

УДК 637.146

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЗОННИХ ЗМІН БІЛКОВОГО СКЛАДУ
КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА-СИРОВИНИ

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>

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

Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-17>

Предмет. Азотовмісні фракції коров'ячого молока. **Мета.** Визначення закономірностей зміни білкового складу молока-сировини в залежності від сезонів року. **Методи.** Забезпечували відповідну точність та достовірність азотовмісних фракцій згідно зі стандартизованими методиками досліджень. **Результати.** Виробництво молока і молочних продуктів є одним із важливих напрямів забезпечення населення повноцінними продуктами харчування. Склад і функціональні властивості коров'ячого молока мають велике значення для виробників молока, переробників та споживачів. Склад і властивості збірного молока є змінними параметрами, що залежать від низки факторів обумовлених генетикою корів, складом кормової бази, умовами утримання тощо. За останні роки структура виробництва заготівельного молока в Україні зазнає впливу через воєнну агресію, а кліматичні зміни суттєво впливають на кормову базу для молочного тваринництва та властивості молока-сировини. Для оцінки технологічних властивостей молока було проведено дослідження складу азотовмісних фракцій в молоці, що надходить на переробні підприємства, в залежності від сезонів року за наступними показниками: загальний азот, білок, не казеїновий азот, не казеїновий білок, небілковий азот, сечовина, сироваткові білки. На основі проведеної комплексної оцінки білкового складу коров'ячого молока встановлено діапазони вмісту білків казеїнової фракції – 2,4–2,7%, сироваткових білків 0,2–0,8%. **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 сировина, склад молока, азотовмісні фракції молока, казеїн, сироваткові білки, якість молока, харчові технології

RESEARCH OF SEASONAL CHANGES IN THE PROTEIN COMPOSITION
OF RAW MILK

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

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

Genadiy Bilupha, Deputy Director, Postgraduate,
<https://orcid.org/0000-0002-4375-545X>

Institute of Food Resources of the NAAS, Kyiv, Ukraine

Subject. Research is the content of nitrogen-containing fractions in the cow's milk being prepared. **Purpose.** The study is to determine the patterns of changes in the protein composition of raw milk depending on the seasons. **Methods.** Ensured the appropriate accuracy and reliability of nitrogen-containing fractions according to standardized research methods. **Results.** The production of milk and dairy products is one of the important directions of providing the population with complete food products. The composition and functional properties of cow's milk are of great importance for milk producers, processors and consumers. 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 fodder base, conditions of keeping, etc. In recent years, the structure of production of raw milk in Ukraine has been

*affected by military aggression, and climate changes significantly affect the fodder base for dairy livestock and the properties of raw milk. In order to evaluate the technological properties of milk, a study was conducted of the composition of nitrogen-containing fractions in milk received by processing enterprises, depending on the seasons of the year, according to the following indicators: total nitrogen, protein, non-casein nitrogen, non-casein protein, non-protein nitrogen, urea, whey proteins. On the basis of a comprehensive evaluation of the protein composition of cow's milk, the ranges of the protein content of the casein fraction were established – 2.4–2.7%, whey proteins 0.2–0.8%. **Scope of results.** It is intended for specialists in the dairy industry, teachers, graduate students, scientists. The results of the research are of a practical nature for the organization of control over milk indicators during reception at processing enterprises.*

Key words: raw milk, milk composition, nitrogen-containing fractions of milk, casein, whey proteins, milk quality, food technologies

Постановка проблеми.

Молоко та молочні продукти – традиційне джерело білків тваринного походження. Тому, одним із напрямів, який активно розвивається переробними підприємствами є розширення асортименту білкових молочних продуктів.

