

УДК637.12.04:636.2

БОРЩ О.О.
БОРЩ О.В.
КОСІОР Л.Т.
ПІРОВА Л.В.
ЛАСТОВСЬКА І.О.

Білоцерківський національний аграрний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ БІЛКІВ МОЛОКА КОРІВ ЧИСТОПОРІДНИХ ПОРІД ТА ЇХ ПОМІСЕЙ

Проаналізовано біологічну цінність молочного білка у кросбредних корів порівняно з чистопородними аналогами. Дослідження проводили на коровах української чорно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих у результаті схрещування зі швіцькою породою, а також на телицях української червоно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих за схрещування української червоно-рябої молочної з монбельярдською породою. Встановлено, що молочний білок корів-помісей відзначався більш збалансованим складом незамінних амінокислот (НЗАК) та більш сприятливим співвідношенням для переробки. За аналізу вмісту окремих незамінних амінокислот у молоці корів досліджуваних порід з'ясували, що найбільшою абсолютною кількістю характеризується лейцин (9,22–9,87 г/100 г білка молока); фенілаланін+тирозин (9,04–9,75 г/100 г білка молока) і лізин (5,81–6,73 г/100 г білка молока), а мінімальною – метіонін+цистин (3,32–3,88 г/100 г білка молока). Для білка молока корів української чорно-рябої породи першою лімітуючою амінокислотою був валін, уміст якого становив 97,2 % від їх величини за шкалою адекватності в «ідеальному білку», а другими лімітуючими амінокислотами були метіонін+цистин, скор яких становив 94,8 %. У молочному білку помісних корів не виявлено амінокислот, скор яких був менш як 100 %, тобто вміст кожної НЗАК відповідав вимогам потреб людини в еталонному білку. Біологічна цінність білка молока у кросбредних корів була дещо вищою, ніж у чистопородних. Молочний білок корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального, порівняно з амінокислотою формулою відповідності потребам людини. Найкращим за амінокислотним складом та біологічною цінністю білків було молоко червоно-рябих і монбельярдських помісей.

Ключові слова: коров'яче молоко, породи, амінокислотний склад, амінограма, біологічна цінність білків.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-43-49

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Високий потенціал виробництва молока та добрі адаптивні ознаки корів голштинської породи сприяли її поширенню у багатьох частинах світу [1, 2, 3, 4]. При цьому селекціонери часто ігнорували функціональні ознаки голштинів, що призвело до подальшого зниження продуктивності у повновікових корів, погіршення стану здоров'я, отже, додаткових витрат на ветеринарні заходи, проблем з відтворенням та тривалістю господарського використання (довговічністю) в цілому по породі [5, 6, 7]. Все це нівелює продуктивні переваги голштинської породи.

Нині зростає інтерес до кросбридингу завдяки покращенню функціонального стану помісних корів та складу компонентів молока [9, 10, 11]. Інші аспекти, такі як придатність молока до виробництва певних видів продукції і стійкість до метаболічних та незаразних хвороб, також впливають на те, що цьому напрямку розведення дедалі більше віддають перевагу у розвинутих країнах світу [2, 4].

Дослідженнями зарубіжних вчених встановлено, що у кросбредних тварин першого покоління значно поліпшилися такі функціональні ознаки як продуктивне довголіття, якісний склад молока, показники відтворення [5, 6].

Найбільш розповсюдженими породами, яких використовують для покращення відтворення, довголіття та якісного складу молока у США, є швіцька, джерсейська, монбельярдська та айрширська, а у країнах Європейського Союзу – шведська, норвезька та данська червоні породи [1, 2].

Чисельні дослідження підтверджують вплив породи на вміст поживних речовин у молоці [12, 13]. Різняться породи корів і за технологічними властивостями молока, такими як тривалість сичужного зсідання, розмір і кількість жирових кульок, різні константи молочного жиру і склад його фракцій [14, 15, 16]. Такі важливі показники як білковість і сичужне зсідання, якість сичужного згустку, визначаються насамперед породою і породністю корів [17, 18, 19, 20]. Залежно від складу і технологічних властивостей, молоко корів різних порід доцільно

використовувати на виробництво різних продуктів: сиру, масла або як цільномолочний продукт [21, 22, 23].

