

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.2:637.1:577.112:575

Склад молочного білка у корів різних генетичних груп

Ластовська І.О.¹ , Борщ О.В.¹ , Гришко В.А.¹ , Прудніков В.Г.² ,
Гаюк Н.В.¹ , Матвєєв М.А.³ , Борщ О.О.¹ 

¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Державний біотехнологічний університет³ Національний університет біоресурсів і природокористування України E-mail: Гаюк Н.В. gayukn_14@ukr.net; Борщ О.О. borshcha@outlook.com

Ластовська І.О., Борщ О.В., Гришко В.А.,
Прудніков В.Г., Гаюк Н.В., Матвєєв М.А.,
Борщ О.О. Склад молочного білка у корів
різних генетичних груп. Збірник науко-
вих праць «Технологія виробництва і пе-
реробки продукції тваринництва», 2025.
№ 1. С. 15–23.

Lastovska I., Borshch O., Grishko V., Prud-
nikov V., Haiuk N., Matvieiev M., Borshch O.
Composition of milk protein in cows of dif-
ferent genetic groups. «Animal Husbandry
Products Production and Processing», 2025.
№ 1. PP. 15–23.

Рукопис отримано: 31.03.2025 р.

Прийнято: 15.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2025-194-1-15-23

Метою цієї роботи було вивчити вплив схрещування корів айрширської породи фінської селекції з бугаями норвезької червоної породи в умовах помірного клімату України на вміст незамінних амінокислот та їх біологічну цінність. Дослідження проводили на комерційній фермі у Полтавській області на коровах породи фінський айршир та їх помісних із норвезькою червоною породою.

На фермі корів утримують безприв'язно у легкозбірному приміщенні на глибокій довгонезмінюваній солом'яній підстилці. Доїння відбувається двічі на добу у доїльному залі на установці «Паралель» 2×12. Для дослідження було сформовано групи чистопородних (n=16) та помісних (n=20) корів першої лактації. Тварини перебували на третьому місяці лактації (74±17) діб та були нетільними. Використання міжпородного схрещування фінських айрширів із норвезькою червоною породою позитивно вплинуло на білковий склад молока помісних. Для білка молока фінських айрширів першою лімітуючою (нижчою за рекомендований вміст в еталонному білку) амінокислотою був метіонін + цистин (впливає на швидкість утворення згустку при сироварінні), вміст якого становив 96,3 %. У білку молока помісних корів не було виявлено амінокислот, в яких скор був менш ніж 100 %. Найбільш надлишковими були фенілаланін + тирозин – 143,7 % та лейцин – 122,1 %, котрі є ароматичними амінокислотами та впливають на смакові властивості молока. Білок молока помісних характеризувався дещо вищою величиною сумарного коефіцієнта утилітарності порівняно з чистопородними аналогами (на 12,77 %). Також амінограма групи помісних була найближчою до «ідеальної». За трьома досліджуваними функціональними групами амінокислот дещо переважали поміси фінського айршира з норвезькою червоною породою порівняно з чистопородними айрширами. Найкращим за білковим складом було молоко помісних фінських айрширів та норвезьких червоних, що дає підстави вважати його більш придатним для виробництва сирів і кисломолочних продуктів порівняно з чистопородними аналогами.

Ключові слова: молочні корови, порода, міжпородне схрещування, молочний білок, амінокислоти.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сьогодні однією з актуальних проблем у молочному скотарстві є отримання сировини (молока), придатної для подальшого перероблення з високим вмістом компонентів, що характеризують її якість. Склад молока обумовлений генотиповими факторами, а також залежить від фенотипових факторів таких як вік, стадія лактації, тип годівлі, пора року, кліматичні умови, спосіб та умови утримання тощо [19, 21]. Поряд з основними показниками якості молока як-от масова частка жиру, білка, лактози та сухої речовини, не менш важливими є його мінеральний, білковий, жирнокислотний склад та антиоксидантні властивості [4, 11, 24, 26]. Знання цих показників дає змогу визначити придатність молочної сировини до перероблення на певні види продукції [1, 23].

Для швидкого поліпшення продуктивних і відтворних ознак та поліпшення якісного складу молока у селекції молочного скотарства останнім часом дедалі частіше застосовують міжпородне схрещування [5, 13]. Особливо це стосується найбільш розповсюдженої у світі голштинської породи [3]. Проте кросбридинг застосовують і з використанням менш розповсюджених (локальних) порід залежно від природно-кліматичної зони [6, 8].

