

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra veterinárních disciplín



Klinické hematologické ukazatele u skotu

Bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Kudibalová

Vedoucí práce: Ing. Zuzana Ptáčková, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Klinické hematologické ukazatele u skotu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. dubna 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Zuzaně Ptáčkové, Ph.D. za cenné rady, podporu a trpělivost při zpracování této práce, dále paní doktorce MVDr. Věře Moravské za cenné informace. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu při studiu.

Klinické hematologické ukazatele u skotu

Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit podrobný přehled základních hematologických parametrů, jejich fyziologických a patologických hodnot u skotu. Nejprve je popsán postup odběru krve a vyšetřovací metody, které se běžně provádí v laboratořích. Následně je vytvořen přehled hematologických ukazatelů pro skot. Do červené krevní řady patří červené krvinky (RBC), ke kterým se řadí ještě vyšetření sedimentace krve (FW) a retikulocytů, hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), střední objem erytrocytů (MCV), průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu (MCH), průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytu (MCHC) a šíře distribuce erytrocytů (RDW). Díky těmto hodnotám je možné určit všechny typy anemií. Dále se diagnostikují erytrocytóza, bakteriální infekce a hereditární sférocytóza, které souvisí se zvýšenými hodnotami erytrocytů a MCHC. U bílé krevní řady se hodnotí leukocyty (WBC) a diferenciální rozpočet leukocytů, kam patří neutrofilů, eozinofilů, bazofilů, monocytů a lymfocytů. Hodnoty bílého krevního obrazu jsou směrodatné při určování leukemií. Možné je stanovit i jiné nemoci, které souvisí s výkyvy hodnot bílého krevního obrazu. Pozornost je věnována i krevním destičkám, které jsou důležitou součástí krevního obrazu a poukazují díky svému sníženému, případně zvýšenému množství na nemoci, které souvisí se sníženou srážlivostí krve.

Hematologické ukazatele mohou pomoci k bližšímu poznání potřeb zvířat v jednotlivých etapách produkčního života. Hodnoty ukazatelů se mění s přibývajícím věkem, proto je důležité brát na zřetel úroveň výživy. Nutné je také zvířata nestresovat v průběhu vývoje, jelikož dopad na veškeré ukazatele může být alarmující.

Klíčová slova: Erytrocyt, hodnota, krevní obraz, leukocyt, skot

Clinical hematological parameters in cattle

Summary

The aim of this bachelor thesis is to create thorough summary of basic hematologic parameters, its physiologic and pathologic values in case of a cattle. Firstly, I describe basic procedures of taking blood and standard methods of an examination in the laboratory. Secondly, a basic overview of hematologic indicators for a cattle is created. Red blood row contains red blood cells, to which we can add examination of blood sedimentation, reticulocytes, haemoglobin, haematocrit, mean cell volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration and red blood cell distribution width. Due to these values it's possible to identify all types of anaemia. In case of white blood row it's possible to evaluate leucocytes, differential leucocyte count, where we include neutrophils, eosinophils, basophiles, monocytes, lymphocytes. These values are relevant for diagnosis of leukaemia. It is possible to determinate also another diseases, which related with swing of white blood image values. Attention is paid to thrombocytes, which are the most important part of the blood picture. Increased or reduced numbers of blood plates are pointing to diseases, which related with reduce clotting of blood.

Hematologic indicators may contribute to understand better both the needs of animals in various stages of their productive life. With growing age are values of pointers changing. Because of this is important to deal with the level of nutrition. Another important thing is: do not stress animals during their development, cause result to all pointers could be alarming.

Keywords: Erythrocytes, parameters, complete blood count, leukocytes, cattle

Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	2
3. Literární rešerše	2
3.1. Vyšetření krve a krvetvorného aparátu	3
3.1.1. Odběr krve	3
3.1.2. Vyšetření krve	4
3.1.2.1. Účel laboratorního vyšetření.....	4
3.1.2.2. Fáze laboratorního vyšetření.....	5
3.1.2.3. Materiál vyšetřovaný v laboratoři – krev	5
3.2. Hematologické ukazatele	6
3.2.1. Červený krevní obraz	8
3.2.1.1. Červené krvinky - erytrocyty (RBC)	8
3.2.1.2. Hemoglobin (HGB)	11
3.2.1.3. Hematokrit (HCT).....	12
3.2.1.4. Střední objem erytrocytů (MCV).....	13
3.2.1.5. Průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu (MCH).....	14
3.2.1.6. Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytu (MCHC).....	15
3.2.1.7. Šíře distribuce erytrocytů (RDW).....	16
3.2.2. Bílý krevní obraz	16
3.2.2.1. Bílé krvinky - leukocyty (WBC)	16
3.2.2.2. Neutrofilý.....	18
3.2.2.3. Eozinofily.....	19
3.2.2.4. Bazofily.....	20
3.2.2.5. Monocyty	21
3.2.2.6. Lymfocyty.....	22
3.2.3. Trombocyty	24
4. Závěr	26
5. Seznam literatury	27

1. Úvod

Na počátku 90. let 20 století bylo vizí rozšiřovat chovy masného i mléčného skotu, které mělo za účel zvýšit produkci kvalitního hovězí masa a zvýšit produkci mléka. Tato vize však nebyla splněna a stavy skotu se začaly snižovat, vlivem snížené spotřeby masa i mléka. Zemědělská produkce klesla o více jak 30%.

Při rozšiřování chovů masných i mléčných plemen skotu je nutné nezanedbat vliv působení chovatelských podmínek na organismus zvířat. Hematologické vyšetření je významné tím, že poskytuje cenné informace pro posouzení zdravotního stavu a pomáhá k odhalení mnoha závažných onemocnění.

Hodnocením hematologických parametrů lze sledovat změny probíhající v organismu spojené s ontogenezí a růstem. Sledováním parametrů se získávají informace o průběhu nemoci a na tyto výsledky poté berou zřetel veterinární lékaři, kteří díky získaným informacím mohou správně diagnostikovat onemocnění, navrhnou léčbu a použití vhodných přípravků k vyléčení nemocných zvířat. Je tedy nutná přesná analýza i znalost hematologických ukazatelů.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce 'Klinické hematologické ukazatele u skotu' je vytvořit podrobný přehled základních hematologických parametrů, jejich fyziologických a patologických hodnot.

3. Literární rešerše

3.1. Vyšetření krve a krvetvorného aparátu

Krev se skládá z plasmy a pevných elementů, přičemž plasma představuje 55 – 65 % z celkové krve. Krvinky tvoří z celkového počtu pevných elementů 35 – 45 %, z toho na erytrocyty připadá 34 – 44 %, na leukocyty 0,5 – 1 % a trombocyty představují malé množství (Kováč et al., 2001). Doubek et al. (2003) uvádějí, že objem krve je stálý a u většiny savců odpovídá 7,1 až 7,6 % tělesné hmotnosti. Množství krve vyjádřené na 1 kg/ž. hmotnosti u dospělých savců kolísá v rozmezí od 55 do 90 ml. U skotu je to 70 až 90 ml krve na 1 kg/ž. hm. Reece (1998) uvádí objem krve 7 – 10 % tělesné hmotnosti. Objem krve nelze měřit přímo, protože prostým vykrvením se dá získat pouze 50 % krve. Zbylá polovina se totiž nachází v kapilárách, žilních splavech a dalších cévách.

Hustota krve hospodářských zvířat se pohybuje od 1,042 do 1,053 g/ml^{-1} . pH kolísá u většiny zvířat v rozsahu 7,35 až 7,45 (Sova a Komárek, 1990).

3.1.1. Odběr krve

Při odběru krve se ostříhá srst, místo vpichu se vydezinfikuje a krev se odebírá sterilními jehlami.

Kováč et al. (2001) uvádí, že u hovězího dobytka krev odebíráme z *v. jugularis*, která se komprimuje distálně od místa odběru provazem, pomocí tlakových kleští anebo jen prsty. Krev je možno také odebírat z ocasní žíly (*v. caudalis mediana*) a zejména u dojnic z podkožní břišní žíly (*v. epigastrica superficialis*). Po nabodnutí vény by krev měla téct proudem bez srážení v jehle. Po odebrání požadovaného množství krve se véna přestává komprimovat a až potom se vytáhne jehla z nabodnuté žíly. Jinak dochází ke vzniku podkožního hematomu.

Krev pro hemostazeologická vyšetření se výhradně odebírá za aerobních podmínek do plastových zkumavek (Doubek et al., 2010). Anaerobně se získává krev pro zjištění acidobazické rovnováhy a to okamžitě po nabodnutí vény jehlou (delší komprese žíly zapříčiní změny složení krve) (Kováč et al., 2001).

3.1.2. Vyšetření krve

Vyšetření krve je důležité pro identifikaci onemocnění, ať už jde o nemoci virového či bakteriálního původu. Většina infekčních onemocnění zanechává změny v bílém krevním obraze (leukogram). Pomocí změn leukogramu lze i monitorovat vývoj onemocnění. Veškeré vyšetřovací postupy jsou prováděny v laboratořích vyučeným odborníkem, případně mohou být prováděny na velkých veterinárních klinikách s příslušným vybavením (Kováč et al., 2001).

3.1.2.1. Účel laboratorního vyšetření

Doubek a Matalová (2010) uvádějí, že účelem vyšetření je:

- objektivizace výsledků klinického a paraklinického vyšetření
- stanovení diagnózy
- kontrola účinnosti terapie
- stanovení aktivity onemocnění a jeho komplikací
- stanovení určitého znaku nebo vlastnosti vyšetřovaného materiálu (př. krevní skupina, nádor, zánět atd.)
- kontrola výživy a dietních opatření (metabolické testy)
- stanovení referenčních hodnot pro určitý druh zvířat

Dubská (2011) prezentuje, že účel laboratorního vyšetření je splněn, má-li toto vyšetření požadovanou kvalitu. Kvalita (jakost) laboratorního vyšetření je určována zejména těmito kritérii:

- správnost, tj. maximální míra přiblížení skutečné hodnotě (bias měření),
- přesnost, tj. maximální vzájemné přiblížení opakovaných měření stejného vzorku, týká se krátkého období (počet stanovení min. 20),
 - přesnost v sérii = opakovatelnost,
 - přesnost mezi sériemi (v čase) = reprodukovatelnost,
- srovnatelnost, tj. minimální kolísání hodnot kolem střední hodnoty v různých laboratořích,
- dostupnost, tj. časová, ekonomická přijatelnost,

- včasnost a srozumitelnost poskytovaných výsledků.

