

УДК 637.5

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2025.84>

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ КЛІТКОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА СТАБІЛЬНОСТІ ПРОДУКТУ

Оксана Анатоліївна Топчій

кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів

<https://orcid.org/0000-0002-4832-2709>

e-mail: oksanatopchii@ukr.net

Національний університет харчових технологій

01033 м. Київ, вул. Володимирська, 68, Україна

Тарас Володимирович Буячок

аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів

<https://orcid.org/0009-0009-8998-9487>

e-mail: taraselegant@gmail.com

Національний університет харчових технологій

Юлія Петрівна Крижова

кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

<https://orcid.org/0000-0003-1165-8898>

e-mail: yuliya.kryzhova@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ольга Анатоліївна Чернюшок

кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів

<https://orcid.org/0000-0001-7384-3170>

e-mail: chernyushokolga@ukr.net

Національний університет харчових технологій

Євгенія Андріївна Шубіна

кандидатка технічних наук, асистентка кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів

<https://orcid.org/0000-0002-7153-999X>

e-mail: yevheniiashubina9@gmail.com

Національний університет харчових технологій

Анотація. Актуальність проведених досліджень зумовлена зростанням попиту на продукти з підвищеною харчовою цінністю, збагачені рослинною сировиною. Поєднання нетрадиційних інгредієнтів із традиційними компонентами рецептури дає змогу отримати не лише продукти з покращеними функціональними властивостями, а й поліпшити їхні технологічні характеристики. Особливий науковий інтерес викликає виробництво м'ясних паштетів як продуктів комбінованого складу.

Метою дослідження було встановлення впливу суміші рослинної клітковини та гуарової камеді на функціонально-технологічні показники запечених м'ясних паштетів. Для досягнення поставленої мети були розроблені модельні рецептури паштетів, що містили яловичину I сорту, біле м'ясо курчат-бройлерів, купаж конопляної та соняшникової олій (у співвідношенні 60:40) та цибулю ріпчасту. У дослідних зразках варіювали вміст суміші рослинної клітковини (СКР), до складу якої входили насіння льону (40 %), насіння гарбуза (30 %) та клітковина розторопші (30 %), у кількості 5, 6 та 7 %. Кількість гуарової камеді як структуроутворювального компонента становила 1; 0,5 та 0,2 % відповідно.

Результати досліджень показали, що додавання рослинної клітковини сприяє покращенню функціонально-технологічних властивостей паштетів. Зокрема, зразок із вмістом 5 % клітковини та 1 % гуарової камеді характеризувався найвищими показниками вологоутримувальної здатності – 77,23 % до запікання та 76,44 % після запікання. Заміна частини м'ясної сировини на рослинні інгредієнти не спричиняє суттєвих змін рН, що стабілізувався в межах 5,93–5,98 після термічної обробки. Дослідження показників окиснювальної стабільності виявило, що зразок із 5 % клітковини мав найнижчі значення пероксидного (0,028 %J₂) та кислотного (2,32 мг КОН/г) чисел на п'яту добу зберігання. Водночас збільшення вмісту клітковини до 6–7 % призводило до інтенсифікації процесів окиснення.

Одержані результати підтверджують доцільність використання суміші рослинної клітковини у рецептурі м'ясних паштетів для покращення їхніх функціонально-технологічних властивостей і подовження терміну зберігання.

Ключові слова: паштети, рослинна клітковина, гуарова камедь, запікання, функціонально-технологічні показники

УДК 637.5

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2025.72>

THE USE OF VEGETABLE FIBER IN THE TECHNOLOGY OF MEAT PATES AS A FACTOR IN INCREASING THE NUTRITIONAL VALUE AND STABILITY OF THE PRODUCT

Oksana Topchii

Ph.D. (Engineering)

<https://orcid.org/0000-0002-4832-2709>

e-mail: oksanatopchii@ukr.net

National University of Food Technologies

01033, 68 Volodymyrska Str., Kyiv, Ukraine

Taras Buyachok

<https://orcid.org/0009-0009-8998-9487>

e-mail: taraselegant@gmail.com

National University of Food Technologies

01033, 68 Volodymyrska Str., Kyiv, Ukraine

Yuliya Kryzhova

Ph.D. (Engineering)

<https://orcid.org/0000-0003-1165-8898>

e-mail: yuliya.kryzhova@ukr.net

National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

Olga Chernyushok

Ph.D. (Engineering)

<https://orcid.org/0000-0001-7384-3170>

e-mail: chernyushokolga@ukr.net

National University of Food Technologies

01033, 68 Volodymyrska Str., Kyiv, Ukraine

Yevheniya Shubina

Ph.D. (Engineering)

<https://orcid.org/0000-0002-7153-999X>

e-mail: yevheniashubina9@gmail.com

National University of Food Technologies

01033, 68 Volodymyrska Str., Kyiv, Ukraine

Abstract. The relevance of the conducted research is determined by the growing demand for products with enhanced nutritional value, enriched with plant-based ingredients. Combining non-traditional raw materials with conventional formulations enables the creation of products with enhanced functional and technological properties. Particular scientific interest is focused on the production of meat pâtés as composite food products.

The aim of this study was to determine the effect of a mixture of plant fiber and guar gum on the functional and technological properties of baked meat pâtés. To achieve this aim, model pâté formulations were developed, containing beef (Grade I), chicken breast meat, a blend of hemp and sunflower oils (60:40), and onion. The content of the plant fiber mixture (PFM), consisting of flaxseed (40 %), pumpkin seed fiber (30 %), and milk thistle fiber (30 %), was varied at levels of 5, 6, and 7 %. The amounts of guar gum, used as a structure-forming agent, were 1.0, 0.5, and 0.2%, respectively.

The results showed that the addition of plant fiber improves the functional and technological characteristics of pâtés. The sample containing 5% fiber and 1% guar gum exhibited the highest water-holding capacity – 77.23% before and 76.44% after baking. The replacement of part of the meat raw material with plant ingredients did not significantly affect pH, which remained stable within the range of 5.93–5.98 after thermal treatment. Evaluation of oxidative stability revealed that the sample with 5 % fiber had the lowest peroxide (0.028 %J₂) and acid (2.32 mg KOH/g) values on the fifth day of storage. However, increasing the fiber content to 6–7 % accelerated oxidation processes.

The obtained results confirm the feasibility of using a plant fiber mixture in meat pâté formulations to enhance their functional and technological properties, as well as extend shelf life.

Keywords: pates, plant fiber, guar gum, baking, functional and technological properties

ВСТУП. Із зростанням уваги до здорового харчування сучасні споживачі все більше орієнтуються на продукти з підвищеною харчовою цінністю. Такі продукти належать до групи функціонально-оздоровчих харчових продуктів. Виробники м'ясної продукції намагаються задовольнити зростаючий попит шляхом комбінування сировини різного походження (Ursachi et al., 2020).

