

УДК 637.521.47

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.32>

ВПЛИВ ТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ «SOUS-VIDE» І ТРАДИЦІЙНИХ СПОСОБІВ НА ВТРАТИ МАСИ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Грицай М. С. – аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0000-0003-2906-0130

Страшинський І. М. – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології м'яса
і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0009-0006-6834-6990

Поживні та фізико-хімічні характеристики м'яса та м'ясних продуктів відіграють важливу роль у виробництві м'яса, тоді як органолептичні характеристики та схвалення продукту споживачами завойовують місце на ринку. Потреби та вимоги сучасних споживачів є досить складними, оскільки вони щільно стежать за якістю та складом продуктів харчування. Технологія «Sous-vide» має значний вплив на м'ясо та м'ясні продукти, що робить її технологією збереження якості. Обробка «Sous-vide» вважається перспективним методом термічної обробки в термостабільних вакуумних упаковках при контрольованій температурі протягом певного часу.

Термообробка «Sous-vide» зберігає органолептичні характеристики, запобігає окисленню ліпідів, позитивно впливає на термін зберігання. Щоб повністю відповідати запитам споживачів, обробку «Sous-vide» доцільно поєднувати з існуючими харчовими трендами, такими як органічне, здорове та «clean label» маркування.

Для дотримання тренду «clean label» у фаршах м'ясних посічених напівфабрикатів харчові фосфати замінили на безфосфатний комплекс активних стабілізаторів на основі натрієвої солі гліцину, карбонату калію і цитрату натрію. Після термічної обробки за технологією «Sous-vide» та традиційних методів термооброблення – смаження, відварювання на парі та запікання визначили їх вплив на втрати маси котлет, доведених до кулінарної готовності. Досягнення кулінарної готовності для зразків за традиційними методами термооброблення визначали по температурою в товщі виробів, яка для м'ясних посічених натуральних напівфабрикатів становила 85°C; термічна обробка за технологією «Sous-vide» проведена протягом 1 години при заданій температурі 60°C.

Результати досліджень втрат маси після теплової обробки свідчать, що усі зразки дослідних котлет з безфосфатним комплексом активних стабілізаторів мають менші втрати у порівнянні з контрольними зразками, які містять в якості активних стабілізаторів харчові фосфати. У напівфабрикатах з безфосфатним комплексом активних стабілізаторів при використанні обробки «Sous-vide» величина втрат не перевищує 5%.

Ключові слова: технологія, м'ясні посічені напівфабрикати, обробка «Sous-vide», термооброблення, активні стабілізатори, втрати маси, якість.

Hrytsai M. S., Strashynskyi I. M. Effect of “Sous-vide” thermal processing and traditional methods on the weight loss of chopped meat semi-finished products

The nutritional, physical and chemical characteristics of meat and meat products play an important role in meat production, while organoleptic characteristics and consumer acceptance are gaining prominence in the market. The needs and demands of modern consumers are quite complex, as they closely monitor the quality and composition of food products. The “Sous-vide” technology has a significant impact on meat and meat products, making it a technology for quality preservation. “Sous-vide” processing is considered a promising method of thermal treatment in thermostable vacuum packaging at a controlled temperature for a certain period of time.

“Sous-vide” thermal processing preserves organoleptic characteristics, prevents lipid oxidation, and positively affects shelf life. To fully meet consumer demands, “Sous-vide” treatment is advisable to combine with existing food trends, such as organic, healthy, and “clean label” labeling.

To comply with the “clean label” trend in minced meat semi-finished products, food phosphates were replaced with a phosphate-free complex of active stabilizers based on sodium glycine salt, potassium carbonate, and sodium citrate. After thermal processing using the “Sous-vide” technology and traditional thermal methods like: frying, steaming, and baking their effect on the weight loss of patties brought to culinary readiness was determined. Culinary readiness for samples processed by traditional thermal methods was determined by the temperature inside the products, which for chopped natural meat semi-finished products was 85°C; the “Sous-vide” thermal treatment was carried out for 1 hour at a set temperature of 60°C.

The results of the weight loss study after thermal processing indicate that all samples of experimental patties with the phosphate-free active stabilizer complex have lower losses compared to the control samples, which contain food phosphates as active stabilizers. In semi-finished products with the phosphate-free active stabilizer complex, the weight loss does not exceed 5% when using “Sous-vide” processing.

