

УДК 664:638.167-178

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2024.77>**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SOUS VIDE У ВИРОБНИЦТВІ М'ЯСНИХ СНЕКІВ****Антонів Артем Дмитрович*,**

Здобувач ступеня доктора філософії,

<https://orcid.org/0000-0002-6614-4248>,

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

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

Анотація. *Всі основні новації щодо виробництва харчових продуктів сформовані на основі потреб споживачів та вимог ринку, який постійно розвивається. Так, зростаюча обізнаність населення про здоров'я і благополуччя, а також попит на свіжі, готові до вживання продукти зі збільшеним терміном придатності призвели до необхідності збереження натуральних поживних речовин і смакових якостей. Одним з вирішенням цього завдання є застосування технології sous vide у виробництві м'ясних продуктів завдяки збереженню основних показників якості продукції, високих органолептичних властивостей та можливості подовжити термін зберігання. Метою проведеного дослідження було визначити можливість застосування технології sous vide у виробництві м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва. Під час роботи застосовували органолептичні та фізико-хімічні методи дослідження, з поміж яких визначали вміст вологи, жиру, білка, солі, зовнішній вигляд, колір, текстуру, смак та запах. Також було визначено загальні втрати від термічного оброблення та окремо втрати після варіння та сушіння. Виробництво снєків здійснювали за двома способами, основним відмінністю було маринування вже звареного м'яса в одному способі та варіння в маринаді іншого. Отримані результати свідчать про можливість та доцільність використання технології sous vide у виробництві м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва. Адже готовий продукт характеризується приємним смаком та запахом, хрусткою текстурою, гарним зовнішнім виглядом, вміст жиру є низьким, а вміст білка високим. Вміст солі не перевищує рекомендовані норми. Кінцеві втрати сировини за виробництва різними способами м'ясних снєків суттєво не відрізнялися. За результатом органолептичного оцінювання комплексом показників перевагу отримав спосіб 2. Відповідно для наступних досліджень було прийнято рішення використовувати зразки вироблені саме за способом 2. За результатами дослідження розроблено технологічну схему виробництва м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва із застосуванням технології sous vide. Результати дослідження будуть корисними виробникам та підприємцям харчової промисловості з виробництва м'ясних продуктів, зокрема спеціалізованого харчування. Також їх можна використовувати під час оптимізації виробництва, удосконалення технологій, застосування сучасних методів оброблення сировини та задоволення потреб споживачів.*

Ключові слова: *куряче філе, продукти бджільництва, контроль якості, фізико-хімічні показники, органолептичне оцінювання, текстура.*

***Науковий керівник:** *Адамчук Леонора Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Національний науковий центр «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», м. Київ, Україна.*

UDC 664:638.167-178

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2024.77>

APPLICATION OF SOUS VIDE TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF MEAT SNACKS

Artem Antoniv*,

applicant for higher education with the degree of Doctor of Philosophy,

<https://orcid.org/0000-0002-6614-4248>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, Heroiv Oborony Street, 15, City of Kyiv, Ukraine.

Abstract. All major innovations in food production are formed based on consumer needs and market demands, which are constantly evolving. The increasing awareness of the population about health and well-being, as well as the demand for fresh, ready-to-eat products with extended shelf life, have led to the necessity of preserving natural nutrients and flavor qualities. One of the solutions to this task is the application of sous vide technology in the production of meat products, due to the preservation of key quality indicators, high organoleptic properties, and the ability to extend shelf life. The aim of the conducted research was to determine the possibility of applying sous vide technology in the production of meat snacks using bee products. Organoleptic and physicochemical research methods were applied, including the determination of moisture, fat, protein, salt content, appearance, color, texture, taste, and aroma. General losses from thermal processing and losses after boiling and drying were also determined. Snack production was carried out by two methods, with the main differences being the marinating of already cooked meat in one method and boiling in marinade in the other. The obtained results indicate the possibility and expediency of using sous vide technology in the production of meat snacks using bee products. As the finished product is characterized by a pleasant taste and aroma, crispy texture, good appearance, low fat content, and high protein content. The salt content does not exceed recommended norms. The final losses of raw materials from the production of meat snacks by different methods did not significantly differ. As a result of organoleptic evaluation, method 2 was preferred. Accordingly, for further research, the decision was made to use samples produced specifically by method 2. Based on the research results, a technological scheme for the production of meat snacks using bee products with the application of sous vide technology was developed. The research results will be useful for food industry manufacturers and entrepreneurs involved in the production of meat products, especially specialized nutrition. They can also be used in production optimization, technology improvement, application of modern raw material processing methods, and meeting consumer needs.

Keywords: chicken fillet, bee products, quality control, physicochemical indicators, organoleptic evaluation, texture.

***Scientific supervisor:** Leonora Adamchuk, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, National Science Center «P. I. Prokopovich Institute of Beekeeping», Kyiv, Ukraine.

