

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-363-44>

УДК 663.3:615.37:355.09

### СЕРДЮК МАРИНА

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://orcid.org/0000-0002-6504-4093>

e-mail: [maryna.serdiuk@nubip.edu.ua](mailto:maryna.serdiuk@nubip.edu.ua)

### БАНДУРА ВАЛЕНТИНА

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-8074-3020>

[vbandura@nubip.edu.ua](mailto:vbandura@nubip.edu.ua)

### КОЛІСНИЧЕНКО ТЕТЯНА

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-0560-9520>

[tetiana.kolisnychenko@tsatu.edu.ua](mailto:tetiana.kolisnychenko@tsatu.edu.ua)

### НАГОРНА ЛЮДМИЛА

Відокремлений структурний підрозділ "Житомирський торговельно-економічний

фаховий коледж Державного торговельно-економічного університету"

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-1963-8963>

[nagornvp@gmail.com](mailto:nagornvp@gmail.com)

## РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ НАПОЇВ НА ОСНОВІ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ З ЕКСТРАКТОМ *CORDYCEPS MILITARIS* ТА ІМУНОМОДУЛЮЮЧИМ ЕФЕКТОМ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

В умовах тривалих інтенсивних фізичних і психоемоційних навантажень, характерних для військової служби, актуалізується потреба у продуктах спеціального призначення, здатних одночасно забезпечувати гідратацію, надходження біологічно активних речовин та підтримку адаптаційних резервів організму. Функціональні напої на плодово-ягідній основі є перспективною технологічною платформою, оскільки поєднують високу сенсорну прийнятність і можливість збагачення природними антиоксидантами (поліфенолами, антоціанами, каротиноїдами) та вітаміном С. Водночас збереження термолабільних компонентів під час теплової обробки та формування стабільного смакового профілю за наявності специфічних функціональних інгредієнтів потребують науково обґрунтованих технологічних рішень.

Метою роботи було розробити рецептури та технологію функціональних напоїв на основі плодово-ягідної сировини з додаванням екстракту *Cordyceps militaris* для підвищення харчової та біологічної цінності продукту, орієнтованого на потреби військовослужбовців. Об'єктом дослідження був технологічний процес виготовлення напоїв; предметом – рецептурний склад, режими термічної обробки та показники якості напоїв з екстрактом кордіцепсу. Сформовано чотири композиції: K1 і K2 (без кордіцепсу) та K3 і K4 (з екстрактом *C. militaris* у кількості 2,0 г/1000 г). Теплову обробку напівфабрикату здійснювали при 85–90 °C протягом 5–10 хв, пастеризацію – при 85–88 °C протягом 10–15 хв із подальшим охолодженням. Органолептичну оцінку виконували за 5-бальною шкалою дегустаційною комісією; визначали енергетичну цінність та фізико-хімічні показники (рН, титровану кислотність, цукри, сухі речовини, вітамін С, β-каротин, суму фенольних речовин).

Встановлено, що композиції характеризуються високою сенсорною прийнятністю: сумарний дегустаційний бал становив 24,7 (K1) і 23,5 (K2) та 24,15 (K3) і 22,9 (K4), середній – 4,58–4,94. Рецептура K1 була пріоритетною за смаковим балансом і прозорістю, тоді як K4 відзначалася більшою вираженою кислотністю і максимальним «функціональним профілем». Енергетична цінність напоїв залишалась низькою: 7,25–7,40 ккал/100 г (K1–K2) і 7,89–7,95 ккал/100 г (K3–K4), що підтверджує доцільність використання екстракту кордіцепсу як функціональної добавки без суттєвого впливу на калорійність. Фізико-хімічні показники K1–K4 перебували у технологічно сприятливих межах: рН 3,10 – 3,42; титрована кислотність 0,30 – 0,52%; вміст вітаміну С 18,36–48,25 мг/100 г; фенольні речовини 120,23–240,43 мг/100 г; β-каротин 0,35–1,31 мг/100 г, що вказує на високий антиоксидантний потенціал напоїв. Отримані результати обґрунтовують перспективність рецептур K1 – K4 для виробництва функціональних напоїв спеціального призначення, а також доцільність подальших досліджень стабільності біоактивних компонентів у процесі зберігання.

**Ключові слова:** функціональні напої; плодово-ягідна сировина; *Cordyceps militaris*; антиоксиданти; органолептична оцінка.

### SERDYUK MARINA, BANDURA VALENTYNA

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

### KOLISNYCHENKO TETIANA

Dmytro Motomyi Tauria state agrotechnological university

### NAHORNA LIUDMYLA

Separated Structural Subdepartment "Zhytomyr Professional College of Trade and Economics of State University of Trade and Economics

## DEVELOPMENT OF BEVERAGE FORMULATIONS BASED ON FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS WITH *CORDYCEPS MILITARIS* EXTRACT AND IMMUNOMODULATORY EFFECT FOR MILITARY PERSONNEL

Under conditions of prolonged high physical and psycho-emotional load typical for military service, there is an urgent need for special-purpose foods capable of simultaneously supporting hydration, providing bioactive compounds, and strengthening adaptive reserves. Fruit- and berry-based functional beverages represent a promising technological platform because they combine good sensory acceptance with the possibility of enrichment by natural antioxidants (polyphenols, anthocyanins, carotenoids) and vitamin C. However, preservation of thermolabile components during heat treatment and the formation of a stable taste profile in the presence of specific functional ingredients require scientifically justified processing solutions.