3.1.2.2. Fáze laboratorního vyšetření

Laboratorní vyšetření má tři fáze – preanalytická, analytická a postanalytická. Preanalytická fáze začíná přípravou pacienta a odběrem vzorku, který souvisí nejen s použitím správného odběrového materiálu, ale také s odběrem dostatečného množství materiálu. Šetrná venepunkce je prevencí aktivace krevních buněk, ale i hemolýzy, která může stanovení znemožnit (Cott a Wisner, 2003), následně veterinář vypíše žádanku a transportuje vzorky do laboratoře. Při transportu je třeba dbát na správné zpracování a uchování vzorku. V laboratoři je vzorek přijat a zaregistrován (Doubek et al., 2003).

Nastává analytická fáze, kde se vzorek připraví na prováděná vyšetření a je analyzován danými postupy (Matýšková et al., 2005).

Poté se přechází do postanalytické fáze, kde se provádějí výpočty a archivace získaných výsledků, které jsou interpretovány a komentovány ve zprávě, která je připravena k odeslání zpět k veterináři (Doubek et al., 2003).

3.1.2.3. Materiál vyšetřovaný v laboratoři – krev

Dubská (2010) uvádí, že krev se vyšetřuje jako tzv. plná krev nebo složky krve, jako je plazma či sérum. Přírozenou vlastností krve je srážení, v němž, hrají úlohu krevní proteiny koagulačního systému, krevní destičky a ostatní krevní elementy. Tato vlastnost je pro většinu analýz nevyhovující a srážení krve se předchází přidávkem protisrážlivých prostředků k odebírané krvi. Doubek et al (2010) prezentuje, že se jedná o odběr periferní žilní krve, tzv. plné krve do zkumavky.

V dnešní době se zpravidla k odběrům krve používá uzavřený systém, kdy odběrová nádobka slouží zároveň jako zkumavka a je předplněna definovaným množstvím příslušného antikoagulačního prostředku. Po odběru je nutno krev s antikoagulanty promíchat opakovaným převrácením zkumavky.

Krevní buněčné elementy (červené a bílé krvinky, krevní destičky) se vyšetřují z plné krve. Pro vyšetření nebuněčných složek krve se používá krevní plazma nebo sérum.

Krevní plazma je tekutá složka krve, je charakteristická žlutavou barvou, je to průhledná, mírně alkalická intravaskulární kapalina. Je významným transportním mechanismem látek a regulátorem acidobazické a osmotické rovnováhy. Z fyziologického hlediska představuje plazma nejpodstatnější část vnitřního prostředí organismu. Na celkovém objemu krve se podílí asi ze 3/5 (Marvan et al., 1998). Největší podíl plazmy představuje voda, která tvoří 92 – 94 %. Krevní plazma je tvořena 8 – 9 % sušiny, skládající se především z organických látek bílkovinných 6 – 8 %, to je 6 – 8 g/100 ml (Jelínek, 2001), malého množství organických látek nebílkovinné povahy a anorganických látek, jichž je asi 1 % (Rozman et al., 1983). Krevní plazma se využívá pro klinické účely (transfúze) (Masoud et al., 2008).

Krevní sérum vzniká po vysrážení plné krve a odpovídá složením krevní plazmě, ale neobsahuje srážecí faktory krve (I, II, VIII, XIII) (Weiser a Thrall, 2008). Sérum se získá centrifugací sražené krve, tedy po jejím odběru bez přítomnosti protisrážlivého prostředku. Plazma se získává centrifugací krve ošetřené protisrážlivým přípravkem (Dubská, 2010). Oproti plazmě jsou koncentrace některých substancí v krevním séru, vzhledem k jejich uvolnění z krevních buněk, poněkud vyšší (např. draslík, fosfor, měď, LDH, hemoglobin aj.) (Jiran, 1994). Krevní sérum se využívá při diagnostice březosti

Plazma se získává centrifugací krve ošetřené protisrážlivým přípravkem. Sérum se získá centrifugací sražené krve, tedy po jejím odběru bez přítomnosti protisrážlivého prostředku. (Dubská, 2010).

3.2. Hematologické ukazatele

Doubek et al. (2009) uvádějí, že veškeré vyšetřovací postupy se provádí ve specializovaném hematologicko – transfúzním oddělení, v hematologické laboratoři, kde se provádějí hemokoagulační vyšetření, pro něž se používá venózní nesrážlivá krev a kapilární krev.

- Quick = protrombinový čas - Využití kontrola při léčbě warfarinem
- INR = poměr Quick/normál
- APTT = aktivovaný parciální tromboplastinový čas -
- Fibrinogen = bílkovina krevní plazmy důležitá pro krevní srážení
- Duke = vyšetření na krvácivost

Hemokoagulační vyšetření je speciálním typem vyšetření, při kterém se vyšetřují systémy, které zajišťují v organismu zástavu krvácení. Tyto vyšetřovací metody se používají ke zjištění některých závažných stavů pacienta (krvácivé stavy, tromboembolické příhody) nebo před některými invazivními zásahy (před operací, před biopsií aj.). Krev k hemokoagulačnímu vyšetření se odebírá v poměru 1:9 (např. 9,5 ml krve + 0,5 ml protisrážlivého prostředku, např. citrátu sodného) (Kováč et al., 2001).

Dále se provádějí hematologická vyšetření, pro které se používá venózní nesrážlivá krev.

- Sedimentace erytrocytů – důležitým faktorem je sedlivost červených krvinek (Doubek et al., 2003).
- Krevní obraz (KO) – stanovení krevních elementů (erytrocyty, leukocyty, trombocyty), hematokrit a hemoglobin
- Krevní obraz + diferenciální rozpočet leukocytů – KO + stanovení počtu jednotlivých druhů bílých krvinek (neutrofilů, eozinofilů, bazofilů, monofilů, monocytů a lymfocytů)

Krevní obraz je v dnešní době stanovován pomocí automatických analyzátorů z plné krve. Některé hodnoty KO jsou určeny přímo analyzátozem (např. počty krevních buněk, MCV), jiné musí být dopočítány (např. hematokrit) (Hoffman et al., 2005).

Automatické přístroje jsou spolehlivé a přesné a zaručují také srovnatelnost výsledků vyšetření z různých laboratoří a různých analyzátorů. Některé analýzy „automatem“ nevyhovují kritériu správnosti (Doubek et al., 2010).

Skálová (2011) uvádí, že krevní obraz je test, který určuje počet krevních buněk tedy hematologických ukazatelů v periferní krvi a zahrnuje:

- Počet červených krvinek – erytrocytů
 - sedimentace erytrocytů, retikulocyty
- Hemoglobin (HGB)
- Hematokrit (HCT)
- Střední objem erytrocytů (MCV)
- Průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu (MCH)
- Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytu (MCHC)

- Šíře distribuce erytrocytů (RDW)
- Počet bílých krvinek – leukocytů
- Počet krevních destiček – trombocytů

Kotačková (2012) interpretuje, že doplňujícím vyšetřením krevního obrazu je diferenciální rozpočet bílých krvinek, který stanovuje zastoupení jednotlivých podtypů bílých krvinek, ke kterým patří:

- neutrofilů
- tyčky - mladá forma neutrofilů
- bazofily
- eozinofily
- lymfocyty
- monocyty

Vyšetření krevního obrazu je součástí každého celkového vyšetření v případě onemocnění, ke sledování jeho průběhu a reakce na léčbu a jako součást předoperační přípravy (Ward, 2000).

3.2.1. Červený krevní obraz

Červený krevní obraz je ta část krevního obrazu s výsledky, které se týkají červených krvinek (erytrocytů).

Tabulka č. 1 Hematologické ukazatele červeného krevního obrazu

-	erytrocyt	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC
jednotky	T/l	g/l	l/l	fl	pg	%
ref. rozmezí	6,0 - 8,0	110	0,24 - 0,46	40 - 60	14	30 - 36

3.2.1.1. Červené krvinky - erytrocyty (RBC)

Vyšetření erytrocytů určuje množství červených krvinek v objemové jednotce krve (v 1 litru). Erytrocyty jsou vysoce diferencované nepohyblivé buňky, jejichž funkcí je transport kyslíku a oxidu uhličitého, které u savců v průběhu svého vývoje ztratily jádro a ostatní

buněčné organely. Jsou to buňky velice pružné a ohebné, takže mohou dle potřeby měnit svůj tvar (Horký et al., 1991).

Reece (1998) uvádí, že fyziologická hodnota skotu je přibližně 7 milionů erytrocytu v 1 μ l krve (7 T/l) a průměr erytrocytu je 5,9 μ m. Marvan et al. (1998) udávají velikost erytrocytů skotu v průměru 5,7 μ m. Jelínek a Koudela (2003) uvádí, že průměrná šířka červených krvinek skotu je 5,6 μ m. Doubek (2010) uvádí průměrnou velikost 5 - 6 μ m. Počet erytrocytů u skotu nabývá hodnot 5 až 7 T/l. Dle Marvana et al. (1998) je rozsah erytrocytů v průměru 6 až 8 T/l.

Kováč et al. (2001) uvádí, že počty erytrocytů se stanovují automatickými počítači krevních elementů na principu měření velmi jemných změn vodivosti elektrolytového prostředí, které způsobují jednotlivé buňky.

