

ВПЛИВ СЕЗОНУ УТРИМАННЯ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОЛОКА КОРІВ

С. Павкович¹, к. с.-г. н.
ORCID ID: 0000-0002-0844-3071

С. Вовк², д. б. н.
ORCID ID: 0000-0001-8387-1343

Н. Огородник¹, д. вет. н.
ORCID ID: 0000-0002-7428-9973

І. Дудар¹, к. с.-г. н.
ORCID ID: 0000-0002-4467-9946

В. Ткачук¹, д. с.-г. н.
ORCID ID: 0000-0001-6392-4241

Р. Козак¹, к. с.-г. н.
ORCID ID: 0009-0003-1619-8672

М. Рацький¹, к. с.-г. н.
ORCID ID: 0009-0004-6368-1664

¹Львівський національний університет природокористування

²Інститут сільського господарства Карпатського регіону України

<https://doi.org/10.31734/agronomy2025.29.197>

Павкович С., Вовк С., Огородник Н., Дудар І., Ткачук В., Козак Р., Рацький М. Вплив сезону утримання на якісні показники та жирнокислотний склад молока корів

Подано результати досліджень впливу стійлового і пасовищного періодів утримання на якісні показники та жирнокислотний склад молока корів.

Молоко характеризується високою харчовою цінністю, оскільки у своєму складі містить оптимальну кількість білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. Проте молоко пасовищного і стійлового періодів утримання відрізняється за вмістом компонентів та жирнокислотним складом. Тому метою досліджень було порівняти якісні показники та жирнокислотний склад молока корів, одержаного у стійловий і пасовищний періоди утримання.

Дослід проводили у стійловий і пасовищний періоди на коровах української чорно-рябої молочної породи. У стійловий період раціон тварин складався із сіна конюшинного, силосу кукурудзяного, сінажу люцернового, комбікорму та мінеральних добавок. У пасовищний період раціон корів складався із зеленої маси злаково-бобових культур, комбікорму та мінеральних добавок. Раціони тварин були збалансовані за енергією та поживними речовинами. Середню пробу молока відбирали два рази на місяць через рівні проміжки часу у стійловий (листопад-березень) і пасовищний (травень-вересень) періоди.

Показано, що молоко корів стійлового періоду утримання містить більше жиру та білка, тоді як кількість лактози була меншою порівняно із молоком, одержаним від корів у пасовищний період. Уміст сухої речовини молока та сухого знежиреного молочного залишку був вищим у корів стійлового періоду утримання.

Молоко корів, одержане у різні сезони, відрізнялося і за жирнокислотним складом. Молоко корів, одержане у пасовищний період, містило менше лауринової, міристинової, пальмітинової та більше стеаринової, олеїнової, лінолевої і ліноленової жирних кислот порівняно із молоком стійлового періоду утримання.

Зауважено, що в молоці пасовищного періоду містилася менша сумарна кількість середньоланцюгових C₁₂-C₁₆ та більша кількість довголанцюгових C₁₈ кислот. Сума насичених жирних кислот була вищою у молоці корів стійлового утримання, тоді як сума ненасичених і поліненасичених жирних кислот – у молоці корів пасовищного періоду. Співвідношення між мононенасиченими і насиченими та поліненасиченими і насиченими жирними кислотами було вищим у молоці корів пасовищного періоду утримання.

Ключові слова: дійні корови, стійловий період, пасовищний період, якісний склад молока, жирнокислотний склад молока.

Pavkovych S., Vovk S., Ohorodnyk N., Dudar I., Tkachuk V. Kozak R., Ratskyi M. The influence of season on the quality indicators and fatty acid composition of cow's milk

This article presents the results of research on the impact of the indoor and grazing periods on the quality indicators and fatty acid composition of cow's milk.

Milk is characterized by its high nutritional value, as it contains an optimal amount of proteins, fats, carbohydrates, minerals and vitamins. However, milk from the grazing and indoor periods differs in its component content and fatty acid composition. Therefore, the research aimed to compare the quality indicators and fatty acid composition of milk obtained during the indoor and grazing periods.

