

УДК 637.523

DOI <https://doi.org/10.31359/2312.3990.2026.39.1.158>

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІФШТЕКСІВ З ЯЛОВИЧИНИ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСНОЇ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ**

**І.В. Цихановська, Л.В. Газзаві-Рогозіна, В.В. Євлаш,  
Т.А. Лазарева, Т.Б. Гонтар**

*Оптимізовано рецептуру й удосконалено технологію виготовлення яловичих біфштексів із застосуванням комплексної харчової добавки (КХД) на основі наночастинок оксиду заліза та порошку висушених бурих водоростей *Laminaria japonica* L. (комбу). Підібрано оптимальне співвідношення інгредієнтів, які використовуються для приготування біфштексів, що спрямовано на підвищення функціонально-технологічних властивостей фаршу, а також покращення біологічної цінності та якості готового продукту. Визначено фізико-хімічні, структурно-механічні та функціонально-технологічні властивості фаршу й готових біфштексів.*

**Ключові слова:** м'ясні біфштекси з яловичини, якість, комплексна харчова добавка, сировина, харчова цінність, рецептура, технологія.

## **IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR BEEF STEAKS WITH ENHANCED BIOLOGICAL VALUE USING A COMPLEX FOOD ADDITIVE**

**I. Tsykhanovska, L. Gazzavi-Rogozina, V. Yevlash,  
T. Lazarieva, T. Gontar**

*At present, the meat industry in Ukraine faces a shortage of high-quality animal-derived raw materials. One of the promising approaches to addressing this issue is the use of non-traditional raw materials, in particular, marine algae such as *Laminaria*. Due to its high mineral content and complete amino acid profile, *Laminaria* contributes to the enrichment of minced meat products with biologically active components, enhancing their nutritional value and consumer properties.*

*The aim of this study was to develop a technology for producing beef steaks using a complex food additive (CFA) based on iron oxide nanoparticles and powdered dried brown algae *Laminaria japonica* L. (kombu), aimed at improving the functional and technological properties of the minced meat, as well as increasing the biological value and quality of the final product.*

*Synthesized iron oxide nanoparticles (IONPs) combined with *Laminaria japonica* L. powder were used to create the complex food additive, which was*

*incorporated into the beef steak formulation at concentrations of 0.05%, 0.10%, and 0.15% of the total mass of the recipe mixture.*

*The formulation was optimized, and the technology for producing beef steaks using the complex food additive (CFA) based on iron oxide nanoparticles and powdered dried brown algae Laminaria japonica L. (kombu) was improved. During the formulation development, the optimal ratio of ingredients for preparing the steaks was selected to enhance the functional and technological properties of the minced meat, as well as to improve the biological value and quality of the final product. The physicochemical, structural-mechanical, and functional-technological properties of the minced meat and the final beef steaks were determined.*

**Keywords:** *beef steaks, quality, complex food additive, raw materials, nutritional value, formulation, technology.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** На сьогоднішній день м'ясна промисловість України перебуває в умовах дефіциту високоякісної сировини тваринного походження. Основними чинниками цієї проблеми є скорочення поголів'я великої рогатої худоби та свиней, коливання показників їхньої вгодованості, а також зниження якісних характеристик м'ясної сировини. За таких умов особливої актуальності набуває ефективне використання білкових ресурсів і пошук технологічних рішень, спрямованих на підвищення біологічної цінності м'ясної продукції [1–3]. У цьому контексті особливої ваги набуває інформація щодо функціонально-технологічних властивостей (ФТВ) різних видів м'ясної сировини, а також впливу допоміжних інгредієнтів і зовнішніх чинників на особливості їх змін. Одним із ефективних шляхів підвищення якості харчових продуктів і вдосконалення технологічних процесів є застосування харчових добавок, які становлять невід'ємний елемент рецептур і слугують дієвим засобом розв'язання конкретних технологічних, економічних, медико-біологічних і соціальних завдань [4–6].

