

УДК 637.523

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.29>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СОУСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ БІЛКІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОГО ХАРЧУВАННЯ

Геліх А. О. – кандидат технічних наук, доцентка,
доцентка кафедри технологій та безпечності харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0003-3769-1231
Scopus-Author ID: 57217304277

Харчовий раціон військовослужбовців, особливо в гарнізонних умовах, потребує збагачення додатковими джерелами білка та бути різноманітним. Розроблений соус айолі на основі олії з насіння гарбуза та ізоляту білка із шроту насіння гарбуза є перспективним рішенням для досягнення цих цілей, адже збалансоване та різноманітне харчування є запорукою здоров'я, сили та боєздатності особового складу. Наукова стаття була присвячена вивченню можливостей виробництва соусу айолі на основі олії з насіння гарбуза та стабілізації емульсії альтернативним білком – ізолятом білка із шроту насіння гарбуза. В ході дослідження було розроблено кілька рецептурних варіантів айолі з різним вмістом гарбузової олії (від 50% до 75%) та ізолятом білка із шроту насіння гарбуза (від 50% та 75%) і повного заміщення (100%) ясного порошку у рецептурі, які пройшли комплексну оцінку. Тобто досліджено зразки із заміщенням олії та ясного порошку на М1 (50%), М2 (75%) та М3 (100%) на олію насіння гарбуза та ізолят із шроту насіння гарбуза. Ізолят білка із шроту насіння гарбуза сприяв стабілізації емульсії, найкращі результати показав зразок із внесенням 75%. Органолептичний аналіз засвідчив позитивний вплив гарбузової олії на смакові якості та аромат соусу. Зокрема, було відзначено, що додавання олії надало айолі ніжний горіховий присмак та легку солодкість, які гармонійно поєднуються з традиційним часниковим ароматом. Найвищі бали за дегустаційною оцінкою отримав зразок з 50% вмістом гарбузової олії, який відзначався збалансованим смаком, приємним ароматом та ніжною консистенцією. Дослідження жирнокислотного складу показало, що зразок соусу айолі з 75% вмістом гарбузової олії характеризується оптимальним співвідношенням ω -3 та ω -6 жирних кислот (1:4), що відповідає рекомендаціям. Фізико-хімічні показники (в'язкість, стабільність емульсії, кислотність) дослідних зразків визначали за допомогою стандартних методів: в'язкість – віскозиметром, стабільність емульсії – методом центрифугування, кислотність – титруванням. Мікробіологічний контроль включав визначення загальної кількості мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички та *Staphylococcus aureus*. Протягом 28 днів зберігання усі дослідні зразки соусу айолі, виготовлені з використанням олії насіння гарбуза, демонстрували відповідність мікробіологічним показникам безпеки. На підставі отриманих результатів можна стверджувати про перспективність використання олії з насіння гарбуза як сировини для створення соусів емульсійного типу з покращеними органолептичними характеристиками та підвищеною біологічною цінністю.

Ключові слова: альтернативні білки, стандарт, оптимізація показників якості, ізолят із шроту насіння гарбуза, військове харчування.

Helikh A. O. *Investigation of quality indicators of sauces using alternative proteins for military nutrition*

Setting objectives. The dietary regimen of military personnel, especially under garrison conditions, necessitates enrichment with supplementary protein sources and diverse food options. The developed aioli sauce, formulated with pumpkin seed oil and pumpkin seed meal protein isolate, presents a promising solution to address these nutritional requirements, as a balanced and varied diet is crucial for the health, strength, and combat readiness of personnel. This scientific study investigated the potential for producing aioli sauce based on pumpkin seed oil and stabilizing the emulsion with an alternative protein – pumpkin seed meal protein isolate.