ВСТУП. Виробництво м'ясних снєків має великий потенціал в сучасних умовах життя. М'ясні снєки можна використовувати в раціонах харчування спортсменів і туристів, військовослужбовців, вони не потребують спеціальних умов зберігання, мають високі органолептичні, структурно-механічні властивості та є продуктами з підвищеною харчовою та енергетичною цінностями. Використання продуктів бджільництва в складі м'ясних снєків дає змогу поширювати їхнє застосовування у харчових технологіях, збільшуючи різноманітність м'ясних продуктів та покращуючи їхню біологічну цінність.

За технологією *sous vide* продукт готується у вакуумній упаковці застосовуючи температуру в межах від 65° до 96° С, що забезпечує рівномірний розподіл тепла, з додаванням інших допоміжних складників (соус-спеції) або без них. Çöl et. al (2018) зазначають, що після приготування його можна зберігати впродовж тривалого часу дотримуючись температури 1°–4° С та за умов швидкого охолодження після варіння. Також, як зазначають науковці, у продуктах приготованих за цією технологією зменшується розвиток окислювальних та аеробних бактерій, в тому числі завдяки вакуумній упаковці і загалом такі продукти є захищеними від швидкого мікробного забруднення. Також, використання цього методу дає змогу зменшити втрати вологи, поживних речовин, а також гальмує окисні зміни через приготування під вакуумом. Крім того, як зазначають Kehlet et. al (2017) та Stringer and Metris (2018), ця технологія інгібує аеробні бактерії і є досить ефективною для запобігання повторного забруднення попередньо заморожених продуктів. Таким чином через застосування *sous vide* у виробництві харчових продуктів автори подовжили їхній термін придатності під час зберігання. Задля максимального знищення мікроорганізмів під час виробництва харчових продуктів з використанням технології *sous vide*, Onyeaka et. al (2020) рекомендують поєднувати виробництво продукції з додатковими технологічними процесами. Автори зазначають, що застосування *sous vide* покращує якість, поживність і термін зберігання харчових продуктів.

За даними Bailey (2018), вакуум всередині упаковки має вирішальне значення для обробки сировини. Адже, зникає бар'єр між середовищем для приготування та продуктом, який призводить до нерівномірного та більш непостійного термічного процесу.

Cui et. al (2021) підтверджують переваги *sous vide* в точному регулюванні температури під час приготування продуктів та покращенні якості, кольору, смаку та поживної цінності їжі. Водночас, автори вказують на проблеми та перспективи цієї технології виробництва харчових продуктів, до яких відноситься використання в масштабних промислових умовах, контролювання знищення патогенних мікроорганізмів тощо. Дослідження Choi and Shin (2020) в Кореї також виявили, що компанії масового виробництва харчових продуктів не використовують *sous vide*, зазвичай таке виробництво здійснюється малими та середніми підприємствами, які займаються спеціалізованим виробництвом та конкретними замовленнями. Але детальний огляд літератури показав, що ринок у Кореї демонструє значний потенціал для подолання насичення ринку продуктами виробленими за допомогою *sous vide*.

Однією з вагомих переваг застосування технології *sous vide* під час виробництва продукції, як зазначають Kathuria et. al (2022), на відміну від інших традиційних методів термічного оброблення, є отримання вищих поживних та сенсорних характеристик, а також запобігання прямому контакту їжі з киснем, що також описано в праці Iborra-Bernad et al. (2014). Різні дослідники, зокрема і Clausen, et. al (2018) стверджували, що такий спосіб оброблення дає змогу покращити харчову якість продукту за рахунок покращених текстурних і поживних характеристик, додатково до підвищення засвоюваності організмом людини.

Враховуючи актуальність та значні переваги застосування технології *sous vide* в харчових технологіях, метою цієї роботи було поєднати її з технологією виробництва м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Для виробництва м'ясних снєків з продукцією бджільництва використовували куряче філе, соняшниковий мед, водну витяжку прополісу, бджолине обніжжя, а також кухонну сіль, перець чорний мелений та соєвий соус. Для контрольних зразків продукти бджільництва у складі снєків не використовували.

Виробництво м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва із застосуванням технології sous vide здійснювати двома способами:

1. Куряче філе очищали від жиру, плівок та залишків хрящової тканини. Поміщати в полімерні пакети, вакуумували та варили за технологією sous vide за температури 73–74° С впродовж 60 хв до температури в товщі м'яса не менше 70° С. Після цього м'ясо охолоджували, нарізали на шматки товщиною 5–7 мм, маринували в попередньо підготовленому маринаді не менше 1,5–2 год за кімнатної температури, викладали на решітчасті листи та поміщали в попередньо нагрітий дегідратор за температури 55° С на 6 год для висушування.

2. Куряче філе очищали від жиру, плівок та залишків хрящової тканини. Для маринаду змішували всі компоненти разом та перемішували до розчинення всіх складників. Потім м'ясо з маринадом поміщали в полімерні пакети, вакуумували та варили за технологією sous vide за температури 73–74° С впродовж 60 хв до температури в товщі м'яса не менше 70° С. Після цього м'ясо охолоджували, нарізали на шматки товщиною не більше 5 мм, викладали на решітчасті листи та поміщали в попередньо нагрітий дегідратор за температури 55° С на 6 год для висушування.

