

## Morphology and morphometry of cattle's blood in the Ukrainian red-spotted dairy breed

I. Kolomak  | S. Sakhnenko | D. Kononenko | D. Ovcharenko

### Article info

#### Correspondence Author

I. Kolomak

E-mail:

[ihor.kolomak@pdaa.edu.ua](mailto:ihor.kolomak@pdaa.edu.ua)Poltava State Agrarian  
University,  
1/3, Skovorody Str.,  
Poltava, 36003,  
Ukraine

**Citation:** Kolomak, I., Sakhnenko, S., Kononenko, D., & Ovcharenko, D. (2024). Morphology and morphometry of cattle's blood in the Ukrainian red-spotted dairy breed. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 105–109. doi: 10.31210/spi2024.27.03.17

Hematological studies are an important element reflecting the physiological state of animals. It is carried out for the purpose of making a diagnosis, especially during the latent course of infectious diseases. The calculation of the leukocyte formula is widely used in the diagnosis of infectious pathologies, the latest data indicate a fundamental difference in the ratio of formed blood elements of young and adult individuals, some data reflect interspecies and age differences. The information regarding the reference ranges for the hematological parameters of the formed blood elements of the Ukrainian red-spotted dairy breed is currently partial. Therefore, the purpose of the study was to determine the reference indices of the leukocyte formula and morphometric indices of the blood of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed of two age groups and to compare their values. Hematological studies were carried out on the basis of the Department of Normal and Pathological Anatomy and Physiology of Animals, Poltava State Agrarian University. Blood for the study was collected from cattle of the Ukrainian red-spotted dairy breed of two age groups (young calves up to 3 months of age and cows aged 3 to 5 years), belonging to the Agroecology PE. The study has established that the percentage of lymphocytes in the blood of calves of the Ukrainian red-spotted dairy breed at the age of 3 months, according to the results of the leukogram study, is by 3.56 % higher ( $P < 0.05$ ) compared to cows at the age of 3 up to 5 years. Along with that, in the blood of cows from 3 to 5 years of age, the percentage of monocytes was higher by 20.3 % ( $P < 0.05$ ) compared to young calves under the age of 3 months. Morphologically, in the prepared smears, along with physiologically normal erythrocytes and leukocytes in shape and structure, pathological forms were also detected. In particular, pathological forms of erythrocytes were found in the smears. At the same time, such pathological forms of erythrocytes as codocytes and target-like forms of erythrocytes were found in smears made from the blood of calves. Instead, only codocytes were detected in smears made from the blood of cows. The number of codocytes in young animals was greater (from 4, 5 to 9 specimens in the field of view of the microscope) compared to adult animals. It was determined that, metrically, according to the area indices, lymphocytes in young animals were probably larger by 9.01% ( $P < 0.05$ ) in comparison with adult animals. Instead, monocytes and eosinophils were larger by 15.32 and 1.29 % ( $P < 0.05$ ) in the group of animals aged 3 to 5 years.

