°C, МКБ підморожене з температурою в товщі м'язів -2°C, МКБ заморожене з температурою в товщі м'язів -18°C, 1, 2 і категорій угодованості, червоне (м'язи гомілки і стегна), біле (грудні м'язи) і їх суміш (1:1), що відповідають вимогам стандартів, а також МКБ механічного обвалювання;
- модельні зразки фаршу:
- з МКБ різного термічного стану з додаванням розсолів на основі солей фосфорної кислоти (Полімікс 822) – контроль;
- МКБ різного термічного стану з додаванням розсолів (рідких харчових середовищ) на основі ультразвукової дії – дослід.
- натуральні напівфабрикати з МКБ (частини тушок - стегно і грудинка) охолодження (з температурою в товщі м'язів 0-4°C) 2-ої категорії вгодованості, отримані за традиційними технологіями ін'єкцій, модельними розсолами з додаванням комплексної добавки «Optiguard Chicken Fresh Plus». і модифікованих технологіях з введенням розсолів, отриманих на основі ефектів ультразвукової дії.
- посічені напівфабрикати з МКБ в охоложеному стані типу «Нагетси» (фарш МКБ, МКБ механічної обвалювання, вода, сухарі паніровочні, сіль, спеції), отримані за традиційними і модифікованими технологіями.

Для УЗ обробки застосовувався апарат ультразвуковий технологічний занурювальний «Хвиля» (частота механічних коливань - $22 \pm 1,65$ кГц, максимальна споживана потужність – 400 Вт, діапазон регулювання потужності – 30-100%), об'єм кювети 250 мл.

Терміни і тривалість зберігання були визначені за регламентом виробника і склали 5 діб при температурі 0....- 2°C.

Організація експерименту

Якість продуктів переробки м'яса птиці, визначається рядом чинників, серед яких, в першу чергу, якість початкової сировини; технологія виробництва в цілому і якість виконання окремих операцій. Саме вони визначають споживчі властивості і фізіологічну цінність готового продукту. При вирішенні завдання забезпечення покращених споживчих властивостей МКБ, необхідно проводити комплексне дослідження сировини (м'ясо, вода), напівфабрикатів і готової продукції за широкою номенклатурою показників.

Перший етап роботи включав систематизацію даних нормативної, науково-технічної і патентної інформації в області чинників, що визначають якість і споживчі властивості продуктів переробки м'яса птиці і способів їх регулювання.

На другому етапі досліджень проводився маркетингові дослідження і споживчих вимог відносно м'яса птиці і продуктів його переробки в Західному регіоні.

На третьому етапі проводилося дослідження чинників, що визначають якість і функціонально-технологічні властивості м'яса курчат-бройлерів на основі моніторингу якості сировини, – МКБ, вироблюваного підприємствами Західного регіону, і якості води, що використовували птахопереробними підприємствами на даній території. Для встановлення номенклатури критичних показників, що вимагають коректування досліджувався спектр функціонально-технологічних властивостей (ФТВ) МКБ і води.

Досліджувалася можливість використання ультразвукової дії для коректування ФТВ МКБ і показників якості води. Було проведено двохфакторні планування експерименту з метою встановлення оптимальних режимів ультразвукової дії в технології приготування розсолів при виробництві напівфабрикатів з МКБ.

На четвертому етапі проводилося дослідження впливу ефектів ультразвукової дії при підготовці рідких харчових середовищ на ФТВ МКБ в технології натуральних і посічених напівфабрикатів з метою поліпшення їх споживчих властивостей.

На четвертому етапі проводилася комплексна оцінка якості натуральних і посічених напівфабрикатів з МКБ, виготовлених за модифікованою технологією.

2.2. Методи досліджень

Відповідно до схеми експерименту передбачалося дослідження комплексу показників з використанням стандартних і оригінальних методів, що дозволяють отримати інформацію про склад і властивості об'єктів досліджень (таблиця 1).

Таблиця 1

Методи експериментальних досліджень

№ з/п	Досліджуваний показник	Найменування методу, специфіка проведення, нормативні документи
Тушки курчат-бройлерів, м'ясні фарші, напівфабрикати з м'яса курчат-бройлерів		
1	Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ)	За методом Грау і Хамма
2	Вологоутримуюча здатність	за методом М.Станку [3];
3	Втрати при термічній обробці	по різниці вмісту води до і після термообробки
4	Масова частка білка	Методом К'ельдаля.
5	Масова частка жиру	Екстрактивно-ваговим методом визначення жиру
6	Масова частка води	Термогравіметричним методом із застосуванням аналізатора вологості

7	Масова частка золи	ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи
8	Показник активної кислотності (рН, од.)	Методом потенціометра з використанням рН-метра: рН-150, WTW рН/Cond 340I і скляного електрода.
9	Органолептична оцінка тушок курчат-бройлерів	ДСТУ 3143:2013 М'ясо птиці. Загальні технічні умов.
10	Питоме зусилля різання (Н/мм)	Метод визначення зусилля зрізу і роботи різання визначали на приладі ПМ-3 [3];
11	Вихід готової продукції	Ваговим методом за загальноприйнятою методикою
12	Динамічна в'язкість (Па*с)	Із застосуванням віскозиметра Brookfield DV-E Ultra.
Зразки води		
13	Смак, запах, колір, каламутність	ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості».
14	Показник активної кислотності (рН, од.)	Потенціометричним методом з використанням рН-метра: рН-150
Харчові рідкі середовища (розсоли)		
15	Вміст сухих речовин	Рефрактометричний метод
16	Дисперсний склад	методом динамічного світлорозсіювання з використанням приладу Nanotrac
Готові продукти (напівфабрикати)		
17	Мікробіологічні показники	Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали за ДСТУ 8720:2017.
18	Кислотне число	ДСТУ 8253:2014. М'ясо птиці. Методи хімічного аналізування свіжості.

18	Перекисне число	ДСТУ ЕЭК ООН ECE/TRADE/355:2007 М'ясо курей. Тушки та їх частини. Настанови щодо постачання і контролювання якості.
20	Мікробіологічна оцінка	Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали за ДСТУ 46.046-2004. Напівфабрикати із м'яса птиці. Технічні умови..
21	Органолептичні показники	За ДСТУ 4823:2:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості.
22	Масова частка вуглеводів	Йодометричним методом [3]
23	Оцінка варіативності включала розрахунок: діапазону коливань ($S_{min} - S_{max}$) % середнього значення E_{sp}), %	Методами математичної статистики

Комплексна товарознавча оцінка

Порівняльну товарознавчу комплексну оцінку якості при зберіганні зразків проводили за допомогою вдосконаленого методу кваліметрії стосовно м'ясних продуктів [19].

Визначали комплексні показники якості продукту, тобто конкретні властивості зразків натуральних і посічених напівфабрикатів з м'яса КБ. Досліджені властивості були згруповані у три групи:

- перша група характеризує органолептичні показники продукту (зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенція, соковитість);
- друга група характеризує біологічну повноцінність напівфабрикатів (масова частка білка, вміст збалансованого білка, перетравлюваність);

- третя група характеризує якість напівфабрикатів в процесі зберігання (кислотне число і результати органолептичної оцінки на кінець зберігання).

Оскільки окремі показники якості мають різну розмірність, для співвідношення всіх властивостей в рамках однієї математичної моделі вони приводяться до безрозмірного вигляду шляхом співвідношення до еталону (формула 1):

$$K_j = \int \left(\frac{P_j^n}{P_j^p} \right)$$

K_j безмірне значення j -ї властивості;

P_j^n - показник j -цї продукту;

P_j - еталонного значення j -ї властивості.

Слід мати на увазі, що будь-яке відхилення фактичних значень показників від еталону небажано, оскільки призводить до зниження якості. Тому при перевищуванні фактичних значень окремих показників в порівнянні з еталонними, приведені до безрозмірного вигляду слід проводити шляхом співвідношення еталонних значень з фактичними або застосовувати додатковий коефіцієнт.

Як еталонні показники, що характеризують органолептичні властивості напівфабрикатів, прийнято максимальний бал шкали органолептичної оцінки (9 балів).

За еталонні значення при оцінці біологічної цінності напівфабрикатів були прийняті наступні величини [26]: загальний вміст білка – 19,6 %; вміст збалансованого білка - 18,4 %.

При оцінці якості при зберіганні для кислотного числа і органолептичних показників як еталонних нами прийняті початкові значення показників, контрольованих при зберіганні зразків, які співвідносили з абсолютними значеннями за період зберігання.

Для обробки експериментальних даних застосовували методи математичної статистики. Для аналізу цифрового матеріалу проводили його

математичну обробку що підвищує достовірність результатів і зменшує обсяг даних таблицях. Повторність дослідів не менше 3 разів при рівні достовірності – 0,95.

Достовірність експериментальних даних оцінювали методами математичної статистики із залученням сучасних програмних засобів. Розрахунки і графічна інтерпретація результатів дослідження проводилися з використанням візуального програмування в середовищі Microsoft Office Word, Excel XP для Windows. Статистичну обробку результатів експерименту проводили за методом Стюдента.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1

Зважаючи на той факт, що ФТВ МКБ визначаються не тільки прижиттєвими чинниками, але подальшою технологічною обробкою, на наш погляд, важливим є вивчення особливостей сировини різного термічного стану і морфологічної будови, що дозволить цілеспрямовано прогнозувати якість готового продукту і здійснювати пошук шляхів його поліпшенню.

3.1.1. Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'яса курчат-бройлерів з урахуванням морфологічної будови

Відомо, що м'ясо птиці володіє порядком особливостей, що відрізняють його від інших видів м'яса. В порівнянні з м'ясом забійних тварин в м'ясі птиці відносно слабо розвинена сполучна тканина. Внутрішньо м'язова сполучна тканина птиці представлена лише тонкими плівками, що оточують пучки м'язових волокон. Невеликі сполучнотканинні утворення зв'язують м'язові волокна в пучки і м'язи. У зв'язку з цим м'ясо птиці містить більше повноцінних і легкозасвоюваних білків в порівнянні з м'ясом забійних тварин. Разом з тим колаген і еластин в середині м'язової сполучної тканини м'яса птиці швидше утворюють розчинні продукти розпаду при кулінарних зразках [28].

Відомо, що забарвлення різних м'язів у птиці неоднакове: вони змінюється від ясно-рожевої (біле м'ясо) до темно-червоної (червоне м'ясо) залежно від вмісту гемопротейнів (міоглобіну і гемоглобіну). Жир птиці характеризується не високою температурою плавлення, що пов'язане з високим вмістом в нім ненасичених жирних кислот [24].

Оцінити вплив морфологічної будови на ФТВ МКБ дозволить комплексний аналіз технологічних параметрів і хімічного складу сировини, виробленої з різних морфологічних ділянок тушок птиці.

Хімічний склад МКБ, виробленого в Західному регіоні, залежно від морфологічної будови представлений в таблиці 2.

Таблиця 2

Варіанти хімічного складу МКБ, виробленого в Західному регіоні, залежно від морфологічної будови МКБ

Вид МКБ	Середнє значення (8ср) % з урахуванням середнього			
	Волога	Білок		Жир
		загальна кількість	зокрема білки	
Біле	67,2±3,4	18,3±2,0	2,1±1,2	7,7±4,1
Червоне	66,4±3,4	18,0±3,4	5,3±2,2	7,4±4,1
Фарш з білого і червоного МКБ у співвіднош. 1:1	66,2±2,6	17,6±1,0	4,3±2,1	6,7±1,1
ММО	67,4±1,4	13,1±1,1	1,1±1,2	11,4±1,1

Хімічний склад білого і червоного м'яса різний: у білому м'ясі вміст повноцінних білків вище на 5-7%, а колагену і еластину менше, ніж в червоному на 3-5%, тому технологічні властивості білого і червоного м'яса також мають відмінні особливості. Проте відомо, що колаген і еластин добре гідролізуються під дією термічної обробки з утворенням глютену і желатозу, які володіють вираженою вологоутримуючою здатністю, що пояснює менші втрати вологи при термічній обробці зразків червоного м'яса [28, 29].

Необхідно відзначити, що наголошується значна розбіжність параметрів хімічного складу з урахуванням морфологічної будови (таблиця 2). Так, вміст білка в середньому складає для білого м'яса 18,3%, для червоного - 18,1%, для фаршу - 17,6%, для ММО - 13,1%. При цьому середнє квадратичне відхилення по масовій частці білка залежно від виду м'яса складає 2,0%, 3,4%, 1,0%, 2,1% відповідно, тобто коливання в утриманні білка знаходиться в діапазоні від 16,1% до 20,5% для білого МКБ, від 14,5% до 21,5% для червоного МКБ, від 16,5% до 18,7% для фаршу, від 11,0% до 15,3% для ММО. Коливання по масовій частці жиру складають від 3 до 12%, масовій частці вологи від 64% до 70%. При цьому для фаршу МКБ

варіативність даних параметрів має вузький діапазон: білок - 16-19%, жир - 4-7%, волога 63-68%.

М'ясо механічного обвалювання характеризується підвищеним вмістом жиру (11-13%) і пониженням вмістом білка 11-15% в порівнянні з скелетним м'ясом. Варіативність середня, що узгоджується з результатами досліджень [28, 32].

Відомо, що кількісний вміст компонентів в системі, їх якісний склад і умови середовища зумовлюють її ФТВ. Результати дослідження показників ФТВ МКБ з урахуванням морфологічної будови тканини також показали достатньо великий розкид даних таблиці 3.

Значення показника ВЗЗ з урахуванням морфологічної будови МКБ характеризуються слабкою варіацією в рамках одного вигляду: коефіцієнт варіації складає 5,03%; 4,01%; для білого і червоного МКБ відповідно; для фаршу, отриманих з білого і червоного м'яса КБ, - 3,4%; для ММО - 4,2%. Проте з (рис. 3) видно, що в цілому по даному критерію показник ВЗЗ знаходиться в діапазоні від 30% до 60%. При цьому біле МКБ відрізняється вищою здатністю зв'язувати вологу, оскільки низький вміст білків і переважання фракції міофібрилярних і саркоплазматичних білків як фізіологічна особливість будови грудних м'язів птиці визначає її переваги. Найбільш стабільними характеристиками володіє фарш.