Готові м'ясні снєки досліджували за фізико-хімічними показниками, а саме визначали вміст вологи (проводили висушування до постійної маси за температури 103°С ± 2° С (DSTU ISO 1442:2005, 2007); масову частку білка (за методом К'єндаля, де на першому етапі проводили мінералізацію органічних сполук в дослідних зразках, а далі визначали вміст азоту за кількістю утвореного аміаку за допомогою титрування (DSTU ISO 937:2005); масову частку жиру (за методом Сокслета, який базується на екстракції жиру розчинником з висушеної наважки продукту і з подальшим видаленням розчинника (DSTU ISO 1443:2005, 2007); вміст солі (зразки подрібнювали до фаршоподібного стану, наважку 3 г поміщали в колбу і доливали 100 мл води; далі поміщали на віброструшувач на 30–40 хв, після чого фільтрували, додавали індикатор (хромат калію) та титрували AgNO₃ до появи червоно-оранжевого забарвлення). Ступінь готовності м'яса визначали за допомогою вимірювання температури в товщі м'яса (DSTU 3143:2013, 2013). Додатково проводили органолептичне дослідження за 5 бальною шкалою, де оцінювали зовнішній вигляд, колір, текстуру, смак та запах. Проводили визначення втрат під час варіння, сушіння та загальні втрати у порівнянні до маси сировини та готового продукту.

Отримані результати піддавали статистичній обробці з використанням вбудованих функцій Microsoft Excel 365.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Для виготовлення м'ясних снєків з продукцією бджільництва та проведення подальших досліджень використовували сировину з показниками, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Харчова цінність основної сировини на 100 г для виробництва м'ясних снєків

Показник/назва сировини	Філе куряче ¹	Мед соняшниковий ²	Водна витяжка прополісу ³	Бджолине обніжжя ⁴	Соєвий соус ⁵
Жири, г з них насичені	не більше 4,5 1,14	0	0,02	0,74	0
Вуглеводи, г	0	80,3	25,07	49,3	16,2

з них природні цукри		74,6			
Білки, г	не менше ніж 19,51	0,8	0,48	23	2,1
Харчова цінність, ккал	119	324	100,28	296	73

Примітка: інформація надана виробниками згідно з 1 – ТУ У 10.1-00851376-001:2014; 2 – ДСТУ 4497:2005; 3 – ТУ У 15.8-30180024-009:2009; 4 – ДСТУ 3127-95; 5 – ТУ У 15.8-30511780-002:2009.

Наведені дані в таблиці 1 дають змогу оцінити якість сировини, що використовується у виробництві м'ясних снєків та в подальшому контролювати якість готового продукту. Також, вказана інформація дає змогу розробляти збалансовані рецептури м'ясних продуктів, що відповідатимуть потребам споживачів. Це особливо важливо для таких продуктів, як м'ясні снєки, адже їх можна використовувати в спеціалізованому харчуванні. Окрім того, розуміння харчової цінності сировини дає змогу створювати продукти, що сприятимуть збалансованому харчуванню. Це важливо для попередження хронічних захворювань, пов'язаних з харчуванням, таких як ожиріння, діабет, серцево-судинні захворювання (Wang et. al, 2020; Mattioli et. al, 2020; Yang et. al, 2020). Враховуючи знання щодо харчової цінності сировини, можна також оптимізувати процеси виробництва, підбираючи потрібні інгредієнти та способи оброблення для досягнення бажаної якості продукту. Окрім того, інформація про харчову цінність дає змогу використовувати сировину ефективніше, мінімізуючи відходи та знизити витрати, що сприяє підвищенню рентабельності виробництва. Загалом, інформація про харчову цінність сировини є важливою під час виробництва м'ясних продуктів, адже її використання дає змогу контролювати якість, безпечність, законодавчу відповідність, здоров'я споживачів та економічну ефективність виробництва.

Першим етапом дослідження готового продукту було проведення органолептичного оцінювання. Так на рисунках 1 і 2 представлено профілограми органолептичного оцінювання м'ясних снєків вироблених за способом 1 і 2 відповідно.

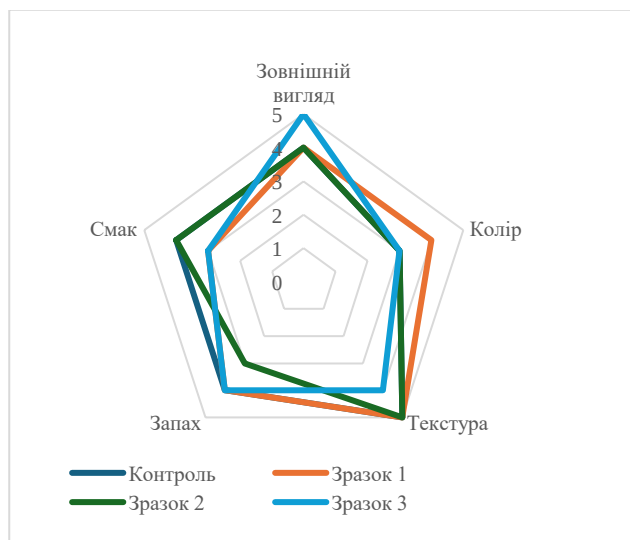


Рисунок 1. Профілограма органолептичного оцінювання м'ясних снєків вироблених за способом 1