Метою дослідження було проаналізувати амінокислотний склад та біологічну цінність молочного білка у кросбредних корів порівняно з чистопородними аналогами.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у СТОВ ОП «Михайлівське» с. Михайлівка Вінницького району Вінницької області на коровах української чорно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих у результаті схрещування з швіцькою породою, та у ТОВ «Азорель» с. Мухівці Немирівського району Вінницької області на коровах української червоно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих при схрещуванні української червоно-рябої молочної з монбельярдською породою. У СТОВ «Михайлівське» застосовують прив'язно-стійлову систему утримання в зимовий та безприв'язну з утриманням на вигульно-кормових майданчиках у весняно-осінній періоді. У ТОВ «Азорель» застосовують безприв'язне утримання з використанням глибокої довгонезмінюваної підстилки. В обох господарствах було сформовано по дві групи чистопородних та помісних корів-аналогів з чисельністю 10 голів у кожній (n=10).

В обох господарствах застосовують однотипну цілорічну годівлю корів повнораціонними кормосумішами. Рівень годівлі достатньо високий: тварини споживають щоденно 21,4–21,8 кг сухої речовини, енергетична цінність спожитих кормів складає 211–220 МДж, концентрація енергії в 1 кг сухої речовини – 10,3–10,4 МДж.

Амінокислотний склад білків молока корів досліджуваних порід визначали у період роздою (на 60–70-й день лактації). Оцінку проводили в Державному науково-дослідному контрольному Інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок (м. Львів) методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М» (Україна).

Амінокислотний скор (АКС, %) молочного білка розраховували за процентним співвідношенням кожної з НЗАК в білку молока по відношенню до її вмісту в «ідеальному» білку (еталон – білок курячого яйця).

Біологічну повноцінність білка молока визначали за скоригованим за лімітуючими АК коефіцієнтом засвоюваності (PDCAAS), рекомендованим для оцінювання якості білків об'єднаною експертною радою FAO/WHO [24, 25].

Під час обчислення PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score), скоригованого за лімітуючою амінокислотою з урахуванням перетравності молочного білка (95 %) і адаптованого до потреб дорослої людини, використовували формулу:

$$PDCAAS, \% = \frac{\text{мг лімітуючої АК в 1 г білка молока}}{\text{мг тієї ж АК в 1 г "ідеального" білка}} \cdot КП \cdot 100,$$

де PDCAAS – амінокислотний СКОР, скоригований за лімітуючою амінокислотою;
КП – коефіцієнт перетравності білка (95 %).

Амінокислотну формулу (амінограму) досліджуваних зразків молока, що відображає оптимальні співвідношення між незамінними амінокислотами, порівнювали за її еталонними зразками (за метіоніном + цистином) до еталонних потреб людини (за даними *FAO/WHO/UNO Expert Consultation*, 1991) і до «ідеального білка» курячого яйця (за даними *WHO/FAO Technical Report*, 1973). Побудову амінокислотної формули проводили за методом Покровського [26].

Результати дослідження. За аналізу вмісту окремих незамінних амінокислот у молоці корів досліджуваних порід з'ясували (табл. 1), що найбільшою абсолютною кількістю характеризується лейцин (9,22–9,87 г/100 г білка молока); фенілаланін+тирозин (9,04–9,75 г/100 г білка молока) і лізин (5,81–6,73 г/100 г білка молока), а мінімальною – метіонін+цистин (3,32–3,88 г/100 г білка молока).

У молоці кросбредних корів спостерігали дещо вищі показники вмісту НЗАК у 100 г молочного білка. Вміст ароматичних кислот (фенілаланіну і тирозину), що впливають на смакові якості молока, були на рівні 9,04–9,75 г/100 г білка.

Серед замічних амінокислот найбільший уміст мали глютамінова кислота – 18,62–19,03 г пролін – 8,04–9,18 г/100 г молока, а найменший – аланін, який надає специфічного смаку сировині у процесі сироваріння, – 3,83–4,01 г/100 г молока.

