

УДК 637.146

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2025.73>

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЯЛОВИЧИХ КОНСЕРВІВ ІЗ М'ЯСА КАТЕГОРІЇ DFD

Юрій Григорович Медведєв

здобувач ступеня доктора філософії,

<https://orcid.org/0009-0009-8178-3097>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Анотація. М'ясо відіграє важливу роль у структурі харчування як цінне джерело повноцінних білків, що містять усі незамінні амінокислоти, а також мінералів та вітамінів, зокрема вітаміну B12. Однак у сучасних умовах виробництва виникають значні логістичні труднощі, пов'язані з транспортуванням худоби до місць забою. Несвоєчасна доставка тварин спричиняє їхній стресовий стан, що негативно впливає на якість м'яса, зумовлюючи порушення процесів автолізу та перехід у стан DFD (Dark, Firm, Dry). Таке м'ясо характеризується темним забарвленням, підвищеною жорсткістю, зниженою здатністю до утримання вологи, а також погіршеними органолептичними показниками (консистенція, колір, смак, запах). Це суттєво ускладнює його подальше використання у виробництві м'ясних продуктів.

Крім того, ще однією значною проблемою при зберіганні м'яса є його висока чутливість до мікробіологічного псування. Традиційні методи подовження термінів придатності, такі як використання захисної атмосфери, охолодження, заморожування чи застосування антибактеріальних агентів, не завжди забезпечують необхідний рівень мікробіологічної стабільності продукту. Відтак, актуальним є пошук технологічних рішень для ефективного збереження м'яса та запобігання його псуванню.

У межах проведеного дослідження запропоновано технологію стерилізації м'ясної суміші, що дозволяє значно подовжити термін придатності продукту. Враховуючи обмежену доступність високоякісної яловичини, було розроблено рецептуру на основі DFD-м'яса, у якій вміст яловичини знижено з 65,3 % до 50,5 %. Зменшення вмісту білка компенсовано додаванням соєвого білкового концентрату PRO HAM, що сприяє покращенню харчової цінності продукту. Для забезпечення необхідної консистенції та поліпшення органолептичних властивостей до м'ясної суміші введено 6,3 % яловичого жиру-сирцю.

Органолептична оцінка отриманої композиції продемонструвала її покращені якісні характеристики порівняно зі стандартною рецептурою, у якій використовується м'ясо категорії NOR. Інтегральні показники якості експериментальної композиції становили $9,2 \pm 0,5$ бала, що перевищує аналогічний показник контрольного зразка ($7,8 \pm 0,9$ бала). Отримані результати свідчать про ефективність запропонованого підходу до переробки DFD-м'яса, що дозволяє підвищити якість готового продукту та подовжити його термін зберігання.

Ключові слова: яловичина, стерилізація, м'ясо DFD, соєвий концентрат, органолептичні властивості

UDC 637.146

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2025.73>

DEVELOPMENT OF FORMULATION OF CANNED MEAT PRODUCED OF BEEF OF CATEGORY OF DFD

Yuriy Medvedev

applicant for higher education with the degree of Doctor of Philosophy

<https://orcid.org/0009-0009-8178-3097>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, Heroiv Oborony Street, 15, Kyiv, Ukraine*

Abstract. *Meat plays an important role in the structure of nutrition as a valuable source of complete proteins containing all essential amino acids, as well as minerals and vitamins, particularly vitamin B12. However, in modern production conditions, significant logistical difficulties arise associated with the transportation of livestock to slaughterhouses. Untimely delivery of animals causes their stress state, which negatively affects the quality of meat, causing disruption of autolysis processes and transition to the DFD (Dark, Firm, Dry) state. Such meat is characterized by dark color, increased stiffness, reduced ability to retain moisture, as well as deteriorated organoleptic indicators (consistency, color, taste, smell). This significantly complicates its further use in the production of meat products. In addition, another significant problem in the storage of meat is its high sensitivity to microbiological spoilage. Traditional methods of extending shelf life, such as the use of a protective atmosphere, cooling, freezing or the use of antibacterial agents, do not always provide the required level of microbiological stability of the product. Therefore, the search for technological solutions for the effective preservation of meat and the prevention of its spoilage is relevant. Within the framework of the conducted research, a technology for sterilization of meat mixture was proposed, which allows to significantly extend the shelf life of the product. Taking into account the limited availability of high-quality beef, a recipe based on DFD meat was developed, in which the beef content was reduced from 65.3% to 50.5%. The decrease in protein content was compensated by the addition of soy protein concentrate PRO HAM, which contributes to improving the nutritional value of the product. To ensure the required consistency and improve organoleptic properties, 6.3% of raw beef fat was added to the meat mixture. Organoleptic evaluation of the obtained composition demonstrated its improved quality characteristics compared to the standard recipe, which uses NOR category meat. The integral quality indicators of the experimental composition were 9.2 ± 0.5 points, which exceeds the similar indicator of the control sample (7.8 ± 0.9 points). The obtained results indicate the effectiveness of the proposed approach to processing DFD meat, which allows to improve the quality of the finished product and extend its shelf life.*

Keywords: *beef, sterilization, DFD meat, soybean concentrate, organoleptic properties*

ВСТУП. Рациональне та збалансоване харчування є фундаментальною основою здоров'я людини, що визначає її фізіологічний стан, працездатність та тривалість життя. У науковій літературі прийнято класифікувати продукти харчування за групами відповідно до їх харчової цінності та ролі у метаболічних процесах. До основних груп належать: молочні продукти, м'ясні продукти, фрукти та овочі, а також зернові культури. У той же час цукри, масла та очищені жири не відносять до базових харчових груп через їх високу доступність та відсутність дефіциту у сучасних раціонах (Bal-Prylpyko *et al.*, 2022).

