

**DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-17**

УДК [637.146:633.522]:637.05

С. М. Одінцов, аспірант

ORCID: 0009-0005-1390-648X

Ю. В. Назаренко, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-4870-4667

Сумський національний аграрний університет

e-mail: sergii.odintsov@gmail.com, тел.: +380663749180

ТЕХНОЛОГІЯ СИРНОГО ПРОДУКТУ ІЗ ПРОТЕЇНОМ КОНОПЛЯНИМ

Анотація. Зростаюча тенденція до виробництва сиру з тваринних і рослинних інгредієнтів призвела до урізноманітнення технологій сироваріння та пошуку нової сиропридатної сировини. Включення рослинної сировини в технологію сиру впливає на технічні властивості молочно-рослинних сумішей, зокрема на їхню сиропридатність, та якість готового сирного продукту. Метою дослідження є визначення впливу протеїну конопляного на якісні показники сирного продукту та вміст в ньому поживних речовин. Проведеними дослідженнями встановлено, що білки насіння конопель впливають на сенсорні характеристики сиру. Збільшення вмісту конопляного білка в рецептурах призводить до появи коричнево-зеленого кольору сирного продукту. Смак і запах набувають характерного конопляного відтінку. При використанні рослинних білків в рецептурі сиру збільшується вихід готового продукту на 0,3...23,5 %. В дослідних зразках підвищується вміст жиру (на 0,3...2,2 %) та білка (на 1,75...10,4 %). Враховуючи результати сенсорного аналізу експертної комісії та збалансований біологічний профіль, рекомендована концентрація білка конопляного насіння в молочно-рослинній суміші становить 20 %, що гарантує прийнятну якість продукту.

Ключові слова: сирний продукт, рослинна сировина, протеїн конопляний, білок, біологічна цінність.

Постановка проблеми. Коноплі та промислові продукти з них є одним з перспективних ключів до розвитку стійкої та життєздатної продовольчої системи. З точки зору вирощування, коноплі мають короткий період збору врожаю і потребують менше пестицидів і води, ніж інші технічні культури. Крім того, все тіло рослини – листя, стебла, коріння і насіння – можна використовувати без відходів [1, 2].

Насіння конопель має поживну цінність, порівнянну з соєвими бобами [3]. Насіння конопель складається з білого ядра та коричневої оболонки. Ядро багате білком, ненасиченими жирними кислотами та харчовими волокнами. Конопля має унікальний поживний склад з високим вмістом білка та низьким вмістом вуглеводів, що помітно відрізняється від іншої рослинної сировини, таких як рис і пшениця [4].



Молочні продукти, такі як сир, отримують за допомогою сичужного або кислотного-сичужного процесу. Однак рослині білки мають інші молекулярні та функціональні властивості, ніж казеїн, в результаті під дією сичужного ферменту не утворюються білкові згустки. Цю проблему можна вирішити за допомогою різних методів, таких як підбір комбінації ферментів та штамів мікроорганізмів з різною специфічністю, кислот та термічної обробки.

Наукові дослідження з цієї теми є важливими, щоб зрозуміти потенційний вплив білка коноплі на сироваріння та взаємозв'язок між білками тваринного та рослинного походження в процесі утворення сирного згустку. Результати таких досліджень потрібні практиці, тому що дозволяють розширити асортимент сирних продуктів з комбінованої сировини.

Аналіз останніх досліджень. Включення рослинних білків у технологію сиру та встановлення взаємозв'язку між молочними продуктами та рослинними білками все ще потребує наукових досліджень. Рослинні інгредієнти у виробництві сиру були предметом численних досліджень [5–8]. Рослинні білки не коагулюють під впливом сичужних ферментів, тому їх ефективно включення в технологію сиру вимагає вибору параметрів попередньої обробки молочно-рослинної суміші. Наприклад підвищені параметри термічної обробки (пастеризації), використання солей, ферментів широкого спектру дії, зміна рН і заквасок з додатковими властивостями.

Науковцями [9] підкреслено, що біологічна цінність білків сильно відрізняється між тваринного та рослинного походження. Використання білків тваринного походження призводить до того, що в продуктах загалом міститься більша частка незамінних амінокислот (32...44 %) порівняно з білками рослинного походження (20...35 %).

Саме такий підхід використаний у роботі [10]. Авторами пропонується змішувати білки з різних джерел, щоб підвищити поживну цінність продукту і збалансувати амінокислотний профіль. Наприклад, вони пропонують поєднувати горох і сочевицю, протеїни яких багаті на лізин, із зернами злаків, які бідні на лізин, але з високим рівнем амінокислот сірки. Однак не досліджено поєднання білків тваринного та рослинного походження.