Одним із напрямів підвищення харчової цінності м'ясних продуктів є використання харчових волокон. Рослинні волокна є важливою складовою раціону людини, адже сприяють нормалізації обміну речовин і мають виражені функціональні властивості. Вважається, що продукти з оптимальним вмістом харчових волокон можуть бути віднесені до функціональних, що зумовлює актуальність подальших досліджень у цьому напрямі (An et al., 2022; Qin et al., 2021).

Однією з основних проблем під час розроблення рецептур м'ясних продуктів є високий вміст жиру, переважно насичених жирних кислот. Надмірне споживання насичених жирів і трансжирних кислот підвищує ризик розвитку серцево-судинних захворювань та цукрового діабету (Islam et al., 2019).

Окрім фізіологічної користі для організму людини, рослинні харчові волокна мають важливе технологічне значення. Зокрема, вони проявляють антиоксидантні властивості, що дозволяє уповільнювати процеси ліпідного окиснення у харчових системах (Das et al., 2020).

Одним із важливих аспектів під час створення м'ясних продуктів є формування їхньої структури. Серед рослинних структуроутворювачів перспективним напрямом є використання камедей, ефективність яких підтверджена низкою досліджень (Rather et al., 2020; Funami et al., 2023).

МЕТОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ було визначення впливу суміші рослинної клітковини (насіння льону – 40 %, насіння гарбуза – 30 %, клітковина розторопші – 30 %) та гуарової камеді на функціонально-технологічні характеристики запечених паштетів із модифікованим складом інгредієнтів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити вплив гуарової камеді та суміші рослинної клітковини на вміст води в паштетах до та після запікання;

- дослідити зміну вологов'язувальної здатності до та після термічної обробки;
- оцінити вплив добавок на рН паштетів;
- визначити динаміку зміни кислотного та пероксидного чисел у процесі зберігання запечених паштетів.
-

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Окиснення ліпідів у м'ясних системах є основним процесом, що зумовлює погіршення якості продукції. Унаслідок цього утворюються леткі жирні кислоти, які спричиняють появу неприємного запаху й присмаку, негативно впливаючи на органолептичні показники.

Крім того, процеси окиснення призводять до зміни кольору м'яса. Руйнування пігментів, зокрема міоглобіну, зумовлює зменшення інтенсивності червоного забарвлення, що знижує споживчу привабливість продукту. Текстура також може зазнавати змін – зменшується соковитість і ніжність, що знижує органолептичну якість готових виробів (Zamuz et al., 2018; Horita et al., 2018).

Таким чином, контроль окиснення ліпідів є ключовим завданням м'ясної промисловості для забезпечення стабільності якості та подовження терміну зберігання продукції (Domínguez et al., 2019).

Різні дослідження спрямовані на уповільнення процесів окиснення шляхом введення антиоксидантів природного або синтетичного походження (Lorenzo et al., 2018; Nikmaram et al., 2018). Природні антиоксиданти часто отримують із фруктів, чаю, трав, насіння, спецій, злакових та овочів (Manassis et al., 2020; Alirezalu et al., 2020; Awad et al., 2022). Наприклад, чорний перець виявляє антиоксидантну активність завдяки вмісту фенольних сполук (Feng et al., 2020; Lee et al., 2020). Встановлено також, що висівки та борошно з гірчиці містять понад 50 летких сполук із високою антиоксидантною активністю (Torrijos et al., 2022).

Для підвищення харчової цінності м'ясних продуктів і збільшення терміну їх зберігання перспективним є використання рослинної сировини, зокрема клітковини. Використання цитрусової та горохової клітковини у складі аналогів м'яса на основі рослинних білків сприяє покращенню реологічних властивостей продуктів (Li et al., 2023; Webb et al., 2022). Додавання соєвого борошна до курячих котлет покращує жирнокислотний профіль і подовжує термін зберігання (Sholpan et al., 2019).

Викликає науковий інтерес і комбінування клітковини з різних видів рослинної сировини (Stabnikova et al., 2021). За даними досліджень, розторопша характеризується високою антиоксидантною активністю завдяки значному вмісту фенольних кислот і флавоноїдів (Aziz et al., 2020). Встановлено, що додавання 10 % розторопші у паштетні системи покращує органолептичні показники та підвищує антиоксидантну стабільність продукту (Ferysiuk et al., 2020).

Насіння гарбуза має широкий спектр біологічної активності – протигельмінтні, протидіабетичні, протипухлинні властивості (Dotto and Chacha, 2020), а також є джерелом каротиноїдів, які позитивно впливають на стан шкіри та зору (Lyu et al., 2021). Введення насіння гарбуза до м'ясних і печінкових продуктів із птиці знижує вміст холестеролу (Ryapolova and Telenyk, 2023).

Насіння льону, як і інші олійні культури, є джерелом поліненасичених жирних кислот, токоферолів і фенольних сполук (Kiczorowska et al., 2019). Його використання сприяє зниженню глікемічного індексу продуктів (Mohammadi-Sartang et al., 2017).

Актуальним напрямом сучасної харчової науки є удосконалення рецептур м'ясних паштетів (Momchilova et al., 2019). Поєднання структуроутворювальних полісахаридів із рослинними компонентами дозволяє отримати вироби з поліпшеними функціонально-технологічними властивостями (Dinani et al., 2022). Значне місце серед таких полісахаридів посідають камеді. Заміна частини жиру ксантановою камеддю покращує жирнокислотний профіль м'ясних продуктів (Rather et al., 2020). Гуарова камедь підвищує стабільність емульсії у м'ясних продуктах на основі курятини (Gao et al., 2022), а також виявляє ефективність при виробництві знежирених свинячих фрикадельок (Li et al., 2023).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Дослідження проводилися в умовах лабораторій кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій у 2023 році.

В процесі досліджень були змодельовані рецептури паштетів запечених з використанням суміші рослинної клітковини (СРК) та гуаровою камеддю. Рецептний склад дослідних зразків паштетів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Рецептний склад дослідних зразків паштетів запечених

Сировина	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Яловичина 1-го сорту, %	35	35	35	35
Біле м'ясо курчат-бройлерів, %	29	29	29	29
Купаж олій (конопляна 60 : соняшникова 40), %	4	4	4	4
Цибуля ріпчаста, %	5	5	5	5
Суміш клітковини рослинної (шрот насіння льону 40%, шрот насіння гарбуза 30%, клітковина розторопші 30%)	-	5	6	7
Гуарова камідь гідратована 1:35 з водою, %	-	1	0,5	0,2
Бульйон, %	27	21	20,5	19,8

Приготування паштетних мас проводили за класичною технологією. Для цього попередньо бланшовану м'ясну сировину подрібнюють та додають підготовлені інгредієнти згідно рецептури. Для виробництва паштетів суміш клітковин рослинної (СРК) включала шрот з насіння льону 40%, шрот з насіння гарбуза 30% та клітковину з насіння розторопші 30%, які гідратували 1:4 з водою. Гуарову камедь гідратували водою у співвідношенні 1:35.