Při posuzování změn počtu erytrocytů je třeba respektovat plemenné rozdíly, způsob ustájení, pohlaví (samci mají o 5 až 10 % více erytrocytů než samice) a nadmořskou výšku, kde žijí (v 1000 až 2000 m n. m. se zvyšují o 5 %). Při nedostatečném přísunu vody anebo při jejím zvýšeném vylučování (při namáhavé práci, při silném pocení) může dojít k zahuštění krve a tím i k relativnímu zvýšení počtu krevních elementů (Reece, 1998).

Plesková (2010) uvádí, že zvýšený počet erytrocytů (erytrocytóza, polyglobulie nebo polycytemie) vzniká při onemocnění polycythaemia vera. Vzniká též při poklesu O₂ u některých srdečních vad, chronických obstrukčních nebo restričních plicních onemocněních; při nádorech ledvin, CNS, jater, při renovaskulárních onemocněních, dále po transplantaci ledvin. Zvýšení během 3 - 12 měsíců může být projevem adaptace na hypoxické prostředí (vysoká nadmořská výška nebo hypobarická komora). Při větší fyzické námaze se častěji vyskytují poruchy jejich povrchu a shlukování. Dalším důvodem polycytemie může být šok, stres, dehydratace, případně se může vyskytovat u zvířat léčených diuretiky nebo léky na srdeční problémy.

Při erytrocytóze bývá krevní tlak často zvýšen. Pravidelným a diagnosticky cenným nálezem je zvětšená slezina (v důsledku patologické, mimodřeňové krvetvorby krevních elementů). Zhoršený průtok krve mozkem a zpomalení cirkulace má za následek řadu komplikací (poruchy vidění, angína pectoris, srdeční infarkt, plicní embolie, žilní uzávěry, vředovou chorobu, atd.). Cílem léčení je snížit počet krevních elementů, zejména červených krvinek a viskozitu krve (Doubek et al. 2003).

Snížení počtu erytrocytů se nazývá anémie, erytopenie nebo oligocytémie. Anémie vzniká při nedostatku železa, ale také při polékovém útlumu kostní dřeně (např. po aplikaci chemoterapeutik), nebo při infiltraci kostní dřeně maligními buňkami, u hematologických onemocnění či chronickém onemocnění ledvin. Dalším důvodem může být také působení zátěžového oxidačního stresu, chronická únava, nutriční strádání, skryté krvácení (Skálová, 2011).

Anemie se rozděluje na tři základní typy: hyperchromní, kdy počet erytrocytů klesne rychleji, než je množství hemoglobinu, normochromní, kdy hodnota hemoglobinu a počet erytrocytů poklesne paralelně, hypochromní, kdy je obsah hemoglobinu v erytrocytech snížený (Skálová, 2001).

Za prvotní následky anemie se považuje žloutenka, velmi častá krvácení, bledost kůže a změny na různých orgánech především na uzlinách. Zvíře je velmi unavené, rychle dýchá a je nápadně zrychlené bušení srdce. K následkům je možno přidat také nechutenství, obtíže při polykání, hubnutí, zácpa nebo průjem. Chudokrevná zvířata trpí na opakované infekce a špatné hojení ran. Celkově je zvíře s anémií buď podrážděnější, anebo naopak propadá lhostejnosti až apatii. Při pokračující chudokrevnosti se stále snižuje tělesná výkonnost a mohou se přidat i známky srdečního selhávání. V extrémních případech může dojít až k bezvědomí (Krč, 2001).

Důležitou součástí vyšetření KO je sedimentace erytrocytů (FW, podle Fahrea a Westergrena) = sedlivost červených krvinek. Sedimentace erytrocytů je jedno z nejběžnějších krevních vyšetření, při kterém se zjišťuje rychlost poklesu červených krvinek v nesrážlivé krvi. U zdravého jedince je sedimentace poměrně pomalá a stálá, červené krvinky se spojují jen v malé shluky. Za chorobných stavů bývá většinou sedimentace zvýšena, kdy červené krvinky vytvářejí větší a početnější agregáty, které rychleji klesají ke dnu. Rychlost sedimentace může být ovlivněna i změnou složení krevní plasmy. Sedimentace erytrocytů se využívá hlavně pro diagnostiku a monitorování zánětlivého nebo nádorového onemocnění (Kotačková, 2010).

Zvýšená hodnota sedimentace krve je typická pro bakteriální infekce nebo autoimunitní onemocnění (revmatické onemocnění), objevuje se také v případě rakovinového bujení, při selhání ledvin, infarktu myokardu nebo při cukrovce (Pončarová, 2012).

Snížená hodnota sedimentace krve se objevuje v případě srdečního selhání, při alergiích nebo po požití některých léků (Pončarová, 2012).

Další důležitou součástí vyšetření KO je vyšetření retikulocytů. Retikulocyty jsou mladé nezralé červené krvinky. K jejich počítání by mělo docházet co nejdříve po odběru krve, protože rychle dozrávají a mizí. Stanovení počtu je používáno pro posouzení erytropoetické aktivity kostní dřeně. Pomocí tohoto vyšetření můžeme posoudit poměr mezi nově vytvořenými erythrocyty a erythrocyty, které jsou v oběhu již delší dobu (Pecka, 2002).

Jejich zvýšené množství je projevem probíhající aklimatizace na hypoxické (vysokohorské) prostředí: Hormon ledvin erythropoetin stimuluje produkci nových erythrocytů v kostní dřeni. Tím se zvýší kapacita krve pro přenos kyslíku. Zmnožení retikulocytů však může být také projevem snahy organismu nahrazovat zvýšené ztráty erythrocytů způsobené dlouhodobým drobným krvácením nebo jinou chorobou (Doubek et al., 2010). Snížené množství ukazuje na zhoršenou funkci krvetvorby a nachází se rovněž u dřeňových útlumů.

3.2.1.2. Hemoglobin (HGB)

Test pro vyšetření hemoglobinu (HGB) zjišťuje hmotnost krevního barviva hemoglobinu v 1 litru krve. Vyšetření se provádí automaticky při celkovém vyšetření krve (Skálová, 2011).

Hemoglobin je červené krevní barvivo, které je obsaženo v červených krvinkách a má schopnost na sebe vázat kyslík a přenášet ho do plic, v menší míře na sebe také může vázat oxid uhličitý. Molekula hemoglobinu se skládá z nebílkovinné složky hemu, v němž je vázáno dvojmocné železo, jehož zdrojem je plazmatický transferin (Jelínek a Koudela, 2003) a z bílkovinné neboli globinové složky. U skotu je známo několik typů, které se liší zastoupením aminokyselin v polypeptidických řetězcích globinu, podmiňující individuální a druhové rozdíly různých typů hemoglobinu (hemoglobinový polymorfismus). Jsou to typy HbA, HbB a HbAB (Reece, 1998). Hemoglobin vyplňuje 1/3 objemu červené krvinky. Zbylé dvě třetiny jsou vyplněny vodou a stromatem erythrocytu. Molekula hemoglobinu má molární hmotnost cca 66 000 a jeho průměrný obsah v krvi skotu je 110 g/l (Silva, 1990; Reece, 1998). Grünwaldt (2005) sledoval hodnoty hemoglobinu u plemene Aberdeen angus během pastevního období a zjistil, že jeho koncentrace je v únoru 121 g/l a v květnu 134 g/l.

Hladina hemoglobinu je různá vzhledem k věku, pohlaví, nadmořské výšce, ustájení a krmení.

Zvýšení koncentrace hemoglobinu je velmi podobné polycytemii (viz kap. 2.1.1.1.). Může však znamenat adaptaci na zatížení, kdy např. určitý druh žije ve vysokohorských podmínkách (Doubek et al., 2010).

Pokud se zvýší hladina hemoglobinu, tak se zároveň zvýší i hladina erytrocytů. U zvířat postižených zvýšením koncentrace HGB pozorujeme především průjmy, dehydrataci a na některých místech se mohou objevit i popáleniny, vlivem špatně zakrytých výběhů před sluncem (Skálová, 2011).

Snížená koncentrace hemoglobinu se využívá při diagnostice anemie a je často cennějším ukazatelem než absolutní počet erytrocytů. U nejčastěji diagnostikované sideropenické anémie (z nedostatku železa) je charakteristická nízká koncentrace hemoglobinu při nesníženém počtu erytrocytů (Kozák, 2001). Snížená hodnota hemoglobinu může být způsobena krevní ztrátou - krvácením, akutně při úrazu i chronicky třeba při krvácení do trávicího traktu nebo rakovině tlustého střeva (Skálová, 2011). Další stav snížení koncentrace hemoglobinu může nastat, pokud zvíře utrpí vysoké ztráty krve a tím dojde k šoku.

Fyziologickým stavem snížené koncentrace HGB je období od narození do 28. dne věku, kdy velmi rapidně klesá pravděpodobně vlivem nedostatku železa. Dalším důvodem je gravidita krav (Mohri et al., 2006).

U zvířat postižených poklesem HGB je pozorována únava, dušnost, velmi nápadné a zrychlené bušení srdce, slabost a vyčerpání.

3.2.1.3. Hematokrit (HCT)

Hematokrit udává poměr objemu erytrocytů k poměru krevní plazmy (Doubek et al., 2010). Hodnota hematokritu je udávána v l/l nebo v %. Dříve se hematokrit stanovoval centrifugací nesrážlivé krve v kapiláře (mikrohematokrit), kdy dojde k oddělení krevních elementů a plazmy. Stanovení hodnoty hematokritu je rychlá a užitečná metoda vyšetření krve. Poskytuje informace o vztahu mezi objemem erytrocytů a krevní plazmou a je základem pro výpočet důležitých krevních hodnot (Reece, 1998).