The study was conducted during both the indoor and grazing periods on cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed. During the indoor period, the animals were fed a diet comprising clover hay, corn silage, lucerne silage, compound feed, and mineral supplements. In contrast, during the grazing period, their diet included green forage from cereal-legume crops, as well as compound feed and mineral supplements. Both diets were meticulously balanced for energy and nutrients. Milk samples were collected bi-monthly at regular intervals throughout the indoor period (November to March) and the grazing period (May to September).

The results showed that milk from cows during the indoor period contained higher levels of fat and protein, while the lactose content was lower compared to milk obtained during the grazing period. The dry matter and dry non-fat solids content were also higher in milk from cows during the indoor period.

Milk from cows obtained in different seasons also differed in fatty acid composition. Milk from cows during the grazing period contained lower amounts of lauric, myristic and palmitic acids, but higher amounts of stearic, oleic, linoleic and linolenic acids compared to milk from the indoor period.

Milk from the grazing period had a lower total content of medium-chain fatty acids (C_{12-C16}) and a higher content of long-chain fatty acids (C_{18}). The amount of saturated fatty acids was higher in milk from cows during the indoor period, while the amount of unsaturated and polyunsaturated fatty acids was higher in milk from cows during the grazing period. The ratio of monounsaturated to saturated and polyunsaturated to saturated fatty acids was higher in milk from cows during the grazing period.

Keywords: dairy cows, indoor period, grazing period, milk quality composition, milk fatty acid composition.

Постановка проблеми. Молоко – це продукт секреції молочної залози самиць різних видів ссавців. Воно містить понад 250 необхідних для організму людини компонентів, які майже цілком засвоюються, через що за харчовою і біологічною цінністю молоко перевершує інші продукти.

Вміст білка в молоці становить від 3,2 до 3,8 %. До його складу входить близько 20 % сироваткових білків (α -лактоальбумін і β -лактоглобулін) і 80 % казеїну [9, с. 98]. Білки молока містять усі незамінні амінокислоти. Вони легко перетравлюються і всмоктуються в організмі людини, володіють ліпотропними властивостями, знижують кров'яний тиск, запобігають втраті м'язової маси, виникненню діабету, атеросклерозу, остеопорозу, серцево-судинних та інших хронічних захворювань.

Вуглеводи молока представлені переважно лактозою, яка міститься лише в молоці. Лактоза – енергетичний матеріал для організму людей, позитивно впливає на всмоктування кальцію, фосфору, магнію, сприяє розвитку в кишківнику корисних мікроорганізмів. Оскільки лактоза менш розчинна, ніж сахароза, вона менше подразнює слизову оболонку органів травлення та може досягати товстого відділу кишківника, в якому, завдяки діяльності молочнокислих бактерій, створює кисле середовище, несприятливе для розвитку гнильних мікроорганізмів.

Жири, порівняно з білками і вуглеводами, характерні більшою енергоємністю. Вміст жиру в молоці корів коливається в межах 2–6 % і залежить від багатьох чинників. Молочний жир має високу

засвоюваність і вважається важливим харчовим компонентом раціону значної частини населення [10, с. 1636]. Він містить близько 70 % насичених жирних кислот, 28 % мононенасичених і лише 2 % поліненасичених. Незначний вміст поліненасичених жирних кислот пов'язаний із процесами рубцевої біогідрогенізації, завдяки яким ненасичені жирні кислоти корму перетворюються у насичені. Брак поліненасичених жирних кислот у раціоні людей сприяє розвитку атеросклерозу, тромбозу, сухості шкіри, екземи тощо [5, с. 120].

Тому нині ведуться пошуки методів поліпшення жирнокислотного складу молока корів шляхом збільшення у його складі ненасичених і зменшення насичених жирних кислот [1, с. 91; 3, с. 204; 4, с. 203–204; 18, с. 205].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Молочний жир приблизно на 98 % складається з тригліцеридів, тоді як інші молочні ліпіди, такі як дигліцериди, холестерин, фосфоліпіди і вільні жирні кислоти – становлять близько 2 %.

Жирні кислоти молока майже в однакових кількостях мають кормове та мікробне походження. У молочній залозі корів синтезуються жирні кислоти з парною (4–16) кількістю атомів вуглецю. У молочній залозі $C_{4:0-14:0}$ кислоти і близько половини $C_{16:0}$ кислот синтезуються з ацетату та β -гідроксибутирату, які, у свою чергу, утворюються у рубці внаслідок бродіння корму. Під час всмоктування через епітелій рубця масляна кислота перетворюється на β -гідроксималяну.

