

---

# ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРобКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

---

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,  
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК.636.082.265:637.12.04  
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.23>

---

## ВПЛИВ МІЖПОРОДНОГО СХРЕЩУВАННЯ НА БІЛКОВИЙ СКЛАД, ХАРЧОВУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЦІННІСТЬ МОЛОКА КОРІВ-ПЕРВІСТОК

---

**Борщ О.О.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри технології виробництва молока і м'яса,  
Білоцерківський національний аграрний університет

**Борщ О.В.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри технології виробництва молока і м'яса,  
Білоцерківський національний аграрний університет

**Бабенко О.І.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри генетики, розведення та селекції тварин,  
Білоцерківський національний аграрний університет

*Метою роботи є вивчення амінокислотного складу та харчової, енергетичної і біологічної цінності молока помісних корів-первісток порівняно із чистопородними аналогами. Дослідження проведено у СТОВ ОП «Михайлівське» с. Михайлівка Вінницького району Вінницької області на чистопородних первістках української чорно-рябої молочної породи (УЧРМП) і помісях першого покоління, отриманих унаслідок схрещування УЧРМП із швіцькою породою. У СТОВ «Михайлівське» застосовується прив'язно-стійлова система утримання в зимовий період і безприв'язна система з утриманням на вигульно-кормових майданчиках у весняно-осінній період. У господарстві сформовано дві групи первісток-аналогів (чистопородних і помісних) за віком та періодом лактації (60-70 доба) із чисельністю 10 голів у кожній. Використання міжпородного схрещування як елемента поліпшення молочної худоби на фермі промислового типу вплинуло на білковий склад молока, його харчову та енергетичну цінність. У досліджуваному молоці помісних первісток відношення жиру до білка становило 1,2:1,0, відношення білка до жиру у досліджуваному молоці – 0,832:1,0. Щодо чистопородних первісток, то у їхньому молоці співвідношення жиру до білка було децю нижчим – 1,23:1, а білка до жиру, навпаки, вищим – 0,810:1,0. Білок молока помісних корів-первісток мав вищу біологічну цінність порівняно із чистопородними тваринами. Для білка молока первісток УЧРМП першою лімітуючою амінокислотою (PDCAAS min 1) був валін, уміст якого становив 97,2%. Іншими лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min 2) були метіонін+цистеїн, скор яких становив 94,8%. Білок молока помісних корів не містив амінокислот, скор яких був менше 100%. Показник сумарного коефіцієнта утилітарності у помісних чорно-рябих первісток із швіцькою породою*

---

становив 104,94%, тоді як у чистопородних аналогів ці значення були децю нижчими і становили 93,63%. Молоко помісних первісток мало більшу харчову та енергетичну цінність порівняно із чистопородними аналогами.

**Ключові слова:** корови-первістки, помісі, швіцька порода, амінокислотний скор, харчова та енергетична цінність.

**Borshch O.O., Borshch O.V., Babenko O.I. The influence of interbreed crossing on protein composition, nutritional and energy value of milk of first-calf heifers**

The purpose of this work was to study the amino acid composition, nutritional, energy and biological value of milk from crossbred first-calf heifers in comparison with purebred analogs. The research was carried out in JLLC AP Mykhailivske (village Mikhailovka, Vinnitsa district of Vinnitsa region) on purebred first-calf heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed and first generation crosses obtained through crossing with the Brown Swiss breed. Mykhailivske LLC uses a tie and stall barn housing system in winter and free housing on fodder grounds in the spring-autumn periods. On the farm, two groups of analogue heifers (purebred and crossbred) were formed by age and lactation period (60-70 days) with a number of 10 heads in each. The amino acid composition of milk proteins was determined during the period of milk production (on the 60-70th day of lactation) by capillary electrophoresis using the Kapel-105/105M capillary electrophoresis system (Ukraine). The use of interbreeding as an element of improving dairy cattle on an industrial farm influenced the protein composition of milk and its nutritional and energy value. In the test of milk of crossbred first-heifers, the fat-to-protein ratio was within 1.204:1, the protein-to-fat ratio in the test milk was 0.832:1. In the milk of purebred black-and-white first-calf heifers, the fat-to-protein ratio was slightly lower – 1.23:1, and protein to fat, on the contrary, is higher than 0.810:1. The milk protein of crossbred first-calf heifers had a high biological value in comparison with purebred animals. For milk protein of first-calf heifers of the Ukrainian Black-and-White breed, the first limiting amino acid (PDCAAS min 1) was valine, the content of which was 97.2%. Other limiting amino acids (PDCAAS min 2) were methionine + cystine, the rate of which was 94.8%. The milk protein of crossbred first-calf heifers did not contain amino acids, the rate of which was less than 100%. The value of the total utilitarian coefficient in crossbred black-and-white first heifers from the Brown Swiss breed was 104.94%, while in purebred black-and-white counterparts these values were slightly lower and amounted to 93.63%, respectively. The milk of crossbred first-calf heifers had greater nutritional and energy value in comparison with purebred analogs.