Research results. In the course of the study, several recipe variations of aioli were developed with different contents of pumpkin oil (from 50% to 75%) and pumpkin seed meal protein isolate

(from 50% and 75%) and full substitution (100%) of egg powder in the recipe, which underwent a comprehensive evaluation. That is, samples with substitution of oil and egg powder for M1 (50%), M2 (75%) and M3 (100%) for pumpkin seed oil and pumpkin seed meal protein isolate were investigated. The protein isolate from pumpkin seed meal contributed to the stabilization of the emulsion, with the best results shown by the sample with the introduction of 75%. Organoleptic analysis confirmed the positive impact of pumpkin seed oil on the sauce's palatability and aroma. Specifically, the addition of the oil imparted a delicate nutty flavor and subtle sweetness to the aioli, harmoniously complementing the traditional garlic aroma. The formulation with a 50% pumpkin seed oil content received the highest sensory evaluation scores, characterized by its well-balanced flavor, pleasant aroma, and smooth texture. Fatty acid composition analysis revealed that the aioli sauce sample with a 75% pumpkin seed oil content exhibited an optimal ω -3 to ω -6 fatty acid ratio of 1:4, aligning with recommended guidelines. The physicochemical properties (viscosity, emulsion stability, and acidity) of the experimental samples were determined using standard methods: viscosity was measured with a viscometer, emulsion stability was assessed by centrifugation, and acidity was determined by titration. Microbiological analysis encompassed the enumeration of total microorganisms, coliform bacteria, and *Staphylococcus aureus*. Throughout the 28-day storage period, all experimental aioli sauce samples produced using pumpkin seed oil demonstrated compliance with microbiological safety standards.

Conclusions. Based on the findings obtained, it can be concluded that pumpkin seed oil shows promise as a raw material for the development of emulsion-type sauces with enhanced organoleptic characteristics and improved biological value.

Key words: alternative protein, standard, quality parameter optimization, pumpkin seed meal isolate, military nutrition.

Постановка проблеми. Для збалансованого та різноманітного харчування військових перспективним є айолі на основі олії та ізоляту насіння гарбуза, що збагачує раціон білком та знижує ризик алергій. Соуси, особливо емульсійні як айолі, покращують смак та поживність страв, зокрема у військовому харчуванні. Сучасна харчова промисловість шукає шляхи створення айолі з підвищеною біологічною цінністю, і використання олії насіння гарбуза, багатої на ω -3 та ω -6 ПНЖК, є перспективним напрямком. Олія насіння гарбуза цінна ПНЖК та антиоксидантами, а її використання в айолі (часткова або повна заміна олієжирової фракції на олію насіння гарбуза та яєчного порошку на ізолят білка із шроту) створює нові види айолі з покращеними властивостями, що відповідають вимогам здорового харчування, особливо актуальним для військових через їх підвищені потреби в поживних речовинах в умовах служби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Олія насіння гарбуза, цінний побічний продукт виробництва альтернативних білків, стає популярною в харчовій промисловості як приклад комплексного використання сировини [1]. Її отримують холодним віджимом з макухи, що залишається після виробництва ізолятів білка з насіння гарбуза, зберігаючи корисні властивості. Ця олія багата на біологічно активні речовини, особливо ω -3 та ω -6 поліненасичені жирні кислоти [2], які важливі для ліпідного обміну, клітинних мембран, регуляції тиску, холестерину, засвоєння вітамінів В та імунітету [3].

Соуси емульсійного типу, зокрема айолі, є одними з найпоширеніших продуктів харчування. Завдяки своєму багатокомпонентному складу, айолі має потенціал для збагачення есенціальними жирними кислотами та іншими корисними речовинами [4].

Основним компонентом соусів емульсійного типу є рафінована дезодорована олія. Для підвищення біологічної цінності айолі можна використовувати олію насіння гарбуза, яка є побічним продуктом виробництва ізолятів білка і забезпечить необхідний баланс ПНЖК ω -3 та ω -6. Це не тільки збагатить соус цінними нутрієнтами, але й сприятиме раціональному використанню ресурсів та зменшенню кількості відходів у харчовій промисловості [5].