Key words: *technology, chopped meat semi-finished products, “Sous-vide” processing, thermal treatment, active stabilizers, weight loss, quality.*

Постановка проблеми. Споживачі приділяють значну увагу підтримці здорового способу життя, що надає можливість вплинути на їхні погляди, ставлення та наміри щодо купівлі напівфабрикатів. Продукти з маркуванням «clean label» (дослівно «чиста етикетка»), які є натуральними, свіжими та не містять синтетичних добавок і консервантів, поступово все більше привертають увагу покупців [1, с. 30]. Розглядаючи технології переробки м'яса, які здатні зменшити кількість синтетичних добавок і консервантів, слід зазначити, що технологія «Sous-vide» зайняла помітне місце в переробці м'яса та м'ясопродуктів і протягом останнього десятиліття привертає величезну увагу дослідників.

Обробка «Sous-vide» – це добре відома давня французька практика приготування їжі, а сам термін «Sous-vide» у перекладі з французької означає «під вакуумом»). Це процес, в якому їжа готується в термостабільних вакуумованих контейнерах за контрольованої температури протягом певного часу з подальшим низькотемпературним зберіганням або може бути безпосередньо подана споживачам [2, с. 111]. Бажане поєднання температури і часу для приготування їжі можна регулювати, змінюючи температуру і час циркуляції води у водяній бані або шляхом циркуляції тепла (конвекції) і пари в конвекційних парових печах/пароконвектоматах. Відповідно до виробничих схем, продукти, приготовані за допомогою «Sous-vide», можна знайти у вигляді «cook-hold» страв (приготовану страву витримують при бажаній температурі, поки вона не буде готова до подачі), «cook-serve» (теплі страви готуються звичайним способом, а потім або відразу подаються, або зберігаються в теплі до моменту споживання), «cook-chill» або «cook-freeze» (продукт, який готується та охолоджується або заморожується виробником, готовий до розігрівання споживачем) [3, с. 121].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останнє десятиліття з'явилася велика кількість літератури, яка визнає важливість технології обробки «Sous-vide» для переробки м'яса та м'ясних продуктів. Ці дослідження надають важливу інформацію про застосування методу «Sous-vide» для обробки декількох видів м'яса та м'ясних продуктів, підкреслюючи його вплив на поліпшення якості м'яса [2, с. 118]. Однак обробка цих видів м'яса та м'ясних продуктів залежить від різних комбінацій часу та температури.

Крім того, обробка «Sous-vide» визнана альтернативним методом для приготування традиційних м'ясних продуктів з метою збільшення терміну зберігання за рахунок зменшення розвитку мікроорганізмів, забезпечуючи при цьому високі органолептичні якості [4, с. 171]. Обробка «Sous-vide» має безліч переваг для переробки м'яса порівняно з традиційним приготуванням, включаючи зменшення

окислення жирів і білків, зменшення втрат летких речовин [5, с. 10] та значне збереження поживних речовин.

Якщо порівнювати обробку м'яса «Sous-vide» із традиційними методами термічної обробки (смаження, відварювання на парі та запікання), обробка «Sous-vide» може покращити текстуру м'яса, одночасно покращуючи органолептичні характеристики за рахунок зменшення агрегації білків та гелеутворення, що може спричинити зниження твердості м'яса [6, с. 161]. Порівнюючи обробку «Sous-vide» зі звичайною термічною обробкою, обробка су-від має високу тенденцію до модифікації жирнокислотного складу та меншу тенденцію до втрати жирних кислот та амінокислот м'ясних продуктів. Загалом, м'ясо та м'ясні продукти мають менші втрати білків, амінокислот та жирних кислот при обробці «Sous-vide».

Традиційні методи термічної обробки спричинили значне зниження вмісту незамінних амінокислот у м'ясі порівняно з курячими грудками бройлерів, обробленими «Sous-vide». Це можна пояснити нижчою кисневою проникністю пакетів «Sous-vide», що зменшує перетворення червоного оксигемоглобіну та дезоксигемоглобіну в метгемоглобін [7, с. 1641].