Айрширська та норвезька червона породи корів не належать до найбільш розповсюджених за чисельністю та рівномірністю розподілу за континентами, проте часто використовуються під час виведення локальних порід, або за помісного схрещування з представниками виду *Bos taurus* та підвиду *Bos indicus* для поліпшення відтворних ознак, резистентності до незаразних хвороб, чутливості до низьких температур та поліпшення якісного складу молока [10]. Ці породи досить часто використовують і в трипородному кросбридингу [25].

Дослідження, проведені у ряді африканських країн із використанням схрещування місцевої худоби з айрширською, свідчать про зниження продуктивності у помісей першого покоління порівняно з айрширською породою, однак відтворні ознаки та виживання телят зазвичай були кращими [7; 12].

Група ізраїльських вчених повідомляє про кращі показники отелень та відтворних ознак у помісей норвезька червона × ізраїльський голштин порівняно з чистопородними голштинами [20]. Ezra et al. (2016) зазначають, що чистопородні голштини переважали як за надоями молока, так і за кількістю жиру і білка у молоці помісей норвезька червона ×

голштин. Водночас у помісей були вищі значення оцінки вгодованості тіла [9].

Про поліпшення технологічних характеристик молока у разі застосування міжпородного схрещування айрширської та норвезької червоної порід повідомляють групи науковців із Європи [2, 18], Азії [21], Африки [10], Північної Америки [13, 15], Океанії [16]. Вони зазначають, що потомство, отримане у результаті схрещування корів голштинської та інших порід з айрширською та норвезькою червоною, має кращі показники відтворення, виживання телят, легкості отелень, тривалості продуктивного використання, здоров'я кінцівок та якості молока.

Помірні зони (Європа, Північна Америка, Нова Зеландія). Чисті породи або тварини від дво- та трипородного схрещування (наприклад, норвезька червона × голштинська; айрширська × голштинська для покращення вмісту сухої речовини в молоці та витривалості) добре інтегруються в існуючі системи завдяки здатності переносити як стійлове, так і пасовищне утримання. Значної взаємодії генотип × система утримання не було виявлено для жодного з досліджених варіантів щодо споживання корму або виробництва молока за повну лактацію. Корови голштинської породи мали вище загальне споживання сухої речовини, ніж корови породи SR × J/HOL на ранній лактації, але не наприкінці лактації. Хоча корови породи HOL мали вищий надій молока за лактацію, ніж корови породи SR × J/HOL, останні давали молоко з вищим вмістом жиру та білка, а, отже, співвідношення жиру та білка не залежало від генотипу. Молоко, вироблене коровами породи SR × J/HOL, мало вищий ступінь насичення жирними кислотами, ніж молоко, вироблене коровами породи HOL, а також вищий бал соматичних клітин молока, виробленого першими [28]. Дослідження порівнює першу лактаційну продуктивність норвезьких червоних корів у кросах із традиційними породами в молочних системах Нової Зеландії, виявляючи нижчу загальну продуктивність норвезького кросу порівняно з голштинськими та джерсейськими коровами, але без значних відмінностей у стійкості лактації та кількості соматичних клітин [29].

Холодні та гірські зони (Скандинавія, деякі гірські регіони). Норвезька червона є ідеальною завдяки своїй природній стійкості до низьких температур і здатності ефективно використовувати грубі корми.

Обидві породи демонструють стабільну продуктивність навіть за несприятливих

умов. Міцні кінцівки та легкість отелень важливі для пересування складною місцевістю. Норвезько-червоні корови мали нижчий бал соматичних клітин, ніж корови HF протягом усіх лактацій. Хоча корови NR мали вищий показник здоров'я, ніж корови HF протягом 1-ї та 2-ї лактацій, не існувало жодних доказів того, що ці два генотипи втрачали або набували фізичної форми з різною швидкістю. Частота зачаття до першого штучного запліднення була вищою у корів NR протягом лактацій з 1-ї по 4-ту (57,8 % проти 40,9 % відповідно), водночас 28,5 % корів HF та 11,8 % корів NR були вибраковані як безплідні до 6-ї лактації [30].

Теплі та посушливі/напівзасушливі зони (частини Австралії, Південна Європа, Близький Схід, Кенія). Айрширська та норвезька червона активно використовуються в кросбридингу з місцевими Зебу-подібними породами (*Bos indicus*), які є високостійкими до спеки, вологості та тропічних хвороб. Метою є отримання схрещених тварин (F1 або F2 покоління), які поєднують високу молочну продуктивність європейських порід з витривалістю та адаптованістю місцевих порід. Це дозволяє створювати «середній тип» худоби, придатний для тропічних умов.

