

УДК 637.146

ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКОВОГО СКЛАДУ КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Романчук І. О., д.т.н., с.н.с., заст. директора з наукової роботи
<https://orcid.org/0000-0002-3988-0717>

Боднарчук О. В., д.т.н., с.н.с.
 с.н.с. відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції
<https://orcid.org/0000-0003-3092-4354>

Моїсєєва Л. О., к.т.н., с.н.с.
<https://orcid.org/0000-0001-8845-1487>

Білуха Г. М., заступник директора, аспірант,
<https://orcid.org/0000-0002-4375-545X>

Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2026-26-21>

Надійшла 02.06.2026. Прийнята після рецензування 25.06.2026. Опублікована 30.06.2026

Ліцензія CC BY-NC-ND 4.0

Предмет. Білковий склад коров'ячого молока. **Мета.** Визначення білкового складу молока-сировини під час його зберігання на етапі резервування до промислового перероблення. **Методи** забезпечували відповідну точність та достовірність азотовмісних фракцій згідно зі стандартизованими методиками досліджень. **Результати.** Склад і технологічні властивості сирого молока мають велике значення для виробників молока і переробників. Склад і властивості збірного молока є змінними параметрами, що залежать від низки факторів обумовлених генетикою корів, складом кормової бази, умовами утримання тощо. Білкова фракція є важливим компонентом заготівельного молока, який враховується під час розрахунків за сировину. Білки молока та їх склад і властивості також відіграють важливу роль у забезпеченні поживних властивостей молочних продуктів. За останні роки виробництво заготівельного молока в Україні зазнає впливу через низку негативних чинників. Дослідження присвячене вивченню складу азотовмісних фракцій в молоці, що надходить на переробні підприємства, під час зберігання. Встановлено, зміни загальної чисельності мікроорганізмів сирого молока та титрованої кислотності протягом двох діб зберігання відповідали регламентованим максимальним нормам, що висуваються до сирого молока. При цьому, під час зберігання сирого молока не відмічено змін масової частки загального азоту. Виявлено, що протягом зберігання відбувається збільшення частки небілкового азоту та сечовини – відповідно на 13-14% та 14,5-15%. **Сфера застосування результатів.** Розраховано на спеціалістів молочної галузі, викладачів, аспірантів, науковців. Результати досліджень мають практичний характер для організації контролю за показниками молока під час приймання на переробних підприємствах.

Ключові слова: молоко, склад молока, фракції молока, казеїн, сироваткові білки, якість молока, харчові технології

STUDY OF THE COMPOSITION OF COW'S MILK PROTEINS DURING STORAGE

Iryna Romanchuk, D-r of Sc., Engineering, Senior Researcher, Deputy Director
<https://orcid.org/0000-0002-3988-0717>

Oksana Bodnarchuk, D-r of Sc., Engineering,
 Senior Researcher of Department of Analytical Researchers and Quality of Food Products
<https://orcid.org/0000-0003-3092-4354>

Liudmyla Moiseieva, PhD, Senior Researcher,
 Dep. Head of Department of Dairy Products and Baby Food Products
<https://orcid.org/0000-0001-8845-1487>

Genadiy Bilukha, Deputy Director, Postgraduate Student,
<https://orcid.org/0000-0002-4375-545X>
 Institute of Food Resources of the NAAS, Kyiv, Ukraine

Subject. Protein composition of cow's milk. **Purpose.** Determination of the protein composition of raw milk during its storage at the stage of reservation for industrial processing. **Methods.** The methods provided the appropriate accuracy and reliability of nitrogen-containing fractions in accordance with standardized

research methods. **Results.** The composition and technological properties of raw milk are of great importance for milk producers and processors. The composition and properties of collected milk are variable parameters that depend on a number of factors determined by the genetics of cows, the composition of the feed base, conditions of detention, etc. The protein fraction is an important component of harvested milk, which is taken into account when calculating raw materials. Milk proteins and their composition and properties also play an important role in ensuring the nutritional properties of dairy products. In recent years, the production of harvested milk in Ukraine has been affected by a number of negative factors. The study is devoted to studying the composition of nitrogen-containing fractions in milk supplied to processing plants during storage. It was established that changes in the total number of microorganisms in raw milk and titrated acidity during two days of storage corresponded to the regulated maximum standards for raw milk. At the same time, no changes in the mass fraction of total nitrogen were noted during storage of raw milk. It was found that during storage there is an increase in the fraction of non-protein nitrogen and urea – by 13-14% and 14.5-15%, respectively. **Scope of results.** Designed for dairy industry specialists, teachers, postgraduate students, scientists. The results of the research are of a practical nature for organizing control over milk indicators during acceptance at processing enterprises.

