

<https://doi.org/10.61308/SVET5882>

Влияние на климатичните промени върху хематологичния и биохимичен статус на стадо крави от порода Лимузин в средата на два последователни пасищни сезона

Иван Янчев^{*1}, Николай Марков², Цветана Харизанова-Методиева¹ и Мая Игнатова¹

¹Селскостопанска академия, София, България, Институт по животновъдни науки – Костинброд

²Селскостопанска академия, София, България, Институт по планинско животновъдство и земеделие – Троян

*Кореспондиращ автор ijantcev@mail.bg

Резюме: Целта на настоящото проучване бе да се оцени статуса в червената и бяла кръвна картина, заедно със стойностите на някои ензими и метаболити – ALT, AST, ALP, серумно желязо и глюкоза на избрани животни от стадо месодайни говеда, порода Лимузин в средата на два поредни пасищни сезона с големи разлики в среднодневната температура, количеството и разпределението на валежите от началото на съответната година, респ. на количеството и качеството на тревостоя при приключване на вегетацията. Изследването бе проведено в експерименталната база «Златуша» на ИЖН- Костинброд с 15 бременни крави, изравнени по ОТС и възраст, на които бяха взети кръвни проби през Юли 2022 г. и 2023 г. чрез венепункция на опашната вена. Анализът на хематологичните показатели в цяла кръв беше извършен с лазерен автоматичен многоизмерен хематологичен анализатор URIT-5160, а анализът на биохимичните показатели - в екстрахирана от нея плазма с полуавтоматичен биохимичен анализатор BTS-350. Резултатите са изразени като средноаритметични стойности \pm S.E.M. и бяха анализирани статистически чрез метода анализ на дисперсията (ANOVA). Въпреки че няма почти никаква разлика в нивата на хематокрита и броя на еритроцитите в средата на двата пасищни сезона, през Юли 2022 г., при изследваните крави е регистрирано достоверно по-високо ниво на хемоглобин спрямо Юли 2023 г. ($P<0,001$), което дава отражение и върху достоверността на разликата при средния корпускулярен хемоглобин (MCH) и средната концентрация на корпускулярен хемоглобин (MCHC) – също при $P<0,001$. Няма достоверни разлики в броя на левкоцитите и левкоцитните субпопулации и в концентрациите на желязо и глюкоза в средата на двете последователни години. Активността на ензимите ALT и AST е достоверно по-ниска ($P<0,05$), а активността на ALP е достоверно по-висока през Юли 2022 г. ($P<0,01$).

Ключови думи: Климатични промени; хематологични показатели; биохимични показатели; крави Лимузин

Influence of climatic changes on the hematological and biochemical status of a herd of Limousine cows in the middle of two consecutive grazing seasons

Ivan Yanchev^{*1}, Nikolay Markov², Tsvetana Harizanova-Methodieva¹ and Maya Ignatova¹

¹Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria, Institute of Animal Science –Kostinbrod

²Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria, Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture – Troyan

*Corresponding author: ijantcev@mail.bg

Citation: Yanchev, I., Markov, N., Harizanova-Methodieva, Ts. & Ignatova, M. (2024). Influence of climatic changes on the hematological and biochemical status of a herd of Limousine cows in the middle of two consecutive grazing seasons. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 61(5), 30-38 (Bg).

Abstract: The aim of the present study was to evaluate the status in the red and white blood count, together with the values of some enzymes and metabolites - ALT, AST, ALP, serum iron and glucose in selected animals

from a herd of Limousine beef cattle in the middle of two consecutive grazing seasons, with large differences in the average daily temperature, the amount and distribution of precipitation and of the quantity and quality of the grass at the end of its vegetation. The study was conducted in the experimental base “Zlatusha” of the IAS-Kostinbrod with 15 pregnant cows equalized by BCS and age, from which blood samples were taken in July, 2022 and 2023, by venipuncture of the tail vein. The analysis of hematological indicators in whole blood was performed with a 5-Part-Diff Automated Hematology Analyzer URIT-5160, and the analysis of biochemical indicators - in plasma extracted from it with a Semi-automatic Biochemical Analyzer BTS-350. Results are expressed as mean values \pm S.E.M. and were analyzed statistically by the analysis of variance (ANOVA) method. Although there was almost no difference in the levels of hematocrit and the number of erythrocytes in the middle of two grazing seasons, in July, 2022, the studied cows had a significantly higher level of hemoglobin than in July, 2023 ($P < 0.001$), which reflected also on the significance of the difference in mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) – also at $P < 0.001$. There were no significant differences in leukocyte counts and leukocyte subpopulations and in iron and glucose concentrations in the middle of two consecutive years. ALT and AST enzyme activities were significantly lower ($P < 0.05$), and ALP activity was significantly higher in July, 2022 ($P < 0.01$).