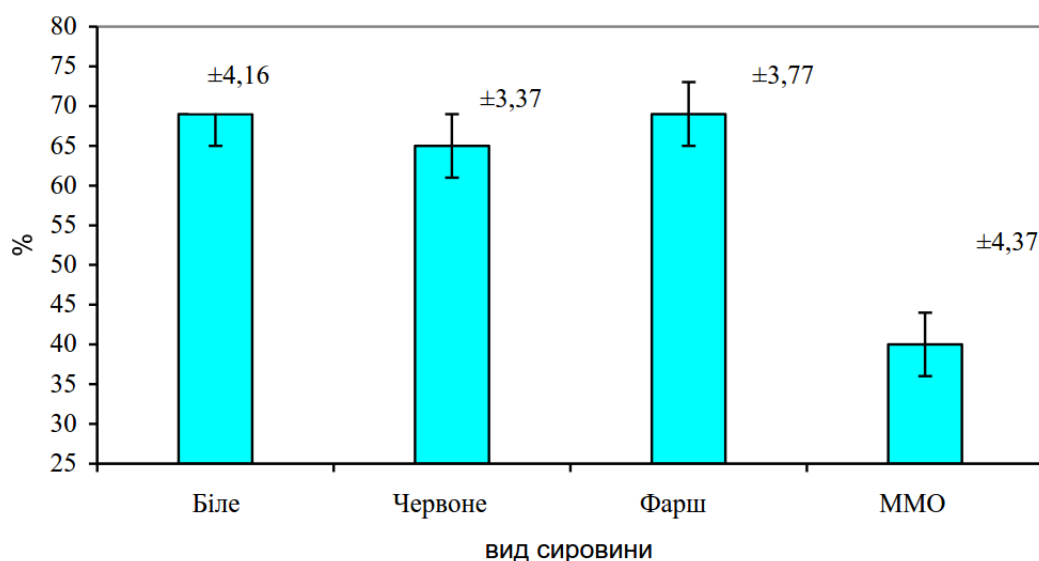


Рис. 3. Результати визначення ВЗЗ в зразках м'яса КБ % до загальної вологи.

Аналогічна тенденція спостерігається для показника ВУЗ. Коефіцієнт варіації для різних видів МКБ має діапазон коливань 7-10 %, що не є критичним, проте може зробити вплив на забезпечення стабільності якості готового продукту, виготовленого з різних видів м'ясної сировини (рис. 4.).

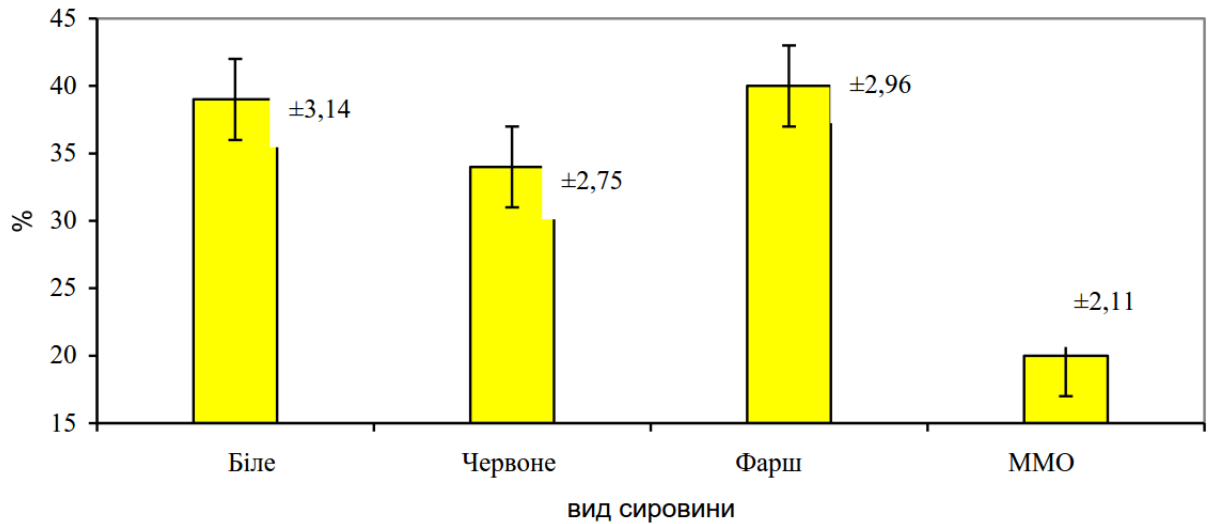


Рис. 4. Результати визначення ВУЗ в зразках м'яса КБ % 80.

Таблиця 3.

Варіація показників ФТВ МКБ з урахуванням морфологічної будови

Найменування показника		Вид м'язової тканини			
		Біле	Червоне	Суміш	ММО
ВЗЗ, % до заг.вологи	Діапазон коливань ($S_{\min} - S_{\max}$) %	51,7 - 65,4	50,7 - 60,7	61,9 - 76,6	36,3 - 44,5
	Середнє значення (S_{cp}) %	57,8	56,2	68,6	40,2
	Середнє квадратичне відхилення (σ)	3,15	2,36	3,77	4,34
	Коефіцієнт варіації (v_v) %	5,03	4,01	4,5	5,3
ВУЗ %	Діапазон коливань ($S_{\min} - S_{\max}$) %	23,4- 32,1	30,7- 37,2	36,6- 42,9	18,2- 22,4
	Середнє значення (S_{cp}) %	28,2	23,6	40,5	20,6
	Середнє квадратичне відхилення (σ)	2,13	1,74	2,96	2,11
	Коефіцієнт варіації (v_v) %	6,95	6,91	7,3	10,2
Втрати при термічній обробці, %	Діапазон коливань ($S_{\min} - S_{\max}$) %	27,4 - 32,3	13,1 - 32,6	27,3 - 31,2	32,5 - 36,5
	Середнє значення (S_{cp}) %	20,4	26,1	29,1	34,2
	Середнє квадратичне відхилення (σ)	1,71	2,88	2,11	2,32
	Коефіцієнт варіації (v_v) %	8,91	9,24	7,25	6,78

Залежно від виду МКБ значення показника коливається в діапазоні 27-33% (рис. 5). Максимальні втрати відмічені для ММО - $33,1\% \pm 2,31\%$, що пояснюється частковою денатурацією білка при механічних діях. Нижчий рівень втрат відмічений для червоного м'яса (26%) по відношенню до білого (20%) [28].

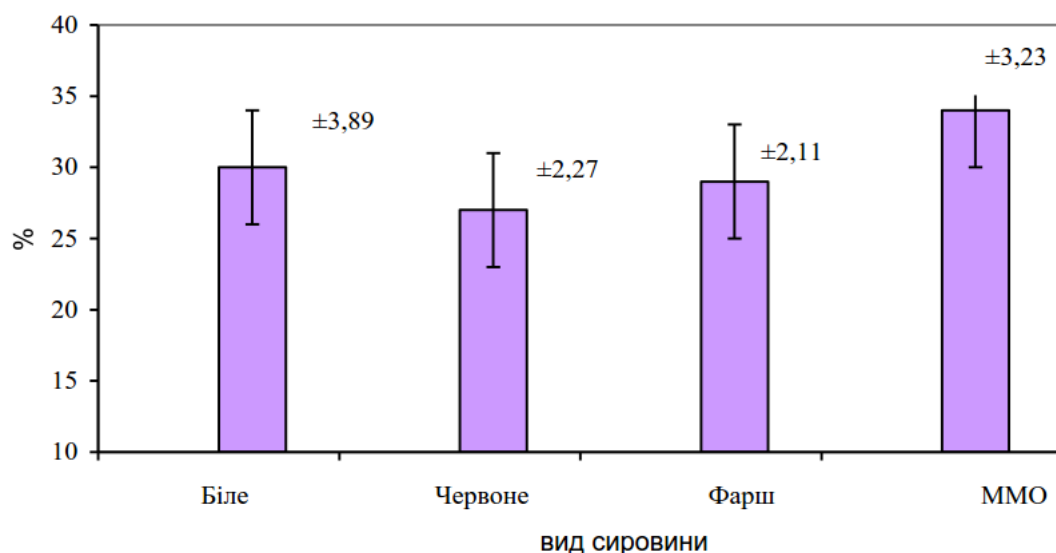


Рис. 5. Результати визначення втрат при термічних зразках в МКБ %.

В цілому по даному критерію варіація у середині одного вигляду зберігається слабка і складає 6-9%.

Таким чином, встановлено, що розкид значень показників ФТВ МКБ з урахуванням морфологічної будови не великий, про що свідчать отримані значення коефіцієнта варіації, не перевищує 10%. Проте в сукупності чинників, визначальних ФТВ МКБ, це може надавати вплив на формування споживчих достоїнств натуральних шматкових напівфабрикатів ННФ, вироблених їх окремих частин тушки. При цьому для фаршу продукти представляють менші ризики зниження якості.

3.2. Дослідження впливу ефектів ультразвукової дії на функціонально-технологічні властивості м'яса курчат-бройлерів в технології натуральних напівфабрикатів

На основі результатів попередніх етапів дослідження, можна припустити, що застосування приготованих під впливом кавітації розсолів в технології напівфабрикатів з МКБ повинно дозволити:

- підвищити ступінь гідратації білків і тим самим розширити сировинну базу за рахунок переробки КБ 2-ої категорії якості, а також створити базові умови для коректування ФТВ м'яса КБ в умовах інформаційної невизначеності його якості;
- збільшити вихід готового продукту і скоротити вміст вологоутримуючих добавок;
- прискорити проникнення посолу речовин в м'ясній сировині і сприяти екстрагуванню з нього водорозчинних і солерозчинних білків, тим самим інтенсифікувати технологічний процес.

У зв'язку з вище викладеним матеріалом, в завдання дослідження на даному етапі входило вивчення можливості вбудовування УЗД в технологію виробництва натуральних напівфабрикатів з МКБ 2-ої категорії якості на етапі підготовки розсолів для ін'єкції.

Як посолу речовини в традиційній рецептурі цілих кусків натуральних напівфабрикатів з м'яса КБ використовують, багатокomпонентну добавку в складі якої включені антиокислювачі (Е 331, Е500, Е262), поліфосфат (Е 450), сіль кухарська харчова. Добавка дозволяє підвищити гідратаційні властивості сировини і забезпечити стабільність при зберіганні. Згідно традиційної рецептури передбачена кількість внесення добавки для м'ясної сировини складає 1,5 кг на 100 кг м'ясної сировини. Кількість технологічної, що додається води складає 27,0 кг.

Оскільки технологічні функції фосфатних препаратів по зв'язуванні і утримуванні вологи в продукті можуть бути частково вирішені за рахунок використання УЗД, було проведено моделювання традиційної рецептури

багатокомпонентного розсолу з урахуванням вимог до ФТВ і формувань необхідними органолептичними показниками в готовому продукті.

Для дослідних зразків 1, 2, 3, отриманих із застосуванням УЗ дії в підготовці розсолів, вміст комплексної добавки був зменшений від традиційної рецептури на 25%, 50% і 75% відповідно. Схема процесу моделювання шприцювального розсолу представлена на рис. 6.

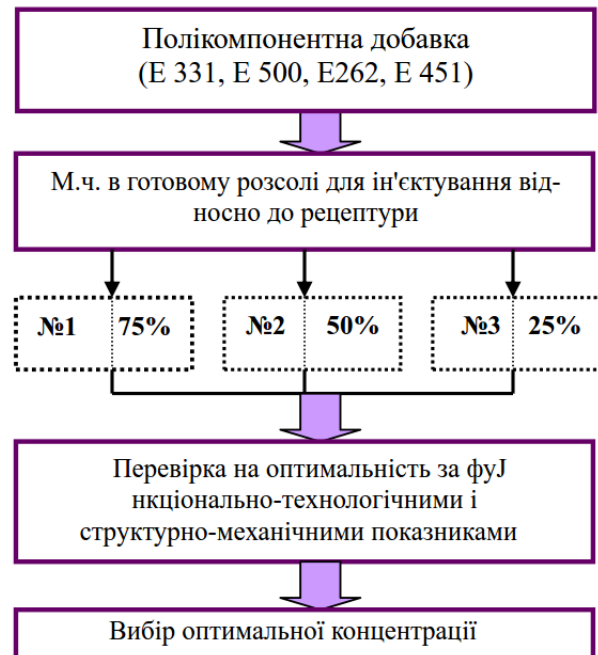


Рис. 6. Схема процесу моделювання кількості багатокомпонентної функціональної добавки в розсолах для ін'єкції, приготованого на основі УЗД.

На даному етапі роботи, як об'єкта дослідження були вибрані охолоджуючі натуральні м'ясокісні напівфабрикати з КБ (грудинка і стегно). Посол МКБ проводили методом ін'єкції з подальшою витримкою зразків при температурі (2-4)°C у перебігу 4 годин. Кількість розсолу, що вводиться, складала 30% до маси сировини.

Для проведення порівняльного аналізу були вироблені контрольні зразка з використанням стандартної рецептури розсолу на питній воді (без використання УЗД).

Оцінка готового продукту (таблиця 4) показала, що якнайкращі органолептичні показники мають напівфабрикати КБ, вироблені по рецептурі

№2, для яких частка комплексної добавки була зменшена у двічі. Дані зразки отримали найвищий бал - 6,7 грудинка і 7,0 стегно.

Таблиця 4

Результати оцінки оптимальності показників натуральних напівфабрикатів з МКБ

Показник	Контроль		Дослідні зразки					
			№1		№2		№3	
	Грудинка	стегно	Грудинка	стегно	Грудинка	стегно	Грудинка	стегно
ВУЗ, %	62,0±0,14	63,0±0,20	71,2±0,24	72,0±0,16	68,0±0,10	70,0±0,22	60,7±0,72	61,4±0,51
Вихід %	87,1±0,4	98,4±0,10	104,0±0,1	104,0±0,2	101,0±0,15	101,1±0,2	94,1±0,1	96,0±0,20
Зусилля різання Н/мм	0,14	0,3	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12
Органолептична оцінка	7,4	7,4	7,4	7,6	7,7	8,1	6,0	6,1

Хороші органолептичні властивості поєднуються з високими значеннями показників структурно-механічних функціонально-технологічних показників, які у свою чергу обумовлюють ніжну консистенцію м'яса і його соковитість. Крім того, в цій групі був отриманий достатньо високий вихід готового продукту, який склав 102%. Для зразків №1 також відмічені високі показники виходу (105%) і ВУЗ (на 3% вище, ніж для зразків №2). Проте пороги консистенції (резиноподібна консистенція) зразків №1 негативно вплинули на результат органолептичного аналізу.

Сумарний бал склав 7,4 грудинка і 7,7 стегно. Третя група дослідних (рецептура №3) зразків відрізнялася низькими показниками виходу - на 3%

менше контрольного і не отримали високих оцінок при проведенні дегустаційного аналізу.

Рясне виділення вологи при термічній обробці низький вихід продукту в третій групі експериментальних зразків може бути пов'язаний з обмеженою доступністю білків і не зруйнованих міофібрилах м'язових волокон. Тому при виробництві цілих кусків напівфабрикатів рекомендують використовувати механічну обробку.

З метою досягнення максимальної ефективності засолювання напівфабрикатів з МКБ, виготовлених на основі УЗ підготовки розсолів, для третьої групи контрольних зразків напівфабрикатів було проведено масажування в проміжку 2 годин при 15 об/хв. Даний режим є часто придатним для використання на практиці в технології натуральних напівфабрикатів з МКБ.

Експериментально встановлено, що застосування механічної дії і активованих рідких систем для натуральних напівфабрикатів з МКБ дозволяє отримати найвищі показники ФТВ (таблиця 5.).

