

ГЕЛІХ АННА

Сумський національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>e-mail: anna.helikh@snau.edu.ua

ФІЛОН АНДРІЙ

Сумський національний аграрний університет

Державний біотехнологічний університет

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<https://orcid.org/0000-0003-0237-2185>e-mail: filongelikh@gmail.com

ТРАДИЦІЙНІ ФРАНЦУЗЬКІ КРАКЕЛІНИ З ПАШТЕТОМ НА ОСНОВІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ БІЛКІВ ДЛЯ ЗДОРОВОЇ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ДІЄТИ

Забезпечення людства достатньою кількістю якісної їжі - одна з найважливіших проблем сучасного світу. Голод та недоїдання, тісно пов'язані з нерівністю, негативно впливають на здоров'я та розвиток суспільства. Попри значний прогрес у харчових технологіях, ці проблеми залишаються невирішеними. Традиційна європейська кухня, з її багатим різноманіттям регіональних особливостей, може сприяти покращенню ситуації. Її інтеграція з інноваційними підходами, зокрема використанням альтернативних джерел білка, відкриває перспективи для зміцнення продовольчої безпеки. Однак, незважаючи на переваги такого підходу, використання альтернативних білків у європейській кухні з метою здорового харчування досліджене недостатньо. Для підтвердження ефективності альтернативних білків у технології традиційних французьких кракелінів з паштетом було розроблено 4 зразки: А0 контроль з лососевим паштетом, А1 паштет з *Helix pomatia*, А2 паштет з *Lissachatina fulica*, А3 паштет з *Cornu aspersum*. У дослідженні використовувались альтернативні білки (равлики, ізолят білка насіння гарбуза), перероблені відходи харчових виробництв (ізолят білка насіння гарбуза, сушений жом столового буряка) та місцеві спеції (сушений хрін). Мета їх використання - це зміна рівня доступності їжі для здорової дієти. Найкращий вміст білка у А1 (19,61%) та А2 (18,52%). Найменший вміст жиру у А1 (13,17%) та А3 (12,98%). Хімічний склад А0 значно відрізнявся, тоді як зразки з равликами мали схожі показники білка та жиру, але різнилися за вмістом золи та вологи. Найкращі смак (8,9) та післясмак (8,5) були у А1. Зовнішній вигляд (8,7) та хрускіт (8,6) найкращими у А0. Найкраща текстура (8,2) була у А1 та А2, а аромат (8,8) у А2. Загальна оцінка висока для всіх зразків: А1 (8,3), А2 (8,1), А0 (8,0) та А3 (7,9). Найкращим був А1, але значущої різниці з іншими не було, що свідчить про ефективність будь-якої рецептури. Розроблена технологія пакування забезпечує харчову безпеку, тривале зберігання та зручність використання в бойових умовах, відповідаючи вимогам НАТО. Дослідження ширшого використання відходів харчових виробництв та місцевої сировини в харчуванні - актуальне міждисциплінарне завдання для фахівців з харчових технологій, культурології та військової справи, зацікавлених у розробці оптимальних раціонів.

Ключові слова: Європейська кухня, альтернативні білки, відходи харчових виробництв, печиво, паштет, військова раціони, здорова їжа, нульовий голод

HELIKH ANNA

Sumy National Agrarian University

FILON ANDRII

Sumy National Agrarian University

State Biotechnological University

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

TRADITIONAL FRENCH CRAQUELINS WITH A PÂTÉ BASED ON ALTERNATIVE PROTEINS FOR A HEALTHY AND MILITARY DIETS

Ensuring humanity has access to a sufficient quantity of high-quality food is one of the most critical challenges in the contemporary world. Hunger and malnutrition, closely intertwined with inequality, have a detrimental impact on the health and development of society. Despite significant progress in food technology, these problems remain unresolved. Traditional European cuisine, with its rich diversity of regional specificities, can contribute to improving the situation. Its integration with innovative approaches, particularly the use of alternative protein sources, offers promising prospects for strengthening food security. However, despite the advantages of this approach, the use of alternative proteins in European cuisine for healthy diets has not been sufficiently investigated. To confirm the effectiveness of alternative proteins in the technology of traditional French craquelins with pâté, four samples were developed: A0 control with salmon pâté, A1 pâté with *Helix pomatia*, A2 pâté with *Lissachatina fulica*, and A3 pâté with *Cornu aspersum*. The study utilized alternative proteins (snails, pumpkin seed protein isolate), processed food waste (pumpkin seed protein isolate, dried sugar beet pulp), and local spices (dried horseradish). The purpose of their use is to change the level of food availability for a healthy diet. The highest protein content was found in A1 (19.61%) and A2 (18.52%). The lowest fat content was observed in A1 (13.17%) and A3 (12.98%). The chemical composition of A0 differed significantly, whereas the samples with snails had similar protein and fat content but differed in ash and moisture content. The best taste (8.9) and aftertaste (8.5) were observed in A1. The appearance (8.7) and crispness (8.6) were best in A0. The best texture (8.2) was found in A1 and A2, and aroma (8.8) in A2. The overall score was high for all samples: A1 (8.3), A2 (8.1), A0 (8.0), and A3 (7.9). The best sample was A1, but there was no significant difference from the others, indicating the effectiveness of any of the recipes. The developed packaging technology ensures food safety, long-term storage, and ease of use in combat conditions, meeting NATO requirements. Research into the wider use of food waste and local raw materials in nutrition is a pressing interdisciplinary task for specialists in food technology, cultural studies, and military science interested in developing optimal diets.