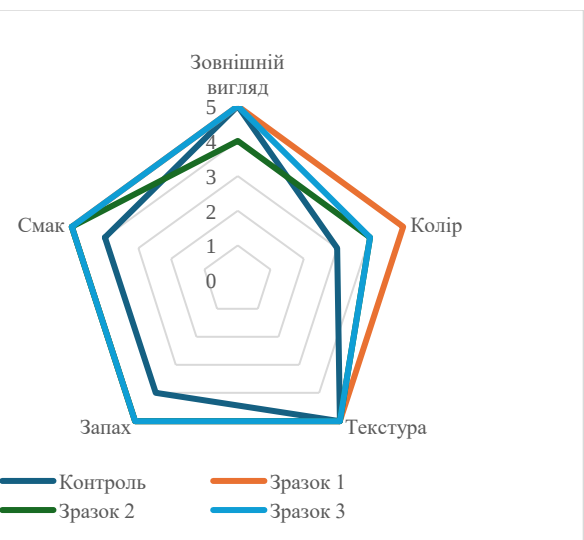


Рисунок 2. Профілограма органолептичного оцінювання м'ясних снєків вироблених за способом 2

Враховуючи результати органолептичного оцінювання (рис. 1), маринування вже вареного м'яса за технологією *sous vide* має низку недоліків (спосіб 1). Так, неможливо повністю розподілити маринад на м'ясі, адже воно відразу його вбирає в себе, та залишаються непокриті ділянки, що негативно впливає на смак. Відповідно, встановлено також нерівномірний колір шматків м'яса, що впливає і на зовнішній вигляд. Маринування після варіння (спосіб 1) подовжує загальний час технологічного процесу і потребує забезпечення додаткових умов – ємності для маринування, відведення додаткового місця для маринування, контролювання процесу тощо. Як видно з рис. 2, додавання маринаду до м'яса в пакети для варіння і подальше вакуумування, дає змогу отримати продукт збалансований за всіма органолептичними показниками. Маринад під час приготування проникає в м'ясо під вакуумом, що підсилює смакові якості. Це також створює умови для кращого вбирання ароматів та складників з маринаду курячим філе, й у подальшому отримати інтенсивний та рівномірний смак. Додавання продуктів бджільництва також забезпечує отримання високих органолептичних показників, у порівнянні з контролем (рис. 2). Значною перевагою виробництва м'ясних снєків за способом 2 є скорочення витратити часу на процес маринування, й відповідно – загального на виробництво. Окрім того, продукт, який поміщали у вакуумне пакування, можливо зберігати після варіння до продовження технологічного процесу. Це дає змогу мінімізувати мікробіологічне забруднення та зберегти властивості напівфабриката. Тому, враховуючи результати органолептичного оцінювання, було визначено перевагу способу 2, а отримані зразки використовували у подальших дослідженнях.

Приготування м'яса за технологією *sous vide* забезпечує точний контроль температури, що гарантує рівномірне приготування м'яса. Напівфабрикат отримували ніжний, соковитий і має однорідну текстуру без пересушених або недоварених ділянок. Подальше конвективне сушіння м'яса в дегідраторі призводить до отримання крихкої консистенції готового продукту, який не потребує додаткових зусиль для пережовування. Також, приготування за низької температури у дегідраторі зменшує втрату важливих поживних речовин, вітамінів та мікроелементів, що часто трапляється під час традиційних методів приготування.

М'ясні снєки виготовлені за способом 2 досліджували за фізико-хімічними показниками: вміст вологи, жиру, білка та солі. Результати дослідження представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники м'ясних снєків (n=6)

Показник	Вміст, %			
	волога	жир	білок	сіль
$X \pm \sigma$	19,26	1,85	54,16	2,21
$Cv, \%$	5,54	5,68	1,54	7,62
$\Delta, \%$	1,07	0,10	0,84	0,16

Примітка: X – середньоарифметичне значення; Δ – похибка вимірювання; Cv – коефіцієнт варіації.

У готовому продукті контролюють показники, які зазначені в таблиці 2. Так, визначення вмісту вологи дає змогу контролювати тривалість висушування м'ясних снєків, та є одним з якісних показників встановлення готовності продукту. За інформацією щодо вмісту жиру, контролюють термін придатності. Адже чим менший його вміст, тим повільніше відбуватимуться процеси окиснення і, відповідно, псування (Zhu et. al 2022; Bozhko et. al 2022). Вміст білка вказує на біологічну цінність продукту. Вживання високобілкових продуктів позитивно впливає на організм людини та такий продукт може використовуватися в спеціалізованому харчуванні (Smith-Ryan et. al 2020; Antoniak et. al 2022). Для забезпечення високої якості м'ясних снєків необхідно також контролювати вміст солі в готовому продукті. Адже понаднормовий рівень солі шкідливо впливатиме як на смакові властивості снєків, так і на організм людини. Отримані дані дослідження (табл. 2), дають підставу стверджувати

придатність продукту для спеціалізованого харчування, завдяки високому вмісту білка та нормовану кількість солі, а також стабільність до його зберігання зумовлений низьким вмістом води та жиру.