Запікання проводили за допомогою духової шафи до температури 72 ± 2 °C у товщі продукту.

Вміст вологи визначали прискореним методом, а саме: 5 г зразку поміщали в контейнер і сушили протягом 1 години при 150°C.

Визначення вологостійкості проводили методом пресування 300 мг наважки протягом 10 хв.

Величину рН визначали за допомогою лабораторного рН-метра.

Ступінь окиснення ліпідів визначали за величиною пероксидного та кислотного чисел методом порційного титрування в присутності індикатору.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Проектування нових м'ясних продуктів з використанням рослинних інгредієнтів ставить питання про оптимальне поєднання усіх інгредієнтів у продукті. Використання рослинної сировини може не тільки поліпшувати харчову цінність та органолептичні показники, але й мати вплив на зміну функціонально-технологічних показників продукту. Важливим показником для м'ясних продуктів є вміст вологи. Знаючи, що продукти мають природний високий вміст вологи (Aboagye et al., 2020), визначення ступінь її зв'язаності та кількісний вміст є визначним для отримання продуктів високої якості.

Зміна технологічних показників може виникнути у процесі технологічної обробки, що вказує на необхідність проведення досліджень паштетних мас до та після запікання.

Результати досліджень вмісту вологи представлені на рисунку 1.

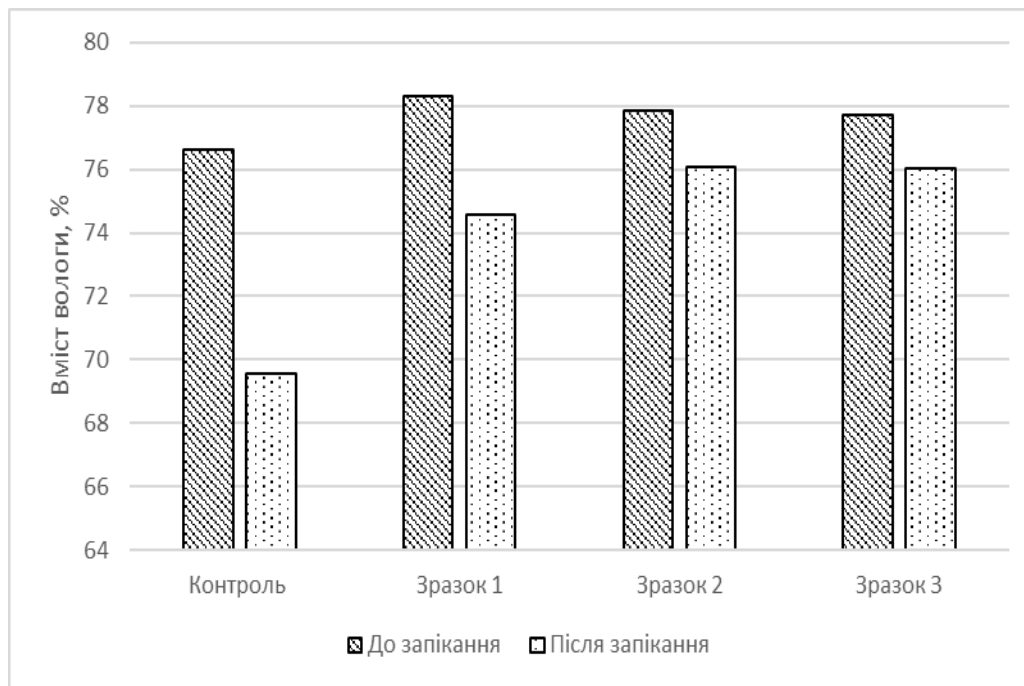


Рисунок 1. Значення вміст вологи у паштетах до та після запікання

На рисунку 1 наведено вміст вологи у м'ясних паштетах до та після запікання. Показано динаміку зміни масової частки вологи в контрольному зразку та модельних рецептурах із різним вмістом суміші рослинної клітковини та гуарової камеді. З представленої діаграми 1 видно, що усі зразки паштетів до запікання мали значення вмісту вологи 76,62–78,32 %. Усі зразки паштетних мас мають достатньо високий вміст вологи, наочно видно, що у дослідних зразках він значно більший за контрольний. Найбільший вміст вологи показує зразок №1 з найбільшим вмістом камеді та найменшим вмістом клітковини. Вміст вологи у дослідних рецептурах 2 та 3 відрізнялись лише на 0,15 %.

Після запікання усі паштети втратили масу вологи на 1,68–7,05 %. Усі зразки з використанням СРК та структуроформуючої добавки мали значно вищі показники вмісту вологи порівняно з контролем, де показник опустився до значення 69,57 %. Найбільш сталою після запікання виявилась рецептура №3 з найбільшою кількістю рослинної клітковини та вмістом камеді 0,2 %.

Вологозв'язуюча здатність паштетів має безпосередній вплив на реологічні й органолептичні показники готового продукту. Визначення даного показника проводилось у зразках до та після запікання. Було визначено вологозв'язуючу здатність відносно маси наважки (ВЗЗм) та відносно маси вологи в наважці. Отримані результати представлені на рисунках 2 та 3.

На рисунку 2 показана вологозв'язуюча здатність м'ясних паштетів до маси наважки. Наведено порівняння здатності модельних та контрольних зразків утримувати вологу до і після термічної обробки. З рисунка 2 видно, що модельні зразки рецептур мають значно вищі показники ВЗЗм порівняно з контролем на 16,33–17,92 % до запікання. Рецептури дослідних зразків з використанням СРК та камеді мали не значні відмінності, однак найкраще вологозв'язування показав зразок №1, значення якого було на рівні 77,23 %.

Процес запікання паштетних мас викликав підвищення вологи в усіх зразках, окрім рецептури 1, де ВЗЗм знизилось на 0,79 %. У свою чергу зразки 2 та 3 збільшили вологозв'язуючу здатність на 1,01 та 1,35 % відповідно.

При дослідженні вологозв'язуючої здатності виявлено, що модельні зразки мали вище значення до запікання на 16,33–17,92 % та 15,79–16,34 % після запікання. Визначення вологозв'язуючої здатності до маси вологи (ВЗЗв) є важливим показником для м'ясних продуктів та представлені на рисунку 3.