Keywords: European cuisine, alternative proteins, food waste, craquelins, pâté, military rations, healthy food, zero hunger

Вступ

Проблема нульового голоду залишається гострою для людства, особливо в контексті зростання населення планети та нерівномірного розподілу ресурсів [1]. Недоїдання, як наслідок бідності та збройних конфліктів, підриває здоров'я мільйонів людей, а з іншого боку, незбалансоване харчування призводить до ожиріння та інших хронічних захворювань [2]. Вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу, що включає в себе не лише збільшення виробництва продуктів харчування, але й популяризацію здорової дієти [3]. У цьому контексті, пошук альтернативних джерел білка стає не просто

науковим трендом, а життєвою необхідністю [4]. Безхребетні, що природним ареалом обирають території відділені від моря, є ефективним та доступним джерелом альтернативного білка [5]. Равлики, зокрема, є перспективним джерелом повноцінного білка, вітамінів та мінералів, і їх вирощування є екологічно сталим та економічно вигідним [6]. Равлики використовуються у якості джерела альтернативного білка у традиційних рецептурах ферментованої Італійської саламі [7] та сталого виробництва білих ковбас [8].

Глобальна харчова промисловість генерує колосальні обсяги відходів, що є не лише екологічною проблемою, але й втраченим потенціалом [9]. Раціональне використання побічних продуктів виробництва може стати ключем до створення інноваційних продуктів харчування [10]. Зокрема, ізолят білка насіння гарбуза, отриманий з макухи, є цінним джерелом рослинного білка з високою біологічною цінністю [11]. Шрот насіння гарбуза використовується в технології печива [12], а ізолят білка насіння гарбуза використовується в рецептурах ковбасних виробів [13].

Жом столового буряка, який зазвичай вважається відходом, насправді багатий на пектин, клітковину та інші корисні речовини, що можуть бути використані для збагачення продуктів харчування [14]. Використання таких альтернативних джерел білка та інших компонентів дозволить не тільки зменшити кількість відходів, але й створити нові продукти харчування, здатні забезпечити повноцінний раціон, навіть в екстремальних умовах [15].

Крекери та кракеліни, завдяки своїй хрумкій текстурі та тривалому терміну зберігання, є ідеальним продуктом для створення гуманітарної та військової їжі [16]. Їх можна збагачувати різними інгредієнтами, зокрема, білковими паштетами, для підвищення поживної цінності [17]. Рибні паштети, як джерело легкозасвоюваного білка та Омега-3 жирних кислот, є поширеним компонентом раціонів військових, проте їх виробництво може бути екологічно шкідливим та не завжди доступним [18]. Розробка паштетів на основі альтернативних білків, зокрема, равликів, з додаванням рослинних компонентів, таких як ізолят гарбузового білка та буряковий жом, є перспективним напрямком для створення стійких та поживних продуктів, здатних задовольнити потреби людей у кризових ситуаціях [19]. Додатково, таке поєднання інгредієнтів може вирішити проблему незбалансованого харчування та надмірного навантаження на екосистеми [20].

На тлі глобальних викликів, пов'язаних з продовольчою безпекою, зростанням населення та кліматичними змінами, розробка інноваційних продуктів харчування на основі альтернативних білків набуває особливої актуальності [21]. Дослідження в цьому напрямку не лише сприяють вирішенню проблеми голоду та недоїдання, але й відкривають шлях до створення екологічно сталого та етичного харчового виробництва [22]. Розробка французьких кракелінів з паштетом на основі білка равликів, ізоляту гарбузового білка та бурякового жому є прикладом такого інноваційного підходу [23]. Цей продукт поєднує в собі традиції європейської кухні з потребами здорового харчування та відповідає вимогам до військових раціонів [24]. Використання побічних продуктів харчових виробництв, таких як жом та макуха, сприяє зменшенню кількості відходів та раціональному використанню ресурсів [25]. Такий підхід дозволяє створити повноцінний продукт з високою харчовою цінністю, тривалим терміном зберігання та приємними органолептичними властивостями [26]. Розробка та впровадження таких продуктів у раціони військових та цивільного населення, особливо у зонах гуманітарних криз, може стати кроком до забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку [27]. Окрім того, це сприятиме популяризації здорового харчування та відповідального споживання [28]. Дане дослідження є актуальним, інноваційним та має потенціал змінити наше уявлення про їжу та її виробництво [29], сприятиме вирішенню продовольчих проблем та покращенню здоров'я людей [30], та забезпечить екологічну стабільність майбутніх поколінь [31]. Продовження досліджень у цій сфері є необхідним кроком на шляху до побудови кращого майбутнього [32], де їжа буде не просто засобом виживання, а джерелом здоров'я, насолоди та гармонії з навколишнім світом [33]. Це дослідження є внеском у створення світу, де ніхто не страждатиме від голоду та недоїдання, а їжа буде смачною, корисною та доступною для кожного [34]. Ми віримо, що розробка подібних продуктів є ключем до майбутнього, де інновації та відповідальність йдуть пліч-о-пліч, забезпечуючи добробут людей та збереження нашої планети [35].