V některých starších studiích jsou referenční hodnoty pro skot uváděny v rozmezí 0,30 až 0,55 l/l (Crowell, Smith, 1979; Kiel, Shepherd, 1989; Heusser, 1989). Hodnota hematokritu se dle Jelínka a Koudeli (2003) pohybuje v rozmezí 0,30 až 0,45 l/l, rozsah může

být ovšem i vyšší a to v rozmezí 0,24 – 0,46 l/l (Doubek a kol., 2010), Reece (1998) uvádí, že optimální hodnota je 0,35 l/l.

Hematokrit se zjišťuje výpočtem pomocí známých hodnot RBC (červené krvinky) a MCV (střední objem erytrocytů).

$$HCT = RBC \times MCV$$

Nejčastější příčinou zvýšení hematokritu je dehydratace. S odpovídajícím doplněním tekutin se hematokrit vrátí k normálu (Skálová, 2011). Pokud se zvýší hodnota hematokritu o 10 %, může dojít ke zvýšení spotřeby kyslíku až o 8 %. Současně však u těchto skupin skotu dochází i ke zvýšení systolického krevního tlaku o 8 %. Hematokrit může být zvýšen i u skotu chovaného ve vyšších nadmořských výškách (Ganong, 2005).

Fyziologicky zvýšený hematokrit nacházíme u novorozených telat, kdy se od 120. dne věku vrací do normálních hodnot (Klener, 1997).

Ke snížení hematokritu dochází především při anemii nebo také při infuzní terapii, kdy dochází k naředění (diluci) krve. Dále může být projevem zvýšené hydratace nebo ztrát krevních elementů krvácením s následnou kompenzací celkového objemu krve plasmou, může též znamenat nádorová onemocnění (Doubek et al., 2010).

3.2.1.4. Střední objem erytrocytů (MCV)

Střední objem erytrocytů (MCV) vyjadřuje průměrný objem buňky v hodnocených erytrocytech. V současné době je stanovován přímo hematologickými analyzátoři. Dříve se stanovil výpočtem: vydělením z hodnoty hematokritu (stanovené centrifugací v kapiláře, HCT) a celkového počtu červených krvinek (RBC). Udává se ve femtolitrech (fl) (Plesková, 2010).

$$MCV = \frac{Hct}{RBC} \times 10^{15} (fl)$$

Fyziologické hodnoty pro skot jsou 40 – 60 fl (Doubek et al., 2010). Monke et al. (1998) uvádějí hodnoty v rozmezí 36 – 50 fl, Jelínek a Koudela (2003) 46 – 54 fl a optimální hodnota je kolem 52 fl (Reece, 1998). U mladého skotu do dvou let mohou být hodnoty vyšší (Omer et al., 2002).

Stření objem erytrocytů je využíván k rozlišení normocytárních anemií, -, mikro- a makrocytárních anemií.

Při normocytární anemii mají červené krvinky normální velikost. Tento typ anemie se dále rozděluje na dva typy. Prvním typem je anemie aplastická, kdy se v krevním obraze nalézá nízký počet všech druhů krevních částic (Schrezenmeier et al., 2015), léčí se transplantací kostní dřeně (Desmond et al., 2015). Druhým typem je anemie hemolytická, kdy dochází k předčasnému rozpadu červených krvinek, který se děje ve slezině jejich odbourávání (Grifols, 2005), léčí se krevní transfúzí nebo transplantací kostní dřeně (Penka, 2009).

Zvýšení MCV znamená makrocytární anemii (červené krvinky jsou zvětšené). Nejčastější příčinou makrocytární anemie je nedostatek případně nadbytek kyseliny listové a vitamínu B12. Je mnoho dalších příčin, které vedou k makrocytóze, ale vyskytují se minimálně. Léčí se podáváním nedostatkového vitamínu do krmiva (Zhu et al., 2015).

Snížení MCV znamená mikrocytární anemii (červené krvinky jsou zmenšené až malé). Nejčastější příčinou mikrocytární anemie je nedostatek železa a talasémie (krevní nemocnění, při němž je narušena tvorba bílkovinných součástí krevního barviva hemoglobinu). Stejně jako u makrocytózy se i u mikrocytózy vyskytuje mnoho příčin, které je způsobují, ale vyskytují se minimálně. K této anemii se řadí ještě sideropenická anemie, jejíž příčinou je nedostatek železa v organismu. Se sideropenií se ovšem lze setkat i bez výskytu anemie. Léčí se opět přidáváním nedostatkového vitamínu do krmiva, v tomto případě přidáním železa (Penka, 2009).

3.2.1.5. Průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu (MCH)

Průměrná hmotnost hemoglobinu (MCH) udává množství hemoglobinu v 1 erytrocytu. Jde o hodnotu získanou výpočtem: vydělením z hodnoty hemoglobinu (Hb) a celkového počtu červených krvinek (RBC) (Doubek et al., 2010).

$$MCH = \frac{Hb}{RBC} \times 10^{12} (pg)$$

Hodnota MCH pro skot je 14 pg (Reece, 1998), Omer et al. (2002) stanovili hodnotu u skotu do jednoho roku 17,5 pg a u skotu nad jeden rok 18,8 pg.

Výkyvy hodnot MCH mají za následek anemie. Podle těchto hodnoty MCH se rozdělují anémie na hypochromní a normochromní (Kováč, 2001).

Pokud se zvýší hodnoty MCH, jedná se hypochromní anémií neboli o makrocytózu (viz kap 3.2.1.4). Pokud se hodnota MCH sníží, jedná se o hypochromní anémií neboli o mikrocytózu (viz kap 3.2.1.4) (Doubek et al., 2003).

3.2.1.6. Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytu (MCHC)

Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytu (MCHC) udává množství hemoglobinu v erytrocytární masě vyjádřené hodnotou hematokritu.

Procentuální zastoupení MCHC v krvi skotu je dle Reece (2001) je 30 – 36% s udávaným průměrem kolem 32,7(

Hodnota MCHC je dána výpočtem: vydělením z hodnoty hemoglobinu (Hb) a hematokritem (Hct).

$$MCHC = \frac{Hb(g/l)}{Hct \times 1000} \quad (Kg/l)$$

Při zvýšené hodnotě MCHC se setkáváme s tzv. hereditární sférocytózou. Což je genetické onemocnění (může být i získané) podmíněné defektem genu pro strukturální proteiny cytoskeletu a membrány erytrocytů (spektrin, ankyrin, protein III, protein IV.1) – lipidová dvojvrstva je tak nedostatečně zakotvena ke spektrinové vrstvě a při průchodu slezinnými sinusy se její části oddělují – zmenšuje se povrch erytrocytu vzhledem k jeho vnitřnímu objemu, což vede ke změně tvaru z bikonkávního v kulovitý nebo elipsoidní. Snižuje se deformabilita erytrocytů a odolnost k opakovaným průchodům kapilárami, zvláště slezinnými sinusy (splenektomie má léčebný efekt) (Spangerberger a Meuthen, 2010).

Případně se se zvýšením MCHC můžeme setkat při popáleninách (zvýšení je limitováno množstvím hemoglobinu, které se může vejít do erytrocytu) (Kotačková, 2012).

Pokud je koncentrace v normálních hodnotách či mírně zvýšená jedná se o makrocytární anemii (viz kap 3.2.1.4.). Pokud je koncentrace snižená jedná se o mikrocytární anemii (viz kap. 3.2.1.4.) (Doubek et al., 2003).

3.2.1.7. Šíře distribuce erytrocytů (RDW)

Šíře distribuce erytrocytů (RDW) je měřená hodnota, která udává šíři nejčetnějších populací erytrocytů v histogramu podle jejich objemu. Vyšetřuje se z krevního nátěru, provází většinu anemií a řadu dalších krevních chorob. Vychází z naměřených objemů jednotlivých buněk (Hu et al., 2015).

Je-li distribuční šíře erytrocytu nízká, znamená to přítomnost populace erytrocytu, která je relativně homogenní, tedy erytrocyty jsou stejné velikosti. Je-li distribuční šíře erytrocytu vysoká, znamená to, že jsou přítomny různě velké erytrocyty (mají různé MCV), jde tedy o anizocytózu, což je nesterjná velikost buněk stejného druhu (Doubek et al., 2003).

3.2.2. Bílý krevní obraz

Při vyšetření bílé krevní složky se stanovuje počet bílých krvinek (leukocytů), leukogram (poměrné zastoupení jednotlivých bílých krvinek) a patologické změny v morfologii leukocytů (Dubská, 2010).

Tabulka č. 2 Hematologické ukazatele bílého krevního obrazu

-	leukocyty	NEU tyčky	NEU segment	eozinofily	bazofily	monocyty	lymfocyty
jednotky	G/l	(10^9)/l	(10^9)/l	%	%	%	%
ref. rozmezí	5,0 - 10,0	0 - 0,12	0,6 - 4,0	2 - 6	0 - 2	5 - 8	45 - 75

3.2.2.1. Bílé krvinky - leukocyty (WBC)

Leukocyty jsou průhledné, pravé jaderné buňky s jádrem. Jejich množství v krvi kolísá v souvislosti se zdravotním stavem. Délka života bílých krvinek je pouze několik hodin. Jejich funkcí je zajišťovat imunitu organismu (Doubek et al., 2003).

Stanovují se jako erytrocyty za použití automatických počítačů krevních elementů, kde se erytrocyty rozrušují saponátem (hemolýza). Počet leukocytů závisí na plemeni a pohlaví. Ke změnám dochází po nakrmení, při zvýšené námaze, při nervovém vzrušení (např. fixaci), v období gravidity a u mláďat (Kováč, 2001).

Počet leukocytů v krvi je druhově rozdílný, u skotu je to $5 - 10 \text{ G.l}^{-1}$ a mění se pod vlivem fyziologických změn (Jelínek a Koudela, 2003). Reece (1998) uvádí, že počet

leukocytů je $7 - 10 \text{ G.l}^{-1}$ a Marvan (1998) uvádí, že počet kolísá v rozmezí $6 - 8 \text{ G.l}^{-1}$. Jejich velikost je $6 - 20 \mu\text{m}$.