Порівнювали ротаційні схрещування айрширської та сахівальської породи, схрещування між ними (індійські породи) та схрещування, отримані від корів породи Brown Swiss від ротаційних схрещувань. Ротаційні схрещування корів породи Айршир давали на 4,8 % більше молока протягом лактації, яка була на 19 днів довша, та з міжотельним інтервалом на 14 днів довше, ніж від корів породи Sahiwal [31].

Особливості дослідження міжпородного схрещування із застосуванням айрширської та норвезької червоної порід, особливо в контексті покращення функціональних ознак та якості молока. Нова інформація від різних груп науковців з Європи, Азії, Африки, Північної Америки та Океанії підкреслює, що потомство від схрещування корів голштинської та інших порід з айрширською та норвезькою червоною демонструє кращі показники відтворення, виживання телят, легкості отелень, тривалості продуктивного використання, здоров'я кінцівок та загальної якості молока. Це розширює розуміння потреби у кросбридингу, вказуючи на комплексне покращення, що виходить за межі лише молочної продуктивності. Наприклад, покращення показників відтворення та легкості отелень є критично важливими для ефективності

молочного виробництва в будь-якому кліматі. Водночас, незважаючи на широке вивчення впливу схрещування на загальну якість молока, відсутні конкретні літературні згадки про вплив схрещування айрширської з норвезькою червоною породою саме на показники вмісту жиру, білка, лактози та незамінних амінокислот. Це свідчить про потенційну прогалину в дослідженнях, яка потребує подальшого вивчення для оптимізації молочного виробництва через кросбридинг.

Метою цієї роботи було вивчити вплив схрещування фінських айрширів з норвезькою червоною породою в умовах помірного клімату України на показники якості молока, вміст у ньому незамінних амінокислот та їх біологічну цінність.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у центральній частині України (Полтавська область 49°11'52" пн. ш., 28°43'29" сх. д.) на чистопородних коровах породи фінський айршир і помісях першого покоління, отриманих в результаті схрещування з норвезькою червоною породою. На фермі корів утримували безприв'язно у легкозбірному приміщенні на глибокій довгонезмінюваній соломяній підстилці. Доїння відбувалося двічі на добу у доїльному залі на установці «Паралель» 2×12. Для проведення досліджень було сформовано дві дослідні групи корів: чистопородних (айрширська, n=16) та помісних (айрширська × норвезька червона, n=20) первісток першої лактації за принципом груп аналогів. Тварини в обох дослідних групах перебували на третьому місяці лактації 74±17 діб. Середня жива маса корів дослідної групи (айрширська), становила 481,3±6,34 кг, добовий надій молока 25,3±1,68 кг жирністю 4,3±0,35 %. Середня жива маса корів дослідної групи (айрширська × норвезька червона), становила 478,8±6,52 кг, добовий надій молока 24,8±1,91 кг, жирністю 4,3±0,38 %.

За період експерименту годівля корів обох дослідних груп була ідентичною. Тваринам згодовували збалансований добовий раціон у вигляді монокорму з урахуванням фізіологічних параметрів організму, віку та продуктивності (табл. 1–3).

Таблиця 1 – Склад добового раціону (монокорму) для корів дослідних груп

Корм	кг
Солома пшенична	1,3
Силос кукурудзяний	22
Сінаж люцерновий	9
Меляса	0,6
Комбікорм	9

Таблиця 2 – Склад комбікорму у добовому раціоні (монокормі) для корів дослідних груп

Склад комбікорму, %	
Ячмінь	8,7
Кукурудза	35,0
Пшениця	11,9
Шрот соняшнику	11,1
Макуха сої	21,5
Лущиння сої	8,0
Крейда	0,5
Сіль	0,8
Буферна добавка	1,0
Премікс	1,5

Таблиця 3 – Поживність раціону для корів дослідних груп

Суша речовина, кг	18,870
Обмінна енергія, Мдж	10,9
Сирий протеїн, кг/кг СР	157
Крохмаль, г /кг СР	221
Цукор, г/кг СР	31
Нейтрально детергентна клітковина, г/кг СР	359
Кислотно детергентна клітковина, г/кг СР	220
Сирий жир, г/кг СР	36
Сира клітковина, г/кг СР	187
Протеїн, що швидко ферментується у рубці, г/кг СР	59
Перетравний протеїн, г/кг СР	103
Mg, г/кг СР	4,0
K, г/кг СР	15,0
P, г/кг СР	3,8
Na, г/кг СР	2,4
Ca, г/кг СР	7,6

Відбір проб молока проводили упродовж двох суміжних діб під час ранкового та вечірнього доїння.

