



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zootechnických věd

Bakalářská práce

Postnatální změny vybraných krevních parametrů telat

Autorka práce: Nela Truhlářová

Vedoucí práce: Ing. Roman Konečný Ph.D.

Konzultant práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

České Budějovice
2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnocení změn hematologických parametrů v postnatálním období telat. V literárním přehledu je popsáno složení krve, fyzikální vlastnosti krve, hematologické parametry a kryptosporidie, které se u telat běžně vyskytují. Do experimentů jsme zařadili 18 telat plemene holštýnský skot a český červenostrakatý skot, které jsme rozdělili do dvou skupin podle věku. Pozorování začalo ≤ 20 den věku telat a skončilo ve 300 dnech věku telat. Z výsledků je patrné, že hematologické parametry se v postnatálním období u telat mění. Koncentrace erytrocytů se v období od narození do 140. dne věku zvyšuje, ale poté s postupujícím věkem telat docházelo k postupnému poklesu koncentrace erytrocytů (z $10,35 \times 10^{12}/L$ na $7,45 \times 10^{12}/L$). Obdobnou dynamiku měla i hematokritová hodnota (z 0,34 l/l na 0,27 l/l), koncentrace hemoglobinu (z $133 \pm g/l$ na $106 \pm g/l$) a střední objem erytrocytu (z $35,57 \pm 1,44$ fl na $33,12$ fl). Počet leukocytů u skupiny 2 se pohyboval v referenčním rozmezí hodnot pro dospělý skot ($8,68 \pm$ až $12,96 \pm G/l$), ale u skupiny 1 (*C. parvum*, *C. bovis*) přesahovaly uvedené referenční rozmezí hodnot, a to zejména v období mezi 160.–180. dnem ($12,96 G/l$). Nejstabilnější procentuální zastoupení měly lymfocyty, které se na celkovém počtu podílely z 59,55 až 78,26 %. Naproti tomu neutrofilní granulocyty měly výraznou tendenci poklesu (z 31,70 % na 14,53 %). Stejně tak i u monocytů docházelo k postupnému procentuálnímu poklesu (z 9,17 % na 7,51 %). Počty trombocytů mírně kolísaly, ale průměrné zastoupení se pohybovalo mezi 631,83–652,21 G/l.

Klíčová slova: krev, telata, hematologické parametry, kryptosporidie

Abstract

The aim of the bachelor thesis was to evaluate changes in hematological parameters in the postnatal period of calves. The literature review describes blood composition, physical properties of blood, hematological parameters and cryptosporidia, which are commonly found in calves. We included 18 calves of holstein cattle and czech calves in the experiments red-spotted cattle, which we divided into two groups according to age. Observation started at ≤ 20 days of calf age and ended at 300 days of calf age. The results show that that hematological parameters change in postnatal calves. Concentration erythrocytes increased from birth to 140 days of age, but then with increasing age of calves there was a gradual decrease in the concentration of erythrocytes (from $10,35 \times 10^{12}/L$ at $7,45 \times 10^{12}/L$). The hematocrit value (from 0,34 l/l to 0,27 l/l), hemoglobin concentration (from $133 \pm g/l$ to $106 \pm g/l$) and mean erythrocyte volume had similar dynamics, (from $35,57 \pm 1,44$ fl to $33,12$ fl). The leukocyte count in group 2 was in the reference range for adult cattle ($8,68 \pm$ to $12,96 \pm G/l$), but in group 1 (*c. parvum, c. bovis*) they exceeded the reference range, especially in the period between 160.–180. bottom ($12,96 G/l$). The most stable percentage was lymphocytes, which accounted for 59,55 to 78,26% of the total number. In contrast, neutrophilic granulocytes had a significant tendency to decrease (from 31,70% to 14,53%). Anyway thus, there was a gradual percentage decrease in monocytes (from 9,17% to 7,51%). Platelet counts fluctuated slightly, but the average proportion ranged between 631,83–652,21 G/l.