Як відомо, в 100 г білка високої біологічної цінності кількість НЗАК має бути не менш як 40 г. В аналізованому молоці чистопородних чорно-рябих та чорно-рябих помісей зі швіцькою

породою цей показник становив 43,41 та 44,76 г, а у червоно-рябих та червоно-рябих помісей з монбельярдською породою – 41,08 та 43,65 г відповідно.

Таблиця 1 – Амінокислотний склад білка молока корів різних порід, г/100 г білка

Назва амінокислот	Порода, породність			
	Українська чорно-ряба молочна	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької	Українська червоно-ряба молочна	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської
Незамінні амінокислоти, (НЗАК)				
Lys	6,58	6,73	5,81	6,34
Met+Cys	3,32	3,71	3,38	3,88
Thr	4,50	4,54	4,06	4,40
Val	4,86	5,28	5,29	5,77
Leu	9,87	9,83	9,22	9,53
Ile	4,85	4,92	4,28	4,35
Phe+Tyr	9,43	9,75	9,04	9,38
Замінні амінокислоти (ЗАК)				
Pro	8,04	8,26	9,18	8,83
Ser	5,78	5,65	5,33	5,50
Ala	3,83	4,01	3,94	3,97
Gly	2,08	2,13	2,42	2,37
His *	2,93	3,00	2,75	2,89
Arg *	3,48	3,52	3,54	3,55
Asp	5,63	5,72	5,59	5,66
Glu	18,62	18,80	19,03	18,94

Примітка:* – частково незамінні АК, або незамінні для дитячого харчування

Амінокислотний скор (АКС,%) молочного білка, обчислений за процентним співвідношенням кожної з НЗАК в білку молока по відношенню до її вмісту в «ідеальному» білку, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Амінокислотний скор білка молока, %

Назва амінокислот	Порода, породність			
	Українська чорно-ряба молочна	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької	Українська червоно-ряба молочна	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської
Lys	119,6	122,3	105,6	115,2
Met+Cys	94,8	106,0	96,5	110,8
Thr	112,6	113,5	101,4	110,0
Val	97,2	105,6	105,8	115,4
Leu	141,0	140,4	131,7	136,1
Ile	121,2	123,0	107,0	108,7
Phe+Tyr	157,1	162,5	150,6	156,3
Коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КВАС)	29,5	18,85	17,58	11,45
Біологічна цінність білків, % (БЦ)	70,45	81,15	82,42	88,55

Аналізуючи АКС білків молока, крім визначення надлишкових скорів АК, оцінювали також наявність лімітуючих амінокислот, скор яких був нижчим 100 %.

Для білка молока корів української чорно-рябої породи першою лімітуючою амінокислотою (PDCAAS min₁) був валін, вміст якого становив 97,2 % від їх величини за шкалою адекватності в «ідеальному білку». Іншими лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min₂) були метіонін+цистин, скор яких становив 94,8 %. У молочному білку помісних корів зі швіцькою породою не виявлено амінокислот, скор яких був менше 100 %, тобто вміст кожної НЗАК відповідав вимогам потреб людини в еталонному білку. Найбільш надлишковими були фенілаланін + тирозин – 162,5 та лізин – 122,3 %.

Щодо складу білка молока корів української червоно-рябої породи, лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min₁) були метіонін+цистин – 96,5 % від вмісту в «ідеальному» білку. Амінокисло-

тний скор кожної із НЗАК білка помісних корів з монбельярдською породою був вищим за 100 %, при цьому найбільш надлишковими були фенілаланін+тирозин – 162,5 та лейцин – 140,4 %.

Для оцінювання біологічної цінності (БЦ) білків використовували коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КВАС). Чим менше його величина, тим вища якість білка. Встановлено, що у кросбредних корів значення КВАС і БЦ молочного білка були вищі порівняно з чистопородними аналогами. Найкращі показники спостерігали у помісей червоно-рябих корів з монбельярдськими.