Постановка завдання. Метою роботи було дослідження впливу термічної обробки за технологією «Sous-vide» та традиційних методів термооброблення на втрати маси м'ясних посічених напівфабрикатів з використанням харчових фосфатів та безфосфатного комплексу активних стабілізаторів.

Для цього використано розроблений безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС), до складу якого входить натрієва сіль гліцину, карбонат калію та цитрат натрію взамін рекомендованого рецептурою триполіфосфату натрію для контрольного зразка [8, с. 74].

Визначення виходу і втрат при термообробці м'ясних виробів проводили за стандартними методиками. Вироби до термічної обробки зважували на технічних вагах з точністю 0,01 г. Після термічної обробки вироби охолоджували і зважували [9, с. 141].

Виклад основного матеріалу. Згідно рецептури, наведеної в таблиці 1, для виготовлення посічених напівфабрикатів котлета «Домашня куряча» використали м'ясо куряче червоне, свинину напівжирну, шкурку курячу, манку, цибулю, сіль кухонну, вологу, смако-ароматичні добавки. В процесі виробництва котлет важливим є доведення системи в процесі складання фаршу до максимальної однорідності, тому рецептурою передбачено додавання до м'ясної сировини не м'ясні компоненти – круп, хлібобулочних виробів, сухарів, тощо.

Технологічний процес виробництва посічених напівфабрикатів типу котлет відпрацьовано в лабораторії кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів та ПНДЛ НУХТ передбачав наступні етапи: підготовка та подрібнення м'ясної сировини; приготування м'ясного фаршу; формування напівфабрикатів; теплова обробка. Для досліджень впливу на м'ясну фаршеву систему розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів сировину двічі подрібнювали на м'ясорубці з діаметром отворів 5–6 мм, перемішували, вносили БКАС і кухонну сіль у виді розчину. На нашу думку додавання розчину цих інгредієнтів є найбільш доцільним, оскільки дає можливість видалення нерозчинних домішок (використання операції проціджування) і сприяє їх рівномірному розподіленню в м'ясній системі.

Рецептура суміші для панірування на 100 кг виготовлених котлет включала в себе гідроколоїди, модифікований кукурудзяний крохмаль, модифікований пшеничний крохмаль, борошно з пшениці твердих сортів, рисове борошно, воду та панірувальні сухарі.

Таблиця 1

Рецептури контрольного і дослідних зразків котлет «Домашня куряча»

Сировина	Кількість
Основна сировина, %	
М'ясо куряче червоне	40
Свинина напівжирна	30
Шкурка куряча	15
Манка	2
Цибуля	13
Допоміжна сировина, г	
Сіль кухонна	1200
Фосфати (для контрольного зразка)	300
Безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС) (для дослідних зразків)	1400
Цукор	150
Перець чорний	150
Перець духмяний	50
Перець червоний	50
Часник свіжий	500
<i>Волога</i>	<i>15000</i>
Інгредієнти для панірування (на 100 кг):	
Панірувальні сухарі пшеничні	1,5
Модифікований кукурудзяний крохмаль	1,5
Модифікований пшеничний крохмаль	1,0
Борошно з пшениці твердих сортів	4,0
Рисове борошно	2,0
Волога	10,0

Спільною метою обробки «Sous-vide» та традиційної термічної обробки є задоволення потреб споживачів у доведених до кулінарної готовності м'ясопродуктах за доступною ціною та з високими органолептичними показниками. Проведено дослідження та визначено вплив технології «Sous Vide» та класичних способів теплової обробки – смаження, відварювання на пару та запікання котлет на втрати маси готових виробів у разі використання в мережі підприємств швидкого обслуговування.

В роботі використано інноваційний технологічний підхід з використанням пароконвектомату, за якого на основі «універсального» напівфабрикату з м'ясної посіченої маси завдяки різним режимам обробки можна отримати широкий асортимент готової кулінарної продукції [10, с. 51].