Keywords: blood, calves, hematological parameters, cryptosporidium

Poděkování

Děkuji panu Ing. Romanovi Konečnému Ph.D. za odborné vedení práce, trpělivost, cenné rady a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Taktéž bych chtěla poděkovat za poskytnutí materiálu k výzkumu. V neposlední řadě děkuji panu prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Krev	9
1.2 Krevní plazma	9
1.3 Krevní elementy	10
1.3.1 Erytrocyty.....	10
1.3.2 Leukocyty.....	12
1.3.3 Trombocyty	18
1.4 Fyzikální vlastnosti krve	18
1.4.1 Objem krve.....	18
1.4.2 Hustota krve	18
1.4.3 Barva krve	19
1.4.4 pH krve.....	19
1.4.5 Osmotický tlak	19
1.5 Hematologické parametry	19
1.5.1 Hematokritová hodnota.....	19
1.6 Základní parametry erytrocytu	20
1.6.1 Hemoglobin erytrocytu (MCH).....	20
1.6.2 Střední objem erytrocytu (MCV).....	21
1.6.3 Střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech (MCHC)	21
2 Kryptosporidióza.....	22
2.1 Historie	22
2.2 Systematika	22
2.3 Vývojový cyklus kryptosporidií	23
2.4 Rozdělení kryptosporidií	24
2.5 Druhy kryptosporidií infikující skot.....	24

2.5.1	Cryptosporidium andersoni	25
2.5.2	Cryptosporidium parvum	25
2.5.3	Cryptosporidium bovis	25
2.5.4	Cryptosporidium ryanae	25
3	Materiál a metody	27
3.1	Charakteristika sledované skupiny zvířat	27
3.2	Odběr krve a analýza hematologický parametrů	27
3.3	Odběr výkalů a detekce kryptosporidií	27
4	Výsledky a diskuze	28
4.1	Počet erytrocytů	30
4.2	Hematokritová hodnota	31
4.3	Koncentrace hemoglobinu	32
4.4	Střední objem erytrocytů	33
4.5	Zastoupení leukocytů	34
4.6	Postnatální vývoj lymfocytů a neutrofilních granulocytů	36
4.7	Zastoupení monocytů	37
4.8	Zastoupení trombocytů	38
	Závěr	40
	Seznam použité literatury	42
	Seznam obrázků	46
	Seznam tabulek	47
	Seznam grafů	48
	Seznam použitých zkratk	49

Úvod

Hematologie je vědní obor, který se zabývá neobyčejnou tělní tekutinou a tou je krev. Studuje hlavně krevní elementy z hlediska jejich morfologie, kvantity a funkce. Hematologické parametry jsou nejčastěji používané v posouzení zdravotního stavu skotu, proto jsou pro skot nutné specifické referenční intervaly. Referenční hodnoty u dospělého skotu jsou známé, ale u telat není mnoho dostupných údajů. Hodnoty vybraných krevních parametrů u telat se mění s věkem. Po narození se mění kvůli příjmu kolostra (mleziva) a krátké době života erytrocytů. Dále jsou ovlivněny různými stresovými faktory a onemocněním. Kryptosporidiová infekce je jednou z hlavních příčin enteritidy telat. V některých chovech, zejména se špatnou zoohygienou je touto infekcí postižena značná část populace telat. Kryptosporidiová infekce vede k oslabení imunitního systému, narušení normálního vývinu a v některých případech i k úhynu telat. Jak je výše uvedeno, hematologické parametry jsou značně variabilní, cílem předložené práce bylo posoudit, respektive získat data o hematologických parametrech telat, u kterých byla prokázána kryptosporidiová infekce.