Від початку доїння до етапу промислового перероблення молоко піддається впливу багатьох чинників, які можуть суттєво змінювати його початкові показники [1]. Вимоги до молока-сировини встановлені в стандарті, у якому зазначені характеристики та технічні вимоги для здійснення закупівлі і приймання сирого молока. Стандарт застосовний для оцінки якості закупівельного молока відповідно до трьох гатунків – екстра, вищого та першого. Фактичні масові частки жиру та білка в молоці встановлюють під час приймання молока, а розрахунок за сировину здійснюється за базисними нормами – масова частка жиру – 3,4% і масова частка білка – 3,0%. Тому, важливим є дослідження молока не тільки з точки зору формування наукових уявлень щодо його біологічної та харчової цінності, але й як обов'язковий етап оцінювання якості сировини в умовах виробництва.

Зміни складу молока потенційно можуть впливати на вихід цільового продукту та збільшувати втрати, зокрема під час виробництва білкових продуктів. Ризики зростають у разі заготівлі молока від невеликих фермерських господарств або господарств населення. Таким чином, обґрунтованою є необхідність оцінки фактичного стану щодо вмісту білка в збірному молоці для подальшого виявлення факторів, які можуть впливати на цей показник та його взаємозв'язку з ціною.

Метою роботи було визначення закономірностей зміни білкового складу молока сировини в залежності від сезонів року.

Матеріали та методи. Заготівельне молоко, що надходило на переробні підприємства, отримували від фермерських та особистих господарств. Основні характеристики молока визначали за загальноприйнятими стандартизованими методиками досліджень. Всього проаналізовано 50 зразків молока. 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)».

Для оцінювання білкового складу молока визначали вміст «справжнього» білка, вираховуючи із загального вмісту азоту частку небілкової фракції:

$$B_c = (A_{\text{заг}} - A_{\text{н/б}}) \times 6,38$$

де: B_c – вміст «справжнього» білка;

A заг – масова частка загального азоту,%;

A н/б – масова частка небілкових азотовмісних сполук,%.

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 [2] та методом добавок [3].

Контролювання кількісних характеристик молока здійснювалось шляхом вимірювань, що забезпечували відповідну точність та достовірність досліджуваних показників. Для попередження недостовірності результатів аналізу використовували адекватні засоби вимірювань, які мали високу ефективність, відповідали чинним метрологічним вимогам та забезпечували необхідну і достатню кількість числа вимірювань.

Результати та обговорення. Цілком очевидно, що промислове виробництво таких високобілкових молочних продуктів як сири тісно пов'язано з властивостями і складом молока-сировини, що використовувалась під час їх виробництва [3]. Склад і властивості збірного молока, яке резервується на молокопереробному підприємстві, характеризується змінними параметрами. Вони залежать від показників сировини, яка надійшла від окремих господарств – виробників молока. За даними Чагаровського В. П. [4] останні роки відбулося скорочення надходження молока від особистих селянських господарств на переробні підприємства. Попри позитивну тенденцію до покращення якості молока в цілому, структура оцінки його якості за показниками гігієни виробництва та фізико-хімічними властивостями залишається не однорідною [5].

За відкритими даними [3] динаміка цін на молоко-сировину у за минулий рік характеризується зниженням з травня до серпня з поступовим підвищенням з вересня до лютого. Так, у порівнянні з відповідним періодом минулого року середньозважена ціна трьох гатунків на молоко-сировину протягом року зросла майже на 20%. При розрахунках за сировину, що заготовляється, переважно враховується показник масової частки жиру в молоці. Показник вмісту білка на практиці не завжди застосовний.

Хімічний склад молока залежить від багатьох чинників серед яких найбільш вагомими є генетика тварин, годівля та утримання [6]. Опубліковано досить багато результатів досліджень стосовно зміни показників сирого молока в залежності від сезонних коливань та протягом року за різних технологій утримання корів [6–9].

В дослідженнях вітчизняних науковців Жукової Я. Ф. та Петрова П. І. [10] було встановлено вплив годівлі на технологічні параметри та вміст есенціальних нутрієнтів в молоці, отриманому в умовах органічних ферм за силосно-сінажного та трав'яно-сінного типу годівлі худоби. За даними аналізу азотовмісних фракцій авторами встановлено, що за трав'яно-сінного типу годівлі в органічному молоці підвищується масова частка небілкового азоту (на 33,8% у пасовищний період та на 23,8% у стійловий період) та масова частка сечовини (на 40,4% та на 14,0%, відповідно) [10, 15]. При цьому, загальний вміст білка у органічному молоці зростав у стійловий період за обох типів годівлі, що було пов'язано із збільшенням частки білкових кормів.