Для з'ясування оптимальних співвідношень НЗАК білка молока корів досліджуваних порід їх умісту порівнювали з амінограмою стандартної форми (за метіонін + цистин) «ідеального» білка курячого яйця.

Порівняння з амінограмою «ідеального білка» показало, що молоко корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального (табл. 3). Найближчою до «ідеальної» (за FAO/WHO) була амінограма молочного білка корів-помісей червоно-рябої породи з монбельярдською, а максимальні відмінності спостерігали в АК формулі білка молока чорно-рябих корів. АК формули білків молока чорно-рябих помісей зі швіцькою породою та червоно-рябих займали проміжні позиції (з незначною перевагою чорно-рябих помісей).

Таблиця 3 – Амінокислотна формула молока корів різних порід за метіоніном+цистином (відповідно до потреб людини)

Порода, породність	«Ідеальний» білок (білок курячого яйця),FAO/WHO (2013 р.)						
	Met+Cys	Lys	Thr	Val	Leu	Phe	Phe+Tyr
	1,0	1,57	1,14	1,43	2,00	1,14	1,71
Українська чорно-ряба	1,0	1,98	1,36	1,46	2,97	1,46	2,84
½ української чорно-рябої та ½ швіцької	1,0	1,81	1,23	1,43	2,65	1,32	2,62
Українська червоно-ряба	1,0	1,72	1,20	1,57	2,72	1,26	2,67
½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської	1,0	1,64	1,15	1,49	2,46	1,16	2,41

Найбільший надмірний вміст по відношенню до стандарту відмічено за лейцином і сумою фенілаланін + тирозин в молоці всіх досліджуваних порід.

Висновки. Встановлено, що молочний білок корів-помісей вирізнявся більш збалансованим складом НЗАК. Біологічна цінність білка молока у кросбредних корів була дещо вищою, ніж у чистопородних. Молочний білок корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального для потреб людини. Найкращим за якісним та білковим складом було молоко червоно-рябих і монбельярдських помісей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борщ О., Рубан С. Інтенсивність вирощування кросбредних телиць за різних технологій утримання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. Вип. 4. С. 63–66.
2. Кросбридинг як елемент високопродуктивного молочного скотарства / С.Ю. Рубан та ін. Біологія тварин. 2016. Том 18. Вип. 2. С. 94–104.
3. Сучасні технології виробництва молока (особливості експлуатації, технологічні рішення, ескізні проекти) / С.Ю. Рубан та ін. Харків, 2017. 172 с.
4. Inbreeding and Crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbeliarde and Normande cows / C. Dezetter et al. Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. P. 4904–4913. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2014-8386
5. Ferris C.P., Heins B.J., Buckley F. Crossbreeding in Dairy Cattle: Pros and Cons. WCDS Advances in Dairy Technology. 2014. Vol. 26. P. 223–243.
6. Heins B.J., Hansen L.B. Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande × Holstein, Montbeliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. Journal of Dairy Science. 2012. Vol. 95. P. 918–924. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2011-4523.
7. Heins B.J., Hansen L.B., De Vries A. Survival, lifetime production, and profitability of crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red compared to pure Holstein cows. Journal of Dairy Science. 2012. Vol. 95. P. 1011–1021. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2011-4525.
8. Influence of low temperatures on behavior, productivity and bioenergy parameters of dairy cows kept in cubicle stalls and deep litter system / O.O. Borshch et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. Vol. 7 № (3). P. 73–77. Doi:https://doi.org/10.15421/2017_51
9. Influence of various litter materials and premises characteristics on the comfort and behavior of cows / O.O. Borshch et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. Vol. 7 № (4). P. 529–535. Doi:https://doi.org/10.15421/2017_156