Загроза продовольчої кризи, посилена зміною клімату, виснаженням ресурсів та зростанням населення планети, змушує нас переосмислити традиційні підходи до харчування та шукати нові, стійкі рішення. Цікаво, що кракеліни з паштетом поєднують в собі елементи традиційної європейської кухні, використовуючи кракеліни як основу, та інноваційний підхід до використання альтернативних білків, що робить технологію не тільки корисною, але й потенційно привабливою для широкого кола споживачів. Застосування локальних та побічних ресурсів робить розробку економічно вигідною та екологічно доцільною.

Гіпотетично, розроблений продукт може стати основою для створення цілої лінійки доступних та поживних продуктів, адаптованих до різних регіонів та культурних особливостей. Використання нетрадиційних джерел білка, таких як равлик, не тільки розширює сировинну базу, але й сприяє збереженню біорізноманіття. Успішна реалізація цього дослідження може стати каталізатором для подальших наукових розробок у сфері альтернативних харчових продуктів та сприятиме формуванню культури відповідального споживання. Це, в свою чергу, наблизить нас до вирішення глобальної

проблеми продовольчої безпеки та побудови більш стійкого та справедливого світу, де їжа є джерелом здоров'я та благополуччя для кожного.

Результати та обговорення

1 *Рецептура та технологія кракелінів із паштетом.* Найважливішою складовою традиційної європейської кухні є технологія та рецептура досліджуваних страв [36]. Завдяки новим харчовим інгредієнтам, що не були доступні при перших спробах отримання кракелінів, рецептура підвищує рівень доступності їжі для здорової дієти. Цьому сприяє використання цільнозернового низькоглютенowego борошна без висівків з озимої пшениці (*Triticum aestivum L.*), зменшення кількості яєць, солі та спецій, при цьому зберігаючи органолептичні показники продукту завдяки додаванню ізоляту білка насіння гарбуза. Для досліджень було підготовлено 4 зразки кракелінів з паштетом, 1 контрольний зразок та 3 дослідних: А0 контрольний зразок з лососевим паштетом, А1 із паштетом на основі *Helix pomatia*, А2 із паштетом на основі *Lissachatina fulica*, А3 із паштетом на основі *Cornu aspersum*. Ці равлики є основними істивними равликами на планеті та мають вирішальне значення для вирішення питання недоїдання [37]. Рецептура кракелінів із різним паштетом наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Рецептура традиційних кракелінів із лососевим паштетом та паштетом на основі альтернативних білків

Інгредієнти, г/100г	Кракеліни з лососевим паштетом	Кракеліни з паштетом на основі альтернативних білків		
		<i>Helix pomatia</i>	<i>Lissachatina fulica</i>	<i>Cornu aspersum</i>
	Контрольний зразок А0	Дослідні зразки		
		А1	А2	А3
Рецептура кракелінів				
Окріп	40	40	40	40
Цільнозернове низькоглютенове борошно	40	40	40	40
Ізолят білка насіння гарбуза	5	10	10	10
Яйця	15	10	10	10
Сіль	0,5	0,5	0,5	0,5
Рецептура паштету				
Равлики варено-заморожені	-	65	65	65
М'ясо лосося варено-заморожене	65	-	-	-
Вершкове масло 82%	30	25	25	25
Сушений жом буряка	-	5	5	5
Лимонний сік	5	5	5	5
Молотий чорний перець	0,5	-	-	-
Молотий сушений хрін	-	0,5	0,5	0,5
Сіль	0,5	0,5	0,5	0,5

У зв'язку з додавання до рецептури цільнозернового низькоглютенowego борошна, для збереження необхідної текстури та покращення харчової цінності в тісто було додано ізолят білка насіння гарбуза замість яєць. Це додатково дозволить зменшити кількість алергенів у рецептурі печива. Ізолят білка насіння гарбуза отримували зі шроту гарбузового насіння (*Cucurbita maxima*) шляхом кислотно-лужної екстракції та рН-коригуючої обробки [38-40]. У дослідних зразках кількість ізоляту білка становить в два рази більше ніж у контролі. Для надання кольору лосося дослідним зразкам до рецептури зразків паштету з равликів додавали сушений жом столового буряка, що отримують з відходів виробництва соку буряка (*Beta vulgaris L. var. conditiva Alef.*) [41]. Це змінило колір паштету на приємний рожевий, що притаманний лососевому пашкету. Нетрадиційні спеції, такі як чорний перець, замінені сушеним порошком хрину, що здавна вирощується в Україні та є місцевою спецією.