Key words: milk, milk composition, milk fractions, casein, whey proteins, milk quality, food technologies

Постановка проблеми. Серед сукупності всіх чинників, що впливають на якість молочних продуктів головним є якість сирого молока, як сировини. Склад коров'ячого молока характеризується змінними параметрами в залежності від кормів, стадії лактації, віку тварини, умов утримання та ін. [1]. Якість і безпечність молока як сировини визначаються різними факторами, такими як сезон, розмір ферми, гігієна та практики ведення ферми та доїння [2]. Тому, сире молоко, що заготовлюється для промислового перероблення, підлягає контролю і нині така програма реалізується на національному рівні [3, с.2].

Вплив різних чинників, які мають біологічне походження або виникають під час технологічних операції переробки молока, залишаються актуальним предметом наукових досліджень з метою підвищення поживної і біологічної цінності молочних продуктів [8]. Молоко і молочні продукти є джерелом корисних нутрієнтів для людей різних вікових груп, зокрема дітей. Все більше опублікованих даних свідчать про значну роль в забезпеченні здорового розвитку людського організму компонентів білкового походження з підтвердженими біологічними активностями [9–10]. Це стосується не тільки молока людини, але й дитячих сумішей на основі коров'ячого молока, яке є потенційним джерелом біоактивних пептидів. Багато публікацій присвячені вивченню ролі біологічно активних пептидів молочних продуктів, джерел їх походження, впливу обробки та протеолізу *in vitro* або *in vivo* на вивільнення пептидів з біологічно активними послідовностями [10–11].

Сучасне промислове виробництво молочних продуктів передбачає етапи резервування сировини до початку його перероблення. Згідно з ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» вимоги до молока-сировини, що надходить на переробні підприємства, регламентують за фізико-хімічними показниками, умовами транспортування та зберігання. Зокрема, під час транспортування потрібно підтримувати такий ланцюг охолодження, щоб під час приймання на переробному підприємстві температура молока не перевищувала 10°C. Допустимо не охолоджувати молоко за умови його перероблення на переробному підприємстві не пізніше ніж за 2 год після доїння, якщо за фізико-хімічними, мікробіологічними та іншими показниками молоко відповідає встановленим гігієнічним вимогам [7]. Після приймання на переробному підприємстві молоко охолоджують до температури не вище ніж 6°C та зберігають його за цієї температури до перероблення, але не більше ніж 36 годин після приймання.

На показники молока найбільший вплив здійснюють продукти життєдіяльності молочнокислих бактерій. Іони водню молочної кислоти, яка утворюється під час зброджування лактози, зв'язуються аніонам карбонатів, фосфатів та цитратів. Кислотність молока протягом певного часу після доїння і зберігання залишається без змін, до тих пір доки у цій системі присутня достатня кількість аніонів, необхідних для зв'язування іонів водню. Порушення

рівноваги буферної ємності призводить до порушення стабільності білкового комплексу [5, с. 395]. Молоко є сприятливим середовищем для розвитку різних видів мікроорганізмів, у разі їх потрапляння під час доїння або зберігання, що у свою чергу є причиною псування молочних продуктів [2, 6 с.1252]. Відповідно до ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» за рівнем загального бактеріального забруднення, а саме чисельністю мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) молоко під час приймання не повинно перевищувати 500 тис. КУО/см³.

На промислових переробних підприємствах, з великим обсягом переробки молока, сировина зберігається за відповідних температурних умов та протягом не тривалого терміну. Останнім часом збільшилось виробництво фермерської продукції із молока, що отримують від невеликих господарств. У цьому разі молоко може надходити у невеликих об'ємах, що викликає необхідність попереднього його накопичення. При цьому отримане молоко часто піддають термізації за температур нижче 65°C для подовження його придатності. Тому, актуальним є дослідження якості молока та зміни його складу за тривалого його зберігання.

Метою досліджень є аналіз змін білкового складу охолодженого молока-сировини під час його зберігання на етапі резервування до промислового перероблення.