Важливо було також визначити втрати під час виробництва м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва. Так, втрати визначали після варіння sous vide до маси сирого напівфабриката, втрати після сушіння до маси вареного напівфабриката та загальні втрати від маси готового продукту до маси сирого напівфабриката (табл. 3).

Таблиця 3. Втрати під час виробництва м'ясних снєків із застосуванням технології sous vide

Показник	Спосіб 1	Спосіб 2
Втрати після варіння		
$X \pm \sigma$	19,85	24,15
$C_v, \%$	3,21	2,64
$\Delta, \%$	0,64	0,64
Втрати після сушіння		
$X \pm \sigma$	61,55	62,75
$C_v, \%$	1,72	1,24
$\Delta, \%$	1,06	0,78
Загальні втрати під час виробництва		
$X \pm \sigma$	69,25	71,80
$C_v, \%$	1,53	1,18
$\Delta, \%$	1,06	0,85

Примітка: X – середньоарифметичне значення; Δ – похибка вимірювання; C_v – коефіцієнт варіації.

Порівнюючи дані з таблиці 3, видно, що варіння в маринаді за способом 2 має вищі втрати маси у порівнянні з варінням за способом 1. Вже після сушіння показник втрат вирівнюється і різниця становить лише 1,2 %, а враховуючи похибку вимірювання, то ще менше. Загальні втрати маси за виробництва м'ясних снєків з використанням технології sous vide за способом 1 становлять на 2,55 % менше у порівнянні зі способом 2. Загалом, порівнюючи коефіцієнти варіації та похибки вимірювання, можна зробити висновки, що спосіб виробництва 2 є збалансованішим незважаючи на незначні більші втрати і за відпрацювання технології можна досягнути кращих результатів, тобто зниження показники загальних втрат.

Під час відпрацювання технології sous vide необхідно було визначити час та температуру варіння м'яса. Основним завданням було отримати готове м'ясо з температурою в товщі не менше 70° C. Так, для порівняння досліджували декілька температурних режимів та часу варіння. За температури 70° C продовж 30 хв, температура в товщі м'яса становила лише 58° C $\pm 0,8^\circ$ C; за цієї ж температури, але впродовж 60 хв варіння, максимальна температура в товщі м'яса становила вже 67° C $\pm 1,1^\circ$ C. Коли температуру варіння підняли до 75° C і варили впродовж 60 хв, то температура в товщі м'яса становила в межах від 71,3 (в найтовстіших шматках м'яса) до 73,7° C. Відповідно, було встановлено, що для отримання необхідного результату необхідно застосовувати такі параметри варіння: температура 75° C, час 60 хв.

Враховуючи різні аспекти технологічного процесу виробництва м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва було розроблено технологічну схему виробництва, яка представлено на рисунку 3.