**Keywords:** cattle, Ukrainian red-spotted breed, blood morphology, formed elements of blood, morphometry.

## Морфологія та морфометрія крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи

I. O. Коломак | С. Ю. Сахненко | Д. О. Кононенко | Д. Ю. Овчаренко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Гематологічні дослідження є важливим елементом, що відображає фізіологічний стан тварин. Їх проводять з метою постановки діагнозу, особливо за прихованого перебігу інфекційних захворювань. Підрахунок лейкоцитарної формули широко використовується у діагностиці інфекційних патологій. Останні дані свідчать про принципову відмінність у співвідношенні формених елементів крові молодняку та дорослих особин, окремі дані відображають міжвидову та вікову відмінність. Інформація, щодо референтних діапазонів для гематологічних параметрів формених елементів крові української червоно-рябої молочної породи наразі має частковий характер. Тому, метою досліджень було визначити референтні показники лейкоцитарної формули та морфометричні показники крові корів української червоно-рябої молочної породи двох вікових груп та порівняти їх значення. Гематологічні дослідження здійснювалися на базі кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавського державного аграрного університету. Кров для досліджень відбирали від великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи двох вікових груп (молодняк до 3-х місячного віку та корови віком від 3-х до 5-ти років), що належить ПП «Агроєкологія». Дослідженнями встановлено, що у крові телят української червоно-рябої молочної породи у віці 3-х місяців за результатами дослідження лейкограми відсоток лімфоцитів є на 3,56 % вищим ( $P < 0,05$ ) у порівнянні з коровами віком від 3-х до 5-ти років. Поряд з тим, у крові корів від 3-х до 5-ти річного віку відсоток моноцитів виявився вищим на 20,3 % ( $P < 0,05$ ) у порівнянні з молодняком телят у віці до 3-х місяців. Морфологічно у виготовлених мазках поряд з фізіологічно нормальними за формою й будовою еритроцитами та лейкоцитами виявлено й патологічні форми. Зокрема, у мазках виявлено патологічні форми еритроцитів. При цьому, у мазках, виготовлених з крові телят, виявлено такі патологічні форми еритроцитів як кодоцити та мішенеподібні форми еритроцитів. Натомість у мазках, виготовлених з крові корів, виявлено лише кодоцити. Кількість кодоцитів у молодняку виявилася більшою (від 4-х, 5-ти до 9-ти екземплярів у полі зору мікроскопа) порівняно з дорослими тваринами. Визначено, що метрично, за показниками площі лімфоцити у молодняку виявилися вірогідно більшими на 9,01 % ( $P < 0,05$ ) у порівнянні з дорослими тваринами. Натомість моноцити і еозинофіли на 15,32 та 1,29 % ( $P < 0,05$ ) виявилися за площею більшими у групі тварин віком від 3-х до 5-ти років.

**Ключові слова:** велика рогата худоба, українська червоно-ряба порода, морфологія крові, формени елементи крові, морфометрія.

**Бібліографічний опис для цитування:** Коломак І. О., Сахненко С. Ю., Кононенко Д. О., Овчаренко Д. Ю. Морфологія та морфометрія крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 105–109.

## Вступ

Гематологічні дослідження є важливим елементом, що відображають фізіологічний стан тварин, також їх проводять з метою постановки діагнозу, особливо за прихованого перебігу інфекційних хвороб. Підрахунок лейкоцитарної формули та морфометрична оцінка формених елементів використовується з метою аналізу функціональної діяльності крові. Відсоткове співвідношення різних видів лейкоцитів (лейкоцитарна формула) набула значного поширення у діагностиці інфекційних патологій. Останні дані свідчать про принципову відмінність у співвідношенні формених елементів крові молодняку та дорослих особин, окремі дані свідчать про міжвидову, гендерну та вікову відмінність. Все частіше використовують морфометричну оцінку формених елементів крові. Для кожного типу клітин притаманна градація розмірів, що характеризується своїм специфічним переважаючим морфологічним типом та своєю специфічною кількісно-якісною характеристикою первинних гранул (для лейкоцитів). Існує тісний зв'язок між ультраструктурними та морфометричними характеристиками, а морфометричні параметри, такі як периметр, площа клітин і розмір первинних гранул, можуть бути оцінені як критерії функціонального стану крові. Вік і стать має важливий вплив на морфометрію еритроцитів великої рогатої худоби. Значні відмінності спостерігаються між середньою довжиною еритроцитів самців телят із молодими кастрованими самцями та дорослими особинами. Для середньої ширини еритроцитів бугаїв між телятами та дорослими особинами спостерігали значну різницю [1–6].

Метричний аналіз еритроцитів вказує на значний вплив віку на морфологію еритроцитів, еритроцити молодняку великої рогатої худоби значно більші, ніж у дорослих особин. Деякі дослідження вказують на залежність розмірів еритроцитів від породи корів, так еритроцити великої рогатої худоби породи Wilaya Batna значно більші, ніж еритроцити у породи Biskra та El-Oued [2].

Кількісний показник еритроцитів у телят до шеститижневого віку був значно вищим у порівнянні з дорослими особинами. Середня кількість лімфоцитів у телят досягла контрольних значень для дорослих особин на 6–8 тижнях, а середня кількість моноцитів стабільно зростала до 14–16 тижнів. Для більшості лейкоцитів міжіндивідуальні коливання були більшими протягом перших 5–8 тижнів життя. Середня кількість тромбоцитів у телят була вищою, ніж референтний інтервал для дорослих особин до 19–21 тижня [2–6]. Значні вікові зміни спостерігали у більшості гематологічних і біохімічних параметрів, за винятком кількості паличкоядерних нейтрофілів і моноцитів [4, 5].