Матеріали та методи. Сире молоко одразу після доїння охолоджували до температури (4±2)°C. Порції охолодженого молока в герметичному пакуванні зберігали в умовах холодильника. Основні характеристики молока визначали за загальноприйнятими стандартизованими методиками досліджень. Азотовмісні фракції сирого охолодженого молока, оцінювали за наступними показниками: загальний азот, загальний білок, неказеїновий азот, неказеїновий білок, небілковий азот, сечовина, сироваткові білки. Масову частку загального білка в молоці визначали відповідно до ДСТУ EN ISO 8968-1:2022 (EN ISO 8968-1:2014, IDT; ISO 8968-1:2014, IDT) «Молоко та молочні продукти. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Принцип К'ельдаля та розрахунок сирого протеїну», масову частку казеїнового азоту та казеїну за ДСТУ ISO 17997-1/IDF 29-1:2009 «Молоко. Визначення вмісту казеїнового азоту. Частина 1. Непрямий метод (контрольний метод)» та ДСТУ EN ISO 8968-4:2022 (EN ISO 8968-4:2016, IDT; ISO 8968-4:2016, IDT) «Молоко та молочні продукти. Визначення вмісту азоту. Частина 4. Визначення вмісту білкового та небілкового азоту та обчислення справжнього вмісту білка (еталонний метод)». Значення коефіцієнту перерахунку масової частки загального азоту на масову частку загального білка складала 6,38. Масову частку сечовини в молоці вимірювали на спектрофотометрі Unico S2100, США) методом калібрувального графіку з модифікацією [12].

Мікробіологічні показники молока оцінювали за кількістю мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАНМ) згідно з ДСТУ IDF 100B:2003 «Молоко і молочні продукти. Визначання кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній». Метод визначення титрованої кислотності базується на нейтралізації кислот розчином гідроксиду натрію із застосуванням в якості індикатора розчину фенолфталеїну. Титровану кислотність виражали в градусах Тернера (°Т). Градус Тернера – об'єм в кубічних сантиметрах водного розчину гідроксиду натрію концентрації 0,1 моль/дм³, витраченого на нейтралізацію 100 см³ молока.

Результати та обговорення. Технології утримання сільськогосподарських тварин, зміни клімату та кормова база безумовно впливають на склад і властивості молока, що заготовлюється. Зміни складу молока в чергу можуть впливати і на формування якісних характеристик молочних продуктів. Наші попередні дослідження білкового складу сирого молока, яке заготовляється для перероблення, показали, що зміни азотовмісних фракцій носять сезонний характер [4, с.149]. Так, діапазони змін вмісту білків казеїнової фракції у межах 2,4–2,7%, сироваткових білків у межах 0,2–0,8%, вмісту сечовини – 22,4–36,4%. Проте, дослідження впливу тривалості резервування сировини на білковий склад не проводились.

В рамках цього дослідження було вивчено зміни азотовмісних фракцій вихідного молока-

сировини та рівня його бактеріального забруднення під час зберігання протягом трьох діб за температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$. Встановлено, зміна загальної чисельності мікроорганізмів сирого молока та титрованої кислотності протягом двох діб зберігання відповідали регламентованим максимальним нормам, що висуваються до сирого молока (рис.1). Зокрема, протягом 36 годин зберігання титрована кислотність не перевищувала 19°T , чисельність МАФАнМ не перевищувала 50 тис. КУО/см³. Такі значення відповідають встановленим гігієнічним вимогам [7, с. 7].

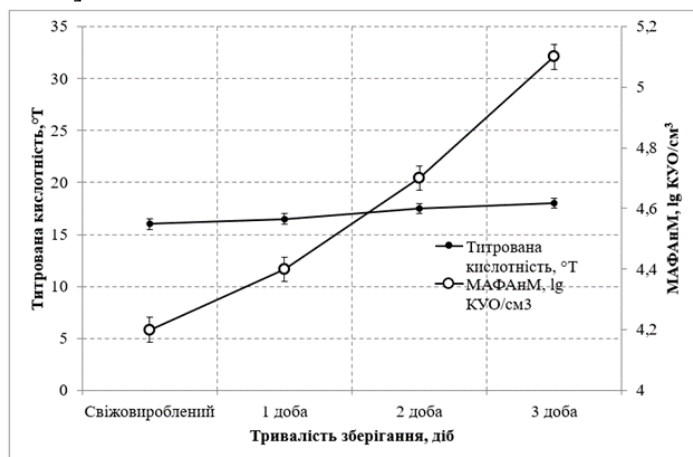


Рис. 1. Зміна чисельності МАФАнМ та титрованої кислотності упродовж зберігання сирого молока