Серед цих груп м'ясні продукти займають особливе місце, оскільки є джерелом високоякісного білка, що містить усі незамінні амінокислоти у необхідних пропорціях. Тваринний білок, на відміну від білків рослинного походження, має високу біологічну цінність завдяки оптимальному балансу амінокислот та високій ступені засвоюваності організмом людини. До незамінних амінокислот, які надходять лише з їжею та не можуть синтезуватися організмом, належать: аргінін (особливо важливий для дітей та осіб похилого віку), валін, гістидин (клю-

човий для дітей), ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан та фенілаланін. Ці компоненти необхідні для нормального функціонування м'язової, нервової та імунної систем людини, а також для синтезу ферментів і гормонів (Bal-Prylupko *et al.*, 2023).

Окрім білкового складу, м'ясо є унікальним джерелом есенціальних мікроелементів, зокрема заліза, цинку, селену, фосфору, магнію та калію. Важливою характеристикою м'яса є вміст гемового заліза, яке засвоюється значно ефективніше, ніж негемове залізо з рослинних продуктів. Це робить м'ясні продукти незамінним елементом раціону, особливо для людей, які страждають на залізодефіцитну анемію. Окрім того, м'ясо містить комплекс вітамінів групи В, зокрема вітамін В₁₂, що бере участь у кровотворенні, функціонуванні нервової системи та метаболізмі нуклеїнових кислот (Allai *et al.*, 2022).

Світове виробництво м'ясної продукції стикається з рядом викликів, зокрема з проблемами транспортування, зберігання та переробки сировини. Логістичні труднощі, що виникають при транспортуванні худоби до місць забою, часто призводять до стресового стану тварин, що, у свою чергу, негативно впливає на біохімічні процеси у м'язових тканинах. Це спричиняє розвиток аномальних процесів автолізу, що призводять до утворення м'яса категорії DFD (Dark, Firm, Dry). Таке м'ясо характеризується темним кольором, жорсткою консистенцією, зниженою здатністю до утримання вологи та погіршеними органолептичними властивостями (Caio *et al.*, 2020).

Важливим аспектом у виробництві м'ясних продуктів є проблема мікробіологічної стабільності. Свіже м'ясо є середовищем, сприятливим для розвитку патогенної мікрофлори, що ускладнює його зберігання та транспортування. Традиційні методи консервації, такі як охолодження, заморожування, вакуумне пакування, використання модифікованої атмосфери та антибактеріальних агентів, мають певні обмеження щодо ефективності, оскільки не забезпечують тривале збереження якісних характеристик продукту без змін його структури та харчової цінності (Das *et al.*, 2020; Deleu *et al.*, 2020).

У зв'язку з цим гостро постає питання розробки технологій, що дозволяють не лише подовжити термін придатності м'ясної продукції, а й забезпечити її високу харчову цінність та органолептичні показники. Одним із перспективних напрямів є використання технологій термічної стерилізації м'ясної сировини, що дозволяє значно подовжити термін її придатності, не втрачаючи ключових харчових та смакових характеристик.

Метою даного дослідження є розробка технології виробництва м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання на основі м'яса категорії DFD із застосуванням технологічних прийомів, що покращують його якість.

Наукова новизна роботи полягає у розробці технологічного рішення щодо переробки DFD-м'яса, що дозволяє підвищити якість кінцевого продукту та розширити ресурсну базу м'ясопереробної галузі. Використання соєвого білкового концентрату та регулювання жирової фракції дозволяє компенсувати структурні зміни у м'ясі DFD-категорії та забезпечити високу якість кінцевої продукції.

Практична значущість дослідження полягає у можливості впровадження запропонованої технології у промислових умовах, що сприятиме раціональному використанню сировини, зниженню виробничих витрат та підвищенню доступності м'ясних продуктів для споживачів.

Таким чином, дослідження технологій виробництва м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання є важливим напрямом розвитку харчової промисловості, що дозволяє вирішити низку актуальних проблем, пов'язаних із якістю, безпечністю та доступністю м'ясної продукції. Запропоновані рішення мають потенціал для широкого впровадження у м'ясопереробній галузі та сприятимуть підвищенню ефективності використання ресурсів.

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД. Найчастіше під м'ясом розуміють усі частини тіла тварини після зняття шкури та відокремлення голови, нижніх частин кінцівок і внутрішніх органів. Його харчова цінність пояснюється високим вмістом повноцінного тваринного білка, кількість

якого, залежно від типу та віку тварини варіюється у межах 15-20 %. Крім того, серед життєво необхідних складових м'ясо містить від 0,8 до 1,6 % мінеральних речовин, серед яких слід відзначити залізо, калій, кальцій, магній, натрій фосфор, цинк, йод. З м'ясом організм отримує вітаміни *A* і *D* та широкий комплекс вітамінів групи *B* – *B1*, *B2*, *B3*, *B6*, а також практично відсутній в рослинній їжі вітамін *B12* (Calderón-Ospina & Nava-Mesa, 2020).

До складу м'яса входять такі основні тканини:

- м'язова – 50-65 %;
- жирова – 5-30 %;
- сполучна – 10-16 %;
- кісткова – 7-30 %.

Крім того до м'яса відносять кровоносні та лімфатичні судини, лімфатичні вузли та нерви. За даними ФАО, його світове споживання досягло на 2019 рік 34,0 кілограма на середньостатистичну душу, а кількість забитих на м'ясо тварин суттєво перевищує 65 мільярдів і становить за даними ФАО (табл. 1) (FAO, 2019):

Таблиця 1. Кількість наземних тварин, забитих на м'ясо в 2019 році

Тварини	Кількість
Кури	61 171 973 510
Качки	2 887 594 480
Свині	1 451 856 889
Кролі	1 171 578 000
Індички	618 086 890
Вівці	536 742 256
Велика рогата худоба	298 799 160
Буйволи	25 798 819
Коні	4 863 367

Джерело: ФАО

Водночас рівень виробництва м'яса в різних країнах суттєво залежить від рівня економічного розвитку, релігійних та національних традицій харчування (табл. 2).