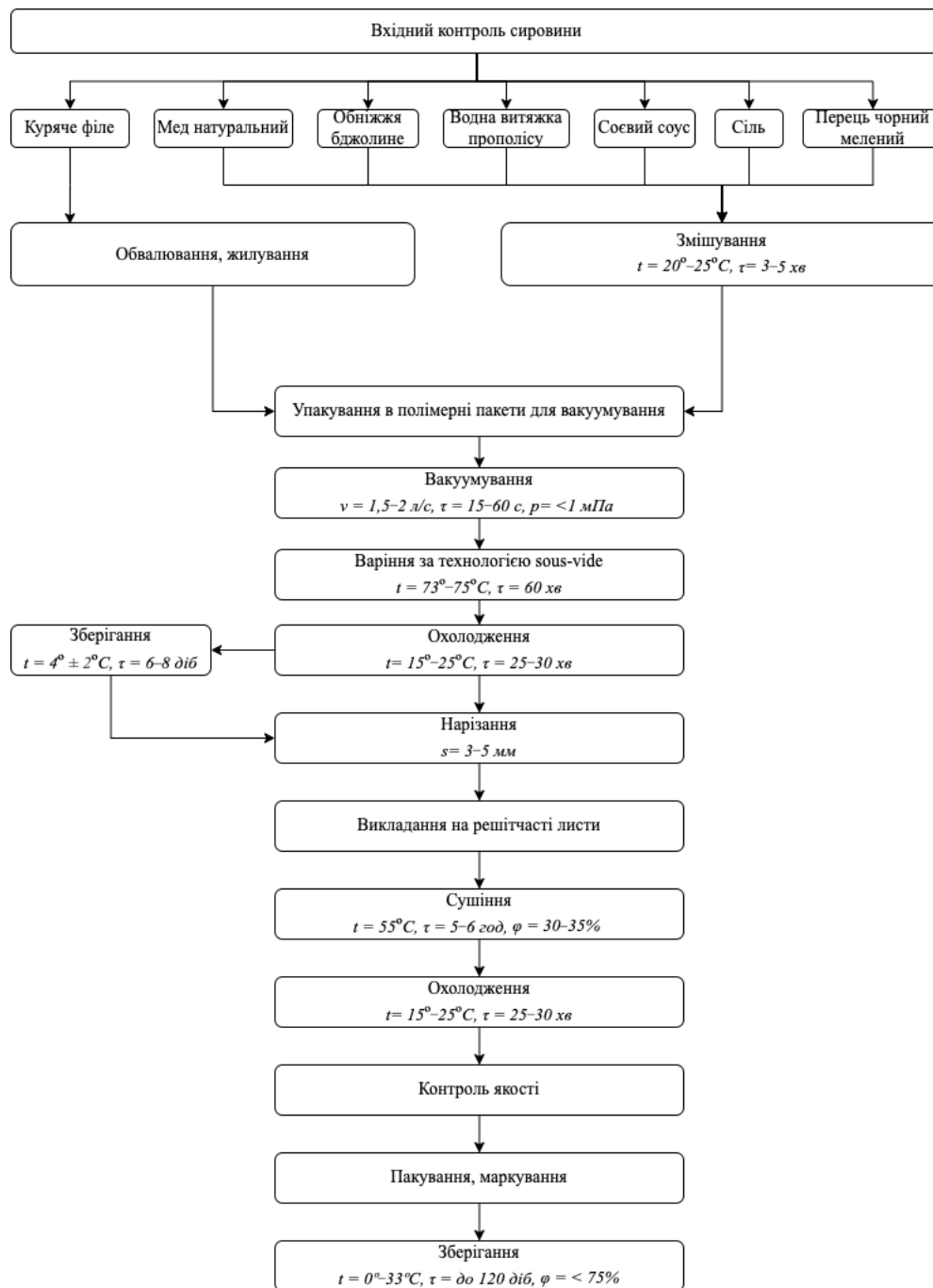


Рисунок 3. Технологічна схема виробництва м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва із застосуванням технології sous vide

Згідно з технологічною схемою, яка представлена на рисунку 3 рекомендуємо виготовляти м'ясні снєки з використанням продукції бджільництва з застосуванням технології sous vide. Перевагою цієї технології є те, що напівфабрикат перед сушінням можна зберігати у тій же вакуумній упаковці, в якій варили м'ясо впродовж 6–8 діб за температури $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Це дає змогу попередньо заготовити м'ясо для виробництва снєків і забезпечити їхнє безперебійне виробництво у промислових обсягах та загалом оптимізувати процес виробництва продукції.

Задля виробництва харчових продуктів з мінімальною обробкою, які зберігають свої природні поживні та сенсорні якості і для задоволення попиту споживачів, харчова промисловість поступово переходить на використання технології sous vide (Olatunde and

Benjakul, 2021). Зазвичай через традиційну високу температуру, якій піддають сировину під час виробництва деякі поживні речовини пошкоджуються або втрачаються. Але за повільного приготування *sous vide* білкова структура, як зазначають Zavadlav et al. (2020) може перетворитися на більш еластичну та ніжну форму, зі збереженням насиченого смаку. Як було визначено в процесі цього дослідження, а саме під час варіння м'яса в маринаді (спосіб 2), було отримано насичені смак та запах, з однорідним насиченням кольору, приємною ніжною структурою, яка після сушіння стала хрусткою.

Технологія *sous vide* дає змогу точно контролювати ступінь готовності курячого м'яса. Це особливо важливо, коли потрібно досягти певної текстури, температури в товщі м'яса чи інших показників. Також, процес приготування за технологією *sous vide* не потребує постійного нагляду. Тобто, можливо підготувати пакети з м'ясом та маринадом заздалегідь, і залишити їх готуватись тим часом виконуючи інші операційні процеси виробництва м'ясних снєків.

Приготування харчових продуктів за допомогою *sous vide*, як вже було визначено в процесі цього дослідження та підтверджується результатами, зокрема, Cui et. al (2021) та Onyeaka et. al (2022²), має низку переваг. А саме набуття високих сенсорних властивостей, таких як – добре збережений колір, насичений аромат і смак, приємна текстура. *Sous vide* задовольняє потреби споживачів щодо високоякісної та повноцінно поживної їжі. Також перевага оброблення *sous vide* поміж інших методів термічного оброблення полягає в тому, що *sous vide* поєднує термічну обробку (варіння) та вакуумне пакування для зміни властивостей харчових продуктів і подовження терміну зберігання. Його унікальність полягає у вакуумній герметизації, яка усуває реакції окислення та мінімізує втрати при варінні (Djekic та ін., 2020). Як було визначено за результатами цього дослідження, попереднє варіння за технологією *sous vide* дає змогу зберігати напівфабрикат перед сушінням впродовж 6–8 діб, що загалом сприяє в оптимізації виробничого процесу м'ясних снєків та потенційно збільшує термін зберігання готового продукту.