подовження його придатності та виробництва деяких видів сирів [13, с. 2]. Відомо, що психротрофні мікроорганізми відзначаються термостійкістю і при великій кількості в сирому молоці здатні зберігати життєдіяльність під час пастеризації. Нами було досліджено вплив температури теплового оброблення молока на кількість споруутворювальних мікроорганізмів. На рис. 2 наведено дані, які свідчать про те, що зменшення кількості МАФАнМ досягається у разі теплового оброблення молока за температури понад 80°C . Проте, кількість споруутворювальних мікроорганізмів в молоці за всіх досліджуваних температур оброблення залишається практично на одному рівні. Тому, для зменшення спор у сирому молоці важливу роль відіграють належні сільськогосподарські практики і джерела їх передачі (підстилки, корма, доїльні апарати) [15, с. 6897].

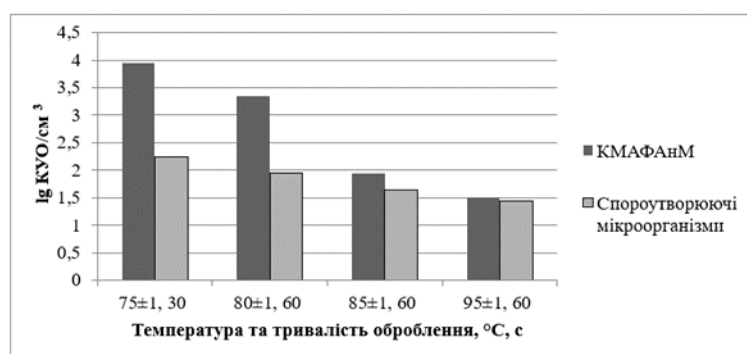


Рис. 2. Вплив температури теплового оброблення на мікробіологічні показники молока

кінцевого продукту. Зокрема це стосується білкових компонентів.

Зміни основних азотовмісних фракцій молока-сировини під час зберігання опосередковано свідчать про вплив мікрофлори та ферментів сирого молока на його білковий комплекс. В таблиці наведено динаміку змін білкового складу сирого молока під час зберігання. Можна відмітити, що масова частка загального азоту істотно не змінюється упродовж всього терміну досліджень протягом 3 діб. Проте, у всіх досліджуваних зразках вже

Контамінанти біологічного походження здатні проявляти сильну протеолітичну і ліполітичну активність, тому їх розмноження в молоці може призвести до виникнення вад молочних продуктів [14, с. 10129]. Зокрема, сире молоко може бути джерелом значної кількості психротрофних мікроорганізмів, що пов'язують з вимушеним тривалим зберіганням партій молока до переробки при низьких температурах ($4-6^{\circ}\text{C}$). Поряд з цим, поширеною технологічною операцією є термізація молока-сировини, яку проводять для

Тому у більшості технологій молочних продуктів проведення теплової обробки молока є обов'язковою технологічною операцією, що забезпечує зниження чисельності мікроорганізмів до безпечного рівня. Проте необхідно враховувати ймовірні зміни, які відбуваються з компонентами молочної сировини по всьому ланцюгу – від зберігання до

на другу добу зберігання відмічено приріст небілкового азоту на 5,9%. Наприкінці терміну досліджень вміст небілкового азоту у порівнянні з початковими показниками підвищувався на 14%. Небілкова фракція молока складається переважно з сечовини, пептидів зі слідовими залишками аміаку, креатиніну та гіпурової кислоти. Ймовірно, що підвищення вмісту небілкового азоту пов'язано із зростанням чисельності мікроорганізмів на 0,7–0,9 КУО/см³.

