

УДК 663.81:633.522:641.1

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.2.2.6>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГІДРОМОДУЛЯ НА НУТРИЄНТНИЙ СКЛАД ТА КВАЛІМЕТРИЧНУ ОЦІНКУ СЕНСОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНОПЛЯНОГО НАПОЮ

Драчук І. О. – аспірант

Національного університету біоресурсів і природокористування України

ORCID ID: 0000-0003-0018-2871

Сучасні тенденції харчової індустрії спрямовані на розширення асортименту харчових продуктів, зокрема і рослинних напоїв, як альтернативи тваринному молоку. Насіння технічних конопель (*Cannabis sativa* L.) сорту Глесія, є продуктом селекції українських вчених, характеризується відсутністю психоактивних речовин та високою біологічною цінністю білково-ліпідного комплексу. При його використанні для виробництва рослинного аналога молока пріоритетним завданням є формування привабливого сенсорного профілю напою, що критично залежить від величини гідромодуля. Відсутність обґрунтованого співвідношення сировини та екстрагенту стримує промислове впровадження напоїв із насіння конопель, що зумовлює актуальність даного дослідження.

Мета дослідження полягає у встановленні впливу гідромодуля на показники хімічного складу та кваліметричну оцінку сенсорних властивостей рослинного напою з ядра насіння конопель сорту Глесія для наукового обґрунтування його раціональних параметрів.

У роботі представлено результати експериментальних досліджень впливу гідромодуля в діапазоні від 1:4 до 1:12 на формування якісних показників конопляного напою. Встановлено, що показники хімічного складу напою мають чітку кореляційну залежність від об'єму води, використаної для екстрагування. За збільшення величини гідромодуля спостерігалось зниження концентрації сухих речовин та білка.

Кваліметрична оцінка за використання методу Харрінгтона дозволила встановити, що найвищі бали за сенсорними показниками мали зразки з гідромодулем 1:8. За результатами розрахунку встановлено, що узагальнений показник якості також мав максимальне значення за такого гідромодуля. Таке співвідношення дозволило отримати напій з показниками хімічного складу наближеними до складу коров'ячого молока та гармонійним смаком, що за шкалою бажаності Харрінгтона відповідає оцінці «дуже добра».

Вперше проведено системний аналіз взаємозв'язку між гідромодулем, хімічним складом та сенсорним профілем напою з ядра насіння конопель сорту Глесія. Доведено ефективність використання інтегральної кваліметричної оцінки, як інструменту для прийняття технологічних рішень у виробництві рослинних аналогів молока. Науково обґрунтований гідромодуль слугуватиме базовим параметром для наступних етапів дослідження, пов'язаних із застосуванням ультразвукової кавітації для стабілізації отриманої емульсійної системи.

Ключові слова: рослинний напій, насіння конопель, сорт Глесія, гідромодуль, хімічний склад, сенсорні властивості, кваліметрична оцінка, метод Харрінгтона, показник якості.

Drachuk I. O. Investigation of the influence of the hydromodule on the nutrient composition and qualimetric assessment of sensory properties of a hemp drink

Modern trends in the food industry are focused on expanding the assortment of food products, specifically plant-based drinks, as alternatives to animal milk. Industrial hemp seeds (*Cannabis sativa* L.) of the Glesia variety, developed by Ukrainian scientists, are characterized by the absence of psychoactive substances and the high biological value of their protein-lipid complex. When utilizing these seeds for the production of a plant-based milk analogue, a priority task is the formation of an attractive sensory profile for the drink, which depends critically on the hydromodule. The absence of a scientifically justified ratio of raw material to extractant hinders the industrial implementation of hemp seed drinks, which determines the relevance of this study.

© Драчук І. О., 2026



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

The purpose of the research is to establish the influence of the hydromodule on the chemical composition and the qualimetric assessment of the sensory properties of a plant-based drink from Glesia hemp seed kernels to scientifically justify its rational parameters.