The aim of this study was to develop formulations and processing technology for functional beverages based on fruit and berry raw materials supplemented with *Cordyceps militaris* extract in order to increase nutritional and biological value for military personnel. The object of the research was the beverage manufacturing process, while the subject was the formulation composition, thermal processing regimes, and quality indicators of beverages containing cordyceps extract. Four formulations were designed: K1 and K2 (without cordyceps) and K3 and K4 (with *C. militaris* extract at 2.0 g per 1000 g of beverage). The extract was incorporated at 50–60 °C to minimize degradation of bioactive substances and reduce the risk of undesirable off-flavors. The semi-finished product was heat-treated at 85–90 °C for 5–10 min, and final pasteurization was performed at 85–88 °C for 10–15 min followed by cooling. Sensory evaluation was conducted by a trained panel using a 5-point scale; the energy value and physicochemical indicators were determined (pH, titratable acidity, sugars, total soluble solids/dry matter, vitamin C,  $\beta$ -carotene, and total phenolics expressed as gallic acid equivalents).

The developed beverages demonstrated high sensory acceptability: total sensory scores were 24.7 (K1) and 23.5 (K2), and 24.15 (K3) and 22.9 (K4), corresponding to mean scores of 4.58–4.94. Formulation K1 was prioritized due to a more balanced taste and better clarity, whereas K4 showed higher acidity and the most pronounced “functional profile”. The energy value remained low: 7.25–7.40 kcal/100 g for K1–K2 and 7.89–7.95 kcal/100 g for K3–K4, indicating that cordyceps extract can be used as a functional additive without substantially increasing caloric content. Physicochemical parameters of K1–K4 were within technologically favorable ranges: pH 3.10 – 3.42; titratable acidity 0.30 – 0.52%; vitamin C 18.36–48.25 mg/100 g;  $\beta$ -carotene 0.35–1.31 mg/100 g; total phenolics 120.23–240.43 mg/100 g, suggesting a high antioxidant potential. The findings support the feasibility of K1 - K4 for the production of functional beverages for special-purpose nutrition and justify further research into the stability of bioactive compounds during storage.

**Keywords:** functional beverages; fruit and berry raw materials; *Cordyceps militaris*; antioxidants; sensory evaluation.

Стаття надійшла до редакції / Received 11.02.2026

Прийнята до друку / Accepted 26.03.2026

Опубліковано / Published 26.03.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Яропуд Віталій, Колісник Микола, Штуць Андрій

## Постановка проблеми у загальному вигляді та

### її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Раціони військовослужбовців мають відповідати вимогам не лише енергетичного забезпечення, а й зручності споживання, стабільності якості та здатності підтримувати фізичну працездатність у складних умовах служби, включно з екстремальними середовищами та обмеженою можливістю регулярного споживання свіжих продуктів [1]. Регулярне включення ягід до раціону асоціюється зі зниженням рівня артеріального тиску та зменшенням імовірності розвитку цукрового діабету і серцево-судинних патологій. Доведено, що ягоди сприяють підвищенню опірності організму до вірусних інфекцій і можуть бути корисними в процесі їх профілактики та лікування. Завдяки високому вмісту фітохімічних сполук ягідна сировина позитивно впливає на нейропластичність, передачу нервових імпульсів і регуляцію кальцієвого обміну в нервовій тканині. Крім цього, ягоди характеризуються вираженими антиоксидантними, протизапальними та протипухлинними властивостями, а також здатністю уповільнювати вікові нейродегенеративні процеси [2,3]. Одним із практично значущих напрямів є створення функціональних напоїв, які можуть виконувати гідратаційну роль та одночасно бути носієм природних антиоксидантів і нутрієнтів. ВООЗ у загальних настановах здорового харчування підкреслює необхідність достатнього споживання фруктів та овочів (не менше 400 г/добу) як джерела харчових волокон і біоактивних речовин [4], що є важливим для профілактики порушень, асоційованих зі стресом і навантаженнями. Отже, розроблення стабільних плодово-ягідних напоїв спеціального призначення є актуальним завданням харчових технологій і прикладної нутриціології.

### Аналіз досліджень та публікацій

Сучасні дослідження підтверджують, що функціональні напої є ефективною формою доставки нутрієнтів та біоактивних компонентів, однак їх розроблення часто потребує компромісу між високим вмістом біоактивних речовин і сенсорною прийнятністю. Плодово-ягідна сировина містить поліфенольні комплекси та вітамін С, але ці компоненти є чутливими до теплової обробки; у наукових оглядах показано, що термічні режими можуть знижувати біодоступність (збереження) аскорбінової кислоти, тоді як нетермічні підходи забезпечують кращу ретенцію.

Окремий інтерес викликає обліпіха (*Hippophae rhamnoides*), для якої описано винятково високий вміст аскорбінової кислоти та фенольних сполук, що визначають антиоксидантні властивості, однак споживча прийнятність продуктів з обліпіхою значною мірою залежить від співвідношення «цукор/кислоти» [5, 6]. Для кислоти вишні (*Prunus cerasus*) узагальнено дані про потенційний внесок у відновлення після фізичного навантаження та антиоксидантно-протизапальні ефекти [7].

Кордісепс (*Cordyceps sinensis*, *Cordyceps militaris*) належить до групи лікарських грибів із високою функціональною цінністю та розглядається як перспективний інгредієнт для створення напоїв спеціального призначення, зокрема для раціонів військовослужбовців, які зазнають значних фізичних, психоемоційних і адаптаційних навантажень.