1 Literární přehled

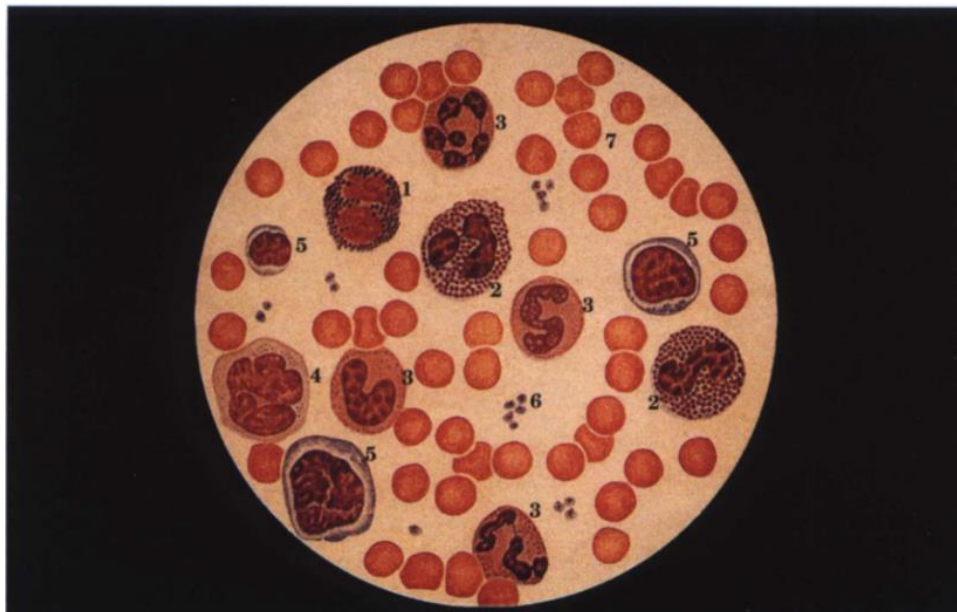
1.1 Krev

Krev je tekutina, která cirkuluje v uzavřeném tělním systému. Krev se skládá ze dvou složek: krevních elementů (erytrocyty, leukocyty, trombocyty) a krevní plazmy (Balko et al., 2017). Přítomnost krevních buněk a složení krevní plazmy umožňuje v krvi přenos kyslíku a oxidu uhličitého, transport hormonů, živin a vitamínů. Dále má význam pro udržení stálosti vnitřního prostředí (regulace osmotického tlaku, krevního tlaku, vody a pH). Krev má také ochrannou funkci, obrana proti mikroorganismům a toxinům (Reece, 1998; Jelínek et al., 2003; Akers a Denbow, 2013).

1.2 Krevní plazma

Krevní plazma je mírně alkalická, průhledná, žlutavá kapalina, která představuje 55 % z objemu krve. Krevní plazma obsahuje vodu (90 %), anorganické a organické látky, hormony, vitamíny a enzymy. Anorganické látky jsou zastoupeny sodíkem, draslíkem, vápníkem, hořčíkem, chloridy, fosforečnany, hydrogenuhličitany a dalšími ionty. Tyto anorganické látky se podílejí hlavně na udržení osmotického tlaku. Z organických látek se v krevní plazmě nejvíce vyskytují plazmatické bílkoviny- albuminy, globuliny a fibrinogen. U skotu je zastoupení albuminu a globulinů stejné. Dále se vyskytují lipidy, které mají funkci stavební. Z lipidů je nejpočetněji zastoupen triacylglycerol, fosfolipidy a cholesterol (Reece, 1998; Doubek, 2003; Jelínek et al., 2003). Nedílnou součástí krevní plazmy jsou také sacharidy (Balko et al., 2017). Barva plazmy je dána především přítomností bilirubinu (degradační produkt hemoglobinu). Reece (1998) a Doubek (2003) uvádí, že u skotu je krevní plazma žlutější než u ostatních zvířat.