Одним із перспективних напрямів розв'язання зазначеної проблеми є залучення нетрадиційної сировини, зокрема морських водоростей, таких як ламінарія. Завдяки високому вмісту мінеральних речовин і повноцінному амінокислотному складу ламінарія сприяє збагаченню фаршевих м'ясних виробів біологічно активними компонентами, покращує їхню харчову цінність і споживчі властивості [5–8]. Використання таких інгредієнтів дозволяє не лише частково компенсувати нестачу якісної м'ясної сировини, а й створювати функціональні продукти з підвищеною поживною цінністю, орієнтовані на запити сучасного споживача [8, 9].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж останніх років у країнах Західної Європи та США відбулися суттєві трансформації в харчовій промисловості, які мають ознаки технологічної революції. Було розроблено й впроваджено велику кількість нових харчових інгредієнтів і біологічно активних добавок, а також значно поглиблено уявлення про їхнє значення в раціоні людини. Паралельно здійснюються масштабні технологічні та гігієнічні дослідження, спрямовані на створення біологічно повноцінних харчових продуктів і інноваційних харчових компонентів [9–11].

Наразі чітко окреслено основні пріоритети реалізації політики здорового харчування населення. Наукове трактування поняття «здоров'я» ґрунтується на кількісному підході, відповідно до якого здоров'я розглядається як сукупність резервних можливостей ключових функціональних систем організму людини. У цьому контексті сформульовано так звану формулу харчування XXI століття (ФХ21), що передбачає поєднання натуральних продуктів, натуральних продуктів із модифікованим хімічним складом та біологічно активних добавок:  $ФХ21 = НП + НПмхс + БАД$ . Сучасний споживач дедалі більше орієнтується на якісні характеристики харчових продуктів, унаслідок чого сформувалися специфічні вимоги до їхніх властивостей. Забезпечення поєднання оздоровчої спрямованості продукції з її доступністю для широких верств населення можливе завдяки використанню натуральних харчових добавок та інгредієнтів із високою харчовою й біологічною цінністю. Такі компоненти сприяють покращенню органолептичних показників готових м'ясних виробів, зокрема зовнішнього вигляду, ніжності, соковитості, смаку та аромату, а також потребують впровадження ефективних систем контролю якості на всіх етапах життєвого циклу продукції. Зростання інтересу до так званого здорового харчування суттєво впливає на діяльність виробників харчових добавок. Прагнення до зниження вмісту жиру та калорійності продуктів, а також підвищення попиту на функціональні харчові продукти зумовлюють необхідність широкого застосування харчових добавок у сучасних технологіях виробництва [12].

Останніми роками спостерігається зростання інтересу населення до раціонального харчування та здорового способу життя, що стимулює пошук нових корисних джерел їжі, серед яких морські водорості займають особливе місце [12]. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), у світовій харчовій практиці використовується близько 600 видів макроводоростей, тоді як у Європі приблизно 200 видів мають підтверджений харчовий і

комерційний потенціал [13]. Зростаючий інтерес споживачів до водоростей сприяв формуванню нового напрямку в харчовій індустрії – фіко-гастрономії [14].

Включення водоростевих інгредієнтів до рецептур м'ясних та інших харчових продуктів забезпечує їх збагачення широким спектром біологічно активних сполук білкової, вуглеводної, ліпідної, вітамінної та мінеральної природи [15, 16]. Такі добавки надають готовій продукції функціональних властивостей, зокрема сорбційної, гідратаційної, радіопротекторної, антигіпертензивної, антидіабетичної, антиоксидантної, протизапальної, протипухлинної, протівірусної та протимікробної дії, а також здатності до комплексоутворення [12, 15, 16]. Висока концентрація цінних нутрієнтів у морських водоростях створює значний потенціал для розширення асортименту функціональних харчових продуктів і нутрицевтиків [15, 16]. Це обґрунтовує наукову й технологічну доцільність використання водоростей як інноваційної нетрадиційної сировини при розробленні нових видів харчових продуктів, зокрема м'ясних січених виробів [17].

Серед водоростей, що найширше використовуються у світовому харчовому виробництві, провідні позиції посідають представники родів *Laminaria* та *Saccharina*, частка яких перевищує 34,6 %. Основними напрямками їх застосування є виготовлення салатів, соусів і приправ [15–17]. Окрім значної харчової цінності, споживання морських водоростей пов'язують із позитивним впливом на стан здоров'я людини, зокрема зі зниженням артеріального тиску та профілактикою серцево-судинних захворювань [15, 16]. За умов глобального зростання чисельності населення та посилення дефіциту природних ресурсів морські водорості розглядаються як екологічно сталий і перспективний харчовий ресурс, здатний сприяти зміцненню продовольчої безпеки. Їх вирощування здійснюється в морській воді, що не потребує використання орних земель і прісноводних ресурсів, а також забезпечує можливість широкого впровадження як у харчовій промисловості, так і в аквакультури [15–18].