Біологічна ефективність кордісепсу визначається його багатим і специфічним біохімічним складом. До ключових активних компонентів належать кордицепін, аденозин і його похідні, полісахариди (переважно  $\beta$ -глюкани), стерольні сполуки, пептиди, а також комплекс макро- та мікроелементів. Кордицепін відзначається адаптогенними та імуномодулювальними властивостями, сприяє посиленню клітинного енергетичного потенціалу, нормалізації метаболічних процесів і зниженню проявів фізичної втоми. Аденозин і споріднені нуклеозиди позитивно впливають на функціонування серцево-судинної системи, покращують мікроциркуляцію та тканинне дихання, що є особливо важливим за умов тривалих навантажень і стресу [8].

Полісахаридний комплекс кордісепсу проявляє виражену антиоксидантну та імунозахисну активність, сприяючи підвищенню загальної резистентності організму, зменшенню ймовірності розвитку запальних

процесів і підтриманню імунного гомеостазу. Це має особливе значення для військовослужбовців, які працюють у польових умовах, стикаються з переохолодженням, нестачею сну та нерегулярним харчуванням. Крім того, біоактивні сполуки кордіцепсу беруть участь у регуляції рівня кортизолу, знижують негативний вплив хронічного стресу та сприяють збереженню когнітивних функцій, зокрема уваги, концентрації та розумової працездатності [9,10].

Основу біологічно активної фракції гриба становлять нуклеозиди та їх похідні, серед яких провідне місце займають кордицепін (3'-дезоксиаденозин), аденозин, уридин і гуанозин. Ці сполуки залучені до регуляції енергетичного обміну, процесів синтезу АТФ, клітинного дихання та міжклітинної комунікації. Кордицепін вважається специфічним індикатором функціональної цінності кордіцепсу та асоціюється з підвищенням витривалості й стійкості організму до дії стресових чинників [11].

Вагомою складовою біохімічного профілю є полісахариди, переважно  $\beta$ -глюкани та гетерополісахариди, частка яких у сухій речовині може досягати 5–15 %. Вони характеризуються імуномодулювальною, антиоксидантною та протизапальною дією, стимулюють активність макрофагів і Т-лімфоцитів та посилюють неспецифічний захист організму [12].

Білкова фракція кордіцепсу представлена повноцінними білками з набором незамінних амінокислот (лейцин, ізолейцин, валін, лізин, треонін), а також біоактивними пептидами, що беруть участь у регуляції обмінних і відновних процесів. Уміст білка в сушеній сировині може становити 20–30 % [13].

Ліпідний компонент гриба включає ненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди та стероли, зокрема ергостерол, який є попередником вітаміну D<sub>2</sub> і відіграє важливу роль у підтриманні стабільності клітинних мембран [14].

Окрім цього, кордіцепс є джерелом вітамінів, переважно водорозчинних, серед яких провідне значення мають вітаміни групи В, необхідні для нормального функціонування нервової системи та енергетичного обміну [15].

Кордіцепс (*Cordyceps sinensis*, *Cordyceps militaris*) є функціонально цінним лікарським грибом, перспективним для використання у складі напоїв спеціального призначення, зокрема для харчування військовослужбовців в умовах підвищених фізичних, психоемоційних та адаптаційних навантажень.

Функціональна цінність кордіцепсу зумовлена його унікальним біохімічним складом. Основними біологічно активними компонентами є кордицепін, аденозин та його похідні, полісахариди ( $\beta$ -глюкани), стероли, пептиди, а також комплекс мікро- і макроелементів. Кордицепін проявляє виражені адаптогенні та імуномодулювальні властивості, сприяє підвищенню клітинної енергетики, оптимізації обміну речовин та зменшенню проявів фізичної втоми. Аденозин та споріднені сполуки позитивно впливають на серцево-судинну систему, покращують мікроциркуляцію та тканинне дихання, що є критично важливим при тривалих фізичних навантаженнях і стресових умовах служби [8].

Полісахаридний комплекс кордіцепсу характеризується антиоксидантною та імунозахисною дією, сприяє підвищенню неспецифічної резистентності організму, зниженню ризику запальних процесів і підтриманню функціонального стану імунної системи. Це особливо актуально для військових, які перебувають у польових умовах, зазнають переохолодження, дефіциту сну та нерегулярного харчування. Крім того, біологічно активні сполуки кордіцепсу сприяють нормалізації рівня кортизолу, зменшенню негативних наслідків хронічного стресу та підтриманню когнітивних функцій (уваги, концентрації, працездатності) [9, 10].

Основу біологічно активних речовин кордіцепсу становлять нуклеозиди та їх похідні, серед яких провідну роль відіграють кордицепін (3'-дезоксиаденозин), аденозин, уридин і гуанозин. Ці сполуки беруть участь у регуляції енергетичного обміну, синтезу АТФ, процесів клітинного дихання та міжклітинної сигналізації. Кордицепін є специфічним маркером функціональної цінності гриба і асоціюється з підвищенням витривалості та стійкості організму до стресових факторів [11].

Важливою складовою біохімічного профілю є полісахариди, переважно  $\beta$ -глюкани та гетерополісахариди, частка яких може становити 5–15 % сухої маси. Вони проявляють імуномодулювальну, антиоксидантну та протизапальну дію, сприяють активації макрофагів, Т-лімфоцитів і підвищенню неспецифічної резистентності організму [12].

Білкові речовини та пептиди кордіцепсу представлені повноцінними білками з набором незамінних амінокислот (лейцин, ізолейцин, валін, лізин, треонін), а також біоактивними пептидами, що беруть участь у регуляції обмінних і відновних процесів. Вміст білка у висушеній сировині може сягати 20–30 % [13].