Таблиця 5.

Технологічні властивості натуральних напівфабрикатів з МКБ,
отриманих по рецептурі №3

Вид м'язової тканини	Грудинка КБ	Стегно КБ
ВУЗ %		
Дослід	76,3±0,1	77,6±0,2
Контроль	70,7±0,1	71,5±0,3
Вихід %		
Дослід	104±0,4	104±0,4
Контроль	100±0,4	101±0,4
Органолептична оцінка, бал		
Дослід	7,4	7,7
Контроль	6,7	7,0

Механічна обробка сприяє розволокненню і роздробленню грубих м'язових волокон, що збільшує проникність кавітація дезінтегрованих воді у

складі суміші засолювання, забезпечуючи високий рівень гідратації сировини, більш високий вихід і соковитість готового продукту.

При цьому сама соковитість, на думку більшості споживачів, вимагає коректування.

Так, для стегна КБ показник ВУЗ складає $67,7 \pm 0,2\%$; для грудинки КБ - $66,3 \pm 0,1\%$, що перевищує значення контрольних на 6,0 і 6,5% відповідно (рис. 7).

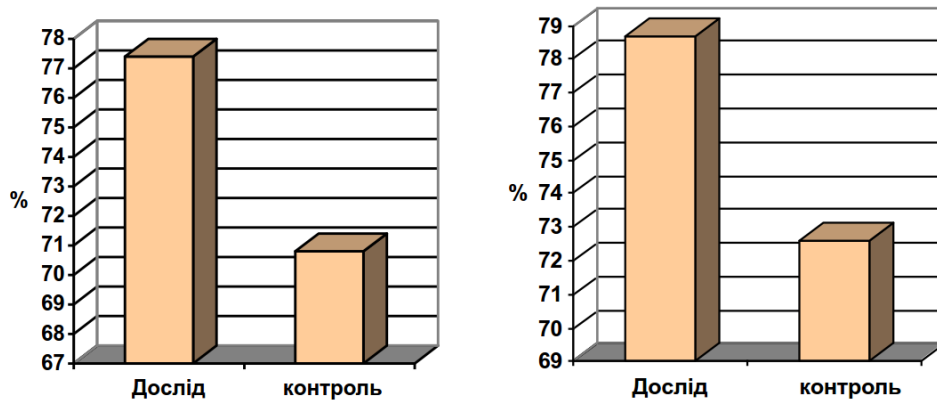


Рис. 7. Результати оцінки ВУЗ ін'єкційних натуральних напівфабрикатів з МКБ: а - грудинка, в - стегно %

Позитивна динаміка збільшення виходу також відмічена для дослідних зразків відносно до контрольних: на 5% для грудинки КБ і на 4% для стегна КБ.

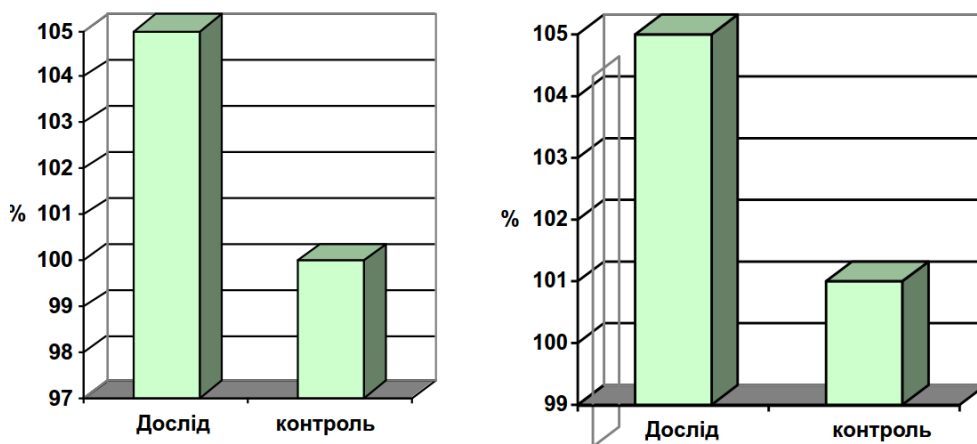


Рис. 8. Результати оцінки виходу натуральних напівфабрикатів з МКБ: а - грудинка, в - стегно

Таким чином, для вбудовування дії кавітації в технологію виробництва натуральних напівфабрикатів з МКБ переважають наступні умови:

- зменшення частки комплексної добавки до 0,74 кг на 27,0 кг води з подальшою витримкою протягом 4 годин;
- зменшення частки комплексної добавки до 0,36 кг на 27,0 кг води з подальшим масажуванням 15 об/хв в перебігу 2 години.

Модифікацію технології виробництва натуральних напівфабрикатів КБ з використанням активованих рідких середовищ на основі ефектів кавітації можна представити у вигляді схеми на Рис. 9.

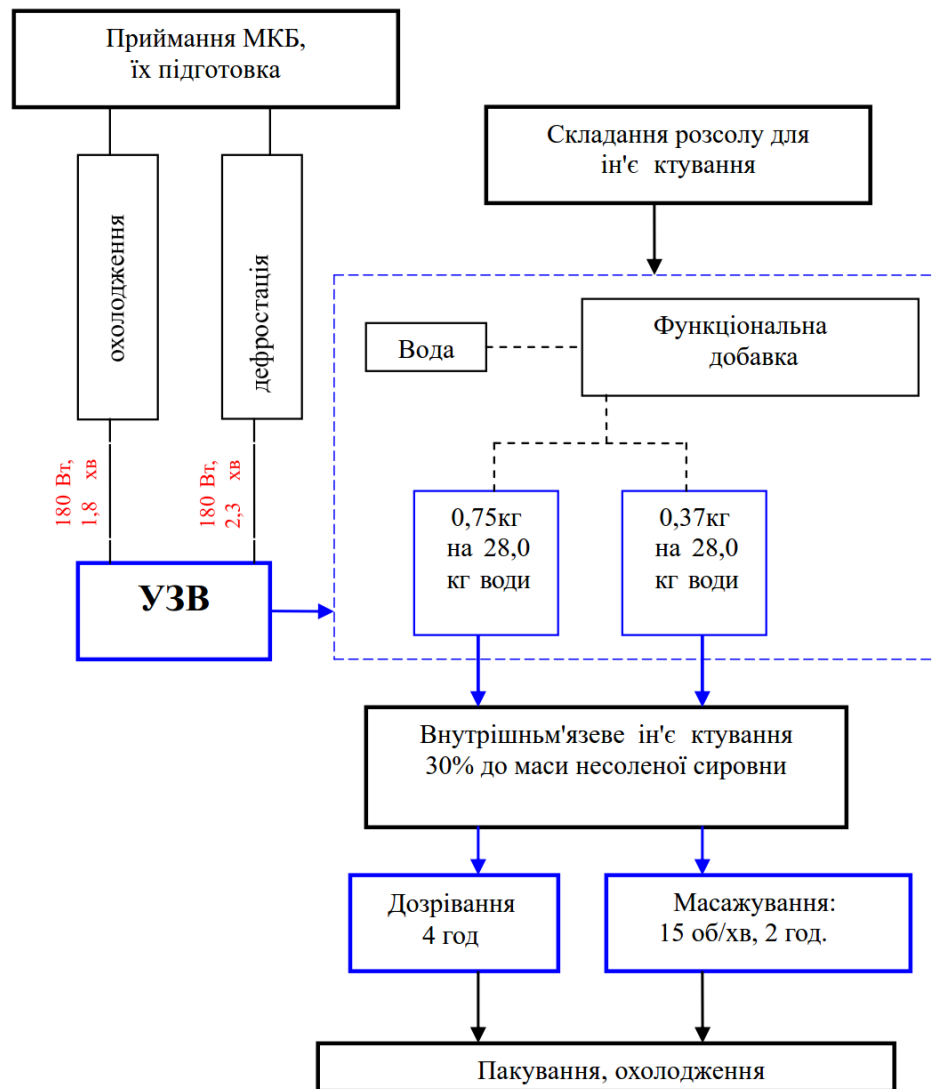


Рис. 9. Схема вбудовування дії кавітації підготовки рідких харчових середовищ у технології виробництва натуральних напівфабрикатів з МКБ.

Таким чином, пропонована технологія виробництва натуральних напівфабрикатів з МКБ на основі застосування ефектів кавітації дозволяє вирішити ряд завдань:

поліпшення ФТВ (збільшення ВУЗ в середньому на 7%), збільшення виходу продукту на 5%, поліпшення органолептичних показників і створення базових умов для гідратації білків в умовах інформаційної невизначеності якості сировини;

зниження фосфатовмісних препаратів у складі комплексних добавок і, як наслідок, підвищення екологічності продукту для кінцевого споживача.

3.3. Дослідження впливу ефектів ультразвукової дії на функціонально-технологічні властивості м'яса курчат-бройлерів в технології посічених напівфабрикатів

У завдання даного етапу дослідження входило вивчення впливу ефектів кавітації на зміну ФТВ і СМХ фаршу з МКБ різного термічного стану, використаних для виробництва посічених напівфабрикатів типу «Нагетси». Всі дослідження вишиковувались відносно м'ясної основи для приготування посічених напівфабрикатів - м'ясних фаршів.

Відомо, що м'ясні фарші є дисперсні системи, в яких дисперсним середовищем є вода, а дисперсною фазою - частини подрібнених м'язових тканин місцелі і макромолекулі. В Результаті гідратації дисперсної фази і утворення сольватного шару формується суцільний каркас білково-жирового матриксу, зумовлюючи консистенцію готового продукту [22]. Тому споживчі властивості готового продукту знаходяться в прямій залежності від стану систем «білок-вода», «білок-жир», «білок-білок» початкової сировини, що у край складно забезпечити і контролювати в умовах інформаційної невизначеності. Особливо, коли для переробки використовується сировина різного термічного стану.

На даному етапі дослідження об'єктами були фарш з МКБ різного термічного стану (на основі охолодженого і попереднього підданого глибокому заморожуванню дефростованої м'ясної сировини), а також з різними морфологічними характеристиками: на основі грудних м'язів («біле» м'ясо), стегнових м'язів («червоне» м'ясо), їх суміші 1:1 («фарш»).

Основні параметри: кількість доданої води склало 30% до маси, кухонної солі - 2,5%. М'ясо мало нормальне значення рН і подрібнювалося через ґрати діаметром 5 мм. Всі зразки були розділені на дві партії: контрольна і дослідна. Для партії дослідних зразків використовувалися активовані розсоли, отримані з урахуванням встановленої раніше експозиції УЗ дії. Партія дослідних зразків готувалася із застосуванням солей фосфорної кислоти.

Найповніше процес набухання білків в подрібненій м'ясній сировині при абсорбції ними вологу характеризують характеристики реологій. Результати дослідження динамічної в'язкості у фаршах з м'яса КБ представлені на рис. 10 і 11.

Отримані результати, свідчать про те, що вже через 1,5 години спостерігається значне зміцнення структури фаршу для дослідних зразків. При цьому згідно класичної теорії реології в м'ясних фаршах в першій фазі їх витримки (2-4 г) величина структурно-механічних характеристик практично не змінюється, що можна спостерігати в контрольних зразках - процес протікає плавно, зміцнення консистенції спостерігається лише по закінченню 3 годин.

Позитивна динаміка інтенсивного зростання в'язкості встановлена для всіх дослідних проб. Найбільш високі показники відмічені для охолодженої сировини: стрибок в'язкості відмічений від 1,5 до 3 годин витримки - для білого МКБ він склав від 1,7 Па·с до 4,8 Па·с; для червоного – від 1,5 Па·с до 4,3 Па·с; середнє значення в'язкості встановлене для фаршу з суміші білого і червоного м'яса – від 1,3 Па·с до 4,5 Па·с.

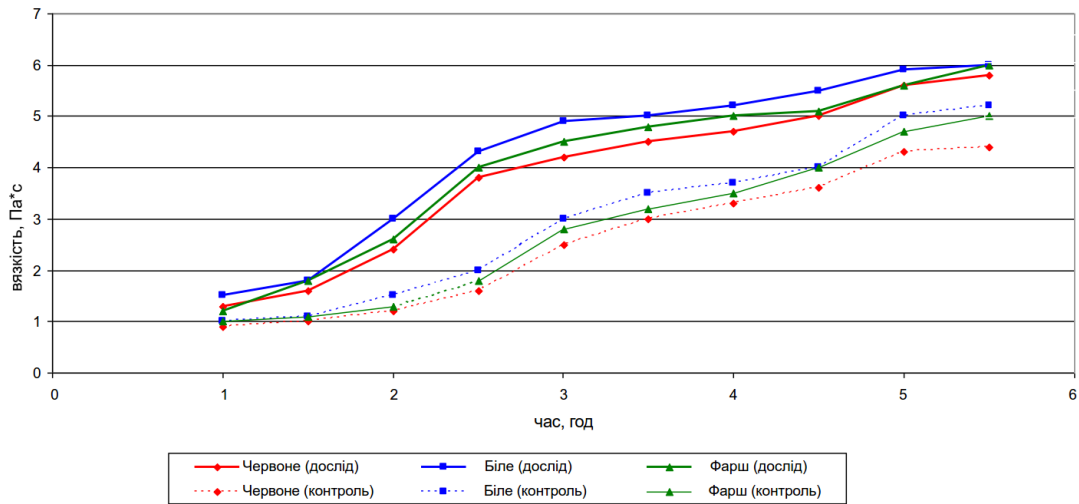


Рис. 10. В'язкість фаршів, приготовлених з охолодженого МКБ, Па·с

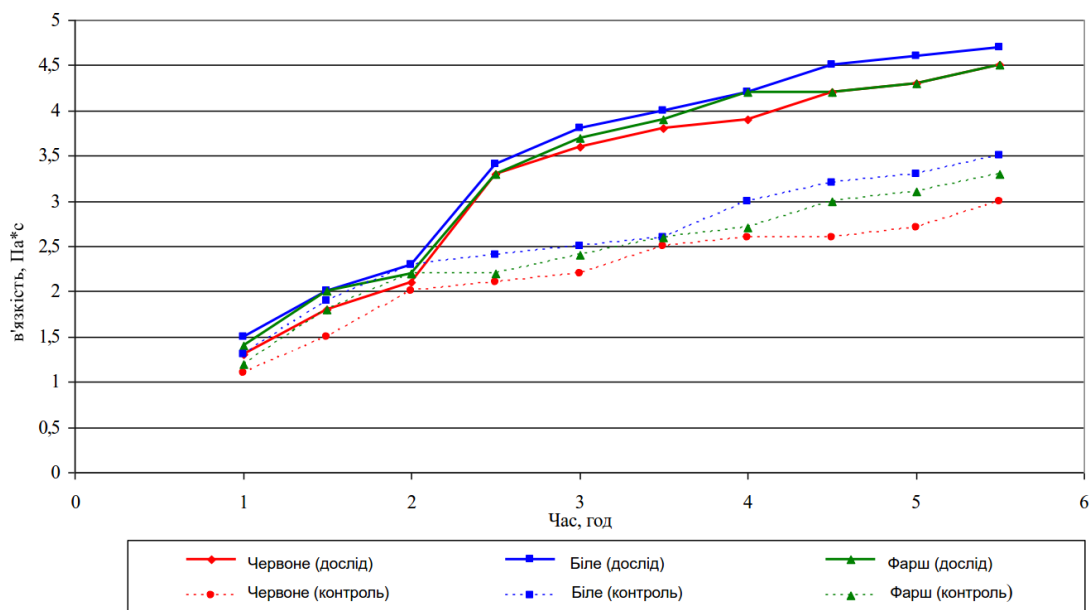


Рис. 11. В'язкість фаршу, приготовлених з дефростованого МКБ, Па·с

Отриманий розподіл динамічної в'язкості визначається хімічним складом мускулатури птаха: у м'язах стегна (червоне м'ясо) вміст жирової тканини вищий, ніж в грудних м'язах (біле м'ясо), тому поверхневе натягнення на межах розділу води і тканин м'яса збільшується, змочуваність біомаси знижується, що, кінець кінцем, визначає зниження в'язкості [24].

