

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10112
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.082.265:637.12.04

The effect of high temperatures on the technological milk properties of cows different breeds

O. V. Borshch, A. P. Korol, A. D. Tsebro, O. O. Borshch[✉], Yu. O. Mashkin, P. I. Kuzmenko,
S. V. Tkachenko

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 08.07.2024
Received in revised form
12.08.2024
Accepted 13.08.2024

Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. 8/1 Soborna, 09117,
Bila Tserkva, Ukraine.
Tel.: +38-099-477-09-82
E-mail: borshcha@outlook.com

Borshch, O. V., Korol, A. P., Tsebro, A. D., Borshch, O. O., Mashkin, Yu. O., Kuzmenko, P. I., & Tkachenko, S. V. (2024). The effect of high temperatures on the technological milk properties of cows different breeds. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 75–79. doi: 10.32718/nvlvet-a10112

Currently, interbreeding has become quite widely used in global dairy farming, which improves reproductive characteristics, resistance and health indicators, duration of productive use, and quality composition of milk in individuals of the first generation. The purpose of this work was to compare the qualitative composition of milk and its suitability for processing into cheese in cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed and their crossbreeds with the Montbeliarde breed. The research was carried out at the enterprise "Azorel" LLC, Vinnytsia District, Vinnytsia Region (49°57'01"N, 28°47'09"E). The farm keeps cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed and crossbreeds of the first generation obtained as a result of crossing with the Montbeliarde breed. Two groups of (pure-bred and cross-breed) analogue cows were formed with the number of 17 cows each in the 2nd-3rd months of lactation. Research was conducted during July 2021 during the period of high temperature load (average daily air temperature was +23.2 °C). It was established that during the study, the temperature-humidity index (THI) was in the acceptable range (70.5) during the period from 08.00 to 10.00, and 71.6–78.8 from 10.00 to 22.00, which is a sign of moderate heat stress. The average daily temperature and relative humidity during these hours were 23–32 °C and 37–64 %, respectively. In general, long-term high-temperature loads became a significant stress factor, which affected both the productive characteristics of animals of both groups, as well as the syringability and physicochemical properties of milk. The interbreeding of the Ukrainian red-spotted breed with the Montbeliarde breed had a positive effect on the indicators of nutrients in milk, such as the content of fat, protein, lactose, as well as on the suitability of milk for processing into cheese. Local first-born cows had higher indicators of the theoretically possible output of rennet cheese and the energy value of milk. In addition, milk samples from crossbreeds were characterized by a shorter coagulation phase and a higher class of rennet clot characteristics.

Key words: dairy cows, temperature, humidity, heat stress, cheese yield, productivity.

Вплив високих температур на технологічні властивості молока корів різних порід

О. В. Борщ, А. П. Король, А. Д. Цебро, О. О. Борщ[✉], Ю. О. Машкін, П. І. Кузьменко, С. В. Ткаченко

Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

Наразі у світовому молочному скотарстві досить широкого застосування набуло міжпородне схрещування, котре в особин першого покоління поліпшує відтворні ознаки, показники резистентності і здоров'я, тривалості продуктивного використання та якісний склад молока. Метою цієї роботи було порівняння якісного складу молока та його придатності до переробки на сир у корів української червоно-рябої молочної породи та їхніх помісей з монбельярдською породою. Дослідження проводили на підприємстві ТОВ "Azorel" Вінницького району Вінницької області (49°57'01"пн.ш., 28°47'09"сх.д.). У господарстві утримують корів української

червоно-рябої молочної породи і помісєй першого покоління, отриманих в результаті схрещування з монбельярдською породою. Було сформовано дві групи (чистопородних та помісєх) корів-аналогів з чисельністю по 17 голів у кожній на 2–3-му місяцях лактації. Дослідження проводились упродовж липня 2021 року в період високотемпературного навантаження (середня добова температура повітря становила +23,2 °C). Встановлено, що упродовж дослідження в період з 08.00 до 10.00 години температурно-вологісний індекс (ТВІ) був у допустимому діапазоні (70,5), а в період з 10.00 до 22.00 становив 71,6–78,8, що є ознакою помірного теплового стресу. Значення середньої добової температури та відносної вологості повітря у ці години становили 23–32 °C та 37–64 % відповідно. Загалом тривалі високотемпературні навантаження стали суттєвим стрес-фактором, котрий вплинув як на продуктивні ознаки тварин обох груп, так і на сиропридатність та фізико-хімічні властивості молока. Міжпородне схрещування української червоно-рябої породи з монбельярдською позитивно вплинуло на показники поживних речовин у молоці корів-помісєх, таких як вміст жиру, білка, лактози, а також на придатність молока до переробки на сир. Помісні корови-первістки мали вищі показники теоретично можливого виходу сичужного сиру та енергетичної цінності молока. Крім того, проби молока від помісєх відзначались короткою фазою коагуляції та вищим класом за характеристиками сичужного згустку.