В Україні як у промисловості, так і у сфері закладів харчування дедалі більшого поширення набуває технологія «Sous-vide». Продукт у вакуумній упаковці згідно рекомендованих у роботі [11] режимів нагрівали впродовж 1 години при заданій температурі 60 °С. Розрідження, близьке до вакууму, що створюється внаслідок видалення повітря з простору під упаковкою, дозволяє знизити температуру кипіння води у продукті, в той же час унеможливаючи втрати води

у навколишнє середовище. Технологічний процес здійснювали в пароконвектоматі з використанням програми варіння на пару. Для цього продукт у вакуумній упаковці поміщали у посуду з водою заданої температури варіння, яка є ефективнішим гріючим середовищем, ніж гаряче повітря у пароконвектоматі. Контроль температури здійснювали за допомогою електронного термометра.

Технологічний процес смаження м'ясних посічених напівфабрикатів використовують в основному як для масово харчування безпосередньо перед відпусканням так і споживачами в домашній кухні. Напівфабрикати викладають на жарильну поверхню чи сковороду, попередньо розігріту до температури 150...160 °С, обсмажують протягом 3–5 хв з обох боків до утворення рум'яної скоринки, далі доводять до стану кулінарної готовності в жарильній шафі за температури 250...280 °С протягом 5–7 хв.

Наступним методом теплової обробки м'ясних посічених напівфабрикатів до кулінарної готовності є обробка на пару. Для цього їх викладають одним шаром у перфоровані функціональні ємкості так, щоб вироби не стикалися між собою. Варіння здійснюють у пароварних шафах і пароконвектоматах.

Запікання дослідних зразків котлет проводять 25...35 хвилин в попередньо розігрітій до температури 230...280 °С духовці до утворення добре підсмаженої скоринки. Температура кулінарної готовності в товщі виробів для м'ясних посічених натуральних напівфабрикатів традиційної термічної обробки має становити 85 °С.

В таблиці 2 наведено параметри середовища та тривалість процесу у пароконвектоматі при різних способах доведення до кулінарної готовності контрольного і дослідних зразків напівфабрикатів, які направляли на оброблювання в охолоджену виді.

Таблиця 2

**Параметри середовища та тривалість процесу різних способів
теплової обробки зразків напівфабрикатів**

№	Назва напівфабрикату за обробкою	Спосіб теплової обробки	Параметри середовища		Тривалість процесу, хв.
			Температура, °С	Вологість	
1	Котлети "Sous Vide"	"Sous Vide"	60	водяна баня	60
2	Котлети дієтичні	Варіння на парі	100	Пара 90%	10...15
3	Котлети класичні	Смаження	220...230	Видалення вологи 40 %	10...15
4	Котлети запечені	Запікання	240–250	Видалення вологи 60 %	10

Втрати при приготуванні – це загальна кількість рідких і розчинних речовин, втрачених з м'яса під час термічної обробки, і вони залежать від процесу масообміну під час термічної обробки. З наведених даних (рис. 1) можна зробити висновок про те, що усі зразки дослідних груп характеризують нижчі втрати маси після теплової обробки, ніж зразки контрольної групи.

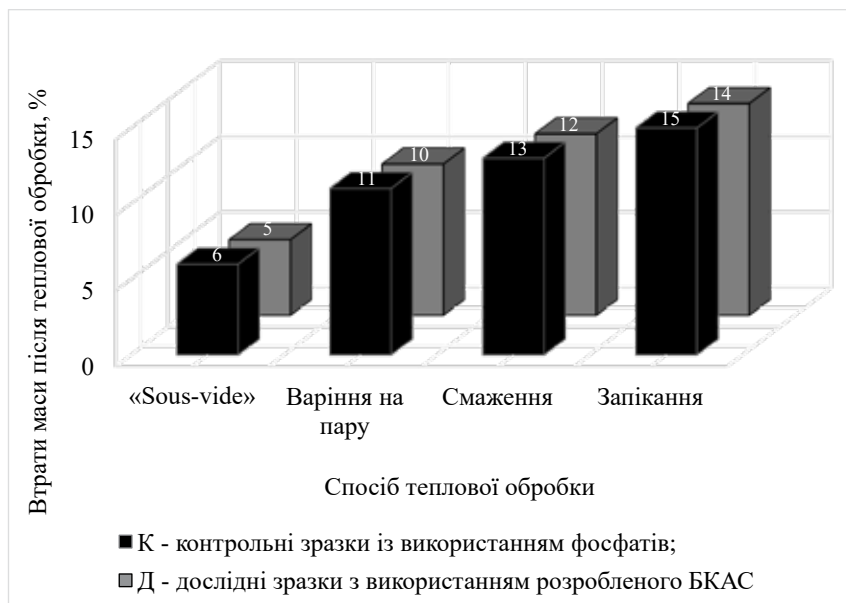


Рис. 1. Втрати маси контрольних і дослідних зразків посічених напівфабрикатів залежно від способів теплової обробки