Показники в'язкості дослідних зразків, отриманих з дефростованої сировини, також мають високі значення, що дозволяє говорити про нормальне протікання процесу насичення біомаси вологою, стрибок в'язкості відмічений через 2 години і до 3 годин витримки показник складає 3,5-4 Па·с. Це дозволяє вирішити проблему низьких технологічних властивостей

даного виду сировини. Реограми контрольних зразків фаршу вологіші і за 3 години в'язкість збільшується від 1 до 3 Па*с для зразків з охолодженої сировини, і від 1 до 2,5 Па*с для зразків з дефростного МКБ.

На даному етапі дослідження також було встановлений вплив ефектів кавітації на технологічні показники фаршу з МКБ для виробництва посічених напівфабрикатів типу «Нагетси». Рецептúra представлена в таблиці 6.

Таблиця 6.

Рецептúra посічених напівфабрикатів з МКБ типу «Нагетси»

Сировина і інгредієнти	Вміст	
	Контроль	Дослід
Основна сировина, кг		
Філе куряче червоне	40,0	40,0
Філе куряче біле	36,0	36,0
М'ясо птиці мех. обвалювання	2,0	2,0
Прянощі і матеріали, г на 100 кг несоленої сировини		
Сіль кухонна харчова	270	—
Часник гранульований	100	100
Полімікс 822	0,2	—
Перець чорний екстракт	100	100
Нітрит натрію	0,4	0,4
Вода питна	2410	—
Розсіл (вода+сіль)	—	2410+270

Інтенсифікація процесу гідратації у фарші при використанні активованих рідких систем більш виражена, відносно подрібнених продуктів. Ймовірно, це обумовлено більшою доступністю білків при взаємодії з водою за рахунок подрібнення м'язової такни, що дозволяє повністю відмовитися від використання солей фосфорної кислоти.

Спостерігається зростання значення показника ВУЗ вже на першій стадії засолювання: для дослідних зразків фаршу, виготовлених з охолодженої сировини він складає 82%; для фаршу з МКБ, що підморожений, - 80%; для зразків фаршу, вироблених з дефростованої сировини – 75%, що нижче за контрольних зразки, що містять солі фосфорної кислоти лише на 3, 2 і 5% відповідно (таблиця 7, рис. 12, 13, 14).

Технологічні властивості фаршу з МКБ для виробництва посічених напівфабрикатів типу «Нагетси».

Термічний стан	Охолоджене	Підморожене	Дефростованое
ВЗЗ % до загальної вологи			
Дослід	71,1±0,2	70,3±0,1	74,2±0,4
Контроль	74,1±0,2	71,7±0,4	70,4±0,3
Δ	-2,8	-2,2	-5,1
ВЗЗ % до загальної вологи (через 2 години)			
Дослід	82,1±0,1	81,6±0,1	78,1±0,1
Контроль	78,0±0,1	78,0±0,1	74,0±0,1
Δ	+4,0	+3,5	+4,1

Проте за рахунок активного зміцнення структури фаршу на основі активованих рідких систем їх ВУЗ швидко збільшується в процесі засолювання, втрати вологи мінімізуються вже через 3 годин витримки. Таким чином, використання ефектів кавітації дає можливість зберегти до 90% вологи по закінченню 2 годин витримки для фаршу на основі охолодженої сировини, що підморожували, і через 2,5 години для фаршу з дефростованої сировини.

В охолодженого і розмороженого м'яса розчинність міозину знижена, оскільки він утримується в структурі тканини в комплексі з актином, тому даний вид сировини вимагає тривалішого засолювання. Утримання актоміозина в структурі міофібрил ослабляється унаслідок впровадження іонів солі і молекул води.

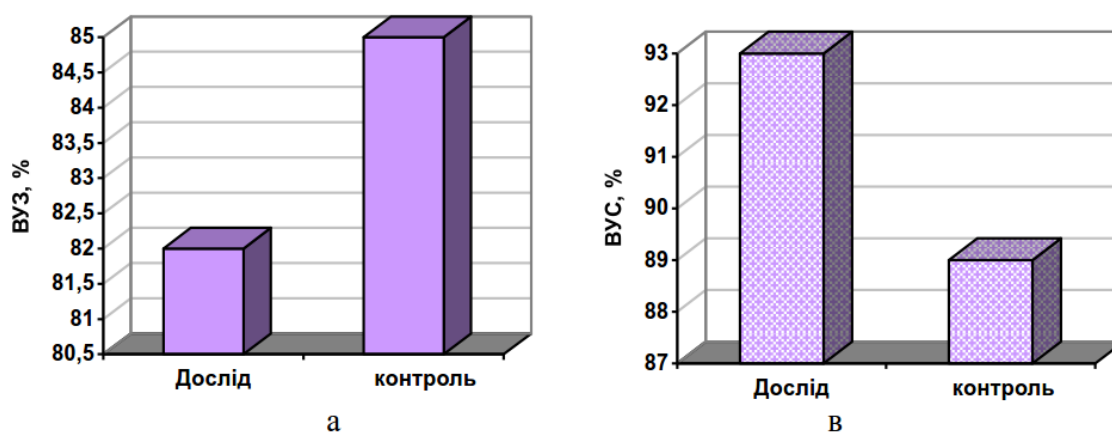


Рис. 12 Значення показника ВУЗ фаршів з охолодженого МКБ на початку посола (а) і по закінченню 2 годин засолювання (в)

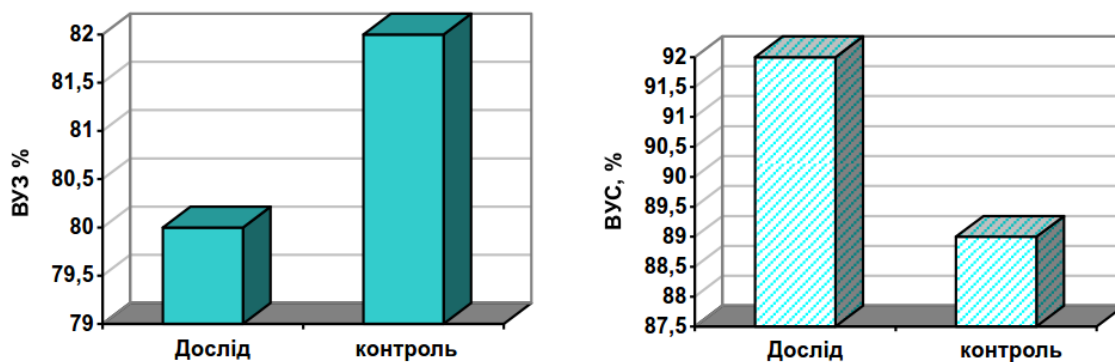


Рис. 13 Значення показника ВУЗ фаршу з підмороженого МКБ, на початку (а) і по закінченню 2 годин засолювання (в).

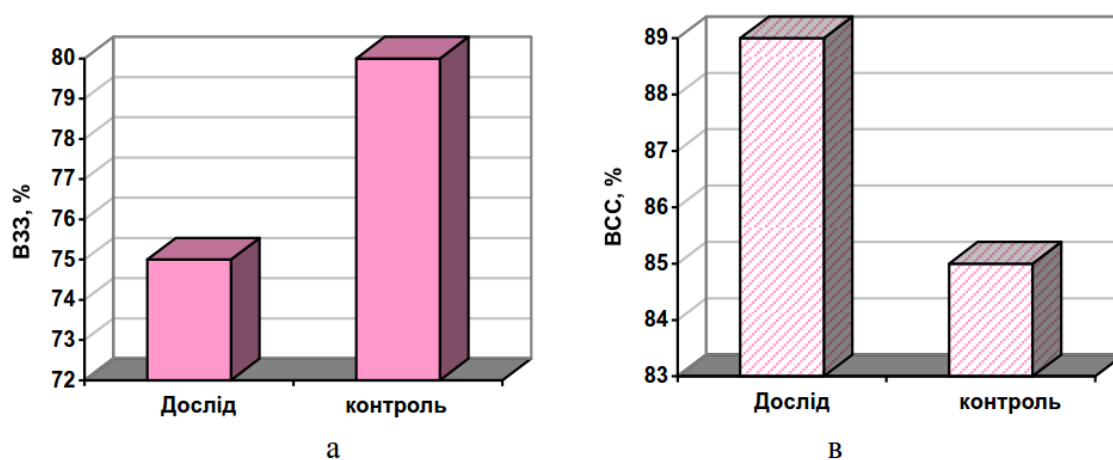
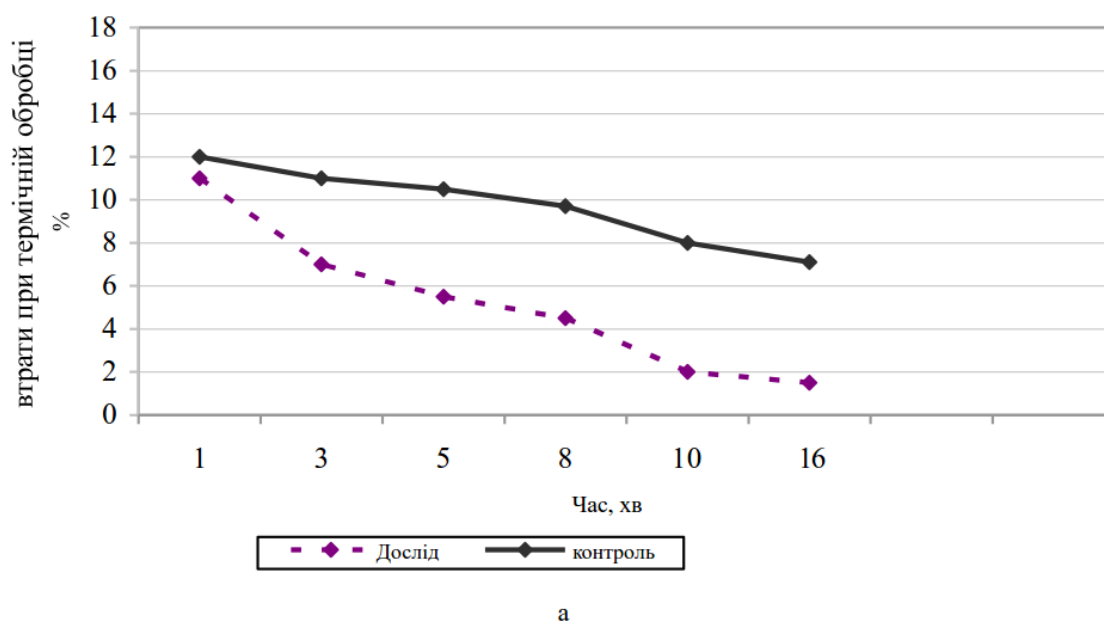


Рис. 14 Значення показника ВУЗ фаршу з дефростованого МКБ на початку попало (а) і по закінченню 2 годин засолювання (в) втрати при термозразках.



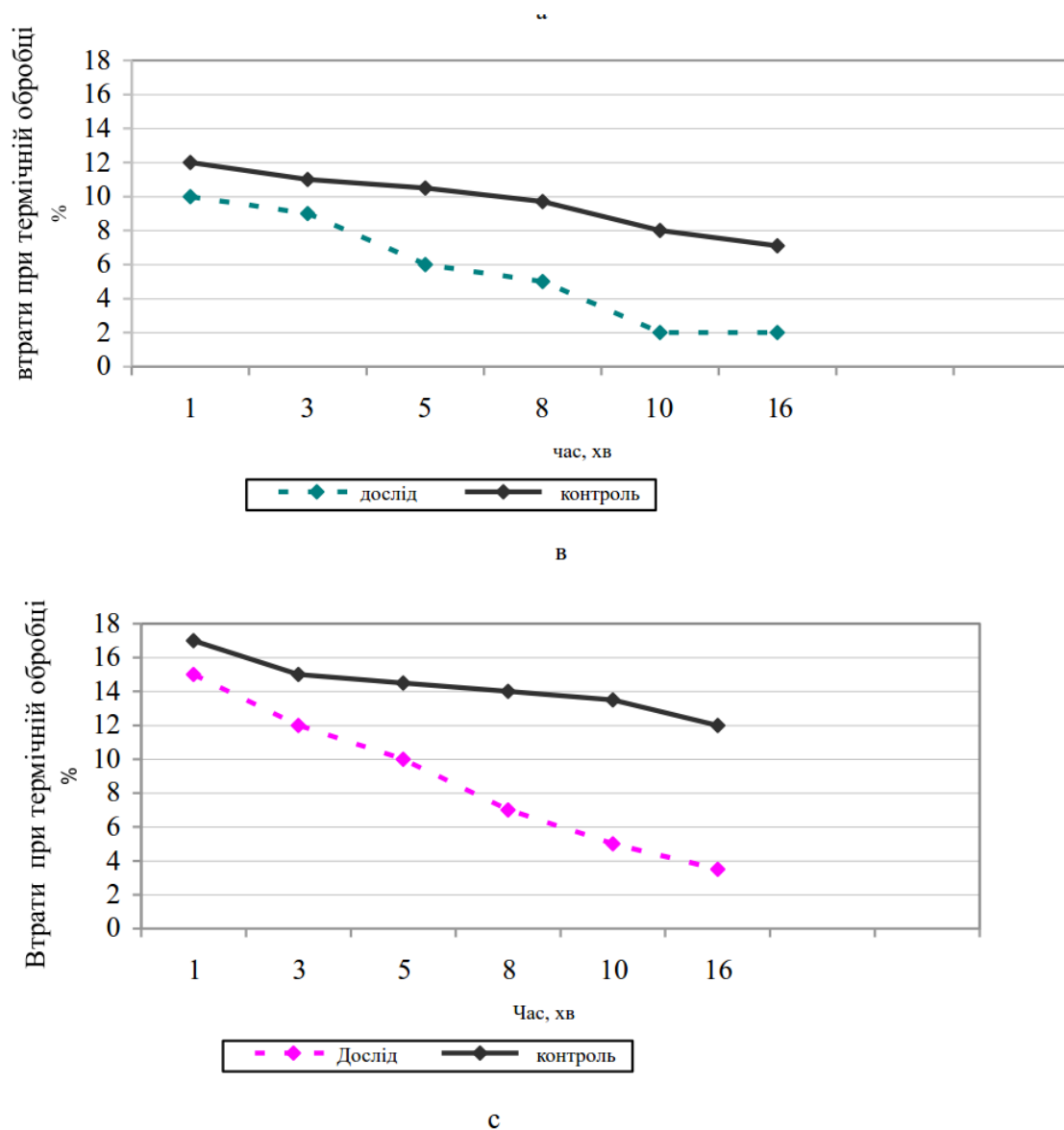


Рис. 15. Залежність величини втрат при термічній обробці від часу витримки фаршу охолодженого (а), підмороженого (в) і мороженого (с) м'яса курчат-бройлерів.