**Key words:** heifers, crosses, Brown Swiss breed, speed, nutritional and energy value.

**Постановка проблеми.** Розведення великої рогатої худоби спрямоване на поліпшення генетичної цінності тварин і забезпечення можливості майбутнім поколінням виробляти молоко в ефективніший спосіб [1, с. 4904; 2, с. 3261]. Одним із методів розведення є міжпородне схрещування, котре позитивно впливає на рентабельність виробництва молока, відтворення і здоров'я молочних корів, а також на склад і властивості молока, молочного жиру і білка [3, с. 51; 4, с. 36]. Успіх роботи внаслідок застосування міжпородного схрещування насамперед залежить від вибору поліпшуючої породи, комбінаційної здатності певних порід, умов годівлі та утримання тварин. Далеко не всі породи можуть однаково ефективно поєднуватися між собою і давати потомство з бажаними якістьями [5, с. 41]. Найпоширенішою породою молочних корів у світі є голштинська порода, яка поряд із багатьма перевагами (висока продуктивність та конверсія корму, добрі адаптаційні ознаки і придатність до сучасних технологій утримання) має цілу низку недоліків, пов'язаних передусім із низькими відтворними ознаками, резистентністю до захворювань, короткою тривалістю продуктивного використання і низьким якісним складом молока [6, с. 25].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нині проблема раціонального використання і переробки кормових ресурсів на повноцінні за амінокислотним складом харчові продукти є особливо актуальною для населення [7, с. 63]. Амінокислоти є одними із найприродніших універсальних регуляторів обміну речовин і життєдіяльності організму людини. Біохімічні сполуки цього класу служать одними із найважливіших елементів повноцінного харчування людини [8, с. 1022; 9, с. 69].

Відомо, що різні амінокислоти знаходять широке застосування в медицині і народному господарстві для балансування білкового харчування, оскільки значна кількість харчових і кормових продуктів не містять у своєму складі потрібної кількості незамінних амінокислот [10, с. 237]. Задля ліквідації можливого дисбалансу амінокислот їх використовують у чистому вигляді або вводять до складу комбінованих продуктів і кормів, які випускаються промисловістю [11, с. 685].

Молоко є складною полідисперсною системою, у водній фазі якої розчинені компоненти жирової, білкової, вуглеводної, мінеральної та іншої природи. Одними із найважливіших компонентів молока є білки, представлені у своїй основі казеїном і сироватковими білками. Із погляду хімії білки – це високомолекулярні сполуки, що складаються з амінокислот. У функціональній діяльності організму амінокислоти виконують субстратну та регуляторну функції у біосинтезі білка, активно залучаються до енергетичних процесів, є джерелом фізіологічно активних амінів, беруть участь в утворенні нуклеїнових кислот, ліпідів, гормонів. Основне значення білків полягає у їхній незамінності іншими харчовими речовинами. В організмі людини білки розщеплюються до амінокислот, певна частина їх розщеплюється до органічних кетокислот, із яких в організмі знову синтезуються нові амінокислоти, а потім потрібні організму білки.