Незважаючи на наявність наукових праць, присвячених використанню їстівних морських водоростей у складі м'ясних страв, зокрема ламінарії (*Laminaria* sp.), вакаме (*Undaria pinnatifida* L.), норі (*Porphyra umbilicalis*), морського «спагеті» (*Himanthalia elongata*) та інших [15–18], питання застосування ламінарії у технологіях м'ясних січених виробів, зокрема котлет і біфштексів, залишаються недостатньо дослідженими. Особливої уваги потребує вдосконалення технології виробництва функціональних м'ясних продуктів, зокрема дієтичних

яловичих біфштексів, шляхом використання комплексної харчової добавки (КХД) на основі наночастинок оксидів заліза (IONPs) та ламінарії (*Laminaria japonica* L.).

Комплексна харчова добавка являє собою тонкодисперсний порошок із розміром частинок близько 0,2 мкм, зеленувато-коричневого забарвлення, з характерними смаком і ароматом морських водоростей. Її оздоровчий ефект зумовлений багатим нутрієнтним складом ламінарії, яка містить макро- та мікроелементи, зокрема органічно зв'язаний йод (до 1000 мкг/100 г сухої речовини), що надходять із морського середовища, добре засвоюються організмом людини та сприяють підвищенню біодоступності білків, фосфору (45 мг/100 г сухої речовини), кальцію (170 мг/100 г сухої речовини) та заліза (3,0 мг/100 г сухої речовини), а також активізації ферментативних процесів. Альгінова кислота, що входить до складу ламінарії, характеризується високою гідрофільністю, а її солі — альгірати — здатні зв'язувати надлишкові імуноглобуліни, які можуть провокувати алергічні реакції. Полісахариди водоростей мають виражені гідратаційні та адсорбційні властивості, що забезпечує ефективне зв'язування й виведення токсичних сполук з організму. Сульфатований гетерополісахарид фукоїдан проявляє антагоністичну дію щодо холестерину, сприяючи зменшенню його відкладень у судинному руслі. Крім того, ламінарія виявляє антикоагуляційні властивості та позитивно впливає на функціональний стан травної системи й шкіри [15–18].

Наявність у складі КХД нанорозмірного залізовмісного компонента — наночастинок  $\text{FeO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3$  — забезпечує додаткове збагачення продукту залізом (приблизно 1 % біодоступного розчиненого заліза або 1 мг/100 мг IONPs), підвищує біодоступність йоду та інших біологічно активних речовин, а також покращує функціонально-технологічні властивості добавки, зокрема її структуроутворювальну здатність, водо- й жирутримувальні характеристики, сорбційну активність і стабілізуючий ефект [19, 20].

Таким чином, розроблення нових функціональних харчових продуктів із використанням комплексних харчових добавок є актуальним і перспективним напрямом. Метою даного дослідження є наукове обґрунтування та розробка інноваційних технологій приготування страв із січеної м'ясної сировини з використанням комплексної харчової добавки.

**Метою статті** було розроблення технології виготовлення яловичих біфштексів із застосуванням комплексної харчової добавки (КХД) на основі наночастинок оксиду заліза та порошку висушених

бурих водоростей *Laminaria japonica* L. (комбу), що спрямована на підвищення функціонально-технологічних властивостей фаршу, а також покращення біологічної цінності та якості готового продукту.

**Матеріали та методи.** Синтезовані наночастинки оксидів заліза (IONPs) у поєднанні з порошком *Laminaria japonica* L. застосовували для отримання комплексної харчової добавки, яку вносили до рецептури біфштексів з яловичини у кількостях 0,05, 0,10 та 0,15 % від загальної маси рецептурної суміші. Фарш і готові вироби досліджували за функціонально-технологічними показниками, а саме: фізико-хімічними характеристиками та структурно-механічними властивостями з використанням стандартних методів. Сенсорні характеристики біфштексів аналізували шляхом порівняння з контрольними зразками, виготовленими за традиційною технологією.

За основу для створення нових різновидів посічених м'ясних виробів було обрано традиційну рецептуру яловичих біфштексів [21]. У таблиці 1 подано рецептури яловичих біфштексів (зразки 1–4) із додаванням комплексної харчової добавки на основі наночастинок  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) та бурої макроводорості водорості *Laminaria* у формі жирової суспензії, яку вносили під час перемішування фаршу в кількостях 0,14; 0,28 та 0,44 г на 143 г рецептурної суміші. Зазначені дозування відповідають 0,05; 0,10 та 0,15 % комплексної харчової добавки від маси рецептурної суміші.

