



UDC 664.3

## IMPROVING THE TECHNOLOGY OF WASHED TURKEY MEAT FROM A MECHANICAL ROLLER-SURIMI AND THE DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS USING IT

Lyudmila V. Peshuk<sup>1</sup>, Oleg O. Galenko<sup>2</sup>, Svitlana M. Shuler<sup>3</sup><sup>1</sup>Oles Honchar Dnipro National University, 72 Gagarin Ave., 49000, Dnipro, Ukraine<sup>2</sup>National University of Food Technologies, str. Volodymyrska 68, 01033, Kyiv, Ukraine<sup>3</sup>DPTNZ "Kryvyorizh Educational and Production Center", str. Kashtanova 35, 50000, Kryvyi Rih, Ukraine

Received 9 June 2022; accepted 15 July 2022, Available online 27 July 2022

### Abstract

The technology of mechanically deboned washed minced poultry meat (MPMD) is an alternative source of high-quality protein in the technology of new meat products from surimi-like material. Theoretically justified and experimentally confirmed the effectiveness of the use of surimi-like material from washed deboning poultry meat with high adhesive properties in the production of meat restructured hams to improve quality indicators, inhibit destructive transformations and extend the shelf life. The effectiveness of PMD washing with different detergents (lactic and succinic acids, deionized water, sodium chloride, sodium bicarbonate solution, potassium phosphate buffer solution pH 6.8) with obtaining a complete "denatured protein" with high adhesive properties (surimi-like material) and its use in technology of restructured poultry meat hams has been experimentally proved. The process of MPMO washing with establishment of basic modes (temperature, time, hydromodulus) and washing cycles according to the content of soluble proteins and recovery of total protein has been substantiated. Regulation of washing cycles (1, 2, 3) for release and restoration of surimi-like material protein, centrifugation modes ( $\tau = 10-20$  min, hydromodule 1 : 2, 1 : 4), temperature of washing liquids ( $t = 6-15$  °C), optimal introduction of surimi-like material into a product with prolonged storage time were determined experimentally. Chemical composition, physico-chemical and technological characteristics of restructured hams, which formulation includes surimi-like material, have been studied according to the set of technological indicators, biological value, dynamics of changes during storage - the stability of the product has been confirmed. The developed product can be recommended to a wide range of consumers.

**Keywords:** mechanically deboned poultry meat; washing fluids; surimi-like material; restructured hams.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОМИТОГО ФАРШУ З М'ЯСА ІНДИКІВ МЕХАНІЧНОГО ОБВАЛЮВАННЯ-СУРІМІ ТА РОЗРОБКА НОВИХ ПРОДУКТІВ З ЙОГО ВИКОРИСТАННЯМ

Людмила В. Пешук<sup>1</sup>, Олег О. Галенко<sup>2</sup>, Світлана М. Шулер<sup>3</sup><sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені О. Гончара, пр. Гагаріна, 72, 49000, м. Дніпро, Україна<sup>2</sup>Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська 68, 01033, м. Київ, Україна<sup>3</sup>ДПТНЗ «Криворізький навчально-виробничий центр», вул. Каштанова 35, 50000, м. Кривий Ріг, Україна

### Анотація

Технологія промитих фаршів з м'яса птиці механічного обвалювання (МПМО) є альтернативним джерелом високоякісного білка в технології нових м'ясних продуктів з сурімі-подібного матеріалу. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність використання сурімі-подібного матеріалу з промитого МПМО, що має високі адгезійні властивості, у виробництві м'ясних реструктурованих шинках. Експериментально доведена ефективність промивання МПМО різними промивними рідинами (молочною та бурштиновою кислотами, деіонізованою водою, розчинами хлориду та гідрокарбонату натрію, калій-фосфатним буферним розчином рН 6.8) з отриманням повноцінного «знеліченого білка» з високою адгезійною здатністю (сурімі-подібного матеріалу) та використання його в технології реструктурованих шинок з м'яса птиці. Обґрунтовано процес промивання МПМО з встановленням основних режимів (температура, час, гідромодуль) та циклів промивання на вміст розчинних білків та загальне відновлення білка. Встановлено регламент циклів промивання (1, 2, 3) на вихід і відновлення білка сурімі-подібного матеріалу, режимів центрифугування ( $\tau = 10-20$  хв, гідромодуль 1 : 2, 1 : 4), температуру промивних рідин ( $t = 6-15$  °C), оптимальну кількість сурімі-подібного матеріалу в рецептурах для створення продукту з пролонгованим терміном зберігання. Досліджено хімічний склад, фізико-хімічні, технологічні характеристики реструктурованих шинок до рецептур яких включено сурімі-подібний матеріал за комплексом технологічних показників, біологічної цінності та динаміки змін у процесі зберігання, підтверджена стабільність продукту. Розроблений продукт можна рекомендувати споживачам широкого кола.

**Ключові слова:** м'ясо птиці механічного обвалювання, промивні рідини, сурімі-подібний матеріал, реструктуровані шинки.

\*Corresponding author: e-mail address: [scorpion17lv@ukr.net](mailto:scorpion17lv@ukr.net)

© 2022 Oles Honchar Dnipro National University; doi: 10.15421/jchemtech.v30i2.261925

## Вступ

Ресурсозберігаючі технології птахо-переробної галузі передбачають комплексну переробку птиці і максимально повне використання всіх її продуктів. Збереження і раціональне залучення м'яса птиці у харчові технології за рахунок запровадження методів глибокої промислової переробки з метою одержання широкого асортименту продукції різного призначення є актуальною загальнодержавною проблемою. Особливе місце в балансі м'ясопродуктів займає м'ясо птиці, виробництво якого економічно вигідніше, ніж інших видів м'яса. Одним із видів сировини для м'ясопереробної промисловості, що досить широко використовується завдяки високій технологічності, значній кількості білку, низькій собівартості, є м'ясо птиці (індика) механічного обвалювання (МПМО). У процесі механічного обвалювання у виробника виникають такі проблеми, як потемніння за рахунок вмісту в МПМО кісткового мозку, запаху із-за окиснення кісткового жиру і, таким чином, скорочується термін зберігання м'яса. Щоб виключити цю проблему, існує потреба у повторному використанні механічно обваленого м'яса в процесі, який знижує потемніння, згіркнення та нівелює запах. Таким чином, була запропонована технологія сурімі (Cortez-Vega, Pizato, Prentice, 2014; Ramadhan, Huda, Ahmad, 2014) [1; 2]. Сурімі – японський термін, що відноситься до білого, денатурованого білку без запаху, отриманого з механічно обваленого м'яса риби, промитого водою окремо і змішаного з кріопротекторами (Stangierski, Zabielski, Grześ, 2013) [3]. Коли концентрований білок отримують шляхом промивання м'яса, на відмінну від риби (сурімі), цей продукт називають сурімі-подібний матеріал (Tina, Nurul, Ruzita, 2010) [4]. CortezVega, Fonseca, Prantice, (2012) вважають, що промивання м'яса з низькою маркетинговою вартістю сприяє подорожчання цієї сировини [5]. Antonomanolaki et al., (1999) [6] встановили, що сурімі-подібний матеріал має дуже хороші технологічні властивості, насамперед високу вологоутримуючу та достатньо хорошу гелеутворюючу властивості, і це не пов'язано з інтенсивним сенсорним смаком або запахом. Однак кінцева якість промитого м'яса не завжди ідентична і залежить в першу чергу від сировини та параметрів відновлення, таких як кількість циклів промивання, тип

промивних рідин та співвідношення м'ясо/вода (Stangierski et al., 2013) [7]. Переробка м'яса індика в сурімі-подібний матеріал сприяла б використанню побічного продукту (МПМО) з менш цінних у харчовому відношенні частин тушки для виробництва високоякісних промислових продуктів.