Оптимальне співвідношення незамінних амінокислот білка молока корів досліджуваних груп визначали, порівнюючи їх уміст з амінограмою стандартної форми (за метіоніном+цистином) «ідеального» білка курячого яйця [24]. Амінокислотний склад білків молока визначали у період роздою – оцінювали методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М» (Україна). Метод базується на розкладанні проб кислотним гідролізом з їх переходом у вільні форми фенілтиокарбамільних похідних (ФТК-похідних), подальшому їх розділенні і кількісному визначенні методом капілярного електрофорезу. Детектування проводили в УФ-ділянці спектру за довжини хвилі $\lambda = 254$ нм.

Біологічну повноцінність (БП) білків молока оцінювали за загальною масою НЗАК г/100 г білка. У роботі проведено розрахунок сумарного вмісту НЗАК щодо кількості в «ідеальному» білку та виконано оцінювання БП з урахуванням амінокислотного скору. Амінокислотний скор (АКС, %) молочного білка обчислювали за відсотковим співвідношенням кожної із НЗАК в білку молока щодо її вмісту в «ідеальному» білку:

$$АКС = \frac{\text{мг АК в 1 г білка молока}}{\text{мг тієї ж АК в 1 г «ідеального» білка}} \times 100 \quad (1)$$

Для визначення вмісту АК в «ідеальному» білку використовували шкалу відповідності ФАО/ВООЗ, (мг/г білка) (табл. 4).

Таблиця 4 – Шкала відповідності ФАО/ВООЗ

Незамінна амінокислота	мг НЗАК* в 1 г «ідеального» білка
Валін	50
Ізолейцин	40
Лейцин	70
Лізин	55
Метіонін+цистин	35
Треонін	40
Триптофан	10
Фенілаланін	60

Примітка: * – НЗАК – незамінні амінокислоти.

Біологічну повноцінність білка молока визначали також за скоригованим за лімітуючою АК коефіцієнтом засвоєння (PDCAAS) – (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score), рекомендованим для оцінювання якості білків об'єднаною експертною радою ФАО/ВООЗ.

$$PDCAAS, \% = \frac{\text{мг лімітуючої АК в 1 г білка молока}}{\text{мг тієї ж АК в 1 г «ідеального» білка}} \times \text{КП} \times 100, \quad (2)$$

де PDCAAS – АКС, скоригований за лімітуючою амінокислотою;

КП – коефіцієнт перетравності білка (95 %).

На основі отриманих даних було обчислено коефіцієнт сумарної утилітарності НЗАК білків молока (K_y):

$$K_y = \frac{\sum (\text{вміст іНЗАК} \times \text{АКС} \times \text{іНЗАК} \times \text{аіНЗАК})}{\sum \text{вміст НЗАК мг/г білка молока}}, \quad (3)$$

де іНЗАК – кожна НЗАК (мг/г білка);

$\text{АКС}_i \times \text{НЗАК}$ – амінокислотний скор кожної амінокислоти;

a_i – коефіцієнти утилітарності кожної АК.

Для з'ясування оптимальних співвідношень між НЗАК білка молока корів досліджуваних порід проводили порівняння їх вмісту з амінограмою еталонного зразка (за метеоніном+цистином) «ідеального» білка курячого яйця (за даними ФАО/ВООЗ) (табл. 5). Побудову АК формули проводили за методом А. А. Покровського.

Отримані дані обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного, середньоквадратичної похибки та достовірності різниці між порівнюваними показниками. Достовірність отриманих результатів і різницю між показниками визначали за *t*-критерієм Стюдента.

Результати дослідження та обговорення. Відповідно до рекомендацій ФАО/ВООЗ, задля визначення біологічної цінності білків молока прийнято порівнювати амінокислотний склад досліджуваних білків з їх вмістом в «ідеальному» білку. Водночас важливо, щоб у досліджуваному білку було не лише достатньо НЗАК, а й співвідношення між окремими незамінними амінокислотами було максимально наближеним до співвідношення в білках тіла людини. Амінокислотний скор

(АКС, %) молочного білка для різних генотипів тварин представлено в таблиці 6. Для білка молока фінських айрширів першою лімітуючою амінокислотою був метіонін + цистин (впливає на швидкість утворення згустку при сироварінні), вміст якого становив 96,3 % від їх величини за шкалою адекватності в «ідеальному білку». У білку молока помісних корів не було виявлено амінокислот, в яких скор був меншим 100 %, тобто, вміст кожної НЗАК відповідав вимогам потреб людини в еталонному білку. Найбільш надлишковими були фенілаланін + тирозин – 143,7 % та лейцин – 122,1 %, котрі є ароматичними амінокислотами та впливають на смакові властивості молока.