Ключові слова: молочні корови, температура, вологість, тепловий стрес, вихід сиру, продуктивність.

Вступ

За останні роки популяризація міжпородного схрещування у молочному скотарстві зростає внаслідок поліпшення відтворних ознак, здоров'я, тривалості продуктивного довголіття та якісного складу молока у корів помісєх першого покоління. Цьому також сприяє і зміна ціноутворення при реалізації молока (WHO, 2007; Amalfitano et al., 2020; Ruban et al., 2020).

Голштинська порода є основною молочною породою в усьому світі завдяки своїй здатності виробляти велику кількість молока, але при цьому в корів часто виникають проблеми з відтворенням та тривалістю продуктивного довголіття (Borshch et al., 2018; Borshch et al., 2022). Широкої популярності при схрещуванні з голштинською (або голштинізованою) худобою набули породи так званої “червоної групи”, такі як: монбельярдська, шведська червона, айрширська, датська червона та норвезька червона (Benak et al., 2020).

Наразі кросбридинг поширений у багатьох країнах світу. Так, наприклад, у 2018 році у стадах Нової Зеландії налічувалось близько 50 % помісної (F₁) молочної худоби. У США за останні 10 років кількість помісєх корів зросла більш ніж у 9 разів (Berry, 2021) і зараз вони становлять до 12 % від загального поголів'я великої рогатої худоби (Puppel et al., 2017). Більшість попередніх досліджень зі схрещування молочної худоби були зосереджені на відтворних ознаках (Borshch et al., 2021), тривалості господарського використання, екстер'єрних ознаках (Ruban et al., 2022), а також продуктивності та якісному складу молока (Borshch et al., 2019).

Сир традиційно є основним молочним продуктом у багатьох країнах світу. Понад 36 % світового молока переробляється на сир і сирні продукти. Упродовж останніх десятиліть ця частка зросла на 23 % (Benak et al., 2020).

Виробництво сиру є основною галуззю переробки молока у багатьох Європейських країнах, наприклад в Італії 75 % молока використовується для виробництва сиру. Технологічні та сироробні властивості молока стають все більш важливими ознаками для молочної промисловості, оскільки якість молока має вирішальне значення для оптимального виходу сиру. Однак вплив помісного схрещування на технологічні властивості молока вивчено наразі недостатньо.

Мета дослідження

Метою цієї роботи було порівняння якісного складу молока та його придатності до переробки на сир у корів української червоно-рябої молочної (УЧЕРМ) породи та їхніх помісєх з монбельярдською породою.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на підприємстві ТОВ “Azorel” Вінницького району Вінницької області (49°57'01"пн.ш., 28°47'09"сх.д.). У господарстві утримують корів української червоно-рябої молочної породи і помісєх першого покоління, отриманих в результаті схрещування з монбельярдською породою. Було сформовано дві групи (чистопородних та помісєх) корів-аналогів з чисельністю по 17 голів у кожній на 2–3-му місяцях лактації. Показник середньої продуктивності – 22,70 кг/добу. На фермі застосовують безприв'язне утримання корів на глибокій довго-незмінюваній підстилці. Тварин утримують у легкосбірному приміщенні (параметри приміщення Довжина × Ширина × Висота: 76×12×6 м). До приміщення примкнутий вигульно-кормовий майданчик з груповими напувалками та зоною відпочинку. У господарстві корів доять двічі на добу, з 06:00 до 08:00 та з 16:00 до 18:00. Облік молочної продуктивності дослідних корів проводили за добовими та місячними надоями. Доїння відбувається у доїльному залі місткістю 2×6 на установці “Тандем” (Брацлав, Україна).

Корів годують загальнозмішаним раціоном (табл. 1). Роздавання кормів відбувається двічі на добу: о 09.00 та 19.00.

Таблиця 1

Склад раціону дійних корів

Інгредієнти	Кількість, кг
Сіно люцерни	1
Ячмінна солома	2
Кукурудзяний силос	17,5
Сінаж бобовий	10,5
Меляса	1,2
Комбікорм*	1

Примітка. Склад комбікорму: 23 % кукурудза, 20 % пшениця, 18 % ячмінь, 15 % горох, 5 % овес, 5 % пшеничні висівки, 5 % макуха соняшникова, 5 % соєвий шрот, 2 % фосфати, 1 % NaCl, 1 % премікс

Дослідження проводились упродовж липня 2021 року в період високотемпературного навантаження (середня добова температура повітря становила +23,2 °С). Погодинне значення температури та відносної вологості повітря визначали за даними стаціонарної погодної станції MISOL WN-5300CA (КНР).