Однією із найважливіших характеристик споживчих властивостей харчових продуктів є їхня біологічна цінність – показник якості харчового білка, що відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребі організму в амінокислотах для синтезу білка. Для оцінки біологічної цінності харчових продуктів застосовуються різні методи, одним із яких є порівняння складу незамінних амінокислот білка цього продукту із відповідним амінокислотним складом так званого «ідеального білка» (білка курячого яйця) [12, с. 238].

Одним із критеріїв якості молока як сировини є його придатність до подальшої переробки [13, с. 392]. Якісний склад молока обумовлений генетичними факторами (вид, порода, лінія) та водночас залежать від паратипових факторів: віку, стадії лактації, типу годівлі, пори року, кліматичних умов. Поряд із основними якісними показниками молока, такими як жир, білок, лактоза та суха речовина, не менш важливими є його жирнокислотний, амінокислотний та мінеральний склад, а також про- і антиоксидантні властивості. Знання цих показників є ключовим фактором для визначення придатності молока до переробки на певні види продукції [14, с. 117; 15, с. 115].

**Постановка завдання.** Отже, основним результатом впливу міжпородного схрещування має бути отримання потомства, яке б переважало за своїми якостями чистопородних аналогів. Насамперед це стосується таких ознак кросбредних тварин, як показники відтворення, здоров'я, якості молока і тривалості продуктивного використання (довголіття). Найпоширеніші породи, які розводять в Україні – українські чорно- і червоно-ряба молочні, в основі яких велика кровність із голштинами; вони мають спільні із голштинами недоліки, уникнення яких у потомстві істотно підвищить рентабельність ведення скотарства. На позитивний вплив міжпородного схрещування вказують вітчизняні автори [16, с. 110; 17, с. 27; 18, с. 141]. Однак у результатах їхніх досліджень не досить висвітлені питання амінокислотного складу білків молока помісей. Результати таких досліджень мають доповнити і розширити знання про вплив кросбридингу на ефективність виробництва молока.

**Метою** роботи є вивчення амінокислотного складу, а також харчової, енергетичної і біологічної цінності молока помісних корів-первісток порівняно із чистопородними аналогами.

**Матеріал та методика проведення досліджень.** Дослідження проводили у СТОВ ОП «Михайлівське» с. Михайлівка Вінницького району Вінницької області на чистопородних первістках української чорно-рябої молочної породи і помісях першого покоління, отриманих унаслідок схрещування із швіцькою породою. У СТОВ «Михайлівське» застосовується прив'язно-стійлова система утримання в зимовий період і безприв'язна система з утриманням на вигульно-кормових майданчиках у весняно-осінній період. У господарстві сформовано дві групи первісток-аналогів (чистопородних і помісних) за віком та періодом лактації (60-70 доба) із чисельністю 10 голів у кожній.

На фермі застосовується однотипна цілорічна годівля корів повнораціонними кормосумішами. Рівень годівлі досить високий: тварини споживають щоденно 21,4-21,8 кг сухої речовини, енергетична цінність спожитих кормів становить 211-220 МДж, концентрація енергії у 1 кг сухої речовини – 10,3-10,4 МДж.

Для аналізу амінокислотного складу середньодобові проби молока від кожної із піддослідних корів охолоджували до температури  $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

Амінокислотний склад білків молока визначали у період роздою (на 60-70-й день лактації) методом капілярного електрофорезу із використанням системи «Капель-105/105М» (Україна). Система капілярного електрофорезу «Капель-105/105М» із позитивною полярністю джерела високої напруги (внутрішній діаметр капіляру – 75 мкм, повна довжина капіляру – 60 см, ефективна довжина – 50 см) обладнана спеціальним програмним забезпеченням на основі персонального комп'ютера. Метод визначення амінокислот у молоці ґрунтується на розкладі проб кислотним гідролізом із їх переходом у вільні форми фенілтиокарбамільних похідних (ФТК-похідних), подальшому їх розділенні і кількісному визначенні методом капілярного електрофорезу. Детектування проводили в УФ-області спектру за довжини хвилі 254 нм.