Keywords: Climate change; hematological indicators; biochemical indicators; Limousine cows

ВЪВЕДЕНИЕ

Климатичните промени, най-вече промените в честотата и силата на горещите вълни, намаляването на количеството и динамиката на валежите представляват значително предизвикателство за животновъдството и в частност за говедовъдството. В редица изследвания се използва индексът температура-влажност (ТНІ) като надеждна променлива за измерване на топлинния стрес при говеда и влиянието му върху някои физиологични и продуктивни показатели (Chrást et al., 2023, Githinji, 2023). Chang-Fung-Martel et al. (2021) установяват значителна отрицателна корелация ($r = -0,82$) между индекса температура-влажност (ТНІ) и приема на сухо вещество (DMI), като DMI намалява с 0,45 kg/ден за всяка единица увеличение на ТНІ. Mazzullo et al. (2014) провеждат изследване върху месодайни говеда *Piemontese* по отношение влиянието на околната среда (температура и относителна влажност) и установяват, че по-голямата част от хематологичните стойности, въпреки че са в рамките на физиологичния диапазон за говеда, показват, че вариациите в хематологичните параметри са свързани с промените в температурата на околната сре-

да, относителната влажност и индекса температура-влажност. Cuscuzza et al. (2014) в изследването си при същата порода месодайни говеда, намират и съществени разлики в някои биохимични показатели при технологиите на пасищно и оборно на отглеждане на животните.

Редица изследователи посочват, че нормалните физиологични стойности на различните хематологични и биохимични показатели при селскостопанските животни се влияят от редица фактори като възраст, пол, порода, сезон, надморска височина, климат, условия на хранене и отглеждане и много други екологични фактори като от особено значение са и бременността и общото телесно състояние на животните (Mason, 2000, Mortola et al., 2000, Nazifi et al., 2008, McArdle et al., 2010, Fernandes et al., 2016, Đud et al., 2022, Koreyba et al., 2023). Други автори в проучванията си при експерименти с кръстоски на месодайни говеда дори обясняват разликите в хематологичните и биохимичните показатели между групите с разлики в темперамента на животните (Motta et al., 2023).

Radkowska and Herbut (2014) анализират хематологични и биохимични параметри при млечни крави *Holstein Friesian* в зависимост

от системата на отглеждане – изцяло оборно (С), оборно със свободен достъп на открито (О) и изцяло на пасище (Р). Проучването е показало положителен ефект от пасищното отглеждане на млечните крави върху техните хематологични параметри, като авторите констатират значително ($P \leq 0,05$) увеличение на общия брой на белите кръвни клетки и на процентите на базофилите и неутрофилите, значителни ($P \leq 0,05$) увеличения на концентрацията на хемоглобин (с 8%) и хематокрит (със 7%). Биохимичният анализ показва малко по-високи концентрации на урея в групата на пасищните крави в сравнение с другите групи, а високото съдържание на азотни съединения в пасищния фураж може да има известен ефект върху чернодробния азотен метаболизъм, което може да повиши серумните концентрации на ензимите AST и ALT при кравите от група Р.

Подобно изследване за изчисляване на доверителни интервали на кръвни параметри, използвани за тестване на хранителен и метаболитен профил на клинично здрави лактиращи млечни крави *Holstein Friesian* (740 крави в 33 италиански млечни стада), като са взети предвид ефектите на паритета, етапа на лактация и сезона провеждат Cozzi et al. (2011), подобно изследване имат и da Silva et al. (2024) във връзка и с етапа на бременността. В тяхно изследване, Gorski and Saba, L. (2012) оценяват и сравняват избрани хематологични и биохимични показатели в кръвта на сухостойни и лактиращи крави при 4 стада млечни крави от Централна и Източна Полша като резултатите показват намалено ниво на глюкоза и повишена активност на алкалната фосфатаза при лактиращите крави, заедно с особено висока активност на AST при изследваните животни.