Традиційні технології білкових продуктів базуються на застосуванні способів кислотної, кислотно-сичужної або термокислотної коагуляції для виділення білків (казеїну та/або сироваткових білків) із молочної сировини. При цьому білковий склад цільового продукту залежить від властивостей вихідної сировини [11,12], температурних режимів теплового оброблення [14] та інших чинників. Такі фактори як наявність маститу (або перенесений мастит), стадія лактації та низький рівень виробництва молока можуть змінити співвідношення казеїну та сироваткових білків, як наслідок – впливати на технологічні властивості молока [13].

Нами були досліджені зразки молока відібрані з різних партій щодо вмісту загального азоту, казеїнового і неказеїнового азоту. З огляду на те, що для проведення

досліджень вихідні дані щодо показників заготівельного молока не супроводжувались фактичними даними щодо умов утримання та годівлі корів, основний акцент був зосереджений на вивченні сезонних змін молока.

Відмічено, що діапазони змін вмісту загального азоту у молоці в межах кожної пори року були досить широкими. У після зимовий період середній вміст загального азоту у молоці був порівняно меншим ніж у інші періоди. Зокрема, на 7,1% менше ніж у осінній період та на 8,8% ніж у зимовий період.

Білки молока (загальна кількість азотовмісних фракцій за Кьєльдалем $\times 6,38$) умовно поділяють на три основні фракції – казеїн (близько 78% від загального білка), сироваткові білки (близько 17% від загального білка) і небілковий азот (близько 5%). Казеїн - найбільш технологічно важлива фракція молока, оскільки він є основним складником сирів та білкових концентратів. Неказеїновий азот включає окрім інших азотовмісних сполук також сироваткові білки, білки оболонки жирових кульок та небілкову фракцію.

У заготівельному молоці літнього та осіннього періодів відмічено підвищення середніх значень показників неказеїнового азоту у порівнянні з молоком зимового та літнього періоду майже удвічі (рис.1).

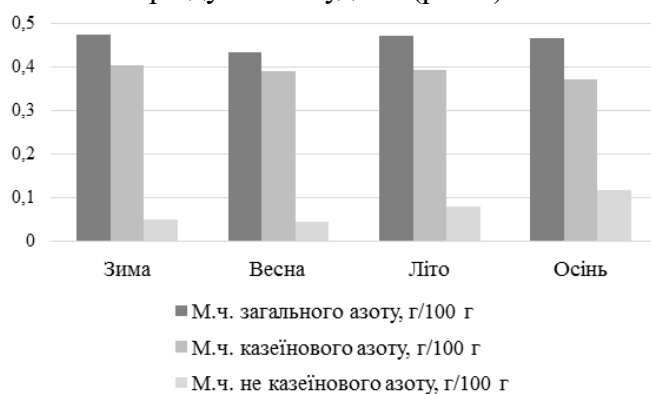


Рис. 1. Зміна середніх значень основних азотовмісних фракцій збірної сироватки в залежності від сезонів року

Оскільки показник неказеїнового азоту розраховується як різниця між вмістом загального азоту та казеїнового азоту, доцільним було визначення в місту сироваткових білків та небілкових сполук.

Небілкова фракція складається переважно з сечовини, пептидів зі слідовими залишками аміаку, креатиніну та гіпурової кислоти. Очевидно, що за рахунок збільшення вмісту небілкових азотистих речовин в молоці збільшується загальний показник азоту та показник загального

білка, який розраховується за методом К'ельдаля. При цьому фактичний результат виходу білка під час перероблення такого молока може бути меншим від контрольних вимірювань виходу продукції з одиниці маси сировини.

В таблиці 1 наведено діапазони значень вмісту казеїну, сироваткових білків, небілкових сполук і сечовини в досліджуваних зразках молока-сировини протягом року.