Використання обладнання для виробництва продукції за *sous vide* не потребує значних навичок, постійного контролю та є простим в експлуатації і як зазначають Głuchowski et. al (2020) через це є поширеним способом виробництва продукції у ресторанному господарстві. Ruiz-Carrascal et. al (2019) звертають увагу, що найбільшу популярність виробництва за цією технологією має м'ясо через покращення текстури та смаку приготованої їжі. Так, в попередніх дослідженнях (Antoniv et. al, 2023), описано, що для виробництва снєків було обрано куряче філе і в кінцевому результаті поєднання різних методів оброблення отримали готовий продукт заданих властивостей.

Незважаючи на те, що продукти оброблені *sous vide* загалом вважаються безпечними, виникнення харчових захворювань не є рідкістю, що пов'язано з використанням набагато нижчих температур, ніж за звичайного приготування та відсутністю консервантів. Як зазначають Onyeaka et. al (2022²), під час виробництва необхідно звертати увагу на мікробіологічну безпеку продуктів через використання *sous vide*. Тому, під час застосування технології *sous vide* у виробництві м'ясних снєків було важливо довести температуру в товщі м'яса не менше 70° С. Додатково, у рецептурі передбачено використання продуктів бджільництва, а саме меду та водної витяжки прополісу, адже вони є консервантами, мають антибактеріальні та протигрибкові властивості. Ці складники також використовувалися з метою подовження терміну зберігання.

ВИСНОВКИ. За результатами проведеного дослідження було встановлено технологічні параметри виробництва м'ясних снєків з використанням продукції бджільництва із застосуванням технології *sous vide*. Порівнюючи два способи виробництва, визначено, що доцільно поміщати м'ясо в полімерні пакети разом з попередньо підготовленим маринадом, вакуумувати, та варити за температури 75° С впродовж 60 хв. Після цього м'ясо необхідно

охолодити, нарізати шматками товщиною не більше 5 мм, викласти на решітчасті листи та помістити у попередньо розігрітий дегідратор до температури 55° С на 6 годин.

Отриманий продукт має високі органолептичні властивості, а саме привабливий зовнішній вигляд, рівномірний колір, приємний смак і запах та хрустку (ламку) текстуру, що дає змогу споживати (жувати) снеки без прикладання додаткових зусиль.

Виробництво м'ясних снеків з використанням продукції бджільництва із застосуванням технології *sous vide* з додаванням маринаду у пакет дає змогу отримати насичений смак, зберегти поживні речовини, досягти бажаної консистенції та текстури, а також забезпечити зручність та універсальність технологічного процесу через оптимізацію операцій.

Перспективним напрямом подальших досліджень буде вивчення використання запропонованих м'ясних снеків у складі інших харчових продуктів чи кулінарних виробів, зокрема в харчоконцентратах та сухих пайках. Використання снеків в спеціалізованому харчуванні дасть змогу розширити асортимент пропонуваного харчових продуктів, забезпечити споживачів корисними і натуральними м'ясними продуктами високої харчової цінності, які потенційно можуть зберігатися впродовж тривалого часу.

References

Antoniak, M. A., Szymkowiak, A., Pepliński, B. (2022). The Source of Protein or Its Value? Consumer Perception Regarding the Importance of Meat(-like) Product Attributes. *Applied Sciences*, 12(9):4128. <https://doi.org/10.3390/app12094128>.

Antoniv, A., Adamchuk, L., Ivanišová, E., Chlebo, R., & Topal, E. (2023). Analysis of the market of meat products in Ukraine. *Animal Science and Food Technology*, 14(2), 9–27. <https://doi.org/10.31548/animal.2.2023.9>

Bailey, J. D. (2018). Sous vide: past, present, and future. In *Principles of Modified-Atmosphere and Sous Vide Product Packaging*. Routledge, p. 243–261. Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203742075-10/sous-vide-past-present-future-bailey/>.

Bozhko, N., Pasichnyi, V., Marynin, A., Tischenko, V., Strashynskyi, I., & Kyselov, O. (2020). The efficiency of stabilizing the oxidative spoilage of meat-containing products with a balanced fat-acid composition. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11 (105), 38–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205201>.

Choi, E., & Shin, W. S. (2020). Manufacturing process and food safety analysis of sous-vide production for small and medium sized manufacturing companies: Focusing on the Korean HMR market. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 1–10. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2020.52.1.1>.

Clausen, M. P., Christensen, M., Djurhuus, T. H., Duelund, L., & Mouritsen, O. G. (2018). The quest for umami: Can sous vide contribute?. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 13, 129–133. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.03.002>.

Çöl, B. G., Aksu, H., & Yıkıms, S. (2018). Evaluation of Sous vide Technology in Gastronomy. *International Journal of Agricultural and Life Sciences*, 4(1). Retrieved from <http://hdl.handle.net/11363/1056>.

Cui, Z., Yan, H., Manoli, T., Mo, H., Bi, J., & Zhang, H. (2021). Advantages and challenges of sous vide cooking. *Food Science and Technology Research*, 27(1), 25–34. <https://doi.org/10.3136/fstr.27.25>.

Djekic, I., Ilic, J., Lorenzo, J. M., & Tomasevic, I. (2021). How do culinary methods affect quality and oral processing characteristics of pork ham?. *Journal of Texture Studies*, 52(1), 36–44. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12557>.