Таблиця 1

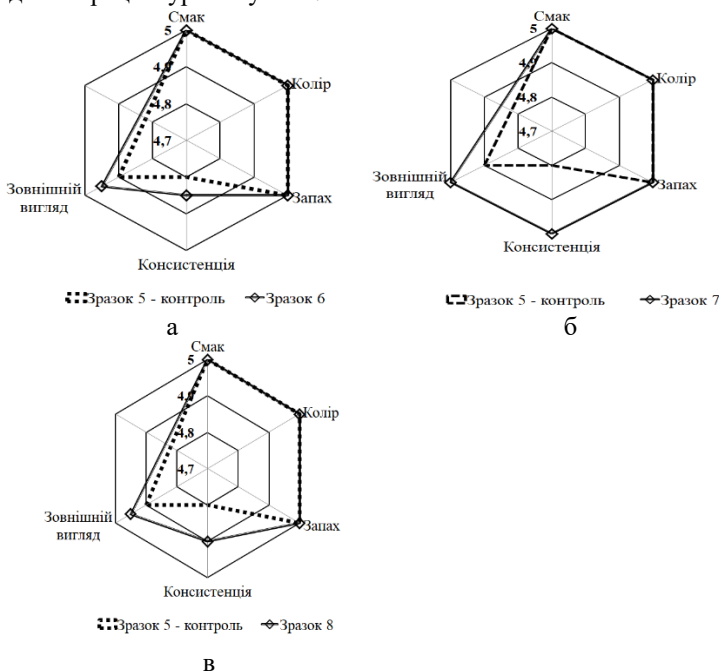
**Рецептури біфштексів, виготовлених за традиційною технологією (контроль), та біфштексів із внесенням КХД**

Найменування сировини	Маса сировини, г							
	Зразок 1 – Контроль		Зразок 2 – з 0,05% КХД		Зразок 3 – з 0,10% КХД		Зразок 4 – з 0,15% КХД	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Яловичина (м'ясо біфштексне)	155,0	114,0	155,0	114,0	155,0	114,0	155,0	114,0
Шпик	18,0	17,0	18,0	17,0	18,0	17,0	18,0	17,0
Жирова суспензія КХД	0,0	0,0	0,14	0,14	0,28	0,28	0,44	0,44
Молоко або вода	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Сіль кухонна	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Перець чорний мелений	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Маса напів-фабрикату	–	143,06	–	143,2	–	143,34	–	143,5
Жир кулінарний	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Маса смажених біфштексів	–	100,0	–	105,0	–	105,6	–	104,7

З метою визначення раціональної кількості КХД в рецептурі проведена органолептична оцінка готових кулінарних виробів з різною масовою часткою її вмісту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** З метою визначення раціональної кількості КХД в рецептурі проведена органолептична оцінка готових кулінарних виробів з різною масовою часткою її вмісту.

На рис. 1 наведено органолептичні показники дослідних зразків м'ясних посічених виробів (біфштексів з яловичини), звідки видно, що найкращі показники мають біфштекси з масовою часткою КХД 0,10% від маси рецептурної суміші.