Традиційна технологія кракелінів має багатотисячолітню історію. Її основною особливістю є попередня обробка низькоглютенowego пшеничного борошна ошпарюванням – стародавнім кулінарним прийомом, який часто використовувався під час приготування першого печива. Попередня обробка борошна ошпарюванням передбачає те, що просіяне борошно тонкою цівкою всипають в підготовлений окріп постійно перемішуючи. Підготовлене тісто заварюють у кип'ячій воді протягом 1 хвилини. Тісто охолоджують до кімнатної температури та поступово додають ізолят білка насіння гарбуза та страусині яйця і перемішують до однорідної консистенції. Традиційна технологія кракелінів та паштетів наведена на рис. 1.

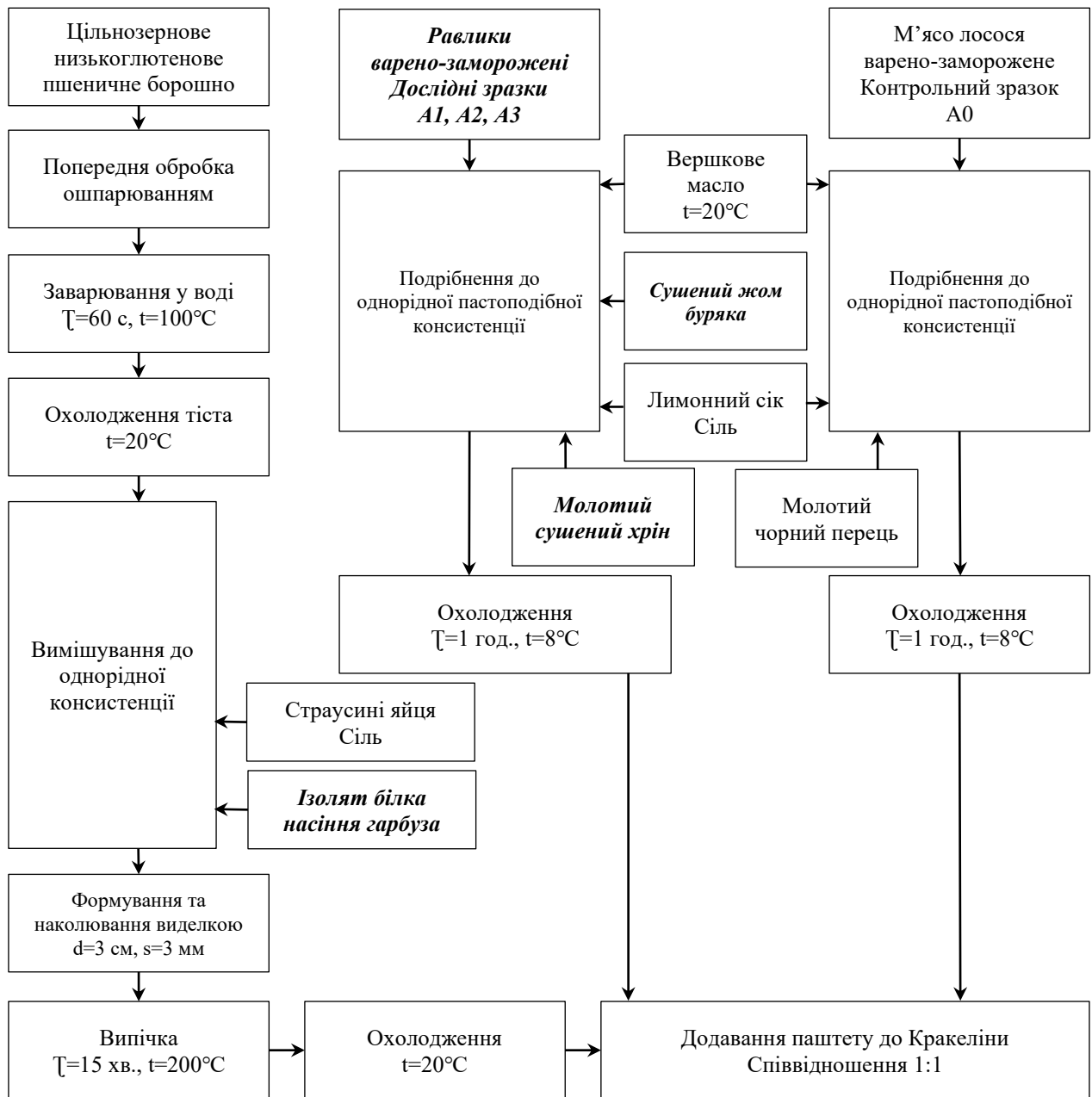


Рис. 1. Технологія кракелінів та паштетів

На рис. 1 та табл. 1 зазначено назву основної сировини, що є альтернативним білком, а саме равликів трьох видів. Технологія одержання напівфабрикату з м'яса равликів варено-замороженого включає технологічні операції підготовки сировини (промивання у воді із кислим середовищем для видалення слизу), варки під тиском, видалення мушлі, пакування та заморожування. Підготовлених равликів піддають тепловій обробці основним способом під тиском у скороварці ($t=110-120^{\circ}\text{C}$, $T=7-12$ хв.), додаючи сіль та спеції. Аналогічно готують напівфабрикат варено-заморожений з відходів переробки лосося, а саме шматочків обрізи, без жиру та шкіри. Перед приготуванням паштету варено-заморожені напівфабрикати розморожували в холодильнику при температурі 4°C протягом 12 годин. При додаванні різних зразків паштету до кракелінів було обрано оптимальне традиційне співвідношення 1:1, що добре розкриває органолептичні особливості обох компонентів харчового виробу.