Температурно-вологісний індекс (ТВІ) розраховували згідно з загальноприйнятою методикою NRC, 1971:

$$TBI = (1,8 \times T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times BB) \times (1,8 \times T - 26,8),$$

де ТВІ – температурно-вологісний індекс; Т – температура повітря, °С; BB – відносна вологість повітря, %.

ТВІ розподіляється на 3 категорії: 1) 66–71 – допустима; 2) 72–79 – помірна; 3) 80 і більше – небезпечна.

Зразки молока об'ємом 200 мл відбиралися під час ранкового та вечірнього доїнь від кожної корови упродовж 2-х суміжних діб. Зразки зберігалися у холодильнику за температури 4 °С без додавання консервантів протягом 14 годин. Вміст жиру, білка, лактози, а також густину та температуру замерзання молока визначали за допомогою молочного аналізатора (Milkotester Lactomat Rapid S, Болгарія).

Сиропродатність молока оцінювали за швидкістю утворення згустку під дією сичужного фермента, а його якість – за сичужно-бродильною пробою. Фіксувався час від моменту додавання сичужного фермента до завершення згортання молока. Завершення згортання визначали як момент утворення щільного згустку, який не випадає з пробірки під час її перевертання.

Сичужно-бродильну пробу проводили таким чином: у пробірки наливали 30 мл молока, додавали по 1 мл 0,5 % розчину сичужного ферменту, ретельно перемішували і поміщали у водяну баню за температури 38 °С на 12 годин. Після цього пробірки виймали з бані і оглядали. Якість молока оцінювали за характеристиками утвореного згустку.

До I класу зараховували згустки з такими ознаками: гладка поверхня, пружність на дотик, відсутність вічок на поздовжньому розрізі, згусток плаває в прозорій сироватці. До II класу належали згустки, які були м'які на дотик, з одиничними

вічками (1–10) та розірвані. До III класу зараховували згустки з численними вічками, губчасті, м'які на дотик, які спливали догори або утворювали замість згустку пластівчасту масу.

Енергетичну цінність 1 кг молока та надою за лактацію (або період досліджень) загалом визначали за методикою NRC, 2001:

$$EC (Mcal/kg) = 0,0929 \text{ жир, \%} + 0,0547 \text{ білок, \%} + 0,0395 \text{ лактоза, \%},$$

де EC – енергетична цінність 1 кг молока, Mcal/kg.

Теоретично можливий вихід сичужного сиру визначали за методикою Brito et al., 2002:

$$Y = 1,037 + 1,433PM + 1,71FM,$$

де Y – теоретично можливий вихід сичужного сиру, кг/100 кг молока; PM – вміст білка у молоці, г/100 г молока; FM – вміст жиру у молоці, г/100 г молока.

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного (M), середньоквадратичної похибки (m) та достовірності різниці між порівнюваними показниками (P). Вірогідність отриманих результатів і різницю між показниками розраховували за формулою:

$$t_d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

де: t_d – критерій вірогідності за Ст'юдентом; M_1 і M_2 – середнє арифметичне значення вимірюваних параметрів; $\pm m$ – статистична помилка середньої арифметичної величини параметрів.

Для показу вірогідності в таблицях прийнято умовні позначення $P < 0,05$; $P < 0,01$, які в роботі відповідно позначені зірочками (*, **).

Результати та їх обговорення

Встановлено, що упродовж дослідження у період з 08.00 до 10.00 години ТВІ був у допустимому діапазоні (70,5), а у період з 10.00 до 22.00 становив 71,6–78,8, що є ознакою помірного теплового стресу (рис. 1). Значення середньої добової температури та відносної вологості повітря у ці години становили 23–32 °С та 37–64 % відповідно.