Таблиця 2. Річна кількість спожитого м'яса на душу населення в деяких країнах світу, кг

Країна	2002 р.	2009 р.	2017 р.	2020 р.
 США	124,8	120,2	121	124,11
 Австралія	108,2	111,5	114,26	121,61
 Аргентина	79,7	98,3	112,17	109,39
 Іспанія	118,6	97	н.д.	100,26
 Монголія	108,8	82,1	87,9	88,38
 Республіка Корея	48	54,1	55,89	70,71
 КНР	52,4	58,2	61,7	60,60
 Японія	45,9	45,9	49,34	49,33
 Україна	32,3	48,5	48,49	46,92
 Туреччина	19,3	25,3	39,97	38,87
 Ангола	25	22,4	23,43	23,49
 КНДР	10,8	13,4	н.д.	13,67
 Шрі Ланка	6,6	6,3	6,5	9,04
 Ефіопія	7,9	8,5	7,2	5,40
 Бангладеш	3,1	4	4,27	4,04
 Індія	5,2	4,4	3,97	3,78

Джерело: ФАОа; ФАОб

Незважаючи на величезні кількості нетрадиційних джерел постачання м'яса на ринок, основна його кількість припадає на обмежену кількість свійських тварин (табл. 3).

Таблиця 3. Річний рівень споживання м'яса у світі в розрахунку на одну людину у 2019 році, кг

Вид м'яса	Загальне споживання	Частка, %
Курятина	14,7	43
Свинина	11,1	33
Яловичина	6,4	19
Баранина та козлятина	1,8	5
Загалом	34	100

Джерело: FAOb

За сучасними тенденціями розвитку м'ясопереробної промисловості, частка білого м'яса на ринку монотонно зростає при постійному зменшенні частки спожитої яловичини: за даними ФАО, за період з 1990 року кількість спожитої в світі яловичини на душу населення зменшилася з 10,4 кілограма у 1990 році до 9,6 кг у 2009 році і 6,4 кг у 2019 році (табл. 2).

Україна за рівнем споживання м'яса знаходиться в «золотій середині»: тут на душу населення припадає 46-48 кілограмів м'яса на рік. Згідно із статистичними даними, найбільша частка в цій кількості належить курятині: 24,3 кг (49,7 %) у 2017 році, та 25,2 кг (51,9 %) у 2018 році та 25,5 кг (54,3 % у 2019 році). За м'ясом птиці слідує свинина – 13,8 кг, 12,6 кг і 13,0 кг у 2017 – 2019 рр., та яловичина – відповідно 3,1 кг, 5,4 кг та 4,8 кг на душу населення у 2017 – 2019 рр., однак тенденції розвитку ринку м'яса свідчать про суттєво недостатню кількість спожитої яловичини, що виводить на порядок денний проблему збільшення в раціоні частки яловичого м'яса (Henchion et al., 2019).

Оскільки в умовах воєнного часу доступ значних груп населення до свіжого м'яса та якісних продуктів його переробки суттєво ускладнений, усе більшої значимості набуває якість сировини, склад та консистенція якої суттєво залежить від стану худоби, яка поступає на забій та часу її надходження на переробку. Остання проблема постає, оскільки після забою тварини, у тканини припиняється надходження кисню та суттєво гальмуються процеси вироблення енергії, а в тканинах накопичуються кінцеві продукти обміну речовин. За прийнятими поглядами ці процеси відомі як задубіння та ущільнення структури м'яса (Melnichuk et al., 2009). У разі нормального проходження процесів автолізу рН м'яса знижується з нормальних 7,2-7,4 до 5,4-5,8, результатом чого є інтенсифікація реакцій формування кольору через перехід двовалентного заліза міоглобіну в тривалентний стан, та змінюються характеристики м'яса – механічна стійкість, здатність до зв'язування вологи, смак, аромат. Перетворення реакції м'язової тканини, отриманої від тварини, яка надійшла на забій у задовільному стані, із зменшенням її рН до 5,2-5,5 відбуваються впродовж 60 хв (Такаш et al., 2021).

Проте в умовах інтенсивного розведення тварин у промислових умовах у м'ясі все частіше виявляються суттєві відхилення від звичайних процесів автолізу. Проблема ускладнюється тим, що м'ясо та продукти на його основі не відносяться до продуктів тривалого зберігання. За існуючим досвідом є псування м'ясної сировини та втрата до 21 % продукту в процесі його виробництва, зберігання, транспортування та реалізації (Jančić et al., 2021).

На підприємствах із переробки м'яса сировину прийнято відносити до трьох категорій (Bal-Prylypko L.V. et al., 2023):

- м'ясо нормальне (позначення NOR – від англійського *normal*);
- м'ясо м'яке, бліде, водянисте або ексудативне (позначення PSE – від англійського *pale, soft, exudative*);
- м'ясо темне, жорстке, сухе (позначення DFD – від англійського *dark, firm, dense*).

Серед головних причин виникнення відхилень якості м'яса від нормального стану слід відзначити відгодівлю тварин із використанням гормональних препаратів, а також порушення умов передзабійної витримки та технології первинної переробки худоби (табл. 4):

Таблиця 4. Критерії оцінки якості м'ясної сировини

	Нормальне м'ясо	М'ясо з ознаками PSE	М'ясо з ознаками DFD
Характерні ознаки	Насичений рожево-червоний колір, пружна консистенція, характерних запах, висока ВЗЗ	Світле забарвлення, рихла консистенція, кислуватий присмак, виражене відділення м'ясного соку, низька ВЗЗ	Темно-червоний колір, жорстка консистенція, низька стабільність при зберіганні, висока ВЗЗ
Причини утворення	Нормальний розвиток автолізу	Недостатня рухомість тварини, короткочасний стрес	Тривалий стрес
Методи ідентифікації	pH = 5,6-6,2, органолептика	pH = 5,2-5,5 через 60 хвилин після забою, органолептика	pH вище 6,2 через 24 години після забою, органолептика