У літературних джерелах повідомляється про вплив кросбридингу на амінокислотний склад молока у помісей першого покоління при схрещуванні представників виду підвиду *Bos indicus* та підродино *Bovinae*. Результати досліджень [27] вказують на те, що у помісних корів Нгуні з локальними південноафриканськими коровами білковий склад за вмістом метіоніну, треоніну, тирозину, гліцину та проліну був нижчим, ніж у чистопородних корів породи Нгуні.

Таблиця 5 – Оптимальна амінокислотна формула білка (метіонін+цистин) за рекомендаціями ФАО/ВООЗ

Показник	Амінокислота						
	Метіонін	Ізолейцин	Треонін	Валін	Лізин	Фенілаланін+ тирозин	Лейцин
Оптимальна формула за білком курячого яйця	1,0	1,14	1,14	1,43	1,57	1,71	2,00

Таблиця 6 – Амінокислотний склад білка молока корів різних генотипів порівняно з «ідеальним» білком, мг/г

Незамінні амінокислоти	Вміст НЗАК в «ідеальному» білку, мг/г ¹	Порода, помісне сполучення			
		Айршир		Айршир × норвезька червона	
		НЗАК, мг/г	АКС, %	НЗАК, мг/г	АКС, %
Лізин	55	60,3±0,48	109,6	62,8±0,17***	114,2
Метіонін + цистин	35	33,7±0,35	96,3	36,0±0,62***	108,8
Треонін	40	43,4±0,12	108,5	43,8±0,37	109,5
Валін	50	54,3±0,23	108,6	56,1±0,40**	112,2
Лейцин	70	83,8±0,57	119,7	85,5±0,39*	122,1
Ізолейцин	40	44,2±0,34	110,5	46,4±0,31***	116,0
Фенілаланін + тирозин	60	82,1±0,78	136,8	86,2±0,93***	143,7

Примітки: ¹ – шкала ФАО/ВООЗ відповідності НЗАК щодо потреб людини;

* – $P>0,95$; ** – $P>0,99$; *** – $P>0,999$ порівняно з групою чистопородних фінських айрширів.

Важливим показником, котрий характеризує біологічну повноцінність білків, є їх засвоєння (утилітарність). Коефіцієнт утилітарності (K_u) амінокислотного складу характеризує збалансованість НЗАК щодо фізіологічно необхідної норми (еталонного значення). Чим вище значення коефіцієнта утилітарності, тим краще збалансовано амінокислоти білка і тим раціональніше вони можуть бути використані організмом [26]. Результати розрахунку коефіцієнта утилітарності кожної із НЗАК білка молока корів різних порід наведено в таблиці 7. Величина сумарного коефіцієнта утилітарності вказує на високий рівень збалансованості амінокислотного складу у корів обох досліджених груп. Тобто, вміст НЗАК білка, котрі використовуються для конструктивних потреб організму людини, достатньо високий. Дещо більшу величину сумарного коефіцієнта утилітарності виявлено у помісей фінських айрширів з норвезькою червоною породою – 108,80 %, що на 12,77 % вище, ніж у чистопородних фінських айрширів.

Порівняно з амінограмою «ідеального білка», молоко корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального (табл. 8). Найближчою до «ідеальної» була амінограма молочного білка корів помісей фінських айрширів із норвезькою червоною, а максимальні відмінності спостерігали в амінограмі білка молока чистопородних фінських айрширів.

Однією із найважливіших серед компонентів білків молока вважають функціональну групу імуноактивних амінокислот, які крім того, що формують імуноактивні білки організму, прискорюють вироблення Т-лімфоцитів, специфічних антитіл, також мають власну імунологічну активність і є перспективними як імуномодулятори. До них належать сірковмісні, моноаміномонокарбонові та ароматичні. За цими трьома досліджуваними функціональними групами амінокислот мали деяку перевагу помісі фінського айршира з норвезькою червоною порівняно з чистопородними айрширами (табл. 9).