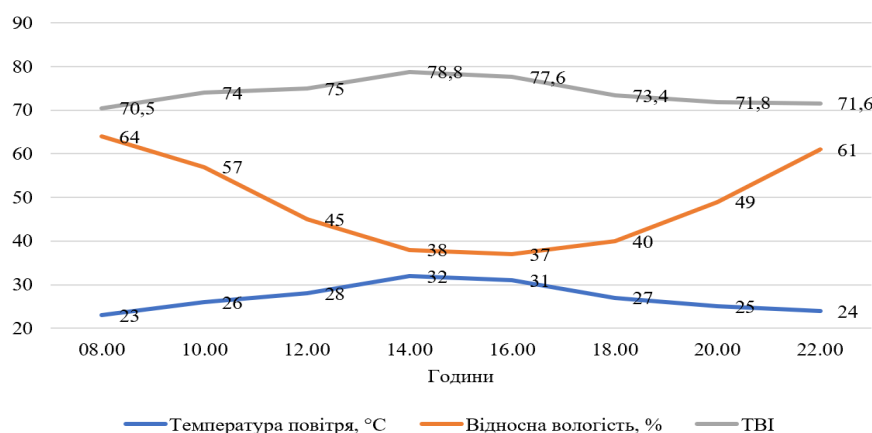


Рис. 1. Динаміка температури, відносної вологості та ТВІ у період з 08.00 до 22.00 упродовж досліджень

Упродовж високотемпературного періоду продуктивність знизилася в обох групах корів: на 1,63 кг у групі чистопородних та на 1,23 кг у групі помісних корів (табл. 2). Щодо вмісту жиру і білка в молоці, то в високотемпературний період у групі чистопородних корів ці показники знизились на 0,02 %, а вміст лактози лишився на такому ж рівні, як і в термонеutralний період. У групі помісних корів показники вмісту

жиру, білка і лактози знизились на 0,01; 0,02 та 0,02 % відповідно.

Проте помісні корови суттєво переважали чистопородних за вмістом жиру та білка в молоці. Вміст жиру та білка у молоці помісей УЧеРМ та монбельярдських корів був на 0,13 % і 0,16 % вищим відповідно, ніж у чистопородних корів.

Таблиця 2

Надій, склад та технологічні властивості молока корів різних порід

Показники	Порода, породність			
	УЧеРМ		УЧеРМ × Монбельярдська	
	термо-нейтральний період	високотемпературний період	термо-нейтральний період	високотемпературний період
Середній добовий надій, кг	23,20 ± 0,46	21,57 ± 0,39**	21,67 ± 0,58	20,44 ± 0,45*
Вміст жиру, %	4,04 ± 0,01	4,02 ± 0,01*	4,16 ± 0,02	4,15 ± 0,03
Вміст білка, %	3,13 ± 0,04	3,11 ± 0,04	3,29 ± 0,04	3,27 ± 0,04
Вміст лактози, %	4,40 ± 0,02	4,40 ± 0,02	4,47 ± 0,01	4,45 ± 0,01*
Енергетична цінність 1 кг молока, Мкал/кг	0,716 ± 0,0004	0,715 ± 0,0003*	0,741 ± 0,0012	0,738 ± 0,0011
Теоретично можливий вихід сичужного сиру, кг/100 кг молока	12,41 ± 0,05	12,36 ± 0,03	12,84 ± 0,08	12,81 ± 0,11

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,01 порівняно з термонеutralним періодом

Лактоза в молоці помісних корів також була вищою на 0,08 % порівняно з чистопородними аналогами. Кількість молочного жиру та білка впливає на енергетичну цінність 1 кг молока та потенційний вихід сичужного сиру. За цими показниками помісі УЧеРМ та монбельярдських корів перевершували чистопородних аналогів на 0,023 Мкал/кг та 0,45 кг відповідно.

Численні дослідження підтверджують вплив породи на вміст поживних речовин у молоці (Puppel et al., 2017; Benak et al., 2020). Різні породи корів також відрізняються за технологічними властивостями мо-

лока, такими як тривалість сичужного згортання, фази гелеутворення, розмір і кількість жирових кульок, константи молочного жиру та склад його фракцій. Такі важливі показники, як вміст білка, сичужне згортання та якість сичужного згустку, визначаються передусім породою корів. Тривалість фази коагуляції молока в період високотемпературного навантаження дещо збільшилася в обох групах корів: на 0,18 хв у чистопородних та на 0,14 хв у помісей (табл. 3). Загалом тривалість фази коагуляції в період високотемпературного навантаження у групі помісних корів була на 1,06 хв коротшою, ніж у групі чистопородних.