Амінокислотний скор (АКС, %) молочного білка розраховували за процентним співвідношенням кожної із НЗАК у білку молока до її вмісту в «ідеальному» білку (еталоном вважається білок курячого яйця, сої або жіночого молока). Біологічну повноцінність білка молока визначали за скоригованим за лімітуючими АК коефіцієнтом засвоюваності (PDCAAS), рекомендованим для оцінки якості білків об'єднаною експертною радою ФАО/ВООЗ. Під час розрахунку PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score), скоригованого за лімітуючою амінокислотою з урахуванням перетравності молочного білка (95%) та адаптованого до потреб дорослої людини, використовували методику Schaafsma (2000) [19, с. 1865].

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

де, PDCAAS – АКС, скорегований за лімітуючою амінокислотою;

КП – коефіцієнт перетравності білка (95%).

Матеріали дослідження обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного, середньоквадратичної похибки і достовірності різниці між порівнюваними показниками. Вірогідність отриманих результатів і різницю між показниками розраховували за *t*-критерієм Стьюдента. Для показу вірогідності у таблицях прийнято умовні позначення  $P > 0,95$ ;  $P > 0,99$ ;  $P > 0,999$ , які у статті відповідно позначені зірочками (\*; \*\*; \*\*\*).

**Результати проведення досліджень.** За даними табл. 1 видно, що помісні первістки переважають чистопородних аналогів за показниками вмісту масової частки жиру, білка і лактози на 0,08%; 0,15% та 0,02% відповідно.

У досліджуваному молоці помісних первісток відношення жиру до білка знаходиться в межах 1,20:1,0 за оптимального співвідношення 1,20-1,1:1,0, відношення білка до жиру у досліджуваному молоці дорівнює 0,832:1,0 за оптимального співвідношення 0,870:1,0. Щодо чистопородних чорно-рябих первісток, то у їхньому молоці співвідношення жиру до білка було дещо вищим – 1,23:1,0, а білка до жиру, навпаки, нижчим – 0,810:1,0.

Таблиця 1

**Вміст і співвідношення поживних речовин у молоці корів-первісток у середньому за лактацію**

Показники	Корови-первістки	
	чистопородні	помісі
Масова частка жиру, %	3,74±0,03	3,82±0,09
Масова частка білка, %	3,03±0,02	3,18±0,03***
Масова частка лактози, %	4,54±0,09	4,56±0,07
Співвідношення:		
жир : білок	1,23:1	1,20:1
білок : жир	0,810:1	0,832:1

Примітка. \*\*\* –  $P \geq 0,999$  порівняно із чистопородною групою

Нині за рекомендацією ФАО/ВООЗ під час визначення біологічної цінності білків прийнято порівнювати амінокислотний склад досліджуваних білків із їхнім умістом в «ідеальному» білку [15]. Водночас важливо, щоб у досліджуваному білку була не тільки достатня кількість НЗАК, але і співвідношення між окремими незамінними амінокислотами було максимально наближеним до співвідношення у білках людського тіла. Амінокислотний скор (АКС,%) молочного білка, розрахований за процентним співвідношенням кожної із НЗАК у білку молока за відношенням до її умісту в «ідеальному» білку, представлений у табл. 2. Як відомо, порушення збалансованості амінокислотного складу харчових білків спричинює порушення білкового обміну, пов'язане як із процесами синтезу, так і з процесами катаболізму в організмі людини. Недостатня кількість тієї чи іншої амінокислоти обмежує використання інших амінокислот для синтезу білка, а надлишок призводить до порушення динамічної амінокислотної рівноваги у бік анаболізму, до утворення і накопичення токсичних продуктів обміну.

Під час аналізу АКС білків молока, крім визначення надлишкових скорів АК, оцінювали також наявність лімітуючих амінокислот, скор яких був нижче 100%.

АКС за процентним співвідношенням НЗАК білка молока первісток української чорно-рябої породи до їхньої кількості за шкалою адекватності ФАО/ВООЗ для дорослої людини становив 141,7%, помісних із швіцькою породою – 146,0%.