У роботах [11, 12] досліджено фізико-хімічні, структурні та функціональні властивості білків насіння конопель та порівняно їх з соєвими, гороховими, сироватковими та ячменими білками. Показано, що білок насіння конопель має високий вміст загального білка (67,1 г/100 г) і незамінних амінокислот (23,1 г/100 г). Автори визначили потенціал використання конопляного білка в різних продуктах харчування для збільшення вмісту білка в них. Однак конопляний білок має низьке водопоглинання та розчинність і високе поглинання



олії, тому для зміни його структури та функціональності необхідна відповідна обробка.

У роботах [13, 14] встановлено, що конопляний протеїн має чудовий поживний амінокислотний профіль із широким спектром незамінних амінокислот і значною кількістю глутаміну та аргініну. Основним білком в насінні конопель є едестин, який становить близько 70 % конопляного білка і має низьку розчинність. Другий основний білок конопель – альбумін, який має менше дисульфідних зв'язків, ніж едестин, завдяки чому має більш гнучку структуру, вищу розчинність і здатність до піноутворення. Автори підкреслюють, що конопляний білок має високий ступінь засвоюваності. Крім того, більшість конопляних алергенів, таких як основний тауматиноподібний білок і білок перенесення ліпідів, були усунені в процесі виділення білка або травлення. Тому конопляний білок можна використовувати як інгредієнт гіпоалергенних продуктів.

У статті [15] досліджуються альтернативи молока на основі конопляного насіння. Показано, що термін зберігання готової продукції в холодильнику становив від 15 до 28 днів, причому вищий вміст конопель (15 %) призводив до більш тривалого терміну зберігання. У зразках конопляного молока спостерігалось незначне розділення фаз, але значного утворення осаду чи крему не відбулося, і всі вони легко рекомбінувалися після струшування. Автори зазначають, що не спостерігалось кореляції між концентрацією конопель і тенденцією до розділення. Зразки конопляного молока, приготовлені з 3 % і 5 % насіння конопель, були найбільш схожими на коров'яче молоко за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Однак не досліджено функціональних і технологічних властивостей альтернативного молока.

У роботі [16] визначено, що молоко з насіння конопель має високу поживну цінність. Воно складається з ліпідів (1,25...5,00 %), білків (0,83...4,00 %), вуглеводів (2,5...20,0 %). А також містить вітамін Е, мінерали (натрій, фосфор, калій, магній, кальцій, сірка, залізо та цинк), всі незамінні амінокислоти й поліненасичені жирні кислоти. Авторами оцінено молоко насіння конопель у порівнянні з іншими видами рослинного молока, представлено його поживні аспекти та сформовано перспективу з поточними дослідженнями. Однак це дослідження не розкриває технологічних властивостей конопляного молока або його придатності для виробництва альтернативних молочних продуктів, таких як сир.

У роботі [17] досліджено вплив порошку органічного насіння конопель на показники якості традиційного хорватського сироваткового сиру «Skuta», отриманого термокислотним методом зсідання. Показано, що додавання порошку насіння конопель мало



значний вплив на харчову цінність, вміст мінеральних речовин, але не вплинуло на мікробіологічне псування. Однак у роботі не розглядається використання формування сирного згустку під дією ферментів, мікробіологічних заквасок для поліпшення й формування смаку та аромату.

Загалом, серед джерел недостатньо інформації про дослідження щодо використання конопляного білка в технології сиру. Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого визначенню комплексного впливу білка насіння коноплі на виробництво сиру шляхом оцінки сенсорних показників, вмісту поживних речовин та хімічного складу сиру із комбінованої сировини.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою дослідження є визначення впливу протеїну конопляного на якісні показники сирного продукту та вміст в ньому поживних речовин, а також розробка технології сирного продукту.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- визначити харчову цінність протеїну конопляного;
- дослідити якісні показники зразків сирного продукту із протеїном конопляним;
- розробити технологію сирного продукту.

Основна частина. В роботі досліджено можливість використання в технології сирного продукту протеїну конопляного виробництва ТОВ «Десналенд» (Україна).