При сравнение на някои хематологични и биохимични показатели на месодайни и млечни крави (*Belgian blue* и *Holstein Friesian*), Guyot et al. (2024) установяват повишена концентрация на креатинин и активност на СК и AST при месодайните говеда, като броят на еритроцитите, хемоглобинът, хематокритът,

MCV и лимфоцитите са значително по-високи при месодайните крави в сравнение с млечните. В своята докторска дисертация, Segura (2022) изследва избрани хематологични и биохимични параметри на общо 311 животни от различни породи иберийски говеда (*Avileña*, *Lidia* и *Morucha*) на различна възраст и пол, като намира, че породата *Morucha* има най-висок брой червени кръвни клетки и процент хематокрит, докато *Lidia* има най-високи стойности на глюкоза и ALP.

В експеримент за проследяване на адаптационния стрес при месодайни крави от породата *Limousine* с различно време за адаптация Rzaşa et al. (2007) констатират, че кравите от порода *Limousine* с най-кратко време на престой в новото стадо се характеризират с повишени концентрации на Glu ($P < 0,01$), Cort, SAA и β -глобулинова фракция, докато концентрацията на γ -глобулини е значително понижена ($P \leq 0,05$). Според тях тези индекси могат да бъдат свързани с адаптационен стрес, продължаващ около 1 седмица.

Решаващ приоритет е да се определят стандартните параметри за нестресирани животни, отглеждани във всяка отделна страна и/или географска и климатична зона, като се изгради референтна таблица с местни данни за хематологични и биохимични показатели, която периодично да се актуализира, за да се направи правилно сравнението (Bezerra et al., 2010, Etim et al., 2014). Wood and Quiroz-Rocha (2010) съобщават, че определянето на хематологични референтни стойности при говедата е много важна стъпка, за да се формира добра основа за клинична интерпретация. От друга страна, проучването на литературни източници, свързани с влиянието на екстремни стойности на екологичните фактори върху хематологичните и биохимични показатели могат да дадат ценна информация за адаптационните възможности на дадена порода, като от особена важност са точните полеви изследвания на място (Macrae, 2017).

Предвид цитираните по-горе изследвания целта на настоящото проучване бе да се оцени статуса в червената и бяла кръвна карти-

на, заедно със стойностите на някои ензими и метаболити – ALT, AST, ALP, серумно желязо и глюкоза на избрани животни от стадо месодайни говеда, порода Лимузин точно в средата на поредни пасищни сезона (в края на вегетацията на тревата непосредствено преди коситба), с големи разлики в среднодневната температура, количеството и разпределението на валежите от началото на съответната година, респ. на количеството и качеството на тревостоя при приключване на вегетацията. Изследването няма за цел проследяването на динамиката на тези показатели по месеци през целия пасищен сезон.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Изследването бе проведено през Юли 2022 и Юли 2023 г. в експерименталната база «Златуша» на ИЖН- Костинброд с 15 бременни крави, подбрани по оценката на телесното им състояние (ОТС) - 3,5 и възрастта – $8,18 \pm 1,85$ години (изравнени по метода на аналозите). Дневната дажба на кравите през зимата включваше 6 кг качествено ливадно сено и 10 кг царевичен силаж, без добавка на концентрати, а от месец април отглеждането им е само пасищно, последователно на едни и същи парцели пасища в експерименталната база, също без добавка на концентрирани фуражи.

Количеството на добитото ливадно сено от експерименталната база «Златуша» на ИЖН-Костинброд при косенето на едни и същи ливади през юли 2022 и 2023 г. бе съответно 67,5 и 199,5 тона, респективно 102.2 и 302.3 кг/дка, т.е. почти три пъти повече. Площите, използвани за косене и паша бяха 660 дка, а тези само за паша – 507 дка и през двете години при средна плътност 2 ЖЕ/ха.

Данните за среднодневната температура, количеството на валежите (вкл. брой дни с валежи) по месеци за района на Софийската котловина (от www.stringmeteo.com) през седемте месеца на съответните години са посочени на Табл. 1.