На нашу думку, найбільш перспективним напрямком для розширення асортименту продукції з м'яса птиці, а саме технології реструктурованих шинок та вирішення проблеми збереження їх якості з залученням до виробництва більш дешевої вторинної білковмісної сировини з високими функціональними властивостями, є використання в технологічному процесі сурімі-подібного матеріалу (СПМ) з МПМО промитого промивними рідинами різної хімічної природи. Технологія промитих фаршів МПМО є альтернативним джерелом високоякісного білка в технології нових м'ясних продуктів з сурімі-подібного матеріалу.

Для вирішення даної проблеми нами була запропонована методика промивання та вивчена порівняльна характеристика фізико-хімічних показників сурімі-подібного матеріалу з м'яса птиці різних видів.

*Мета роботи.* Метою роботи є теоретично обґрунтувати й експериментально підтвердити ефективність промивання МПМО різними промивними рідинами (органічними кислотами – молочною та бурштиною, деіонізованою водою, розчинами хлориду натрію та гідрокарбонату натрію, калій-фосфатним буферним розчином з рН 6.8) з отриманням повноцінного «звеличеного білка» з високою адгезійною здатністю (сурімі-подібного матеріалу) та використання його в технології виробництва реструктурованих шинок з м'яса птиці.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- вивчити якісні показники м'яса індиків найбільших виробників України: ТОВ УПГ Інвест ТМ «Натурвіль» та Племптахорадгосп Броварський ТМ «Інделіка» в порівнянні з МПМО курчат-бройлерів;

- підібрати для промивання МПМО різні промивні рідини (органічні кислоти – молочна та бурштинова, деіонізована вода, розчини хлориду натрію та гідрокарбонату натрію, калій-фосфатний буферний розчин з рН 6.8);

- обґрунтувати процес промивання МПМО з встановленням основних режимів

(температура, час, гідромодуль) та циклів промивання на вміст розчинних білків та загальне відновлення білка, фізико-хімічний склад СПМ за різних кількостей циклів промивання;

- дослідити фізико-хімічні, функціонально-технологічні властивості та якісні показники сурімі-подібного матеріалу (СПМ);

- встановити зміни показників якості зразків сурімі-подібного матеріалу в процесі зберігання;

- на основі математичної моделі визначити оптимальне введення в рецептуру сурімі-подібного матеріалу для розроблення реструктурованих шинок з м'яса птиці;

- дослідити органолептичні, фізико-хімічні та реологічні властивості розроблених реструктурованих шинок з м'яса птиці з використанням сурімі-подібного матеріалу;

**Об'єкт дослідження:** МПМО з індика охолоджене та заморожене від найбільших виробників України ТМ «Натурвіль» та ТМ «Інделіка», їх характеристика в порівнянні з м'ясом МПМО ТМ «Гаврилівські курчата», сурімі-подібний матеріал, що має високі адгезійні властивості, технології м'ясних реструктурованих шинок з СПМ для покращення технологічних властивостей і показників якості, гальмування деструктивних перетворень та подовження терміну зберігання.

**Предмет досліджень:** МПМО, різні промивні рідини, СПМ, реструктуровані шинки з м'яса птиці

**Методи дослідження.** М'ясні блоки ММО індика розрізали до розмірів 10 × 10 см. Співвідношення ММО/промивна рідина становило 1:3 на ваговій основі. Потім порцію змішували з трьома порціями холодного розчину (температура розчину не нижча 6 °С), змішування проводили протягом 15 хв., використовуючи універсальний змішувач. Отриману суміш центрифугували протягом 15 хв. за 3500 об/хв. З метою отримання кількості розчинних білків в сурімі-подібному матеріалі процес промивання ММО різними промивними рідинами проводили один, два і три рази, щоб порівняти вплив циклів промивання на функціональні властивості готового напівфабрикату.

Для вирішення даної проблеми нами була запропонована методика промивання та вивчена порівняльна характеристика фізико-хімічних показників сурімі-подібного матеріалу з ММО індика. В якості промивних

рідин при знеличенні ММО індика були використані деіонізована вода, хлорид натрію (NaCl), гідрокарбонат натрію (NaHCO<sub>3</sub>) та фосфатний калійний буфер а також органічні кислоти (бурштинова і молочна). Промивні рідини використовували з різним рН: гідрокарбонат натрію (8.2); хлорид натрію (7.01); калійний-фосфатний буфер (6.8); деіонізована вода (6.48). У процесі отримання сурімі-подібного матеріалу з ММО індика рН і природа буферних агентів промивних рідин відіграє важливу роль щодо стабільності продукту з технологічної точки зору. Воду з високим ступенем очищення від сторонніх речовин називають деіонізованою, її використовують в сучасному промисловому виробництві, сфері краси та медицині. Деіонізація води – це багаторівнева система очищення води. Отримана на першому етапі дистильована вода надходить на фільтри з іонообмінними смолами двох типів – аніонного та катіонного, щоб зв'язати іони металів і кислотних залишків.

Органолептичне оцінювання якості розроблених рецептур реструктурованих шинкових виробів з використанням промитого фаршу МПМО індиків (сурімі-подібного матеріалу) проводили відповідно до ДСТУ 4823.2-2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги за п'ятибальною шкалою».

Для визначення структурно-механічних властивостей м'ясопродуктів (пенетраційних властивостей, роботи різання та зусилля різання) проводили на приладах Magneet-Taylor та Warner-Bratzler у трикратних повтореннях.

Дослідження проводили стандартними методиками згідно з ДСТУ 8381:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень».

Показники активності води в готових продуктах та модельних зразках фаршів визначали на приладі Aqua Lab3TE.

### **Експериментальна частина**

Згідно із встановленими вимогами, які використовуються в Україні, нами було проведено дослідження фізико-хімічних показників МПМО індика замороженого і охолодженого найбільших українських виробників ТМ «Натурвіль» та ТМ «Інделіка» та їх порівняльна характеристика з м'ясом МПМО ТМ «Гаврилівські курчата». Дані досліджень представлено в табл. 1.