10. Оцінка племінної цінності бугаїв-плідників молочних порід / В.О. Даншин та ін. Збірник наукових праць БНАУ. Сер. «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2016. № 2 (126). С. 110–116.
11. Борщ О.О., Борщ О.В. Вплив різних варіантів безприв'язного утримання корів на витрати обмінної енергії в період низькотемпературного навантаження. Науково-технічний бюлетень ІТНААН. 2017. № 117. С. 7–14.
12. Mazhitova A.T., Kulmyrzaev A.A. (2016). Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99 № (4). P. 2480–2487. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9717>
13. Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Sausamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. A.T. Mazhitova et al. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 195. P. 2683–2688. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.479>
14. Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species / S. Rafiq et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Vol 29. № (7). P.1022–1028. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0452>
15. Sabahelkheir M.K., Faten M.M., Hassan A.A. Amino acid composition of human and animal's milk (camel, cow, sheep and goat). *ARPN Journal of Science and Technology*. 2012. Vol. 2. № (2). P. 32–34.
16. Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds / A.A. Borshch et al. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2018. Vol. 43. № (3). P. 238–246 Doi: <https://doi.org/10.14710/jitaa.43.3.238-246>
17. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits / W.L. Claeys et al. *Food Control*. 2014. Vol. 42. P.188–201. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.045>
18. Ghassemi N.J., Kim B.W., Lee B.H. Coat and hair color: hair cortisol and serotonin levels in lactating Holstein cows under heat stress conditions. *Animal Science*. 2017. Vol. 88. № (1). P. 190–194. Doi: <https://doi.org/10.1111/asj.12662>
19. Guetouache M., Guessas B., Medjekal S. Composition and Nutritional value of raw milk. *Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2014. Vol. 2. № (10). P. 115–122. Doi: <https://doi.org/10.15739/ibspr.005>
20. Fatty acid composition, vitamin A content and oxidative stability of milk in China / K. Liang et al. *Journal of Applied Animal Research*. 2018. Vol. 46. № (1). P. 566–571. Doi: <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1360186>
21. A Comparison of Milk Protein, Amino Acid and Fatty Acid Profiles of River Buffalo and Their F1 and F2 Hybrids with Swamp Buffalo in China / D.X. Ren et al. *Pakistan Journal of Zoology*. 2015. Vol. 47. № (5). P. 1459–1465.
22. Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements / S. Stojanovska et al. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*. 2018. Vol. 7 № (4). P. 392–394. Doi: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394>
23. Comparison of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds in China / Q. Sun et al. *Dairy Science of Technology*. 2014. Vol. 94. № (4). P. 387–395. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0159-9>
24. FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome, Italy. 2013. 66 p.
25. Schaafsma G. The protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) – A consent for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical review. *Journal of AOAC International*. 2005. Vol. 88. № (3). P. 988–994.
26. Покровский А. А. Наука о питании, задачи и методы. Москва. ИОЛИУВ, 1977. 34 с.

REFERENCES

1. Borshch, O., Ruban, S. (2017). Intensy`vnist` vy`roshhuvannya krosbredny`x tely`cz` za rizny`x texnologij utry`mannya [Intensity of growth of crossbred heifers for different technologies of retention]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. Issue 4, pp. 63–66.
2. Ruban, S.Yu. (2016). Krosbry`dy`ng yak element vy`sokoproduky`vnogo molochnogo skotarstva [Crossbreeding as an element of high-yield dairy cattle breeding]. *Biology of animals*. Vol. 18, Issue 2, pp. 94–104.
3. Ruban, S.Yu. (2017). Suchasni texnologiyi vy`robnyc`tva moloka (osobly`vosti ekspluatatsiyi, texnologichni rishennya, eskizni proekty) [Modern milk production technologies (features of exploitation, technological solutions, sketch designs)]. Kharkiv, 172 p.
4. Dezetter, C. (2015). Inbreeding and Crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbeliarde and Normande cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, pp. 4904–4913. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8386>
5. Ferris, C.P., Heins, B.J., Buckley, F. (2014) Crossbreeding in Dairy Cattle: Pros and Cons. *WCDS Advances in Dairy Technology*. Vol. 26, pp. 223–243.
6. Heins, B.J., Hansen, L.B. (2012). Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande × Holstein, Montbeliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreeds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science*. Vol. 95, pp. 918–924. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4523>.
7. Heins, B.J., Hansen, L.B., De Vries, A. (2012). Survival, lifetime production, and profitability of crossbreeds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red compared to pure Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 95, pp. 1011–1021. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4525>.
8. Borshch, O.O. (2017). Influence of low temperatures on behavior, productivity and bioenergy parameters of dairy cows kept in cubicle stalls and deep litter system. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 7, no. (3), pp. 73–77. Available at: https://doi.org/10.15421/2017_51
9. Borshch, O.O. (2017). Influence of various litter materials and premises characteristics on the comfort and behavior of cows. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 7, no. (4), pp. 529–535. Available at: https://doi.org/10.15421/2017_156
10. Danshy`n, V.O. (2016). Ocinka plemynnoyi cinnosti bugayiv-plidny`kiv molochny`x porid [Estimation of breeding value of bulls-breeders of dairy breeds]. *Zbirny`k naukovy`x prac` BNAU [Collection of scientific works of BNAU]*. Ser. «Texnologiya vy`robnyc`tva i pererobky` produkciyi tvary`nny`c`tva» [Sir. "Technology of production and processing of livestock products"]. no. 2 (126), pp. 110–116.