Результати хімічного аналізу протеїну конопляного представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Якісні показники протеїну конопляного

Показник	Значення
Вологість, %	94,0±1,0
Білок, г/100 г	50,0±1,0
Жир, г/100 г	14,0±1,0
Вуглеводи, г/100 г в тому числі	10,0±1,0
харчові волокна, г/100 г	5,0±1,0

Хімічний склад протеїну конопляного представлений значним вмістом рослинного білку (50,0±1,0 г/100 г). Комбінування білка рослинного і тваринного походження дозволить досягти максимальної біологічної цінності розробленого збагаченого продукту, а також оптимального амінокислотного складу кисломолочного продукту.

В лабораторних умовах були виготовлені дослідні зразки сиру за технологію напівтвердого сиру типу Качотта (Caciotta): очищене від механічних домішок молоко підігрівають до температури (60–65) °С. Вносять порошок протеїну конопляного в кількості 15, 20 та 25%.

Молочно-рослинну суміш пастеризують при температурі (90 ± 2) °С з витримкою 5 хв. В охолоджене до температури (36 ± 2) °С молоко вносять суху закваску прямого внесення, в кількості, що рекомендована виробником. Закваска складається з термофільних культур мікроорганізмів – *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* («Dalton», Італія). Далі вносять розчин хлористого кальцію і сичужний фермент «Albamaх 600» (100 % хімозин) («Caglificio Clerici», Італія). Суміш сквашують за температури (36 ± 2) °С до утворення щільного згустку. Далі проводять розрізання згустку, обробку сирного зерна (вимішування, друге нагрівання при температурі (38 ± 2) °С, обсушування сирного зерна). Сформовані сирні головки самопресуються в термокамері (температура (50 ± 2) °С, витримка 120 хв., кількість перевертень – 3, через кожні 30 хв.). Далі сирні головки витримують 3–4 год в розсолі (концентрація солі 18–20 %, температура 10–14 °С). Потім сирні головки направляють на дозрівання в кліматичну камеру при температурі (10 ± 2) °С протягом 5...30 діб. Дозрілий сир зберігають у холодильній камері при температурі (6 ± 2) °С.

На рис. 1 продемонстровано зовнішній вигляд зразків сиру, виготовлено з комбінованої сировини.