Table 1

**Comparative characteristics of physical and chemical indicators of mechanically processed bird meat**

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників м'яса птиці механічного обвалювання**

Сировина	Вміст води, %	Вміст жиру, %	Вміст білку, %	Зола, %	Індекс якості (Ж/Б)	Енергетична цінність, кДж
<b>ТМ «Натурвіль»</b>						
ММО індика заморожене	64.1±0.2	14.4±0.2	18.9±0.3	0.88±0.12	1.24	853.12
ММО індика охолоджене	67.0±0.1	14.8±0.3	19.1±0.1	0.95±0.03	1.25	884.49
<b>ТМ «Інделіка»</b>						
ММО індика заморожене	65.3±0.1	13.9±0.1	16.3±0.1	0.78±0.15	1.49	694.54
ММО індика охолоджене	66.2±0.3	14.2±0.2	17.6±0.2	0.85±0.14	1.49	757.30
<b>ТМ «Гаврилівські курчата»</b>						
МПМО куряче заморожене*	60.1±0.3	17.6±0.2	12.1±0.1	0.69±0.05	1.45	874.45
МПМО куряче охолоджене*	64.0±0.2	26.0±0.0	13.3±0.3	0.78±0.06	1.95	1213.32

Аналіз проведених даних показує, що вміст води в замороженому фарші ММО індика виробників «Натурвіль» та «Інделіка» (64.1–65.3 %) нижчий, ніж в охолодженому (66.2–67.0 %) в результаті її вимерзання. Різний вміст жиру залежить від віку та породи птиці, вмісту шкіри і кісток, способу обробки та параметрів роботи обладнання.

У зв'язку зі збільшенням використання м'яса механічного обвалювання індика у м'ясних продуктах все більшого значення набувають його функціонально-технологічні властивості. Дослідження функціонально-технологічних властивості ММО індика різних виробників представлені в табл. 2.

Table 2

**Comparative characteristics of functional and technological properties of mechanically deboned poultry meat of different species**

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика функціонально-технологічних властивості м'яса механічного обвалювання птиці різних видів**

Сировини	pH	ВЗЗ, %	Пластичність, см <sup>2</sup> /г
<b>ТМ «Натурвіль»</b>			
ММО індика заморожене	6.6±0.12	73.8±0.21	30.1±0.10
ММО індика охолоджене	6.8±0.01	74.9±0.11	28.9±0.13
<b>ТМ «Інделіка»</b>			
ММО індика заморожене	6.5±0.01	72.9±0.31	29.2±0.11
ММО індика охолоджене	6.7±0.03	73.4±0.23	28.1±0.14
<b>ТМ «Гаврилівські курчата»</b>			
МПМО куряче заморожене*	6.65±0.01	71.6±0.37	24.2±0.12
МПМО куряче охолоджене*	6.7±0.03	72.7±0.25	23.0±0.16

Результати аналізу досліджень функціонально-технологічних показників ММО індика виробників «Натурвіль» та «Інделіка» виявили, що в результаті замороження і охолодження вологозв'язуюча здатність і pH знижуються (74.9 %, 6.8 –

заморожене), 73.8 %, 6.6 – заморожене), пластичність збільшується (28.9 – охолоджене, 30.1 – заморожене). Окиснювальна стабільність ліпідів є важливим критерієм якості ММО, яка обумовлює тривалість його зберігання [18]. Первинними продуктами

окиснення жиру є перекиси. Вони можуть утворюватися вже в процесі технологічної обробки, а також в процесі зберігання. Окрім поглинання кисню на окиснення ліпідів впливає підвищення температури, контакт з металевими поверхнями устаткування і сепарація [19]. Більш високий тиск сприяє більшому виходу продукції, але одночасно підвищує співвідношення деяких ненасичених жирних кислот. Разом з окиснювальними процесами відбувається і гідролітичний розпад жиру в м'ясі, що призводить до накопичення вільних жирних кислот. Розвиток окиснювальних процесів може бути причиною їх накопичення в якості вторинних продуктів розпаду перекисів. Глибину гідролітичного розпаду жирів виражають кислотним числом, окиснювального процесу – перекисним [20].

Дані табл. 3. показують наявність

гідролітичного розщеплювання ліпідів в процесі зберігання, яке відбувається під дією ферменту ліпази і ферментів мікроорганізмів. Гідролізується і білок під дією ферменту протеази. Численні ферменти тканин виділяються, з одного боку, за рахунок їх подрібнення, а з іншого – за рахунок психрофільних бактерій за умови їх розмноження. Відомо, що активність цих ферментів в процесі заморожування інгібується (відзначено зниження) не повністю: практично тільки протеаза інактивується за  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в той час як АТФ зберігає свою активність до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Встановлено, що кислотне число МПМО за 6 діб стало нижчим на 16%. Додатково досліджено зміну летких жирних кислот протягом 3 і 6 діб зберігання. Встановлено, що їх кількість відносно фону практично не змінилася впродовж зберігання [21].

Table 3

#### Changes in chemical indicators of refrigerated SPM during storage

Таблиця 3

##### Зміна хімічних показників охолодженого СПМ при зберіганні

Найменування показника	ФОН	Тривалість зберігання, діб.				Нормовані показники
		1	2	3	6	
Кислотне число, мг КОН/г жиру	0,745	0.845	0.94	1.03	1.16	3.0
Перекисне число	0.005	0.0077	0.0095	0.011	0.0155	0.25

Table 4

#### Changes in chemical indicators of refrigerated SPM during storage

Таблиця 4

##### Зміна хімічних показників при зберіганні замороженого СПМ

Найменування показника	ФОН	Тривалість зберігання, міс.				Нормовані показники
		2	3	4	5	
Кислотне число, мг КОН/г жиру	0.745	0.835	0.96	0.99	1.05	3.0
Перекисне число, % йода	0.005	0.015	0.028	0.04	0.0572	0.25

Отримані результати збігаються з даними літературних джерел, згідно з якими окиснення ліпідів мінімальне за зберігання механічно сепарованого м'яса протягом 6 днів за температури  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Дані, представлені в табл. 4, показують, що за зберігання замороженого МПМО також відбувається гідролітичне розщеплення ліпідів, причому протягом 5 міс. зберігання процес протікає повільно, а протягом 6-го місяця – дуже швидко в порівнянні з фоном.

Накопичення перекису значно впливає на органолептичні показники продукту (запах, смак). Причому причиною гіркуватого смаку і неприємного запаху є не перекис, а вторинні продукти окиснення, що виникають з перекисів або за її участі [22]. Механічне обвалювання м'яса птиці впливає на ліпідний склад кінцевого продукту, вміст ліпідів в

якому звичайно вищий, ніж у сировині. Збільшення гемових пігментів відбувається завдяки гемоглобіну кісткового мозку, який є причиною багатьох проблем, оскільки легко піддається окисненню в процесі переробки і зберігання. Жир в МПМО багатий поліненасиченими жирними кислотами із-за наявності фосфоліпідів з часток кісток і мозку [23].

Впродовж обвалювання м'яса птиці механічним способом відбувається руйнування структури тканин м'яса і збагачення їх киснем повітря, що створює сприятливе середовище для росту мікроорганізмів і процесу окиснення жиру. Під дією кисню повітря жири окиснюються, причому навіть на ранніх стадіях це призводить до зниження харчової цінності, а в подальшому навіть до їх псування (появи

неприємного запаху і смаку, зміни кольору і консистенції жиру). У процесі охолодження і подальшого зберігання в МПМО відбуваються наступні біохімічні процеси: ліпідна фракція жиру зазнає зміни гідролітичного і окиснювального характеру (відбувається окиснення ненасичених жирних кислот, накопичення карбонільних сполук і перекисів), а в результаті гідролізу накопичуються вільні жирні кислоти [24].