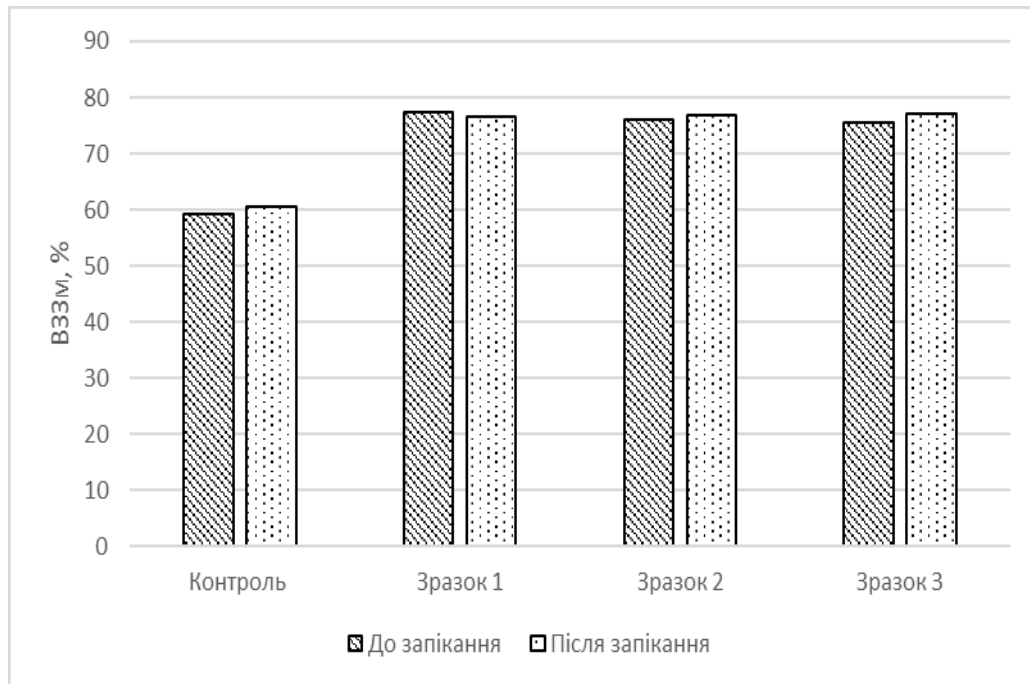


Рисунок 2. Значення вологозв'язуючої здатності до маси наважки у паштетах до та після запікання

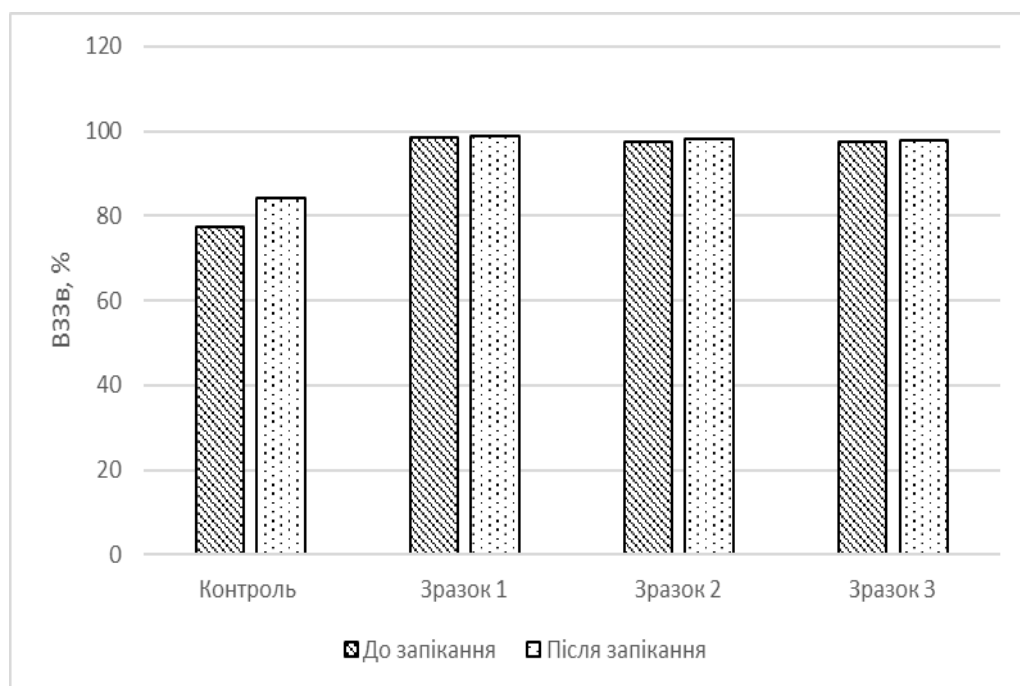


Рисунок 3. Значення вологозв'язуючої здатності до маси води в наважці у паштетах до та після запікання

На рисунку 3 показана вологозв'язуюча здатність до маси води в наважці. Розподіл води у структурі паштетних мас та зміни показника залежно від рецептури й запікання. Як видно з отриманої діаграми V33в у контрольному зразку значно менший за модельні зразки і знаходився на рівні 77,41 %, що є недостатнім для даного виду продукту. Рецептури у складі яких використовувалась рослинна клітковина та структуроформуючі полісахариди показали значно кращі показники V33в до запікання (97,33–98,61 %), що доводить ефективність такого поєднання. Найвищий показник V33в мав зразок №1.

Після запікання вологов'язуюча здатність усіх зразків після запікання зросла. У модельному зразку збільшення відбулось на 6,89 %, а зразках з рослинними інгредієнтами на 0,20–0,69 %, що свідчить про стабільність систем до термічного пливу.

Використання у складі м'ясних продуктів рослинних інгредієнтів здатен впливати на активну кислотність продукту. Зміна рН продукту, викликана використанням нетрадиційних інгредієнтів та технологічним впливом, здатне стати рушійною силою до процесів окиснення та подальшого псування.

Дослідження зміни рН у м'ясному паштеті проводили до та після запікання, результати представлені на рисунку 4.