Для білка молока первісток української чорно-рябої породи першою лімітуючою амінокислотою (PDCAAS min 1) був валін, уміст якого становив 97,2% від їхньої величини за шкалою адекватності в «ідеальному білку» (табл. 2). Іншими лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min 2) були метіонін+цистеїн, скор яких становив 94,8%. У білку помісних корів із швіцькою породою не виявлено амінокислот, в яких скор був менше 100%, тобто вміст кожної НЗАК відповідав вимогам потреб людини в еталонному білку. Найбільш надлишковими були фенілаланін + тирозин (162,5%) і лізин (122,3%).

Таблиця 2

**АКС амінокислот білка молока корів різних генотипів  
щодо «ідеального» білка**

Незамінні амінокислоти, (НЗАК)	Вміст НЗАК в «ідеальному» білку, мг/г <sup>‡</sup>	Корови-первістки			
		чистопородні		помісі	
		НЗАК, мг/г	АКС, %	НЗАК, мг/г	АКС, %
Лізін	55	65,8	119,6	67,3	122,3
Метіонін+ цистеїн	35	33,2	94,8	37,1	106,0
Треонін	40	45,0	112,6	45,4	113,5
Валін	50	48,6	97,2	52,8	105,6
Лейцин	70	98,7	141,0	98,3	140,4
Ізолейцин	40	48,5	121,2	49,2	123,0
Фенілаланін + тирозин	60	94,3	157,1	97,5	162,5

Примітка. ‡ – Шкала ФАО/ВООЗ адекватності НЗАК щодо потреб людини

Одним із показників, який характеризує біологічну повноцінність білків, є їхня утилітарність (засвоєння). Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу характеризує збалансованість НЗАК щодо фізіологічно потрібної норми (еталонного значення). Чим вищим є значення коефіцієнта утилітарності, тим краще збалансовані амінокислоти білка і тим раціональніше вони можуть бути використані організмом.

Результати розрахунку коефіцієнта утилітарності за кожною із НЗАК білка молока корів різних порід наведені у табл. 3. Установлено, що у первісток обох груп величина сумарного коефіцієнта утилітарності вказує на високий рівень збалансованості амінокислотного складу, тобто вміст НЗАК білка молока, які використовуються для конструктивних потреб організму людини, досить високий. У групі помісей величина сумарного коефіцієнта утилітарності становила 104,94%, тоді як у групі чистопородних чорно-рябих первісток це значення було дещо нижчим і становило 93,63%.

Таблиця 3

**Коефіцієнти утилітарності із НЗАК білка молока корів різних генотипів**

Незамінні амінокислоти, (НЗАК)	Корови-первістки	
	чистопородні	помісі
Лізін	0,79	0,86
Метіонін+цистеїн	1,00	0,99
Треонін	0,84	0,93
Валін	0,97	1,00
Лейцин	0,67	0,75
Ізолейцин	0,72	0,85
Фенілаланін + тирозин	0,60	0,64
ΣКу	93,63	104,94

Для нормальної життєдіяльності в організм людини щодня мають надходити із їжею білки, ліпіди, вуглеводи, макро- і мікроелементи, вітаміни, харчові волокна та інші речовини відповідно до формули збалансованого харчування, що враховує норми споживання харчових речовин та енергії різними групами населення залежно від роду діяльності, віку і статі, а також дітьми та особами похилого віку.

На підставі вищезазначеного нами розрахована енергетична і харчова цінність молока корів-первісток УЧРМП та їхніх помісей із швіцькою породою (табл. 4).