1.3 Krevní elementy



Obrázek 1.1: Hemogram u skotu (Doubek, 2003)

Vysvětlivky: (1) Bazofilní granulocyt, (2) eozinofilní granulocyt, (3) neutrofilní granulocyt, (4) monocyt, (5) lymfocyt, (6) trombocyt, (7) erytrocyt

1.3.1 Erytrocyty

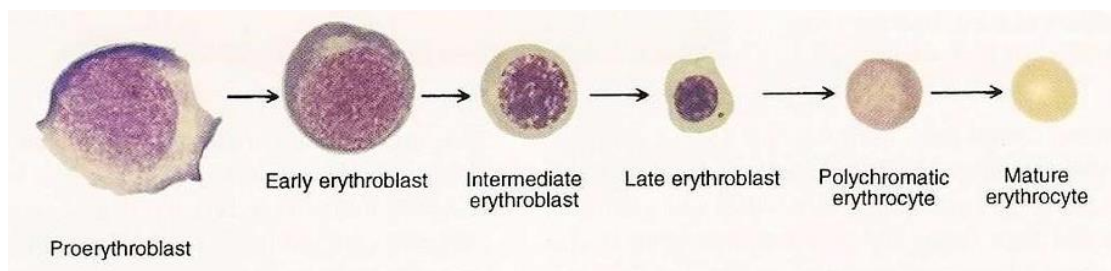
Červené krvinky (erytrocyty) jsou vysoce specializované buňky, které přenášejí kyslík, oxid uhličitý a aminokyseliny. Vzhledem k jejich specializaci a potřebě co největší plochy pro přenos uvedených látek dochází v průběhu vývoje savčího erytrocytu k odstranění jádra. Zralé červené krvinky jsou tedy bezjaderné buňky bikonkávního tvaru o průměrné velikosti 5–6 μm (Obrázek 1.1). Průměrná životnost erytrocytů je u dospělého skotu 125 až 160 dnů (Reece, 1998; Brockus et al., 2011; Roland et al., 2014). Delší životnost erytrocytů je dle Reece (1998) díky nepřítomnosti retikulocytů v cirkulující krvi. U skotu je celkový počet erytrocytů 7 miliónů v 1 μl krve. Tento počet je však ovlivněn některými faktory, jako jsou například pohlaví a stáří jedince. Bylo prokázáno, že samci mají o 5 až 10 % vyšší počet erytrocytů. Vyšší počet erytrocytů je přítomen v krvi také u novorozenců (Reece, 1998; Doubek, 2003; Jelínek et al., 2003). V dalších dnech jejich života se postupně hodnoty snižují, což je spojeno s příjmem mléka, které zvyšuje objem plazmy v důsledku osmotického účinku (Klinkon a Ježek, 2012).

Erytrocyty jsou pružné buňky, které jsou dobře přizpůsobivé lumenu kapilár a mohou se dobře pohybovat v mikrocirkulaci. Dále erytrocyty vykazují deformabilitu (plasticitu), která jim umožňuje změnu tvaru při průchodu kapilárami. Za tvar erytrocytu jsou odpovědné skeletální proteiny spektrin a aktin, které se vyskytují v membráně spolu s dalšími sacharidy a fosfolipidy. Hemoglobin spolu s buněčnými organelami vyplňuje cytoplazmu erytrocytu. Hemoglobin je červené krevní barvivo, složené ze čtyř molekul hemu a jedné globinové složky. Syntéza hemu probíhá v cytosolu a mitochondriích, naopak syntéza globinu probíhá v ribozomech a je uspořádán do čtyř řetězců. Každá molekula hemu obsahuje dvojmocné železo (Fe^{2+}), na které se váže kyslík. Takto vzniklý derivát se nazývá oxyhemoglobin, který uvolňuje do tkání kyslík. K dalším vlastnostem hemoglobinu patří schopnost navázat oxid uhličitý za vzniku karbaminohemoglobin. Dvojmocné železo se může oxidovat na trojmocné za účasti některých oxidačních činidel a tím vzniká methemoglobin. U skotu se často vyskytuje vyšší tvorba methemoglobinu kvůli většímu příjmu dusičnanů, které se mění v bachoru na dusitany (Reece, 1998; Doubek, 2003; Jelínek et al, 2003).

Erytropoéza

Vznik červených krvinek se nazývá erytropoéza. V prenatálním období se erytrocyty tvoří v játrech, slezině a kostní dřeni. Během postnatálního období probíhá erytropoéza v kostní dřeni osového a apendikulárního skeletu (Reece, 1998).

