

УДК 637:664.7:664.3

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.16>

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІЛКОВОВМІСНОЮ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ СИРІВ

Одінцов С. М. – аспірант кафедри технологій та безпечності харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0009-0005-1390-648X

Назаренко Ю. В. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри технологій та безпечності харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0003-4870-4667

Болгова Н. В. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій та безпечності харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0002-0201-0769

Синенко Т. П. – доктор філософії,
доцент кафедри технологій та безпечності харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0002-5300-5142

Пуригін І. О. – аспірант кафедри технологій та безпечності харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0003-3546-4369

Сучасні тенденції популяризують харчові продукти регіонального історично-географічних рослинних культур. Рослинні білкові інгредієнти є перспективними для включення в харчові системи завдяки їх чудовому поживному профілю (амінокислотний склад і засвоюваність), функціональним і технічним властивостям, а також сприятливим смаковим якостям. Розширення сировинної бази та використання рослинної білкововмісної сировини, для підвищення харчової та біологічної цінності продукції, зокрема сиру, є актуальним завданням для харчової промисловості. Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування продуктів перероблення конопель – протеїну та насіння, які є джерелом білку для підвищення харчової та біологічної цінності сиру. Конопляне насіння та білковий концентрат має високу енергетичну цінність, містить білки, що збалансовані за амінокислотним складом, серед незамінних: треонін, лізин, валін, лейцин, метіонін, фенілаланін; замінних: гістидин, серин, гліцин. В роботі охарактеризовано продукти переробки конопель – насіння і білкового концентрату. Досліджено вміст основних макронутрієнтів: білків, жирів, вуглеводів. В роботі досліджено вплив конопляного білкового концентрату на сквашування та утворення сирного згустку. Сир виготовляли за класичною технологією виробництва сиру Качотта. В молочну суміш вносили конопляний білковий концентрат у кількості 10, 20, 30 % (зразок №1, №2, №3, відповідно). Конопляне насіння вносили в підготовленому вигляді у сирне зерно в кількості 2,0 % в усіх зразках. Відмічено позитивний вплив додавання рослинного білку на процес утворення згустку. Доведено, що збагачення сиру конопляним ізолятом не погіршують структуру сирного тіста. За умови внесення ізоляту конопель у кількості 10–30 % до рецептури сиру смак та аромат залишаються прийнятними, а також набувають приємного легкого відтінку збагачувача. В результаті встановлено можливість використовувати в технології сиру Качотта продукти переробки конопель – білкового концентрату та насіння. Дана технологія спрямована на

отримання продукту, який має досить високі споживчі властивості та збалансований хімічний склад, що досягається комбінуванням різних білків.

Ключові слова: молочні продукти, сир, рослинна сировина, коноплі, білок, клітковина, амінокислоти, біологічна цінність.

Odintsov S. M., Nazarenko Yu. V., Bolhova N. V., Synenko T. P., Puryhin I. O. The use of vegetable protein-containing raw materials in cheese technology

Modern trends popularize food products of regional historical and geographical plant cultures. Plant-based protein ingredients are promising for inclusion in food systems due to their excellent nutritional profile (amino acid composition and digestibility), functional and technical properties, and favorable taste qualities. Expansion of the raw material base and use of plant protein-containing raw materials to increase the nutritional and biological value of products, in particular cheese, is an urgent task for the food industry. The purpose of the work is to substantiate the feasibility of using hemp processing products – protein and seeds, which are a source of protein for increasing the nutritional and biological value of cheese. Hemp seeds and protein concentrate have a high energy value, contain proteins that are balanced in amino acid composition, among the essential ones: threonine, lysine, valine, leucine, methionine, phenylalanine; substitutes: histidine, serine, glycine. The paper characterizes the products of hemp processing – seeds and protein concentrate. The content of the main macronutrients: proteins, fats, carbohydrates was investigated. The paper examines the influence of hemp protein concentrate on fermentation and the formation of curd curds. The cheese was made according to the classic technology of production of Cachotta cheese. Hemp protein concentrate was added to the milk mixture in the amount of 10, 20, 30% (sample No. 1, No. 2, No. 3, respectively). Hemp seeds were added in a prepared form to cheese grain in the amount of 2.0% in all samples. A positive effect of the addition of vegetable protein on the clot formation process was noted. It has been proven that the enrichment of cheese with hemp isolate does not worsen the structure of the cheese dough. Provided that hemp isolate is added in the amount of 10–30% to the recipe of the cheese, the taste and aroma remain acceptable, and they also acquire a pleasant light shade of the enricher. As a result, it was possible to use hemp processing products – protein concentrate and seeds – in the technology of Cachotta cheese. This technology is aimed at obtaining a product that has fairly high consumer properties and a balanced chemical composition, which is achieved by combining various proteins.