Властивості соусів на основі різних рослинних олій, таких як оливкова, кукурудзяна та горіхова, є об'єктом численних наукових досліджень, що охоплюють органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні та технологічні аспекти, а також жирнокислотний склад [6]. Актуальність теми підтримується зростанням попиту на емульсійні соуси та підвищенням вимог до їх якості та корисних властивостей [7–8].

Досліджено якість та сенсорні характеристики соусів на основі комах для військового харчування, включаючи їх харчову цінність, безпеку та прийнятність [9].

Проведено порівняльний аналіз поживних та функціональних властивостей соусів на рослинних білках для військових, оцінюючи їх вплив на якість [10].

Представлено оптимізацію майонезних соусів без яєць з ізолятом люпинового білка для військових-алергіків, досліджуючи технологічні та сенсорні аспекти [11].

Розглянуто збагачення військових соусів білком спіруліни для підвищення їх поживного профілю [12].

Вивчено сенсорні властивості та прийнятність військових соусів з концентратом грибного білка [13].

Проведено оцінку якості соусів з білком мікроводоростей для тривалих військових місій, включаючи стабільність та харчову цінність [14].

Описано розробку низьконатрієвих та високобілкових соусів з рослинними гідролізатами для військових з гіпертонією, зберігаючи смакові якості [15].

Представлено сенсорну оптимізацію соусів з ізолятом білка кіноа для бойових раціонів з використанням математичного моделювання [16]. Досліджено вплив різних білків на текстуру та в'язкість соусів для готових військових раціонів через аналіз реологічних властивостей [17].

Вивчено споживчу прийнятність та поживний склад соусів з рослинним білком для військового харчування шляхом опитування військовослужбовців [18].

Описано стійкі білкові альтернативи для покращення смаку військових соусів, оцінюючи різні нетрадиційні джерела білка [19].

Досліджено вплив інноваційних загусників на якість та прийнятність соусів у військовому кейтерингу, включаючи їх технологічні та сенсорні аспекти [20].

Розглянуто стратегії збагачення військових соусів омега-3 жирними кислотами з олій мікроводоростей, вивчаючи технологію та харчову цінність [21].

Описано розробку білого соусу з високим вмістом білка для ірландських військових раціонів на основі сироваткового протеїну, включаючи сенсорну оцінку [22].

Досліджено харчові вподобання голландських військових, аналізуючи роль соусів у прийнятності раціону та харчуванні [23].

Описано оптимізацію технологій приготування соусів у польових кухнях німецької армії для масового військового харчування [24]. Проаналізовано скандинавські військові дієти, досліджуючи роль соусів у забезпеченні поживними речовинами та покращенні сенсорної привабливості [25].

Сучасний ринок соусів емульсійного типу пропонує широкий асортимент продукції. Однак, багато з цих продуктів містять надмірну кількість насичених жирних кислот та містять алергени, а саме яєчний порошок.

Одним із шляхів покращення складу айолі є заміна частини або всієї олієжирової фракції на олію насіння гарбуза, отриману як побічний продукт при виробництві білкових ізолятів. Це дозволить збагатити соус ПНЖК, антиоксидантами та іншими біологічно активними компонентами, що позитивно вплине на його харчову цінність та якість, а також сприятиме комплексному використанню сировини. Крім того, заміна яєчного порошку на ізолят білка із шроту насіння гарбуза

дозволить зробити даний соус придатним, як для здорової дієти так і для військового харчування.

Формулювання цілей статті. Ключовим завданням дослідження є вивчення характеристик соусу айолі з частковою або повною заміною традиційної олієжирової фракції на олію насіння гарбуза, а алергенного яєчного порошку – на ізолят білка із шроту насіння гарбуза, що є актуальним для здорового та військового харчування. В процесі дослідження проводився аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників соусу, включаючи в'язкість, стійкість емульсії, кислотність та жирнокислотний склад.