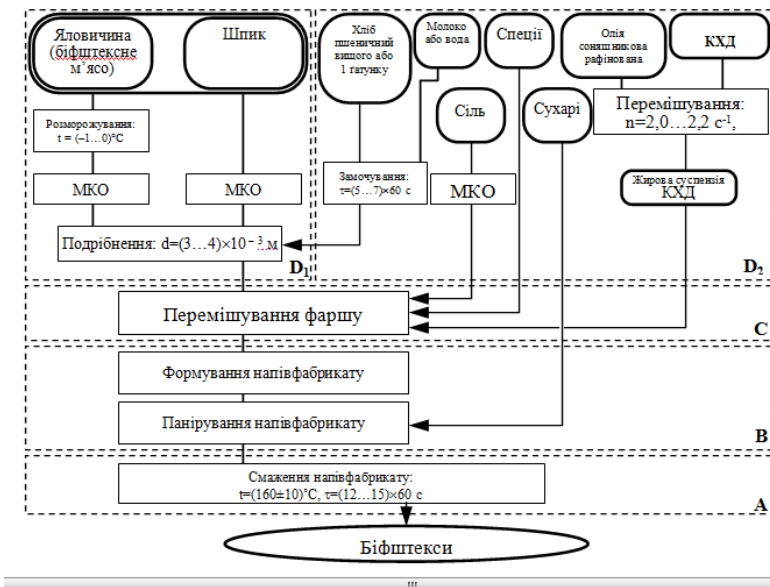


**Рис. 1. Органолептичні показники дослідних зразків м'ясних посічених виробів – біфштексів з яловичини**

Отже, готові вироби характеризувалися кольором, типовим для м'ясних посічених продуктів, однорідною м'якою та ніжною консистенцією, а також соковитістю з приємним смаком смаженого м'яса й вираженим ароматом спецій. Таким чином, раціональною дозою КХД є 0,10% від маси рецептурної суміші. Технологічна карта яловичих біфштексів з оптимальною часткою КХД (0,10% від маси рецептурної суміші) наведено на рис. 2.

На етапі формування напівфабрикату, коли виробу надають заданої геометричної форми, проявляються когезійні властивості тонко дисперсних частинок КХД й передусім НЧ  $Fe_3O_4$ , у зв'язку з чим у рецептурі можливе коригування вмісту м'ясної сировини та хліба.

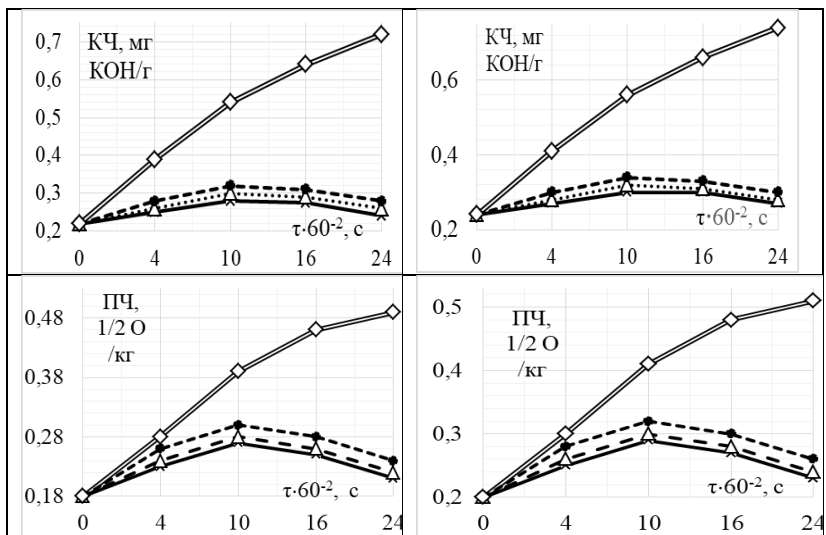
Під час смаження напівфабрикатів відзначено збереження виробами форми та зменшення втрат маси завдяки підвищеному водо- і жирутриманню. Крім того, зменшувалася адгезія виробів до жарочної поверхні, що зумовлено водо- та жирозв'язувальними властивостями наночастинок  $Fe_3O_4$ .



**Рис. 2.** Технологічна схема виготовлення біфштексів: А – теплова обробка напівфабрикату, В – формування та панірування напівфабрикату, С – приготування (перемішування) фаршу, D<sub>1</sub> – підготовка м'ясної сировини; D<sub>2</sub> – підготовка допоміжної сировини та компонентів

Оскільки КХД на основі наночастинок  $Fe_3O_4$  та ламінарії проявляє антиоксидантні властивості, які зумовлені синергічною дією неорганічної та біоорганічної складових добавки, а саме: наночастинки  $Fe_3O_4$  проявляють редокс-активність, здатні зв'язувати активні форми кисню та каталізувати їх інактивацію, а також стабілізують прооксидантні іони металів, зменшуючи інтенсивність окиснювальних процесів. Ламінарія є джерелом природних антиоксидантів: альгінати, фукоїдани, поліфеноли, які ефективно нейтралізують вільні радикали та інгібують перекисне окиснення ліпідів. Тому у комплексі КХД пригнічує ліпідне окиснення, уповільнює деградацію біологічно цінних

компонентів і підвищує окиснювальну стабільність харчових/м'ясних систем. Тому було досліджено перебіг окисних процесів у жировій фракції дослідних зразків біфштексів з яловичини. Тобто вивчено окисні процеси в жировій складовій дослідних зразків яловичих м'ясних фаршів із внесенням цієї добавки в кількості 0,05%, 0,10% та 0,15% під час зберігання протягом 24 год за температури  $(6\pm 1)^\circ\text{C}$ . Оцінювання здійснювали шляхом визначення кислотного (КЧ) і пероксидного (ПЧ) чисел (рис. 3).