Порідна особливість має вагоме значення, велика рогата худоба порід Hanwoo та Holstein,

що належать до одного виду, має відмінності у гематологічних показниках та підгрупах клітин лімфоцитарного ряду [6].

Інформація щодо референтних діапазонів для гематологічних параметрів формених елементів крові української червоно-рябої молочної породи має частковий характер. Це дослідження було проведено для встановлення референтних діапазонів лейкоцитарної формули та розмірів формених елементів крові у двох вікових групах – до трьох місяців та від трьох до п'яти років.

## Мета дослідження

Метою досліджень було провести порівняльну характеристику лейкоцитарної формули, морфологічних та метричних показників крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи різних вікових груп.

## Матеріали і методи

Відбір проб крові здійснювався у ПП «Агро-екологія». Для дослідження гематологічних показників було сформовано дві групи досліджуваних тварин по 15 голів у кожній.

*Перша дослідна група* була сформована з телят української червоно-рябої молочної породи віком до трьох місяців.

*Друга дослідна група* була сформована з корів української червоно-рябої молочної породи віком від трьох до п'яти років.

Гематологічні дослідження проведені на базі кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавського державного аграрного університету. Зразки крові відбирали від великої рогатої худоби з яремної та підхвостової вени. Мазки крові готували на знежирених мікроскопічних скельцях, висушували на повітрі, фіксували метанолом і фарбували фарбою Лейкодиф 200 (LDF 200) для морфометричного дослідження. Дослідження полягає в ідентифікації та підрахунку окремих форм лейкоцитів у препараті мазка крові. Перегляд мазків та мікрофотозйомку мазків крові здійснювали за допомогою світлового мікроскопу MICROMed XS-5520 зі збільшенням об'єктиву у  $\times 4$ ,  $\times 10$ ,  $\times 40$  разів, збільшенням окуляру у  $\times 10$ ,  $\times 20$ . Матеріал для ілюстрацій фотографували за допомогою мікроскопу «MICROMed XS-5520» та камери 5 Mpix. «MICROMed».

Визначення розміру клітин лейкоцитарного ряду проводили за допомогою ImageJ. Одержані результати піддавали статистичній обробці за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2019», визначали середньо-арифметичну величину (M) її похибку (m) та рівень вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Стьюдента.

## Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що у великої рогатої худоби різного віку показники лейкоцитарної формули мають певні відмінності, що відображені у *таблиці 1*.

**Таблиця 1**

Референтні дані лейкоцитарної формули крові корів української червоно-рябої молочної породи,  $M \pm m$

Показник	Вікова група тварин	
	3 місяці (n=15)	3–5 років (n=15)
Базофіли	0,31±0,17	0,22±0,18
Еозинофіли	3,21±0,51	3,32±0,51
Нейтрофіли	юні	0,11±0,16
	паличкоядерні	1,80±0,21
Лімфоцити	сегментоядерні	27,00±1,22
		29,12±1,35
Моноцити	64,90±2,24	62,59±2,38*
	2,67±0,54	3,35±0,50*

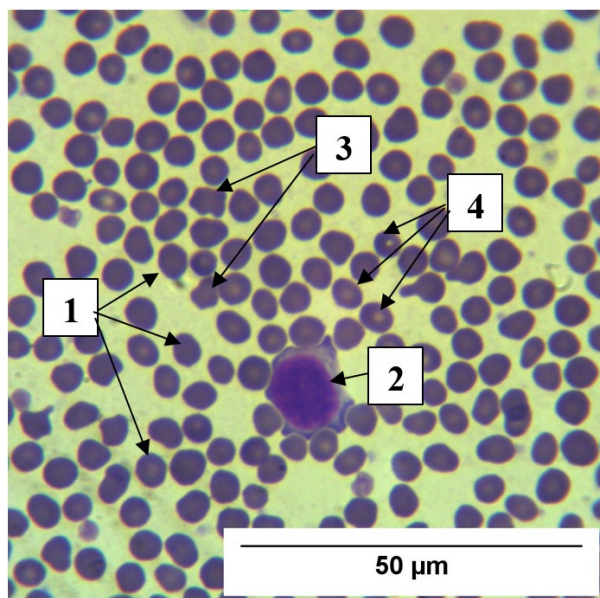
*Примітка:*\* –  $P < 0,05$  порівняно з показниками молодняку великої рогатої худоби до 3-х місячного віку.