М'ясо птиці механічного обвалювання має короткий термін зберігання. Схильне до окиснення, оскільки містить значну кількість жиру з кісткового мозку, піддається окисненню і сполучна тканина. Тканини м'яса – темного кольору і мають низькі функціональні властивості. У зв'язку з цим стає проблема використання цього м'яса в технології напівфабрикатів, ковбас та консервів. Для подовження терміну зберігання і нівелювання цих ознак (видалення з білку гемових пігментів, жиру) та покращення функціонально-технологічних властивостей нами були використанні різні промивні рідини (органічні кислоти – молочна та бурштинова, деіонізована вода, розчини хлориду натрію та гідрокарбонату натрію, калій-фосфатний буферний розчин з рН 6.8) [9]. Для обробки сурімі-подібного матеріалу застосовуються кілька методів. Ці методи можуть призвести до різного виходу білку в діапазоні від 23.2 % до 70.5 % порівняно з початковим матеріалом (Cortez-Vega et al., 2013 Бразилія; Hrynets, Omana, 2011; Jin et al., 2009; Ramadhan et al., 2009 Пенанг, Малайзія) [1; 2; 8]. Відмінності цих

методів можуть бути обумовлені такими факторами, як вихідний матеріал для механічно обваленого м'яса (ММО), подрібнення м'яса перед промиванням, тип промивного розчину, час промивання, регулювання рН, кількість циклів промивання, співвідношення ММО до розчину, швидкість обертів та час центрифугування.

У харчових технологіях рН середовища є одним із основних параметрів технологічного процесу. Доводячи рН до необхідного рівня, керують активністю ферментів, збільшують термін зберігання і підсилюють смак продуктів. Для регулювання кислотності харчових систем у світовій практиці використовують органічні та неорганічні кислоти та їх солі [10]. Пешук Л. В. і Заболотня О. О. для промивання МПМО курчат-бройлерів і курей-несучок, які закінчили яйцекладку, використовували органічні кислоти, що найчастіше застосовуються в харчових технологіях: оцтову, лимонну, яблучну, винну та неорганічну ортофосфатну кислоту. Високий вихід білка і зменшення ліпідів було досягнуто промиванням молочною кислотою (концентрація 0.3 %, у співвідношенні 1 : 3, температура 15 °С, тривалість перемішування та центрифугування – по 15 хв.). Ними було доведено, що найкращі результати отримали за умови промивання МПМО з курчат-бройлерів і курей-несучок саме молочною кислотою у співвідношенні 1 : 3.

Table 5

**Comparative characteristics of the physico-chemical parameters of the washed MPMO turkey meat depending on the temperature, duration of mixing and the ratio MPMO turkey/acid solution**

Таблиця 5

**Порівняльні характеристики фізико-хімічних показників промитого МПМО індика залежно від температури, тривалості перемішування та співвідношення МПМО індика/розчин кислоти**

Промивна рідина	T, °C	τ, (хв)	Співвідношення (МПМО індика/розчин кислоти)	Вміст вологи, %	Вміст жиру, %	Вміст білку, %	Зола, %
Молочна кислота 0.3 %	15	10	1:2	87.6±0.21	3.2±0.05	17.6±0.1	0.86±0.03
Молочна кислота 0.3 %	15	20	1:4	92.7±0.10	2.1±0.15	17.4±0.2	0.91±0.01
Молочна кислота ** 0.3 %	10	5	1:3	94.3±0.16	1.7±0.12	10.4±0.2	0.92±0.05
Молочна кислота ** 0.3 %	15	15	1:3	94.8±0.00	0.6±0.10	10.5±0.2	0.28±0.03
Бурштинова кислота 0.3 %	15	10	1:2	89.6±0.03	2.9±0.11	18.2±0.3	0.79±0.01
Бурштинова кислота 0.3 %	15	20	1:4	91.8±0.05	1.4±0.15	18.0±0.1	0.68±0.04

\*- згідно з даними Л. В. Пешук, О. О. Заболотня, Т. М. Іванова [11]

У процесі виробництва сурімі рН і промивна рідина відіграють важливу роль не тільки з точки зору стабільності продукту, але і з технологічної точки зору. Процес, що використовується для виробництва сурімі-подібного матеріалу, включає повторне промивання м'ясного фаршу промивними рідинами для видалення жиру, пігментів та інших водорозчинних речовин і отримання сирого екстракту міозину (Varnam and Sutherland, 1995). Нами для проведення порівняння з даними отриманими Пешук Л. В.

при вилученні жиру і гемових пігментів з МПМО індика, як сухопутної птиці було взято бурштинову та молочну кислоти (табл. 5).

В ході експериментальних досліджень МПМО індика ми встановили, що найкращі показники (хімічні та функціонально-технологічні властивості) мали фарші, промиті розчином бурштинової кислоти з концентрацією 0.3 %, температурою 15 °С, співвідношенням МПМО індика до розчину кислоти 1:4, тривалістю перемішування 15 хв та час центрифугування 20 хв.

Table 6

**The effect of washed cycles of different washing liquids on the pH value and the content of soluble proteins during washing of mechanically deboned poultry meat**

Таблиця 6

**Вплив циклів промивання різних промивних рідин на значення рН і вміст розчинних білків при промиванні м'яса птиці механічного обвалювання**

Промивні розчини	Сурімі-подібний матеріал з ММО індика					
	рН			Розчинні білки (мг/мл)		
Показники	1	2	3	1	2	3
К-сть циклів						
H <sub>2</sub> O*	6.59±0.01	6.63±0.03	6.71±0.02	3.84±0.23	2.64±0.15	1.06±0.10
NaCl	6.65±0.02	6.72±0.04	6.84±0.02	4.75±0.18	2.14±0.05	0.94±0.12
NaHCO <sub>3</sub>	6.85±0.05	6.91±0.01	6.98±0.03	5.92±0.16	2.91±0.12	1.21±0.13
Фосфатний буфер*	6.43±0.07	6.58±0.03	6.61±0.05	4.86±0.17	2.82±0.09	0.86±0.15

Примітка. H<sub>2</sub>O\* = деіонізована вода; NaCl = хлорид натрію 0.086 М; NaHCO<sub>3</sub> = гідрокарбонат натрію 0.060 М; фосфатний буфер = фосфатний калієвий буфер 0.040 М (рН 6.8).

Вплив взаємодії між кількістю циклів промивання та промивними розчинами був значущим як для вмісту білка, так і для рН. Повторне промивання підвищувало значення рН промивних розчинів. Другий цикл був вирішальним для підвищення рН, переважно з використанням розчину натрій хлориду. Цей ефект широко відомий, під час нього видаляються переважно водорозчинні білки в процесі виробництва сурімі. Після першого циклу промивання спостерігалось більш високе вилучення водорозчинного білка (більше 60 %) за даними Stangierski і Kijowski (2000) [7]. Найбільше вилучення білка спостерігалось з механічно обваленого курячого м'яса, яке додатково подрібнювали на кутері протягом 10 і 15 хв, і становило в середньому 37.7 %.