Джерело: авторська розробка

Основною причиною утворення характерної низьким pH, світлим забарвленням та кислим присмаком дряблої структури м'яса (м'яса з ознаками PSE) вважають короткочасний стрес безпосередньо перед забоєм, що веде до значного викиду адреналіну. Наслідком є швидке підвищення вмісту в крові глюкози та посилюються процеси тканинного обміну. У результаті процеси гліколізу прискорюються, що веде до часткової денатурації білків з усіма зазначеними вище негативними наслідками (Bal-Prylypko *et al.*, 2024). Таке м'ясо не може бути використаним в чистому вигляді при виробництві сировокопчених продуктів, вареної ковбаси, сосисок, сарделенок. Також його не використовують при виробництві варених окороків через водянистий стан та нерівномірність забарвлення. Оптимальним способом його переробки є використання в суміші з м'ясом категорії NOR та/або DFD при виробництві емульсійних та сировокопчених ковбас, та рублених напівфабрикатів (табл. 5) (Ijaz *et al.*, 2020).

Таблиця 5. Рекомендовані способи використання м'ясної сировини з ознаками PSE та DFD

PSE	DFD
у парному стані, у сполученні з м'ясом DFD, у комплексі з соєвими ізолятами, з добавками фосфатів, у комбінації з м'ясом NOR високої сортності	під час виготовлення емульгованих ковбас, солених виробів із коротким терміном зберігання, у сполученні з м'ясом PSE, під час виготовлення заморожених виробів

Джерело: авторська розробка

М'ясо категорії DFD, якість якого суттєво поступається м'ясу з нормальним проходженням автолізу, доцільно за нестачі достатніх кількостей м'яса NOR використовувати при виробництві м'ясних продуктів тривалого терміну зберігання. Утворюється воно за недостатньої уваги до умов передзабійного утримання худоби, наприклад, у випадках перенесення тваринами тривалого стресу (24-48 годин), коли запаси глікогену в м'ясі на момент забою майже вичерпуються, що веде до практичного припинення утворення у ньому молочної кислоти із збереженням високого – на рівні близько 7.0 – значення pH (Rosa *et al.*, 2016). Ре-

зультатом є потемніння кольору м'яса і збільшення твердості на дотик внаслідок суттєвого зменшення ним вмісту води, відповідно збільшення масової частки сухих речовин. Такі зміни супроводжуються також суттєвим погіршенням й інших органолептичних властивостей (смаку, аромату) (Rosa et al., 2016). Звідси слідє рекомендація використовувати м'ясо DFD ще до початку процесів автолізу, тобто відразу після забою (Rosa et al., 2016).

Основною проблемою, що постає перед виробниками м'ясної продукції, є нетривалий час збереження м'ясом придатності до споживання. Головною причиною прискореного псування м'ясної продукції є розвиток мікроорганізмів в початково стерильному м'ясі. Під таким розуміють появу неприйнятних сенсорних та органолептичних властивостей продуктів: зміну кольору, ослизнення, виділення рідини, утворення сторонніх запахів та небезпечних для стану організму продуктів метаболізму мікроорганізмів (Sadvari et al., 2024).

Найбільш вразливим до атак мікроорганізмів є м'ясо категорії DFD, що зумовлено перш за все високим значенням рН за одночасно високої активності води. За даними спеціальних досліджень, м'ясо DFD схильне до більш швидкого бактеріального обсіменіння з подальшим розмноженням небезпечної мікрофлори, перш за все бактерій класів *E. Coli* та *Pseudomonas*. Крім того, у ньому виявлені небезпечні для стану здоров'я мікроорганізми, присутність яких у харчових продуктах не допускається, а саме бактерії групи кишкової палички, та особливо небезпечні штами класів *Clostridium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Staphylococcus Aureus* (Shange et al., 2019).

Прискореному псуванню м'яса з ознаками DFD порівняно з м'ясом інших двох категорій сприяє практична відсутність глюкози, через що під дією бактеріальної мікрофлори у ньому з самого початку відбувається супроводжуване утворенням сполук лужної природи розкладання амінокислотної складової (Saraiva et al., 2023). Найбільш активними у появі сильного неприємного запаху відіграють мало активні у м'ясі категорій NOR та PSE бактерії штаму *E. Liquefaciens* здатні до розмноження при значеннях рН більших від 6,0, а причиною утворення специфічного позеленіння є активність бактерій *Altermonas Putrefaciens* (Bekhit et al., 2021).

Підвищена активність небажаної мікрофлори обмежує тривалість його придатності до споживання навіть в умовах утримання при низьких температурах, що ставить умову його термінової переробки в продукти тривалого зберігання. Оптимальним способом у цьому є консервування. Традиційно використовують для цього наступні методи:

- фізичні – використання низьких (охолодження, заморожування) та високих температур (стерилізація, варка та ін.);
- хімічні – посол та маринування;
- фізико-хімічні – копчення, в'ялення висушування;
- біологічні – пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів.

Традиційно виробники намагаються уникнути втрат свіжої продукції використовуючи у більшості випадків прийоми її пакування в захисній атмосфері. За вимогами законодавства до її формування допускаються використовувані у різних співвідношеннях азот та диоксид вуглецю (Shange et al., 2019). Упаковка м'яса в атмосферу, яка на 99 % складається з інертного до речовин м'яса азоту, дозволяє загальмувати розвиток анаеробної мікрофлори та із збереженням кольору подовжити термін його придатності до 20 діб. Двооксид вуглецю суттєво уповільнює або зовсім зупиняє розвиток плісень, та бактерій, зокрема штамів *Achromobacter* та *Pseudomonas*, які викликають ослизнення м'яса, що особливо виразно проявляється при низьких температурах коли розчинність газу у водних середовищах є суттєво більшою. Специфічна дія CO₂ пов'язана не тільки із зменшенням вмісту кисню в модифікованому газовому середовищі, але й з утворенням при його контакті з водою вугільної кислоти, супроводжуваним частковою дисоціацією кислоти з відповідним зменшенням рН упакованого продукту. У промисловості м'ясні продукти упаковують найчастіше в газовому середовищі, яке складається з суміші цих газів. Захисна атмосфера такого складу містить найчастіше з 30 % CO₂ та 70 % N₂ (Bekhit et al., 2021). Додатковим аргументом на користь використання при пакуванні

філейних виробів модифікованої атмосфери, або їх поміщення у вакуумовану упаковку є усунення процесу утворення біогенних амінів (Shange et al., 2019).