Таблиця 4

**Харчова та енергетична цінність молока корів різних генотипів,  
у 100 г продукту**

Показник	Добова потреба людини	Корови-первістки	
		чистопородні	помісні
		Харчова цінність молока, відсоток відповідності	
Білок, від загальної потреби у білку (г)	80	3,78	3,85
Білок, від потреби у тваринному білку (г)	30	10,10	10,27
Жир, від загальної потреби в жирі (г)	60	6,23	6,36
Жир, від потреби у тваринному жирі (г)	25	14,96	15,28
Лактоза, від загальної потреби у вуглеводах (г)	400	1,13	1,14
Лактоза, від потреби в моно- і дисахаридах (г)	75	6,07	6,08
Енергетична цінність			
- ккал/кДж	3000/12540	2,19	2,23

Результати досліджень указують про дещо вищі показники харчової цінності за білком, жиром і лактозою молока помісних первісток порівняно із чистопородними.

Білки є життєво необхідними продуктами, які служать матеріалом для побудови клітин. Роль білків в організмі посідає важливе місце через те, що вони є матеріалом, потрібним для синтезу гемоглобіну, більшості гормонів і ферментів. Установлено, що 100 г білка молока помісей чорно-рябої і швіцької порід забезпечує людину на 3,85% та 10,26% від добової потреби у загальному і тваринному білку відповідно. Водночас ці показники молока чистопородних чорно-рябих первісток становили 3,78 та 10,10% відповідно.

Жири або триацилгліцериди є одними з основних джерел енергії, тобто вони компенсують енергетичні витрати організму і беруть участь у процесах терморегуляції, а також містять жиророзчинні вітаміни А, Е, D, К [8, с. 1022].

Молоко помісних корів-первісток УЧРМП і швіцької порід у кількості 100 г забезпечує добову потребу людини у жирі на 6,36%, на 15,28% – у жирі тваринного походження, що відповідно на 0,13 та 0,32% вище, ніж у чистопородних аналогів. Лактоза як вуглевод міститься лише у молоці та відіграє важливу роль у функціонуванні організму. Лактоза, потрапляючи у ротову порожнину, впливає

на консистенцію слини, надаючи їй характерну в'язкість. Окрім цього, вона сприяє більш активному всмоктуванню вітамінів В-групи, аскорбінової кислоти і  $\text{Ca}^{2+}$ , а потрапляючи до кишечника, активізує розмноження біфідо- і лактобактерій, важливих для правильної роботи організму.

Харчова цінність лактози молока корів-помісей переважає чистопородних аналогів на 0,01%; за моно- та дисахаридами помісні первістки чорно-рябої із швіцькою породою переважали чистопородних на 0,01%.

Калорійність їжі або енергетична цінність харчових продуктів – це кількість енергії, яка утворюється під час окиснення жирів, білків, вуглеводів, що містяться у продуктах харчування і витрачаються на фізіологічні функції організму. Молоко є значним джерелом енергії, яка надходить за рахунок його жирів, білків і вуглеводів [10, с. 237].

Зокрема, 100 грамів молока корів-помісей чорно-рябої із швіцькою породою забезпечує організм людини енергією на 2,23% від добової потреби, що на 0,04% більше, ніж така сама кількість молока чистопородних чорно-рябих аналогів.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Установлено, що білок молока помісних первісток УЧРМП і швіцької порід мав вищу біологічну цінність порівняно із білком молока чистопородних тварин. Для білка молока первісток УЧРМП першою лімітуючою амінокислотою (PDCAAS min 1) був валін, уміст якого становив 97,2%. Іншими лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min 2) були метіонін+цистеїн, скор яких становив 94,8%. Білок молока помісних корів не містив амінокислот, скор яких був менше 100%. Величина сумарного коефіцієнта утилітарності у помісних чорно-рябих первісток із швіцькою породою становив 104,94%, тоді як у чистопородних чорно-рябих аналогів ці значення були дещо нижчими і становили 93,63%. Молоко помісних первісток мало більшу харчову та енергетичну цінність порівняно із чистопородними аналогами.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні фізико-хімічних властивостей молока та його сиропридатності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Dezetter C., Leclerc H., Mattalia S., Barbat A., Boichard D., Ducrocq V. Inbreeding and Crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbeliarde and Normande cows. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. P. 4904–4913. doi.org/10.3168/jds.2014-8386
2. Hazel A.R., Heins B.J., Hansen L.B. Health treatment cost, stillbirth, survival, and conformation of Viking Red-, Montbeliarde-, and Holstein-sired crossbred cows compared with pure Holstein cows during their first 3 lactations. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 104. P. 3261–3277. doi.org/10.3168/jds.2020-18604
3. Borshch O.O., Ruban S.Yu., Borshch O.V., Polischuk V.M. Bioenergetic and ethological features of the first-calf heifers of different genotypes. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 4 (1). P. 51–55. doi: 10.32718/ujvas4-1.10
4. Борщ О.О., Борщ О.В. Оцінка корів-первісток різних генотипів за показниками розвитку вимені та молоковиведення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. Т. 23. № 94. С. 36–41. doi: 10.32718/nvlvet-a9407
5. Рубан С.Ю., Борщ О.В., Борщ О.О. Сучасні технології виробництва молока (особливості експлуатації, технологічні рішення, ескізні проекти). Харків : ФОП Бровін О.В., 2017. 172 с.