**Рис. 3.** Кінетика окисних процесів дослідних зразків м'ясних фаршів протягом зберігання: а, б – кислотне число (КЧ); в, г – пероксидне число (ПЧ):  $\square$  – Зразок 1 (контроль);  $\bullet$  – Зразок 2;  $\triangle$  – Зразок 3;  $\times$  – Зразок 4

Із рис. 3 видно, що значення кислотного (КЧ) та пероксидного (ПЧ) чисел відповідають вимогам нормативної документації й упродовж зберігання поступово зростають у всіх зразках м'ясних фаршів. Водночас у зразках із додаванням КХД підвищення відбувається повільніше: КЧ є меншим у 1,8–2,9 раза, а ПЧ – у 1,3–2,2 раза порівняно з контролем. Це пояснюється утворенням проміжних комплексів між атомами кисню пероксидних радикалів і гідрогенпероксидів за участю атомів феруму НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , а також

уповільненням процесів гідролізу жирів (накопичення вільних жирних кислот). Жири, стабілізовані високодисперсними частинками КХД й насамперед НЧ  $Fe_3O_4$  у супрамолекулярні ансамблі, додатково сприяють сорбції певної кількості жирних кислот на частинках КХД завдяки амфотерним властивостям катіонів ферума, розвиненій питомій поверхні та високій сорбційній здатності. У результаті це забезпечує подовження термінів зберігання і підвищення якості м'ясних посічених виробів.

На рис. 4 представлено зміни активної кислотності в дослідних зразках м'ясних фаршів у процесі зберігання протягом трьох діб за температури  $5-7^{\circ}C$ .

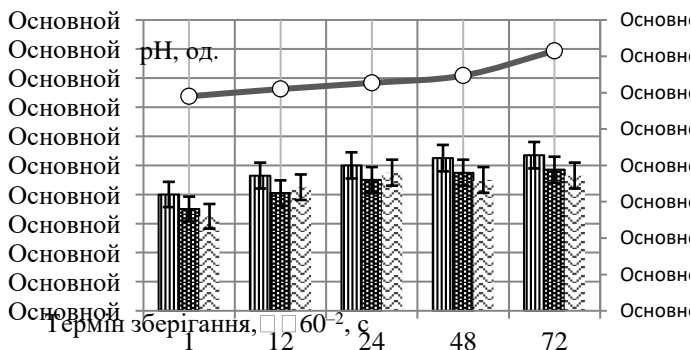


Рис. 4. Активна кислотність рН у дослідних зразках м'ясних фаршів у процесі зберігання: (○ - Контроль (зразок 1), ▨ - Зразок 2, ▩ - Зразок 3, ▪ - Зразок 4)

Як видно з рис. 4, внесення КХД до складу м'ясних фаршів уповільнює зростання активної кислотності у 1,15–1,20 рази порівняно з контрольним зразком, що зумовлено хемосорбцією органічних кислот на поверхні високодисперсних частинок КХД й насамперед НЧ  $Fe_3O_4$ . Це може бути підставою для подовження терміну збереження свіжості м'ясних фаршів.

**Висновки.** Досліджено вплив комплексної харчової добавки на основі наночастинок оксидів заліза (НЧ  $FeO \times Fe_2O_3$ ) та бурої макроводорості ламінарії (*Laminaria* sp.) на фізико-хімічні, структурно-механічні показники модельних яловичих фаршів. Окрім цього, оцінено сенсорні та фізико-хімічні характеристики біфштексів.

До яловичого фаршу вводили комплексну водоростеву залізовмісну добавку – комплексну харчову добавку (КХД) у кількості

0,05; 0,10 та 0,15% від маси рецептурної суміші у вигляді жирової суспензії під час перемішування. Встановлено, що внесення КХД у зазначених дозуваннях (0,05; 0,10; 0,15% від маси рецептурної суміші) сприяє покращенню сенсорних і функціонально-технологічних показників яловичих біфштексів порівняно з контролем: зовнішній вигляд (форма) підвищується у 1,02 раза, консистенція – у 1,04 раза; колір стає більш насиченим, а загальна органолептична оцінка зростає на 1,2%.

Також зафіксовано зниження кислотного числа у (2,2±0,4) раза та пероксидного числа у (1,6±0,3) раза, що забезпечує стабілізацію споживних властивостей готової продукції під час зберігання. На основі сенсорних і фізико-хімічних досліджень визначено раціональний вміст КХД, який становить 0,1% від маси м'ясної сировини.