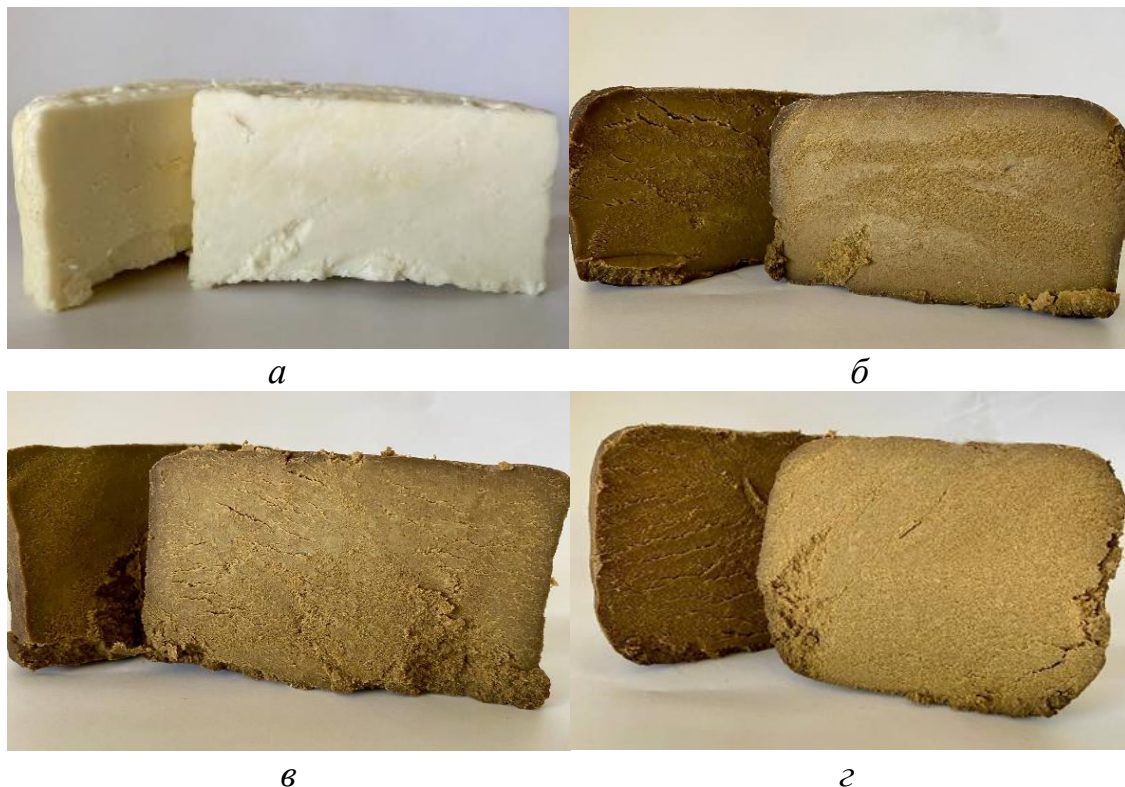


Рис. 1. Зовнішній вигляд дослідних зразків сиру із протеїном конопляним в кількості: а – контроль; б – 15%; в – 20%; г – 25%



Згідно сенсорного аналізу, зразки сиру з коров'ячого молока отримали високу оцінку за зовнішній вигляд, смак і аромат, консистенцію та колір. Додавання протеїну конопляного і збільшення його концентрації в молочно-рослинній суміші помітно змінює зовнішній вигляд, колір і смак. При цьому зовнішній вигляд, смак та запах дослідних зразків сирів зберігаються на високому рівні. Зразки сиру з конопляним білком експерти описують як сири овальної форми. Сир характеризується приємним конопляним смаком та ароматом. Текстура задовільна, колір рівномірно коричнево-зелений, а зі збільшенням вмісту конопляного білка колір стає більш інтенсивним. Крім того, протеїн конопляний впливає на смак і аромат. Під час дозрівання, в результаті ферментативних реакцій в сирній масі, смак і аромат видозмінюється, набуває привабливого відтінку, зникають специфічні рослинні та конопляні характеристики, в усіх зразках вони залишаються прийнятними згідно експертної оцінки.

Результати фізико-хімічних показників зразків сиру з комбінованої сировини представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники зразків сиру із протеїном конопляним

Зразок	рН	Вміст, г/100 г		
		сухих речовин	білка	жиру
1 – контроль	5,05±0,01	57,17±0,12	24,35±0,10	26,80±0,10
2 – 15%	4,89±0,01	59,35±0,18	30,35±0,15	27,95±0,10
3 – 20%	4,82±0,01	60,72±0,15	32,58±0,14	28,50±0,15
4 – 25%	4,79±0,01	65,18±0,10	34,75±0,16	29,00±0,05

Склад сирів з коров'ячого молока після 30 днів дозрівання в середньому становив 21,5 % білка та 36,1 % жиру. Збільшення концентрації протеїну конопляного у молочно-рослинних сумішах підвищує вміст білка на 1,75...10,4 % та жиру на 0,3...2,2 % в сирних продуктах.

Комплексні дослідження показали, що протеїн конопляний має значний вплив на якісні показники сирів та вміст поживних речовин в ньому. Інформаційний аналіз безсумнівно підтверджує, що споживання протеїну конопляного насичує організм поживними речовинами [13, 14]. Враховуючи результати сенсорного аналізу експертної комісії та фізико-хімічні показники, рекомендована концентрація протеїну конопляного в молочно-рослинній суміші становить 20 %, що гарантує прийнятну якість продукту.

За проведеними дослідженнями розроблено технологію сирного продукту «Непр» з протеїном конопляним (рис. 2).