Таблиця 1

Діапазони значень (max-min) азотовмісних фракцій в молоці

Показники	Діапазони значень			
	Зима	Весна	Літо	Осінь
Казеїн, г/100 г (max)	2,67	2,61	2,55	2,64
Казеїн, г/100 г (min)	2,5	2,37	2,45	2,48
Сироваткові білки, г/100 г (max)	0,759	0,139	0,532	0,610
Сироваткові білки, г/100 г (min)	0,284	0,109	0,171	0,227
Небілкові сполуки, г/100 г (max)	0,255	0,178	0,147	0,230
Небілкові сполуки, г/100 г	0,191	0,134	0,145	0,160
Сечовина, мг/100 г (max)	36,4	26,4	26,0	30,5
Сечовина, мг/100 г (min)	24,1	23,6	22,4	24,6

Як видно з наведених даних білковий склад молока, яке надходить на переробку, характеризується сезонними змінами та широким діапазоном варіабельності основних показників в межах кожної пори року. Найбільший вміст казеїну 2,64% та 2,67%

спостерігали в зимові та осінні місяці. У цей же період спостерігали максимальні значення вмісту небілкових сполук, зокрема сечовини на рівні 30,5% та 36,4%. Цілком очевидно, що такі коливання обумовлені умовами утримання корів, кормовою базою, притаманній цій порі року. Розраховані на підставі отриманих даних середньозважені показники «справжнього білка» протягом року наведено на рис. 2.

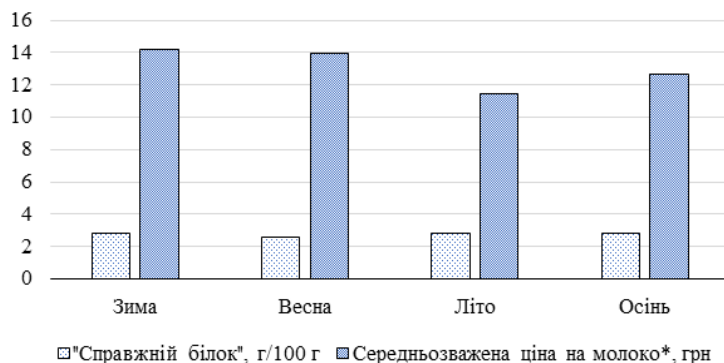


Рис. 2. Зміна середньозважених показників вмісту «справжнього білка» та ціни на молоко-сировину (за даними [3]) протягом року

Середньозважені показники вмісту «справжнього білка» у молоці протягом досліджуваного періоду коливались в межах 2,6...3,0%. Найменший показник вмісту «справжнього білка» на рівні 2,6% характерний для весняного молока. Порівнюючи показники середньозваженої ціни на сировину протягом року, слід відмітити, що саме у зимово-весняний період середньозважена ціна на сировину була найбільша 13,9...14,2 грн/кг.

Таким чином, вміст білкових фракцій, зокрема, казеїну та сироваткових білків, є важливим фактором, що визначає технологічні властивості молочної сировини та повинен враховуватися під час оцінювання якості сировини.

Висновки. За останні роки структура виробництва заготівельного молока в Україні зазнає впливу через воєнну агресію, а кліматичні зміни очевидно впливають на кормову базу для молочного тваринництва та властивості молока-сировини. Концентрація білка в молоці, співвідношення білка до жиру, казеїну до сироваткових білків мають важливе значення для оцінки якості молока як для виробників молока так і переробних підприємств. Дослідження показників молока за складом азотовмісних фракцій в залежності від впливу різних чинників є важливим як для оцінки технологічних властивостей молока, так і врахування їх в системі оплати за сировину.

На основі проведеної комплексної оцінки білкового складу коров'ячого молока встановлено сезонні зміни вмісту білків казеїнової фракції у межах 2,4–2,7%, сироваткових білків у межах 0,2–0,8%, вмісту сечовини – 22,4–36,4%.