6. Borshch O.O., Ruban S., Borshch O.V. Review: the influence of genotypic and phenotypic factors on the comfort and welfare rates of cows during the period of global climate changes. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32(1). P. 25–34. doi: 10.15159/jas.21.12.
  7. Борщ О.О., Рубан С.Ю. Інтенсивність вирощування кросбредних телиць за різних технологій утримання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 63–66.
  8. Rafiq S., Huma N., Pasha S., Sameen A., Mukhtar O., Khan M.I. Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Vol. 29 (7). P. 1022–1028. doi.org/10.5713/ajas.15.0452
  9. Sabahelkheir M.K., Faten M.M., Hassan A.A. Comparative Determination of Biochemical Constituents between Animals (Goat, Sheep, Cow and Camel) Milk with Human Milk. *Research Journal of Recent Sciences*. 2012. Vol. 1 (5). P. 69–71.
  10. Li P., Yin Y.L., Li D., Kim S.W. Amino acids and immune function. *British Journal of Nutrition*. 2007. Vol. 98. P. 237–252. doi.org/10.1017/S000711450769936X
  11. Moshel Y., Rhoads R.E., Barash I. Role of amino acids in translational mechanisms governing milk protein synthesis in murine and ruminant mammary epithelial cells. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2006. Vol. 98 (3). P. 685–700. doi: 10.1002/jcb.20825
  12. Borshch A.A., Borshch A.V., Lutsenko M.M., Merzlov S.V., Kosior L.T., Lastovska I.A., Pirova L.V. 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*. 2018. Vol. 43(3). P. 238–246. doi:10.14710/jitaa.43.3.238-246
  13. Stojanovska S., Tomovska J., Krstanovski A., Tasevska J., Menkovska M. Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2018. Vol. 7 (4). P. 392–394. doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394
  14. Borshch O.O., Borshch O.V., Kosior L.T., Lastovska I.A., Pirova L.V. The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25(1). P. 117–123.
  15. Guetouache M., Guessas B., Medjekal S. Composition and Nutritional value of raw milk. *Issue sin Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2014. Vol. 2(10). P. 115–122. doi.org/10.15739/ibspr.005
  16. Даншин В.О., Рубан С.Ю., Федота О.М., Мітіогло Л.М., Борщ О.О. Оцінка племінної цінності бугаїв-плідників молочних порід. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2016. № 2. С. 110–116.
  17. Башенко М.І., Бойко О.В., Гончар О.Ф., Сотніченко Ю.М., Ткач Є.Ф. Особливості екстер'єру корів-первісток, отриманих від бугаїв порід монбельярд, норвезька червона та голштин. *Розведення і генетика тварин*. 2021. Т. 61. С. 27–35. doi: <https://doi.org/10.31073/abg.61.04>
  18. Борщ О.О. Відтворні ознаки корів різного походження і віку. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. № 100. С. 141–146. doi: <https://doi.org/10.37000/abbsl.2021.100.24>
  19. Schaafsma G. The protein digestibility-corrected amino acid score. *The Journal of nutrition*. 2000. Vol. 130 (7). P. 1865–1867. doi:10.1093/JN/130.7.1865S
-