Таблиця 7 – Коефіцієнти утилітарності (K_u) НЗАК білка молока корів різних генотипів

Незамінна амінокислота	Порода, помісне сполучення	
	Айршир	Айршир × Норвезька червона
Лізин	0,88	0,95
Метіонін + цистин	1,00	1,00
Треонін	0,89	0,99
Валін	0,88	0,97
Лейцин	0,80	0,89
Ізолейцин	0,87	0,94
Фенілаланін + тирозин	0,70	0,76
Сумарний K_u	96,03	108,80

Таблиця 8 – Амінокислотна формула молока корів різних генотипів за метіоніном+цистином, відповідно до потреб людини, рекомендована ФАО/ВООЗ

Порода, помісне сполучення	Амінокислотна формула молока						
	Met+Cys	Lys	Thr	Val	Leu	Ile	Phe+Tyr
«Ідеальний» білок (білок курячого яйця), ФАО/ВООЗ	1,0	1,57	1,14	1,43	2,00	1,14	1,71
Айршир	1,0	1,79	1,29	1,61	2,48	1,31	2,43
Айршир × норвезька червона	1,0	1,74	1,21	1,56	2,37	1,29	2,39

Таблиця 9 – Вміст амінокислот (за функціональною групою) білка у молоці корів різних генотипів, мг/г

Функціональна група	Порода, помісне сполучення	
	Айршир	Айршир × норвезька червона
Σ Сірковмісні	33,7±0,83	36,0±0,46***
Σ Моноаміномонокарбонові	182,3±2,81	188,0±2,74**
Σ Ароматичні	82,1±1,62	86,2±0,87**

Примітки: ** – $P > 0,99$; *** – $P > 0,999$ порівняно з групою чистопородних фінських айрширів.

Найбільшу різницю спостерігали за сумою моноаміномонокарбонових амінокислот – 5,7 мг/г, та дещо нижчу – за сірковмісними і ароматичними амінокислотами – 2,3 та 4,1 мг/г, відповідно.

Висновки. Використання міжпородного схрещування великої рогатої худоби айрширської породи фінської селекції із норвезькою червоною породою позитивно вплинуло на білковий склад молока. Білок молока помісних корів мав вищу біологічну цінність порівняно з чистопородними тваринами. Для білка молока корів фінських айрширів першою лімітуючою амінокислотою був метіонін + цистин, вміст якого складав 96,3 %. Білок молока помісних корів не містив амінокислот, скор яких був меншим, ніж 100 %. У ньому встановлено вищу величину сумарного коефіцієнта утилітарності – на 12,77 % порівняно з чистопородними фінськими айрширами. Молочний білок корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального, згідно з амінокислотою формулою відповідності потребам людини за ФАО/ВООЗ. Найкращим за білковим складом було молоко помісей фінських айрширів та норвезьких червоних, що дає підстави вважати його більш придатним для виробництва сирів і кисломолочних продуктів порівняно з чистопородними аналогами.