Методологія дослідження базувалася на розробці рецептур айолі з використанням олії насіння гарбуза та ізоляту із шроту насіння гарбуза з подальшим дослідженням показників якості та безпеки. Застосовувалися органолептичні, структурно-механічні, аналітичні та мікробіологічні методи дослідження, а отримані дані оброблялися програмно.

Об'єктом дослідження був розроблений соус айолі емульсійного типу з різним ступенем заміни олієжирової фракції та яєчного порошку: частковою (50% та 75%) та повною (100%). Предметом дослідження стали технологічні особливості виробництва розробленого соусу. Було розроблено рецептурні варіанти айолі М1 (50%), М2 (75%) та М3 (100%) із різним вмістом гарбузової олії та ізоляту білка, які комплексно оцінювалися для рекомендації у військові раціони.

При розробці рецептур враховувалися вимоги ДСТУ 4487:2015, а контрольним зразком служив традиційний айолі 67% жирності. Порівняльні дослідження проводилися між контрольним зразком та розробленими зразками айолі М1, М2 та М3 із різним ступенем заміщення інгредієнтів.

Таблиця 1

Рецептури розробленого соусу айолі на основі олії насіння гарбуза та ізоляту білка із шроту насіння гарбуза з масовою часткою заміщення у рецептуру 50%, 75% та 100% (в кг на 1000 кг продукту без врахування втрат)

Найменування інгредієнтів	Контроль	Зразки айолі		
		Дослідний зразок 1 (50%) М1	Дослідний зразок 2 (75%) М2	Дослідний зразок 3 (100%) М3
Олія соняшникова рафінована дезодорована	65,40	49,05	32,7	-
Олія насіння гарбуза рафінована дезодорована	-	16,35	32,7	65,40
Ячний порошок	5,0	2,5	1,5	-
Ізолят білка із шроту насіння гарбуза	-	2,5	3,5	5,0
Молоко сухе знежирене	1,6	1,6	1,6	1,6
Гірчичний порошок	0,75	0,75	0,75	0,75
Натрій двовуглекислий	0,05	0,05	0,05	0,05
Цукор пісок	1,5	1,5	1,5	1,5
Сіль поварена	1,0	1,0	1,0	1,0
Кислота оцтова	0,55	0,55	0,55	0,55
Вода	24,15	24,15	24,15	24,15

Виклад основного матеріалу. На початковому етапі дослідження було проведено органолептичну оцінку розроблених зразків айолі.

Органолептична оцінка айолі проводилася з урахуванням вимог, визначених ДСТУ 4487-2015 «Майонези та майонезні соуси» (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика органолептичних показників соусу айолі на основі олії насіння гарбуза та ізолятом білка із шроту насіння гарбуза

Назва показника	Характеристика
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідний кремоподібний продукт
Смак та запах	Смак злегка гострий, кислуватий
Колір	Білий з жовтуватим відтінком, однорідний по всій масі

Органолептичну оцінку проводили за 5-ти бальною шкалою. Результати органолептичної оцінки дослідних зразків представлені у вигляді профілограми (рис. 1).