Промивання гідрокарбонатом натрію і фосфатним буфером сприяло екстрагуванню білка, в порівнянні з розчином хлориду натрію і водою при першому промиванні, але після другого циклу промивання не спостерігали різниці між промивними рідинами. Ці результати були подібними до тих, що описані в попередніх дослідженнях (Bonifer Froning, 1996; Yang Froning, 1992) [12; 13].

Після першого промивання спостерігалось найбільше вилучення білка, промитого розчинами гідрокарбонату натрію і фосфатним буфером. Це можна пояснити більш високим значенням рН, що значно сприяє видаленню розчинних білків. У випадку використання розчину хлориду натрію, спостерігалось видалення більш високого вмісту білка порівняно з водою. Оскільки значення рН не відрізнялися, то це могло бути пов'язане з більш високим вмістом солерозчинних білків.

Промивні рідини істотно впливають на вихід і відновлення білка. Розчини хлориду натрію та фосфатного буферного розчину давали менший вихід сурімі-подібного матеріалу, що становить 35.2 ± 3.29 % порівняно з водою і розчином гідрокарбонату натрію. Ці результати узгоджуються з Ramadhan et al. [14], які стверджували, що промивання водою має більший вихід, видаляючи жирові і водорозчинні білки і зберігаючи солерозчинні білки, тоді як розчин хлориду натрію видаляє більшу кількість солерозчинних білків.

**Comparative characteristics of the physico-chemical composition of surimi-like material obtained from MMO turkey during different washing cycles**

Таблиця 7

**Порівняльна характеристика фізико-хімічного складу сурімі-подібного матеріалу отриманого з MMO індика за різних циклів промивання**

Показники	Найменування промивних розчинів											
	деіонізована вода			NaCl			NaHCO <sub>3</sub>			Фосфатний буфер		
	Кількість циклів											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Волога, %	73.0±0.22	75.9±0.11	76.8±0.30	70.3±0.21	74.6±0.17	76.2±0.31	75.4±0.34	78.8±0.19	79.2±0.10	72.4±0.04	76.1±0.18	77.5±0.32
Жир, %	8.2±0.31	7.78±0.22	6.54±0.41	7.8±0.32	6.86±0.18	6.24±0.40	7.28±0.23	5.23±0.35	5.08±0.40	7.43±0.21	6.52±0.34	5.82±0.28
Білок, %	15.2±0.11	15.1±0.21	15.1±0.12	15.8±0.41	15.1±0.23	15.0±0.12	14.8±0.11	13.6±0.13	13.4±0.21	14.8±0.22	14.6±0.32	14.0±0.25
Зола, %	0.98±0.02	0.97±0.04	0.91±0.01	1.02±0.02	1.0±0.03	0.98±0.01	0.99±0.03	0.96±0.02	0.88±0.01	1.27±0.09	1.14±0.07	1.08±0.05

Розчин гідрокарбонату натрію сприяє більшому виходу сурімі-подібного матеріалу, що пояснюється тим, що зразок, промитий цим розчином, містить більше води (75.4–79.2 %) порівняно з іншими зразками (табл. 7). Високий рівень відновлення білка спостерігався в промиванні деіонізованою водою та NaCl сурімі-подібного матеріалу в порівнянні з іншими розчинами.

Вплив циклів промивання (різними промивними рідинами) на рН та вміст розчинних білків MMO індика (табл. 6) та отриманий хімічний склад промитого м'яса птиці – сурімі-подібного матеріалу за різних циклів промивання наведено в табл. 7. Нами не було виявлено значного ефекту взаємодії серед промивних рідин та кількості циклів промивання для будь-якого з оцінених параметрів. Однак кількість промивань значно впливала на збільшення вмісту води і на зниження вмісту жиру і білка. Найбільш очевидним було те, що промивання розчинами збільшило вологість (з 62.0 % непромитого MMO індика до 70.3 % після першого циклу промивання розчином NaCl та до 79.2 % після третього циклу промивання розчином NaHCO<sub>3</sub>) і зменшило вміст жиру (з 19.11 % непромитого MMO індика до 8.20 % після першого циклу промивання деіонізованою водою та до 5.08 % після третього циклу промивання розчином NaHCO<sub>3</sub>). У середньому було видалено жиру з MMO після першого циклу на 48 % та на 60 % після третього циклу промивання відповідно. Цей ефект спостерігався в повторних циклах промивання охолодженими розчинами (6 °C) після перемішування і зниження щільності жиру. Кількість вмісту води у промитих

зразках збільшувалась за рахунок концентрації білка і зменшення його взаємодії з іншими компонентами, такими як жир, внаслідок чого збільшувалась його гідратація.

Концентрація розчинних білків у промитих зразках відрізнялася у різних промивних рідинах. Більш низький вміст саркоплазматичних білків було отримано після промивання розчином гідрокарбонату натрію і фосфатним буфером. Розчин гідрокарбонату натрію видаляє більшу кількість гемового пігменту, оскільки значення рН суспензії робить білки крові більш розчинними. Також спостерігалась менша кількість міофібрилярних розчинних білків, ніж після промивання розчином хлориду натрію і фосфатним буфером, але на рівні ( $p > 0.05$ ) зразків, промитих деіонізованою водою. Цей результат показує, що найнижчий вміст міофібрилярних розчинних білків в сурімі-подібному матеріалі втрачається в процесі промивання.

Промивання МПМО різними промивними рідинами призводять до істотного зменшення жиру та збільшення вмісту білка без істотних його змін (табл.8).

Завдяки своїм функціональним властивостям, особливо унікальній гелеутворюючій здатності, м'ясні білки беруть участь у формуванні гелевої матриці та стають незамінним інгредієнтом у виробництві нових м'ясних продуктів. У результаті зменшується використання дорогих компонентів та відбувається їх заміна на адекватну частку дешевих і недостатньо використаних функціональних інгредієнтів тваринного походження, а саме сурімі-



подібного матеріалу. У м'ясних продуктах він забезпечує високі сенсорні якості, фізичні та хімічні характеристики і забезпечує мікробіологічну стабільність з подовженням чи збільшенням терміну зберігання кінцевого продукту.

Table 8

**Effect of wash liquids and cycles washed on protein yield and his recovery from surimi-like material obtained from mechanically turkey meat**

Таблиця 8

**Вплив промивних рідин та циклів на вихід та відновлення білка з сурімі-подібного матеріалу отриманого з механічно обваленого м'яса індика**

Рідини для промивання	Вихід (%)	Відновлення білка (%)
Вода деіонізована	35.17±2.11	44.78±3.98
NaCl	30.98±3.49	39.03±6.96
NaHCO <sub>3</sub>	37.33±3.43	38.55±7.75
Фосфатний буфер	33.52±5.00	39.39±6.84
Кількість циклів	1	37.21±2.81
	2	33.75±3.55
	3	31.79±4.46

Створення реструктурованих виробів дозволяє не тільки розширити асортимент м'ясної продукції, зменшити собівартість

виробів та досягти максимального технологічного ефекту, а й дає змогу залучити у виробництво сировину, що не використовується в традиційних технологіях. На цій підставі у розробці рецептур реструктурованих шинкових виробів було використано м'ясо індиків у комбінації з сурімі-подібним матеріалом. За контроль була взята «Шинка куряча», виготовлена відповідно до ТУ 9213-323-23476484-03.