Жир молока містить також жирні кислоти з непарною кількістю вуглецю, такі як пента- і гептадеканова кислоти. Вони синтезуються мікрофлорою в рубці. Решта $C_{16:0}$ і довголанцюгові жирні кислоти надходять із кормових ліпідів та утворюються внаслідок ліполізу тригліцеридів жирової тканини.

До складу тригліцеридів молочного жиру входять понад 400 різних жирних кислот, що робить молочний жир найскладнішим з усіх природних жирів [17, с. 1]. Майже всі ці кислоти є у молоці в незначних кількостях і лише близько 15-ти з них – у кількості 1 % і більше. На жирнокислотний склад молока впливає багато чинників. Вони можуть бути тваринного походження, тобто залежать від генетики, стадії лактації тощо, або кормовими, що пов'язані з годівлею тварин [13, с. 1821].

Якісний і жирнокислотний склад молока корів істотно впливає на харчові й технологічні властивості молока. Сьогодні проводиться багато досліджень із вивчення впливу жирних кислот на виникнення онкологічних і серцево-судинних захворювань у людей. Показано, що поліненасичені жирні кислоти зменшують ризик виникнення хвороб серцево-судинної системи, попереджують розвиток діабету [5, с. 120].

Постановка завдання. Наше завдання – порівняти якісні показники та жирнокислотний склад молока корів одержаного у стійловий і пасовищний періоди утримання.

Виклад основного матеріалу. Дослід проводили у стійловий і пасовищний періоди на коровах української чорно-рябої молочної породи. У стійловий період раціон тварин складався із сіна конюшинного, силосу кукурудзяного, сінажу люцернового, комбікорму та мінеральних добавок. У пасовищний період раціон корів складався із зеленої маси злаково-бобових культур, комбікорму та мінеральних добавок. Раціони тварин були збалансовані за енергією та поживними речовинами. Середню пробу молока відбирали зранку з резервуара-охолоджувача, який містив молоко від ранкового доїння та від вечірнього попереднього дня, двічі на місяць через рівні проміжки часу. Відібрали десять зразків у стійловий період (листопад-березень) і десять проб у пасовищний період (травень-вересень).

Вміст жиру в молоці визначали кислотним методом, загальну кількість білка – методом формольного титрування, вміст лактози – рефрактометрично. Жирнокислотний склад молочного жиру визначали за методом Курко [2, с. 65-69].

Одержані результати обробляли біометрично з використанням MS Excel.

Дані, наведені у табл. 1, показують, що молоко, одержане від корів пасовищного періоду утримання, містило в середньому на 0,11 % менше жиру та на 0,07 % менше білка ($P < 0,05$), тоді як кількість лактози була на 0,03 % більшою порівняно із молоком, одержаним від корів у стійловий період. Уміст сухої речовини молока та сухого знежиреного молочного залишку був вищим у корів стійлового періоду утримання відповідно на 0,12 % і 0,01 %. Зниження вмісту молочного білка, переважно за рахунок казеїну, та молочного жиру у літній період можна пояснити негативним впливом високих температур на синтез цих компонентів молока та фотоперіодом. Фотоперіод впливає на синтез гормонів і відповідно на утворення молока і його якісні показники. Збільшення тривалості світлового періоду доби підвищує молочну продуктивність з одночасним зниженням у молоці вмісту жиру і білка, що можна пояснити ефектом розведення [6, с. 1819].

Зміни якісних показників молока у різні періоди утримання тварин можна пояснити відмінностями сезонних умов годівлі та температури повітря, що може впливати на склад молока [16, с. 8607].

Молоко корів, одержане у різні сезони, відрізнялося і за жирнокислотним складом, що підтверджує помітний вплив кормових чинників на склад жирних кислот молока (табл. 2). Так, молоко корів, одержане у пасовищний період, містило менше лауринової ($P < 0,05$), міристинової, пальмітинової ($P < 0,05$) та більше стеаринової, олеїнової ($P < 0,05$), лінолевої і ліноленової жирних кислот порівняно із молоком стійлового періоду утримання. Зменшення вмісту лауринової, міристинової і пальмітинової жирних кислот у складі молочного жиру має позитивний ефект, оскільки вказані кислоти мають виражену гіперхолестеринемічну дію. Ці дані узгоджуються із попередніми результатами щодо впливу сезону року на профіль молочного жиру [11, с. 4606–4607; 12, с. 4–5; 15, с. 8483].