The paper presents the results of experimental studies on the influence of the hydromodule, ranging from 1:4 to 1:12, on the formation of the quality indicators of the hemp drink. It was established that the chemical composition parameters of the drink exhibit a clear correlation with the volume of water used for extraction. An increase in the hydromodule led to a decrease in the concentration of dry matter and protein.

A qualimetric assessment using the Harrington method revealed that samples with a hydromodule of 1:8 achieved the highest scores for sensory indicators. Based on the calculation results, it was determined that the generalized quality index reached its maximum value at a hydromodule of 1:8. This ratio allowed for the production of a drink with chemical composition parameters close to those of cow's milk and a harmonious taste, which corresponds to the "very good" category on the Harrington desirability scale.

For the first time, a systemic analysis of the relationship between the hydromodule, chemical composition, and sensory profile of a drink made from Glesia hemp seed kernels has been conducted. The effectiveness of using integral qualimetric assessment as a tool for making technological decisions in the production of plant-based milk analogues has been proven. The scientifically justified hydromodule will serve as a baseline parameter for subsequent research stages involving the application of ultrasonic cavitation to stabilize the resulting emulsion system.

Key words: plant-based drink, hemp seeds, Glesia variety, hydromodule, chemical composition, sensory properties, qualimetric assessment, Harrington method, quality index.

Постановка проблеми. В останні десятиліття відбуваються суттєві зміни світової харчової індустрії, які обумовлені зміщенням вподобань споживачів до розширення асортименту рослинних напоїв, як повноцінної та безпечної альтернативи молока тваринного походження [1, 2]. Така трансформація пов'язана з низкою чинників, зокрема, зростанням кількості прихильників вегетаріанства, необхідністю створення спеціалізованих продуктів для людей із лактозною непереносимістю, підвищенням уваги споживачів до етичності та екологічності виробництва. Існує великий вибір рослинної сировини для рослинних напоїв, включаючи овес, сою та олійні культури. Проте насіння промислових конопель (*Cannabis sativa*) має унікальний нутрієнтний ресурс. Ця сировина має близький до ідеального для людини вміст та співвідношення незамінних амінокислот та поліненасичених жирних кислот [3]. Незважаючи на потенціал сировини, ефективність вилучення поживних речовин у розчин та формування гармонійного смаку напою залежать від співвідношення компонентів.

Мета дослідження полягає у встановленні впливу гідромодуля на показники хімічного складу та кваліметричну оцінку сенсорних властивостей рослинного напою з ядра насіння конопель сорту Глесія для наукового обґрунтування його раціональних параметрів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сорт конопель Глесія є одним із найдосконаліших результатів багаторічної селекційної роботи селекціонерів Інституту луб'яних культур Національної академії аграрних наук України. Сорт Глесія внесена до Державного реєстру сортів рослин, свідоцтво про реєстрацію № 160007, які придатні для поширення в Україні. Вміст жиру в насінні сорту Глесія становить 32-36%, що є високим показником для технічних конопель. Насіння є джерелом високоякісного рослинного протеїну. Цінність насіння підсилюється його повною безпекою, вміст тетрагідроканабінолу у цій сировині наближається до нуля, що підтверджено державними випробуваннями [4]. Універсальність технічних конопель обумовлена можливістю повного використання біомаси від насіння до стебел [5]. Така модель замкненого циклу мінімізує відходи та забезпечує відповідність вимогам Європейського зеленого курсу та дозволяє максимально реалізувати екологічний та економічний потенціал культури в межах сталого розвитку.

Виробництво конопляного напою є складним технологічним процесом, де ключовим параметром процесу екстрагування є співвідношення маси сировини до масу екстрагенту (гідромодуль). Саме цей показник визначає не лише концентрацію сухих речовин у готовому продукті, а й термодинамічну стабільність емульсійної системи, її реологічні характеристики та органолептичний профіль [6, 7].