Ліпідна фракція гриба містить ненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди та стероли (зокрема ергостерол), які є попередниками вітаміну D<sub>2</sub> та відіграють роль у стабілізації клітинних мембран [14].

Кордіцепс також є джерелом вітамінів, насамперед водорозчинних. Найбільше значення мають вітаміни групи В [15].

Щодо природних адаптогенів, *Cordyceps militaris* розглядають як джерело біоактивних сполук (зокрема полісахаридів та кордицепіну) з імуномодулювальним потенціалом; сучасні огляди та експериментальні роботи описують активацію імунних клітин під впливом кордіцепсових полісахаридів. Водночас для напоїв важливими залишаються технологічні аспекти внесення екстракту (температурний інтервал, вплив на смак) і його поєднання з кислою ягідною матрицею, що і зумовило проведення даного дослідження.

#### Формування цілей

**Метою даного дослідження було** розробити рецептури та технологію виготовлення функціональних плодово-ягідних напоїв з екстрактом *Cordyceps militaris* та оцінити їх органолептичні, енергетичні й фізико-хімічні показники якості. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити завдання: сформувати

рецептурні композиції напоїв без та з екстрактом *C. militaris*; обґрунтувати режим внесення екстракту та параметри термічної обробки; оцінити органолептичні показники та енергетичну цінність; визначити ключові фізико-хімічні показники, що характеризують технологічну стабільність і біологічну цінність.

#### Викладення основного матеріалу

З метою розроблення напою на основі ягідної сировини, призначеного для харчування військовослужбовців, у першому та другому експериментах як базові компоненти використовували яблучне пюре, а також ягоди чорної смородини, малини, вишні та плоди шипшини. У межах третього й четвертого дослідів до сформованих рецептурних сумішей додатково вводили екстракт гриба *Cordyceps militaris*.

Екстракт *Cordyceps militaris* характеризується вираженим грибним або землистим смаковим відтінком. Встановлено, що підвищена частка яблучного пюре (35–40 %) дозволяє ефективно нейтралізувати зазначений присмак, забезпечуючи гармонійні органолептичні властивості напою. На основі отриманих напівфабрикатів було сформовано чотири експериментальні рецептурні композиції: дві без додавання екстракту кордісепису (K1 і K2) та дві з його включенням (K3 і K4), характеристика яких наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

#### Дослідні рецептурні композиції плодово-ягідних напоїв для військових

Компонент	Композиції – масова частка компонентів, г/1000г			
	K1	K2	K3	K4
Яблука (пюре)	40,0	35,0	40,0	35,0
Чорна смородина	20,0	15,0	20,0	15,0
Малина	15,0	10,0	15,0	10,0
Вишня	15,0	5,0	13,0	3,0
Обліпіха	5,0	20,0	5,0	20,0
Плоди шипшини	5,0	15,0	5,0	15,0
Екстракт <i>Cordyceps militaris</i>	-	-	2,0	2,0
Цукор	5,0	5,0	5,0	5,0
Вода питна	895	895	895	895
<b>Разом</b>	<b>1000,0</b>	<b>1000,0</b>	<b>1000,0</b>	<b>1000,0</b>

Дослідні зразки плодово-ягідних напоїв готували за наступною технологією:

– пюре яблук було виготовлене ТОВ «Агрона Фрут Україна» м. Вінниця, містить до 82% води та 18% вуглеводів, багате на пектин.

– плоди чорної смородини та малини промивали, подрібнювали та протирали через сито, щоб відділити насіння та шкірочку;

– плоди вишні інспектували, сортували, видаляли кісточку та подрібнювали на блендері. Потім протирали крізь сита для отримання однорідної маси;

– плоди обліпіхи попередньо піддавали візуальному контролю якості, здійснювали їх сортування та ретельне промивання з метою усунення органічних забруднень. Після цього сировину подрібнювали за допомогою блендера й протирали через сита для відокремлення кісточок та формування однорідної пюреподібної маси;

– плоди шипшини попередньо подрібнювали, після чого здійснювали короткочасну гідротермічну обробку для пом'якшення рослинних тканин і підвищення екстракції біологічно активних сполук, а далі масу протирали крізь сито;

– екстракт грибу *Cordyceps militaris* був придбаний в інтернет магазині компанії «Мудрий мухомор» Україна;

– після завершення підготовчих операцій сировину відмірювали згідно з рецептурою та з'єднували в технологічній ємності, забезпечуючи однорідне змішування й рівномірний розподіл усіх компонентів.

Після одержання однорідної плодово-ягідної суміші відповідно до рецептур K1 і K3 та K2 і K4 напівфабрикат піддавали регламентованому тепловому впливу з метою інактивації ферментних систем, зниження мікробіологічного забруднення та підвищення стабільності готового напою. Нагрівання здійснювали в лабораторному варильному апараті з водяною сорочкою за температури 85–90 °C упродовж 5–10 хв при безперервному перемішуванні, що забезпечувало рівномірний розподіл тепла та запобігало локальному перегріву продукту.

Після завершення теплової обробки суміш оперативно охолоджували до 45–50 °C – температури, оптимальної для подальших технологічних операцій і збереження термочутливих біологічно активних сполук, зокрема аскорбінової кислоти та поліфенолів. Далі напівфабрикат піддавали механічному очищенню шляхом фільтрування через лабораторний фільтр або сито з діаметром отворів 0,5–1,0 мм з метою видалення крупнодисперсних частинок шкірки, насіння та нерозчинних волокон. Застосування фільтрації сприяло отриманню однорідної текстури напою та покращенню його органолептичних характеристик.