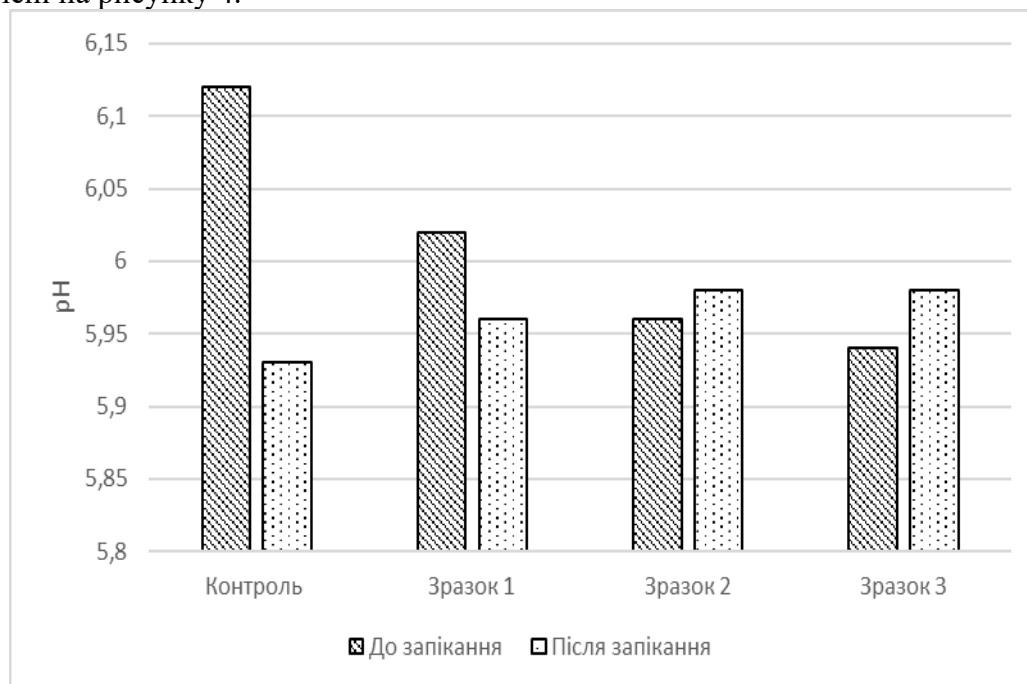


Рисунок 4. Значення рН у паштетах до та після запікання

На рисунку 4 показано величину рН м'ясних паштетів до та після запікання. Відображено вплив суміші рослинної клітковини та гуарової камеді на активну кислотність продукту. Як видно з отриманої діаграми на рисунку 4, активна кислотність у м'ясних паштетах до запікання знаходиться в межах норми. рН контрольного зразка був значні вищий за модельні рецептури та знаходився на рівні 6,12 рН. Рецептури з використанням рослинної сировини показали значення 6,02–5,94 рН. Наочно видно, що зменшення показника активної кислотності знижується зі збільшенням вмісту суміші клітковини рослинної.

Технологічний процес запікання виявив неоднозначний вплив на значення рН. Контрольний зразок зменшив свою активну кислотність на 0,19 рН, також зменшення показника спостерігалось у зразку №1 з вмістом СКР 5 % та 1 % гуарової камеді. Протилежні результати показали зразки 2 та 3 де рН збільшився до рівня 5,98, що на 0,04 та 0,02 більше за показники до теплової обробки.

Для дослідження впливу використання рослинної клітковини та камеді на окиснювальні процеси при зберіганні запечених паштетів. Термін придатності запечених паштетів складає 24 години згідно ДСТУ 4432:2005. Для вивчення перебігу деструктивних процесів в отриманих продуктах визначали величину пероксидного та кислотного числа на першу, третю і п'яту добу зберігання.

Пероксидне число є важливим кількісним показником наявності первинних продуктів окиснення – пероксидів та гідропероксидів – в жирах. Важливо відзначити, що на ранній стадії утворюються перекиси та гідроперокси, які суттєво не змінюють сенсорні (органолептичні) властивості жиру, зокрема смак і запах.

Перекисне число є корисним інструментом для визначення свіжості жиру і його ріст вказує початок окиснювального псування жиру. Вимірювання пероксидного числа дозволяє встановити, наскільки далеко зайшли окиснювальні процеси і допомагає передбачити тривалість зберігання жиромістивних продуктів та вчасно попереджати появу неприємного смаку та запаху, що відбувається пізніше внаслідок подальших окиснювальних реакцій (Pasichnyi et al., 2022).

Результати дослідження пероксидного числа запечених паштетів наведено на рисунку 5.

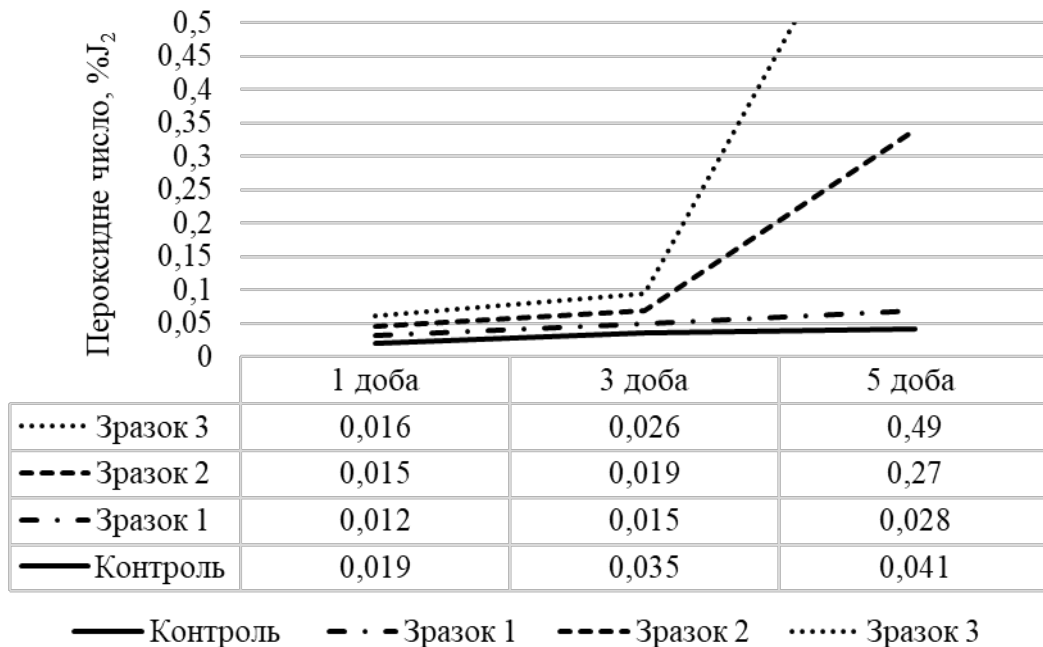


Рисунок 5. Значення пероксидного числа у запечених паштетах протягом 5 діб зберігання

Рисунок 5 демонструє динаміку пероксидного числа м'ясних паштетів протягом 5 діб зберігання у контрольному та модельних зразках. Згідно одержаних даних, початкове пероксидне число в усіх досліджуваних зразках було незначним і не перевищувало 0,019 %J₂. На третю добу зберігання зафіксовано зростання пероксидного числа усіх зразків. Найбільшу зміну показав контрольний зразок зі значенням 0,035 %J₂, а найкращим виявився зразок №1, де пероксидне число збільшилось до 0,015 %J₂. Серед модельних зразків вмістом рослинної сировини найвище значення пероксидного числа було в зразку №3, вміст СКР в якому становив 7 %.

На п'яту добу зберігання встановлено, що найвищі показники мали зразки №2 та №3, навіть у порівнянні з контролем. Найбільш стабільним на п'яту добу зберігання залишився зразок №1 з величиною пероксидного числа 0,028 %J₂, що вдвічі менше, чим в контрольному зразку.

Паралельно з моніторингом пероксидного числа, досліджували кінетику зростання киислотного числа. Кислотне число – це один з хімічних показників якості олій, жирів та продуктів з вмістом жиру. Кислотне число вказує на вміст карбонових кислот з різною довжиною ланцюга в продукті. Високе кислотне число вказує на наявність значної кількості кислих сполук, поява яких вказує на розвиток гідролітичних процесів. Це явище відоме як гідролітичне згіркнення, наслідком якого є поява неприємних запахів та смаку в продукті (Pasichnyi et al., 2022).

Дослідження кислотного числа в запечених паштетах проводили одночасно з визначенням пероксидного числа протягом 5 діб зберігання. Результати представлені на рисунку 6.