### Список джерел інформації / References

1. Maikova S. V., Masliychuk O. B., Fedyna L. O., Bomba M. Ya., Maksymets O. B. Innovative technologies for preparing minced meat dishes using non-traditional raw materials // *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. 2022. Vol. 5. P. 56–64. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnvtech.2022.5.7>.
2. Masliychuk O. B., Simakhina G. O., Naumenko N. V. Scientific principles of developing products with a high protein content in the diet of military personnel // *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. 2024. Vol. 6. P. 120–131. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.14>.
3. Vognivenko L. P., Kachur G. M. Use of algae as an alternative raw material for the food industry // *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. 2024. Vol. 5. P. 150–156. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnvtech.2024.5.16>.
4. Tsykhanovska I., Stabnikova O., Yevlash V., Gubsky S. Wild edible brown algae laminaria and iron oxide nanoparticles as combined food additive // In: Gubsky S., Stabnikova O., Stabnikov V., Paredes-López O. (eds.). *Wild edible plants: Improving foods nutritional value and human health through biotechnology*. Boca Raton : CRC Press, 2025. P. 294–320. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003486794-11>.
5. Tsykhanovska I., Lazarijeva T., Yevlash V., Gazzavi-Rogozina L., Kudin D. Optimization of the prescription composition of cupcakes enriched with the food additive of the combined composition Kombu // *ScienceRise*. 2025. No. 1. P. 38–49. DOI: <http://doi.org/10.21303/2313-8416.2025.003749>.
6. Tsykhanovska I., Yevlash V., Gazzavi-Rogozina I., Lazarijeva T., Tovma L. Pokrashchennia spozhyvnykh vlastyvostei keksiv, zbahachenykh kharchovoiu dobavkoiu kombinovanoho skladu // *Food Science and Technology*. 2025. Vol. 19, No. 2. P. 18–31. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v19i2.3185>.
7. Gullón P., Astray G., Gullón B., Franco D., Campagnol P. C. B., Lorenzo J. M. Inclusion of seaweeds as healthy approach to formulate new low-salt meat

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі, 2026. Вип. 1 (39). ISSN: 2312-3990 (Print) 2519-2922 (Online)

products // *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 40. P. 20–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.005>.

8. Bondar N., Gubanya V., Sharan L., Gerashchenko O. The use of kelp in the technology of meat cutlets enriched with iodine // *Young Scientist*. 2019. No. 1(65). P. 184–188. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-41>.

9. Moroney N. C., O'Grady M. N., O'Doherty J. V., Kerry J. P. Effect of a brown seaweed (*Laminaria digitata*) extract containing laminarin and fucoidan on the quality and shelf-life of fresh and cooked minced pork cutlets // *Meat Science*. 2013. Vol. 94, No. 3. P. 304–311. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.02.010>.

10. Mamat H., Matanjun P., Ibrahim S., Amin S. F. Md., Hamid M. A. A., Rameli A. S. The effect of seaweed composite flour on the textural properties of dough and bread // *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 26, No. 2. P. 1057–1062. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0082-8>.

11. Gubskiy S., Nikitin S., Evlash V., Nemirich O. Iodine content determination in dried talli of laminaria by galvanostatic coulometry // *Ukrainian Food Journal*. 2015. Vol. 4, No. 2. P. 320–327.

12. Salido M., Soto M., Seoane S. Seaweed: Nutritional and gastronomic perspective. A review // *Algal Research*. 2024. Vol. 77. Article 103357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103357>.

13. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome : FAO, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

14. Milinovic J., Mata P., Diniz M., Noronha J. P. Umami taste in edible seaweeds: The current comprehension and perception // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2021. Vol. 23. Article 100301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100301>

15. Cotas J., Pacheco D., Araujo G. S., Valado A., Critchley A. T., Pereira L. On the health benefits vs. risks of seaweeds and their constituents: The curious case of the polymer paradigm // *Marine Drugs*. 2021. Vol. 19, No. 3. Article 164. DOI: <https://doi.org/10.3390/md19030164>.

16. Cotas J., Tavares J. O., Silva R., Pereira L. Seaweed as a safe nutraceutical food: How to increase human welfare? // *Nutraceuticals*. 2024. Vol. 4, No. 3. P. 323–362. DOI: <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals4030020>

17. Choi Y. S., Choi J. H., Han D. J., Kim H. Y., Kim H. W., Lee M. A., Chung H. J., Kim C. J. Effects of *Laminaria japonica* on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork cutlets // *Meat Science*. 2012. Vol. 91, No. 1. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.011>.