Зокрема, встановлено, що телята української червоно-рябої молочної породи у віці 3-х місяці мали вірогідно ( $P < 0,05$ ) більший відсоток лімфоцитів (64,90 %) – на 3,56 % у порівнянні коровами віком від 3-х до 5-ти років (62,59 %). Слід зазначити, що при визначенні відсоткового співвідношення у лейкоцитарній формулі моноцитів зафіксовано протилежну тенденцію. Зокрема, у корів від 3-х до 5-ти річного віку відсоток моноцитів у середньому по групі склав 3,35 %, натомість у телят у віці до 3-х місяців аналогічний показник виявився вірогідно нижчим ( $P < 0,05$ ) й склав 2,67 %, що виявилось на 20,3 % менше.

Окрім того, нами встановлено, що у лейкограмі від молодняку великої рогатої худоби порівняно з дорослими тваринами у віці від 3-х до 5-ти років спостерігається вищий відсоток базофілів, юних та паличкоядерних нейтрофілів на 29,04, 9,10 та 27,78 % відповідно. У той же час, у корів віком від 3-х до 5-ти років відсоток еозинофілів і сегментоядерних нейтрофілів виявився вищим на 3,32 та 7,29 % відповідно порівняно з аналогічними показниками у досліджуваного молодняку. Варто наголосити, що вірогідних значень вищенаведені показники не набули.

При проведенні морфологічних досліджень формених елементів крові у виготовлених мазках поряд з фізіологічно нормальними нами виявлено й патологічні форми, незалежно від віку тварин, проте все ж певні відмінності нами встановлено.

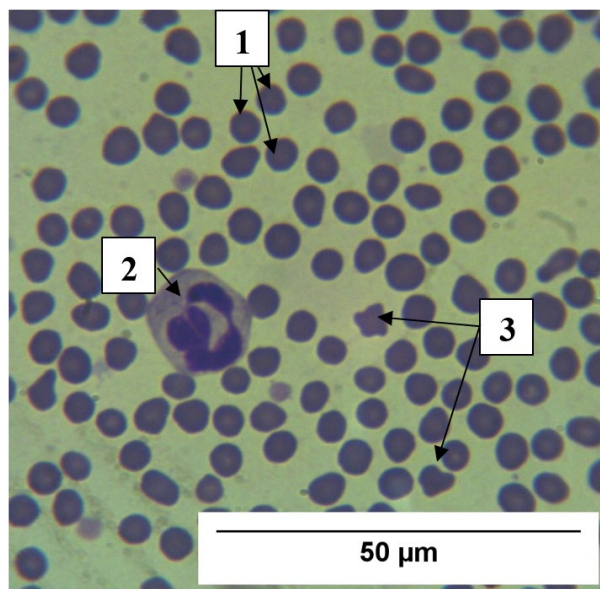
Так, у мазках виготовлених із крові телят віком до 3-х місяців (*рис. 1*) поряд з фізіологічно нормальними за формою й будовою еритроцитами та лейкоцитами, також було виявлено й патологічні форми еритроцитів, зокрема – кодоцити та мішенеподібні їх форми.



**Рис. 1.** Мікроскопія мазку крові молодняку великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи віком до 3-х місяців:

1 – еритроцити; 2 – лімфоцит; 3 – патологічні форми еритроцитів (кодоцити); 4 – патологічні форми еритроцитів (мішенеподібні еритроцити)

Слід зауважити, що у мазках крові від дорослої великої рогатої худоби віком від 3-х до 5-ти років з патологічних форм еритроцитів нами виявлено лише кодоцити (*рис. 2*).