Doubek et al. (2003) uvádějí, další činnosti bílých krvinek a těmi jsou: fagocytóza, pohlcování antigenů pomocí panožek; diapedéza, jsou schopny améboidního (měňavkovitého) pohybu -> ten jim umožňuje procházek mezi buňkami kapilární stěny; pozitivní chemotaxe, kdy jsou přitahovány chemickými látkami. Podnětem mohou být: látky uvolněné z poškozených buněk a toxiny bakterií; adheze, krvinky mají schopnost přilnout k různým povrchům.

Leukocyty se podle obsahu barvitelných zrn (granul) rozdělují na granulocyty a agranulocyty.

Granulocyty jsou druhem bílých krvinek se členěným jádrem, jejichž cytoplazma obsahuje barvitelná zrníčka – granula. Jsou nejpočetnější a jejich velikost se pohybuje kolem $10 - 15 \mu\text{m}$ (Belák et al., 1990). V krvi kolují $6 - 10$ hodin a jejich životnost bývá většinou $2 - 3$ dny (Reece, 1998). Dále se dělí na 3 skupiny dle barvitelnosti granul v cytoplasmě:

- neutrofilní granulocyty (granula se barví do fialova a barví se velmi slabě kyselými a bazickými barvivy)
- eozinofilní granulocyty (granula se barví do jasně červené nebo oranžovočervené a barví se eozinem)
- bazofilní granulocyty (granula se barví do modra a barví se bazickými barvivy)

Agranulocyty jsou druh bílých krvinek s velkým, nečleněným jádrem s kulovitým nebo ledvinovitým tvarem a ve své cytoplasmě neobsahují barvitelná granula (Marvan et al. 1998). Dále se dělí na 2 skupina dle toho, kde dozrávají:

- Monocyty
- Lymfocyty:
 - B-lymfocyty
 - T-lymfocyty

Zvýšení počtu leukocytů se nazývá leukocytóza, patří mezi nejčastější laboratorní nálezy. Rozlišení myeloidní (reaktivní) od maligní (zhoubné) příčiny je jedním z

nejdůležitějších kroků v diagnostice leukocytózy. V případě maligní leukocytózy je nutno rozlišit myeloidní (zda vychází z kostní dřeně) a lymfoidní (zda vychází z lymfatických tkání) leukocytózy. Při nálezů blastů (nezralých buněk) v periferní krvi se přistupuje ihned k vyšetření kostní dřeně a u myeloidní leukocytózy, která je často sekundární příčinou na podkladě infekce je třeba myslet i na myeloproliferativní onemocnění (kostní dřeň tvoří nadměrné množství krevních buněk) typu chronické myeloidní leukemie (Doubek et al, 2003).

Příčinou leukocytózy mohou být těžké infekce (seps, pneumonie, ...), intoxikace (eklampsie, rozsáhlé popáleniny, ...), nádory (hlavně metastazující do kostní dřeně), těžké krvácení, nebo hemolýza (Klener, 1997). Dalším důvodem zvýšení počtu leukocytů může být leukemie neboli rakovina krve (Skálová, 2011).

Fyziologickým stavem leukocytózy je gravidita až období porodu a poporodní období (Bezdičková, 2007). Narozená telata mají též zvýšený počet leukocytů, který postupem času klesá a dosahuje normálních hodnot (Mohri et al., 2006).

Leukocytóza zapříčiňuje další nemoci související se zvýšením hodnot leukocytů. Jde o tyto nemoci: neutrofilie, eozinofilie, bazofilie, lymfocytóza a monocytóza. Tyto nemoci budou popsány v dalších částech textu.

Snížení počtu leukocytů se nazývá leukopenie. Dle typu chybějících leukocytů se rozlišuje neutropenie či granulocytopenie, respektive agranulocytóza a lymfopenie. Může být způsobena buď snížením počtu neutrofilů nebo lymfocytů. Granulocytopenie znamená snížení počtu všech granulovaných elementů, tj. neutrofilů, eozinofilů a bazofilů. (Kováč et al., 2001).

Příčinou leukopenie mohou být virové infekce (chřipka, hepatitida, ...), bakteriální infekce (tyfus, brucelóza, ...), polékové (polékové – ATB, ...), megaloblastové anemie, mnohočetný myelom (infiltrace kostní dřeně nádorem, snížená tvorba) (Klener, 1997).

3.2.2.2. Neutrofilie

Reece (2001) uvádí, že hlavní funkcí neutrofilů je fagocytóza což je pohlcení cizorodých částic a pinocytóza což je pohlcení extracelulární tekutiny. Doubek et al. (2003) prezentují, že granula jsou nenápadná, kulovitá, zbarvená lehce fialově nebo růžovofialově. Podle stupně vyzrání se jádro segmentuje, jsou známy dva typy a to nesegmentovaný (nezralý) neutrofil, neboli tyčka (0 – 0,12) anebo segmentovaný (zralý) neutrofil (0,6 - 4).

Velikost neutrofilů je 8 – 15 μm a mají kulovitý tvar (Horký et al., 1991; Doubek et al., 2003). Jsou ovšem uváděny i jiné hodnoty a to, že neutrofilů mají velikost 9 - 12 μm . Neutrofilů tvoří 25 – 30 % z celkového počtu bílých krvinek (Marvana et al., 1998; Reece, 1998, 2011; Jelínek a Koudela, 2003).

Neutrofilů v krvi přežívají jen několik hodin, zhruba 4 – 5 (Jelínek a Koudela, 2003). Dle Reece (1998) je délka života neutrofilů poměrně krátká, uhynulé neutrofilů a jejich buněčná tekutina je známá jako hnis.

Zvýšený počet neutrofilů se též nazývá neutrofilie. Podněty, které vedou k vyplavení neutrofilů, mohou být fyziologické i patologické povahy. Extrémní vzestup je klasifikován jako hodnota nad $30,0 \cdot 10^9/l$, kterou Doubek et al. (2003) udávají v počtech na litr. Zjišťuje se hlavně při zvládnutelných chronických chorobách. Pokud se u některých zvířat objeví při chronické infekci neutrofilie, jde zpravidla jen o nevýrazné zvýšení počtu neutrofilů. Je ovšem možné, ač velmi zřídka vyskytující se, zachytit u dospělých krav neutrofilii nad 18 – 20 g/l (Kováč et al., 2001).

Neutrofilie se nemusí léčit. K poklesu počtu neutrofilů dochází poté, co odezní, nebo je odstraněna vyvolávající příčina (Doubek et al., 2003).

Snížený počet neutrofilů se nazývá neutropenie. Neutropenie se může objevit při těžkých virových infekcích, jako je např. infekce BVD (bovinní virová diarrhoe - slizniční choroby). Akutní infekce tímto virem vyvolává leukopénii, která je způsobená buď narušením funkce neutrofilů nebo je způsobená neutropénií či lymfopénií, anebo oběma současně. Skot s akutní infekcí mívá sníženou schopnost reagovat na další infekce, dokud ji vytvořené protilátky nepotlačí (Kováč et al., 2001).

Neutropenie nastává také při chronických procesech v organismu a při chronickém vyčerpání (Hanák, 1996). Pokud se jedná o neutropenii, která není provázena, zvýšenou teplotou není třeba ji léčit. Pokud je neutropenie doprovázena zvýšenou teplotou, léčí se baktericidními antibiotiky (Doubek et al., 2003).

3.2.2.3 Eozinofily

Dle Reece (2011) je funkcí eozinofilů tlumit a ukončovat zánětlivé reakce alergického původu.

Jádro je obvykle se dvěma segmenty. Cytoplazma bývá světlá, různě odstíněná (Doubek et al., 2003). V cytoplazmě jsou granula, barvicí se kyselými barvivy. Granula obsahují oxidázy, peroxidázy a lipidy (Belák et al., 1990). Eozinofil bývá okrouhlého tvaru, ale může mít i jiný tvar. Jeho velikost je 10 - 16 μm (Belák et al., 1990; Doubek et al., 2003).

Dle Reece (2011) je v krvi skotu obsaženo 2 – 5 % eozinofilů. Marvan et al. (1998) uvádí, rozmezí 3 – 6 %. Jelínek a Koudela (2003) uvádějí počty mezi 5 až 6 %.

Zvýšení počtů eozinofilů se nazývá eozinofilie. Eozinofilie je všeobecně považovaná za indikátor těžké parazitózy, některých imunitou zprostředkovaných anebo alergických onemocnění, kdy se uvolňuje histamin (Chorbák, 2005). Dále k ní dochází při stresu, všeobecně je však u skotu velmi zřídka. Počet eozinofilů se jen málokdy dá klinicky vyhodnotit (Kováč, 2001).

Snížení počtů eozinofilů se nazývá eozinopenie. Eozinopenie je příznakem nepříznivého průběhu choroby. Bývá zejména spojena s akutním fyzickým i emočním stresem. Při stresu jsou vyplavovány katecholaminy a kortikoidy, které počet eozinofilů snižují. Vlastní eozinopenii není třeba léčit (Doubek et al., 2003). Diagnostický význam sníženého počtu eozinofilů je malý (Doubek et al., 2010).

Příčinou eozinopenie jsou akutní stádia infekcí (Krč, 2007). Během těchto infekcí dochází ke zvýšenému uvolňování adrenalinu, je také možné se setkat se závažnou zánětlivou reakcí, při virózách (Penka et al., 2009).