2 *Харчова цінність кракелінів із паштетом.* Для кращого розуміння ефективності нових рецептур кракелінів із паштетом проведено дослідження хімічних змін у дослідних зразках у порівнянні з традиційною рецептурою A0. Для цього використовувались лабораторні методи харчової хімії [42]. Харчова цінність контрольного зразку (A0) та дослідних зразків (A1, A2, A3) кракелінів із паштетом наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Харчова цінність кракелінів із лососевим паштетом та паштетом на основі альтернативних білків

Зразки кракелінів із паштетом		Хімічний склад, %*					
		Вміст вологи	Білки	Жири	Зола	Вуглеводи	Енергетична цінність, кДж
A0	Контрольний зразок з лососевим паштетом	30,94±0,93 ^{a*}	17,76±0,78 ^a	16,71±0,72 ^a	2,14±0,07 ^a	32,45	1468,5
A1	Дослідний зразок із паштетом на основі <i>Helix pomatia</i>	32,75±1,31 ^{ab}	19,61±0,78 ^{ab}	13,17±0,58 ^b	2,55±0,20 ^{ab}	31,92	1357,1
A2	Дослідний зразок із паштетом на основі <i>Lissachatina fulica</i>	32,83±1,26 ^{ab}	18,52±0,80 ^{ab}	13,38±0,68 ^b	2,84±0,15 ^b	32,43	1355,3
A3	Дослідний зразок із паштетом на основі <i>Cornu aspersum</i>	34,64±1,47 ^b	18,21±0,75 ^b	12,98±0,63 ^b	2,67±0,12 ^c	31,5	1319,5

*Статистичний аналіз передбачає що усі вимірювання проводилися у п'ятикратній повторності (n=5) та результати представлені у вигляді середнього значення ± стандартного відхилення

**Значуща різниця (p<0.05) між незалежними показниками у кожному стовпчику позначена різними літерами

Аналізуючи дані хімічного складу з табл. 2 найкращими зразками за вмістом білка та жиру були A1 (дослідний зразок із паштетом на основі м'яса *Helix pomatia*) та A2 (дослідний зразок із паштетом на основі м'яса *Lissachatina fulica*). Контрольний зразок A0 мав значні відмінності (p<0.05) у хімічному складі у порівнянні з дослідними, що пов'язано з різною основною сировиною для паштету. У той час хімічний склад дослідних зразків з равликами мав схожі показники білків та жиру, значна відмінність спостерігалася лише у вмісту золи та вологи.

3 Сенсорна оцінка кракелінів із паштетом. Сенсорна оцінка всіх зразків кракеліни з паштетом проводилася методом Scorecard за 9 бальною шкалою, а для оцінки залучалося 10 експертів, що попередньо були ознайомлені з методом сенсорної оцінки паштетів [43]. Отримані дані представлені у вигляді гептагональної радіальної діаграми на рис. 2.

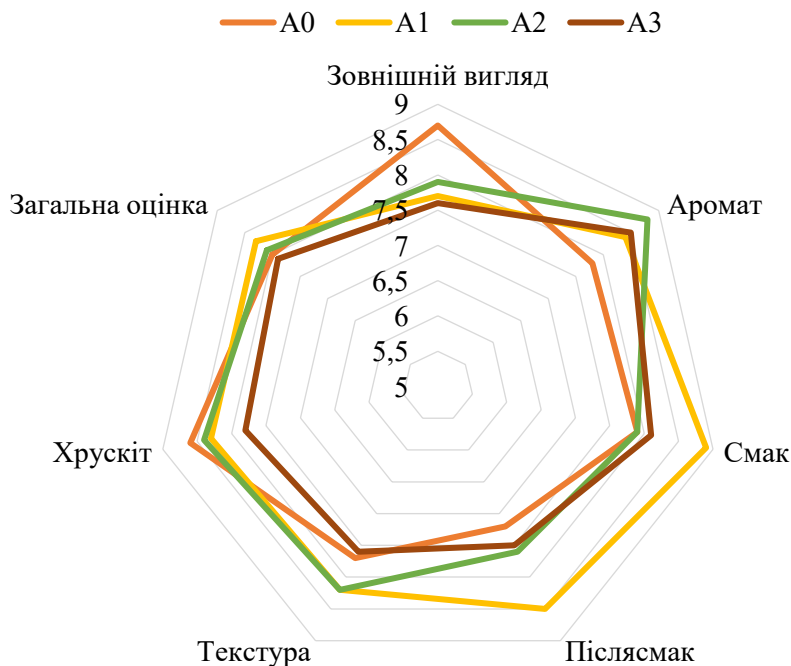


Рис. 2. Сенсорна оцінка зразків кракелінів із паштетом методом Scorecard, n=10

На рис. 2 наведені основні сенсометричні показники, що застосовувалися при сенсорній оцінці зразків кракелінів із паштетом, а саме: зовнішній вигляд, аромат, смак, післясмак, текстура, хрускіт та загальна оцінка. У давні часи, коли створювалися традиції Європейської кухні основне значення мала сенсорна оцінка, бо інші методи досліджень, наприклад харчової хімії, не були відкриті. Тому, цьому питанню в дослідженні приділяється особлива увага, бо заміна в рецептурних компонентів може призвести до значних змін у сенсорному сприйнятті харчового продукту. Найкращі смак (8,9) та післясмак (8,5) були у зразка A1 (дослідний зразок із паштетом на основі *Helix pomatia*). Зовнішній вигляд (8,7) та хрускіт (8,6) мав найвищі показники у зразка A0 (контрольний зразок з лососевим