Сенсорне сприйняття рослинних напоїв є одним із найбільших викликів для технологів. Незважаючи на високу поживність, споживачі часто відхиляють продукт через специфічні органолептичні ознаки [8]. Кваліметрична оцінка є потужним інструментом об'єктивної оцінки, що особливо важливо для вирішення складних наукових задач щодо розробки нових рецептур, де необхідно знайти баланс між нутрієнтним складом та прийнятністю продукту для споживача, за умови забезпечення стабільності емульсійної системи.

Враховуючи вищевикладене актуальним є наукове обґрунтування раціонального гідромодуля для отримання якісного рослинного аналога молока з насіння конопель вітчизняної селекції.

Матеріали та методи досліджень. Об'єктом дослідження є екстракти, отримані з подрібненого ядра насіння технічних конопель вітчизняної селекції сорту Глесія. Екстрагування проводили шляхом варіювання гідромодуля від 1:4 до 1:12. Для досягнення поставленої мети використовували комплекс загальноприйнятих фізико-хімічних методів аналізу. Вміст сухих речовин визначали термогравіметричним методом, масову частку загального білка – за методом К'ельдаля, масову частку жиру – екстракційно-ваговим методом у апараті Сокслета. Для оцінки сенсорних властивостей застосовували профільний метод органолептичного аналізу та кваліметричне моделювання за методом Харрінгтона. Узагальнений показник якості (D) розраховували, як середнє геометричне часткових функцій бажаності (d_i). Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Значущість впливу гідромодуля на хімічний склад та сенсорні характеристики напою оцінювали за критерієм Фішера при рівні значущості $p < 0,05$. Розрахунки виконували за використання програмного забезпечення *Microsoft Excel*.

Виклад основного матеріалу. Стабільність емульсійної системи та її органолептичні характеристики значною мірою визначаються якістю сировини. Дослідженнями передбачено використання ядра насіння технічних конопель сорту Глесія. Видалення оболонки дозволяє покращити органолептичні показники продукту. З метою обґрунтування технологічної придатності обраного сорту технічних конопель для виробництва рослинного напою було проведено органолептичну оцінку якості сировини (табл. 1).

Відповідно до даних таблиці для лущеного насіння конопель сорту Глесія характерний кремово-білий колір, приємний солодкувато-горіховий смак без гіркоти та сторонніх запахів. Однорідність ядер за розміром та їх консистенція, свідчать про якість сировини, а також про технологічну придатність для отримання стабільної дисперсної системи рослинного напою.

Важливою складовою розробки технології рослинного напою є обґрунтування відношення основної сировини та екстрагенту (гідромодуля). Даний показник має суттєвий вплив, як на біологічну цінність готового продукту, так і на економічну ефективність його виробництва. Також, при розробці рослинних напоїв важливим заданням є отримання продукту з характеристиками наближеними до традиційного коров'ячого молока.

Таблиця 1

Органолептична оцінка лущеного насіння конопель сорту Глесія

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Очищені від плодової оболонки ядра округло-видовженої форми, однорідні за розміром. Поверхня матова
Колір	Кремове-білий з незначною наявністю світло-зелених краплень
Смак	Приємний, солодкувато-горіховий, характерний для свіжого ядра конопель, гіркота відсутня, ледь помітна в'язкість
Запах	Дуже тонкий, ненав'язливий, горіховий, стороні запахи відсутні
Консистенція	На дотик ядра м'які, маслянисті, легко розтираються між пальцями. При розжовуванні відчувається ніжна текстура, яка швидко перетворюється на кашку, хрускіт відсутній

Для визначення раціонального гідромодуля були проведені експериментальні дослідження. Підготовка сировини полягала в інспекції лущеного насіння сорту Глесія для видалення залишків оболонки та пошкоджених ядер, після чого його подрібнювали до однорідного стану. Екстрагування проводили шляхом змішування подрібненої сировини з підготовленою водою температурою 40-45°C. Дотримання температурного режиму необхідне для забезпечення розчинності білку едестину та переходу ліпідної фракції в емульгований стан. Екстрагування проводили за визначених рівнів гідромодуля. Для видалення нерозчинного залишку екстракт фільтрували, після чого його використовували для визначення показників хімічного складу та сенсорної оцінки.