Ще одним широко використовуваним прийомом подовження термінів придатності м'ясних виробів є додавання в масу антибактеріальних агентів. Так, суттєве гальмування розвитку бактерій штамів *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, та *Staphylococcus aureus* досягається використанням тимолу та деяких видів терпенів, наприклад, карвакролу (Bekhit et al., 2021). Різновидом антибактеріальних добавок у м'ясні продукти є консерванти, найбільш популярними з яких є бензойна кислота та її солі, а також сорбінова кислота та її солі, ефективні при захисті харчових продуктів від бродіння та плісняви. Перелік консервантів м'яса є достатньо широким, але всі вони не забезпечують його достатньо тривалого терміну придатності при збереженні прийнятних органолептичних показників якості (Rimm et al., 2018).

Для консервації м'яса в промисловості також часто використовують прийом заморожування, що також може бути рекомендованим для подовження термінів придатності м'яса з ознаками DFD. Ефективність даного способу пояснюється тим, що волога у заморожених продуктах переходить у твердий стан і мікроорганізми, харчування яких здійснюється осмотичним шляхом втрачають здатність завоювати поживні речовини і гинуть. Для цього достатньо знизити температуру продукту до мінус 18 °C (Rosa et al., 2016). Проте після розморожування процеси розмноження мікрофлори поновлюються, тому терміни придатності м'яса до переробки лишаються мінімальними. Зазначені вище методи подовження термінів придатності до споживання м'ясних продуктів не слід вважати оптимальними, оскільки вони передбачають для консервації продукту використання сторонніх речовин, які часто характеризуються небажаним впливом на стан здоров'я. Оптимальним способом забезпечення збереженості м'ясних продуктів на тривалий час слід вважати направлене на знищення в масі продукту практично усіх мікроорганізмів консервування способом стерилізації. Стабільні при звичайних температурах консервовані м'ясні продукти є зручним у використанні високоякісним джерелом протеїнів. Їх тривале зберігання досягається в переважній кількості випадків стерилізації продукту безпосередньо у вкритих оловом герметизованих сталевих банках. Стерилізацію здійснюють в автоклавному обладнанні протягом приблизно 40 хвилин при температурах до 120 °C (до досягнення температури в центрі маси продукту нижче 101 °C), що дозволяє зберегти харчову цінність вмісту банок при мінімальному розщепленні білка, жиру, екстрактивних речовин та вітамінів.

Відповідно, актуальною задачею є пошук оптимізованої рецептури м'ясних консервів, вироблених з яловичини категорії DFD.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ розробити оптимізовану рецептуру м'ясних консервів, вироблених із яловичини категорії DFD.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.

Підготовку зразків для проведення експериментальних досліджень проводили за ДСТУ 7963:2015 (DSTU 7963:2015). Відбір проб за ДСТУ 7992:2015 (DSTU 7992:2015) та ДСТУ 8051:2015 (DSTU 8051:2015).

Активну кислотність (pH) визначали згідно з ДСТУ ISO 2917:2001 "М'ясо та м'ясні продукти. Вимірювання pH. Метод потенціометрії" (DSTU ISO 2917:2001).

Масову частку вологи визначали за ДСТУ ISO 1442:2005 "М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту вологи" (DSTU ISO 1442:2005).

Масову частку білка визначали згідно з ДСТУ ISO 937:2005 "М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту загального білка за методом К'ельдаля" (DSTU ISO 937:2005).

Уміст жиру оцінювали згідно з ДСТУ ISO 1443:2005 "М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту загального жиру" (DSTU ISO 1443:2005).

Вологосв'язуючу здатність визначали методом пресування, заснованим на виділенні вологи при пресуванні дослідної проби масою 0,3 г під дією навантаження 1 кг. Волога, що

виділилася, сорбувалася фільтрувальним папером, після чого проводили вимірювання площі вологого сліду, за якою розраховували кількість відділеної води (Grebnyk and Sydorenko, 2015).

Масову частку золи визначали методом спалювання зразка з подальшим видаленням органічних речовин та зважуванням залишкової золи відповідно до ДСТУ ISO 936:2008 "М'ясо та м'ясні продукти. Визначення загального вмісту золи" (DSTU ISO 936:2008).

Органолептичні показники якості оцінювали за допомогою експертної оцінки за 5-бальною шкалою, відповідно до методики ДСТУ 4823.2:2007 (DSTU 4823.2:2007). Експерти з кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України проводили аналіз показників таких, як зовнішній вигляд, консистенція, запах, колір та смак.

Оцінювання здійснювалося за наступною градацією: 5 балів – відмінна якість, без дефектів; 4 бали – хороша якість, незначні відхилення; 3 бали – задовільна якість, помітні недоліки; 2 бали – незадовільна якість, значні дефекти; 1 бал – непридатний для споживання продукт.

Описані методи дослідження дозволяють комплексно оцінити фізико-хімічні та органолептичні характеристики м'ясних продуктів. Використання стандартизованих методик гарантує достовірність і відтворюваність отриманих результатів, що є важливим для подальшого аналізу якості продукції. Застосування органолептичної оцінки за 5-бальною шкалою забезпечує об'єктивний підхід до визначення споживчих властивостей досліджуваних зразків.