паштетом), що пов'язано з його більш традиційною рецептурою та меншим вмістом вологи у лососевому паштеті. Найкраща текстура (8,2) та аромат (8,8) була у зразка А2 (дослідний зразок із паштетом на основі *Lissachatina fulica*), хоча ті ж показники текстури були і в зразку А1 (дослідний зразок із паштетом на основі *Helix pomatia*). Загальна оцінка всіх зразків була на високому рівні: А1 (8,3), А2 (8,1), А0 (8,0) та А3 (7,9), і хоча найкращим був зразок А1, але не було значущої різниці ($p < 0.05$) у порівнянні з іншими зразками. Це свідчить про те що будь-яка рецептура буде ефективною для здорової та військової дієти, якщо оцінюються лише її сенсорні властивості.

2.4 Кракеліни з паштетом у харчуванні військових. Для ефективного використання розроблених кракелінів та паштетів у військових раціонах треба приділити особливу увагу їх упакувці та зберіганню. Військові раціони є важливим чинником для збільшення військового потенціалу на стратегічному рівні [44]. Розроблені кракеліни та паштети відповідають основним вимогам до харчування військових, але треба звернути увагу на їх пакування та зберігання. До військового раціону їх треба розмістити в окремі упаковки та перемішувати безпосередньо перед прийомом їжі. Технологічна схема пакування кракелінів та паштетів наведена на рис. 3.



Рис. 3. Технологія пакування кракелінів та паштетів

До військових раціонів, а особливо їжі готової до вживання приділяється багато вимог, вона має бути легка, компактна, мати підвищені терміни зберігання та зручною у використанні. Щодо рецептури, то мають використовуватися інгредієнти, що вирощуються в Україні або є традиційними для Української кухні. Багат шаровий матеріал для пакування крекерів складається з трьох шарів: внутрішній шар (поліпропілен орієнтований), середній шар (алюмінієва фольга), зовнішній шар (поліетилентерефталат). Такий вибір шарів забезпечують максимальні умови для харчової безпеки та термінів зберігання крекерів. Алюмінієві тубики перед наповненням паштетом стерилізують, щоб покращити харчову безпеку при зберіганні. Використання вакуумізації хоч і вимагає додаткових витрат та підвищує складність технологічного процесу, але має на меті покращити якість, що є дуже важливим показником у харчуванні військових.

Висновки

Розроблена рецептура дослідних зразків А1, А2, А3 з використанням інноваційних інгредієнтів (табл. 1) відповідає традиціям виробництва кракелінів із паштетом [36]. Новий вид основної сировини у 428

вигляді трьох видів равликів підтвердив свою ефективність, що відображається кращими показниками харчової та сенсорної цінності дослідних зразків у порівнянні з А0 контролем з лосося. Равлики, що є основою для дослідних паштетів з давна ростуть у дикій природі та вирощуються в Україні, що робить їх місцевою сировиною. Інші нові інгредієнти в рецептурі: ізолят білка насіння гарбуза, сушений жом столового буряка та сушений хрін, покращили якість та доступність кракелінів з паштетом із равликів. Ізолят білка насіння гарбуза, що отриманий з відходів віджиму олії (шроту), підвищив вміст повноцінного білка та покращив показники текстури завдяки своїм емульгуючим властивостям у кракелінах [39]. Сушений жом столового буряка, що отримано з відходів віджиму соку, покращив харчову цінність, збагатив продукт антиоксидантами (беталаїном) та харчовими волокнами. Сушений хрін, що є традиційним для Української кухні, замінив у рецептурі молотий чорний перець, чим збільшив доступність та покращив сенсорну оцінку дослідних зразків кракелінів з паштетом. Це все вплинуло на якість готового продукту, що відобразилося у кращих показниках хімічного складу та сенсорної оцінки зразків А1, А2, А3 та значно розширює можливості їх використання у здоровій дієті. У той час технологія кракелінів та паштетів залишилася простою та доступною без складних кулінарних прийомів та обладнання (рис. 1), та дозволяє ознайомитися з традиціями їх виготовлення в давнину. Розроблена технологія пакування кракелінів та паштетів ефективна для забезпечення високої харчової безпеки, значних термінів зберігання та зручності у використанні в бойових умовах (рис. 3), що відповідає обов'язковим вимогам для військових раціонів НАТО [45].