Варіативність гідромодуля має безпосередній вплив на хімічний склад готового продукту. За результатами експериментальних досліджень було проведено порівняльний аналіз отриманих зразків за вмістом білків, жирів та сухих речовин (табл. 2).

Таблиця 2

Хімічний склад екстракту з ядра насіння конопель сорту Глесія (n=3)

Показник	Одиниці вимірювання	Гідромодуль		
		1:4	1:8	1:12
Вміст ядра	%	20,0	11,11	7,69
Сухі речовини	%	14,79±0,17	8,22±0,09	5,69±0,07
Жир	%	8,10±0,13	4,50±0,07	3,12±0,05
Білок	%	4,86±0,09	2,70±0,05	1,87±0,03
в т.ч. едестин	%	3,79±0,05	2,31±0,03	1,49±0,04
Вуглеводи	%	0,88±0,07	0,49±0,04	0,34±0,03
Зола	%	0,95±0,02	0,53±0,01	0,37±0,01
Енергетична цінність	ккал/100г	94,51±1,18	52,50±0,65	36,35±0,45

Аналіз даних таблиці 2 демонструє обернену залежність між величиною гідромодуля та концентрацією поживних речовин у екстрактах. Це свідчить про те, що величина гідромодуля є ефективним інструментом для регулювання нутрієнтного складу та енергетичної цінності конопляного напою. Порівняльний аналіз отриманих екстрактів із коров'ячим молоком дозволив оцінити їх, як рослину альтернативу. За показниками харчової цінності зразок із гідромодулем 1:8 є найбільш наближеним до класичного коров'ячого молока із жирністю 3,2%. При цьому,

необхідно зазначити, що на відміну від коров'ячого молока, багатого на лактозу, конопляні екстракти характеризуються низьким вмістом вуглеводів.

Таким чином, регулювання гідромодуля дозволяє отримувати напої, які за енергетичним та ліпідним профілем імітують коров'яче молоко та мають специфічні функціональні переваги, які характерні для рослинної сировини.

Під час розробки технології рослинних напоїв дуже важливим питанням є забезпечення їх споживчої привабливості, яка фактично буде визначати успіх продукту на ринку. Оскільки варіювання гідромодуля має безпосередній вплив на формування органолептичного профілю готового продукту, це спонукає до пошуку балансу між концентрацією сухих речовин та прийнятними сенсорними характеристиками. Тому наступним етапом експериментальних досліджень було проведено дегустаційну оцінку дослідних зразків екстракту з ядра насіння конопель сорту Глесія (табл. 3).

Таблиця 3

Дегустаційна оцінка показників якості екстракту з ядра насіння конопель сорту Глесія за різних гідромодулів (n=7), балів

Показник якості	Гідромодуль		
	1:4	1:8	1:12
Зовнішній вигляд та колір	4,2±0,2	4,8±0,1	3,2±0,2
Запах (аромат)	3,4 ±0,2	4,6±0,1	3,1±0,2
Смак	3,7±0,3	4,7±0,2	2,5±0,2
Консистенція	4,1±0,1	4,9±0,1	2,7±0,3
Середній бал	3,85	4,75	2,88

Аналіз результатів дегустаційної оцінки демонструє залежність між значенням гідромодуля та якісними характеристиками отриманого екстракту. Найвищі бали за всіма дескрипторами мав зразок з гідромодулем 1:8. Тобто саме за такого гідромодуля отримано вміст розчинних речовин ядра насіння конопель сорту Глесія, який забезпечує гармонійне поєднання смакових та ароматичних властивостей без ознак надмірної насиченості чи, навпаки, дефіциту органолептичної вираженості.