REFERENCES

1. Amalfitano, N., Stocco, G., Maurmayr, A., Pegolo, S., Cecchinato, A., Bittante, G. (2020). Quantitative and qualitative detailed milk protein profiles of 6 cattle breeds: Sources of variation and contribution of protein genetic variants. *Journal of dairy science*, 103 (12), pp. 11190–11208. DOI:10.3168/jds.2020-18497
2. Benak, S., Bobić, T., Bilandžija, K., Steiner, Z., Aračić, A., Gregić, M., Gantner, V. (2020). The differences in production of Holstein Friesian and Holstein Friesian x Norwegian Red F1 crossbreeds. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 70 (4), pp. 284–291. DOI:10.15567/mljekarstvo.2020.0406
3. Berry, D.P. (2021). Invited review: Beef-on-dairy – The generation of crossbred beef× dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104 (4), pp. 3789–3819. DOI:10.3168/jds.2020-19519
4. Borshch, A., Lutsenko, M., Merzlov, S., Kosior, L., Lastovska, I., Pirova, L. (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*, 43 (3), pp. 238–246. DOI:10.14710/jitaa.43.3.238-246
5. Borshch, O., Kosior, L., Lastovska, I., Pirova, L. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (1), pp. 117–123.
6. Borshch, O., Ruban, S., Malyna, V., Fedorchenko, M., Kosior, L., Korol'-Bezpala, L. (2021). Productivity, milk composition and reasons for leaving the herds of Ukrainian local cows and their crossbreeds with Brown Swiss and Montbeliarde breeds during five lactations. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. 48 (2), pp. 205–216.
7. Chenyambuga, S.W., Mseleko, K.F. (2009). Reproductive and lactation performances of Ayrshire and Boran crossbred cattle kept in smallholder farms in Mufindi district, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 21 (7), 100 p.
8. Cielava, L., Jonkus, D., Paura, L. (2017). The effect of cow reproductive traits on lifetime productivity and longevity. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 11 (3), pp. 220–223.
9. Ezra, E., Van Straten, M., Weller, J.I. (2016). Comparison of pure Holsteins to crossbred Holsteins with Norwegian Red cattle in first and second generations. *Animal*, 10 (8), pp. 1254–1262. DOI:10.1017/S1751731116000239
10. Galukande, E., Mulindwa, H., Wurzinger, M., Roschinsky, R., Mwai, A. O., Sölkner, J. (2013). Cross-breeding cattle for milk production in the tropics: achievements, challenges and opportunities. *Livestock Science*, 152, pp. 111–125. DOI:10.1017/s2078633612000471
11. Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W., Czczotko, M. (2019). Milk and dairy products and their nutritional contribution to the average polish diet. *Nutrients*, 11 (8), 1771 p. DOI:10.3390/n11081771
12. Hatungumukama, G., Sidikou, D.I., Leroy, P., Detilleux, J. (2007). Effects of non-genetic and crossbreeding factors on daily milk yield of Ayrshire×(Sahiwal× Ankole) cows in Mahwa station (Burundi). *Livestock Science*, 110 (1–2), pp. 111–117. DOI:10.1016/j.livsci.2006.10.010
13. Hazel, A.R., Heins, B.J., Hansen, L.B. (2021). Herd life, lifetime production, and profitability of Viking Red-sired and Montbeliarde-sired crossbred cows compared with their Holstein herd mates. *Journal of Dairy Science*, 104 (3), pp. 3261–3277.
14. Heins, B.J., Hansen, L.B. (2012). 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*, 95 (2), pp. 918–924. DOI:10.3168/jds.2016-11860
15. 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*, 95, pp. 918–924.
16. Lopez-Villalobos, N., Blair, H.T., Garrick, D.J. (2021). Cumulative dairy cow genetic change from selection and crossbreeding over the last 2 decades in New Zealand closely aligns to model-based predictions published in 2000. *JDS communications*, 2 (2), pp. 51–54. DOI:10.3168/jdsc.2020-0043

17. Mapekula, M., Chimonyo, M., Mapiye, C., Dzama, K. (2011). Fatty acid, amino acid and mineral composition of milk from Nguni and local crossbred cows in South Africa. *Journal of food Composition and Analysis*, 24 (4–5), pp. 529–536. DOI:10.1016/j.jfca.2011.01.014
18. McClearn, B., Delaby, L., Gilliland, T.J., Guy, C., Dineen, M., Coughlan, F., McCarthy, B. (2020). An assessment of the production, reproduction, and functional traits of Holstein-Friesian, Jersey× Holstein-Friesian, and Norwegian Red×(Jersey× Holstein-Friesian) cows in pasture-based systems. *Journal of Dairy Science*, 103 (6), pp. 5200–5214. DOI:10.3168/jds.2019-17476
19. McDermott, A., De Marchi, M., Berry, D.P., Visentin, G., Fenelon, M.A., Lopez-Villalobos, N., McParland, S. (2017). Cow and environmental factors associated with protein fractions and free amino acids predicted using mid-infrared spectroscopy in bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 100 (8), pp. 6272–6284.
20. Rinell, E., Heringstad, B. (2018). The effects of crossbreeding with Norwegian Red dairy cattle on common postpartum diseases, fertility and body condition score. *Animal*, 12 (12), pp. 2619–2626. DOI:10.1017/S17517311180 0037X
21. Ruban, S., Borshch, O.O., Borshch, O.V., Orischuk, O., Balatskiy, Y., Fedorchenko, M., Zlochevskiy, M. (2020). The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 38 (1), pp. 61–72.
22. Saravanan, K.A., Panigrahi, M., Kumar, H., Parida, S., Bhushan, B., Gaur, G.K., Singh, R.K. (2021). Genomic scans for selection signatures revealed candidate genes for adaptation and production traits in a variety of cattle breeds. *Genomics*, 113 (3), pp. 955–963. DOI:10.1016/j.ygeno.2021.02.009
23. Stojanovska, S., Tomovska, J., Krstanovski, A., Tasevska, J., Menkovska, M. (2018). Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7 (4), pp. 392–394. DOI:10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394
24. Tham, P.E., Ng, Y.J., Sankaran, R., Khoo, K.S., Chew, K.W., Yap, Y.J., Show, P.L. (2019). Recovery of protein from dairy milk waste product using alcohol-salt liquid biphasic flotation. *Processes*, 7 (12), 875 p. DOI:10.3390/pr7120875
25. VanRaden, P.M., Tooker, M.E., Chud, T.C.S., Norman, H.D., Megonigal Jr, J.H., Haagen, I.W., Wiggans, G.R. (2020). Genomic predictions for crossbred dairy cattle. *Journal of dairy science*, 103 (2), pp. 1620–1631.
26. Wang, F., Shi, H., Wang, S., Wang, Y., Cao, Z., Li, S. (2019). Amino acid metabolism in dairy cows and their regulation in milk synthesis. *Current drug metabolism*, 20 (1), pp. 36–45. DOI:10.2174/1389200219666180611084014
27. Who, J. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World Health Organization technical report series*. (935), 1 p.
28. Ferris, C.P., Purcell, P.J., Gordon, A.W., Larsen, T., Vestergaard, M. (2018). Performance of Holstein and Swedish-Red× Jersey/Holstein crossbred dairy cows within low-and medium-concentrate grassland-based systems. *Journal of Dairy Science*, 101 (8), pp. 7258–7273.
29. Curry, B.A., Dukkupati, V.R., López-Villalobos, N. (2024). Comparative study of first lactation performance of Norwegian Red crossbred cows with traditional breeds in New Zealand dairy systems. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, pp. 1–6.
30. Ferris, C.P., Patterson, D.C., Gordon, F.J., Watson, S., Kilpatrick, D.J. (2014). Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations. *Journal of dairy science*, 97 (8), pp. 5206–5218.
31. Thorpe, W., Morris, C.A., Kang'Ethe, P. (1994). Crossbreeding of Ayrshire, Brown Swiss, and Sahiwal cattle for annual and lifetime milk yield in the lowland tropics of Kenya. *Journal of Dairy Science*, 77 (8), pp. 2415–2427.