Проведені дослідження та отримані результати сприяють досягненню цілей сталого розвитку, а саме 2 цілі "Нульовий голод", шляхом розробки нових підходів до виробництва продуктів харчування [37]. Однак, слід дослідити можливості використання відходів харчових виробництв та місцевої сировини у інших стравах Європейської кухні, харчуванні військових та гуманітарній їжі. Це б допомогло розширити наявні дослідження та створити методи впровадження перероблених відходів харчових виробництв та локальної сировини у різноманітні харчові продукти. Отримані результати дозволили б провести навчання штучного інтелекту та знайти нові шляхи використання цих харчових ресурсів та популяризації їх серед споживачів. Реалізація цих напрямків сприятиме подоланню продовольчої кризи, зумовленої кліматичними змінами та зростанням населення, шляхом ефективного використання ресурсів та мінімізації відходів. Дослідження має міждисциплінарний характер і становить інтерес для фахівців у галузі харчових технологій, кулітурологів, а також військових фахівців, зацікавлених у розробці оптимальних раціонів харчування.

References

1. Barrett, C. B. (2024). Food Security and Sociopolitical Stability. *Annual Review of Resource Economics*, 16(1). DOI: 10.1146/annurev-resource-102722-025202
2. Popkin, B. M., Corvalan, C., & Grummer-Strawn, L. M. (2024). Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*, 403(10421), 42-55. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)01871-4
3. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Jonell, M. (2024). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 403(10426), 447-492. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02139-2
4. van Huis, A. (2024). Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 10(1), 1-18. DOI: 10.3920/JIFF2023.0056
5. Golovko, N., Golovko, T., & Gelikh, A. (2015). Investigation of amino acid structure of proteins of freshwater bivalve mussels from the genus *Anodonta* of northern Ukraine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11(77)), 10-16. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.51072
6. Ghosh, S., Lee, S. M., Jung, C., & Meyer-Rochow, V. B. (2024). Nutritional composition of five commercially available edible insects in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 27(1), 102189. DOI: 10.1016/j.aspen.2023.102189
7. Golovko, T., Zhrebkin, M., Helikh, A., Filon, A., & Pang, Y. (2024). Beetroot pretreated by freeze-thaw, as a source of nitrites in Italian salami enriched with alternative proteins. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2(36), 27-43. DOI: 10.5281/zenodo.14672191
8. Liu, Y., Helikh, A., Filon, A., & Duan, Z. (2023). Sausage technology for food sustainability: Recipe, color, nutrition, structure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(124)), 47-58. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.286323
9. Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2024). Global food waste: Environmental impacts and potential solutions. *Environmental Science & Policy*, 152, 103625. DOI: 10.1016/j.envsci.2023.103625
10. Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2025). Global food losses and food waste. *FAO Report*. Rome.
11. El-Sohaimy, S. A., Refaay, D. A., & Zaytoun, M. A. (2024). Physicochemical, functional properties and antioxidant activity of pumpkin seed protein isolate. *Food Bioscience*, 58, 103650. DOI: 10.1016/j.fbio.2023.103650