Rychlost erytropoézy je řízena požadavky tkání na zásobení kyslíkem. Pokud dojde ke snížení kyslíku v tkáních, začne se produkovat hormon erythropoetin. Erythropoetin zahajuje tvorbu nových červených krvinek v kostní dřeni. Nově vzniklé erytrocyty se v krevním oběhu nevyskytují dříve než za 4–5 dnů po začátku jejich tvorby (Reece, 1998; Roland et al., 2014). V tomto mezičase vznikne nový erythropoetin, který zabezpečí nepřetržitou tvorbu červených krvinek. Červená krvinka se vyvíjí v několika stádiích. Vytváří se v kostní dřeni z mateřských buněk- pronormoblastů. Vývojová stadia erytrocytů jsou zobrazena na obrázku 1.2. Před vstupem erytrocytů do krevního oběhu červené krvinky vypudí jádro (Reece, 1998).

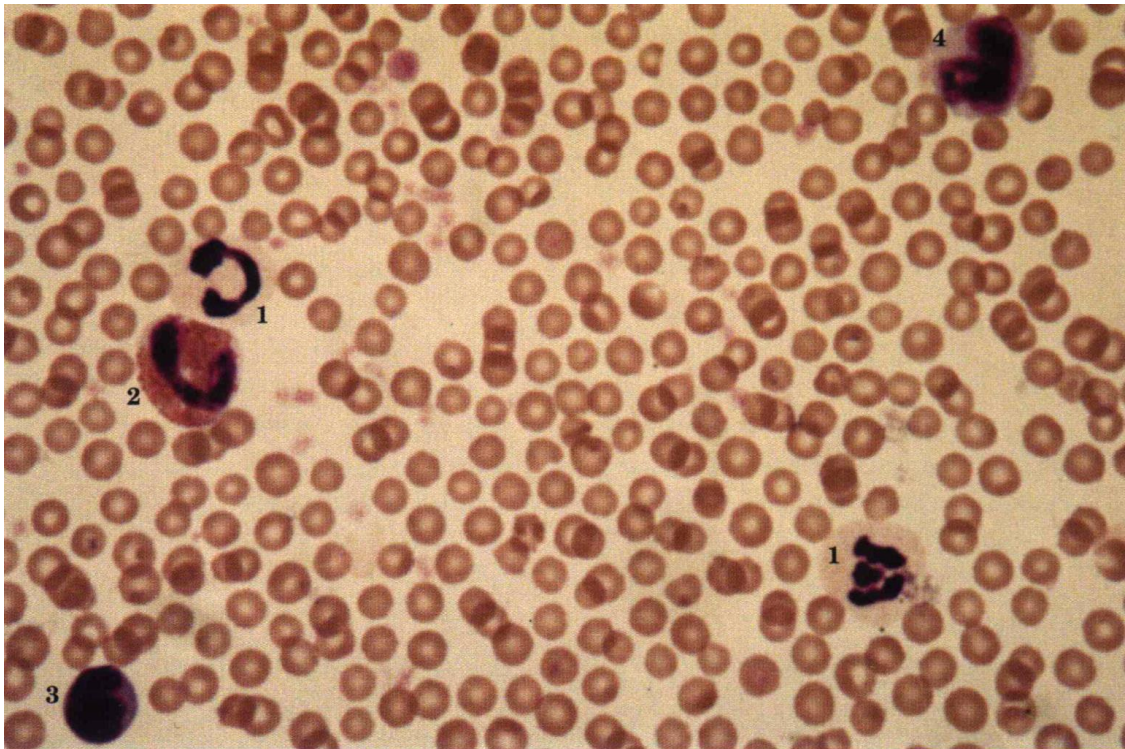


Obrázek 1.2: Fáze vývoje červené krvinky (Bain et al., 2010)

1.3.2 Leukocyty

Leukocyty (Obrázek 1.3) neboli bílé krvinky jsou jaderné buňky, které se podle přítomnosti či absence specifických cytoplazmatických granulí rozdělují na granulocyty a agranulocyty (Doubek, 2003). Na rozdíl od červených krvinek se leukocyty vyznačují améboidním pohybem, což jim také umožňuje výstup z krevních kapilár a postup k místům jejich uplatnění (Jelínek et al., 2003; Fails a Magee, 2018). Krev leukocytům slouží pouze jako transportní médium z místa původního do místa zánětu (Klinkon a Ježek, 2012). Hlavní funkcí leukocytů je ochrana organismu proti bakteriálním, virovým a parazitickým infekcím (Reece, 1998; Roland et al., 2014).