На животните в края на месец Юли на съответната година (при приключила вегетация на ливадната трева, непосредствено преди коситбата) бяха взети кръвни проби чрез венопункция на опашната вена в епруветки с антикоагулант EDTA, които са транспортирани в термоизолиран съд при температура +4 °C. Анализът на хематологичните показатели в цяла кръв беше извършен до един час от пробовземането с 5-Part-Diff Automated Hematology Analyzer (лазерен многоизмерен хематологичен анализатор) URIT-5160, а анализът на биохимичните параметри след това беше извършен в екстрахирана плазма от същите проби с полуавтоматичен биохимичен анализатор BTS-350, произведен от BioSystems Ltd., Испания. Резултатите са изразени като средноаритметични стойности \pm S.E.M. и бяха анализирани статистически чрез метода анализ на дисперсията (ANOVA).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При анализа на данните за среднодневните температури, количеството на валежите и броя дни с валежи (Табл. 1) правят впечатление няколко факта, които обясняват трикратно по-високия добив на ливадно сено през втората година, респ. разликите в количеството и качеството на тревостоя по време на вземането на кръвните проби в края на м. юли през двете години. Първо, зимата на 2023 г. (Януари - Март) е била средно с 2,3 °C по-топла при почти еднакво количество и брой дни с валежи (съответно 93,4/28 и 92,9/29) спрямо 2022 г. Това обуславя еднаква влагозапасеност на почвата в края на Март през двете години, но повечето валежи и по-топлото време през този месец са предпоставка за по-добро и по-ранно начало на вегетацията при ливадната трева. Второ, при почти еднакви среднодневни температури, количество и брой дни с валежи през месец Април, през месец Май 2023 г. е имало 22 дни с валежи при количество от 70,2 л, докато предходната година дните с валежи са били само 9, а количество-

Таблица 1. Среднодневна температура, количество и разпределение на валежите**Table 1.** Average daily temperature, amount and distribution of precipitation

Месец Month	2022			2023		
	Среднодневна температура (°C) Average daily temperature (°C)	Количество валежи (L) Amount of precipitation (L)	Брой дни с валежи Days with precipitation	Среднодневна температура (°C) Average daily temperature (°C)	Количество валежи (L) Amount of precipitation (L)	Брой дни с валежи Days with precipitation
Януари January	0,6	22,8	9	3,9	55,9	12
Февуари February	3,8	51,8	11	3,2	8,9	6
Март March	2,8	18,8	8	6,9	31,1	11
Април April	10,7	61,7	12	8,9	54,7	10
Май May	16,1	45,8	9	13,4	70,2	22
Юни June	19,7	159,9	12	18,5	161,4	15
Юли July	21,6	58,9	7	23,4	11,8	6
ОБЩО TOTAL	10,75	419,7	68	11,17	394	82

то – 45,8 л, като Май 2023 г. е имал и с почти 3 градуса по-ниска среднодневна температура. И трето – докато през през месеца с най-много валежи в годината у нас – Юни и през двете години те да са с приблизително еднакво количество и брой дни при сходни среднодневни температури, сумарно за периода от Март до Юли, който предопределя добива на ливадно сено през 2023 г. е имало общо 64 дни с валежи спрямо само 48 дни през 2022 г. при приблизително еднакво количество. Като цяло първите седем месеца на 2023 г. са с средно с 0,42 °C по-топли от същия период на предходната година, което е в унисон с хипотезата за глобалното затопляне.

Резултатите от червената кръвна картина (Табл. 2) показват, че през 2023 г. спрямо 2022 г. изследваните крави от порода Лимузин имат достоверно по-ниски нива на хемоглобин (HGB), среден корпускулярен хемог-

лобин (MCH) и средна концентрация на корпускулярен хемоглобин (MCHC) при $P < 0.001$. Няма достоверни разлики между двете години по отношение на показателите хематокрит (HCT), брой еритроцити (RBC), среден корпускулярен обем на еритроцитите (MCV) и среден корпускулярен хемоглобин (MCH) при изследваните животни. Всички показатели са плътно около средните референтни стойности за говеда, при границите, съобщавани в книгата на Radostits et al., (2000), с изключение на резултатите за MCH и MCHC през 2022 г., които са около горната граница на нормата, като дори леко я надвишават. Възможно обяснение на намалените нива на хемоглобин през 2023 г. спрямо 2022 г. при запазени нива на хематокрита и броя на еритроцитите при изследваните едни и същи животни, които логично резултират и в понижаване на стойностите на MCH и MCHC е, че месец