Очищений фільтрат піддавали завершальній пастеризації в лабораторних умовах за температури 85–88 °C протягом 10–15 хв. Обраний режим забезпечував мікробіологічну безпеку продукту без істотного зниження його харчової й функціональної цінності. Після пастеризації напій негайно охолоджували до 20–25 °C та розливали у стерильну лабораторну тару з подальшим герметичним укупуванням.

Розроблення напою орієнтовано на дві функціональні концепції. Рецептурні композиції К1/К3 сформовано як «поліфенольно-антиоксидантні» з акцентом на гармонійний смак і колір за рахунок підвищеної частки чорної смородини, вишні та малини. Рецептурні композиції К2/К4 мають «вітамінно-адаптогенну» спрямованість завдяки підвищеній частці обліпихи та шипшини – джерел аскорбінової кислоти й каротиноїдів [16]. Додавання екстракту *C. militaris* (К3/К4) обґрунтовано наявністю в ньому біоактивних полісахаридів і кордицепіну, які описують як компоненти з імуномодулювальним та антиоксидантним потенціалом [17, 18].

У подальшому для дослідних зразків визначали органолептичні характеристики. Оцінку якості плодово-ягідного напою проводила дегустаційна комісія із застосуванням методів сенсорного аналізу. На основі дегустаційної оцінки дослідних зразків напоїв були побудовані сенсорні профілограми (рис. 1).

Сумарний дегустаційний бал К1 становив 24,7 (середній 4,94), К2 – 23,5 (середній 4,7). Для зразків з екстрактом кордіцепу: К3 – 24,15 (середній 4,83), К4 – 22,9 (середній 4,58). Комісія відзначила, що більша частка яблучного пюре (35 – 40%) пом'якшує специфічний присмак кордіцепу, тоді як у К3/К4 проявляється лише «тонка гірчинка» без різкого сенсорного дефекту. У К2/К4 через підвищену частку обліпихи спостерігали нижчу прозорість і більш кислий смак, що узгоджується з даними про сенсорну залежність продуктів з обліпихою від «цукор/кислоти», що узгоджується з дослідженнями [19].

Оцінювали енергетичну цінність продукту харчування, що відображає кількість енергії, яку організм людини отримує під час перетравлення, засвоєння та подальшого метаболічного використання поживних речовин. Цей показник виражають у кілокалоріях (ккал) або кілоджоулях (кДж), причому співвідношення між ними становить 1 ккал = 4,184 кДж [20].

Напої характеризувалися низькою калорійністю. Для К1 – 7,40 ккал/100 г, К2 – 7,25 ккал/100 г, К3 – 7,95 ккал/100 г, К4 – 7,89 ккал/100 г. Отже, введення *C. militaris* у кількості 2 г/1000 г практично не змінює енергетичну цінність, але додає функціональну складову. Такий підхід відповідає сучасній логіці створення функціональних напоїв: підвищення біологічної цінності без надмірного збільшення калорійності [21].

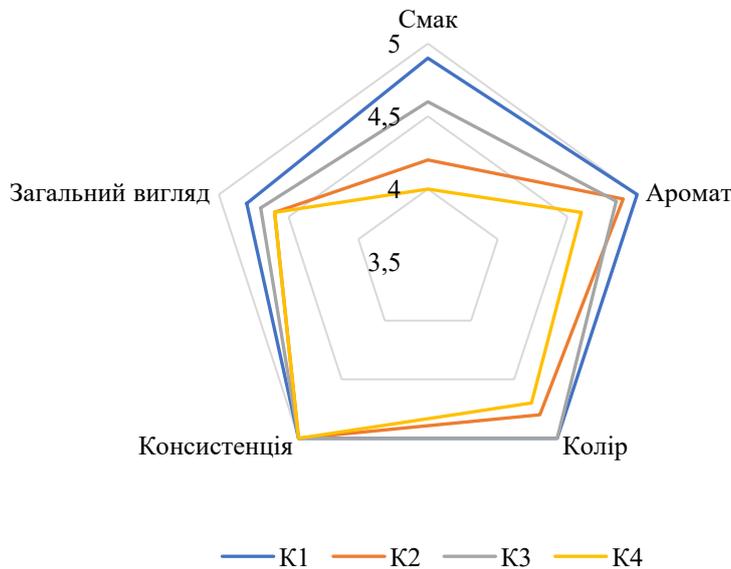


Рис. 1. Сенсорні профілограми дослідних зразків плодово-ягідних напоїв

Дослідження фізико-хімічних показників напоїв за рецептурами К3 і К4 проводили з метою встановлення їх відповідності нормативним вимогам, обґрунтування оптимального складу та визначення впливу компонентного складу на якісні характеристики готового продукту. До основних показників, що підлягали визначенню, належали масова частка сухих речовин, активна та титрована кислотність, вміст цукрів, вітаміну С, а також енергетична цінність напоїв.