11. Borshh, O.O., Borshh, O.V. (2017). Vplyv ryznykh variantiv bezpry'v'yaznogo utry'mannya koriv na vy'trati obminnoyi energiyi v period ny'z'kotemperaturnogo navantazhennya [Influence of different variants of unbonded maintenance of cows on expenses of exchange energy during the period of low-temperature loading]. *Naukovo-texnichny'j byuleten' IT NAAN*. no. 117, pp. 7–14.
12. Mazhitova, A.T., Kulmyrzaev, A.A. (2016). Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, no. (4), pp. 2480–2487. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9717>
13. Mazhitova, A.T. (2015). Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyrt Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. Vol. 195, P. 2683–2688. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.479>
14. Rafiq, S. (2016). Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol 29, no. (7), pp.1022–1028. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0452>
15. Sabahelkheir, M.K., Faten, M.M., Hassan, A.A. (2012). Amino acid composition of human and animal's milk (camel, cow, sheep and goat). *ARPN Journal of Science and Technology*. Vol. 2, no. (2), pp. 32–34.
16. Borshch, A.A. (2018). Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Vol. 43, no. (3), pp. 238–246. Available at: <https://doi.org/10.14710/jitaa.43.3.238-246>
17. Claeys, W.L. (2014). Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*. Vol. 42, pp. 188–201. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.045>
18. Ghassemi, N.J., Kim, B.W., Lee, B.H. (2017). Coat and hair color: hair cortisol and serotonin levels in lactating Holstein cows under heat stress conditions. *Animal Science*. Vol. 88, no. (1), pp. 190–194. Available at: <https://doi.org/10.1111/asj.12662>
19. Guetouache, M., Guessas, B., Medjekal, S. (2014). Composition and Nutritional value of raw milk. *Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. Vol. 2, no. (10), pp. 115–122. Available at: <https://doi.org/10.15739/ibspr.005>
20. Liang, K. (2018). Fatty acid composition, vitamin A content and oxidative stability of milk in China. *Journal of Applied Animal Research*. Vol. 46, no. (1), pp. 566–571. Available at: <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1360186>
21. Ren, D.X. (2015). A Comparison of Milk Protein, Amino Acid and Fatty Acid Profiles of River Buffalo and Their F1 and F2 Hybrids with Swamp Buffalo in China. *Pakistan Journal of Zoology*. Vol. 47, no. (5), pp. 1459–1465.
22. Stojanovska, S. (2018). Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*. Vol. 7, no. (4), pp. 392–394. Available at: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394>
23. Sun, Q. (2014). Comparison of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds in China. *Dairy Science of Technology*. Vol. 94, no. (4), pp. 387–395. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0159-9>
24. FAO. (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome, Italy. 66 p.
25. Schaafsma, G. (2005). The protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) – A consent for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical review. *Journal of AOAC International*. Vol. 88, no. (3), pp. 988–994.
26. Pokrovsky'j, A.A. (1977). Nauka o py'tany'j, zadachy' y' metody [Nutrition Science, Tasks and Methods]. Moscow. IOLIU. 34 p.