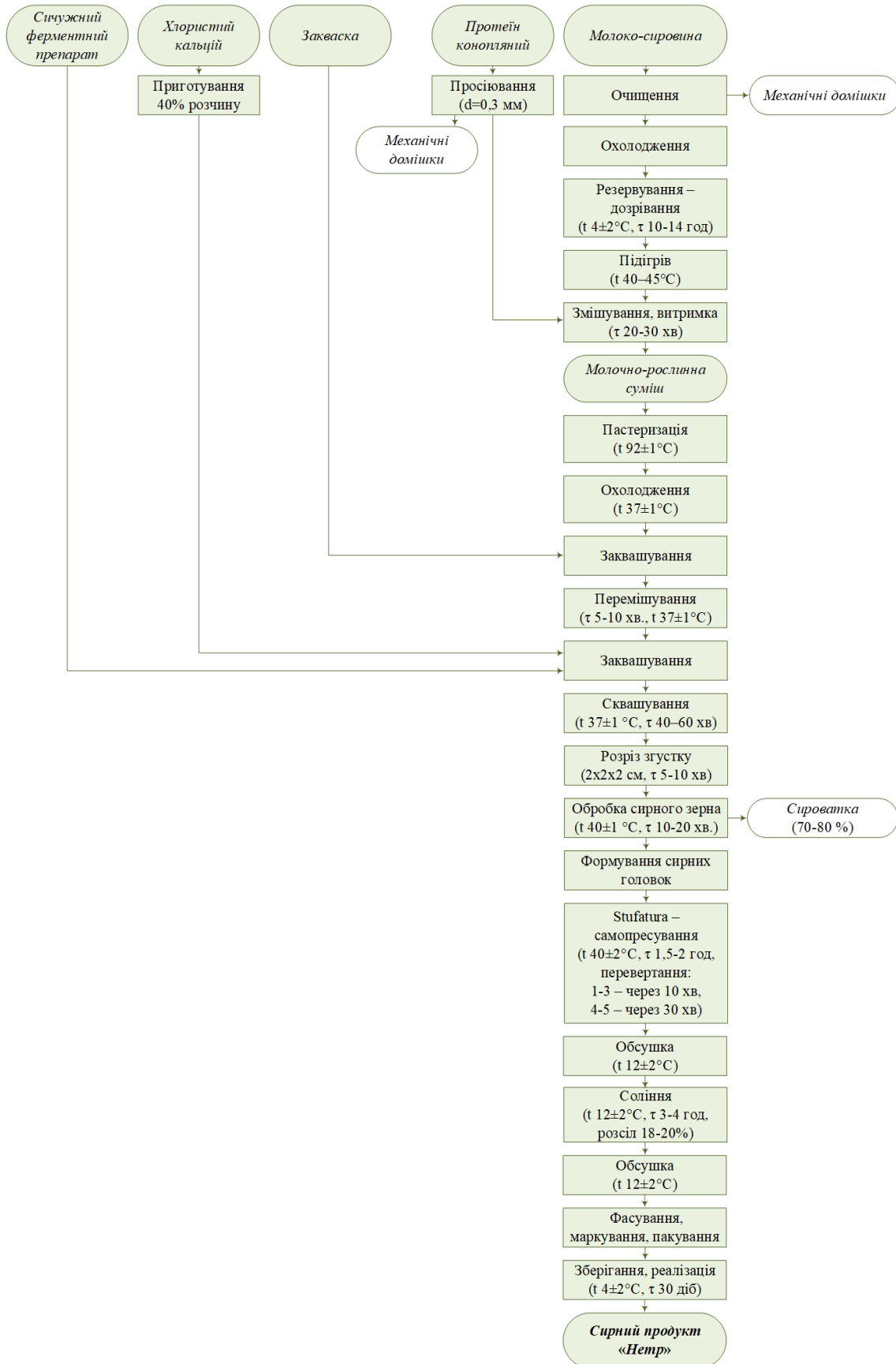


Рис. 2. Принципово-технологічна схема виробництва сирного продукту із використанням протеїну конопляного



Розроблена технологія сиру із використанням протеїну конопляного може бути впроваджена на молокопереробному підприємстві, де налагоджено випуск сирів. Впровадження нової технології не потребує великих виробничих площ, дороговартісного обладнання і додаткового переоснащення виробництва.

Висновки. Комплексне дослідження показників якості зразків сирів, виготовлених з комбінованої сировини, показало, що протеїн конопляний впливає на сенсорні та фізико-хімічні показники сирного продукту. Зокрема, збільшення вмісту протеїну конопляного в рецептурах молочно-рослинних сумішей призводить до появи коричнево-зеленого кольору сирного продукту. Смак і запах зразків сиру набуває характерного конопляного відтінку. Однак під час дозрівання, в результаті ферментативних реакцій, смак і аромат видозмінюються, набувають привабливого відтінку, а специфічні конопляні характеристики зменшуються. Відзначено, що при використанні рослинних білків в рецептурі сиру підвищується вміст сухих речовин, продукт набуває неприйнятної крихкої консистенції. В дослідних зразках сирів підвищується вміст жиру (на 0,3...2,2 %) та білка (на 1,75...10,4 %) залежно від кількості внесеного протеїну конопляного в молочно-рослинній суміші.

Отримані висновки мають практичне значення, оскільки можна врахувати, що поєднання сировини рослинного та тваринного походження розширюють асортимент, збільшують сировинну базу та вихід сиру, а отже, і на прибутковість виробництва. При проведенні подальших досліджень особливу увагу слід приділити підбору ферментів, стабілізуючих добавок, встановленню переходу поживних речовин в сироватку.