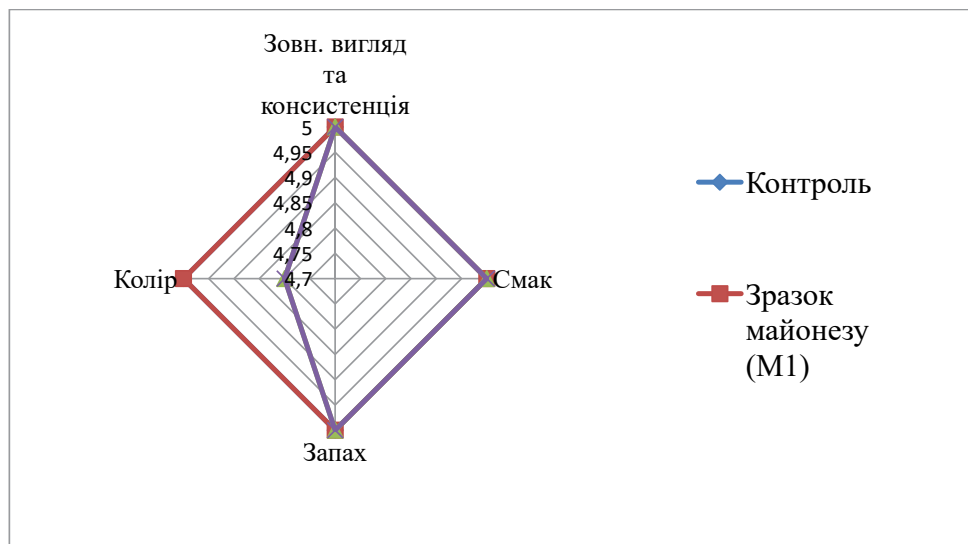


Рис. 1. Профілограми органолептичних показників соусу айолі на основі олії насіння гарбуза

Введення олії та ізоляту насіння гарбуза покращує органолептику айолі. Зразки M1 та M2 (часткова заміна) отримали найвищі оцінки (5 балів) за всіма показниками (консистенція, вигляд, колір, запах). Зразок M3 (повна заміна) мав незначне зниження оцінки за смаком (4,8 бала). Найкращим за смаком визнано зразок M2 (75% олії та ізоляту, 5 балів).

З метою підтвердження збагачення жирнокислотного складу айолі при використанні олії насіння гарбуза було проведено порівняльний аналіз експериментальних і контрольного зразків (табл. 3).

Таблиця 3

**Жирно-кислотний склад соусу айолі
на основі олії насіння гарбуза $n=3$, $\alpha<0,05$**

Назва показника	Вміст г на 100 г продукту			
	Контроль	Дослідний зразок 1 (50%) M1	Дослідний зразок 2 (75%) M2	Дослідний зразок 3 (100%) M3
Насичені жирні кислоти	7,96	8,336	13,899	16,674
14:0 Міристинова	0,01	0,049	0,088	0,101
16:0 Пальмитинова	4,48	4,773	7,959	9,547
17:0 Гептадеканова		0,035	0,068	0,072
18:0 Стеаринова	2,79	2,520	4,209	5,041
20:0 Арахінова	0,2	0,693	1,165	1,392
22:0 Бегенова	0,46	0,159	0,270	0,332
24:0 Лігноцеринова	-	0,087	0,153	0,188
Мононенасичені жирні кислоти	16,88	18,658	31,09	37,272
16:1 Пальмітолеїнова	0,08	0,155	0,299	0,349
17:1 Гептадеценева	-	0,016	0,035	0,038
18:1 Олеїнова	16,8	16,866	28,129	33,752
20:1 Гадолеїнова	-	0,056	0,099	0,119
22:1 Ерукова	-	1,503	2,514	3,013
Поліненасичені жирні кислоти	39,27	33,022	55,047	66,054
18:2 Лінолева	39,24	14,470	24,123	28,946
18:3 Ліноленова	0,03	18,555	30,924	37,108
18:3 γ -ліноленова	-	6,517	10,868	13,034
18:3 α -ліноленова	-	12,037	20,069	24,073

Аналіз жирнокислотного складу (табл. 3) виявив оптимальне співвідношення ω -3: ω -6 (1:4) в айолі M2, що відповідає стандартам функціонального харчування для профілактики запальних процесів. Зразок M2 містить ω -3 (α -ліноленова) та ω -6 (лінолева, γ -ліноленова) жирні кислоти, важливі для здоров'я. Контроль не містить ω -3 та ω -6, але має вдвічі більше мононенасичених жирних кислот, ніж M2 та M3. M2 має найкраще співвідношення ω -3: ω -6, тоді як M3, хоч і багатий цими кислотами, має співвідношення 1:7-1:9, що не є оптимальним. Збагачений жирнокислотний склад підкреслює функціональність розроблених айолі.