Таблиця 1

Зміна білкового складу сирого молока під час зберігання

Показники	Свіже	Тривалість зберігання за температури (4±2)°C, діб		
		1	2	3
М.ч. білка, %	3,20±0,11	3,19±0,10	3,21±0,12	3,22±0,15
М.ч. загального азоту, %	0,501±0,030	0,500±0,030	0,503±0,030	0,504±0,030
М.ч. небілкового азоту, %	0,034±0,006	0,034±0,006	0,036±0,007	0,039±0,006
М.ч. неказеїнового азоту, %	0,77±0,07	0,77±0,08	0,79±0,08	0,81±0,09
Сечовина, мг/100 г	28,92±0,10	29,12±0,12	30,73±0,12	32,52±0,12

Сечовина в сирому молоці може бути природною складовою або її вміст може збільшуватися під впливом мікрофлори та ферментів сирого молока. Під час приймання молока вміст сечовини в молоці регламентується згідно з ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Він не повинен перевищувати більше ніж 40,0 мг% . Під час тривалого зберігання сирого молока бактеріальні протеази розщеплюють білки на пептиди та амінокислоти, які у подальшому можуть включатись у метаболізм азоту, впливаючи на вміст сечовини. Цілком очевидно, що навіть не значне збільшення чисельності мікроорганізмів може призводити до збільшення вмісту сечовини. Динаміка вмісту сечовини у досліджуваних зразках свідчить про те, що протягом двох діб зберігання вміст сечовини збільшився на 6,3% у порівнянні з початковим вмістом. Наприкінці досліджуваного періоду (через 3 доби) її вміст збільшився на 12,5% у порівнянні з початковим вмістом.

Висновки. Дослідження показників молока під час зберігання за складом азотовмісних фракцій, мікробіологічними показниками, рівнем наростання кислотності показали, що тривалість зберігання молока до початку його переробки є важливим чинником, здатним впливати на технологічні властивості молока. Під час зберігання сирого молока за належних температурних режимів відмічено збільшення чисельності мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів. Не зважаючи на відповідність показників молока встановленим гігієнічним критеріям, таке підвищення чисельності мікрофлори корелює зі збільшенням вмісту небілкового азоту та сечовини.

Таким чином, зменшення мікробного забруднення сирого молока на етапі від доїння до його перероблення є ключовим чинником підвищення якості кінцевих продуктів та зменшення втрат білків молока.

Бібліографія

1. Walker G P, Dunshea FR, Doyle PT. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. Australian Journal of Agricultural Research. 2004. 55:1009–1028.
2. Improving the Safety and Quality of Milk. Milk Production and Processing. Edited by: Mansel W. Griffiths. Woodhead Publishing. 2010. 498 p.
3. Програма контролю сирого молока: від пілотного проєкту до національного рівня. dpss.gov.ua/storage/app/sites/12/uploaded-files/zvit-za-rezultatami-vprovadzennia-programi-kontroliu-sirogo-moloka.pdf. 19.05.2026.
4. Романчук І. О., Боднарчук О.В., Білуха Г. М. Дослідження сезонних змін білкового складу коров'ячого молока-сировини. Продовольчі ресурси. 2024. № 23. 152–166. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-17>.
5. Aydogdu T., O'Mahony J. A., McCarthy N. A. pH, the Fundamentals for Milk and Dairy Processing:

A Review. Dairy. 2023. 4(3). P. 395–409. <https://doi.org/10.3390/dairy4030026>.

6. Martin N. H., Torres-Frenzel P., Wiedmann M. Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. Review. J. Dairy Sci. 2021. 104:1251–1261. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19130>.

7. Про затвердження Змін до наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12 березня 2019 року № 118: Наказ Мінагрополітики від 11.07.2024 № 2033. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1245-24#Text>. 10.05.2026.

8. Milk and dairy products as functional foods; Edited by: Kanekanian A. Wiley Dleckwell, 2014. 384 p. <https://doi.org/10.1002/9781118635056>.

9. Raikos V., Dassios T. Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk proteins in infant food: a review. Dairy Sci. & Technol. 2014. 94:91–101. <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0152-3>.

10. Bendtsen L.Q., Lorenzen J. K., Bendtsen L.Q., Rasmussen C., Astrup A. Effect of Dairy Proteins on Appetite, Energy Expenditure, Body Weight, and Composition: a Review of the Evidence from Controlled Clinical Trials. Advances in Nutrition. 2013. № 4. P. 418–438. <https://doi.org/10.3945/an.113.003723>.

11. Юкало В. Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока: монографія. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.

12. Zhukova Y., Petrov P., Klimenko L. Express method of quantitative determination of urea in milk. Товари і ринки. 2017. №2 (1). С. 17–35.

13. IDF Factsheet. Heat Treatment of Milk – Overview. International Dairy Federation, Brussels. 2018. https://www.ukidf.org/documents/Factsheet001_2018_Heat_treatment.pdf.