Вища концентрація стеаринової кислоти в молочному жирі молока пасовищного періоду порівняно зі стійловим зумовлена біогідрогенізацією кормових ненасичених жирних кислот у рубці. Більший вміст олеїнової кислоти в молоці пасовищного періоду може бути результатом часткової рубцевої біогідрогенізації поліненасичених жирних кислот кормів та внаслідок згодовування кормів багатих олеїновою кислотою. Збільшення концентрації олеїнової кислоти в

молоді бажане, оскільки це знижує ризик ішемічної хвороби серця [14, с. 1152].

У молоці пасовищного періоду містилася менша сумарна кількість середньоланцюгових C_{12} - C_{16} ($P<0,05$) та більша кількість довголанцюгових C_{18} ($P<0,05$) кислот. Сума насичених жирних кислот була вищою у молоці корів стійлового утримання, тоді як сума ненасичених і поліненасичених жирних кислот – у молоці корів пасовищного періоду. Співвідношення між мононенасиченими і насиченими кислотами в молоці корів стійлового періоду

становило 0,45, а в молоці корів пасовищного періоду – 0,57, між поліненасиченими і насиченими – 0,06 і 0,08 відповідно. Ці результати узгоджуються з роботами інших дослідників [7, с. 211], в яких показано, що споживання свіжих трав підвищує концентрацію довголанцюгових і ненасичених жирних кислот у жирі коров'ячого молока, порівняно зі згодовуванням консервованих кормів. Тобто випасання корів є головним чинником, який впливає на сезонні коливання жирнокислотного складу молока [8, с. 224–225].

Таблиця 1

Якісні показники молока корів ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Стойловий період	Пасовищний період
Вміст жиру, %	$3,68 \pm 0,06$	$3,57 \pm 0,08$
Вміст білка, %	$3,31 \pm 0,01$	$3,24 \pm 0,03^*$
Вміст лактози, %	$4,72 \pm 0,02$	$4,75 \pm 0,02$
Вміст сухої речовини, %	$12,52 \pm 0,05$	$12,4 \pm 0,03$
Вміст сухого знежиреного молочного залишку, %	$8,84 \pm 0,01$	$8,83 \pm 0,01$

Примітка. У цій і наступній таблиці достовірна різниця між тваринами стійлового і пасовищного періодів утримання $*p<0,05$

Таблиця 2

Жирнокислотний склад молочного жиру ($M \pm m$, $n=10$, г/100 г жирних кислот)

Жирні кислоти	Стойловий період	Пасовищний період
Лауринова, $C_{12:0}$	$3,7 \pm 0,17$	$3,1 \pm 0,22^*$
Міристинова, $C_{14:0}$	$11,1 \pm 0,62$	$9,9 \pm 0,43$
Пальмітинова, $C_{16:0}$	$37,8 \pm 1,41$	$32,3 \pm 1,78^*$
Стеаринова, $C_{18:0}$	$13,6 \pm 0,82$	$15,4 \pm 0,69$
Олеїнова, $C_{18:1}$	$29,8 \pm 1,23$	$34,7 \pm 1,65^*$
Лінолева, $C_{18:2}$	$3,2 \pm 0,18$	$3,7 \pm 0,16$
Ліноленова, $C_{18:3}$	$0,8 \pm 0,06$	$0,9 \pm 0,08$
Сума C_{12} - C_{16}	$52,6 \pm 2,39$	$45,3 \pm 1,98^*$
Сума C_{18}	$47,4 \pm 2,12$	$54,7 \pm 2,31^*$
Сума насичених жирних кислот	$66,2 \pm 1,94$	$60,7 \pm 2,46$
Сума ненасичених жирних кислот	$33,8 \pm 2,08$	$39,3 \pm 1,59$
Сума поліненасичених жирних кислот	$4,0 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,27$

Висновки. Зменшення вмісту середньо- та збільшення довголанцюгових кислот, а також вищі співвідношення між моно- і поліненасиченими жирними кислотами й насиченими у молоці корів пасовищного періоду, порівняно із молоком стійлового періоду, вказують на потенційно більшу користь такого молока для здоров'я людей. Подальші дослідження щодо впливу на жирнокислотний склад молочного жиру важливі для пошуку ефективних шляхів підвищення користі

молока для здоров'я та поліпшення технологічних якостей молочних продуктів.