Для об'єктивності вибору раціонального гідромодуля провели математичну обробку результатів органолептичного аналізу за методом узагальненої функції бажаності Харрінгтона. Використання такого підходу дозволив трансформувати суб'єктивні бальні оцінки у безрозмірні часткові відгуки. Отримані профілі бажаності органолептичних показників екстракту з ядра насіння конопель сорту Глесія за різних гідромодулів (рис. 1) дозволили оцінити ступінь збалансованості основних показників якості та визначити межі їх відповідності вимогам.

Геометрія та площа пелюсткових діаграм демонструє зв'язок між гідромодулем та якістю отриманих екстрактів. Зокрема, найбільшу площу та найбільш рівномірний розподіл значень часткових відгуків бажаності d_i ілюструє профіль зразка з гідромодулем 1:8. При цьому профілі зразків із гідромодулями 1:4 та 1:12 характеризуються вираженою асиметрією. Для гідромодуля 1:4 характерна деформація профілю в бік зниження бажаності смако-ароматичних характеристик, що пов'язано з надмірним вмістом сухих речовин, як наслідок, надмірна інтенсивність ознак у екстракті. Для зразка з гідромодулем 1:12 характерне загальне зменшення площі та критичне наближення до межі задовільності, що математично підтверджує органолептичну неадекватність значного розведення.

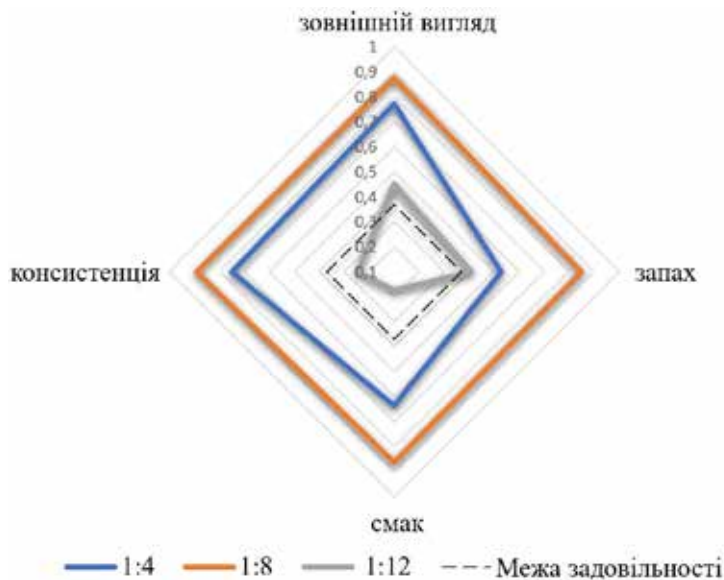


Рис. 1. Профілі бажаності органолептичних показників екстракту з ядра насіння конопель сорту Глєсія за різних гідромодулів

Для прийняття остаточного обґрунтованого рішення вибору оптимального гідромодуля необхідно врахувати кумулятивний ефект усіх досліджуваних чинників. З цією метою на основі одиничних індексів бажаності, шляхом розрахунку їхнього середнього геометричного значення, визначили узагальнений показник бажаності D (рис. 2).

Аналіз рис. 2 демонструє екстремум для зразка з гідромодулем 1:8 за значення узагальненого показника бажаності – $D=0,8687$, що відповідно до шкали Харрінгтона відповідає оцінці «дуже добра». Такий результат свідчить про те, що за гідромодуля 1:8 отримано синергетичний ефект між вмістом екстрагованих поживних речовин ядра та формуванням еталонних органолептичних характеристик напою. Для зразка з гідромодулем 1:4 бажаність на рівні $D=0,6632$ та оцінка «добра». Незважаючи на високу густину та насиченість екстракту нижчий рівень бажаності пов'язано з менш збалансованими показниками смаку та аромату. Це підтверджує доцільність використання помірних ступенів розведення для збереження гармонійного смаку продукту. Критично низький результат зафіксовано для зразка з максимальним розведенням 1:12 для якого $D=0,2974$, що є нижче межі задовільності.