Leukocyty mají různou délku života, takže jejich počet se může rychle změnit (Klinkon a Ježek, 2012; Roland et al., 2014). Počet leukocytů u skotu v 1 litru krve je 5 až 10 G/l. Zastoupení jednotlivých typů leukocytů je u krávy: 25 až 30 % neutrofilů, 60 až 65 % lymfocytů, 5 % monocytů, 2 až 5 % eozinofilů a < 1 % bazofilů (Reece, 1998). Zvýšení leukocytů v krvi nastává zejména v souvislosti se zánětlivými procesy, fyzické námaze a může případně i při stresu. Zvýšení počtu leukocytů se nazývá leukocytóza naopak snížení leukopenie, která nastává při poškození mitotického dělení jejich vývojových buněk působením toxinů. Další možností vzniku leukopenie je při nedostatku látek, které jsou důležité pro krvetvorbu jako například vitamín B (Jelínek et al., 2003).



Obrázek 1.3: Leukocyty (Doubek, 2003)

(1) Neutrofilní granulocyty, (2) eozinofilní granulocyt, (3) lymfocyt, (4) monocyt
(skot, periferní krev)

Granulocyty

Granulocyty jsou leukocyty, které se diferencují a zrají v kostní dřeni. V krvi kolují velmi krátkou dobu okolo 6–20 hodin a neustále opouštějí krevní řečiště. Jádro granulocytů je různého tvaru. Jádra laločnatá a segmentovaná jsou u zralých forem, naopak jádra zakřivená nebo stočená bez segmentace jsou u mladších forem granulocytů, taková jádra se označují jako tyčinky. Granulocyty mohou zanikat ve slezině, játrech, plicích a podle místa zániku se stanovuje funkční zapojení granulocytů (Reece, 1998; Doubek, 2003).

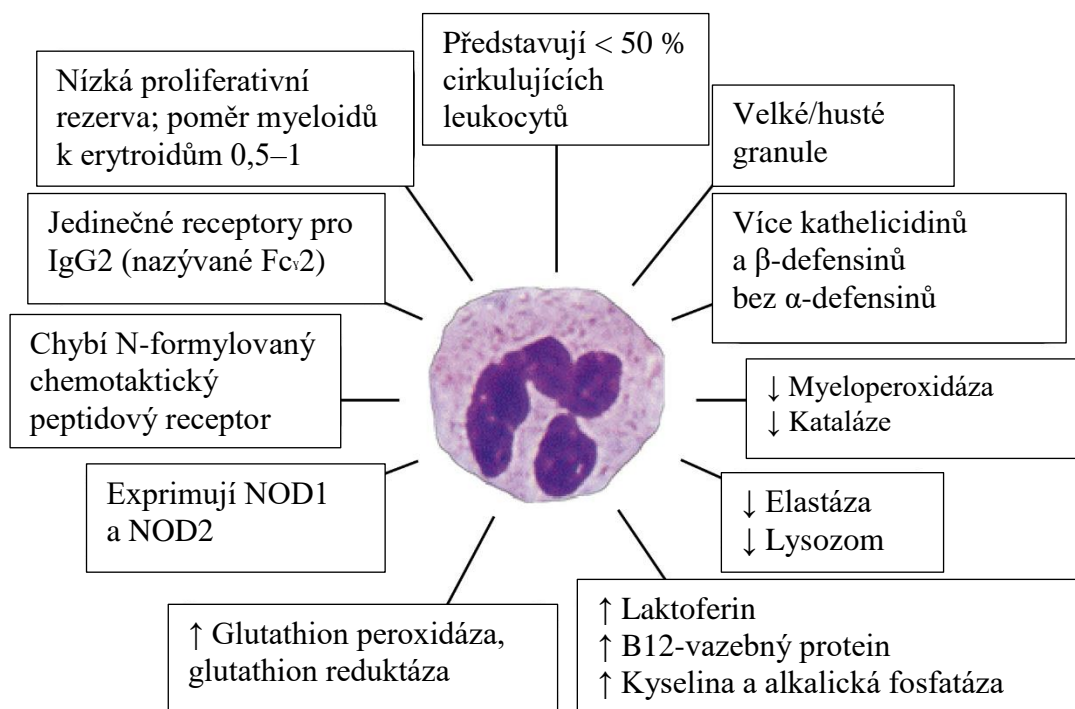
Podle afinity cytoplazmatických granul k zásaditým anebo kyselým barvivům se granulocyty dělí na neutrofilní granulocyty, eozinofilní granulocyty a bazofilní granulocyty (Reece, 1998; Eurell a Frapier, 2006).