Таблиця 3

Сиропридатність та фізико-хімічні властивості молока корів різних порід

Показники	Порода, породність			
	УЧеРМ		УЧеРМ × Монбельярдська	
	термо-нейтральний період	високотемпературний період	термо-нейтральний період	високотемпературний період
Фаза коагуляції, хв	12,56 ± 0,191	12,74 ± 0,272	11,54 ± 0,208	11,68 ± 0,233
Температура замерзання, °C	-0,555 ± 0,0022	-0,553 ± 0,0026	-0,553 ± 0,0019	-0,552 ± 0,0030
Густина, г/см³	1,0267 ± 0,001	1,0259 ± 0,002	1,0282 ± 0,002	1,0287 ± 0,003
Характеристика сичужного згустку за класом, %:				
	I	81	85	89
	II	19	15	11

Показники кріоскопічного числа (температури замерзання) та густини молока мають велике значення у технології приготування молочних продуктів. У досліджуваних зразках молока ці показники відповідали вимогам, що ставляться до сировини для сироваріння. Встановлені породні відмінності розглянутих показників мали тенденційний характер і були статистично незначущими. При проведенні сичужно-бродильної

проби згустки зараховували до I або II класу. Із 20 досліджуваних зразків молока корів породи УЧеРМ 14 (85 %) зачислили до I класу, а 3 (15 %) – до II класу; 15 (89 %) зразків молока корів помісей УЧеРМ та швіцької порід відповідали I класу, а 2 (11 %) – II класу. Молока III класу за якістю сичужного згустку в піддослідних корів виявлено не було.

Висновки

Тривалі високотемпературні навантаження стали суттєвим стрес-фактором, котрий вплинув як на продуктивні ознаки тварин обох груп, так і на сиропридатність та фізико-хімічні властивості молока. Міжпородне схрещування української червоно-рябої породи з монбельярдською позитивно вплинуло на показники поживних речовин у молоці, такі як вміст жиру, білка, лактози, а також на придатність молока до переробки на сир. Помісні корови-первістки мали вищі показники теоретично можливого виходу сичужного сиру та енергетичної цінності молока. Крім того, проби молока від помісей вирізнялися коротшою фазою коагуляції та вищим класом за характеристиками сичужного згустку.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- 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), 11190–11208. DOI: 10.3168/jds.2020-18497.
- Benak, S., Bobić, T., Bilandžija, K., Stainer, Z., Aračić, A., Gregić, M., Eman, D., & Gantner, V. (2020). The differences in production of Holstein Friesian and Holstein Friesian x Norwegian Red F1 crossbreeds. *Mljekarstvo*, 70(4), 284–291. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2020.0406.
- Berry, D. P. (2021). Invited review: Beef-on-dairy – The generation of crossbred beef × dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 3789–3819. DOI: 10.3168/jds.2020-19519.
- Borshch, A. A., Borshch, A. V., Lutsenko, M. M., Merzlov, S. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (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), 238–246. DOI: 10.14710/jitaa.43.3.238-246.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 25(1), 117–123. URL: <https://agrojournal.org/25/01-16.pdf>.
- Borshch, O. O., Ruban, S., Borshch, O. V., Malina, V., Fedorchenko, M., Kosior, L., & Korol-Bezpal, 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 Zoo-techniki*, 48(2), 205–216. URL: https://rnz.iz.edu.pl/files/RNZ_2021_48_2_art06.pdf.
- Borshch, O. O., Ruban, S., Borshch, O. V., Kosior, L., Fedorchenko, M., Bondarenko, L., & Bilkevich, V. (2022). Composition and cheese suitability of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Montbeliarde breed. *Agronomy Research*, 20(3), 494–501. DOI: 10.15159/AR.22.058.
- Brito, C., Niklitschek, L., Molina, L. H., & Molin, I. (2002). Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 55(1), 32–39. DOI: 10.1046/j.1364-727X.2001.00035.x.
- NRC (1971). A guide to environmental research on animals. Washington (DC). National Academy of Science. 374 p.
- NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National. Academy Press, 2101 Constitution Avenue, N.W., Lockbox 285, Washington. pp. 13–28.
- Puppel, K., Bogusz, E., Gołbiewski, M., Nałecz-Tarwacka, T., Kuczyńska, B., Słosarz, J., Budzinski, A., Solarczyk, P., Kunowska-Słosarz, M., & Przysucha, T. (2017). Effect of Dairy Cow Crossbreeding on Selected Performance Traits and Quality of Milk in First Generation Crossbreeds. *Journal of Food Science*, 83(1), 229–236. DOI: 10.1111/1750-3841.13988.
- Ruban, S., Borshch, O. O., Borshch, O. V., Orischuk, O., Balatskiy, Y., Fedorchenko, M., Kachan, A., & 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), 61–72. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203167447>.
- Ruban, S., Danshyn, V., Matvieiev, M., Borshch, O. O., Borshch, O. V., & Korol-Bezpal, L. (2022). Characteristics of Lactation Curve and Reproduction in Dairy Cattle. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 70(6), 373–381. DOI: 10.11118/actaun.2022.028.
- WHO (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. WHO Technical Report Series 935. Geneva, Switzerland: WHO Press.