Таким чином, результати комплексної оцінки за використання функції Харрінгтона свідчать, що гідромодуль 1:8 є оптимальним для отримання рослинної основи з високими якісними показниками. Дане співвідношення компонентів прийнято як базове для подальших досліджень процесу стабілізації напою із застосуванням ультразвукової кавітаційної технології.

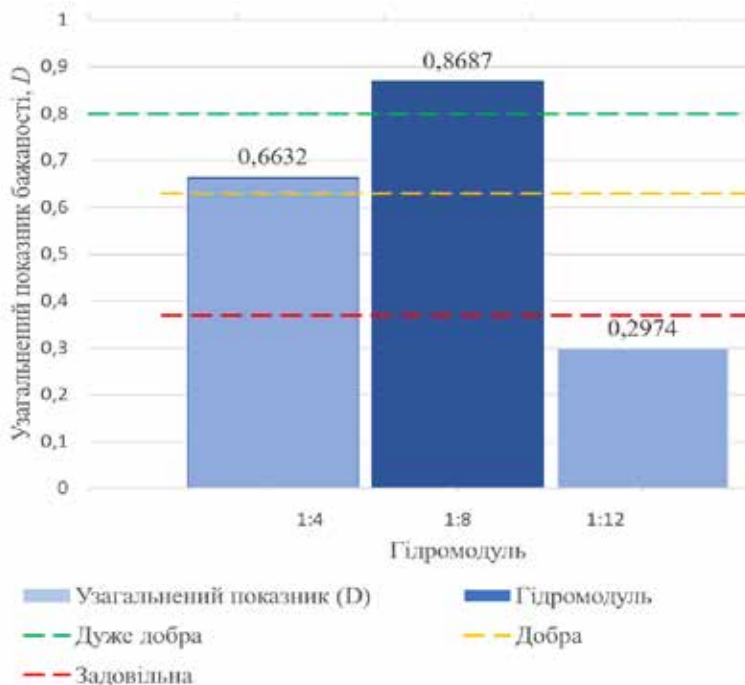


Рис. 2. Вплив гідромодуля на узагальнений показник бажаності D екстрактів із ядра насіння конопель (сорт Глєсія)

Висновки.

1. Обґрунтовано використання ядра насіння технічних конопель вітчизняної селекції сорту Глєсія, як перспективної сировини для виробництва рослинних напоїв. Встановлено характер впливу гідромодуля на нутрієнтний склад екстрактів у діапазоні від 1:4 до 1:12. За показниками харчової цінності зразок із гідромодулем 1:8 є найбільш наближеним до коров'ячого молока із жирністю 3,2%.

2. За використання методу узагальненої функції бажаності Харрінгтона проведено кваліметричну оцінку сенсорних властивостей напою. Аналіз профілів бажаності та інтегрального показника D підтвердив, що еталонним є гідромодуль 1:8 за якого $D=0,8687$. Зразки з гідромодулем 1:4 характеризуються надмірною інтенсивністю ознак, а 1:12 – незадовільними органолептичними характеристиками через значне розрідження системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Szymandera-Buszka K., Jankowska A., Jędrusek-Golińska A. et al. Analysis of Sensory Attributes and Purchasing Decisions of Plant-Based Beverages of Young Consumers in Poland on a Vegan and Traditional Diet. *Foods*. 2025. Vol. 14, no. 21. Art. 3672. <https://doi.org/10.3390/foods14213672>
2. Берник І. М., Драчук І. О. Оцінка та аналіз методів отримання рослинного аналога молока. *Здоров'я людини і нації*. 2025. № 3 (3). С. 137–148. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.137>.
3. Sirangelo T. M., Diretto G., Fiore A. et al. Nutrients and Bioactive Compounds from *Cannabis sativa* Seeds: A Review Focused on Omics-Based Investigations. *Int J Mol Sci*. 2025. Vol. 26, no. 11. Art. 5219. <https://doi.org/10.3390/ijms26115219>