На початку проведення досліджень нами було розроблено три рецептури реструктурованих шинок в яких масова частка промитого МПМО (сурімі-подібного матеріалу) варіювалась від 10 до 30 %, оскільки при внесенні більше 30 % у фарш погіршуються органолептичні показники, що не дозволяє отримати очікуваного технологічного результату. На основі органолептичного оцінювання було визначено оптимальне співвідношення основних компонентів шинок – м'ясо : сурімі-подібний матеріал та вибрані найкращі композиції для подальших досліджень.

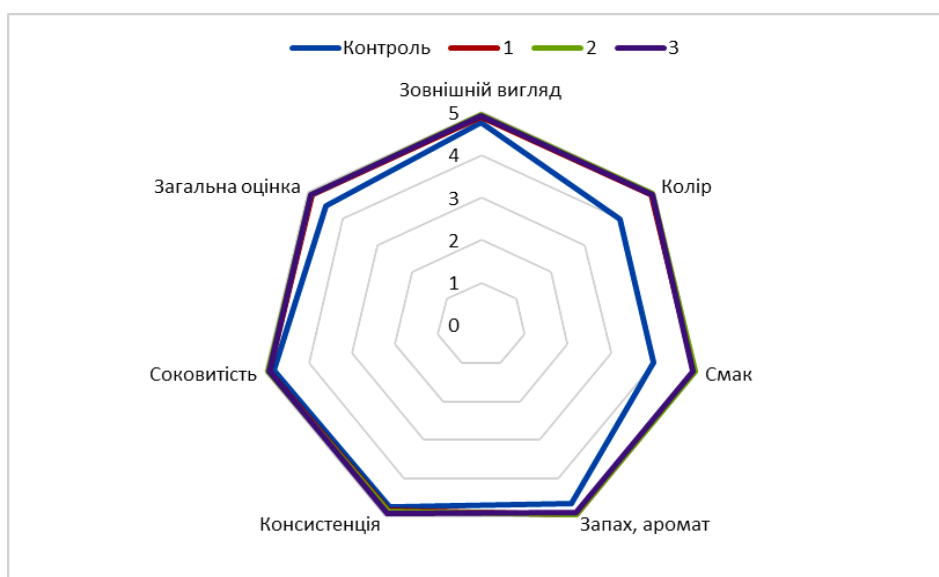


Fig. 1. Organoleptic assessment of the developed hams "Halal" type

Рис. 2. Органолептична оцінка розроблених шинок типу «Халаль»

Найвищу оцінку отримали реструктуровані шинкові вироби з вмістом СПМ ММО 20 % (рецептура №2).

У процесі виготовлення м'ясних виробів необхідно враховувати не лише органолептичні, але і їх фізико-хімічні показники, які впливають на якість продукту. Як видно з табл. 9, вміст вологи у дослідних зразках знаходився у межах 69.0–71.5 %, що на 0.7–1.2 % більше у порівнянні з контролем (68.3 %) що і забезпечує соковитість продукту.

Біологічна і харчова цінність продукту залежить від наявності у ньому білкових речовин [25]. Враховуючи, що на сьогоднішній день гостро стоїть проблема дефіциту білка в продуктах харчування, ми у ході досліджень намагались розробити продукт з підвищеним вмістом білку та зниженим вмістом жиру за рахунок використання в рецептурах реструктурованих шинок сурімі-подібного матеріалу в якому після промивання істотно зменшується жир МПМО. Дані табл. 9

свідчать, що рецептура №2 за вмістом білка (18.5 %) та жиру (11.6 %) переважає контрольний зразок відповідно на 2.2 % та 1.5 %, що вказує на високу біологічну цінність розробленого продукту. Однією з найголовніших технологічних властивостей фаршевої системи є міцність зв'язаної

вологи, що суттєво впливає на вихід продукту. На вологозв'язуючу здатність продукту впливають: вид білка, значення рН сировини, ступінь взаємодії білку з білком, температура середовища, ступінь подрібнення, концентрація солей [21].

Table 9

#### Physico-chemical indicators of finished hams

Таблиця 9

##### Фізико-хімічні показники готових шинок

Рецептура	pH	Вміст вологи, %	Вміст жиру, %	Вміст білку, %	Вміст золи, %
Контроль	6.1±0.1	68.3±1.2	10.8±0.16	16.38±0.27	1.8±0.17
№1	6.2±0.1	69.4±1.1	10.7±0.17	17.6±0.23	2.0±0.11
№2	6.1±0.1	69.0±1.0	11.6±0.21	18.5±0.20	2.1±0.02
№3	6.0±0.1	71.5±1.1	10.2±0.12	16.7±0.35	1.9±0.18

Як видно з представлених даних, експериментальні зразки №1, №2, №3 мають вміст загальної вологи відповідно 69.4 %, 69.0 % та 71.5 %, що більше в порівнянні з контролем (68.3 %) на 0.7–1.2 %. Значення зв'язаної вологи в розроблених рецептурах (80.0–80.3 %) у порівнянні з контролем (79 %) також більші, оскільки м'ясні білки сурімі-подібного матеріалу взаємодіють у формуванні гелевої матриці як прямим, так і не прямим способом, що пов'язано з введенням в експериментальні зразки

ін'ектувального розсолу, який містить фосфати.

Важливими показниками якості продукції є значення вологоутримуючої (ВУЗ), жирутримуючої здатності (ЖУЗ), стійкості фаршевої емульсії (СФЕ), які залежать від взаємодії білків між собою, з водою, від ступеня подрібнення м'яса. Результати досліджень функціонально-технологічних властивостей м'ясних фаршів представлені в табл. 10.

Table 10

#### Functional and technological properties of minced meat systems

Таблиця 10

##### Функціонально-технологічні властивості фаршевих систем

Зразок	Стійкість фаршевої емульсії, % до маси фаршу	Жирутримуюча здатність, % до маси фаршу	Вологоутримуюча здатність, % до маси фаршу
Контроль	87.4±1.12	68.7±1.2	81.71±1.1
№1	88.5±1.2	69.3±1.11	80.13±1.1
№2	89.7±1.1	70.1±1.11	82.33±1.12
№3	89.1±1.1	69.5±1.12	79.62±1.12

Одним з перспективних напрямів у виробництві м'ясних продуктів є створення технологій реструктурованих продуктів, які здатні до відтворення структури крупнокускової сировини за органолептичними властивостями близької до цільном'язового м'яса. Окремі шматки м'яса за допомогою різноманітних компонентів з'єднуються в один монолітний шматок, який в процесі нарізування на скибочки не буде змінювати форму. У виготовленні м'ясних формованих виробів з декількох шматків застосовують різні технологічні прийоми, спрямовані на отримання монолітного продукту (механічна обробка, обробка поверхні шматків

речовинами, що їх зв'язують, та їх поєднання).