Key words: dairy products, cheese, vegetable raw materials, hemp, protein, fiber, amino acids, biological value.

Постановка проблеми. Внаслідок зростання чисельності населення світу зростає попит на харчові білки. Водночас постає проблема достатньої пропозиції традиційних білків тваринного походження для задоволення попиту населення. Актуальним постає питання пошуку стійких та екологічно доцільних альтернативних джерел білка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рослинна білкововмісна сировина, такі як бобові, зернові, горіхи тощо, мають споживчий потенціал через низьку собівартість, повне засвоювання організмом [1].

Рослинні білкові інгредієнти є перспективними для включення в харчові системи завдяки їх чудовому поживному профілю (амінокислотний склад і засвоюваність), функціональним і технічним властивостям, а також сприятливим смаковим якостям [2].

Сучасні тенденції популяризують харчові продукти регіонального історично-географічних рослинних культур. В Україні до таких культур відносяться цільнозернові (пшениця, жито, кукурудза, овес, просо, сорго) та олійні культури (соняшник, ріпак, соя, льон, гірчиця, коноплі).

З інформаційних джерел, серед рослинної білкововмісної сировини, яка має не повністю розкритий потенціал в харчовій галузі є промислові коноплі (*Cannabis sativa L.*).

Коноплі широко використовують в різних галузях промисловості для виробництва продуктів харчування, одягу, текстилю, біорозкладаних пластмас, паперу, фарб, корму для тварин [3].

Коноплі характеризується високоякісною олією, білком, вуглеводами, нерозчинними волокнами, вітамінами та поживними мінералами [4].

Продуктами перероблення конопель є обрушене конопляне насіння, конопляна олія, конопляне борошно, висівки конопляні (клітковина), конопляний протеїн.

Конопляне насіння – це джерело цінних фітонутрієнтів. Воно містить 30–35% ліпідів, 17–25% білка, 14–27% клітковини, 2,5–7,0% сирової золи, безазотистих екстрактивних речовин 14–27% [5].

За даними вчених, насіння конопель містить 26,6–37,8% ліпідів, 81% ПНЖК, з яких 59,6% – лінолева кислота (ω -6), 3,4% & ліноленова кислота (ω -3) і 18% альфа-ліноленова кислота (ω -6): співвідношення ω -6: ω -3 становить 2,1–4,9 [6].

Конопляний протеїн характеризується тим, що він містить достатню кількість незамінних амінокислот і є хорошим джерелом білка з відмінною засвоюваністю і абсорбцією. Гідролізовані пептиди мають ряд переваг для здоров'я, включаючи антиоксидантні, антигіпертензивні та гіпоглікемічні ефекти [5].

Конопляні протеїни та конопляне борошно є побічними продуктами, отриманими в результаті екстракції олії. Це також багаті білком речовини, які можна використовувати як альтернативу білковим інгредієнтам [7].

Конопляна білкова фракція, яка в основному складається з глобулярних глобулінів і альбумінів, характеризується амінокислотним профілем, який ідеально доповнює профіль інших рослинних та тваринних білків. А кількість білка в шроті з насіння конопель технологічно збільшують до понад 60% шляхом видалення вуглеводної оболонки або олійної фракції [8].

За даними вчених, які досліджували амінокислотний склад та фізико-хімічні властивості насіння конопель, відсоток перетравлювання білка вище в порівнянні із соєвим білком. Від інших рослинних протеїнових порошоків конопляний відрізняється вмістом ненасичених жирних кислот, харчових волокон, антиоксидантів. Співвідношення Омега-3 та Омега-6 в насінні промислових конопель – ідеальний баланс для здоров'я людини у відповідності з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я [9].

Дослідженням можливості використання продуктів перероблення конопель в харчових системах займаються як вітчизняні, так і закордонні науковці. Зокрема, у роботі [10] доведено доцільність використання борошна конопляного в суміші з борошном житнім і пшеничним у виробництві хліба. Завдяки додаванню конопляного борошна (10% від вмісту пшеничного борошна) тривалість бродіння і випічки тіста скорочується на 30%, питомий об'єм хліба підвищується на 26,3%, пористість збільшується на 10,9%.