Юли 2023 г е имал с 1,8 °C по-висока средно-дневна температура и с 47 L по-малко валежи спрямо Юли 2022 г., което предполага сериозна разлика в индекса температура-влажност (ТНІ) и е предпоставка за наличие на известен температурен стрес. Това според нас не би могло да компенсира значително по-доброто хранене и прием на сухо вещество (обуславящи по-засилен метаболизъм, респ. нужда от повече кислород) от по-качествения тревостой, както посочват в своите изследвания Mazzullo et al. (2014), Chang-Fung-Martel et al.

(2021) и Koreyba et al. (2023), а получените резултати са една добра основа за по-задълбочени проучвания, включващи оценка на динамиката на тези показатели по месеци, заедно с анализ и на нивата на кортизол.

Няма достоверни разлики в броя на левкоцитите и левкоцитните субпопулации през двете последователни години (Табл. 3). Броят на левкоцитите също е около средните референтни стойности за говеда, при границите, съобщавани в книгата на Radostits et al, (2000). Няма достоверна разлика и в съотно-

Таблица 2. Червена кръвна картина при говеда Лимузин през два пасищни сезона (n=15)

Table 2. Red blood count in Limousin cattle during two pasture seasons (n=15)

Показатели Parameters	Пасищен сезон 2022 Pasture season 2022	Пасищен сезон 2023 Pasture season 2023
НСТ (%) Ref.: 24-46	31.343 ± 0.863	31.458 ± 0.692
HGB (g/L) Ref.:80-150	114.062 ± 2.882***	93.250 ± 1.822
RBC (10 ¹² /L) Ref.: 5-10	6.547 ± 0.127	6.473 ± 0.180
MCV (fL) Ref.: 40-60	48.075 ± 0.890	48.808 ± 0.867
MCH (pg) Ref.: 11-17	17.431 ± 0.338***	14.416 ± 0.307
MCHC (g/L) Ref.: 300-360	363.562 ± 1.255***	296.083 ± 1.782

Легенда / Legend:

- P < 0.05

** - P < 0.01

*** - P < 0.001

Таблица 3. Бяла кръвна картина при говеда Лимузин през два пасищни сезона (n=15)

Table 3. White blood count in Limousin cattle during two pasture seasons (n=15)

Показатели Parameters	Пасищен сезон 2022 Pasture season 2022	Пасищен сезон 2023 Pasture season 2023
WBC(10 ⁹ /L) Ref.: 4-12	6.841 ± 0.543	6.784 ± 0.601
LYM (10 ⁹ /L) Ref.: 2-7.5	3.785 ± 0.437	3.680 ± 0.382
MON (10 ⁹ /L) Ref.: 0-0.8	0.539 ± 0.059	0.565 ± 0.050
NEU (10 ⁹ /L) Ref.: 0.6-4	2.348 ± 0.170	2.402 ± 0.258
EOS (10 ⁹ /L) Ref.: 0-2.4	0.164 ± 0.042	0.130 ± 0.045
BASO (10 ⁹ /L) Ref.: Rare	0.004 ± 0.001	0.005 ± 0.002

Легенда / Legend:

- P < 0.05

** - P < 0.01

*** - P < 0.001

шението неутрофили-лимфоцити, като това идва да покаже, че степента на температурен стрес не би могла да бъде висока. Както посочват в своето изследване при млечни крави Peli et al. (2018) хематологичните параметри могат да бъдат повлияни от топлинен стрес, но не могат да се използват като параметри за оценка степента на този стрес.