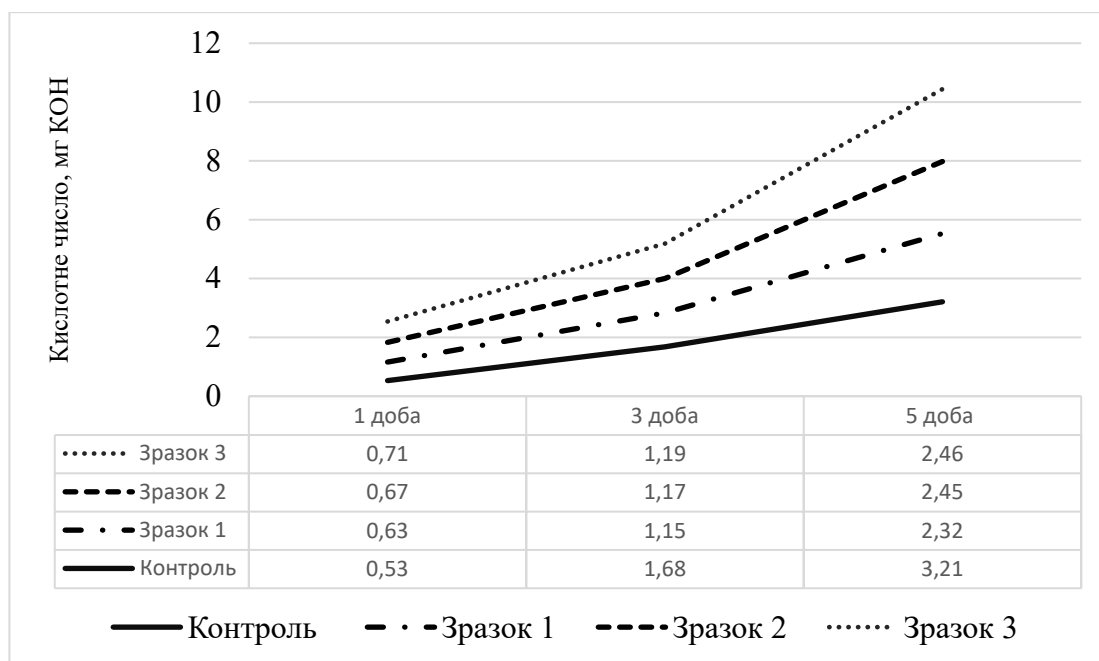


Рисунок 6. Значення кислотного числа у запечених паштетах протягом зберігання

На рис. 6 показано динаміку кислотного числа м'ясних паштетів протягом 5 діб зберігання. Величина кислотного числа в запечених м'ясних паштетах на першу добу зберігання не показала значних відмінностей зразків, всі значення знаходились в межах 0,53–0,71 мгКОН/г.

Після трьох діб зберігання визначення кислотного числа показало підвищення значення у контрольному зразку до рівня 1,68 мгКОН/г, а в паштетах з використанням СКР підвищення становило 1,15–1,19 мгКОН/г.

Після п'яти діб зберігання продукту, кислотне число в контрольному зразку показало збільшення на 1,53 мгКОН/г в порівнянні з попереднім значенням. Найнижче значення кислотного числа виявлене в зразку №1 на рівні 2,32 мгКОН/г.

Таким, чином, дослідження пероксидного та кислотного чисел протягом п'яти діб зберігання показало, що найкращі значення мав зразок №1, де використовувалось 5 % суміші клітковини рослинної та 1 % гуарової камеді. Однак збільшення вмісту рослинної сировини понад 5% призводить до погіршення як органолептичних, так і фізико-хімічних показників продукції в процесі зберігання.

Отримані результати демонструють суттєвий вплив суміші рослинної клітковини та гуарової камеді на функціонально-технологічні показники м'ясних паштетів. Загальна тенденція свідчить про те, що поєднання 5 % клітковини та 1 % гуарової камеді є оптимальним для стабілізації структури, покращення водоутримувальної здатності та уповільнення окисних процесів під час зберігання. Порівняння з іншими науковими дослідженнями дає змогу детальніше інтерпретувати ці результати.

Підвищення вмісту вологи та її утримання у дослідних зразках узгоджується з даними Aboagye et al. (2020), які зазначають, що природні властивості м'яса зумовлюють високий рівень вологи та залежність її стабільності від білково-жирової матриці продукту. У наших зразках до запікання вміст вологи становив 76,62–78,32 %, що на 1,2–1,7 % вище за контроль. Аналогічні тенденції спостерігали Augustyńska-Prejsnar et al. (2022), які показали, що додавання насіння льону та амаранту підвищує вологозв'язування у паштетах з птиці на 1,5–2,0 %. Таким чином, рослинні волокна у складі СКР проявили аналогічну дію.

Зміна вологозв'язуючої здатності (ВЗЗ) підтверджує ефективність поєднання рослинної клітковини зі структуроутворювальними полісахаридами. Наші дані свідчать, що до запікання ВЗЗм у модельних зразках була вищою за контроль на 16,33–17,92 %, а після запікання — на 15,79–16,34 %. Ці показники узгоджуються з результатами Funami et al. (2023), які показали,

що взаємодія білків та камедей формує стабільні гелеві структури, здатні ефективніше утримувати воду. Водночас Gao et al. (2022) також повідомляють, що додавання камедей підвищує гідратаційні властивості білків міофібрил у низькосольових системах. У нашому випадку саме зразок із найбільшим вмістом камеді (1 %) мав найвищу ВЗЗ, що підтверджує критичну роль гідроколоїдів.

Дещо інші тенденції спостерігались у зразках із більшим вмістом клітковини (6–7 %). Незважаючи на зростання масової частки рослинної сировини, ефект утримання вологи був нижчим, ніж у зразку з 5 %. Це може бути пов'язано із надмірним розбавленням білкової матриці, що також зазначали Momchilova et al. (2019), досліджуючи заміну жиру інуліном та борошном сочевиці. Вони встановили, що при перевищенні певної межі волокнисті компоненти можуть порушувати структуру білкової мережі, що знижує стабільність гелів.

Порівняння результатів рН показало, що введення 5–7 % рослинної клітковини знижує активну кислотність на 0,10–0,18 одиниці порівняно з контролем. Це узгоджується з даними Webb et al. (2022), які спостерігали подібне зниження рН у білково-рослинних системах із додаванням бобових волокон. Після запікання частина зразків (2 та 3) демонструвала невелике підвищення рН (на 0,02–0,04), що відрізняється від контролю. Подібне явище описують Rather et al. (2020), припускаючи, що полісахариди можуть частково зв'язувати протони або реагувати з низькомолекулярними кислотами. Це може пояснювати зміщення рН у наших зразках після термічної обробки.