Причому необхідно відзначити, що втрати при термічній обробці, які мають контрольні зразки фаршу по закінченню 16 год, – 10-13%, досягається для дослідних зразків вже через 3 години (рис. 15).

Це дозволяє рекомендувати скорочення даного етапу технологічного циклу в 2 рази. Проте з метою досягнення мінімальних втрат при термічній обробці і більш високих споживчих достоїнств готових продуктів термін засолювання, що рекомендується, повинен скласти 2 години для фаршу з охолодженого і підмороженого м'яса і 2,5 години для дефростованої сировини.

Таким чином, модифікацію технології виробництва посічених напівфабрикатів з використанням активованих розсолів на основі ефектів кавітації можна представити у вигляді схеми:

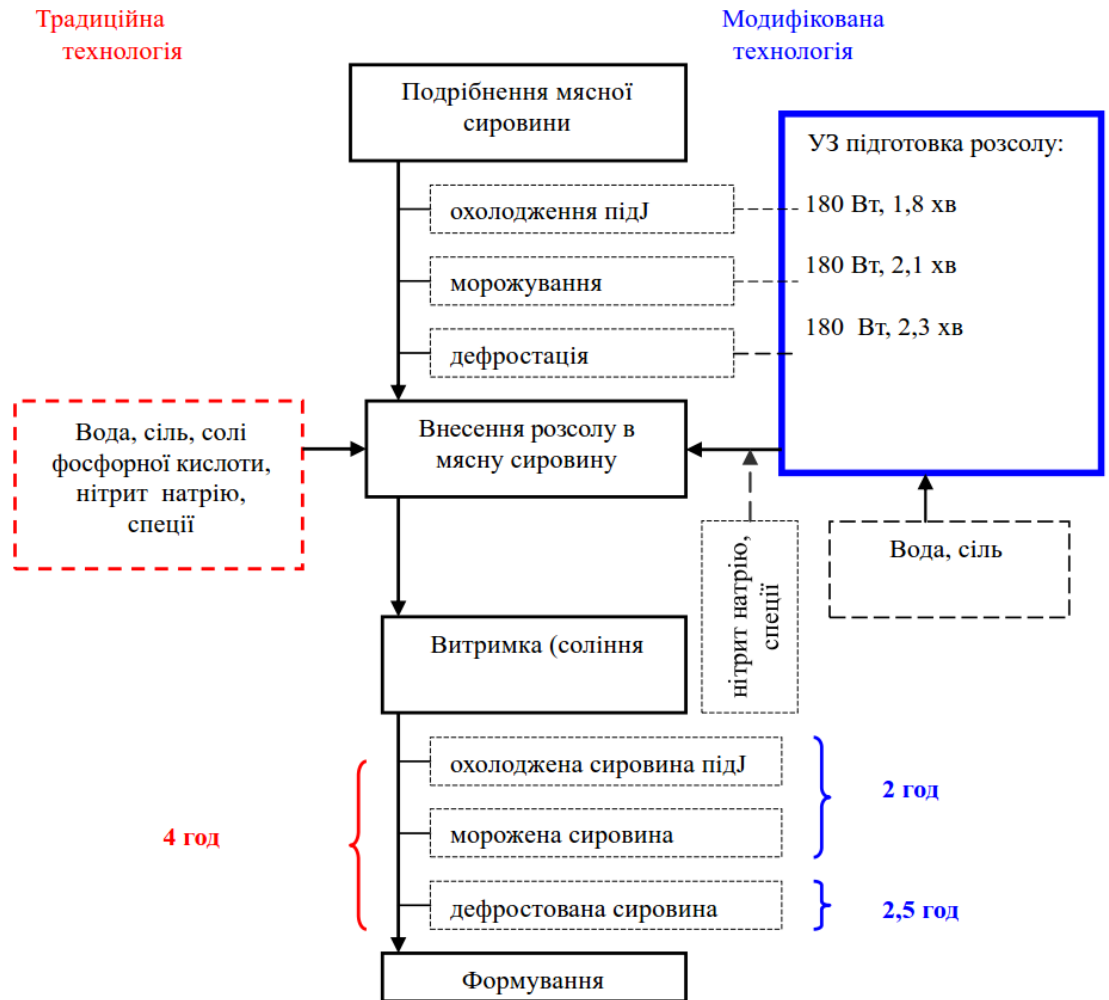


Рис. 16 Модифікація технології виробництва посічених напівфабрикатів з МКБ (типу «Нагетси») на основі ефектів ультразвукової дії

Пропоноване коректування технології виробництва посічених напівфабрикатів з МКБ «Нагетси» дозволяє вирішити наступні завдання:

- скорочення годин витримки в 2 рази при зниженні втрат при термічній обробці;
- виключення солей фосфорної кислоти і, як наслідок, мінімізація ризиків продукту для кінцевого споживача.

Таким чином, експериментально отримані дані дозволяють позитивно оцінити перспективи використання ефектів кавітації в технології ППМКБ і дати практичні рекомендації по вдосконаленню існуючих технологій.

Розглядаючи комплексно результати, представлені вище, застосування ефектів кавітації в підготовці активованих рідких систем для виробництва ППМКБ дозволяє інтенсифікувати процес засолювання і стабілізувати технологічні властивості початкової сировини в умовах інформаційної невизначеності його якості, тим самим повисити вихід готового продукту і поліпшити його споживчі достоїнства.

Доведена ефективність застосування активованих рідких середовищ, отриманих на основі ефектів ультразвукової дії, для скорочення частки функціональних сумішей в рецептурі натуральних напівфабрикатів з МКБ 2-ої категорії угодованої при значному поліпшенні їх функціонально-технологічних властивостей.

Доведена можливість коректування функціонально-технологічних властивостей фаршу з МКБ для виробництва посічених напівфабрикатів на основі активованих рідких систем, за рахунок збереження вологи (до 90%) і скорочення часу витримки (у 2 рази).

3.4. Оцінка якості продуктів переробки м'яса курчат-бройлерів, виготовлених з використанням ефектів ультразвукової дії

На даному етапі проводили товарну оцінку якості продуктів переробки м'яса курчат-бройлерів (натуральних і посічених напівфабрикатів), виготовлених на основі ефектів УЗД на рідких харчових (розсолах) і зміни їх якості в процесі зберігання. Контрольні зразки були отримані за традиційною технологією.

Оцінка якості зразків ППМКБ була проведена по комплексу органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників якості. Разом з тим слід зазначити, що в комплексному сприйнятті якості ППМКБ для споживачів пріоритетне значення мають органолептичні показники, а в їх сукупності виділені «смак і аромат» і «консистенція» (Розділ 3). Раніше було встановлено, що активація кавітації рідких середовищ покращує функціонально-технологічні властивості МКБ, що забезпечує надалі

сприятливі характеристики за показниками соковитості, консистенції, зовнішнього вигляду, смаку і аромату.

Органолептична оцінка зразків ґрунтується на бальній оцінці, була використана дев'ятирівнева оцінка шкали.

Загальні умови проведення органолептичної оцінки з наступною номенклатурою показників для напівфабрикатів після термічної обробки:

- зовнішній вигляд;
- вигляд на розрізі;
- аромат;
- смак;
- консистенція;
- соковитість.

Були використані нечіткі градації якості на основі вищезгаданого стандарту і узагальнені: 9-8 балів - відмінна якість, 8-7 - хороша якість, 7-6 задовільна якість, менше 6 - незадовільна якість.

Номенклатура показників якості була складена з урахуванням вимог нормативної документації і на підставі вивчення споживчих переваг, проведених на етапі розробки матриць залежності споживчих властивостей напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів від властивостей сировини (п. 3.2). Підготовка зразків і проведення органолептичної оцінки здійснювалися з урахуванням існуючих вимог.

Оскільки визначальне значення при оцінці незадоволеності споживачів якістю напівфабрикатів з МКБ мали показники консистенції, смак і аромат (споживачі відзначали для натуральних напівфабрикатів недостатню соковитість і сухуватість, а для посічених напівфабрикатів слабо виражений смак і аромат), нами були розроблені дегустаційні шкали для оцінки кожного з відмічених критеріїв в дослідному і контрольному зразках. Запропонована оцінка шкали доступна для неспеціалістів, тому її можна застосовувати при споживчій і експертній оцінці (додаток 2). У дегустаційній оцінці досліджуваних зразків взяло участь 17 чоловік.

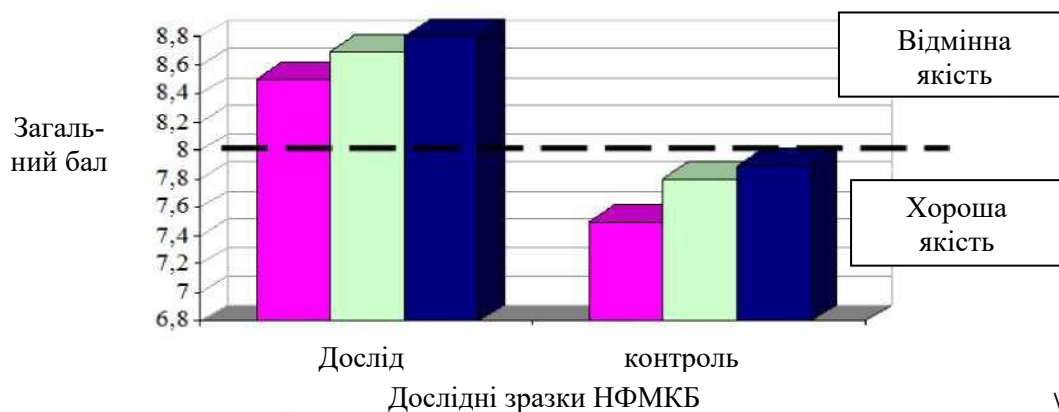
Дегустаційна оцінка ПМ МКБ після термічної обробки показала, що всі дослідні зразки, отримані на основі кавітації активації харчових рідких середовищ, мали вищі оцінки в порівнянні з контролем (таблиця 8 і на рисунку 17).

Таблиця 8

Результати дегустаційної оцінки ППМКБ після термічної обробки

Показник		Зовнішній вигляд	Вигляд на розрізі	Аромат	Смак	Консистенція	Соковитість	бал
Грудинка	Дослід	Зберіг форму	Зріз злегка вологий при натисненні волога практично не виділяється, кремовий колір з рожевим відтінком	Властивий, типовий, яскраво виражений	Властивий, типовий, солонуватий, виражений, приємний	Пружна, на волокна не розпадеться	достатньо соковите	8,5
	Контроль	Зберіг форму	Зріз сухий, при натисненні волога не виділяється, кремовий колір з сіруватим відтінком	Властивий	Властивий, слабо виражений, солоноватий	Жестковата, пружна, волокниста	Сухувата, недостатньо соковита	7,5
Стегно	Дослід	Зберіг форму	Зріз злегка вологий, при натисненні волога не виділяється, колір мраморний	Властивий, типовий, яскраво виражений	Властивий, інтенсивний, яскраво виражений	М'яка, достатньо пружна, на волокна не розпадеться	Дуже соковите	8,7
	Контроль	Злегка спресувався	Зріз вологий, при натисненні розсіл виділяється між шарами, колір мраморний	Властивий виражений	Властивий	Пружна, на волокна не розпадеться	Недостатньо соковите	7,8

«Нагесі»	Дослід	Форма правильна, без тріщин і ламаних країв	Рівномірно перемішаний фарш, без порожнеч, не розпадається, зріз сухий, кремовий колір з рожевим відтінком	Властивий, типовий, яскраво виражений	Властивий, типовий, інтенсивний, яскраво виражений	Щільна, ніжна, м'яка	Соковите	8,8
	Контроль	Форма злегка нерівна, присутні вихвати	Фарш злегка рихлий, з одиничними пустотами, не розпадається, кремовий колір з сіруватим відтінком	Властивий виражений	Властивий	Недостатньо щільна, м'яка	Недостатньо соковите	7,9



1 - грудинка, 2 - бедро, 3 - нагетси

Рис. 17 Результати дегустаційної оцінки ПММКБ після термічної обробки, бал

Для всіх дослідних зразків відмічений прояв яскравішого і інтенсивнішого кольору, що, на наш погляд, може бути пов'язано із зниженням концентрації заліза у воді в результаті її активації кавітації і стабілізація процесу утворення кольору.

Доведено, що дія кавітації має вплив на процес утворення терморезистентних гідраколоїдів, тобто стабільних в процесі термічної обробки сполук, а, отже, позитивно впливає на аромат продуктів переробки забійних тварин. Ймовірно, аналогічні ефекти характерні і для продуктів переробки м'яса птиці.

Профілограми органолептичних показників натуральних і посічених напівфабрикатів показують на позитивну динаміку впливу дії кавітації в оцінюваних показниках.

Так для дослідних зразків посічених напівфабрикатів типу «Нагетси» (рис. 18) був відмічений більш типовий м'ясний смак, а оцінка по даному критерію на 0,9 балу вище контрольного зразка; дослідні зразки також відрізняються гармонійністю сформована флора і його інтенсивність - оцінки по даним критеріях приближені до максимуму – 9,8 балу.