Стійкість емульсії айолі залежить від олієжирової основи, емульгатора (ізолят білка насіння гарбуза) та технологічних параметрів. Важливими показниками якості емульсійних соусів є структурні (в'язкість, стійкість) та фізико-хімічні (рН, кислотне та перекисне числа), що характеризують стійкість до впливів та зберігання. Результати дослідження вказаних показників представлені у таблиці 4.

Фізико-хімічні показники розроблених зразків айолі на основі олії та ізоляту насіння гарбуза відповідають нормативним вимогам, що підтверджено дослідженнями (табл. 4) та дозволяє рекомендувати їх до виробництва. Стійкість емульсії зразків M1 та M2 (50% та 75% олії та ізоляту) була практично 100%, що лише

трохи нижче контролю та М3, але в межах норми. В'язкість всіх зразків також відповідала нормі, причому зразок М3 (повна заміна) мав дещо нижчу в'язкість порівняно з М1 та М2. З метою контролю безпечності розроблених зразків айолі було проведено дослідження динаміки мікробіологічних показників протягом 28 діб зберігання (табл. 5).

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники соусу айолі на основі олії насіння гарбуза та ізолятом білка із шроту насіння гарбуза

Назва показника	Зразки айолі			
	Контроль	Дослідний зразок 1 (50%)	Дослідний зразок 2 (75%)	Дослідний зразок 3 (100%)
Ефективна в'язкість, Па·с ⁻¹ (при швидкості зсуву 5 с ⁻¹)	9,45	9,45	9,5	9,35
Стійкість емульсії, %	99,1	100	100	99
pH	4,45	4,45	4,44	4,46
Кислотне число, мл КОН/кг	0,2	0,2	0,2	0,2
Перекисне число, ½O ₂ , моль/кг	2,3	2,5	2,6	2,9

Таблиця 5

Зміна мікробіологічних показників соусу айолі на основі олії насіння гарбуза та ізоляту білка із шроту насіння гарбуза у процесі зберігання

Назва показника	Допустимий рівень	Зразок	Термін зберігання, діб			
			0	10	14	28
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,01 г айолі	Не допускається Згідно ДСТУ 6003:2008	Контроль	—	—	—	—
		Дослідні зразки	—	—	—	—
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г айолі	Не допускається	Контроль	—	—	—	—
		Дослідні зразки	—	—	—	—
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г айолі, не більше ніж	5,0×10 ²	Контроль	2,6×10 ²	2,6×10 ²	2,6×10 ²	2,6×10 ²
		Дослідні зразки	2,6×10 ²	2,6×10 ²	2,6×10 ²	2,6×10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г айолі	Не допускається	Контроль	—	—	—	—
		Дослідні зразки	—	—	—	—

Мікробіологічні дослідження контрольного зразка айолі та дослідних зразків з частковою або повною заміною олієжирової фракції та яєчного порошку на олію насіння гарбуза і ізолят білка із шроту насіння гарбуза протягом 28 діб зберігання показали, що кількість умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів не перевищувала допустимих значень. Бактерії групи кишкової палички (БГКП) не були виявлені в 0,01 г жодної з досліджуваних проб айолі (контрольної та дослідних). Кількість бактерій *Staphylococcus aureus* в контрольному зразку айолі

та дослідних зразках протягом всього терміну зберігання залишалася стабільною і становила $2,6 \times 10^2$.

Висновки. Розроблено технологію та рецептури соусу айолі на основі олії насіння гарбуза та додаванням ізоляту білка із шроту насіння гарбуза в якості стабілізатора емульсії і заміни яєчного порошку, що є алергеном, доцільність використання якої обґрунтовано теоретично та експериментально.