Одним із найпоширеніших видів вимірювання структурно-механічних властивостей є пенетрація – міра проникнення конусного тіла в зразок для характеристики консистенції фаршу [26].

У результаті досліджень встановлено, що шинка №2 з вмістом 20 % сурімі-подібного матеріалу має саму ніжну консистенцію, а шинка куряча (контрольний зразок), навпаки, є самою жорсткою, що підтверджується і результатами проведеної дегустації. Значення граничної напруги зсуву Шинки курячої (контрольний зразок) не відтворювали структури великошматкової сировини, хоча мала монолітну структуру, проте на розрізі

виглядала як шинка, приготована з тонкоподрібненого м'яса з дещо гіршими смаковими якостями.

Структурно-механічні властивості часто характеризують агрегатний стан, дисперсність, будову структури і вид

взаємодії в середині продукту. Робота та зусилля різання також відображають певний характер продукту: чим менше зусилля потрібно прикласти, тим ніжніший і легший для розжовування людиною є продукт. Результати досліджень наведено в табл. 11.

Table 11

#### Determination of penetration properties of minced meat systems

Таблиця 11

##### Визначення пенетраційних властивостей фаршевих систем

Рецептура	Максимальне зусилля (Maximum force)	Еластичність (Elasticity Strength)
	Н (N)	кН/м <sup>2</sup> (kN/m <sup>2</sup> )
Контроль	10.91	28.70
Рецептура №1	4.79	12.60
Рецептура №2	3.72	9.78
Рецептура №3	3.78	9.94

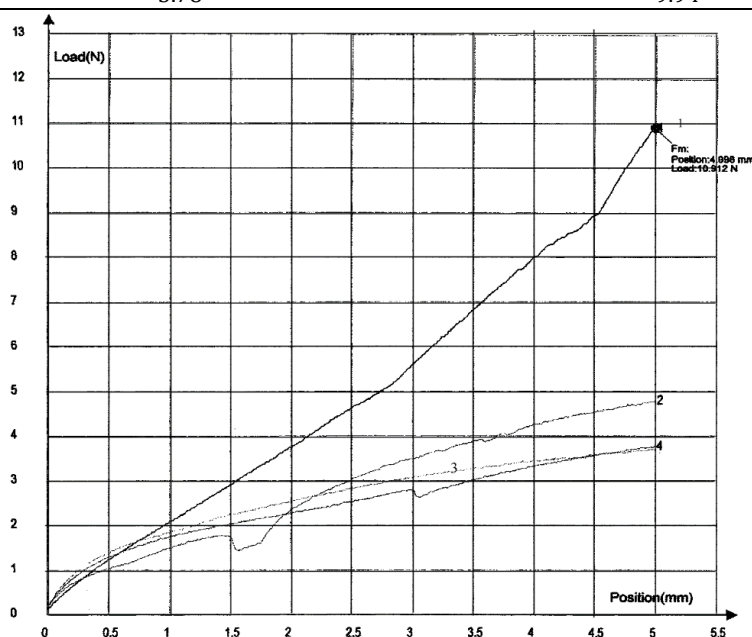


Fig. 2. The maximum cutting force of minced meat systems of experimental recipes of hams  
Рис. 2. Максимальне зусилля різання фаршевих систем дослідних рецептур шинок

Як видно з представлених даних, результати досліджень свідчать, що фарш контрольного зразка реструктурованих шинок менш еластичний, оскільки прикладене зусилля у ньому найбільше (10.91 Н). Експериментальні зразки №1, №2, №3 мають еластичну консистенцію, а

найбільш еластичним є модельний фарш рецептури №2 (9.78 кН/м<sup>2</sup>), оскільки прикладене максимальне зусилля найменше (3.72 Н) у порівнянні з контрольним (10.9 Н) та дослідними зразками №1 (4.79 Н) та №3 (3.78 Н).

Table 12

#### Consistency of ready-made ham products of the "Halal" type

Таблиця 12

##### Консистенція готових шинкових виробів типу «Халаль»

Рецептури	Робота різання, Дж	Зусилля різання, кН/м <sup>2</sup>
Контроль	904.19±4.5	93.53±3.2
Рецептура №1	595.96±5.2	58.51±2.8
Рецептура №2	794.83±3.9	73.52±4.4
Рецептура №3	630.76±4.1	51.67±3.3

Як видно з представлених даних, контрольний зразок має більшу роботу

(904.19 Дж) та зусилля різання (93.53 кН/м<sup>2</sup>) у порівнянні з розробленими зразками. В

експериментальних зразках зусилля різання лежить у межах 51.67–73.52 кН/м<sup>2</sup>, що свідчить про пластичну консистенцію розроблених продуктів, яка досягається за рахунок шприцювання, масування та витримування сировини в посолі, що знижує зусилля різання та покращує консистенцію виробів.

Для характеристики стану вологи в продукті визначають показник активності води ( $a_w$ ). Активність води впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, на біохімічні, фізико-хімічні реакції та процеси,

які протікають у продукті. Від величини активності води залежить термін зберігання м'яса та м'ясопродуктів, формування кольору та запаху, а також втрати у процесі термообробки та зберігання. Із загальної кількості вологи, яка міститься в продукті, бактерії, плісені, дріжджі можуть використовувати лише визначену «активну» частину.

Показники активності води в готових продуктах та модельних зразках фаршів визначали на приладі Aqua Lab3TE (табл. 13).

Table 13

#### Indicators of water activity in ready-made hams products of the "Halal" type

Таблиця 13

#### Показники активності води у готових шинкових виробів типу «Халаль»

Рецептура	Активність води $a_w$	
	Модельний фарш	Готовий виріб
Контроль	0.980	0.981
Рецептура №1	0.978	0.978
Рецептура №2	0.978	0.981
Рецептура №3	0.978	0.980

З табл. 13 видно, що, на разі порівняння значень активності води для модельних фаршів та готових виробів існує різниця. Так, у готових експериментальних зразках №2 та №3 краще зв'язана волога у порівнянні з фаршем, оскільки показник активності води у готовому виробі №2 (0.981), №3 (0.980) перевищує показник  $a_w$  у модельному фарші рецептури, відповідно №2 (0.978), №3 (0.978). Показники активності води фарш/готовий виріб для контрольного зразку приблизно однакові та становлять відповідно: 0.980–0.981. У рецептурі №1 значення  $a_w = 0.978$  – для фаршу, 0.978 – у готовому виробі, що свідчить про однаково зв'язану вологу, яка впливатиме на життєдіяльність різних мікроорганізмів (дріжджів, плісень, бактерій) та термін зберігання продуктів.