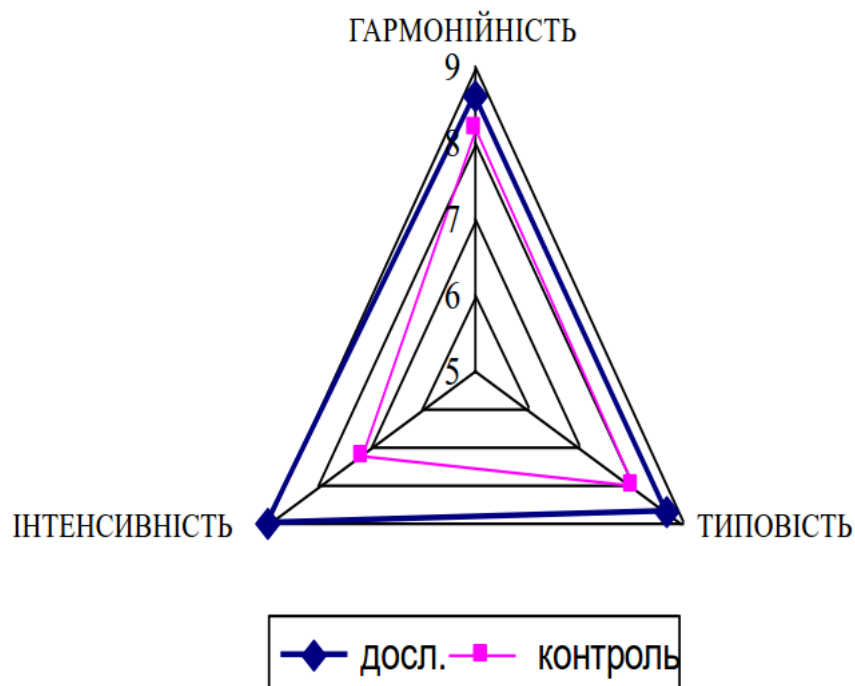
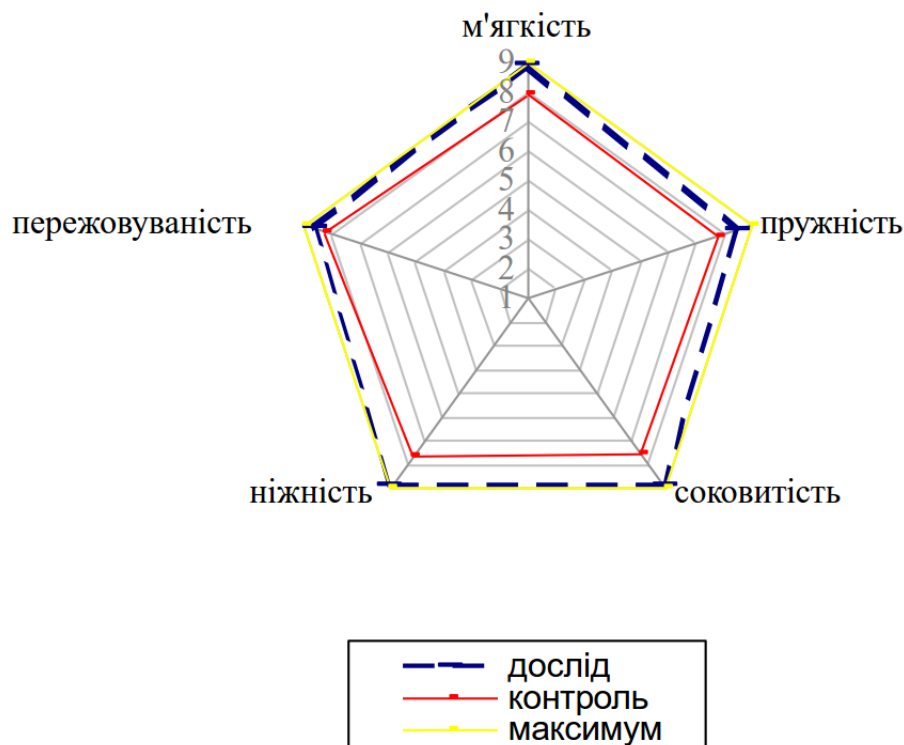


Рис. 18. Результати дегустаційного аналізу зразків посічених напівфабрикатів по критерію «смак і аромат»

Висока інтенсивність і вираженість смаку і аромату в дослідних зразках напівфабрикатів, вироблених на основі застосування дії кавітації, ймовірно, зумовлені ефектом підвищення терморезистентності біополімерів м'яса в результаті їх гідратації обробленим УЗ розсолі. Дані результати узгоджуються і з результатами досліджень учених [21], які показали, стабільність ароматичних сполук в м'ясних продуктах, що містять воду, минулу обробку кавітації унаслідок придбання цими органічними сполуками щільних гідратних оболонок з мономолекул, що утворилися при сонохімічних зразках, води, що дозволяють їм існувати у вигляді гідратованих колоїдів і комплексних іонів в широкому діапазоні температур, не піддавались термічній денатурації.

Порівняльна органолептична оцінка консистенції натуральних напівфабрикатів КБ (рис. 19) показала, що дослідні зразки перевершували контроль по всіх одиничних характеристиках: ніжність, м'якість, пружність, соковитість.



а

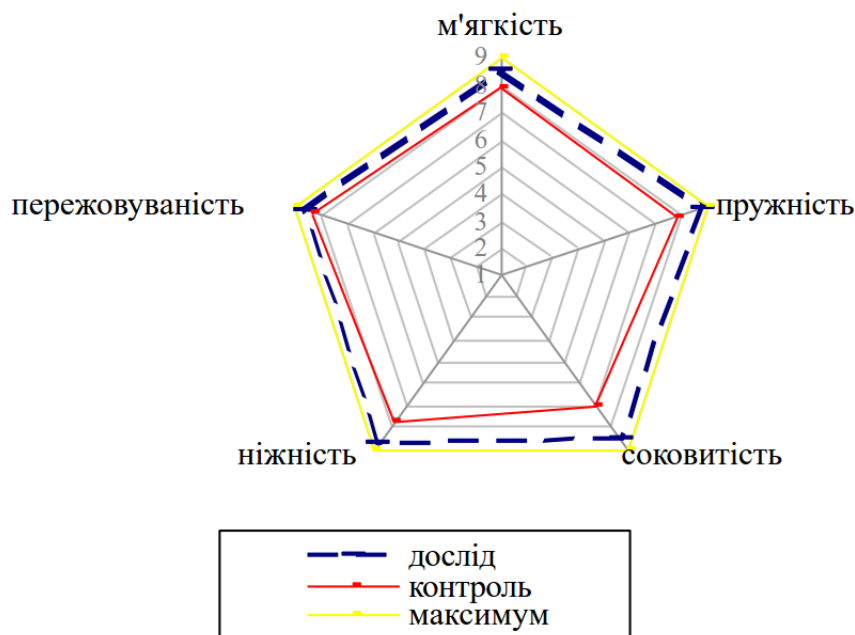


Рис. 19 Результати дегустаційного аналізу зразків натуральних напівфабрикатів по показнику «консистенція»: а - грудинка КБ, в - стегно КБ.

При цьому найбільш високі значення характеристик – сочність і м'якість відмічені для напівфабрикату стегно КБ, який відрізнявся пониженням значенням показника ВУЗ в початковій сировині. Після термічної обробки даного напівфабрикату спостерігалось зростання даного параметра щодо м'яса грудинок КБ. Ймовірно, це обумовлено здатністю

колагену і еластину, що містяться в стegovих м'язах, у присутності активованих УЗ розсолів, краща гідролізованість під дією термічної обробки з утворенням глютину і желатоз, які володіють вираженою вологоутримуючою здатністю [28].

Фізико-хімічні показники якості П МКБ оцінювалися по наступній номенклатурі - загальна волога (%), ВУЗ (%), рН, кількість ЛЖК (мг/100г), вміст амінного азоту (мг/%), для натуральних напівфабрикатів додатково - зусилля різання (Н/мм). Результати визначення фізико- хімічних показників якості ППМКБ традиційної і модифікованої технології представлень в звідній таблиці 9.

Таблиця 9

В середині результат оцінки фізико-хімічних показників дослідних і контрольних зразків

Показник	Зразки напівфабрикатів	
	дослід	контроль
Грудинка КБ		
Загальна волога %	75,4	76,0
ВУЗ %	74,1	73,3
рН	5,6	5,4
Зусилля різання (уперек волокон), Н/мм	0,27	0,20
Вміст ЛЖК, мг/100г	1,0	0,7
Вміст амінного азоту, міліграм %	0,56	0,31
Стегно КБ		
Загальна волога %	70,6	70,2
ВУЗ %	65,4	76,0
рН	5,6	5,4
Зусилля різання (уперек волокон), Н/мм	0,26	0,28
Вміст ЛЖК, мг/100г	1,1	1,0
Вміст амінного азоту, міліграм %	0,44	0,33
«Нагетси»		
Загальна волога %	56,8	57,4
ВУЗ %	74,4	74,6
рН	5,4	5,2
Вміст ЛЖК, мг/100г	1,6	1,4
Вміст амінного азоту, міліграм %	0,55	0,34

Аналіз отриманих даних свідчить про позитивну динаміку для дослідних зразків за всіма показниками по відношенню до контролю. Спостерігається збільшення вмісту продуктів протеолізи і відносно контрольних значень. Так, для дослідних зразків вміст амінного азоту складає для грудинки 0,51 міліграм % КБ, для стегна КБ 0,45 мг%, а для посічених напівфабрикатів - 0,55 міліграм %, тоді як в контрольних зразках вміст амінного азоту складає 0,31; 0,28 і 0,44 мг% відповідно. Відмічено збільшення вмісту легких жирних кислот (ЛЖК) для дослідних зразків. Значення даного показника в середньому вище на 0,3 міліграм щодо контролю.

Це свідчить про позитивний вплив проведення підготовки кавітації рідких харчових середовищ, що входять в м'ясну сировину, як чинник сприяючої активізації ферментативних систем і, як наслідок, збільшенню швидкості перетворення основних компонентів сировини.

Показник рН дослідних зразків зміщений в лужну сторону в середньому на 0,2 одиниці, що обумовлене інтенсифікацією процесів автолізу в системі продукту. У той же час активування рідких систем типу водних розсолів мінеральних солей обумовлює зміна чутливості біологічних об'єктів до активування навіть мінімальної інтенсивності і визиває підвищену проникність біомембран, що в сукупності сприяє підвищенню активності ферментативних систем продукту.

Оцінка дослідних зразків ППМКБ по органолептичних і фізико-хімічним, добре узгоджується з результатами хроматографічного аналізу (рис. 18 і 19) вказаних зразків.

В експериментальній перевірці отримання ефекту інтенсифікації процесів протеоліза, накопичення речовин-попередників смаку і аромату були піддані зразки фаршу м'язів м'яса КБ до термообробки.

Дослідження впливу ефектів кавітації на процес накопичення ароматичних сполук характеризують дані отриманих хроматограм. За наслідками аналізу площ піків на хроматограмах і відповідних мас-спектрів

складена таблиця 10, яка відображає якісний і кількісний склад летких сполук, ідентифікованих в пробах.

Таблиця 10

Вміст ароматичних речовин у фаршах з м'яса КБ після 2 годин витримки в засолі %

№	Найменування компоненту	Вміст %	
		Дослід	Контроль
1	2,3 -бутандіол	0,90	Не виявлений
2	Діциловий зфір пропанової кислоти	2,33	Не виявлений
3	Фенол	Не	0,10
4	Гліцерин	1,13	1,12
5	Піразин	0,12	0,05
6	4-піперидон тетраметил	0,40	Не виявлений
7	Ніацинамід	1,10	0,25
8	Лауринова (додеканова) кислота	0,5	0,1
9	Міристинова (тетрадеканова) кислота	0,61	0,02
10	Пальмітинова (гексадеканова) кислота	17,52	10,68
11	Лінолева (9,12-октадекадієнова)	25,36	26,75
12	Стеаринова (октадеканова) кислота	30,02	31,0
13	Олеїнова (цис-9-октадеканова) кислота	1,87	Не виявлено
14	Креатин	10,02	Не виявлений
15	Ансерін	3,13	Не виявлений

Для визначення вмісту розчинних органічних сполук була проведена екстракція ацетоном з подальшим газохроматографічним аналізом. Аналіз зразка екстракту проводився на газовому хроматографі з мас-селективним детектором фірми Shimadzu модель GCMS-QP2010 Ultra. Для інтерпретації мас-спектрів використовувалася довідкові дані.

В дослідних зразках було ідентифіковано 15 сполук (більше 95% від загального вмісту), серед яких карбонові кислоти і їх ефіри, спирти і інші ароматичні речовини. Відомо, що в утворенні аромату м'ясопродуктів беруть участь монокарбонові летючі кислоти, що утворюються з ліпідів [30].

Так, в дослідних зразках можна бачити накопичення значної кількості карбонових кислот (8-13), при цьому необхідно відзначити, що в ефірі

карбонових кислот (дютиловий ефір проманової кислоти) і вищі карболові кислоти нормальної будови надають м'ясним блюдам смаку і аромату.

Такі легкі фракції як піразин і 4-піперидон тетраметил були ідентифіковані тільки в дослідному зразку, вміст піразину в контрольному зразку дуже мало і не перевищує 0,05 %, що складається з композиції спиртів, альдегідів і виробництва жирних кислот. Можна припустити, що дані з'єднання позитивно виляють на формування смаку і аромату готового продукту.

Необхідно відзначити, що в дослідному зразку вміст креатину склав 10% відносно 5% для контрольного зразка. Сірковмісні речовини представлені ансерином. Високий вміст даних компонентів є особливістю м'яса птиці. Згідно даних, вміст креатину в білому м'ясі КБ складає 1100 мг %, в телятині – 300 мг %; карнозину – відповідно 430 і 265 мг %; ансерина – 770 і 200 мг% [32].

Враховуючи, що в технології отримання рублених напівфабрикатів МКБ використовувалися активовані рідкі харчові речовини на основі розсолів кухонної солі, слідє детальніше зупинитися на кінетиці процесів засолювання. При засолі іони кухонної солі і інші компоненти, що знаходяться в розсолі, починають переміщатися в глиб м'яса, а розчинні в сольових розчинах хімічні сполуки тканин (білки, екстрактивні, мінеральні речовини, водорозчинні вітаміни) розчиняються в розсолі.

Накопичення посолених речовин в тканинах - це процес переміщення посолених речовин в гетерогенній системі розсіл-м'ясо, який, за своїй фізико-хімічній суті, відноситься до дифузійних процесів. Іони кухонної солі та інші компоненти, що знаходяться в розсолі, починають переміщатися в глиб продукту, а розчинні в сольових розчинах хімічні сполуки тканин (білки, екстракти, мінеральні речовини, водорозчинні вітаміни) переходять в розсіл, де стають доступними для ферментативних систем, під впливом яких формується смак і аромат продукту.

Тривалість засолювання зразків посічених НФ МКБ на основі активованих харчових середовищ склала 2 години достатніх для формування їх смакових характеристик. При цьому для контрольних зразків, традиційна технологія яких передбачає 4-х годинний цикл витримки, необхідний комплекс органічних сполук, зумовлюючий аромат готового продукту, не сформувався в повному об'ємі.

Такий результат може бути пояснений описаними раніше ефектами ультразвукової дії, що виявляються в рідких середовищах, зокрема здатністю ультразвуку підвищувати розчинювальну і екстракційну здатність води у складі активованих рідких середовищ і як наслідок каталізувати дифузію солі в систему продукту.