DSTU 3127-95. (1996). Retrieved from Pollen Load and Compositions (Flower Pollen). Specifications: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91436

- DSTU 3143:2013. (2013). Retrieved from Poultry Meat. General specification: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81578
- DSTU 4497:2005. (2007). Retrieved from Natural Honey. Specification: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84219
- DSTU ISO 1442:2005. (2007). Retrieved from Meat and Meat Products. Determination of moisture content (reference method): https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_1442_2005.pdf
- DSTU ISO 1443:2005. (2007). Retrieved from Meat and Meat Products. Determination of total fat content: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_1443_2005.pdf
- DSTU ISO 937:2005. (2007). Retrieved from Meat and Meat Products. Determination of nitrogen content (Reference method): https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_937_2005.pdf
- Głuchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., & Rutkowska, J. (2020). Salmon (*Salmo salar*) cooking: achieving optimal quality on select nutritional and microbiological safety characteristics for ready-to-eat and stored products. *Molecules*, 25(23), 5661. <https://doi.org/10.3390/molecules25235661>.
- Holman, B. W., Bekhit, A. E. D. A., Waller, M., Bailes, K. L., Kerr, M. J., & Hopkins, D. L. (2021). The association between total volatile basic nitrogen (TVB-N) concentration and other biomarkers of quality and spoilage for vacuum packaged beef. *Meat Science*, 179, 108551. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108551>.
- Iborra-Bernad, C., Tárrega, A., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2014). Advantages of sous-vide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *LWT-Food Science and Technology*, 56(2), 451-460. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.027>.
- Kathuria, D., Dhiman, A. K., & Attri, S. (2022). Sous vide, a culinary technique for improving quality of food products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.031>.
- Kehlet, U., Mitra, B., Ruiz Carrascal, J., Raben, A., & Aaslyng, M. D. (2017). The satiating properties of pork are not affected by cooking methods, sousvide holding time or mincing in healthy men – A randomized cross-over meal test study. *Nutrients*, 9(9), 941. doi: 10.3390/nu9090941.
- LLC «Apiprodukt». (2009). TU U «Children's supplements «Propolis extracts» (15.8-30180024-009:2009).
- LLC «Lutsk Agrarian Company». (2014). TU U «Broiler chicken fillet. Specifications» (10.1-00851376-001:2014).
- LLC «TEKHNOKOM». (2009). TU U «Sauces for first and second lunch dishes. Specifications» (15.8-30511780-002:2009).
- Mattioli, R., Francioso, A., Mosca, L., Silva, P. (2020). Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. *Molecules*, 25(17):3809. <https://doi.org/10.3390/molecules25173809>.
- Olatunde, O. O., & Benjakul, S. (2021). Sous-vide cooking as a systematic approach for quality maintenance and shelf-life extension of crab lump meat. *Lwt*, 142, 111004. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111004>.
- Onyeaka, H., Nwabor, O., Jang, S., Obileke, K., Hart, A., Anumudu, C., & Miri, T. (2022¹). Sous vide processing: a viable approach for the assurance of microbial food safety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(9), 3503–3512. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11836>.
- Onyeaka, H., Nwaizu, C. C., & Ekaette, I. (2022²). Mathematical modeling for thermally treated vacuum-packaged foods: A review on sous vide processing. *Trends in Food Science & Technology*, 126, 73-85. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.018>.
- Ruiz-Carrascal, J., Roldan, M., Refolio, F., Perez-Palacios, T., & Antequera, T. (2019). Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16, 100138. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100138>.

Smith-Ryan, A. E., Hirsch, K. R., Saylor, H. E., Gould, L. M., & Blue, M. N. (2020). Nutritional considerations and strategies to facilitate injury recovery and rehabilitation. *Journal of athletic training*, 55(9), 918-930. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-550-19>.

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

Wang, J., Pham, T. L., Dang, V. T. (2020). Environmental Consciousness and Organic Food Purchase Intention: A Moderated Mediation Model of Perceived Food Quality and Price Sensitivity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3):850. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030850>.

Yang, Q., Liang, Q., Balakrishnan, B., Belobrajdic, D. P., Feng, Q-J., Zhang, W. (2020). Role of Dietary Nutrients in the Modulation of Gut Microbiota: A Narrative Review. *Nutrients*. 12(2):381. <https://doi.org/10.3390/nu12020381>.

Zavadlav, S., Blažić, M., Van de Velde, F., Vignatti, C., Fenoglio, C., Piagentini, A. M., ... & Putnik, P. (2020). Sous-vide as a technique for preparing healthy and high-quality vegetable and seafood products. *Foods*, 9(11), 1537. <https://doi.org/10.3390/foods9111537>.

Zhu, Y., Wang, W., Zhang, Y., Li, M., Zhang, J., Ji, L., Zhao, Z., Zhang, R., Chen, L. (2022). Characterization of Quality Properties in Spoiled Mianning Ham. *Foods*, 11(12):1713. <https://doi.org/10.3390/foods11121713>.

Отримано в редакцію 05.04.2024 р., прийнято до публікації 19.04.2024 р.