Особливу увагу привертає вплив СКР і камеді на окиснювальні процеси. У нашому дослідженні зразок із 5 % клітковини мав найнижчі значення пероксидного (0,028 %J₂) та кислотного (2,32 мг КОН/г) чисел на п'яту добу зберігання, що узгоджується з численними даними щодо антиоксидантної активності рослинної сировини. Зокрема, Aziz et al. (2020) вказують на високий вміст фенольних речовин у розторопші, які здатні пригнічувати утворення гідропероксидів, а Dotto & Chacha (2020) описують антиоксидантну дію компонентів насіння гарбуза. Подібно до наших результатів, Ferysiuk et al. (2020) показали, що додавання 10 % розторопші до паштетних систем знижує продукти окиснення ліпідів на 20–30 % порівняно з контролем.

Натомість у зразках з 6–7 % СКР пероксидне число на п'яту добу було вищим не лише порівняно зі зразком 1, але й місцями перевищувало контроль. Аналогічні тенденції описують Manassis et al. (2020), наголошуючи, що надмірна кількість рослинних волокон може не лише втрачати антиоксидантний ефект, а й збільшувати кількість доступних ненасичених ліпідів, що здатні окиснюватися. Структурне розбавлення білково-жирової матриці може також призводити до менш рівномірного розподілу вологи та жиру, що сприяє локальній активації окисних процесів.

Таким чином, порівняння з літературними джерелами підтверджує, що оптимальна кількість структуроутворювальних рослинних інгредієнтів є ключовим чинником для стабільності м'ясних систем. Наші результати узгоджуються з даними багатьох авторів, проте відрізняються від окремих робіт масштабами ефектів. Наприклад, Ferysiuk et al. (2020) зазначали більш суттєве зниження окисних показників при 10 % додатку розторопші, тоді як у нашому випадку підвищення частки клітковини понад 5–6 % уже погіршувало якість. Це може бути пов'язано з особливостями поєднання трьох типів клітковини, різною часткою ліпідів у сировині та специфікою термообробки.

Сумарно, проведений аналіз показує, що саме поєднання 5 % СКР + 1 % гуарової камеді забезпечує найбільш збалансовану структуру, максимальну ВЗЗ та мінімальні значення окисних показників. Це підтверджує перспективність комбінування волокон різного походження зі структуроутворювальними полісахаридами для створення функціонально вдосконалених м'ясних продуктів.

ВИСНОВКИ. Проведені дослідження підтверджують доцільність використання суміші рослинної клітковини (насіння льону, гарбуза та розторопші) у поєднанні з гуаровою камеддю для підвищення функціонально-технологічних властивостей м'ясних паштетів.

Встановлено, що введення 5 % суміші клітковини рослинної та 1 % гуарової камеді забезпечує оптимальні показники вологоутримувальної здатності – 77,23 % до запікання та 76,44 % після термічної обробки, що свідчить про стабільність структури продукту під час теплового впливу.

Заміна частини м'ясної сировини на рослинну не впливає істотно на кислотність паштетів: після запікання показник рН залишається стабільним у межах 5,93–5,98, що забезпечує належну консистенцію та смакову збалансованість готового продукту.

Дослідження показників окиснювальної стабільності під час зберігання показало, що зразок із 5 % суміші клітковини мав найнижчі значення перекисного (0,028 %J₂) та кислотного (2,32 мгКОН/г) чисел на п'яту добу зберігання, що свідчить про уповільнення процесів ліпідного окиснення.

Збільшення концентрації рослинної клітковини понад 5 % спричиняє підвищення інтенсивності окисних процесів, що може негативно впливати на збереження якості готового продукту під час зберігання.

Отримані результати доводять, що використання суміші рослинної клітковини у кількості 5 % у поєднанні з 1 % гуарової камеді є технологічно доцільним для виробництва запечених м'ясних паштетів із поліпшеними вологоутримувальними, структурними та окислювальними характеристиками, а також із потенційно подовженим терміном зберігання.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на визначення оптимального співвідношення видів рослинної клітковини у складі СКР та оцінку їх синергічної дії в різних м'ясних системах. Перспективним є також вивчення впливу СКР і гуарової камеді на структурно-механічні та сенсорні характеристики паштетів протягом тривалішого зберігання, включно з моделюванням прогнозованої стабільності продукту. Доцільним є дослідження взаємодії клітковини з білками та ліпідами у мікроструктурному аспекті, що дозволить поглибити розуміння механізмів стабілізації системи. Крім того, перспективним напрямом є розширення застосування суміші клітковини в інших видах комбінованих м'ясних виробів і оцінка її впливу на їхню харчову ефективність та технологічні властивості.

References

- Aboagye, G., Zappaterra, M., Laghi, L., Dall'Olio, S., Petracci, M., & Nanni Costa, L. (2020). Water status in meat from pig breeds strongly differing in growth performances. *Food Chemistry*, 305, 125445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125445>
- Alirezalu, K., Pateiro, M., Yaghoubi, M., Alirezalu, A., Peighambaroust, S. H., & Lorenzo, J. M. (2020). Phytochemical constituents, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products. A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 292–306. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.010>
- An, Y., Lu, W., Li, W., Pan, L., Lu, M., Cesarino, I., Li, Z., & Zeng, W. (2022). Dietary Fiber in Plant Cell Walls—The Healthy Carbohydrates. *Food Quality and Safety*. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyab037>
- Augustyńska-Prejsnar, A., Ormian, M., Sokołowicz, Z., & Kaćaniová, M. (2022). The Effect of the Addition of Hemp Seeds, Amaranth, and Golden Flaxseed on the Nutritional Value, Physical, Sensory Characteristics, and Safety of Poultry Pâté. *Applied Sciences*, 12(10), 5289. <https://doi.org/10.3390/app12105289>
- Awad, A. M., Kumar, P., Ismail-Fitry, M. R., Jusoh, S., Ab Aziz, M. F., & Sazili, A. Q. (2022). Overview of Plant Extracts as Natural Preservatives in Meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (8), 16796. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16796>
- Aziz, M., Saeed, F., Ahmad, N., Ahmad, A., Afzaal, M., Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., & Anjum, F. M. (2020). Biochemical profile of milk thistle (*Silybum Marianum* L.) with special reference to silymarin content. *Food Science & Nutrition*, 9, 244–250. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1990>