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники напою на основі плодово-ягідної сировини**

Показник	К1	К2	К3	К4
pH	3,42 ± 0,05	3,32 ± 0,05	3,40 ± 0,06	3,10 ± 0,05
Вміст сухих речовин, %	4,21 ± 0,22	4,52 ± 0,20	5,13 ± 0,31	5,81 ± 0,31
Титрована кислотність, %	0,30 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,41 ± 0,03	0,52 ± 0,03
Вміст загальних цукрів, г/100 г	7,82 ± 0,31	7,40 ± 0,33	8,22 ± 0,41	7,04 ± 0,31
Вміст редукуючих цукрів, г/100 г	5,64 ± 0,20	5,41 ± 0,22	6,02 ± 0,30	5,01 ± 0,21
Аскорбінова кислота, мг/100 г	18,36 ± 2,11	22,28 ± 2,12	32,37 ± 3,02	48,25 ± 4,03
β-каротин, мг/100 г	0,35 ± 0,05	0,42 ± 0,05	1,08 ± 0,12	1,31 ± 0,14
Сума фенольних речовин, мг/100 г	120,23 ± 10,11	145,11 ± 12,01	190,31 ± 15,44	240,43 ± 20,05

Фізико-хімічні характеристики напоїв, виготовлених на основі ягідної сировини за рецептурами К1–К4, свідчать про їхню високу технологічну стабільність, значну біологічну цінність і відповідність критеріям, що висуваються до функціональних напоїв. Зафіксовані показники основних параметрів зумовлені якісним і кількісним складом використаної плодово-ягідної сировини, зокрема яблучного пюре, ягід чорної смородини, малини, вишні, обліпіхи та плодів шипшини.

Аналіз даних таблиці свідчить, що всі досліджувані ягідні напої характеризуються кислим середовищем (рН 3,10 – 3,42), що є типовим для продуктів на основі ягідної сировини та забезпечує їхню мікробіологічну стабільність без застосування інтенсивних консервантів. Найнижче значення рН зафіксовано у рецептурі К4 ( $3,10 \pm 0,05$ ), що узгоджується з підвищеним вмістом обліпіхи та плодів шипшини. Рецептури К1 і К3 мають дещо вищі значення рН, що зумовлює м'якше смакове сприйняття.

Титрована кислотність зростає від К1 до К4, змінюючись у межах 0,30 – 0,52 %, що відображає поступове збільшення частки органічних кислот у складі напоїв. Найвищий показник характерний для К4, що зумовлює більш виражений кислий смак і водночас підвищену стабільність продукту під час зберігання.

Вміст сухих речовин у напоях знаходиться в межах 4,21 – 5,81 % і корелює з часткою ягідно-фруктової сировини. Найвищі значення характерні для К4, що зумовлює більш насичений смак і щільнішу структуру напою.

Вміст загальних та редуруючих цукрів у всіх рецептурах перебуває на помірному рівні. Найвищі значення зафіксовано у К3, що пояснюється більшим вмістом фруктових пюре, зокрема яблучного та вишневого. Рецептура К4, незважаючи на однакову кількість доданого цукру, характеризується нижчим рівнем цукрів за рахунок переважання ягід із підвищеною кислотністю та нижчим вмістом природних моно- і дисахаридів. Це є позитивним чинником з позицій зниження глікемічного навантаження.

Вміст аскорбінової кислоти істотно варіює між рецептурами. Мінімальні значення притаманні К1, тоді як у К3 і особливо К4 спостерігається значне зростання цього показника. Максимальна концентрація вітаміну С у К4 ( $48,25 \pm 4,03$  мг/100 г) обумовлена високою часткою обліпіхи та плодів шипшини, що робить дану рецептуру найбільш перспективною з точки зору антиоксидантної та імунопідтримуючої дії.

Подібна тенденція спостерігається і для  $\beta$ -каротину: його вміст поступово зростає від К1 до К4, досягаючи максимальних значень у рецептурі К4 ( $1,31 \pm 0,14$  мг/100 г). Це позитивно впливає не лише на функціональні властивості напою, а й на його колір та споживче сприйняття.

Сума фенольних речовин закономірно зростає від К1 до К4, що пов'язано зі збільшенням частки ягід із високим вмістом поліфенолів (чорна смородина, малина, шипшина, обліпіха). Максимальний вміст фенольних сполук у К4 ( $240,43 \pm 20,05$  мг/100 г) свідчить про найвищий антиоксидантний потенціал цієї рецептури.

Таким чином, рецептурні композиції з додаванням екстракту гриба *Cordyceps militaris* мають різні споживчі та функціональні характеристики. Напій за рецептурою К3 вирізняється гармонійним поєднанням кислотності й солодкості, помірною концентрацією аскорбінової кислоти та фенольних сполук, що забезпечує м'який, збалансований і приємний смак. Натомість рецептура К4 характеризується підвищеним функціональним потенціалом завдяки більшому вмісту органічних кислот, аскорбінової кислоти,  $\beta$ -каротину та фенольних речовин, що робить її більш придатною для умов інтенсивних фізичних і імунних навантажень, хоча смаковий профіль є більш виражено кислим.

Результати фізико-хімічного аналізу напоїв, виготовлених за рецептурами К1–К4, підтверджують їх високу технологічну стабільність і значну біологічну та функціональну цінність. Кисле значення реакції середовища, раціональне співвідношення органічних кислот і цукрів, а також високий вміст аскорбінової кислоти,  $\beta$ -каротину та фенольних сполук забезпечують належні органолептичні характеристики, виражений антиоксидантний ефект і мікробіологічну безпечність продуктів. Сукупність отриманих показників обґрунтовує доцільність використання як рецептур К1 і К2, так і композицій К3 і К4 у виробництві функціональних напоїв оздоровчого та спеціального призначення.