Сфера застосування результатів дослідження. Розраховано на спеціалістів молочної галузі, викладачів, аспірантів, науковців. Результати досліджень мають також практичний характер для переробних підприємств з метою організації контролю за показниками молока під час приймання. Також, можуть бути рекомендовані для врахування під час визначення ціни на молоко-сировину.

Бібліографія

1. Singh H., H. Singh, M.Boland, A. Thompson. Milk proteins from expression to food. Second Edition. / Riddet Institute, Massey University, Palmerston Noth, New Zealand. 2014. P. 606.
2. Zhukova Y., Petrov P., Klimenko L. Express method of quantitative determination of urea in milk. Товари і ринки. 2017. №2 (1), С. 17–35.
3. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. Food Chemistry. 4th revised and extended ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009, <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>.
4. Чагаровський В. П. Значення молочної галузі для продовольчої безпеки країни. Молочна переробка в умовах війни. Державна підтримка. <https://uadairy.com/znachennya-molochnoyi-galuzi-dlya-prodovolchoyi-bezpeky-krayiny-molochna-pererobka-v-umovah-vijny-derzhavna-pidtrymka> (дата звернення 29.08.2024).
5. Програма контролю сирого молока: від пілотного проєкту до національного рівня України. <https://uadairy.com/pyat-rokiv-realizacziyi-programy-kontrolyu-syрого-moloka-vid-pilotnogo-proyektu-do-rozhortannya-na-nacziionalnomu-rivni/> (дата звернення 10.09.2024).

6. Walker G. P., Dunshea F. R., Doyle P. T. 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. <https://doi.org/10.1071/AR03173>.
7. Heck J. M. L., van Valenberg H. J. F., Dijkstra J., van Hooijdonk A. C. M. Seasonal Variation in the Dutch Bovine Raw Milk Composition. *J. Dairy Sci.* 2009, 92, 4745–4755. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2146>.
8. Larsen M. K., Nielsen J. H., Butler G., Leifert C., Slots T., Kristiansen G. H., Gustafsson A. H. Milk Quality as Affected by Feeding Regimens in a Country with Climatic Variation. *J. Dairy Sci.* 2010, 93, 2863–2873. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2953>.
9. Chen B., Lewis M. J., Grandison A. S. Effect of Seasonal Variation on the Composition and Properties of Raw Milk Destined for Processing in the UK. *Food Chem.* 2014, 158, 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>.
10. Жукова Я. Ф., Петров П. І. Вплив типу годівлі корів на параметри якості органічного молока. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 10, С. 111–122. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-13>.
11. Priyashantha H., Lundh Å., Höjer A., Bernes G., Nilsson D., Hetta M., Saedén K. H., Gustafsson A. H., Johansson M. Composition and Properties of Bovine Milk: A Case Study from Dairy Farms in Northern Sweden; Part II. Effect of Monthly Variation. *J. Dairy Sci.* 2021, 104. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19651>.
12. Priyashantha H., Johansson M., Langton M., Samples S., Jayarathna S., Hetta M., Saedén K. H., Höjer A., Lundh Å. Variation in Dairy Milk Composition and Properties Has Little Impact on Cheese Ripening: Insights from a Traditional Swedish Long-Ripening Cheese / *Dairy*, 2021, № 3, 336–355 <https://doi.org/10.3390/dairy2030027>.
13. Coulon JB, Hurtaud C, R'emond B, Verite R. Factors contributing to variation in the proportion of casein in cows' milk true protein: a review of recent INRA experiments. *Journal of Dairy Research*, 1998, 65, 375–387. <https://doi.org/10.1017/S0022029998002866>.
14. Романчук І. О., Жукова Я. Ф., Кострицька О. О. Білковий склад кислотно-сичужних згустків та сироватки при виробництві сиру. *Вісник аграрної науки*, 2008, № 4, с. 70–72.
15. Zhukova Y., Petrov P., Mudrak T. Structure of nitrogen fractions organic and conventional cow's milk. *Innovation in Science and Education: Challenges of Our Time: Collection of Scientific Papers of the I Int. Conf.*, September 12–17, 2016. London, 2016. P. 190–191.