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ. Традиційні виробництва яловичих консервів базуються на використанні м'яса категорії NOR (табл. 6) (Ferronato et al., 2021):

Таблиця 6. Склад консервів «Яловичина тушкована», %

Назва сировини	Масова частка компонентів, %	
	вищий сорт	перший сорт
Яловичина жилована першої категорії із вмістом жирової тканини не більше 6 %	87,0	-
Яловичина жилована другої категорії із вмістом жирової тканини не більше 6 %	-	87,0
Жир сирець яловичий	10,5	10,5
Цибуля ріпчаста очищена подрібнена	1,33	1,33
Сіль кухонна	1,14	1,14
Перець чорний мелений	0,01	0,01
Лист лавровий	0,02	0,02

Але із загальним погіршенням стану з постачанням на ринок яловичини цієї категорії, суттєво зросла потреба в розробці рецептур консервів із яловичини, де небажані автолітичні процеси переходу м'яса у стан DFD вже відбулися. Основною перешкодою під час виробництва високоякісних продуктів є малий уміст води та підвищений через це вміст сухої речовини (табл. 7):

Зі зменшенням надходження на ринок кількості яловичини існуючі рецептури м'ясних консервів зазнали суттєвої зміни в бік зменшення вмісту м'ясної компоненти, типово сировини категорії NOR, до 60-65 %. Супроводжуване цим зменшення вмісту в продукті м'ясного білка компенсують додаванням добавками речовин із великим вмістом білка рослинного походження, наприклад тим, що міститься в соєвих концентратах. За вироблення консервів із м'яса категорії NOR використовують зазвичай соєве борошно із вмістом 35-40 % білка (табл. 8).

Таблиця 7. Порівняльні характеристики м'яса категорій NOR та DFD

Показник	Яловичина категорії NOR	Яловичина категорії DFD
Масова частка води, %	72,3±2,1	60,8±2,4
Масова частка сухої речовини, %	27,2±1,3	36,7±1,4
Масова частка білка, %	20,9±1,7	32,3±1,6
Вологоутримувальна здатність, %	64,9±2,3	68,4±2,8
Кислотність, од рН	5,9±0,03	6,04±0,02

Джерело: Lesiów & Xiong, 2024; James, S. & James, C., 2002

Таблиця 8. Хімічний склад соєвого борошна

Назва компонента	Масова частка, %
Білок	37,81
Жир	20,65
Вуглеводи	31,92
Зольні елементи	4,46
Вода	5,16

Джерело: авторська розробка

Проте цим інгредієнтом виробники не обмежуються і одною з альтернатив при виконанні дослідження був обраний концентрований соєвий білок "PRO HAM", який може бути використаним для покращення функціональних і технологічних властивостей сировини з ознаками DFD (табл. 9).

Таблиця 9. Рецептури делікатесних консервів, вироблених із м'яса категорій NOR та DFD, %

Назва сировини	Категорія м'яса	
	NOR	DFD
Яловичина жилована	65,33	50,5
Жир-сирець яловичий або жир топлений	-	6,3
Борошно соєве структуроване	8,5	-
Білок соєвий концентрований	-	6,0
Вода на гідратацію соєвого концентрату	-	24,0
Цибуля ріпчаста свіжа	3,0	3,0
Сіль кухонна	1,2	1,2
Лист лавровий	0,02	-
Смако-ароматична добавка "Краківська"	0,45	-
Вода	21,5	9,0
Загалом	100,0	100,0

Джерело: авторська розробка

Визначальними під час порівняльної оцінки якості продукту були органолептичні показники, які наведені в таблиці 10.

Результати дослідження підтверджують, що м'ясо категорії DFD може бути ефективно використане у виробництві консервованих м'ясних продуктів за умови правильного коригування рецептури. Одним із основних викликів при використанні DFD-м'яса є його знижена здатність до утримання вологи та підвищена жорсткість, що зумовлено низьким рівнем глікогену у м'язах тварини внаслідок тривалого передзабійного стресу (Lawrie & Ledward, 2006). Це узгоджується з висновками Klont et al. (1999), які показали, що високий рівень рН у м'ясі

категорії DFD (понад 6,2) призводить до його швидкого мікробіологічного псування через створення сприятливих умов для розвитку бактерій.

Таблиця 10. Органолептичні показники якості тушкованої яловичини з м'яса NOR та DFD

Тип м'яса	Оцінка у балах						
	Зовнішній вигляд	Колір на розрізі	Аромат	Смак	Консистенція (ніжність)	Соковитість	Загальна оцінка
NOR	8,1 ± 0,5	8,3 ± 0,6	7,4 ± 0,5	7,4 ± 0,5	7,8 ± 0,9	7,8 ± 0,9	7,8 ± 0,9
DFD	9,2 ± 0,5	8,3 ± 0,6	9,6 ± 0,5	9,4 ± 0,6	9,2 ± 0,5	9,2 ± 0,5	9,2 ± 0,5

Джерело: авторська розробка

З огляду на ці чинники, у нашій роботі було запропоновано модифіковану рецептуру консервованого м'яса із частковим заміщенням DFD-м'яса соєвим білковим концентратом PRO HAM (6,0 %) та введенням додаткового жирового компонента (6,3 % яловичого жиру-сирцю). Це дозволило компенсувати знижену соковитість та підвищену жорсткість кінцевого продукту, що підтверджується даними інших досліджень (Zhang et al., 2015), які демонструють, що застосування білкових добавок у м'ясопереробній промисловості сприяє покращенню текстурних та органолептичних властивостей продукції.

Порівняльний аналіз органолептичних характеристик м'ясної продукції, виготовленої за традиційною рецептурою (з м'ясом NOR) та за експериментальною схемою (з м'ясом DFD), показав значні покращення у випадку нової рецептури. Отримані результати (інтегральна органолептична оцінка $9,2 \pm 0,5$ проти $7,8 \pm 0,9$) вказують на те, що коригування складу продукту дозволяє не тільки зберегти, але й покращити його споживчі якості.