Разом з цим втрати маси при приготуванні посічених напівфабрикатів пов'язані з крапельними втратами, включаючи втрату вологи з іншими поживними речовинами, які збільшуються з підвищенням температури. Однак, залежно від м'ясного білка та стадії його денатурації, на яку впливають як температура, так і час обробки, вплив на втрати при приготуванні може бути як позитивним, так і негативним. Втрати при кулінарній обробці в основному визначаються скороченням міофібрилярних білків (40–60 °C), скороченням колагену (60–70 °C), денатурацією актину (70–80 °C), а також визначаються вмістом води та жиру в м'ясній системі [12].

Висновки. Оскільки сильна денатурація білків, скорочення м'язових волокон і розчинення колагену в м'ясі та м'ясних продуктах відбуваються при більш високих температурах, при менших температурах більше вологи залишається зв'язаною з м'язовою тканиною м'яса, що призводить до отримання соковитих продуктів.

Результати досліджень втрат маси після теплової обробки свідчать, що усі зразки дослідних котлет з безфосфатним комплексом активних стабілізаторів мають менші втрати у порівнянні з контрольними зразками, які містять в якості активних стабілізаторів харчові фосфати. У напівфабрикатах з безфосфатним комплексом активних стабілізаторів при використанні обробки «Sous-vide» величина втрат не перевищує 5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Особливості застосування замінників неорганічних фосфатів у технології виробництва м'ясопродуктів / Страшинський І. М., Грицай М. С. *Харчова промисловість*. Київ: НУХТ, 2023. № 33–34. С. 25–35. URL: <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2023-33-34-5>.
2. Yang X., Wang H., Badoni M., Zawadski S., McLeod B., Holman D., Uttaro B. Effects of a novel three-step sous-vide cooking and subsequent chilled storage

on the microbiota of beef steaks / *Meat Science*. 2020. 159(May 2019), Article107938. URL:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107938>.

3. Stringer S. C., Metris A. Predicting bacterial behaviour in sous vide food / *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2018. Vol. 13. P. 117–128. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.09.001>

4. Saito K., Yoshinari M., Ishikawa S. I. Effects of low-temperature long-timesous-vide cooking on the physicochemical and sensory characteristics of beef and pork shank / *Journal of Culinary Science & Technology*. 2020. Vol. 20(2). P. 165–179. URL: <https://doi.org/10.1080/15428052.2020.1821859>.

5. Latoch A., Libera J. Quality and safety of pork steak marinated in fermented dairy products and sous-vide cooked / *Sustainability*. 2019. Vol. 11(20). P. 9–11. URL: <https://doi.org/10.3390/su11205644>.

6. Kerdpiroon S., Suraphantapisit N., Pongpaew P., Srikalong P. Properties changes of chicken breast during sous-vide cooking and acceptance for elderly / *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 2019. Vol. 18(2). P. 156–166. URL: <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2019.0012>.

7. Karki R., Bremer P., Silcock P., Oey I. Effect of sous vide processing on quality parameters of beef short ribs and optimisation of sous vide time and temperature using third-order multiple regression / *Food and Bioprocess Technology*. 2022. Vol. 15(7). P. 1629–1646. URL: <https://doi.org/10.1007/S11947-022-02849-6>.

8. Розробка комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем / Страшинський І. М., Грицай М. С. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету. 2024. Вип. 37. С. 124. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-10>.

9. Сухенко Ю.Г., Жеплінська М.М., Пасічний В.М., Тимошенко І.В. Оптимізація виробничих процесів: [Навчальний посібник] / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: Фірма «ІНКОС», 2019. 259 с.

10. Большакова В. А., Дроменко О. Б., Онищенко В. М., Янчева М. О. Удосконалення технологічного процесу виробництва посічених напівфабрикатів із м'яса птиці (нагетсів) / *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2019. Вип. 2(30). С. 47–59. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/3069>.