3.2.2.4. Bazofily

Bazofily podporují alergické reakce (Reece, 1998) a mají též funkční stav ke srážlivosti krve (Hanák, 1996). Granula bazofilů obsahují histamin, bradykinin, serotonin a lysozomální enzymy, tj. látky, které zahajují zánětlivou reakci (Reece, 2011). Granula ovšem nejsou příliš hojná a přijímají bazická barviva (Horký et al., 1991). Mívají okrouhlý tvar. Velikost kolísá v širokém rozmezí od 8 do 18 μm a jejich životnost je maximálně týden (Doubek et al., 2003). Cytoplazma je šedofialová, granula jsou velká, tmavomodrá, tmavě fialová až černá (Doubek et al., 2003).

Reece (1998) udává fyziologické procentuální zastoupení bazofilů v krvi 0 – 2%. Marvan et al. (1998) uvádí procentické zastoupení 0,1 – 0,5 %, Reece (1998 a 2011) <1 % a Jelínek et al. (2003) 0,4 – 0,8 %.

Zvýšený počet bazofilů se nazývá bazofilie. Je důležité brát na zřetel, že přítomnost bazofilů v krvi je vzácným jevem. Pokud jsou v krvi zachyceny, je třeba myslet na nějaké onemocnění (Doubek et al., 2010). Terapie bazofilie spočívá v odstranění prvotní příčiny zvýšení počtů těchto buněk (Doubek et al., 2003).

K nejobvyklejším příčinám bazofilie patří především podávání heparinu, penicilinu nebo parazitární onemocnění. Mezi raritní příčiny patří bazofilní leukemie a hyperlipoproteinemie (Doubek et al., 2003).

Snížení počtů bazofilů se nazývá bazopenie. Snížení počtu bazofilů nemá diagnostický význam a vzhledem k tomu, že bazopenie je poměrně vzácná, tak nejsou příčiny definovány (Hanák, 1996).

3.2.2.5. Monocyty

Dle Reece (2011) jsou monocyty největší leukocyty viditelné v obarveném krevním nátěru. Monocyty cirkulují v krvi a fagocytují bakterie, viry a komplexy antigen-protilátka. Tato funkce v krevním oběhu ovšem není tak výrazná, jako je tomu ve tkáních. Mají schopnost pohybovat se, prostupovat stěnou kapilár a ve tkáních pohlcovat větší částice, které odbourávají pomocí lysozomů (Marvan et al., 1998). Horký et al. (1991) uvádí, že mají ovoidní nebo kulovitý tvar. Dle Douška et al., (2003) je jádro laločnaté, umístěné ve středu nebo excentricky (Doubek et al., 2003). Cytoplazma je šedomodrá a obsahuje drobná acidofilní granula (Horký et al., 1991).

Po vstupu do tkání se monocyty přeměňují na makrofágy (buňky usazené ve tkáni, specializované na pohlcování cizorodých částic, např. odumřelých buněk) (Reece, 1998). Ve tkáních se mohou dále dělit fixní (nefagocytující) makrofágy (histiocyty) a na putující makrofágy. Makrofágy Mají laločnaté jádro, umístěné ve středu nebo excentricky. Cytoplazma je šedomodrá (Doubek et al., 2003).

Zralý monocyty je často nepravidelného tvaru. Jeho velikost je 15 – 22 µm. Délka života je pouze několik dní, poté přestupuje do krevního řečiště (Doubek et al., 2003, 2010), Marvan et al. (1998) uvádějí procentuální zastoupení monocytů v rozmezí 3 – 5 %, Reece (2011) 5 % a Jelínek et al. (2003) na 5 – 8 %.

Zvýšený počet monocytů se nazývá monocytóza. Monocytóza je typickým projev subakutních a chronických zánětů a je zapříčiněna autoimunitními reakcemi (Doubek et al., 2003). Doprovází též stavy, kdy je zvýšená fagocytóza. Jedná se především o hnisavé záněty

s nekrózou měkkých tkání (většinou mastitidy a některé typy ran) (Bezděková, 2009). S monocytózou je možné se setkat u starších jedinců a u jedinců, kteří mají onemocnění kostní dřeně (Bari et al., 2013).

Snížení monocytů se nazývá monocytopenie. Monocytopenie je bez většího klinického významu. Občas ji lze zjistit u pacientů s akutním zánětlivým onemocněním (Doubek et al., 2003). Dle Hanáka (1996) se vyskytuje při anemiích a chorobách s nepříznivou prognózou.

3.2.2.6. Lymfocyty

Lymfocyty patří mezi buňky imunitního systému, kde se zúčastňují mnoha imunitních reakcí a dělí se dle míst, kde dozrávají na T a B buňky. Lymfocyty se mohou morfoloicky rozdělit na malé a velké. Předpokládá se, že velké lymfocyty představují nezralé formy a malé lymfocyty jsou zralější (Reece, 2011). Velké lymfocyty zastupují z celkového počtu kolem 10 %. Mají ovšem objemnější cytoplazmu. Malé lymfocyty zaujímají 90 % lymfocytů v krvi.

Zralý lymfocyt má tvar obvykle okrouhlý (Jelínek a Koudela, 2003) a výrazně barví se jádro. Malý lymfocyt dosahuje průměru 9 – 11 μm a velký 12 – 15 μm (Marvan et al., 1998). Doubek et al. (2003) uvádějí velikost malého lymfocytu kolem 10 μm a velkého v rozmezí 14 – 20 μm . Malé lymfocyty jsou klidovým stadiem, naopak velké jsou aktivní. Jelínek a Koudela (2003) uvádějí, že lymfocyty nejsou kromě velikosti buňky a poměru buněčného jádra mezi sebou morfoloicky rozlišitelné. Nepřetržitě kolují mezi krví a lymfou a vyznačují se rozdílným funkčním vývojem. Jedná se o specializované buňky, uplatňující se v imunitních procesech.

Zastoupení celkového počtu lymfocytů z celkového počtu leukocytů je 50 – 55 % (Marvan et al., 1998), Reece (1998) uvedl celkový počet na 60 – 65 % a ve svém dalším vydání (2011) uvedl podíl 45 – 75 %, kde uvedl průměr 58 %. Jelínek a Koudela. (2003) stanovili podíl na 55 – 65 % z celkového počtu.

T - lymfocyty dozrávají v brzlíku (*thymus*) a vykonávají buněčnou imunitu namířenou proti transplantovaným tkáním a proti pozměněným buňkám vlastního těla (např. nádory, buňky napadené viry). T lymfocyty působí také proti intracelulárním patogenům, při parazitárních infekcích a jejich zvýšené procento bylo nalezeno u autoimunitních chorob (Bi et al., 2007). V periferní krvi se jich vyskytuje kolem 70 % (Jelínek et al., 2003).

Dle Reece (2011) se T – lymfocyty se rozdělují na tři různé typy: cytotoxické T buňky, pomocné T buňky a tlumivé (supresorové) T buňky. Cytotoxické T buňky se nazývají někdy také zabíječi (killers – K buňky). Cytotoxické buňky napadají buňky transplantovaných orgánů. Vzhledem k tomu, že rakovinové buňky produkují jedinečné antigeny, cytotoxické buňky je rozpoznají jako cizorodé látky a útočí na ně (Stikvoort et al., 2015). Pomocné lymfocyty jsou nejpočetnější. Jejich aktivace napomáhá aktivaci dalších typů T buněk a též k aktivaci B – lymfocytů (Reece, 2011). Tlumivé T buňky jsou někdy označovány též jako regulační T – lymfocyty, protože potlačují aktivitu předcházejících typů T buněk a zabraňují tak nadměrné imunitní reakci. Tyto buňky mohou též chránit živočišný imunitní systém před napadením vlastních tkání (Karimi et al., 2015).

B – lymfocyty dozrávají v kostní dřeni a poté migrují do lymfatických uzlin (Sellon, 2004). Zajišťují látkovou imunitu. V periferní krvi se jich vyskytuje kolem 25 % (Doubek et al., 2003).

B buňky neútočí přímo na cizorodé látky (Reece, 2011), ale jejich funkce je založena převážně na produkci protilátek proti specifickým antigenům, kterými může být např. protein bakteriálního původu. Mimo produkci protilátek je jejich důležitou funkcí též tvorba cytokinů a schopnost prezentovat antigeny na svém povrchu (Dubská, 2010).

Obecně lze říci, že T – lymfocyty žijí déle (100 – 200 dnů) než B – lymfocyty (2 – 4 dny) (Reece, 1998).

NK buňky, neboli natural killer buňky (přirození zabíječi). Dříve se označovaly jako LGL buňky (large granular lymphocytes). Dnes se tyto přirození zabíječi nazývají non B a non T lymfocyt. V periferní krvi se nachází maximálně 5 % těchto lymfocytů (Doubek et al., 2003).

Jejich funkcí je narušení nádorové buňky nebo buňky napadené virem (Jelínek a Koudela, 2003) dále chrání organismus před transformovanými, alogenními buňkami, a přitom ušetří „zdravé“ buňky (Vivier, 2006).

NK buňky byly donedávna jedinými lymfocyty vrozené imunity. Byly však objeveny další jim podobné – LT_i (lymphoid tissue inducer) a NH (natural helper) buňky, které se nápadně podobají pomocným T - lymfocytům. Chybí jim však znaky typické pro buňky, ze kterých v procesu krvetvorby vznikají erytrocyty, leukocyty a trombocyty, ale zároveň jsou na jejich povrchu molekuly, které se vyskytují i na kmenových buňkách (Moro et al., 2010).

Zvýšený počet lymfocytů se nazývá lymfocytóza. Lymfocytóza je projevem mnoha různorodých chorob. U lymfocytózy je nutné dát velký pozor, zda jde o relativní zvýšení krvinek (příčinou je neutropenie) nebo o zvýšení absolutní (skutečná lymfocytóza). Terapie závisí na příčině, která ji vyvolala (Doubek et al., 2003).

Lymfocytóza může nastat po očkování, případně při prodělané lymfocytární anemii nebo po ní. Fyziologickým stavem je věk, kdy u mladších zvířat je větší počet lymfocytů než u starších (Doubek et al., 2003).