12. Gao, D., Helikh, A., Duan, Z., & Liu, Y. (2022). Development of pumpkin seed meal biscuits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11(116)), 36-42. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254940
13. Gao, D., Helikh, A., Duan, Z., & Liu, Y. (2022). Study on application of pumpkin seed protein isolate in sausage production process. *Technology audit and production reserves*, 2(3(64)), 31-35. DOI: 10.15587/2706-5448.2022.255785
14. Kringel, D. H., De Brier, N., Gerbens-Leenes, P. W., & Van Middelaar, C. E. (2025). Sugar beet pulp as human food: A review of its potential from a water footprint perspective. *Journal of Cleaner Production*, 514, 141647. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.141647
15. Paredes, B., Toloza, L., & Moreno, J. (2024). Food waste and by-products revalorization through innovative approaches for a sustainable and circular bioeconomy. *Trends in Food Science & Technology*, 145, 104349. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.104349
16. Singh, A., Singh, Y., & Shevkani, K. (2024). Extrusion technology and its application in food processing: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 47(2), e14281. DOI: 10.1111/jfpe.14281
17. Kumar, Y., Kumar, V., Tiwari, A., & Patel, R. (2024). Fortification of bakery products: Trends, advantages, and limitations. *Journal of Food Science and Technology*, 61(2), 258-274. DOI: 10.1007/s13197-023-05838-1
18. Gómez-Zavaglia, A., López-Rubio, A., Fabra, M. J., & Martínez-Sanz, M. (2025). Fish-based products for improved nutrition: Challenges and opportunities. *Current Opinion in Food Science*, 61, 101140. DOI: 10.1016/j.cofs.2024.101140
19. Jovanović, D., Jovanović, S., Stojanović, S., Petrović, J., Mitić, D., Stojanović, M., Stojković, M., Zlatković, B., & Palić, R. (2024). Development and characterization of new military ready-to-eat foods based on meat and edible insects. *Defence Technology*, 29, 1-10. DOI: 10.1016/j.dt.2024.02.006
20. Paredes, B., Toloza, L., & Moreno, J. (2024). Food waste and by-products revalorization through innovative approaches for a sustainable and circular bioeconomy. *Trends in Food Science & Technology*, 145, 104349. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.104349
21. Lal, R. (2024). Food security in a changing climate. *Science*, 383(6680), eadd2868. DOI: 10.1126/science.add2868
22. Godfray, H. C. J., Avey, P., Garnett, T., & Hall, J. W. (2025). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399), eaam5324. DOI: 10.1126/science.aam5324
23. Assan, N. (2024). Sustainable food security: Optimizing the food supply chain and alternative food sources. *Journal of Cleaner Production*, 438, 140558. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140558
24. Thar, S. T., Zahorec, P., Stropnik, K., Singh, A. K., Karuna, M. S. L., Galanakis, C. M., & Dobre, T. G. (2024). Military ration and combat feeding system development: A state-of-the-art review and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 146, 1-15. DOI: 10.1016/j.tifs.2024.02.008
25. Lin, C. S. K., Pfaltzgraff, L. A., Herrero, M., et al. (2024). Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. *Energy & Environmental Science*, 7(2), 526-548. DOI: 10.1039/C3EE43616C
26. Aguilera, J. M. (2024). The food matrix: implications for processing, nutrition and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(1), 1-22. DOI: 10.1080/10408398.2022.2151818
27. Tseng, R. F., Wu, J. Y., & Jane, J. L. (2024). Effects of food ingredients on physicochemical properties of military ready-to-eat meals and shelf life during storage. *Food Bioscience*, 57, 1-10. DOI: 10.1016/j.fbio.2023.103421
28. Vermeire, B., Geuens, M., Van Loo, E. J., Geerts, W., & Van Kenhove, P. (2024). The effect of information on consumers' acceptance of cultured meat in a blind, informed and product tasting setting. *Appetite*, 193, 107079. DOI: 10.1016/j.appet.2023.107079
29. Smetana, S., Abonnenc, M., Ferreira, J. A., & Terjung, N. (2024). Exploring consumer perception of future foods through artificial intelligence: A review of recent advances. *Current Opinion in Food Science*, 55, 101105. DOI: 10.1016/j.cofs.2023.101105
30. Ritchie, H., & Roser, M. (2024). Environmental impacts of food production. *Our World in Data*.
31. Searchinger, T. D., Beringer, T., & Strong, A. (2024). Does the world have low-carbon-emission pathways to greatly expand food production? *Annual Review of Environment and Resources*, 49(1), 515-547. DOI: 10.1146/annurev-environ-021920-105921
32. Clark, M. A., Domingo, N. G. G., Colgan, K., Thakrar, S. K., Tilman, D., Lynch, J., ... & Hill, J. D. (2024). Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Science*, 370(6517), 705-708. DOI: 10.1126/science.aba7357
33. Herrero, M., Thornton, P. K., Power, B., Bogard, J. R., Remans, R., Fritz, S., ... & Barrett, C. B. (2024). Farming and the geography of nutrient production for human use: a transdisciplinary analysis. *The Lancet Planetary Health*, 8(4), e235-e249. DOI: 10.1016/S2542-5196(23)00297-9
34. Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J., Smith, P., & Haines, A. (2024). The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. *PLoS One*, 11(11), e0165797. DOI: 10.1371/journal.pone.0165797

35. Fanzo, J., McLaren, R., Davis, C., & Choufani, J. (2024). Viewpoint: The future of food systems: a renewed call for action. *Food Policy*, 128, 102487. DOI: 10.1016/j.foodpol.2023.102487
36. Taillevent. (c. 1380). *Le Viandier*
37. United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1)*.
38. Gao, D., Helikh, A., Duan, Z., & Xie, Q. (2023). Thermal, structural, and emulsifying properties of pumpkin seed protein isolate subjected to pH-shifting treatment. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(3), 2301-2312. DOI: 10.1007/s11694-022-01776-6
39. Gao, D., Helikh, A., Filon, A., Duan, Z., & Vasylenko, O. (2022). Effect of pH-shifting treatment on the gel properties of pumpkin seed protein isolate. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(2), 198-204. DOI: 10.15421/jchemtech.v30i2.241145
40. Helikh, A., Gao, D., & Duan, Z. (2020). Optimization of ultrasound-assisted alkaline extraction of pumpkin seed meal protein isolate by response surface methodology. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University, Series «Technical Sciences»*, 31(3(70)), 44-48. DOI: 10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/08
41. Liu, Y., Helikh, A. O., Filon, A. M., Tang, X.-X., Duan, Z.-H., & Ren, A.-Q. (2024). Beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.) pretreated by freeze-thaw: Influence of drying methods on the quality characteristics. *CYTA-Journal of Food*, 22(1), 1-12. DOI: 10.1080/19476337.2023.2295421
42. AOAC International. (2022). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed., 2nd rev.). AOAC International.
43. Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media
44. Fallowfield J.L., McClung J.P., Gaffney-Stomberg E., Probert B., Peterson R., Charlebois A., Boilard H., Carins J., & Kilding H. (2024). Nutrition as a military capability to deliver human advantage: more people, more ready, more of the time. *BMJ Military Health*. DOI: 10.1136/military-2024-002738
45. North Atlantic Treaty Organization. (2018). *Nutrition and food requirements for military personnel* (AJMedP-4, Edition B, Version 1). NATO Standardization Office