Результати узгоджуються з дослідженнями Wirth (1987), де зазначається, що поєднання м'яса категорії DFD із рослинними білками та жиром у збалансованих пропорціях може значно покращити текстуру та смакові характеристики готової продукції. Додавання соєвого білкового концентрату не тільки підвищує вологозв'язуючу здатність, але й сприяє утворенню ніжнішої консистенції (Remenant et al., 2015).

Однією з основних проблем за використання м'яса DFD є його підвищена чутливість до мікробіологічного псування, зумовлена високим рівнем pH та сприятливими умовами для росту бактерій (Zhu et al., 2022). Дослідження показали, що найбільшу загрозу для збереженості такого м'яса становлять бактерії родів *Pseudomonas*, *Clostridium* та *Escherichia coli* (Lonergan & Marple, 2019).

В умовах промислового виробництва традиційні методи подовження терміну придатності, такі як вакуумне пакування або охолодження, не забезпечують достатньої мікробіологічної стабільності для м'яса DFD (Holman et al., 2018). У зв'язку з цим у даній роботі було застосовано технологію термічної стерилізації, яка продемонструвала високу ефективність у знищенні патогенних мікроорганізмів та подовженні терміну зберігання продукції.

Отримані результати узгоджуються з дослідженнями James & James (2002), які довели, що автоклавування за температури 120 °C упродовж 40 хвилин дає можливість досягти повної деструкції патогенної мікрофлори без значного зниження органолептичних показників готового продукту.

Отримані результати відкривають перспективи подальших досліджень у напрямі:

Оптимізації рецептури – дослідження різних типів білкових добавок (гороховий білок, пшеничний глютен) для подальшого покращення текстури та поживної цінності м'ясних консервів.

Використання комбінованих методів стабілізації – поєднання термічної стерилізації з модифікованими газовими середовищами для подовження терміну придатності продукції без значних змін у структурі м'яса.

Дослідження впливу антиоксидантів – вивчення використання природних антиоксидантів (екстракти розмарину, токоферолі) для підвищення стабільності жирової фракції у складі консервованої продукції.

Загалом результати роботи підтверджують доцільність використання м'яса категорії DFD у м'ясопереробній промисловості, що має важливе значення з погляду раціонального використання ресурсів та зниження втрат м'ясної сировини.

ВИСНОВКИ.

Доведена можливість використання м'яса категорії DFD у виробництві консервованих м'ясних продуктів.

Встановлено, що використання соєвого концентрату дало змогу уникнути зазвичай знижену мікробіологічну стабільність м'яса DFD.

Зменшення вмісту яловичини з 65,3 % до 50,5 % із введенням соєвого білкового концентрату, яловичого жиру-сирцю та води дозволило отримати готовий продукт зі збалансованим амінокислотним складом та покращеними органолептичними показниками якості.

Застосування класичної термічної обробки – стерилізації дозволило значно подовжити термін придатності отриманого продукту.

Запропонована технологія виробництва м'ясних консервів із використанням яловичини категорії DFD є ефективним рішенням для підвищення раціонального використання м'ясної сировини, забезпечення мікробіологічної безпеки та покращення якості кінцевого продукту. Це відкриває перспективи для її впровадження у промислових масштабах як інноваційного підходу до виробництва високоякісних м'ясних консервів тривалого терміну зберігання.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Allai, F. M., Azad, Z. R. A. A., Gul, K., & Dar, B. N. (2022). Wholegrains: A review on the amino acid profile, mineral content, physicochemical, bioactive composition and health benefits. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(4), 1849-1865. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15071>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Mushtruk, M., Nazarenko, M., & Beiko, L. (2024). Physical and mathematical modelling of the process of cooking minced meat with spelt flour and champignon mushrooms. *Animal Science and Food Technology*, 15(2), 38–55. Internet Archive. <https://doi.org/10.31548/animal.2.2024.38>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Volkhova, T., Holembovska, N., Tyshchenko, L., Ivaniuta, A., Israelian, V., Menchynska, A., Shynkaruk, O., & Melnik, V. (2023). The study of functional and technological properties of vegetarian ice cream. In *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* (Vol. 17, pp. 110–121). HACCP Consulting. <https://doi.org/10.5219/1798>
- Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., Nikolaenko, M., Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N., Kushnir, Y., & Nazarenko, M. (2022). The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 27–41. <https://doi.org/10.5219/1712>
- Bekhit, A. E. D. A., Holman, B. W., Giteru, S. G., & Hopkins, D. L. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280-302. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.006>
- Caio, G., Lungaro, L., Segata, N., Guarino, M., Zoli, G., Volta, U., & De Giorgio, R. (2020). Effect of gluten-free diet on gut microbiota composition in patients with celiac disease and non-celiac gluten/wheat sensitivity. *Nutrients*, 12(6), 1832. <https://doi.org/10.3390/nu12061832>