В умовах перемішування основний опір дифузійному потоку в розсолі має дифузійний пограничний шар, лежачий на межі розділу системи. Прискорення руху розсолу і перехід від ламінарного потоку до турбулентного спричиняє за собою зменшення товщини прикордонного шару і, як наслідок, збільшення швидкості процесу.

Згідно даних, на процес розчинення має вплив знакозмінний звуковий тиск, який сприяє проникненню рідини в тріщини і капіляри. Також ультразвук з великою інтенсивністю викликає звуковий вітер, який швидше течії і утворює кавітаційні ефекти що в сукупності визначають прискорення процесу розчинення.

Дія ультразвуку на рідке середовище дозволяє понизити значення динамічної в'язкості полярних рідин; одночасно збільшуються в розмірах мікротріщини і пори, створюючи тверду фазу за рахунок турбулізації мікропотоків.

На наш погляд, це відбувається за рахунок швидкого накопичення необхідних для ферментативного гідролізу органічних речовин, а також завдяки знезаражувальному ефекту ультразвуку в м'ясних фаршах частково блокується життєдіяльність гнильної мікрофлори, ініціює подібні процеси.

На завершальному етапі товароведної оцінки були проведені дослідження збереження ППМКБ, отриманих за традиційною технологією і з використанням ультразвукової дії. Основний акцент був зроблений на визначення динаміки зміни органолептичних показників і взаємозв'язаних з ними фізико-хімічних показників (вміст ЛЖК, амінного азоту і загальна кількість вологи).

Тривалість зберігання зразків напівфабрикатів склала 5 діб при температурі 0...2 °С (що визначене виробником), оцінка показників здійснювалася тричі: відразу після виготовлення (на момент закладки зразків на зберігання); через 3 діб; через 5 діб.

Результати зміни органолептичних показників в процесі зберігання вказують на явний вплив ефектів кавітації на стан продукту (таблиця 11).

Загальне зниження якості за органолептичними показниками в процесі зберігання контрольних зразків від початкового значення для грудинки КБ складають 0,5 бали, для стегна КБ – 0,8 бали; при цьому для зразків отриманих на основі активації кавітації розсолів 0,3 і 0,2 - відповідно.

В кінці п'ятої доби зберігання в контрольних зразках посічених напівфабрикатів «Нагетси» спостерігалася незначне потемніння поверхні зразків, ймовірно, за рахунок накопичення метгемоглобіну в поверхневих шарах м'язової тканини.

Таблиця 11

Узагальнена оцінка органолептичних показників якості напівфабрикатів в процесі зберігання (після термічної обробки).

Найменування продукту		Узагальнена органолептична оцінка, бал		
		Початкове	3 доби.	5 діб.
Натуральні напівфабрикати				
Грудка КБ охолоджена	контроль	6,4	6,2	6,0
	дослід	7,6	7,4	7,3
Стегно КБ	контроль	6,7	6,1	6,0

охолоджене	дослід	7,6	7,5	7,4
Посічені напівфабрикати				
«Нагетси»	контроль	6,8	6,4	6,2
	дослід	7,7	7,6	7,5

* при $t = 0...2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Для приготування натуральних напівфабрикатів використовували запікання, для посічених - жаріння з додаванням масла.

Крім того для контрольних зразків спостерігалася зміна смаку і запаху, послаблення яких пов'язано з руйнуванням речовин, крім того в сирому вигляді в запаху наголошувалися слабо виражені кислуваті відтінки.

Слід зазначити, що в цілому якість напівфабрикатів в процесі зберігання за органолептичними показниками при дотриманні встановленого режиму змінювалася трохи. Проте інтенсивність цих змін в експериментальних зразках ППМКБ була нижчим, ніж в контрольних.

Зміну фізико-хімічних показників в процесі зберігання (таблиця 12) мають різну динаміку. Так приріст вмісту ЛЖК і амінного азоту в процесі зберігання в дослідних зразках протікає помірно - вміст ЛЖК на завершуючому етапі зберігання декілька нижче за значення контрольних зразків і складає 1,8 міліграм для грудинок, 3,1 міліграм для стегна і 5,1 для нагетсів, з урахуванням більш високих початкових показники - 1,1 міліграм, 1,2 міліграм і 1,7 міліграм відповідно. Тим часом для контрольних зразків відмічена більш інтенсивна динаміка приросту від 0,8 міліграма до 2,2 міліграма для грудинок і від 1,1 міліграма до 4,0 міліграма для стегна (рис. 20).

Таблиця 12

Динаміка зміни фізико-хімічних показників якості напівфабрикатів в процесі зберігання (після термічної обробки)

Найменування зразка	Значення показників якості		
	ЛЖК, мг/100г	Вміст амінного азоту, мг %	Загальна вологість, %

		0 діб	3 доби	5 діб	0 діб	3 доби	5 діб	0 діб	3 доби	5 діб
Грудинка КБ охладжена	контроль	0,7	1,4	2,1	0,32	0,44	0,64	77,0	76,8	76,2
	дослід	1,1	1,2	1,8	0,57	0,60	0,62	76,5	76,3	76,1
Стегно КБ охладжено	контроль	1,1	2,9	4,0	0,34	0,49	0,61	80,3	80,15	80,0
	дослід	1,2	2,5	3,1	0,45	0,52	0,58	80,7	80,5	80,45
«Нагетси»	контроль	1,5	5,0	5,5	0,35	0,52	0,67	68,5	68,2	68,15
	дослід	1,7	4,0	5,1	0,56	0,61	0,65	67,9	67,8	67,8

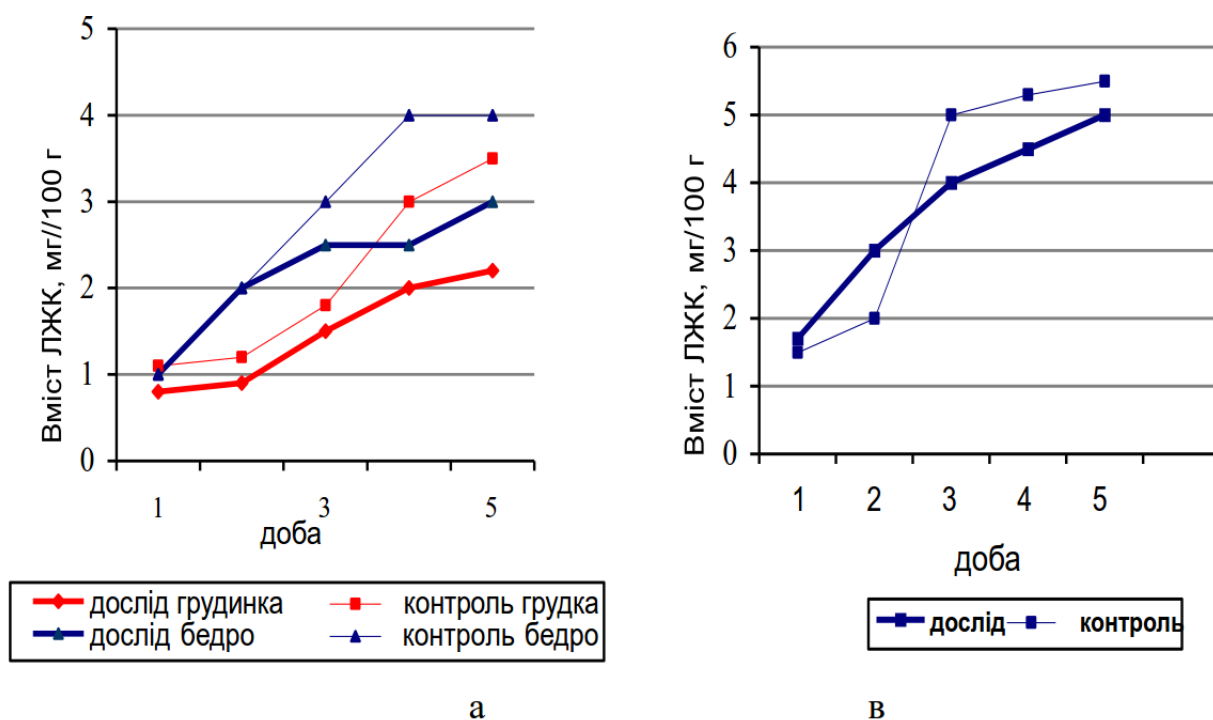


Рис. 20 Динаміка накопичення ЛЖК в процесі зберігання в натуральних напівфабрикатах КБ (а), в посічених напівфабрикатах КБ «Нагетси» (б).

Аналогічна динаміка спостерігається по показнику вмісту амінного азоту. При більш високих первинних значеннях в дослідних зразках (0,56 міліграм для грудинки, 0,44 міліграм для стегна і 0,55 міліграм для нагетсів) відносно контрольних (0,31 міліграм для грудинки, 0,33 міліграм для стегна і 0,34 міліграм для нагетсів) на завершуючому етапі зберігання відмічені значення рівного порядку, що відрізняються в межах допустимої погрішності

вимірювань (0,61-0,63 для грудинок, 57-0,60 для стегна і 0,64-0,66 для нагетсів).

Значних коливань загальної вологи в процесі зберігання не відмічено, як для дослідних так і для контрольних зразків напівфабрикатів (таблиця 12), ймовірно, це визначається наявністю упаковки, короткоточасним зберіганням з погляду вимерзання вологи режимом холодильної обробки (0 - 0...2 °C).

За наслідками досліджень ліпідної фракції було встановлено, що окислювальні процеси протікають в дослідних зразках напівфабрикатів з помірною інтенсивністю. Динаміка зміни кислотного числа в дослідних зразках напівфабрикатів з МКБ представлена в таблиці 13. Перекисів і гідроперекисів виявлено не було. Це свідчить про те, що режим УЗД був підібраний оптимально і перекисні сполуки не накопичуються.

Таблиця 13

Динаміка зміни кислотного числа в дослідних зразках напівфабрикатів з МКБ в процесі зберігання

Найменування продукту	Норма, мл КОН/г	Значення кислотного числа, мг КОН/г		
		Початкове значення	3 доби	5 діб
Грудинка КБ дослід контроль	не більше 1	0,35	0,41	0,54
		0,32	0,46	0,51
Стегно КБ дослід контроль		0,43	0,73	0,82
		0,38	0,67	0,78
«Нагетси» дослід контроль		0,37	0,45	0,57
		0,35	0,043	0,55

В рамках встановлених термінів зберігання за показником кислотного числа продукція зберігає свіжість. На кінцевій стадії зберігання натуральних напівфабрикатів значення показника склали для грудинок 0,54 мл КОН з приростом до первинного значення 55%. Інтенсивніше окислювальні процес протікають в стегновій частині і значення кислотного числа складає 0,53мл КОН з приростом до первинного значення 87%, що визначається особливістю морфологічної будови - наявністю більшої кількості локальних жирових відкладень. Для посічених напівфабрикатів типу «Нагетси» також відмічені більш високі значення - 0,57 міліграм КОН з приростом 52%, проте встановлені норми не перевищені. Так кінцевий показник кислотного числа для грудинок нижче на 0,02 міліграм, для стегна на 0,04 міліграм і на 0,01 міліграм для нагетсів, ймовірно, це пояснюється наявністю в дослідних зразках на першому етапі зберігання короткоживучого реактиву Фентона, проте загальний приріст в перебігу всього періоду зберігання в контрольних зразках вищий і складає для грудинок 56%, для стегна 101% і 60% для нагетсів

Таким чином, можна відзначити позитивні впливи ультразвукової дії при підготовці рідких харчових середовищ, використаних в технології ППМКБ, на стійкість напівфабрикатів в процес зберігання, що безумовно покращує їх споживчі достоїнства.

За наслідками мікроскопічного дослідження всі контрольні зразки ППМКБ відповідали градації - «сумнівній свіжості», а дослідні зразки продукції – градації.

Отримані результати обумовлені знезаражувальним ефектом ультразвуку. Відомо, що під дією ультразвуку можна отримувати стерильні рідини. Загибель мікроорганізмів під впливом ультразвуку в рідкому середовищі, відбувається за рахунок руйнування клітинних оболонок вторинним звуком. При цьому руйнування паличковидних бактерій відбувається миттєво або майже миттєво [27].

Відомо, що існує порогова сила вторинного звуку, нижче за яку руйнування не настає, більш того, спостерігається прискорений розвиток колоній бактерій, яке обумовлене механічним розділенням їх скупчень, внаслідок чого, пакети бактерій розділяються з утворенням окремих клітин, утворюючи нові колонії.

В дослідних зразках знайдені коки, кількість котрих не перевищує 15 одиничних елементів в полі зору. При цьому контрольні зразки менш стабільні в зберіганні - на 5-ту добу зберігання в полі зору було ідентифіковано більше 30 одиничних коків і паличок.

Позитивна динаміка відмічена і в зниженні показника КМАФАнМ (таблиця 14), що дозволяє понизити або виключити консерванти в складі продукту.

Впродовж всього періоду зберігання досліджувані зразки напівфабрикатів відповідали за показнику КМАФАнМ технічного регламенту «Про безпеку м'яса і м'ясної продукції», сальмонели виявлені не були.

Таблиця 14

Результати визначення показникам КМАФАнМ, КУО/г

Найменування зразка	Норма по ТР ТС 034/2013, КУО/г, не	Грудинка КБ	Стегно КБ	«Нагетси»
Дослід	5x10 ⁵	3,2x10 ³	2,8x10 ³	1,8x10 ³
Контроль		7x10 ⁴	7x10 ⁴	1x10 ⁵

Дані результати свідчать про високі біоцидні властивості харчових рідких середовищ, приготовлених на основі дії кавітації, по відношенню до мезофільних аеробним і факультативно-анаеробних мікроорганізмів і про доцільність його використання у виготовленні ППМКБ. Це пояснюється наявністю короткоживучого реактиву Фентона, який утворюється при дії кавітації на рідкі харчові середовища і блокує життєдіяльність мікроорганізмів, що узгоджується з дослідженнями [9].

Встановлені режими ультразвукової обробки розсолів дозволили оптимально забезпечити летальний поріг характеристик звукового поля для гальмування розвитку несприятливої мікрофлори в готових напівфабрикатів з МКБ, що безумовно має позитивний вплив на їх споживчі властивості.

3.5. Дослідження харчової повноцінності продуктів переробки м'яса курчат-бройлерів, вироблених з використанням ефектів ультразвукової дії

Відомо, що м'ясні продукти займають важливе місце в структурі живлення людини. Їх споживання в середньому складають 67 кг на людину в рік. Будучи продуктами повсякденного досліду, напівфабрикати з м'яса курчат-бройлерів повинні повноцінно наповнювати харчові раціони задовольняти потребу організму в основних живильних речовинах. [3, 18]. З цієї причини, в рамках даної роботи був проведений аналіз харчової повноцінності об'єктів дослідження по комплексу показників, що на наш погляд, дозволило оцінити вплив ультразвукової дії на етапі підготовки рідких харчових середовищ на показники харчової повноцінності напівфабрикатів з м'яса курчат-бройлерів.