Composition of milk protein in cows of different genetic groups

Lastovska I., Borshch O., Grishko V., Prudnikov V., Haiuk N., Matvieiev M., Borshch O.

The aim of this research was to study the effect of crossbreeding Finnish Ayrshires with Norwegian Reds in the temperate climate of Ukraine on the content of essential amino acids and their biological value. The study was conducted on a commercial farm in Poltava region on Finnish Ayrshire cows and their crossbreeds with Norwegian Reds. On the farm, cows are kept loose in an easily assembled building on deep, long-lasting straw bedding. Milking takes place twice a day in the milking parlour on a 2×12 «Parallel» unit. Groups of purebred (n=16) and crossbred (n=20) cows of the first lactation were formed for the study. The animals were in the third month of lactation for 74±17 days and were not pregnant. The use of interbreed crossing of Finnish Ayrshires with Norwegian Reds had a positive effect on the protein composition of milk. For the protein of Finnish Ayrshires, the first limiting (lower than the recommended content in the reference protein) amino acid was methionine + cystine (affects the rate of clot formation during cheesemaking), the content of which was 96.3 %. In the protein of crossbred cows, amino acids in which the rate was less than 100 % were not detected. The most excessive were phenylalanine + tyrosine – 143.7 % and leucine – 122.1%,

which are aromatic amino acids and affect the taste properties of milk. The protein of crossbreds was characterized by a slightly higher total utility coefficient compared to purebred counterparts (by 12.77 %). Also, the aminogram of the crossbred group was closer to the «ideal». In terms of the three functional groups of amino acids studied, the Finnish Ayrshire and Norwegian Red crosses were slightly superior

compared to the purebred Ayrshires. The best protein composition was the milk of the Finnish Ayrshire and Norwegian Red crosses, which gives reason to consider it more suitable for the production of cheeses and fermented milk products compared to the purebred counterparts.

Key words: dairy cows, breeds, crossbreeding, milk protein, amino acids.



Copyright: Ластовська І.О. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Ластовська І.О.

<https://orcid.org/0000-0003-0763-8528>

Борщ О.В.

<https://orcid.org/0000-0001-5174-1309>

Гришко В.А.

<https://orcid.org/0000-0002-0340-513X>

Прудніков В.Г.

<https://orcid.org/0000-0001-9318-2015>

Гаюк Н.В.

<https://orcid.org/0000-0002-5466-7084>

Матвеев М.А.

<https://orcid.org/0000-0003-1281-9032>

Борщ О.О.

<https://orcid.org/0000-0002-8450-2109>