#### Висновки

Теоретично обґрунтовано та практично реалізовано отримання сурімі-подібного матеріалу з м'яса птиці механічного обвалювання. Використання промивних рідин в технології сурімі-подібного матеріалу нівелює у продукті вміст жиру та гемових пігментів, формуючи в подальшому відповідні до вимог стандарту, якісні характеристики готових м'ясних продуктів. Досліджено комплекс технологічних властивостей сурімі-

подібного матеріалу після кожного циклу промивання і встановлено, що найкращі показники мають зразки, промиті розчином гідрокарбонату натрію після другого циклу промивання

Найкращі фізико-хімічні показники сурімі-подібного матеріалу отриманні в результаті промивання МПМО бурштиною кислотою концентрацією 0.3 %, за співвідношення розчин : м'ясо 1 : 3, температури 10 °С, тривалості центрифугування 15 хв (швидкість центрифуги 3500 об/хв.). Описані умови здатні модифікувати хід фізико-хімічних та мікробіологічних процесів.

Набуло подальших досліджень використання сурімі-подібного матеріалу в м'ясних системах – технології реструктурованих шинок з м'яса птиці. Відбувається концентрування міофібрилярних білків, що беруть участь у формуванні гелевої матриці, в результаті чого шинка набуває монолітної структури та забезпечує відміні сенсорні показники готового продукту з високими комплексом якості і відповідає встановленим санітарно-мікробіологічним нормативам. Продукт є безпечним до споживання, термін зберігання розроблених шинок з СПМ становить 5 діб.

#### References

- [1] Cortez-Vega, W. R., Pizato, S., Prentice, C. (2014). Nutritional quality evaluation of surimi and kamaboko obtained from mechanically separated chicken meat. *Nutrition and Food Science*, 44(6), 483–491. <https://doi.org/10.1108/NFS-11-2013-0140>

- [2] Ramadhan, K., Huda, N., Ahmad, R. (2014). Effect of number and washing solutions on functional properties of surimi-like material from duck meat. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 256–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0510-1>
- [3] Stangierski, J., Zabielski, J., Grześ, B. (2013). Modification of functional quality of raw myofibril preparation obtained from waterwashed mechanically recovered chicken meat. *European Food Research and Technology*, 236(3), 449–458. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1905-6>
- [4] Tina, N., Nurul, H., Ruzita, A. (2010). Surimi-like material: Challenges and prospects. *International Food Research Journal*, 17(3), 509–517.
- [5] Cortez-Vega, W. R., Fonseca, G. G., Prantice, C. (2012). Comparisons of the properties of white mouth croaker (*Micropogonias furnieri*) surimi and mechanically deboned chicken meat surimi-like material. *Food and Nutrition Sciences*, 3(11), 1480–1483.
- [6] Antonomanolaki, R. E., Vareltzis, K. P., Georgakis, S. A., Kaldrymidou, E. (1999). Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat Science*, 52(4), 429–435. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00026-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00026-1).
- [7] Stangierski, J., Kijowski, J. (2000). Optimization of conditions for myofibril preparation from mechanically recovered chicken meat. *Nahrung. Food.*, 44(5), 333–338.
- [8] Ramadhan, K., Nurul, N., Ruzita, A. (2012). Physicochemical and sensory characteristics of burger made from duck surimi-like material. *Poultry Science*, 91, 2316–2323. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01747>
- [9] Peshuk, L. V., Halenko, O. O., Shuler, S. M., Bezpalko, V. A. (2019). [Influence of wash solutions on chemical composition and physicochemical properties of surimic-like indicated meat material]. *Prodovolchi resursy*, 13, 139–146. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-14>
- [10] Surimi seafood. What have you done with surimi lately. <http://surimischool.org/fisher.pdf>
- [11] Peshuk, L., Zabolotna, O., Ivanova, T. (2017). Physical and chemical characteristics of poultry meat mechanically washed with various organic acids. *Naukovi praci NUHT*, 5, 44–57. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2017-23-5-2-27>
- [12] Bonifer, L. B., Froning, G. W. (1996). Chicken skin composition as affected by aqueous washing. *Journal of Food Science*, 61(5), 895–898.
- [13] Yang, T. S., Froning, G. W. (1992). Selected washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. *Journal of Food Science*, 57(2), 325–329.
- [14] Ramadhan, K., Huda, N., Ahmad, R. (2014). Effect of number and washing solutions on functional properties of surimi-like material from duck meat. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 256–266.
- [15] Ismail, I., Huda, N., Ariffin, F. (2014). Quality characteristics of spent duck sausages containing surimi like material substitution during refrigerated storage. *International Journal of Poultry Science*, 13(4), 228–239.
- [16] Ng, X. Y., Huda, N. (2011). Thermal gelation properties and quality characteristics of duck surimi-like material (duckrimi) as affected by the selected washing processes. *International Food Research Journal*, 18(2), 731–740.
- [17] Park, J. W. (2005). *Surimi and surimi seafood* (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- [18] Massingue A.A., Filho R.A.T., Fontes P.R., Asaam S., Gomes M.E.S., Ramos A.L.S., Ramos E.M. (2019). Effect of washing cycles and solutions on chemical composition and physicochemical properties of the surimi-like material from mechanically deboned turkey meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(2), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13929>
- [19] Galenko, O., Schuler, S., Bezpalko, V., Gasyuk, O. (2020). Impact of washing solutions on chemical composition and physicochemical properties of surimi-like mechanically deboned turkey meat. *Food and Environment Safety*, XIX(2–2020), 170–175.
- [20] Pavlotska, L. F., Dudenko, N. V., Tsikhanovska, I. V., Lazareva, T. A., Aleksandrov, O. V., Kovalenko, V. O., Skurikhina, L. A., Yevlash, V. V. (2012). *Nutritionology. Part 1. General nutrition. Education manual*, Kh: UIPA.
- [21] Peshuk L.V., Simonova I.I. (2020). The influence of various heat treatment methods on the technology of special purpose meat delicacies. *Modern engineering research: Topical problems, challenges and modernity*. Prague. Czech, 351–369.
- [22] Peshuk L. Processing technologies of secondary products of the meat industry (2021). K.: "Center for educational literature".
- [23] [Scientific bases of the technology of frozen meat semi-finished products using functional systems of cryoprotective action]. (In Ukrainian). <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/zvit06-09-11B.pdf>
- [24] [Scientific bases of restructured products technology obtained by ionotropic gelation]. <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/zvit240810b.pdf> (In Ukrainian).
- [25] Sidorenko, O., Apache, M., Burkatska, G. (2016). [Biologic value of bilk]. *Tovary i rynky*, 1, 159–168. (In Ukrainian).
- [26] [Actual problems of the development of food production, hospitality, restaurant industry and trade]. <https://docplayer.net/83982281-Aktualni-problemi-rozvitku-harchovih-virobnictv-gotel'nogo-restorannogo-gospodarstv-i-torgivli.html> (In Ukrainian).
- [27] Структурно-механічні характеристики м'ясних фаршів. [file:///C:/Users/Administrator/Downloads/Pt\\_2012\\_1\\_40%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Administrator/Downloads/Pt_2012_1_40%20(2).pdf)
- [28] Активність води. <https://buklib.net/books/36172/> (In Ukrainian).