У роботі [11] представлено перспективи використання борошна з насіння коноплі для виробництва функціональних продуктів харчування. Показано технологію виробництва соусів з ферментованого насіння коноплі та процес виробництва праліне і шоколадних цукерок з насіння та олії коноплі.

У роботі [12] науковцями було досліджено можливість використання конопляного борошна в рецептурі макаронних виробів. Авторами встановлено, що макаронні вироби збагачені конопляним борошном (вміст 30–40%) охарактеризовані як продукти з високим вмістом білка (19,53–28,87%) та клітковини (17,02–21,49%).

Список продуктів збагачених продуктами переробки коноплі щорічно збільшується, однак у літературі відсутні дані щодо збагачення сирів конопляним протеїном.

Постановка завдання. Розширення сировинної бази та використання рослинної білкововмісної сировини, для підвищення харчової та біологічної цінності продукції, зокрема сиру, є актуальним завданням для харчової промисловості.

Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування продуктів перероблення конопель – протеїну та насіння, які є джерелом білку для підвищення харчової та біологічної цінності сиру.

Виклад основного матеріалу дослідження. Молоко коров'яче містить цінні нутрієнти: білок, молочний жир, вітаміни, мінеральні речовини. Однак вміст білкових речовин у молочній сировині відносно не високий, а також білок не збалансований за амінокислотним складом. Тому доповнення молока високобілковою сировиною підвищить харчову цінність молочних виробів. Запропоновано збагачення сиру конопляним протеїном та насінням з метою отримання сиру з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

Для порівняння харчової цінності проаналізовано хімічний склад молока коров'ячого та конопляної сировини (білкового концентрату та насіння) (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад молока-сировини та конопляної сировини

| Показник | Вміст нутрієнтів (г в 100 г продукту) | | |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| | Молоко коров'яче | Конопляне насіння | Конопляний білковий концентрат |
| Вологість | 87,0 | 6,7 | 6,0 |
| Білок | 3,6 | 24,9 | 42,9 |
| Ліпіди | 4,2 | 33,2 | 9,1 |
| Вуглеводи | 4,7 | 32,7 | 29,5 |
| Харчові волокна | - | 21,4 | 32,4 |
| Зола | 0,8 | 5,5 | 20,1 |

Продукти перероблення конопель є джерелом білку (24,9...42,9%), ліпідів (9,1...33,2%), вуглеводів та харчових волокон.

Відмічено, що конопляний білковий концентрат містить у 11 разів більше білка, удвічі більше жирів порівняно з молоком, що є позитивним при виробництві білкових продуктів, такий як сир.

Для визначення повноцінності білків та їх біологічної цінності порівняно амінокислотний профіль молока коров'ячого та конопляної сировини (білкового концентрату та насіння) [13] (табл. 2).

Таблиця 2

Амінокислотний профіль молока-сировини та конопляної сировини

| Найменування амінокислоти | Вміст амінокислоти (г в 100 г продукту) | | |
|-------------------------------|---|-------------------|--------------------------------|
| | Молоко коров'яче | Конопляне насіння | Конопляний білковий концентрат |
| <i>Незамінні амінокислоти</i> | | | |
| Триптофан | 2,3 | 1,1 | 1,1 |
| Треонін | 3,5 | 4,8 | 3,8 |
| Лізин | 5,9 | 4,1 | 4,2 |
| Валін | 3,6 | 5,4 | 5,3 |
| Лейцин | 7,0 | 7,0 | 6,8 |

Продовження табл. 2

| | | | |
|------------------------------|------|------|------|
| Ізолейцин | 2,9 | 3,8 | 3,8 |
| Метіонін+цистеїн | 2,3 | 4,6 | 3,6 |
| Фенілаланін+тирозин | 7,3 | 8,1 | 7,5 |
| Замінні амінокислоти | | | |
| Гістидин | 1,9 | 2,6 | 3,5 |
| Серин | 4,0 | 5,6 | 5,6 |
| Гліцин | 1,5 | 4,9 | 4,9 |
| Глутамінова кислота | 16,7 | 17,6 | 17,5 |
| Пролін | 7,3 | 4,2 | 4,9 |
| Аланін | 2,6 | 4,5 | 4,3 |
| Аспарагінова кислота | 2,6 | 11,2 | 11,2 |
| Вміст незамінних амінокислот | 34,8 | 38,9 | 36,1 |
| Вміст замінних амінокислот | 36,6 | 50,6 | 51,9 |
| Загальний вміст амінокислот | 71,8 | 89,5 | 88,0 |

Конопляне насіння та білковий концентрат має високу енергетичну цінність, містить білки, що збалансовані за амінокислотним складом, серед незамінних: треонін, лізин, валін, лейцин, метіонін, фенілаланін; замінних: гістидин, серин, гліцин.