Сравнительный анализ аминокислотного состава и биологической ценности белков молока чистопородных коров и их помесей.

Борщ А.А., Борщ А.В., Косиор Л.Т., Пирова Л.В., Ластовская И.А.

Проанализировано биологическую ценность молочного белка у кроссбредных коров по сравнению с чистопородными аналогами. Исследования проводили на коровах украинской черно-пестрой молочной породы и помесях первого поколения, полученных в результате скрещивания со швицкой породой, и на телках украинской красно-пестрой молочной породы и помесях первого поколения, полученных при скрещивании украинской красно-пестрой молочной с монбельярдской породой. Установлено, что молочный белок коров-помесей отличался более сбалансированным составом НЗАК и благоприятным соотношением для переработки. При анализе содержания отдельных незаменимых аминокислот в молоке коров исследуемых пород выявили, что наибольшим абсолютным количеством характеризуется лейцин (9,22–9,87 г/100 г белка молока), фенилаланин + тирозин (9,04–9,75 г/100 г белка молока) и лизин (5,81–6,73 г/100 г белка молока), а минимальным – метионин + цистин (3,32–3,88 г/100 г белка молока). Для белка молока коров украинской черно-пестрой породы первой лимитирующей аминокислотой был валин, содержание которого составило 97,2 % от их величины по шкале адекватности в «идеальном белке», а вторыми лимитирующими аминокислотами были метионин + цистин, скор которых составил 94,8 %. В молочном белке помесных коров не обнаружено аминокислот, скор которых был менее 100 %, то есть содержание каждой НЗАК отвечало требованиям потребностей человека в эталонном белке. Биологическая ценность белка молока у кроссбредных коров была несколько выше, чем у чистопородных. Молочный белок коров исследуемых пород не содержит аминокислот, соотношение которых меньше оптимального по сравнению с аминокислотной формулой соответствия потребностям человека. Лучшим по качественному и белковому составу было молоко красно-пестрых и монбельярдских помесей.

Ключевые слова: коровье молоко, породы, аминокислотный состав, аминокислотная формула, биологическая ценность белков.

Comparative analysis of milk amino acid composition and protein biological value in purebred cows and their crossbreeds

Borshch O., Borshch O., Kosior L., Pirova L., Lastovska I.

The milk protein biological value of crossbred cows has been compared with purebred lines. The research has been carried out on Ukrainian Black and White dairy cows and crossbred lines of the first generation obtained due to crossbreeding

with Brown Swiss breed. The same has been done on Ukrainian Red and White dairy cows, Montbéliarde breed and crossbred lines of the first-generation, obtained due to crossbreeding with Ukrainian Red and White dairy cows. It has been established that the milk protein of crossbred cows has more balanced composition of (MPC) and more appropriate ratio for processing. The essential amino acid milk analysis of the investigated breeds has found that there is a big amount of leucine (9.22–9.87 g/100 g protein of milk), phenylalanine + tyrosine (9.04–9.75 g/100 g of milk protein) and lysine (5.81–6.73 g/100 g protein of milk). Also, there is a minimum amount of methionine + cystine – (3.32–3.88 g/100 g protein of milk). The first limitative amino acid in the milk protein of Ukrainian Black and White breed is valine, the content of which is 97.2 % of the total amount in the scale of the reference protein. The second limitative amino acids are methionine + cystine, the content of which is 94.8 %. The amino acids haven't been found in the milk protein of crossbred cows. It means that the composition of each (MPC) is appropriate for human needs in the reference protein. The milk protein biological value of crossbred cows is somewhat higher than in purebred animals. The milk protein of the investigated breeds does not contain amino acids, the correlation of which is less than optimal in comparison with the amino acid formula of human needs. The milk of Red and White dairy cows and Montbéliarde breed has best protein quality.

Key words: cow's milk, breed, amino acid composition, amino gram, biological value of proteins.

Надійшла 21.03.2019 р.