14. Murphy, Steven C., Martin, Nicole H., Barbano, David M., Wiedmann, Martin. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? J. Dairy Sci. 2016. 99:10128–10149 <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11172>.

15. Murphy, S. I., Kent, D. Martin, N. H., Evanowski, R. L., Patel, K., Godden, S. M., Wiedmann, M. Bedding and bedding management practices are associated with mesophilic and thermophilic spore levels in bulk tank raw milk. J. Dairy Sci. 2019. 102:6885–6900 <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16022>.

References

1. Walker, G P, Dunshea, FR, Doyle, PT. (2004). Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. Australian Journal of Agricultural Research. 55:1009–1028.

2. Mansel W. Griffiths. (Ed). (2010). Improving the Safety and Quality of Milk. Milk Production and Processing. Woodhead Publishing. 498 p.

3. Prohrama kontroliu syroho moloka: vid pilotnoho proiektu do natsionalnoho rivnia. [Raw milk control program: from pilot project to national level]. <https://dpss.gov.ua/storage/app/sites/12/uploaded-files/zvit-za-rezultatami-vprovadzhennia-programi-kontroliu-sirogo-moloka.pdf>. 19.05.2026. [in Ukrainian].

4. Romanchuk, I. O., Bodnarchuk, O.V., Bilukha, H. M. (2024). Doslidzhennia sezonnykh zmin bilkovoho skladu koroviachoho moloka-syrovyny. [Research into seasonal changes in the protein composition of raw cow's milk]. Prodovolchi resursy. [Food resources]. № 23, P. 152–166. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-17>. [in Ukrainian].

5. Aydogdu, T., O'Mahony, J. A., McCarthy, N. A. (2023). pH, the Fundamentals for Milk and Dairy Processing: A Review. Dairy. 4(3). P. 395–409. <https://doi.org/10.3390/dairy4030026>.

6. Martin, N. H., Torres-Frenzel, P., Wiedmann, M. (2021). Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. Review. J. Dairy Sci. 104:1251–1261. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19130>.

7. Pro zatverdzhennia Zmin do nakazu Ministerstva aharnoï polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 12 bereznia 2019 roku № 118: Nakaz Minahropolityky vid 11.07.2024 № 2033. [On approval of Amendments to the Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated March 12, 2019 No. 118: Order of the Ministry of Agrarian Policy dated July 11, 2024 No. 2033]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1245-24#Text>. 10.05.2026 [in Ukrainian].

8. Kanekanian, A. (Ed). (2014) Milk and dairy products as functional foods. Wiley Dleckwell. 384 p. <https://doi.org/10.1002/9781118635056>.

9. Raikos, V., Dassios, T. (2014). Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk proteins in infant food: a review. Dairy Sci. & Technol. 94:91–101. <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0152-3>.

10. Bendtsen, L.Q., Lorenzen, J. K., Bendtsen, L.Q., Rasmussen, C., Astrup, A. (2013). Effect of Dairy Proteins on Appetite, Energy Expenditure, Body Weight, and Composition: a Review of the Evidence from

Controlled Clinical Trials. *Advances in Nutrition*. № 4. P. 418-438. <https://doi.org/10.3945/an.113.003723>.

11. Yukalo, VG. (2021). *Biologichna aktyvnist proteiniv i peptydiv moloka: Monohrafiia*. [Biological activity of milk proteins and peptides: Monograph]. Ternopil: Publishing house of Ivan Puluj TNTU, 372 p. [in Ukrainian].

12. Zhukova, Y., Petrov, P., Klimenko, L. (2017). Express method of quantitative determination of urea in milk. *Tovary i rynky*. [Goods and markets]. №2 (1). C. 17–35.

13. IDF Factsheet (2018). Heat Treatment of Milk – Overview. International Dairy Federation, Brussels. https://www.ukidf.org/documents/Factsheet001_2018_Heat_treatment.pdf.

14. Murphy, Steven C., Martin, Nicole H., Barbano, David M., Wiedmann, Martin. (2016). Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? *J. Dairy Sci.* № 99. P. 10128–10149. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11172>.

15. Murphy, S. I., Kent, D., Martin, N. H., Evanowski, R. L., Patel, K., Godden, S. M., Wiedmann, M. (2019). Bedding and bedding management practices are associated with mesophilic and thermophilic spore levels in bulk tank raw milk. *J. Dairy Sci.* 102:6885–6900 <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16022>.