Бібліографічний список

1. Вовк С. О., Павкович С. Я., Мартин М. Т. Вміст ліпідних компонентів у плазмі крові та молочна продуктивність за використання у раціонах корів рослинно-жирових добавок. *Науково-технічний бюлетень. Інститут біології тварин УААН*. 2004. Вип. 5, № 3. С. 90–94.
2. Курко В. І. Газохроматографічний аналіз харчових продуктів. Київ: Урожай, 1965. С. 65–69.

3. Павкович С., Вовк С., Бальковський В., Огородник Н., Іванків М. Вплив згодовування ріпакового насіння і кальцієвих солей на продуктивність і жирнокислотний склад молочного жиру корів. *Вісник ЛНАУ. Серія «Агрономія»*. 2020. № 24. С. 203–206.
4. Павкович С., Вовк С., Бальковський В., Огородник Н., Дудар І., Іванків М. Вплив згодовування коровам насіння ріпаку на молочну продуктивність, якість і технологічні властивості молока й молочних продуктів. *Вісник ЛНАУ. Серія «Агрономія»*. 2022. № 26. С. 201–206.
5. Цюпко В. В. Склад молочного жиру корів у різні строки після отелення. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. 2010. Вип. 18. Т. 2. С. 119–122.
6. Bernabucci U., Basiricò L., Morera P., Dipasquale D. et al. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98. P. 1815–1827.
7. Ferlay A., Agabriel C., Sibra C., Journal C., Martin B., Chilliard Y. Tanker milk variability in fatty acids according to farm feeding and husbandry practices in a French semi-mountain area. *Dairy Sci. Technol.* 2008. Vol. 88. P. 193–215.
8. Frelich J., Šlachta M., Hanuš O., Špička J. et al. Seasonal variation in fatty acid composition of cow milk in relation to the feeding system. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2012. Vol. 30. P. 219–229.
9. Gellrich K., Mayer H. H. D., Wiedemann S. Composition of major proteins in cow milk differing in mean protein concentration during the first 155 days of lactation and the influence of season as well as short-term restricted feeding in early and mid-lactation. *Czech J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 59. P. 97–106.
10. Hanuš O., Samkova E., Křížová L., Hasoňová L. et al. Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability - A review. *Molecules*. 2018. Vol. 23. P. 1636–1643.
11. Larsen M. K., Andersen K. K., Kaufmann N., Wiking L. Seasonal variation in the composition and melting behavior of milk fat. *J. Dairy Sci.* 2014. Vol. 97. P. 4703–4712.
12. Liu Z., Wang J., Cocks B. G., Rochfort S. Seasonal variation of triacylglycerol profile of bovine milk. *Metabolites*. 2017. Vol. 7. P. 1–24.
13. Mansson H. L. Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutr. Res.* 2008. Vol. 52. P. 1821.
14. Mensink R. P., Zock P. L., Kester A. D. M., Katan M. B. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on. *Amer. J. Clin. Nutr.* 2003. Vol. 77. P. 1146–1155.
15. Pacheco-Pappenheim S., Yener S., Heck J. M. L., Dijkstra J. et al. Seasonal variation in fatty acid and triacylglycerol composition of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104. P. 8479–8492.
16. Priyashantha H., Lundh Å., Höjer A., Bernes G. et al. Composition and properties of bovine milk: A study from dairy farms in northern Sweden; Part II. Effect of monthly variation. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104. P. 8595–8609.
17. Tzompa-Sosa D. A., Meurs P. P., van Valenberg H. J. F. Triacylglycerol profile of summer and winter bovine milk fat and the feasibility of triacylglycerol fragmentation. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2018. Vol. 120. Article 1700291.
18. Wowk S. I., Kyryliv J. I., Pawkowycz S. J., Vantukh A. Ye., Martyn M. T. Influence of various rapeseed products in dairy cows diets on yield and composition of milk. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*. 2004. Vol. 74. P. 201–208.

Стаття надійшла 14.01.2025