4. Міщенко С. В. Теоретичні і практичні основи використання інбридингу та гібридизації в селекції конопель: дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.05/ Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2020. 415 с.
5. Резвих Н. І., Горач О. О. Насіння ненаркотичних конопель – сировина для харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 3. С. 79–86. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.10>.
6. Awad N. M. H., Mortas M. Process Optimization of Thermal Stability for Hemp Seed Milk Produced from Whole Fat and Fat-Reduced Seeds. *Processes*. 2026. Vol. 14, no. 5. Art. 783. <https://doi.org/10.3390/pr14050783>
7. Asif N., Anwar O., Arif S. et al. The rise of plant-based milk alternatives: exploring nutritional, health, and sustainability impacts. *Food Chem X*. 2026. Vol. 34. Art. 103528. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2026.103528>.
8. Tong S. C., Siow L. F., Lee Y. Y. Identification of Sensory Drivers of Liking of Plant-Based Milk Using a Novel Palm Kernel Milk-The Effect of Reformulation and Flavors Addition Through CATA and PCA Analysis. *Food Science & Nutrition*. 2025. Vol. 13, no. 1. Art. e4719. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.4719>.

REFERENCES:

1. Szymandera-Buszka, K., Jankowska, A., Jędrusek-Golińska, A., Jarzębski, M., Karwik, A., Anioła, J., Wieruszewski, M., Lasota, A., & Pawlicz, J. (2025). Analysis of sensory attributes and purchasing decisions of plant-based beverages of young consumers in Poland on a vegan and traditional diet. *Foods*, 14(21), Article 3672. <https://doi.org/10.3390/foods14213672>.
2. Bernyk, I. M., & Drachuk, I. O. (2025). Evaluation and analysis of methods for obtaining a plant-based milk analogue. *Zdorov'ia liudyny i natsii*, 3(3), 137–148. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.137>. [in Ukrainian].
3. Sirangelo, T. M., Diretto, G., Fiore, A., Felletti, S., Chenet, T., Catani, M., & Spadafora, N. D. (2025). Nutrients and bioactive compounds from *Cannabis sativa* seeds: A review focused on omics-based investigations. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(11), Article 5219. <https://doi.org/10.3390/ijms26115219>.
4. Mishchenko, S. V. (2020). Theoretical and practical foundations of using inbreeding and hybridization in hemp breeding. (Doctoral dissertation). V. Ya. Yuriev Institute of Plant Industry of the NAAS, Kharkiv. [in Ukrainian].
5. Rezvykh, N. I., & Horach, O. O. (2021). Non-narcotic hemp seeds – raw materials for the food industry. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky*, (3), 79–86. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.10>. [in Ukrainian].
6. Awad, N. M. H., & Mortas, M. (2026). Process optimization of thermal stability for hemp seed milk produced from whole fat and fat-reduced seeds. *Processes*, 14(5), Article 783. <https://doi.org/10.3390/pr14050783>.
7. Asif, N., Anwar, O., Arif, S., Anwar, Z., Iahtisham-Ul-Haq, Ercisli, S., Mugabi, R., & Nayik, G. A. (2026). The rise of plant-based milk alternatives: exploring nutritional, health, and sustainability impacts. *Food Chemistry: X*, 34, Article 103528. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2026.103528>.
8. Tong, S. C., Siow, L. F., & Lee, Y. Y. (2025). Identification of sensory drivers of liking of plant-based milk using a novel palm kernel milk-the effect of reformulation and flavors addition through CATA and PCA analysis. *Food Science & Nutrition*, 13(1), Article e4719. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4719>.

Дата першого надходження статті до видання: 17.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 21.05.2026