Список використаних джерел

1. Mavroeidis A., Roussis I., Kakabouki I. The role of alternative crops in an upcoming global food crisis: A concise review. *Foods*. 2022. № 11(22). P. 3584.
2. Traditional and New Applications of Hemp / G. Crini et al. *Sustainable Agriculture Reviews*. Cham, 2020. P. 37–87.
3. Emerging natural hemp seed proteins and their functions for nutraceutical applications / H. Chen et al. *Food Science and Human Wellness*. 2023. Vol. 12, no. 4. P. 929–941.
4. The Seed of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition / B. Farinon et al. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, no. 7. P. 1935.
5. Brine-ripened cheese enriched with vegetable ingredients: technology and quality. / V. V. Kryuchkova et al. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 548(8). P. 082063.



6. Kamath R., Basak S., Gokhale J. Recent trends in the development of healthy and functional cheese analogues-a review. *LWT*. 2022. Vol. 155. P. 112991.

7. Синенко Т. П. Розробка крафтового сиру «Качотта» з підвищеною біологічною цінністю. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2024. № 2(56). С. 67–72.

8. Назаренко Ю. В., Шмідт Б. В., Болгова Н. В., Синенко Т. П. Розробка сирного продукту із рослинним білком. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2023. № 33. С. 47–54.

9. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates / S. H. M. Gorissen et al. *Amino Acids*. 2018. Vol. 50, no. 12. P. 1685–1695.

10. Guidi S., Formica F. A., Denkel C. Mixing plant-based proteins: Gel properties of hemp, pea, lentil proteins and their binary mixtures. *Food Research International*. 2022. P. 111752.

11. Physicochemical, Structural, and Functional Properties of Hemp Protein vs Several Commercially Available Plant and Animal Proteins: A Comparative Study / Y. Xu et al. *ACS Food Science & Technology*. 2022.

12. The effects of germination on the composition and functional properties of hemp seed protein isolate / M. Liu et al. *Food Hydrocolloids*. 2022. P. 108085.

13. Wang Q., Xiong Y. L. Processing, Nutrition, and Functionality of Hempseed Protein: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. Vol. 18, no. 4. P. 936–952.

14. Yano H., Fu W. Hemp: A Sustainable Plant with High Industrial Value in Food Processing. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 3. P. 651.

15. Industrial hemp foods and beverages and product properties / L. Nissen et al. *Industrial Hemp*. 2022. P. 219–246.

16. A Plant-Based Milk Type: Hemp Seed Milk / A. Besir et al. *Akademik Gıda*. 2022. № 20(2). P. 170–181.

17. Quality and shelf life of Skuta whey cheese packed under vacuum and modified atmosphere in presence or absence of the hemp seed powder / E. Zandona et al. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology*. 2020. № 21(4). P. 483–495.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2024 р.



S. M. Odintsov, Y. V. Nazarenko
Sumy National Agrarian University

TECHNOLOGY OF A CHEESE PRODUCT WITH HEMP PROTEIN

Summary

The growing trend towards cheese production from animal and plant ingredients has led to a diversification of cheese-making technologies and the search for new cheese-suitable raw materials. The study aims to determine the effect of hemp protein on the quality characteristics of the cheese product and its nutrient content. This will allow raw plant and animal-origin materials to produce cheese with increased biological value. Including raw vegetable materials in cheese technology affects the technical properties of milk and vegetable mixtures, particularly their changeability and the quality of the finished cheese product. Studies have shown that hemp seed proteins affect the sensory characteristics of cheese. Increasing the content of hemp protein in recipes leads to a brownish-green color of the cheese product. The taste and smell acquire a characteristic hemp flavor. Using vegetable proteins in the cheese recipe increases the yield of the finished product by 0.3...23.5 %. The prototypes' fat content (by 0.3...2.2 %) and protein content (by 1.75...10.4 %) increased. Considering the results of the expert committee's sensory analysis and the balanced biological profile, the recommended concentration of hemp seed protein in the milk-plant mixture is 20 %, which guarantees acceptable product quality. The developed technology of cheese using hemp protein can be implemented at a dairy processing plant where cheese production is established. Introducing the new technology does not require significant production areas, expensive equipment, or additional re-equipment in output. The results obtained are of practical importance, as it can be considered that combinations of raw materials of plant and animal origin expand the range, increase the raw material base and cheese yield, and therefore affect the profitability of production.

Key words: cheese product, vegetable raw materials, hemp protein, protein, biological value.