Органолептичний аналіз показав, що введення олії насіння гарбуза позитивно та ізоляту білка із шроту насіння гарбуза впливає на сенсорні характеристики айолі. Всі зразки отримали високі оцінки за консистенцією, зовнішнім виглядом, кольором та запахом. Найвищу оцінку (5 балів) отримав зразок М2 з вмістом олії насіння гарбуза та ізолятом білка із шроту насіння гарбуза 75%.

Аналіз жирнокислотного складу показав, що зразок М3 містить найбільшу кількість ω -3 та ω -6 жирних кислот, проте їх співвідношення (1:7/1:9) не є оптимальним. Зразок М2 характеризується оптимальним співвідношенням ω -3: ω -6 (1:4). Всі розроблені зразки айолі мають функціональні властивості завдяки збагаченому жирнокислотному складу.

Всі розроблені зразки айолі на основі олії насіння гарбуза та ізолятом білка із шроту насіння гарбуза відповідають нормативним вимогам за структурними (ефективна в'язкість, стійкість емульсії) та фізико-хімічними показниками (рН, кислотне та перекисне числа), що свідчить про їх стійкість до механічних впливів та стабільність при зберіганні.

Мікробіологічні дослідження контрольного та дослідних зразків айолі протягом 28 діб зберігання показали відповідність вмісту умовно-патогенної та патогенної мікрофлори нормативним вимогам. Кількість бактерій *Staphylococcus aureus* залишалася стабільною ($2,6 \times 10^2$) протягом всього терміну спостереження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Farina, E. K., Thompson, L. A., Knapik, J. J., et al. (2020). Diet quality is associated with physical performance and special forces selection. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(1), 178–186. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002111>
2. Karl, J. P., Margolis, L. M., Fallowfield, J. L., et al. (2022). Military nutrition research: contemporary issues, state of the science and future directions. *European Journal of Sport Science*, 22(1), 87–98. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1930192>
3. O'Leary, T. J., Wardle, S. L., & Greeves, J. P. (2020). Energy deficiency in soldiers: the risk of the athlete triad and relative energy deficiency in sport syndromes in the military. *Frontiers in Nutrition*, 7, 142. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00142>
4. Pomeroy, D. E., Tooley, K. L., Probert, B., et al. (2020). A systematic review of the effect of dietary supplements on cognitive performance in healthy young adults and military personnel. *Nutrients*, 12(2), 545. <https://doi.org/10.3390/nu12020545>
5. Mantua, J., Bessey, A., Sowden, W. J., et al. (2019). A review of environmental barriers to obtaining adequate sleep in the military operational context. *Military Medicine*, 184(3-4), e259–e266. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz029>
6. Church, D. D., Gwin, J. A., Wolfe, R. R., et al. (2019). Mitigation of muscle loss in stressed physiology: military relevance. *Nutrients*, 11(8), 1703. <https://doi.org/10.3390/nu11081703>
7. Periard, J. D., Eijssvogels, T. M. H., & Daanen, H. A. M. (2021). Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiological Reviews*, 101(4), 1873–1979. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2020>