### Висновки

1. Розроблено чотири рецептурні композиції плодово-ягідних напоїв для військовослужбовців: К1 – К2 (без *C. militaris*) та К3 – К4 (з екстрактом *C. militaris* 2,0 г/1000 г).
2. Встановлено високі органолептичні показники: сумарний бал 24,7 – 23,5 (К1 – К2) і 24,15 – 22,9+ (К3 – К4) із середнім балом 4,58 – 4,94, що підтверджує сенсорну прийнятність напоїв навіть за наявності кордісепсу.
3. Енергетична цінність напоїв є низькою і становить 7,25 – 7,40 ккал/100 г (К1 – К2) та 7,89 – 7,95 ккал/100 г (К3 – К4); внесок кордісепсу в калорійність є мінімальним.
4. Фізико-хімічні показники К1–К4 підтверджують технологічну стабільність і високий антиоксидантний потенціал: рН 3,10 – 3,42; вітамін С 18,36 – 48,25 мг/100 г; фенольні речовини 120,23 – 240,43 мг/100 г;  $\beta$ -каротин 0,35 – 1,31 мг/100 г.
5. Результати проведених фізико-хімічних досліджень напоїв, виготовлених за рецептурами К1–К4, свідчать про їхню технологічну стійкість, а також про високий рівень біологічної й функціональної цінності. Рецептура К3 є більш збалансованою за смаком, тоді як К4 має максимальний рівень біологічно активних речовин і може бути рекомендована для періодів підвищених навантажень.

## Література

1. Vidal V. A. S., Jensen I.-J., Sandbakk Ø. та ін. Military rations: nutritional, sensorial and technological quality and their effects on military physical exercise in extreme environments // *Nutrition Research Reviews*. 2025. Vol. 38, № 1. P. 324–337. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954422424000246>
2. Miller M. G., Shukitt-Hale B. Berry fruit enhances beneficial signaling in the brain // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012. Vol. 60. P. 5709–5715. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf2036033>
3. Seeram N. P., Adams L. S., Zhang Y. та ін. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006. Vol. 54. P. 9329–9339. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf061750g>
4. World Health Organization. Healthy diet. Fact sheet [Electronic resource]. WHO, 2024. Available at: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/healthy-diet/healthy-diet-fact-sheet-394.pdf> (дата звернення: 10.01.2026).
5. Бандура В. М., Прісс О. П., Колісніченко Т. О., Сердюк Д. І. Розробка рецептури низькокалорійного лимонадного концентрату з використанням натуральних підсолоджувачів // *Праці ТДАТУ*. 2025. Вип. 25, т. 1. С. 85–92. DOI: <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-1-10>
6. Wang K., Xu Z., Liao X. Bioactive compounds, health benefits and functional food products of sea buckthorn: a review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1905605>
7. Blando F., Oomah B. D. Sweet and sour cherries: origin, distribution, nutritional composition and health benefits // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 86. P. 517–529. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.052>
8. Wu F. Y., Yan H., Ma X. N. та ін. Structural characterization and antioxidant activity of purified polysaccharide from cultured *Cordyceps militaris* // *African Journal of Microbiology Research*. 2011. Vol. 5. P. 2743–2751. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR11.548>
9. Jung S.-J., Jung E.-S., Choi E.-K. та ін. Immunomodulatory effects of a mycelium extract of *Cordyceps (Paecilomyces hepiali; CBG-CS-2)*: a randomized double-blind clinical trial // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2019. Vol. 19. Article 77. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2483-y>
10. Shashidhar G. M., Giridhar P., Manohar B. Functional polysaccharides from medicinal mushroom *Cordyceps sinensis* as a potent food supplement: extraction, characterization and therapeutic potentials – a systematic review // *RSC Advances*. 2015. Vol. 5, № 21. P. 16050–16066.
11. Das G, Shin HS, Leyva-Gómez G, Prado-Audelo MLD, Cortes H, Singh YD, Panda MK, Mishra AP, Nigam M, Saklani S, Chaturji PK, Martorell M, Cruz-Martins N, Sharma V, Garg N, Sharma R, Patra JK. // *Cordyceps spp.: A Review on Its Immune-Stimulatory and Other Biological Potentials*. *Front Pharmacol*. 2021 Vol. 11. Article 602364. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.602364>
12. Lu J., Gu G., Hao L., Jin Z., Wang X. Characterization and in vitro antioxidant activity of a polysaccharide from *Cordyceps sobolifera* // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2016. Vol. 40. P. 447–452. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12622>
13. Olatunji O. J., Tang J., Tola A. та ін. The genus *Cordyceps*: an extensive review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology // *Fitoterapia*. 2018. Vol. 129. P. 293–316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2018.05.010>
14. Qu S. L., Li S. S., Li D., Zhao P. J. Metabolites and their bioactivities from the genus *Cordyceps* // *Microorganisms*. 2022. Vol. 10, № 8. Article 1489. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081489>
15. Chidi B. B. A potential medicinal herb: *Cordyceps sinensis* [Electronic resource]. 2013. Available at: <https://www.pharmatutor.org/articles/potential-medicinal-herb-cordyceps-sinensis> (дата звернення: 10.01.2026).
16. Сердюк М. Є., Бандура В. М., Колісніченко Т. О., Сефіханова К. Розробка джемів із локальної сировини зі зниженим глікемічним індексом // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2025. № 353 (3.2). С. 160–166. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-353-22>
17. Liu Y., Yang J., Guo Z. та ін. Immunomodulatory effect of *Cordyceps militaris* polysaccharide on RAW 264.7 macrophages by regulating MAPK signaling pathways // *Molecules*. 2024. Vol. 29, № 14. Article 3408. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29143408>
18. Chen L., Liu X., Zheng K. та ін. *Cordyceps* polysaccharides: a review of their immunomodulatory effects // *Molecules*. 2024. Vol. 29, № 21. Article 5107. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29215107>
19. Ciesarová Z., Murkovic M., Cejpek K. та ін. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review // *Food Research International*. 2020. Vol. 133. Article 109170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109170>
20. Сердюк М. Є., Прісс О. П., Гапріндашвілі Н. А. та ін. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2020. 370 с.
21. Orrù S., Imperlini E., Nigro E. та ін. Role of functional beverages on sport performance and recovery // *Nutrients*. 2018. Vol. 10. Article 1470. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10101470>