- Neutrofilní granulocyty

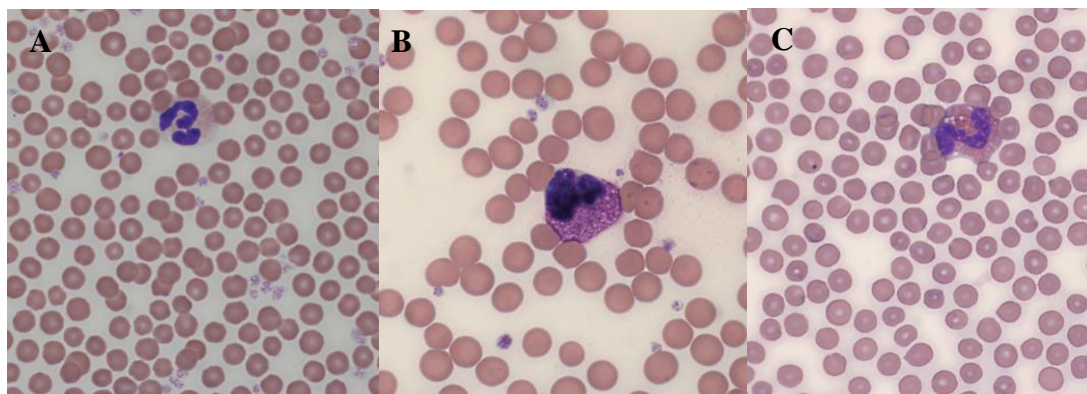
Neutrofilní granulocyty neboli neutrofilny (Obrázek 1.5A) jsou okrouhlé mikrořagy o velikosti 8 až 15 μm . Jsou velice pohyblivé a vyznačují se velkou schopností fagocytózy. Cytoplazma je narůřovělá a u skotu se v ní vyskytují primární (azurofilní), sekundární a terciální granule. Terciální granule jsou největší. Obsah látek v jednotlivých typech granulí zobrazuje tabulka 1.1 a odlišnosti od neutrofilních granulocytů obrázek 1.4. Počet neutrofilů velmi rychle stoupá, v případě akutní bakteriální infekce (Reece, 1998; Doubek, 2003).

Tabulka 1.1: Obsah látek v jednotlivých typech granulí (Bassel a Caswell, 2018)

Funkce	Typ granul		
	Azurofilní (primární)	Specifická (sekundární)	Terciální
Baktericidní proteiny a peptidy	Myeloperoxidáza I, II, III Lysozym (nízká hladina)	Lysozym	Cathelicidiny (<i>Bos taurus</i> cathelicidin BMAP 27, 28 a 34, Bac5 a 7, indolicidin a bactenecin-1) β -defensin (BNBD1–13) Baktericidní protein zvyšující permeabilitu (BPI)
Vazebné proteiny		Laktotransferrin B12-vazebný protein α 1-kyselý glykoprotein	Laktotransferrin Peptidoglykanový rozpoznávací protein–S
Enzymy	Elastáza Katepsiny β -glukorinidáza Fosfolipáza A	Kolagenáza Alkalická fosfatáza Fosfolipáza A	
Povrchové receptory		CD11b/CD18 (integrováný receptor)	