Няма достоверни разлики в концентрациите на желязо и глюкоза през двете последователни години (Табл. 4). Активността на ензимите ALT и AST е достоверно по-ниска през 2022 г. ($P < 0,05$), а активността на ALP е достоверно по-висока през същата година ($P < 0,01$). В нашето изследване активностите на ALT и AST във всички изследвани проби и за трите породи бяха малко над референтните стойности за говеда (съответно 11-40 и 78-132 U/L), установени от Kaneko et al. (1997) и от Radostits et al. (2000), докато активността на ALP беше в границите на нормата. Повишена концентрация на ALT в серума може да има при разрушаване на хепатоцитите в следствие на инфекциозен или токсичен процес, като в това отношение ALT е по-специфичен указател за чернодробното увреждане от AST и може да се увеличи и дори преди проявата на типична симптоматика. Високите нива на AST са указание за вече акутни състояния на хепатална некроза, причинена от хепатит или

остри отравяния. Ниската активност на ензима AST няма клинично значение, но може да бъде указание за повишени нива на азотни съединения в кръвта, бъбречна недостатъчност, както и при недохранване и витамин B₆ авитаминоза. ALP е широко разпространена в различни тъкани на тялото, като е свързана особено с костите, тънките черва, черния дроб и по-специално жлъчката, плацентата и бъбреците. В костите функцията на ALP се свързва с минерализацията, вероятно чрез катализиране на образуването на фосфати от пирофосфати, в червата има доказателства, че участва в транспорта на липидите, а вариациите на ензима се наблюдават главно при дефицит на цинк (Kaneko et al., 1997). Подобна сезонна динамика в биохимични показатели, вкл. концентрацията на изследваните от нас чернодробни ензими при млечни крави установяват и Koreyba et al. (2023).

В заключение можем да отбележим, че изследваните от нас хематологични и биохимични показатели при крави от порода Лимузин, през два последователни пасищни сезона могат да дадат ценна научна информация за степента на тяхното вариране, като се вземат предвид разликите в среднодневната температура, количеството и разпределението на валежите, респ. на количеството и качеството на тревостоя.

Таблица 4. Биохимични показатели при говеда Лимузин през два пасищни сезона (n=15)

Table 4. Biochemical parameters in Limousin cattle during two pasture seasons (n=15)

Показатели Parameters	Пасищен сезон 2022 Pasture season 2022	Пасищен сезон 2023 Pasture season 2023
ALT (U/L) Ref.: 11-40	40.50 ± 4.269*	56.09 ± 5.270
AST (U/L) Ref.: 78-132	152.062 ± 10.523*	184.182 ± 10.322
ALP (U/L) Ref.: 0-500	30.133 ± 2.785**	19.833 ± 1.734
Fe (µmol/L) Ref.: 10-29	13.95 ± 1.074	15.846 ± 2.72
Glucose (mmol/L) Ref.: 1.9-3.8	4.233 ± 0.226	4.326 ± 0.181

Легенда / Legend:

- $P < 0,05$

** - $P < 0,01$

*** - $P < 0,001$

ИЗВОДИ

Въпреки че няма почти никаква разлика в нивата на хематокрита и броя на еритроцитите в средата на двата пасищни сезона, през 2022 г. при изследваните крави е регистрирано достоверно по-високо ниво на хемоглобин спрямо 2023 г. ($P < 0,001$), което дава отражение и върху достоверността на разликата при средния корпускулярен хемоглобин (MCH) и средната концентрация на корпускулярен хемоглобин (MCHC) – също при $P < 0,001$.

Няма достоверни разлики в броя на левкоцитите и левкоцитните субпопулации и в концентрациите на желязо и глюкоза през м. Юли на двете последователни години.

Активността на ензимите ALT и AST е достоверно по-ниска ($P < 0,05$), а активността на ALP е достоверно по-висока през Юли 2022 г. ($P < 0,01$).