Результати визначення загального хімічного складу контрольних і дослідних зразків, показані в таблиці 15, свідчать про відсутність явного впливу ультразвукової дії на харчову цінність напівфабрикатів з урахуванням вмісту основних нутрієнтів.

Таблиця 15

Середнє значення загального хімічного складу ППМКБ

Найменування показника	Фактичний вміст % на с.в.					
	Натуральні напівфабрикати				Посічені напівфабрикати типу «Нагетси»	
	контроль		дослід		контроль	дослід
	Грудинка	стегно	Грудинка	стегно		
Білки	16,8	17,0	17,0	17,2	17,4	17,5
Жири	5,4	6,6	5,1	6,5	4,8	4,1
Вуглеводи	-	-	-	-	11,2	11,3

Відмінності значень укладаються в рамки допустимих погрешностей вимірювання, так, вміст білка в дослідних зразках напівфабрикатів склав 17,0% для грудинок, 17,2% для стегна і 17,5% для нагетсів, а в контрольних зразках - 16,8%; 17,1%; 17,4% відповідно. По масовій частці жиру також явних розбіжностей не виявлено і коливання показників «контроль-дослід» складають для грудинок 6,4-6,0%, для стегна 7, 7-7,8%, для нагетсів 5,8-5,0%. Вуглеводи в кількості 12% присутні лише в посічених напівфабрикатах і їх наявність визначається рецептурою даного продукту, в яку входять панірувальні сухарі для додання форми виробу і створення гарного зовнішнього вигляду.

Відомо, що найбільш важливими компонентами м'ясної продукції для людини є повноцінні білки, до складу яких входить комплекс амінокислот, частина з них є есенціальним чинником живлення.

М'ясо птиці є хорошим джерелом повноцінного білка, а також відрізняється низьким вмістом сполучної тканини, що сприяє легшому переварюванню і засвоєнню. Для характеристики біологічної цінності білків дослідних об'єктів були визначені наступні показники: амінокислотний склад білка; відносна біологічна цінність по тест-організму інфузорії.

Аналіз отриманих даних показав, що ультразвукова обробка розсолів, що вводяться до складу напівфабрикатів, не надає негативного впливу на якісний і кількісний склад білка. Вміст амінокислот білка як для дослідних так і для контрольних зразків знаходиться на одному рівні.

Ступінь переварюваності білка досліджуваних продуктів визначався за допомогою мікробіологічних тестів. Як тест-об'єкта використовували війчасту інфузорію *Tetrahimena rutiliformis* W. Живий організм дає більш інтегровану відповідь на склад і структуру продукту, а ніж формальний хімічний аналіз, яким би він не був повним і досконалим. До того ж, залежно від їх комбінації один з одним навіть при одному і тому ж хімічному складі у відповідь реакція організму різна. Тетрахімена дає добрі співпадаючі результати з даними дослідів на щурах. Швидкість переварювання важлива

для засвоєння білкових речовин, оскільки лімітує подальше всмоктування амінокислот. Результати оцінки представлені в табл. 16.

Не дивлячись на ідентичний амінокислотний склад досліджуваних продуктів, ступінь переварюваності білка дослідного і контрольного зразка різні. ЗБЦ контрольних зразків помітно нижче, що може бути пов'язане з застосуванням функціональних добавок, що створюють несприятливі умови для життєдіяльності тест-організмів.

Таблиця 16.

Відносна біологічна цінність досліджуваних зразків напівфабрикатів з МКБ

Об'єкт дослідження		Число інфузорій в 1 см досліджуваної рідини x105	ЗБЦ %
Еталон (казеїн)		22,12	100
Натуральні напівфабрикати	дослід	20,4	91,7
	контроль	20,4	88,2
Посічені напівфабрикати	дослід	21	94,1
	контроль	20,0	90,3

Для того, щоб всесторонньо оцінити показники готового продукту, враховуючи при цьому органолептичні властивості, властивості, що характеризують біологічну повноцінність і зберігання, в рамках даної роботи була проведена комплексна оцінка продукту, результати які приведені в таблиці 16.

Порівняльну комплексну оцінку якості і зберігання зразків проводили за допомогою вдосконаленого методу кваліметрії стосовно м'ясних продуктів [29].

Визначалися комплексні показники якості продукту, тобто конкретні властивості зразків натуральних і посічених напівфабрикатів з м'яса КБ. Досліджувані властивості були згруповані в три групи:

- група, яка характеризує органолептичні показники продукту (зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенція, соковитість);

- група, яка характеризує біологічну повноцінність напівфабрикатів (масова частка білка, вміст збалансованого білка, переварюваність *Tetrahimena pyriformis* W.);

- група, яка характеризує зберігання напівфабрикатів (кислотне число і результати органолептичної оцінки на кінець зберігання).

Для обробки експериментальних даних застосовували методи математичної статистики із застосуванням комп'ютера. Для аналізу цифрового матеріалу проводили його математичну обробку, підвищуючу достовірність результатів, що скорочує об'єм таблиці. Повторність дослідів не менше 3 разів при 5-ти кратній повторності аналізів. Рівень довірчої вірогідності = 0,94.

Таблиця 17

Результати комплексної оцінки якості напівфабрикатів

Найменування показника якості		Еталон	Напівфабрикати			
			натуральні		посічені	
			контроль	дослід	контроль	дослід
Органолептична оцінка:	0,30					
зовнішній вигляд	0,14	8	8,5	8,7	8,6	8,8
колір	0,10	8	8,7	8,7	8,6	8,7
запах, аромат	0,10	8	8,4	8,7	8,3	8,8
консистенція	0,24	8	7,8	8,5	8,1	8,6
смак	0,20	8	8,1	8,6	8,0	8,7
соковитість	0,10	8	7,8	8,6	8,0	8,4
Разом по групі			0,472	0,400	0,474	0,490
Вміст білка %	0,150	18,6	17,0	17,1	17,4	17,5
вміст збалансованого білка %	0,184	17,4	15,8	15,7	16,04	16,0
Разом по групі			0,108	0,108	0,108	0,105
Оцінка здатності до зберігання	0,34					
Органолептична оцінка, бал	0,20	8	6,0	7,2	6,2	7,6
Кислотне число, мг КОН	0,27	-	1,46	1,42	1,50	1,46
Разом по групі			0,224	0,236	0,230	0,244
Комплексний показник			0,903	0,941	0,914	0,957

В цілому комплексний показник контрольних зразків (0,913 і 0,924) нижчий за комплексні показники дослідних зразків (0,951 і 0,966). При цьому дослідні зразки дослідних напівфабрикатів перевершують контрольні за органолептичними показниками, збереження і відповідають прийнятим нормам харчової повноцінності.

ВИСНОВКИ

Визначена кон'юктура продуктів переробки м'яса птиці на споживчому ринку Західного регіону і встановлено, що 54,6 % дослідних споживачів частіше віддають перевагу м'ясу птиці і продуктам його переробки загалом в об'ємі споживчих м'ясних продуктів, серед яких найбільш затребовані натуральні і посічені напівфабрикати з МКБ, на їх частку доводиться 31 % і 22 % відповідно. Тим часом, відносно якості ППМКБ було виявлено незадоволеність споживачів по наступних характеристиках: низькі смакові властивості (86 %), сухувата консистенція (57 %), велика кількість харчових добавок (96 %).

Виявлена неоднорідність якості МКБ, що поступає для переробки: варіативності показників хімічного складу залежно від умов вирощування складає 3,4-41,4 %; варіативність показників ФТВ залежно від морфологічної будови – 2,6 -7,8 %, залежно від термічного стану – 4,8-9,4 %;

Обґрунтована можливість застосування ефектів УЗД для коректування показників якості води (зниження загальної жорсткості (в середньому на 20 %), вмісту заліза (на 15 %), загального мікробного числа (на 87,8 %) і ФТВ МКБ (збільшення рівня гідратації білків МКБ для сировини різного термічного перебування на 9 - 12 %) і установлені оптимальні режими УЗД при потужності 180 Вт і тривалість 1,7-2,2 хв..

Досліджений вплив ефектів УЗД на показники і кінетику процесів засолювання м'ясної сировини доведена можливість його інтенсифікації в 2-ва рази.

Доведена ефективність застосування ультразвукової водопідготовки, для скорочення частки функціональних добавок на 50 - 74 % у рецептурі натуральних напівфабрикатів з МКБ 2-ї категорії угодованої і можливості коректування ФТВ фаршу з МКБ для виробництва посічених напівфабрикатів, за рахунок збереження до 90% вологи. На підставі чого запропонована технологічна схема виробництва.

Результати оцінки якості контрольних і дослідних зразків напівфабрикатів з МКБ показали, що дослідні зразки, отримані з використанням ефектів УЗД, перевершують контрольні за органолептичними показниками (на 0,8 - 1 бал), збереження (приріст ЛЖК знижується на 0,3 - 0,8 мг %, КМАФАнМ скорочується в 2-ва рази, відсутні перекиси і гідроперекиси); отримані на основі УЗД напівфабрикати з МКБ відповідають прийнятим нормам харчової повноцінності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Басараб І. М., Драчук У. Р., Галух Б. І., Коваль Г. М., Сімонова І. І., Герез Н. О. Використання нетрадиційної сировини у технології варених ковбасних виробів функціонального призначення. Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові науки». 2021. 23, №95. С.65-71.
2. Божко Н.В. Оптимізація рецептури м'ясних хлібів з використанням гідробіонтів Н.В. Божко, В.І. Тищенко, В.М. Пасічний. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, Львів : 2017, т 19 (80):38-42.
3. Віннікова Л.Г. Технологія м'яса і м'ясних продуктів. Київ: Фірма «ІНКООС», 2006. 600 с.
4. Гаврилова, Е.В. Перспективи збагачення м'ясних паштетів рослинними компонентами з високим вмістом білка / Е.В. Гаврилова, О.В. Зініна, К.А. Бажина, З.К. Акусханова // Інноваційний розвиток і затребуваність науки в сучасному Казахстані: Зб. статей міжн. наук. конф. 20.11.2015. Алмати. С. 235-238.

5. Галух Б.І., Драчук У.Р., Басараб І.М., Коваль Г.М. Сучасні технології переробки птиці. Навчальний посібник/ Б.І. Галух, У.Р. Драчук, І.М. Басараб, Г.М. Коваль Львів, 2020. 230 с.
6. Дослідження факторів пролонгації термінів зберігання м'ясних і м'ясомістких продуктів / В. М. Пасічний, А. М. Геречук, О. О. Мороз, Ю. А. Ястреба // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. Т. 21, № 4. С. 224-230.
7. ДСТУ 3143:2013 М'ясо птиці. Загальні технічні умови. Зі зміною № 1. Нац. Стандарт України. [чинний від 2014-07-01]. Вид. Офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2014. 28 с.
8. ДСТУ 4350:2004 (ISO 660: 1996, NEQ). Олії. Методи визначання кислотного числа / Нац. стандарт України. [Чинний від 2004-11-28]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2005. 12 с.
9. ДСТУ 4437:2005 Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені. Технічні умови. Нац. Стандарт України. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. Офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2007. 35 с.
10. ДСТУ 4823.2:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. З поправкою. Нац. стандарт України. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2009. 14 с.
11. ДСТУ 7063:2009 Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні січені. Визначання складників мікроструктурним методом. Нац. Стандарт України. [чинний від 2010-01-01]. Вид. Офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2010. 13 с.
12. ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). Нац. стандарт України [Чинний від 2008-03-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2014. 9 с.

13. ДСТУ ISO 2917:2001 М'ясо і м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT). Нац. стандарт України. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2003. 10 с.

14. Інноваційні технології м'ясних продуктів: опорний конспект лекцій [Електронний ресурс] / укладачі М. О. Янчева, Т. С. Желева. Електрон. дані. Х.: ХДУХТ, 2017. 42 с.

15. Паламарчук, А. С. Контроль якості, безпека та екологія в галузі (рибопереробна галузь) [Текст]: навч. посіб. до лаб. занять / А. С. Паламарчук, М. Кушніренко, О. А. Глушков; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса: Гельветика, 2020. 90 с.

16. Сімонова, І., Галух, Б., Драчук, У., Басараб, І. Удосконалення технології маринованих напівфабрикатів з м'яса птиці. Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького. Серія «Харчові науки». 2023. 25, № 99. 61-68.

17. Технологія м'ясної продукції з використанням високого тиску : монографія / Р. П. Никифоров, О. В. Сабіров, О. О. Сімакова та ін. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2021. 136 с.

18. ТУ 563/46.38-00443571-44-96. «Паштет субпродуктовий». Технологічна інструкція.

19. Українці надають перевагу м'ясу птиці, а яловичину майже не їдять, – Мінагрополітики: веб-сайт. URL: <https://espresso.tv/ukraintsi-nadayutperevagu-myasu-ptitsi-a-yalovichinu-mayzhe-ne-idyat-minagropolitiki> (дата звернення: 13.09.2024).

20. Хоменко, О. М. Удосконалення технології виробництва м'ясо-рослинних напівфабрикатів із курячого м'яса механічного дообвалювання / О. М. Хоменко, О. І. Гащук // Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 79 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2013 р. К. : НУХТ, 2013. Ч. 1. С. 369-370.

21. Хомич В. Т., Баль-Прилипко Л. В. Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2018. 113 с.

22. Янчева М.О. Технологічні аспекти виробництва напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених із використанням емульсійних систем : монографія / М. О. Янчева [та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2015. 178 с.
23. Anjali V., Renu M. Psyllium (*Plantago ovata*) Husk: A Wonder Food for Good Health // International Journal of Science and Research. 2015. Vol. 4. Is.9. Pp. 1581-1585.
24. Caplice E., Fitzgerald G.F. Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation. Int. J. Food Microbiol. 1. 2014. Q 131-149.
25. Cofrades S., Benedi J., Garcimartin A., Sanchez-Muniz F.J., Jimenez-Colmenero F. A comprehensive approach to formulation of seaweed-enriched meat products: From technological development to assessment of healthy properties // Food Research International. 2017. Sep. Vol. 99. Pp. 1084-1094.
26. FAO/WHO (1991) Protein Quality Evaluation Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Food and Nutrition Paper No. 51, Rome.
27. Gernand AD, Schulze KJ, Stewart CP et al. Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: health effects and prevention. Nat Rev Endocrinol, 2016, 12(5): 274-89.
28. ISO 11035:94 Sensory analysis. Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach
29. ISO 5497:1982 Sensory analysis. Methodology. Guidelines for the preparation of samples for which direct sensory analysis is not feasible
30. ISO 6658:1985 Sensory analysis. Methodology. General guidance
31. ISO 8586-1:93 Sensory analysis. General guidance for the selection, Graining
32. ISO 8589:1988 Sensory analysis. General guidance for design of test rooms.