Snížený počet lymfocytů se nazývá lymfopenie. Je nutné rozlišit, zda jde o pokles B nebo T – lymfocytů (Penka, 2009). K lymfopenii nejčastěji dochází při stresu, současně s neutrofilii nebo eozinofilii. Dále se může vyskytnout při léčbě kortikoidy. Je též možné se s ní setkat při srdeční nebo ledvinové nedostatečnosti (Doubek et al., 2003).

3.2.3. Trombocyty

Trombocyty vznikají v kostní dřeni odškrcováním cytoplazmy obrovských buněk – megakaryocytů (Jelínek et al., 2009). Jsou bezjaderné, mívají nepravidelný tvar a jejich cytoplazma je slabě modrá až purpurová. Životnost trombocytů je asi 10 dní. Velká část trombocytů je uložena ve slezině a v případě potřeby je její kontrakcí uvolněna do cirkulace. Staré destičky jsou odstraňovány makrofágy, a to především ve slezině, ale také v játrech a kostní dřeni (Doubek et al., 2003; Kozák et al., 2001). Množství trombocytů v krvi je 100 – 800 G/l, kdy je uváděn průměr kolem 500 G/l (Reece, 2011).

Jejich hlavní funkcí je srážení krve nebo též hemokoagulace. Cirkulující trombocyty se shlukují na místě poranění cévy a prodělávají strukturální změny. Tyto změny souvisejí s tvorbou trombinu a fibrinu (Reece, 2011). V krevní destičce se z hlediska funkce rozdělují 4 zóny: periferní zóna, zóna rozpustného gelu, zóna organel a zóna membránových systémů (Doubek et al., 2003).

Periferní zóna zahrnuje trojvrstevný obal destičky (glykokalyx a dvě vrstvy fosfolipidů) a submembránové struktury, které jsou představovány kontraktilními vlákny. Periferní zóna je důležitá pro adhezi na porušený endotel i na ostatní trombocyty (Doubek et al., 2003). Zóna solubilního gelu obsahuje systém mikrofilament a mikrotubulů, který je těsně pod membránou. Tato zóna je důležitá pro zajištění tvarových změn destičky a sekreci granulí (Reece, 2011). V zóně organel se nacházejí mitochondrie, azurofilní α granule, hutné δ

granule, λ granule, peroxizomy, glykogen atd. Probíhají zde metabolické děje (Doubek et al., 2010). Zóna membránových systémů zahrnuje otevřený kanálkový systém a hustý tubulární systém, které jsou propojeny. Otevřený systém komunikuje s buněčným povrchem, má význam pro transport obsahu granulí na povrch trombocytu. (Doubek et al, 2003).

Zvýšení počtu trombocytů se nazývá trombocytémie. Z patologických stavů se zvýšeným počtem trombocytů vyznačují solidní nádory (např. plicní karcinom), bakteriální infekce, chronická zánětlivá onemocnění (např. revmatoidní artritida), nedostatek železa, krvácivé stavy (přechodné zvýšení), přechodně také myeloproliferační onemocnění atd. Reaktivní trombocytémie (cytokiny zprostředkovaná nadměrná tvorba krevních destiček vzniklých z polyklonálních prekurzorových buněk), je způsobena fyziologickou reakcí na jiné onemocnění (Andrew a Schafer, 2004).

Počet trombocytů často odráží aktivitu nemoci a při úspěšné terapii klesá. Příliš vysoké množství trombocytů může vést k tvorbě trombů (krevních sraženin uvnitř cév). Obstrukce cévy trombem může způsobit např. plicní embolii nebo mozkovou příhodu (Plesková, 2010).

Příčinou zvýšení počtu trombocytů mohou být vysoké ztráty (spotřebou při koagulacích), zvýšené odbourávání ve tkáních a redistribuce ve slezině (Doubek et al., 2003)

Snížený počet trombocytů se nazývá trombocytopenie. K trombocytopenii vede snížení produkce krevních destiček nebo zvýšení jejich odbourávání (Valeri a Giorgio, 2015).

Hlavním znakem je krvácivá diatéza. Může se objevit krvácení do GIT, mozku nebo i z dásní. Krvácení do svalů a kloubů je vzácné. Nutné je vyšetření krevního obrazu, včetně kostní dřeně. V rámci diferenciální diagnostiky je nutné pátrat po sekundárních příčinách. Práci může usnadnit vyšetření antitrombocytárních protilátek (Doubek et al., 2003).

Při nedostatku krevních destiček může dojít k život ohrožujícímu krvácení (Dürr a Kraft, 2001).

4. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit přehled hematologických ukazatelů skotu. Hematologické ukazatele u skotu a jejich vyhodnocení hrají významnou roli v diagnostice onemocnění a k navržení postupu léčení. Jednotlivé hematologické parametry jsou poměrně variabilní a mohou být ovlivněny plemennou příslušností, věkem, pohlavím a růstovou intenzitou. Změny související s vývinem mohou odrážet změny v růstu, které jsou definované denním přírůstkem hmotnosti během výkrmu zvířat. Výživa zvířat a příjem stravy od narození je jedním z nejdůležitějších ukazatelů, protože nedostatek chybějící složky v krmivu může způsobit výkyvy v krevním obraze. Důležité je zvířata zvláště během krmení nechat v klidu přijmout krmivo. Ideální je zvíře v den odběru krve, pokud je prováděn ráno nekrmit. Před samotným odběrem krevního vzorku je též nutné minimalizovat exogenní vlivy jako je stres. Z toho vyplývá i jistá povinnost pro majitele skotu, aby připravil co nejlepší prostředí pro odběr a tím zajistil objektivitu a co nejmenší znehodnocení odebíraného vzorku.

5. Seznam literatury

Andrew, I., Schafer, M. D. 2004. Thrombocytosis. The new England journal of medicine. 350. 1211-1219.

Bari, A., Tadmor, T., Sacchi, S., Marcheselli, L., Liardo, E. V., Pozzi, S., Luminari, S., Baldini, L., Marmiroli, S., Federico, M., Polliack, A. 2013. Monocytosis has adverse prognostic significance and impacts survival in patients with T-cell lymphomas. Leukemia research. 37 (6). 619-623.

Belák M., Cigánková V., Horáková, A., Mareta, M., Zibrín, M. 1990. Veterinárna histologia. Príroda. Bratislava. 498 s. ISBN 80-07-00249-9.

Bezděková, B. 2009. Interpretace hematologického vyšetření u koní. In: Bezděková, B. (ed.). 2009. Sborník referátů ze semináře: Klinická patologie u koní. Česká hipiatrická společnost. Hradec Králové. 1 – 6. Dostupné také z: <http://cehis.cz/publik_syst/files11/Interpretace%20hematologickeho%20vysetreni%20u%20koni.pdf>

Bezdíčková, L. 2007. Fyziologické změny krevního obrazu a hemokoagulace během těhotenství. Moderní babictví. 9 (14). 1 – 4.

Bi Y, Liu G, Yang R. 2007. Th17 cell induction and immune regulatory effects. Journal of cellular physiology. 211 (2). 273-278.

Cott, A. D. Wisner, K. L. 2003. Psychiatric disorders during pregnancy. International review of psychiatry. 15 (3). 217 – 230.

Crowell, J. W., Smith, E. E. 1967. Determinant of the optimal hematocrit. Journal of Applied Physiology. 22 (3). 501 – 504.

Doubek, J., Bouda, J., Doubek, M., Füll, M., Knotková, Z., Pejřilová, S., Pravda, D., Scheer, P., Svobodová, Z., Vodička, R. 2003. Veterinární hematologie. Noviko. 464 s. ISBN: 9788086542027.

Doubek, J., Šlosárková, S., Řeháková, K., Bouda, J., Scheer, P., Piperisová, I., Tomenendálová, J., Matalová E. 2010. Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat. Noviko. 102 s. ISBN: 9788086542225.

- Dubská, L., Doubek, J., Matalová, E., Pilátová, K., Plesková, T., Greplová, K. 2010. Laboratorní diagnostika. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 87 s. ISBN 978-80-7305-116-7
- Dürr, U. M., Kraft, W. 2001. Klinická laboratorna diagnostika vo veterinárnej medicíne. Bratislava: Hajko & Hajková. 365 s. ISBN: 978-80-88700-51-5.
- Ganong, W. F. 2005. Přehled lékařské fyziologie. Galén. 890 s. ISBN: 80-7262-311-7
- Grégoire C., Chasson, L., Luci, C., Tomasello, E., Geissmann, F., Vivier, E., Walzer. V. 2007. The trafficking of natural killer cells. Immunological review. 220 (1). 169 – 182.
- Grünwaldt E. G., Guevara, J. C., Estévez, O. R., Vicente, A., Rousselle, H., Alcuten, N., Agurregaray, D., Stasi, C. R. 2005. Biochemical and haematological measurements in beef cattle in Mendoza plain rangelands (Argentina). Tropical animal health and production. 37 (6). 527-40.
- Guder, W. G., Narayanan, S., Wisser, H., Zawta B. 2009. Diagnostic Samples: From the Patient to the Laboratory: The Impact of Preanalytical Variables on the Quality of Laboratory Results, 4th, Updated Edition. Wiley-Blackwell. 124 s. ISBN: 978-3-527-32307-4.
- Hanák, J. 1996. Základy diagnostiky u koní z aspektu sportovní veterinární medicíny. Medicus veterinarius. Plzeň. 251 s. ISBN 809022248X.
- Heusser, F., Fahey, J. T., Lister, G. 1989. Effect of hemoglobin concentration on critical cardiac output and oxygen transport. American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology. 256 (2). H527 – H532.
- Hoffman, R., Benz Jr, E. J., Shattil, S. J., Furie, B., Silberstein, L. E.. 2000. Hematology: Basic Principles and Practice. Churchill livingstone. 2526 s. ISBN: 0443079544.
- Horký, D., Mikyska, E., Tichý, F. 1991. Veterinární histologie: cytologie a obecná histologie. Praha: SPN. 171 s. ISBN: 80-85114-86-0.
- Hu, D., Ren, J., Wang, G., Gu, G., Li, G., Liu, S., Wu, X., Chen, J., Wu, Q., Ren, Hu., Hong, Z., Li, J. . 2015. Value of red cell distribution width for assessing disease activity in Crohn's disease. American journal of the medical sciences. 349 (1). 42 – 45.