ЛИТЕРАТУРА

- Bezerra, L. R., Oliveira, W. D. C., Silva, T. P. D., Torreão, J. N. C., Marques, C. A. T., Araújo, M. J., Gilany, R. L. K. & Vafakhah, M. (2010). Hypoxia: a Review. *Journal of Paramedical Sciences (JPS)*, 1(2), 43-60 (Eng).
- Chang-Fung-Martel, J., Harrison, M. T., Brown, J. N., Rawnsley, R., Smith, A. P. & Meinke, H. (2021). Negative relationship between dry matter intake and the temperature-humidity index with increasing heat stress in cattle: a global meta-analysis. *International Journal of Biometeorology*, 65(12), 2099-2109 (Eng).
- Chrát, V., Langová, L., Novotná, I., Zemanová, M., Vrtková, I., Urban, T. & Havlíček, Z. (2023). Effect of temperature-humidity index on physiological and haematological indicators in dairy cows. *Journal of Central European Agriculture*, 24(4), 802-808 (Eng).
- Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, L. F., Stefani, A. L., Contiero, B., Moro, L., Brscic, M. & Dalvit, P. (2011). Short communication: reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: effects of parity, stage of lactation, and season of production. *J. Dairy Sci.*, 94(8), 3895-3901 (Eng).
- da Silva, M. I., Oli, N., Gambonini, F. & Ott, T. (2024). Effects of parity and early pregnancy on peripheral blood leukocytes in dairy cattle. *BioRxiv* (Eng)
- Dud, D., Gantner, V., Đidara, M., Pavlič, M. & Šperanda, M. (2022). Biochemical and hematological parameters and body condition score of holstein cows under different welfare conditions. *Poljoprivreda*, 28(2), 66-73 (Eng).
- Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, U. & Offiong, E. E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural science*, 2(1), 37-47.
- Fernandes, A. F. A., Oliveira, J. A. & Queiroz, S. A. (2016). Body condition score in ruminants. *Ars Veterinaria*, 32(1), 55-66 (Eng).
- Githinji, M. (2023). Assessing influence of rainfall and temperature variability on production performance of sahiwal cattle in semi-arid region of Kenya (Doctoral dissertation, Egerton University).
- Gorski, K. & Saba, L. (2012). Changes in the level of selected haematological and biochemical parameters in the blood of dairy cows in Central-Eastern Poland. *Acta veterinaria*, 62(4), 421-428 (Eng).
- 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 (Eng).
- Kaneko J., Harvey, J. W. & Brus, M. L. (1997). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. *Academic Press*, 932 (Eng).
- Koreyba, L. V., Duda, Y. V. & Suslova, N. I. (2023). Seasons dynamics of biochemical parameters of blood of cows during the dry period. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(109), 108-113 (Eng).
- Macrae, A. (2017). Interpreting blood haematology/biochemistry in cattle and sheep in the field. *Livestock Science*, 22(1), 28-32 (Eng).
- Mason, N. P. (2000). The physiology of high altitude: an introduction to the cardio-respiratory changes occurring on ascent to altitude. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 11(1), 34-41 (Eng).
- Mazzullo, G., Rifici, C., Caccamo, G., Rizzo, M. & Piccione, G. (2014). Effect of different environmental conditions on some haematological parameters in cow. *Annals of Animal Science*, 14(4), 947-954 (Eng).
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. (2010). Exercise at medium and high altitude. In: *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*, Lippincott Williams & Wilkins, chapter 24, 592-608 (Eng).
- Mortola, J. P. & Frappell, P. B. (2000). Ventilatory responses to changes in temperature in mammals and other vertebrates. *Annu. Rev. Physiol.*, 62, 847-874 (Eng).
- Nazifi, S., Ahmadi, M. R. & Gheisari, H. R. (2008). Hematological changes of dairy cows in postpartum period and early pregnancy. *Comparative clinical pathology*, 17, 157-163 (Eng).
- Peli, A., Scagliarini, L., Bergamini, P. F., Prosperi, A., Bernardini, D. & Pietra, M. (2018). Influence

- of heat stress on the immunity in growing beef cattle. *Lucrări Științifice Medicină Veterinară, Li(2)*, Timișoara, 65-70.
- Radkowska, I. & Herbut, E.** (2014). Hematological and biochemical blood parameters in dairy cows depending on the management system. *Animal Science Papers & Reports*, 32(4) (Eng).
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. & Hinchcliff, K. W.** (2000). *Veterinary Medicine, 9th edn*, W.B. Saunders, London, 1819–1822 (Eng).
- Rzaşa, A., Nowakowski, P., Dobicki, A., Kwaśnicki, R. & Mordak, R.** (2007). Effect of adaptation stress on blood indices of Limousine cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6-2), 9-15 (Eng).
- Segura, J. L. M.** (2022). Blood hematology and biochemistry in iberian cattle breeds (Master's thesis, Universidade de Lisboa (Portugal)).
- Wood, D. & Quiroz-Rocha, G. F.** (2010). Normal hematology of cattle. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss D.G., Wardrop K.J. (eds), 6th ed. Philadelphia, USA: Wiley Publishing House, 829-835 (Eng).

Received: August, 30, 2024; Approved: October, 07, 2024; Published: October, 2024