В роботі досліджено вплив конопляного білкового концентрату на сквашування та утворення сирного згустку. Сир виготовляли за класичною технологією виробництва сиру Качотта. В молочну суміш вносили конопляний білковий концентрат у кількості 10, 20, 30% (зразок №1, №2, №3, відповідно). Конопляне насіння вносили в підготовленому вигляді у сирне зерно в кількості 2,0% в усіх зразках.

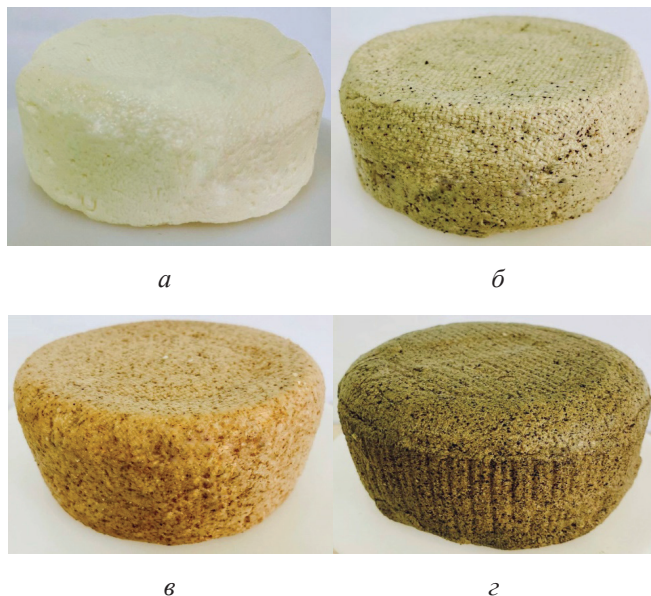


Рис. 1. Зовнішній вигляд дослідних зразків сирів:
а – контрольний; б – зразок №1; в – зразок №2; г – зразок №3

Проведено пробне лабораторне виготовлення сиру Качотта з додаванням конопляного білкового концентрату та насіння. Зовнішній вигляд сиру з продуктами перероблення конопель представлено на рис. 1. Відмічено позитивний вплив додавання збагачувача на процес утворення щільного згустку і відділення сироватки в процесі пресування.

Результати досліджень показали, що збагачення сиру конопляним білковим концентратом в кількості 10...30% та насінням в кількості 2% не погіршують структуру сиру. При цьому смак та аромат набувають приємного легкого відтінку збагачувача, створюючи унікальний гармоній сирний профіль.

Висновки. Встановлена можливість використовувати в технології сиру Качотта продуктів переробки конопель – білкового концентрату та насіння. Дана технологія спрямована на отримання продукту, який має досить високі споживчі властивості та збалансований хімічний склад, що досягається комбінуванням різних білків. Поєднання молочних і рослинних білків дозволяє отримати продукт із високими функціонально-технологічними і органолептичними показниками.

Подальші перспективи досліджень полягають у проведенні комплексних досліджень впливу продуктів переробки конопель на показники сиру з витримкою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sá A. G. A., Moreno Y. M. F., Carciofi B. A. M. Plant proteins as high-quality nutritional source for *human diet*. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. № 97. P. 170–184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011>
2. Ferreting out the secrets of industrial hemp protein as emerging functional food ingredients / P. Shen, et al. // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. № 112. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.022>
3. Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості / Н. В. Роль, В. М. Надточій, А. Д. Цебро та ін. // *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірник наукових праць*. 2021. № 1 (164). С. 152–158. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2021-164-1-152-158>
4. The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) : Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition / B. Farinon, R. Molinari, L. Costantini, N. Merendino // *Nutrients*. 2020. № 12(7). 1935. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12071935>
5. Structural and functional characterization of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein-derived antioxidant and antihypertensive peptides / Girgih A. T., et al. // *Journal of Functional Foods*. 2014. № 6. P. 384–394. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.11.005>
6. Devi V., Khanam S. Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 207. P. 645–657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.036>
7. The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour / Zając M., et al. // *Lwt*. 2019. № 105. P. 190–199. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.013>
8. Hemp (*Cannabis sativa* L.) protein concentrates from wet and dry industrial fractionation: Molecular properties, nutritional composition, and anisotropic structuring / Nasrollahzadeh F., et al. // *Food Hydrocolloids*. 2022. № 131. 107755. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107755>
9. Характеристика сипких конопляних продуктів / Н. А. Сова, М. В. Луценко, В. Г. Єфімов, С. М. Кургалін // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2018. № 45 (1321). С. 207–213.