- Chorbák, L., Voglová, J. 2005. Idiopatický hypereosinofilní syndrom a chornická eozinofilní leukémie, *Vnitřní lékařství*. 51 (12). 1385 – 1393.
- Jelínek, K. 2001. Morfologie jatečných zvířat: 1. vydání. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 274 s. ISBN: 80-7157-504-6.
- Jelínek F., Jelínek K. 2002. Morfologie hospodářských zvířat. JČU, České Budějovice. 287 s. ISBN 80-7040-550-3.
- Jelínek F., Koudela K. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU v Brně. 414 s. ISBN: 80-7157-644-1.
- Jiran, E. (ed.) 1994. Směrné hodnoty důležitých laboratorních vyšetření pro domácí zvířata: pes, kočka, kuň, tele, skot, prase, ovce. Vetpres. Jilové u Prahy. 127 s.
- Karimi, S. Chattopadhyay, S., Chakraborty, N. G. 2015. Manipulation of regulatory T cells and antigen-specific cytotoxic T lymphocyte-based tumour immunotherapy. *Imunology*. 144 (2). 186 – 196.
- Kawata, J., Aoki, M., Ishimaru, Y., Ono, T., Sagara, K., Narahara, S., Matsmoto, T., Hirose, E., Yamaguchi, Y. 2011. Mechanism of tissue factor production by monocytes stimulated with neutrophil elastase. *Blood cells molecules and diseases*. 54 (2). 206 – 209.
- Kiel, J. W., Shepherd, A. P. 1989. Optimal hematocrit for canine gastric oxygenation. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*. 256 (2). H472 – H477
- Klener, P. 1997. *Vnitřní lékařství*, 3. vydání. Praha: Galén, Karolinum. 1158 s. ISBN 8024612526.
- Kotačková, L. krevní obraz [online]. *Top Lékař* 4. června 2012 [cit. 2014-11-23]. Dostupné z <<https://www.toplekar.cz/laboratorni-hodnoty/krevni-obraz.html>>.
- Kováč, G. 2001. Choroby hovädzieho dobytká. M&M. 874s. ISBN: 9788088950141.
- Kozák, T. 2001. *Vnitřní lékařství*, díl IIIb : Hematologie. 1. vyd. Praha: Galén, Karolinum. 230 s. ISBN 80-7262-085-1.

- Kraft, W. 2001. Vyhodnocení laboratorních nálezů ve veterinární praxi. In: Kraft, W., Dürr, U. M. 2001. Klinická laboratorní diagnostika vo veterinární medicíne. Hajko & Hajková. Bratislava. 33 – 35. ISBN 8088700515.
- Krč, I. 2001. Diagnostika nejběžnějších typů anemie. Praktická medicína. 2 (2). 84 – 88.
- Krč, I. 2004. Hodnocení bílého krevního obrazu v ambulantní praxi. Interní medicína pro praxi. 7 (3). 144 – 146.
- Marvan F., Vernerová, E., Hložánková, E., Hampl, A., Kresan., Massanyi, L. 1998. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda, Praha. 303 s. ISBN 80-209-0273-2.
- Masoud, M., Sarig, G., Brenner, B., Jacob, G. 2008. Orthostatic hypercoagulability: a novel physiological mechanism to activate the coagulation system. Hypertension 51 (6). 1545–1551.
- Matýšková, M., Bourková, L., Hoblová, J. 2005. Zajištění spolehlivosti vyšetření krevních obrazů. Vnitřní lékařství. 51 (7 & 8). 894 – 899.
- Mohri, M., Shafiri, K., Eidi, S. 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. Research inveterinary sciences. 83 (1). 30 – 39.
- Monke, D. R. Kociba, G. J., DeJarnette M., Anderson D. E., Ayars W. H. 1998. Reference values for selected hematologic and biochemical variables in Holstein bulls of various ages. American Journal of Veterinary Research. 59 (11). 1386-1391.
- Moro, K., Yamada, T., Tanabe, M., Takeuchi, T., Ikawa, T., Kawamoto, H., Furusawa, J., Ohtani, M., Fujii, H., Koyasu, S. 2010. Innate production of TH2 cytokines by adipose tissue-associated c-Kit+Sca-1+ lymphoid cells. Nature. 463 (7280). 540 – 544
- Omer, O. H., El-Malik, K. H., Mahmoud, O. M., Haroun, E. M., Hawas, A., Sweeney, D., Magzoub, M. 2002. Haematological profiles in pure bred cattle naturally infected with Theileria annulata in Saudi Arabia. Vet Parasitol. 107 (1-2). 161-8.
- Pecka, M. 2002. Laboratorní hematologie v přehledu I. Buňka a křevetvorba. Český Těšín: Finidr. 160 s. ISBN: 978-80-866-8201-3.

Penka, M., Buliková, A., Matýšková, M., Novotný, J., Kořístek, Z., Bourková, L., Zavřelová, J., Čech, Z., Snopková, S. 2009. Neonkologická hematologie, 2. vydání. Grada, 1095 s. ISBN: 978-80-247-2299-3.

Pončarová, J. Sedimentace krve a její hodnoty [online]. Nemoci srdce 9. května 2012 [cit. 2015-01-09]. Dostupné z < <http://www.nemocisrdce.cz/sedimentace-krve-a-jeji-hodnoty/>>.

Provan, D. 2003. ABC OF CLINICAL HAEMATOLOGY. BMJ Books. 75 s. ISBN: 0727916769.

Reece, O. William. 1998. Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishing, a. s. 456 s. ISBN: 80-7169-547-5.

Reece, O. William. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada Publishing, a. s. 473 s. ISBN: 9788024732824.

Rosenberger, G. 1981. Clinical examination of cattle. Parey. 453 s. ISBN: 9780721677057.

Rozman, J., Jelínek, K., Malý, J., Miškovský, Z., Procházka, O. 1983. Obecné základy živočišné výroby. SZN. 435 s. ISBN: 07-016-83.

Sellon, D. C. 2004. Disorders of the Hematopoietic System. In: Reed, S. M., Bayly, W. M., Sellon, D. C. (eds.) 2004. Equine Internal Medicine. 2nd ed. W. B. Saunders. 721 – 761.

ISBN 0721697771.

Silva, R. A., Ramirez, L., Souza, S. S., Ortiz, A. G., Pereira, S.R., Dávila, A.M. 1990. Hematology of natural bovine trypanosomiasis in the Brazilian Pantanal and Bolivian wetlands. Veterinary Parasitology 85 (1). 87–93.

Skálová, V. Krevní obraz a zánětlivé markery [online]. Ronnie.cz 23. března 2011 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z < <http://medicina.ronnie.cz/c-8695-krevni-obraz-a-zanetlive-markery-i.html>>

Sova Z., Komárek, V. (1990). Fyziologie hospodářských zvířat. SZN. 472 s. ISBN: 80-209-0092-6.

Spangerberger, H., Meuthen, I. 2010. Diferenciální diagnostika ve vnitřním lékařství. Grada. 416 s. ISBN: 978-80-247-2780-6.

- Steffen, H. M., Griebenow, R., Meuthen, I., Schrappe, M., Ziegenhagen, D. J. 2010. Diferenciální diagnostika ve vnitřním lékařství. Grada. 416 s. ISBN: 978-80-247-2780-6.
- Stikvoort, A., Rådestad, E., Törlén, J., Mattsson, J., Uhlin, M. 2015. An increasing severity of chronic GvHD is associated to an activated and cytotoxic T cell mediated immune-phenotype. *Biology of blood and marrow transplantation*. 21 (2). S351.
- Thrall, M. A., Weiser, G., Allison, R., Campbell, T. W. 2004. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry: Text and Clinical Case Presentations Set*. Lippincott Williams & Wilkins. 618 s. ISBN: 978-0781768504.
- Valeri, C. R., Giorgio, G. R. 2015. Refrigerated Platelets for the Treatment of Acute Bleeding: A Review of the Literature and Reexamination of Current Standards. *Shock*. 43 (3). 298.
- Vivier, E. 2006. What is natural in natural killer cells? *Immunology letters*. 107 (1). 1 -7.
- Vrchlabský, J., Steinhauser, L., Dvořák, P., Černý, L., Veselá, V. 1990. *Technologie krve jatečných zvířat*. Praha SNTL. 159 s. ISBN: 80-900260-0-1.
- Ward, P. C. J. 2000. The CBC at the turn of the millennium: An overview. *Clinical chemistry*. 46 (8B). 1215-1220.
- Weiser, M. G., Thrall, M. A. 2008. Doporučení ohledně kontroly kvality a postupů v klinických laboratořích. In: Allison, R. W., Meinkoth, J. H (eds.). 2008. *Praxe malých zvířat: Klinická patologie a diagnostické techniky*. České vydání *Veterinary Clinics of North America*. Pierot. Praha. 237 – 244. ISBN 9788073530884.
- Yasser. S. M., Farou, A. E., Ilka. C. K., Mamdoh, F. E., Afaf, M. M. 2011. Clinical and haematological study on water buffaloes (*Bubalus bubalis*) and crossbred cattle naturally infected with *Theileria annulata* in Sharkia province, Egypt. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 2 (3). 168 – 171.
- Zhu, X., Wang, X., Zhang, C., Wang, X., Gu, Q. 2015. A riboswitch sensor to determine vitamin B12 in fermented foods. *Food chemistry*. 175. 523 – 528.