11. Гармаш Д.В., Пасічний В.М. (2019). Вплив застосування технології sous vide на функціонально-технологічні характеристики продуктів на основі різних видів м'ясної сировини / *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення у сучасних технологіях*. 2019. Вип. 1. С. 67–74. URL: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.01.08>.

12. Страшинський І. М., Грицай М. С. Вплив активних стабілізаторів на функціональні властивості м'ясних фаршів / *Наукові праці НУХТ*. 2024. Вип. 30(6). С. 133–142. URL: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-6-13>.

REFERENCES:

1. Strashynskyi, I. M. & Hrytsai, M. S. (2023) Osoblyvosti zastosuvannia zaminnykiv neorhanichnykh fosfativ u tekhnolohii vyrobnytstva miasoproduktiv. *Kharchova promyslovist*, Kyiv: NUKhT, 33–34, 25–35. Doi: 10.24263/2225-2916-2023-33-34-5.

2. Yang, X., Wang H., Badoni, M., Zawadski, S., McLeod, B., Holman, D. & Uttaro, B. (2020) Effects of a novel three-step sous-vide cooking and subsequent chilled storage on the microbiota of beef steaks. *Meat Science*, 159 (May 2019), Article 107938. Doi: 10.1016/j.meatsci.2019.107938.

3. Stringer, S. C. & Metris, A. (2018) Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 13, 117–128. Doi: 10.1016/j.ijgfs.2017.09.001.

4. Saito, K., Yoshinari, M. & Ishikawa, S. I. (2020) Effects of low-temperature long-time sous-vide cooking on the physicochemical and sensory characteristics of beef and pork shank. *Journal of Culinary Science & Technology*, 20(2), 165–179. Doi: 10.1080/15428052.2020.1821859.
 5. Latoch, A. & Libera, J. (2019) Quality and safety of pork steak marinated in fermented dairy products and sous-vide cooked. *Sustainability*, 11(20), 9–11. Doi: 10.3390/su11205644.
 6. Kerdpi boon, S., Suraphantapisit, N., Pongpaew, P. & Srikalong, P. (2019) Properties changes of chicken breast during sous-vide cooking and acceptance for elderly. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 18(2), 156–166. Doi: 10.12982/CMUJNS.2019.0012.
 7. Karki, R., Bremer, P., Silcock, P. & Oey, I. (2022) Effect of sous vide processing on quality parameters of beef short ribs and optimisation of sous vide time and temperature using third-order multiple regression. *Food and Bioprocess Technology*, 15(7), 1629–1646. Doi: 10.1007/S11947-022-02849-6.
 8. Strashynskiy, I. M. & Hrytsai, M. S. (2024) Rozrobka kompleksu nefosfatnykh volohoutrymuiuchykh dobavok na osnovi aktyvnykh stabilizatoriv miasnykh system. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu, 37, 124. Doi: 10.32782/2522-1221-2024-37-10.
 9. Sukhenko, Yu. H., Zheplinska, M. M., Pasichnyi, V. M. ta Tymoshenko, I. V. (2019). Optymizatsiia vyrobnychykh protsesiv: [Navchalnyi posibnyk]. Kyiv: Firma «INKOS».
 10. Bolshakova, V. A., Dromenko, O. B., Onyshchenko, V. M., Yancheva, M. O. (2019). Udoskonalennia tekhnolohichnoho protsesu vyrobnytstva posichenykh napivfabrykativ iz miasa ptytsi (nahetsiv). *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2(30), 47–59. Doi: repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/3069.
 11. Harmash, D. V., Pasichnyi, V. M. (2019). Vplyv zastosuvannia tekhnolohii sous vide na funktsionalno-tekhnolohichni kharakterystyky produktiv na osnovi riznykh vydiv miasnoi syrovyny. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Serii: Novi rishennia u suchasnykh tekhnolohiiakh, 1, 67–74. Doi: 10.20998/2413-4295.2019.01.08.
 12. Strashynskiy, I. M. & Hrytsai, M. S. (2024) Vplyv aktyvnykh stabilizatoriv na funktsionalni vlastyvyosti miasnykh farshiv. *Naukovi pratsi NUKhT*, 30(6), 133–142. Doi: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-13.
-