References

1. Singh H., H. Singh, M., Boland, A. Thompson. Milk proteins from expression to food. Second Edition. / Riddet Institute, Massey University, Palmerston Noth, New Zealand. 2014. P. 606.
2. Zhukova Y., Petrov P., Klimenko L. (2017). Express method of quantitative determination of urea in milk. *Tovary i rynky*. №2 (1), С. 17–35.
3. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. *Food Chemistry*. 4th revised and extended ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2009, <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>.
4. Chaharovskiy V. P. Znachennia molochnoi haluzi dlia prodovolchoi bezpeky krainy. Molochna pererobka v umovakh viiny. Derzhavna pidtrymka. Retrieved from <https://uadairy.com/znachennya-molochnoyi-galuzi-dlya-prodovolchoyi-bezpeky-krayiny-molochna-pererobka-v-umovah-vijny-derzhavna-pidtrymka> [InUkrainian].
5. Prohrama kontroliu syroho moloka: vid pilotnoho proiektu do natsionalnoho rivnia Ukrainy. Retrieved from <https://uadairy.com/pyat-rokiv-realizacziyi-programy-kontrolyu-syrogo-moloka-vid-pilotnogo-proyektu-do-rozgortannya-na-naczionalnomu-rivni/>. [InUkrainian].
6. Walker G. P., Dunshea F. R., Doyle P. T. (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. <https://doi.org/10.1071/AR03173>.
7. Heck J. M. L., van Valenberg H. J. F., Dijkstra J., van Hooijdonk A.C.M. (2009) Seasonal Variation in the Dutch Bovine Raw Milk Composition. *J. Dairy Sci.* 92, 4745–4755. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2146>.
8. Larsen M. K., Nielsen J. H., Butler G., Leifert C., Slots T., Kristiansen G. H., Gustafsson A. H. (2010). Milk Quality as Affected by Feeding Regimens in a Country with Climatic Variation. *J. Dairy Sci.* 93, 2863–2873. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2953>.
9. Chen B., Lewis M.J., Grandison A. S. (2014). Effect of Seasonal Variation on the Composition

and Properties of Raw Milk Destined for Processing in the UK. Food Chem. 158, 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>

10. Zhukova Ya. F., Petrov P. I. (2018). Vplyv typu hodivli koriv na parametry yakosti orhanichnoho moloka. Prodovolchi resursy. Prodovolchi resursy. № 10, С. 111–122. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-13> [InUkrainian].

11. Priyashantha H., Lundh Å., Höjer A., Bernes G., Nilsson D., Hetta M., Saedén K. H., Gustafsson A. H., Johansson M. (2021). Composition and Properties of Bovine Milk: A Case Study from Dairy Farms in Northern Sweden; Part II. Effect of Monthly Variation. J. Dairy Sci. 104. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19651>.

12. Priyashantha H., Johansson M., Langton M., Samples S., Jayarathna S., Hetta M., Saedén K. H., Höjer A., Lundh Å. (2021). Variation in Dairy Milk Composition and Properties Has Little Impact on Cheese Ripening: Insights from a Traditional Swedish Long-Ripening Cheese. Dairy, № 3, 336–355 <https://doi.org/10.3390/dairy2030027>.

13. Coulon JB, Hurtaud C, R'emon B, Verite R. (1998). Factors contributing to variation in the proportion of casein in cows' milk true protein: a review of recent INRA experiments. Journal of Dairy Research, 65, 375–387. <https://doi.org/10.1017/S0022029998002866>.

14. Romanchuk I. O., Zhukova Ya. F., Kostytska O. O. (2008). Bilkovy sklad kyslotno-sychuzhnykh zghustkiv ta syrovatky pry vyrobnytstvi syru. Visnyk ahrarnoi nauky, № 4, 70–72. [In Ukrainian].

15. Zhukova Y., Petrov P., Mudrak T. (2016). Structure of nitrogen fractions organic and conventional cow's milk. Innovation in Science and Education: Challenges of Our Time: Collection of Scientific Papers of the I Int. Conf., September 12–17, London, 2016. P. 190–191.