18. Stabnikova O., Stabnikov V., Paredes-López O. Wild edible plants, berries, mushrooms and seaweeds in food production // In: Gubsky S., Stabnikova O., Stabnikov V., Paredes-López O. Wild edible plants: Improving foods nutritional value and human health through biotechnology. Boca Raton : CRC Press, 2025. P. 1–47. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003486794-1>.

19. Tsykhanovska I., Skurikhina L., Evlash V., Pavlotska L. Formation of the functional and technological properties of the beef minced meat by using the food additive on the nanopowder basis of double oxide of two- and trivalent iron //

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі, 2026. Вип. 1 (39). ISSN: 2312-3990 (Print) 2519-2922 (Online)

Ukrainian Food Journal. 2018. Vol. 7, No. 3. P. 379–396. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2018-7-3-4>.

20. Tsykhanovska I., Evlash V., Lazarieva T., Aleksandrov O., Blahyi O., Gontar T., Bykanova K. Functional and technological properties of food nanoadditive based on double oxide of ferrous and trivalent iron in production molded jelly marmalade // Ukrainian Journal of Food Science. 2021. Vol. 9, No. 1. P. 115–125. DOI: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2021-9-1-11>

21. He, J., Lin, L., Cai, J., Liu, C., Xiao, Y., Shen, Y., Liu, B., & Fang, T. Ready-to-eat beef steaks prepared by superheated steam: from texture and flavor to storage stability / J. He, L. Lin, J. Cai, C. Liu, Y. Xiao, Y. Shen, B. Liu, T. Fang // International Journal of Gastronomy and Food Science. — 2025. — Vol. 42. — Article 101285. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101285>

**Пихановська Ірина Василівна**, д-р техн. наук, проф., кафедра харчових технологій легкої промисловості і дизайну, Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, [cikhanovskaja@gmail.com](mailto:cikhanovskaja@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9713-9257>

**Tsykhanovska Iryna**, Doctor of technical sciences, professor, Department of food technology, light industry and design, Educational and Scientific Institute "Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy" of V.N. Karazin Kharkiv National University, [cikhanovskaja@gmail.com](mailto:cikhanovskaja@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9713-9257>

**Газзаві-Рогозіна Людмила Вікторівна**, канд. с.-г. наук, доц., кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, Державний біотехнологічний університет, [gazzavi@ukr.net](mailto:gazzavi@ukr.net). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8050-414X>

**Gazzavi-Rogozina Liudmyla**, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Nutrition Hygiene, State Biotechnology University, [gazzavi@ukr.net](mailto:gazzavi@ukr.net). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8050-414X>

**Євлаш Вікторія Владленівна**, д-р техн. наук, проф., кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, [evlashvv@gmail.com](mailto:evlashvv@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0293-4133>

**Yevlash Viktoriya**, Doktor of technical sciences, Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Nutrition Hygiene, State Biotechnology University, [evlashvv@gmail.com](mailto:evlashvv@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0293-4133>

**Лазарева Тетяна Анатоліївна**, д-р пед. наук, професор, кафедра харчових технологій легкої промисловості і дизайну, Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, [lazareva\\_t.a@ukr.net](mailto:lazareva_t.a@ukr.net). ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4435-3345>

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі, 2026. Вип. 1 (39). ISSN: 2312-3990 (Print) 2519-2922 (Online)

**Lazarieva Tetiana**, Doctor of pedagogical sciences, professor, Department of food technology, light industry and design, Educational and Scientific Institute "Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy" of V.N. Karazin Kharkiv National University, [lazareva\\_t.a@ukr.net](mailto:lazareva_t.a@ukr.net). ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4435-3345>

**Гонтар Тетяна Борисівна**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри ресторанного, готельного та туристичного бізнесу, Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, [t.gontar@karazin.ua](mailto:t.gontar@karazin.ua). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0758-1752>

**Gontar Tetyana**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Restaurant, Hotel and Tourism Business, Educational and Scientific Institute "Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy" of V.N. Karazin Kharkiv National University, [t.gontar@karazin.ua](mailto:t.gontar@karazin.ua). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0758-1752>

Отримано: 06.04.2026. Прийнято: 23.04.2026. Опубліковано: 18.05.2026.