## References

1. Vidal V. A. S., Jensen I.-J., Sandbakk Ø. ta in. Military rations: nutritional, sensorial and technological quality and their effects on military physical exercise in extreme environments // Nutrition Research Reviews. 2025. Vol. 38, № 1. P. 324–337. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954422424000246>
2. Miller M. G., Shukitt-Hale B. Berry fruit enhances beneficial signaling in the brain // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. Vol. 60. P. 5709–5715. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf2036033>
3. Seeram N. P., Adams L. S., Zhang Y. ta in. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. Vol. 54. P. 9329–9339. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf061750g>
4. World Health Organization. Healthy diet. Fact sheet [Electronic resource]. WHO, 2024. Available at: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/healthy-diet/healthy-diet-fact-sheet-394.pdf> (data zvernennia: 10.01.2026).
5. Bandura V. M., Priss O. P., Kolisnichenko T. O., Serdiuk D. I. Rozrobka reseptury nyzkokaloriinoho lymonadnoho konsentratu z vykorystanniam naturalnykh pidsolodzhuvachiv // Pratsi TDATU. 2025. Vyp. 25, t. 1. S. 85–92. DOI: <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-1-10>
6. Wang K., Xu Z., Liao X. Bioactive compounds, health benefits and functional food products of sea buckthorn: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2021. P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1905605>
7. Blando F., Oomah B. D. Sweet and sour cherries: origin, distribution, nutritional composition and health benefits // Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 86. P. 517–529. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.052>
8. Wu F. Y., Yan H., Ma X. N. ta in. Structural characterization and antioxidant activity of purified polysaccharide from cultured *Cordyceps militaris* // African Journal of Microbiology Research. 2011. Vol. 5. P. 2743–2751. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR11.548>
9. Jung S.-J., Jung E.-S., Choi E.-K. ta in. Immunomodulatory effects of a mycelium extract of *Cordyceps* (*Paecilomyces hepiali*; CBG-CS-2): a randomized double-blind clinical trial // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2019. Vol. 19. Article 77. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2483-y>
10. Shashidhar G. M., Giridhar P., Manohar B. Functional polysaccharides from medicinal mushroom *Cordyceps sinensis* as a potent food supplement: extraction, characterization and therapeutic potentials – a systematic review // RSC Advances. 2015. Vol. 5, № 21. P. 16050–16066
11. Das G, Shin HS, Leyva-Gómez G, Prado-Audelo MLD, Cortes H, Singh YD, Panda MK, Mishra AP, Nigam M, Saklani S, Chaturri PK, Martorell M, Cruz-Martins N, Sharma V, Garg N, Sharma R, Patra JK. *Cordyceps* spp.: A Review on Its Immune-Stimulatory and Other Biological Potentials. // Front Pharmacol. 2021 Vol. 11. Article 602364. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.602364>
12. Lu J., Gu G., Hao L., Jin Z., Wang X. Characterization and in vitro antioxidant activity of a polysaccharide from *Cordyceps sobolifera* // Journal of Food Processing and Preservation. 2016. Vol. 40. P. 447–452. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12622>
13. Olatunji O. J., Tang J., Tola A. ta in. The genus *Cordyceps*: an extensive review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology // Fitoterapia. 2018. Vol. 129. P. 293–316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2018.05.010>
14. Qu S. L., Li S. S., Li D., Zhao P. J. Metabolites and their bioactivities from the genus *Cordyceps* // Microorganisms. 2022. Vol. 10, № 8. Article 1489. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081489>
15. Chidi B. B. A potential medicinal herb: *Cordyceps sinensis* [Electronic resource]. 2013. Available at: <https://www.pharmatutor.org/articles/potential-medicinal-herb-cordyceps-sinensis> (data zvernennia: 10.01.2026).
16. Serdiuk M. Ye., Bandura V. M., Kolisnichenko T. O., Sefikhanova K. Rozrobka dzhemiv iz lokalnoi syrovyny zi znyzhenym hlikemichnym indeksom // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 2025. № 353 (3.2). S. 160–166. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-353-22>
17. Liu Y., Yang J., Guo Z. ta in. Immunomodulatory effect of *Cordyceps militaris* polysaccharide on RAW 264.7 macrophages by regulating MAPK signaling pathways // Molecules. 2024. Vol. 29, № 14. Article 3408. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29143408>
18. Chen L., Liu X., Zheng K. ta in. *Cordyceps* polysaccharides: a review of their immunomodulatory effects // Molecules. 2024. Vol. 29, № 21. Article 5107. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29215107>
19. Ciesarova Z., Murkovic M., Cejpek K. ta in. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review // Food Research International. 2020. Vol. 133. Article 109170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109170>
20. Serdiuk M. Ye., Priss O. P., Haprindashvili N. A. ta in. Doslidnytskyi praktykum. Chastyna 1. Metody doslidzhennia plodoovochevoi ta yahidnoi produktsii. Melitopol: VPTs «Liuks», 2020. 370 s.
21. Orrù S., Imperlini E., Nigro E. ta in. Role of functional beverages on sport performance and recovery // Nutrients. 2018. Vol. 10. Article 1470. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10101470>