10. Бажай-Жежерун С. А., Береза-Кіндзерська Л. В., Тогачинська О. В. Підвищення харчової цінності хліба шляхом збагачення його рослинною білкововмісною сировиною. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. 2021. Том 32 (71), №2. С. 125–130.

11. Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості / Н. В. Роль, В. М. Надточій, А. Д. Цебро, А. Г. Вовкогон, Г. В. Мерзлова, Г. П. Калініна, О. П. Гребельник // *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2021. № 1. С. 152–158. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2021-164-1-152-158>

12. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation / D. Teterycz et al. // *PLOS ONE*. 2021. Vol. 16, no. 3. P. e0248790. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248790>

13. Hempseed as a nutritious and healthy human food or animal feed source: a review / Xu Y., et al. // *International Journal of Food Science & Technology*. 2021. № 56(2). P. 530–543. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14755>

REFERENCES:

1. Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F., & Carciofi, B. A. M. (2020). Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 170-184.

2. Shen, P. et al. (2021). Ferreting out the secrets of industrial hemp protein as emerging functional food ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 1–15.

3. Rol, N. V., Nadtochii, V. M., Tsebro, A. D., et al. (2021). Konopliana syrovyna: novi perspektyvy dlia kharchovoi promyslovosti [Hemp raw materials: new perspectives for the food industry]. *Technology of production and processing of livestock products: a collection of scientific works*, 1(164), 152–158. [in Ukrainian]

4. Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., & Merendino, N. (2020). The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) : Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients*, 12(7), 1935.

5. Girgih, A. T., et al. (2014). Structural and functional characterization of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein-derived antioxidant and antihypertensive peptides. *Journal of Functional Foods*, 6, 384–394.

6. Devi, V., & Khanam, S. (2019). Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. *Journal of Cleaner Production*, 207, 645–657.

7. Zając, M., et al. (2019). The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour. *Lwt*, 105, 190–199.

8. Nasrollahzadeh, F., et al. (2022). Hemp (*Cannabis sativa* L.) protein concentrates from wet and dry industrial fractionation: Molecular properties, nutritional composition, and anisotropic structuring. *Food Hydrocolloids*. 131, 107755.

9. Sova, N. A., Lutsenko, M. V., Efimov, V. G., Kurgalin, S. M. (2018). Kharakterystyka sypkykh konoplianykh produktiv [Characteristics of loose hemp products]. *Bulletin of the KhPI National Technical University. Series: New solutions in modern technologies*, 45 (1321), 207–213. [in Ukrainian]

10. Bajaj-Zhezherun, S. A., Bereza-Kindzerska, L. V., Togachynska, O. V. (2021). Pidvyshchennia kharchovoi tsinnosti khliba shliakhom zbahachennia yoho roslynnoiu bilkovovmisnoiu syrovynoiu [Increasing the nutritional value of bread by enriching it with vegetable protein-containing raw materials]. *Academic notes of the Tavri National University named after V.I. Vernadskyi*, 32 (71), 2, 125–130. [in Ukrainian]

11. Rol, N. V., Nadtochii, V. M., Tsebro, A. D., Vovkogon, A. G., Merzlova, G. V., Kalinina, G. P., Grebelnyk, O. P. (2021). Konopliana syrovyna: novi perspektyvy dlia kharchovoi promyslovosti [Hemp raw materials: new perspectives for the food industry]. *Collection of scientific works "Technology of production and processing of animal husbandry products"*, 1, 152–158. [in Ukrainian]

12. Teterycz D., et al. (2021). Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *PLOS ONE*, 16, 3, e0248790.
 13. Xu, Y., et al. (2021). Hempseed as a nutritious and healthy human food or animal feed source: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(2), 530–543.
-