**Рис. 2.** Мікроскопія мазку крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи віком від 3-х до 5-ти років:

1 – еритроцити; 2 – лімфоцит; 3 – патологічні форми еритроцитів (кодоцити)

Аналізуючи кількісні показники патологічних форм еритроцитів (кодоцитів), можна з впевненістю засвідчити, що найбільшу їх кількість ми фіксували у молодняку віком до 3-х місячного віку. Зокрема,

в одному полі зору мікроскопа ми відмічали від 4-х, 5-ти до 9-ти таких екземплярів, натомість, у зразках від дорослої великої худоби їх кількість була значно меншою й коливалася від 1-го до 4-х екземплярів у полі зору мікроскопа.

Вивчаючи метричні показники формених елементів крові (еритроцитів, лімфоцитів, моноцитів, еозинофілів та базофілів), нами було встановлено певні закономірності у показниках площі (*табл. 2*).

## Таблиця 2

Порівняльна характеристика метричних показників формених елементів крові корів української чорно-рябої молочної породи,  $M \pm m$

Формені елементи крові, мкм	Вікова група тварин	
	3 місяці (n=15)	3–5 років (n=15)
Еритроцити	14,76±0,89	14,43±1,38
Лімфоцити	95,86±5,22	87,23±5,0*
Моноцити	65,81±3,95	77,71±5,39*
Еозинофіли	55,31±2,47	56,03±1,70*
Базофіли	55,47±3,47	57,87±2,37

*Примітка:*\* –  $P < 0,05$  порівняно з показниками молодняку великої рогатої худоби до 3-х місячного віку.

Зокрема, у молодняку великої рогатої худоби площа лімфоцитів виявилася вірогідно більшою ( $P < 0,05$ ) на 9,01 %, й становила 95,86 мкм, натомість, у дорослої худоби цей показник складав 87,23 мкм. Більшими за площею у молодняку великої рогатої худоби виявся також розмір еритроцитів – 14,76 мкм, у дорослих тварин цей показник у середньому складав склав 14,43 мкм, що на 2,24 % менше, ніж у тварин до 3-х місячного віку, у той же час вірогідних значень цей показник не набув.

Нами зафіксовано, що у групі тварин віком від 3-х до 5-ти років такі формені елементи крові як моноцити, еозинофіли та базофіли виявилися більшими за показником їх площі від аналогічних у молодняку великої рогатої худоби віком до 3-х місяців на 15,32, 1,29 та 4,15 % й становили 77,71, 56,03 та 57,87 мкм відповідно. Натомість у молодняку ці показники по групі у середньому склали 65,81, 55,31 та 55,47 мкм відповідно. Слід зауважити, що вірогідних значень ( $P < 0,05$ ) за результатами наших досліджень набули лише показники моноцитів та еозинофілів.

Про різницю у гематологічних показниках великої рогатої худоби різного віку статі та фізіологічного стану свідчать дані Saulko, et al., 2017, та багатьох інших науковців, які вказують, що кількість еритроцитів крові тільних корів коливається у межах 6,25–7,04 Т/л, тоді як у новонароджених телят дані показники були дещо вищими – від 7,31 до 7,79 Т/л [7, 8, 11, 12].

Численні дослідження вказують на важливість гематологічних досліджень з метою оцінки загального фізіологічного стану, при чому різні породи мають свої кореляційні норми. Гематологічні

дослідження проведені на великій рогатій худобі породи Jersey показали, що найвища середня загальна кількість еритроцитів та обсяг еритроцитів були зареєстровані у віці від двох до шести років, тоді як найнижчі значення були зареєстровані у десяти річних особин. Найвища загальна кількість лейкоцитів була зафіксована у тварин від двох до шести років породи Red Sindhi. Дослідники виявили достовірні відмінності серед порід і вікових груп для всіх гематологічних параметрів за винятком кількості еозинофілів і базофілів. Виниклі відмінності можуть бути пов'язані з різницею у віці, породі та фізіологічному стані досліджуваних тварин [9, 13, 14].

У літературі описано, що кількість нейтрофілів та співвідношення їх до лімфоцитів змінюються впродовж життя. Через 24 години після народження телят кількість моноцитів є нижчою у порівнянні з нормою. Проте, вже через 48 годин загальна кількість лейкоцитів, зрілих нейтрофілів і моноцитів, а також співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів збільшуються [10, 15].