- Das, A. K., Nanda, P. K., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 323–336. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.010>
- Dinani, S. T., Broekema, N. L., Boom, R., & van der Goot, A. J. (2022). Investigation potential of hydrocolloids in meat analogue preparation. *Food Hydrocolloids*, 108199. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108199>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Dotto, J. M., & Chacha, J. S. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Scientific African*, 10, Стаття e00575. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00575>
- Feng, Y., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. R. (2020). LC-ESI-QTOF/MS characterization of bioactive compounds from black spices and their potential antioxidant activities. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4671–4687. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04504-4>
- Ferysiuk, K., Wójciak, K. M., & Materska, M. (2020). Phytochemical profile of *Silybum marianum* (L.) Gaertn and *Graminis rhizoma* and its influence on the bioactivity and shelf life of industrially produced pâté. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(4), 1586–1598. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14385>
- Funami, T., Nakano, K., Maeda, K., Yamasaki, H., & Nakauma, M. (2023). Characteristics of O/W emulsion gels stabilized by soy protein-xanthan gum complex for plant-based processed meat products. *Journal of Texture Studies*, 54 (3), 428–439. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12757>
- Gao, T., Zhao, X., Li, R., Bassey, A., Bai, Y., Ye, K., Deng, S., & Zhou, G. (2022). Synergistic effects of polysaccharide addition-ultrasound treatment on the emulsified properties of low-salt myofibrillar protein. *Food Hydrocolloids*, 123, 107143. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107143>
- Horita, C. N., Baptista, R. C., Caturla, M. Y. R., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., & Sant'Ana, A. S. (2018). Combining reformulation, active packaging and non-thermal post-packaging decontamination technologies to increase the microbiological quality and safety of cooked ready-to-eat meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 72, 45–61. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.003>
- Kiczorowska, B., Samolińska, W., Andrejko, D., Kiczorowski, P., Antoszkiewicz, Z., Zajac, M., Winiarska-Mieczan, A., & Bąkowski, M. (2019). Comparative analysis of selected bioactive components (fatty acids, tocopherols, xanthophyll, lycopene, phenols) and basic nutrients in raw and thermally processed camelina, sunflower, and flax seeds (*Camelina sativa* L. Crantz, *Helianthus* L., and *Linum* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 56(9), 4296–4310. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03899-z>
- Lee, J.-G., Chae, Y., Shin, Y., & Kim, Y.-J. (2020). Chemical composition and antioxidant capacity of black pepper pericarp. *Applied Biological Chemistry*, 63(1). <https://doi.org/10.1186/s13765-020-00521-1>
- Li, Y., Cheng, Q., Guo, J., Wang, J., & Yang, X. (2023). Structuring meat analogs by citrus fiber with reduced salt intake. *Journal of Food Science*, 88, 3204–3215. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16690>
- Li, Y., Guo, J., Wang, Y., Zhang, F., Chen, S., Hu, Y., & Zhou, M. (2023). Effects of hydrocolloids as fat-replacers on the physicochemical and structural properties of salt-soluble protein isolated from water-boiled pork meatballs. *Meat Science*, 204, 109280. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109280>
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Sant'Ana, A. S., Carvalho, R. B., Barba, F. J., Toldrá, F., Mora, L., & Trindade, M. A. (2018). Main characteristics of peanut skin and its role for the preservation of meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 77, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.007>

- Lyu, Y., Bi, J., Chen, Q., Wu, X., Qiao, Y., Hou, H., & Zhang, X. (2021). Bioaccessibility of carotenoids and antioxidant capacity of seed-used pumpkin byproducts powders as affected by particle size and corn oil during in vitro digestion process. *Food Chemistry*, 343, 128541. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128541>
- Manessis, G., Kalogianni, A. I., Lazou, T., Moschovas, M., Bossis, I., & Gelasakis, A. I. (2020). Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 9(12), 1215. <https://doi.org/10.3390/antiox9121215>
- Mohammadi-Sartang, M., Sohrabi, Z., Barati-Boldaji, R., Raeisi-Dehkordi, H., & Mazloom, Z. (2017). Flaxseed supplementation on glucose control and insulin sensitivity: a systematic review and meta-analysis of 25 randomized, placebo-controlled trials. *Nutrition Reviews*, 76(2), 125–139. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux052>
- Momchilova, M., Gradinarska, D., Petrova, T., Zsivanovits, G., Bakalov, I., Penov, N., & Yordanov, D. (2019). INULIN AND LENTIL FLOUR AS FAT REPLACERS IN MEAT-VEGETABLE PÂTÉ – A MIXTURE DESIGN APPROACH. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 11(3), 5-14. <https://doi.org/10.34302/cptjfst/2019.11.3.1>
- Mumyapan, M., Aktaş, N., & Gerçekaslan, K. E. (2022). Seed pumpkin flour as a dietary fiber source in Bologna-Type sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16586. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16586>
- Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Cox, R. B., Mallikarjunan, K., & Roohinejad, S. (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, 145, 245–255. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.031>
- Novgorodska, N., Solomon, A., & Bernyk, I. (2021). Quality assessment of minced meat systems using vegetable raw materials. *FOOD RESOURCES*, 9(17), 119–128. <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-12>
- Pasichnyi, V., Bozhko, N., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., Svyatnenko, R., Haschuk, O., & Moroz, O. (2022). Studying the influence of berry extracts on the quality and safety indicators of half-smoked sausages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11(115)), 33–40. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252369>
- Qin, W., Sun, L., Miao, M., & Zhang, G. (2021). Plant-sourced intrinsic dietary fiber: Physical structure and health function. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 341–355. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.022>
- Rather, S. A., Masoodi, F. A., Rather, J. A., Akhter, R., Gani, A., & Ganaie, T. A. (2020). Effects of xanthan gum, canning and storage period on fatty acid profile and cholesterol oxidation of emulsified low-fat meat product of India. *Food Chemistry*, 128450. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128450>
- Ryapolova, I. O., & Telenyk, Ya. S. (2023). SENSORY INDICATORS OF THE QUALITY AND SAFETY OF THE DESIGNED COMBINED MEAT PATES. *Taurian Scientific Herald. Series: Technical Sciences*, (3), 70–78. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.9>
- Sholpan, A., Lamas, A., Cepeda, A., & Franco, C. M. (2019). Raw poultry meatballs with soya flour: Shelf life and nutritional value. *Foods and Raw Materials*, 396–402. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-396-402>
- Stabnikova, O., Marinin, A., & Stabnikov, V. (2021). Main trends in application of novel natural additives for food production. *Ukrainian Food Journal*, 10(3), 524–551. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2021-10-3-8>
- Torrijos, R., Righetti, L., Cirlini, M., Calani, L., Mañes, J., Meca, G., & Dall'Asta, C. (2022). Phytochemical profiling of volatile and bioactive compounds in yellow mustard (*Sinapis alba*) and oriental mustard (*Brassica juncea*) seed flour and bran. *LWT*, 114221. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114221>
- Ursachi, C. Ș., Perța-Crișan, S., & Munteanu, F.-D. (2020). Strategies to Improve Meat Products' Quality. *Foods*, 9(12), 1883. <https://doi.org/10.3390/foods9121883>

- Webb, D., Dogan, H., Li, Y., & Alavi, S. (2022). Use of legume flours and fiber for tailoring structure and texture of pea protein-based extruded meat alternatives. *Journal of Food Science*, 88, 57–71. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16397>
- Zamuz, S., López-Pedrouso, M., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Domínguez, H., & Franco, D. (2018). Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: Evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential. *Food Research International*, 112, 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.053>

Отримано 25.08.2025 р., прийнято до друку 15.11.2025 р.