- Calderón-Ospina, C. A., & Nava-Mesa, M. O. (2020). B vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 26(1), 5–13. <https://doi.org/10.1111/cns.13207>
- 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>
- Deleu, L. J., Lemmens, E., Redant, L., & Delcour, J. A. (2020). The major constituents of rye (*Secale cereale* L.) flour and their role in the production of rye bread, a food product to which a multitude of health aspects are ascribed. *Cereal Chemistry*, 97(4), 739–754. <https://doi.org/10.1002/cche.10306>
- DSTU 4823.2:2007. Meat products. Organoleptic evaluation of quality indicators. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU 7963:2015. Food products. Preparation of samples for microbiological analyses. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU 7992:2015. Meat and meat raw materials. Methods of sampling and organoleptic assessment of freshness. *Quality management systems – Requirements*.
- DSTU 8051:2015. Food products. Sampling methods for microbiological analyses. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU ISO 1442:2005. Meat and meat products. Determination of moisture content. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU ISO 1443:2005. Meat and meat products. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU ISO 2917:2001. Meat and meat products. Measurement of pH. Potentiometric method. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU ISO 936:2008. Meat and meat products. Determination of total ash content. *Quality management systems –Requirements*.
- DSTU ISO 937:2005. Meat and meat products. Determination of total protein content by the Kjeldahl method. *Quality management systems –Requirements*.
- FAOa. Livestock commodities. Available at <https://www.fao.org/4/y4252e/y4252e05b.htm>
- FAOb. Food Balances. Available at <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>
- Ferronato, G., Corrado, S., De Laurentiis, V., & Sala, S. (2021). The Italian meat production and consumption system assessed combining material flow analysis and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128705. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128705>
- Grebenyk, N.P., Sydorenko, M.A. (2015). Determination of the moisture-binding capacity of meat raw materials by pressing method. *Bulletin of Agricultural Science*, 7, 112–118.
- Henchion, M., McCarthy, M., Resconi, V. C., & Troy, D. (2019). Meat consumption: Trends and quality matters. *Meat Science*, 98(3), 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>
- Holman, B. W. B., Kerry, J. P., & Hopkins, D. L. (2018). Meat packaging solutions to current industry challenges: A review. *Meat Science*, 144, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.008>
- Ijaz, M., Li, X., Zhang, D., Hussain, Z., Ren, C., Bai, Y., & Zheng, X. (2020). Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. *Meat Science*, 161, 107954. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107954>
- James, S. J., & James, C. (2002). Freezing of meat. In *Meat Refrigeration* (pp. 137–157). <https://doi.org/10.1016/9781855736535.2.137>
- Jančić, D., Šuković, D., Rešetar, J., Delić, L., & Nikolić, M. (2022). Nutritional composition, biologically active substances and antioxidant activity of young spelt grass extract. *JSFA Reports*, 2(8), 385–397 <https://doi.org/10.1002/jsf2.73>
- Klont, R. E., Barnier, V. M., Smulders, F. J., Van Dijk, A., Hoving-Bolink, A. H., & Eikelenboom, G. (1999). Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in

- relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *Meat Science*, 53(3), 195–202.
- Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2006). *Lawrie's meat science* (7th ed.). Cambridge: Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-11-3>
- Lesiów, T., & Xiong, Y. L. (2024). Heat/Cold Stress and Methods to Mitigate Its Detrimental Impact on Pork and Poultry Meat: A Review. *Foods*, 13(9), 1333. <https://doi.org/10.3390/foods13091333>
- Lonergan, S. M., & Marple, D. N. (2019). Meat microbiology and safety. In *The Science of Animal Growth and Meat Technology* (2nd ed.). <https://www.sciencedirect.com/book/9780128152775/the-science-of-animal-growth-and-meat-technology>
- Melnichuk, S. D., Yakubchak, O. M., Vlasenko, I. G., & Dovgan, V. V. (2009). The present-day aspects of evaluation of quality of meat. *Scientific Bulletin of LNUVMBT*, 11(2), 136–139.
- Remenant, B., Jaffres, E., Dousset, X., Pilet, M. F., & Zagorec, M. (2015). Bacterial spoilers of food: Behavior, fitness and functional properties. *Food Microbiology*, 45, 45–53.
- Rimm, E. B., Appel, L. J., Chiuve, S. E., Djoussé, L., Engler, M. B., Kris-Etherton, P. M., Mozafarian, D., Siscovick, D. S., & Lichtenstein, A. H. (2018). Seafood Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: A Science Advisory from the American Heart Association. *Circulation* 138 (1). <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000574>
- Rosa, A., Fonseca, R., Balieiro, J. C., Poleti, M. D., Domenech-Pérez, K., Farnetani, B., & Eler, J. (2016). Incidence of DFD meat on Brazilian beef cuts. *Meat Science*, 112, 132–133. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.074>
- Sadvari, V. Y., Shevchenko, L. V., Slobodyanyuk, N. M., Tupitska, O. M., Gruntkovskyi, M. S., & Furman, S. V. (2024). Microbiome of craft hard cheeses from raw goat milk during ripening. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(3), 483–489. <https://doi.org/10.15421/022468>
- Saraiva, C., Saraiva, S., Patarata, L., da Conceição Fontes, M., & Martins, C. (2023). Behaviour of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in Normal and DFD Beef of an Autochthonous Portuguese Breed. *Foods*, 12(7), 1420. <https://doi.org/10.3390/foods12071420>
- Shange, N., Gouws, P., & Hoffman, L. C. (2019). Changes in pH, colour and the microbiology of black wildebeest (*Connochaetes gnou*) longissimus thoracis et lumborum (LTL) muscle with normal and high (DFD) muscle pH. *Meat Science*, 147, 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.021>
- Takač, V., Tóth, V., Rakszegi, M., Mikić, S., Miroslavljević, M., & Kondić-Špika, A. (2021). Differences in processing quality traits, protein content and composition between spelt and bread wheat genotypes grown under conventional and organic production. *Foods*, 10(1), 156.
- Wirth, F. (1987). Technologie der Verarbeitung von Fleisch mit abweichender Beschaffenheit. *Fleischwirtschaft*, 3, 193–201. <https://doi.org/10.3390/foods10010156>
- Zhang, X. X., Wang, H. H., Li, N., Li, M., & Xu, X. L. (2015). High CO₂-modified atmosphere packaging for extension of shelf-life of chilled yellow-feather broiler meat: A special breed in Asia. *LWT - Food Science and Technology*, 64, 1123–1129.
- Zhu, Y., Wang, W., Li, M., Zhang, J., Ji, L., Zhao, Z., Zhang, R., Cai, D., & Chen, L. (2022). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling approaches. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1078201>

Отримано 17.12.2024 р., прийнято до друку 03.03.2025 р.