При порівнянні гематологічних показників голштинських телят віком від двох до 5-ти міс. виявлено, що телята мали високу кількість ретикулоцитів. Науковці зазначають, що збільшення гемоглобіну є показником прискореного еритропоезу [11, 21, 22].

Велика рогата худоба бельгійської блакитної породи має специфічні гематологічні та біохімічні показники. Корови мають збільшений рівень еритроцитів, гемоглобіну і лімфоцитів, що свідчить про різні референтні межі фізіологічних показників у залежності від породи [12, 16, 17]. Також є дані, що вказують на сезонні фізіологічні коливання макроелементів, мікроелементів та біохімічних показників крові (міді, цинку, магнію, заліза, хлору натрію, калію, кальцію, фосфору, сечовини, лужної фосфатази (ALP), креатиніну (CR), аспартат-амінотрансферази (AST), аланінамінотрансферази (ALT)), що впливають на фізіологічні показники крові тварин [18–20, 22].

Отримані нами дані доповнюють існуючі описові критерії морфологічних та морфометричних показників формених елементів крові корів української червоно-рябої молочної породи.

## Висновки

Встановлено, що телята української червоно-рябої молочної породи у віці 3-х місяців за результатами дослідження лейкограми мають на 3,56 % більший відсоток лімфоцитів (64,90 %,  $P < 0,05$ ) у порівнянні з коровами віком від 3-х до 5-ти років. Визначено, що площа лімфоцитів у молодняку виявилася вірогідно більшою на 9,01 % ( $P < 0,05$ ) у порівнянні з дорослими тваринами. За морфологічного дослідження крові від телят встановлено, що у мазках, поряд з фізіологічно нормальними за формою й будовою еритроцитами та лейкоцитами також відмічаються й патологічні форми еритроцитів – кодоцити та мішенеподібні їх форми. Кількість патологічних форм еритроцитів у

молодняку виявилася більшою (від 4-х, 5-ти до 9-ти екземплярів у полі зору мікроскопа) порівняно із дорослими тваринами.

Визначено, що у крові корів від 3-х до 5-ти річного віку відсоток моноцитів є вірогідно нижчим на 20,3 % ( $P < 0,05$ ) у порівнянні з молодняком у віці до 3-х місяців. Метрично вірогідно більшими ( $P < 0,05$ ) за площею виявилися такі формені елементи як моноцити і еозинофіли. Із патологічних форм еритроцитів у мазках крові від корів були виявлені лише кодоцити.





### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

1. Dash, I. (2019). Morphometric study of red blood cells in non-descriptive cattle with respect to age and sex. *Comparative Clinical Pathology*, 29 (1), 127–133. <https://doi.org/10.1007/s00580-019-03037-3>
2. Adili, N., Melizi, M., & Bennoune, O. (2013). The influence of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells in bovines. *Veterinary World*, 6 (8), 476. <https://doi.org/10.5455/vetworld.2013.476-478>
3. Adili, N., Melizi, M., Belabbas, H., & Achouri, A. (2014). Preliminary study of the influence of red blood cells size on the determinism of the breed in cattle. *Veterinary Medicine International*, 2014, 1–4. <https://doi.org/10.1155/2014/429495>
4. Brun-Hansen, H. C., Kampen, A. H., & Lund, A. (2006). Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Veterinary Clinical Pathology*, 35 (2), 182–187. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2006.tb00111.x>
5. Mohri, M., Sharifi, K., & Eidi, S. (2007). Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in Veterinary Science*, 83 (1), 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.10.017>
6. Kim, Y.-M., Lee, J.-A., Jung, B.-G., Kim, T.-H., Lee, B.-J., & Suh, G.-H. (2015). Reference ranges of hematology and lymphocyte subsets in healthy Korean native cattle (Hanwoo) and Holstein dairy cattle. *Animal Science Journal*, 87 (6), 796–801. Portico. <https://doi.org/10.1111/asj.12485>
7. Saulko, V. V., Dovha, L. V., & Mazurkevych, A. Y. (2017). Erythrograma krovi tilnykh koriv ta teliat riznykh bioheokhimichnykh provintsii za mikroelementoziv. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn*, 18 (1), 79–81. [in Ukrainian]
8. Kucher, D. M. (2012). Morfolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi koriv-pervistok riznykh variantiv pidboru. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 97 (4), 96–100. [in Ukrainian]
9. Ipsita, D., Ananya, B., & Prafulla K., M. (2015). Hematological analysis of three breeds of cows. *Indian Journal of Biology*, 5 (12), 31–39. <https://doi.org/10.21088/ijb.2394.1391.2115.5>
10. Adams, R., Garry, F. B., Aldridge, B. M., Holland, M. D., & Odde, K. G. (1992). Hematologic values in newborn beef calves. *American Journal of Veterinary Research*, 53 (6), 944–950. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1992.53.06.944>
11. Harper, S. B., Hurst, W. J., Ohlsson-Wilhelm, B., & Lang, C. M. (1994). The Response of various hematologic parameters in the young bovine subjected to multiple phlebotomies. *ASAIO Journal*, 40 (3), 816–825. <https://doi.org/10.1097/00002480-199407000-00112>
12. Guyot, H., Legroux, D., Eppe, J., Bureau, F., Cannon, L., & Ramery, E. (2024). Hematologic and serum biochemical characteristics of belgian blue cattle. *Veterinary Sciences*, 11 (5), 222. <https://doi.org/10.3390/vetsci11050222>
13. Rafia, S., Taghipour-Bazargani, T., Khaki, Z., Bokaie, S., & Sattari Tabrizi, S. (2011). Effect of body condition score on dynamics of hemogram in periparturient Holstein cows. *Comparative Clinical Pathology*, 21 (5), 933–943. <https://doi.org/10.1007/s00580-011-1204-9>
14. Chen, H., Yu, B., Liu, C., Cheng, L., Yu, J., Hu, X., & Xiang, M. (2022). Hematology reference intervals for holstein cows in Southern China: a study of 786 subjects. *Veterinary Sciences*, 9 (10), 565. <https://doi.org/10.3390/vetsci9100565>
15. Herman, N., Trumel, C., Geffré, A., Braun, J.-P., Thibault, M., Schelcher, F., & Bourges-Abella, N. (2018). Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 30 (5), 678–687. <https://doi.org/10.1177/1040638718790310>
16. Panousis, N., Siachos, N., Kitkas, G., Kalaitzakis, E., Kritsepi-Konstantinou, M., & Valergakis, G. E. (2018). Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Research in Veterinary Science*, 118, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.002>
17. Roland, L., Drillich, M., & Iwersen, M. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26 (5), 592–598. <https://doi.org/10.1177/1040638714546490>
18. Tanaka, S., Miyazawa, K., Kuwano, A., Watanabe, K., Ohwada, S., Aso, H., Nishida, S., & Yamaguchi, T. (2008). Age-related changes in leukocytes and T cell subsets in peripheral blood of Japanese Black cattle. *Animal Science Journal*, 79 (3), 368–374. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00539.x>
19. Henry, E., & Christensen, R. D. (2015). Reference intervals in neonatal hematology. *Clinics in Perinatology*, 42 (3), 483–497. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2015.04.005>
20. Guyot, H., Legroux, D., Eppe, J., Bureau, F., Cannon, L., & Ramery, E. (2024). Hematologic and serum biochemical characteristics of belgian blue cattle. *Veterinary Sciences*, 11 (5), 222. <https://doi.org/10.3390/vetsci11050222>
21. Doornenbal, H., Tong, A. K., & Murray, N. L. (1988). Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 52 (1), 99–105.
22. Yokus, B., & Cakir, U. D. (2006). Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biological Trace Element Research*, 109 (3), 255–266. <https://doi.org/10.1385/bter:109:3:255>

### ORCID

- I. Kolomak  <https://orcid.org/0000-0002-1601-893X>  
S. Sakhnenko  <https://orcid.org/0009-0009-1595-9381>  
D. Kononenko  <https://orcid.org/0009-0002-7562-1947>  
D. Ovcharenko  <https://orcid.org/0009-0001-7477-0599>



© 2024 Kolomak I., et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.