8. Sotelo-Diaz, I., & Blanco-Lizarazo, C. M. (2019). A systematic review of the nutritional implications of military rations. *Nutrition and Health*, 25(2), 153–161. <https://doi.org/10.1177/0260106018820980>
 9. Saldanha, L. G., Dwyer, J. T., & Bailen, R. A. (2021). Modernization of the national institutes of health dietary supplement label database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, 104058. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104058>
 10. da Silva, R. F., Carneiro, C. N., de Sousa, C. B., et al. (2022). Sustainable extraction bioactive compounds procedures in medicinal plants based on the principles of green analytical chemistry: a review. *Microchemical Journal*, 175, 107184. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.107184>
 11. Durazzo, A., Sorkin, B. C., Lucarini, M., et al. (2022). Analytical challenges and metrological approaches to ensuring dietary supplement quality: international perspectives. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 714434. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.714434>
 12. Wu, Y., Wang, M., Yang, T., et al. (2021). Cinnamic acid ameliorates nonalcoholic fatty liver disease by suppressing hepatic lipogenesis and promoting fatty acid oxidation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 9561613. <https://doi.org/10.1155/2021/9561613>
 13. Zeng, L., Yu, G., Yang, K., Wensa, H., & Chen, H. (2021). Improving effect and safety of probiotic supplements on patients with osteoporosis and osteopenia: a systematic review and meta-analysis of 10 randomized controlled trials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 9924410. <https://doi.org/10.1155/2021/9924410>
 14. Yarizadeh, H., Hassani, B., Nosratabadi, S., et al. (2021). Effects of omega-3 supplementation on resting metabolic rate: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 6213035. <https://doi.org/10.1155/2021/6213035>
 15. Ennaji, H., Bourhia, M., Taouam, I., et al. (2021). Physicochemical evaluation of edible *Cyanobacterium Arthrospira platensis* collected from the south atlantic coast of Morocco: a promising source of dietary supplements. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 3337231. <https://doi.org/10.1155/2021/3337231>
 16. Salamatullah, A. M., Hayat, K., Husain, F. M., et al. (2021). Effect of microwave roasting and extraction solvents on the bioactive properties of coffee beans. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 4908033. <https://doi.org/10.1155/2021/4908033>
 17. Salamatullah, A. M., Hayat, K., Husain, F. M., et al. (2022). Effects of different solvents extractions on total polyphenol content, HPLC analysis, antioxidant capacity, and antimicrobial properties of peppers (red, yellow, and green (*Capsicum annum* L.)). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 7372101. <https://doi.org/10.1155/2022/7372101>
 18. Song, X., Yue, Z., Nie, L., Zhao, P., Zhu, K., & Wang, Q. (2021). Biological functions of diallyl disulfide, a garlic-derived natural organic sulfur compound. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 5103626. <https://doi.org/10.1155/2021/5103626>
 19. Gao D., Helikh A., Duan Z., Shang F., Liu Y. (2022). Development of pumpkin seed meal biscuits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11), 36–42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254940>
 20. 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(70), 100–104. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-2/17>
 21. Amorim, T. L., Duarte, L. M., Chellini, P. R., and de Oliveira, M. A. L. (2019). A Validated Capillary Electrophoresis Method for Fatty Acid Determination in Encapsulated Vegetable Oils Supplements. *Lwt* 114, 108380. doi:10.1016/j.lwt.2019.108380
-

22. Andrews, K. W., Roseland, J. M., Gusev, P. A., Palachuvattil, J., Dang, P. T., Savarala, S., et al. (2017). Analytical Ingredient Content and Variability of Adult Multivitamin/mineral Products: National Estimates for the Dietary Supplement Ingredient Database. *Am. J. Clin. Nutr.* 105 (2), 526–539. doi:10.3945/ajcn.116.134544
 23. Eichner, A. K., Coyles, J., Fedoruk, M., Maxey, T. D., Lenaghan, R. A., Novitzky, J., et al. (2019). Essential Features of Third-Party Certification Programs for Dietary Supplements: a Consensus Statement. *Curr. Sport Med. Rep.* 18(5): 178–182. doi:10.1249/JSR.0000000000000059
 24. Haynes, E., Jimenez, E., Pardo, M. A., and Helyar, S. J. (2019). The Future of NGS (Next Generation Sequencing) Analysis in Testing Food Authenticity. *Food Control* 101, 134–143. doi:10.1016/j.foodcont.2019.02.010
 25. Gao D., Helikh A., Duan Z. (2021). Functional properties of four kinds of oilseed protein isolates. *Journal of Chemistry and Technologies*, 29 (1), 155–163. <https://doi.org/10.15421/082116>
-