Obrázek 1.4: Odlišnosti bovinních neutrofilních granulocytů od dalších druhů zvířat (Bassel a Caswell, 2018)



Obrázek 1.5: Granulocyty skotu (Wood a Quiroz-Rocha, 2010)

A - neutrofilní granulocyt; B – eozinofilní granulocyt; C- bazofilní granulocyt

- Eozinofilní granulocyty

Eozinofilní granulocyty (Obrázek 1.5B) zkráceně eozinofily jsou především okrouhlé buňky o velikosti 10 až 16 μ m. V jejich světle šedé cytoplazmě se nachází dvojlaločné jádro, které je obklopeno četnými eozinofilně zbarvenými granuly (Wood a Quiroz-Rocha, 2010). V krvi přežívají maximálně týden. Eozinofily se uplatňují

hlavně při alergických a parazitárních onemocněních a fagocytují komplexy alergen-protilátka. U skotu se s rostoucím věkem zvyšuje počet eozinofilů. Další možností zvýšení eozinofilů je při invazích některých endoparazitů. Naopak snižování eozinofilů způsobuje kortizol (Reece, 1998; Doubek, 2003; Jelínek et al., 2003)

- Bazofilní granulocyty

Bazofilní granulocyty (Obrázek 1.5C) neboli bazofily vykazují podobný tvar, jako další buňky ze skupiny granulocytů a svou velikostí odpovídají eozinofilním granulocytům (8 až 18 μm) (Wood a Quiroz-Rocha, 2010). Jádro buněk je nepravidelného tvaru a často překryté malými intenzivně se barvícími granuly, která obsahují heparin, histamin a další látky. Za fyziologických podmínek je bazofilních granulocytů v krvi velmi málo (Wood a Quiroz-Rocha, 2010). Funkcí bazofilních granulocytů je zejména podpora alergických reakcí. Bazofily exprimují na buněčné membráně receptory pro IgE protilátky. Pokud přijde protilátka do styku se svým antigenem na buněčné membráně, dojde k prasknutí bazofilu a uvolní se buněčný obsah jeho granulí a dojde k alergické reakci (Reece, 1998; Jelínek et al., 2003).

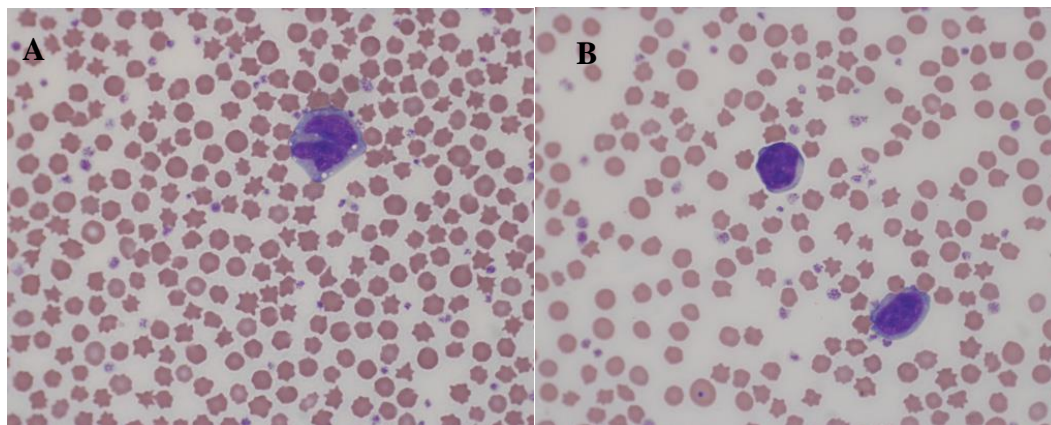
Agranulocyty

Agranulocyty jsou krevní buňky, které ve své cytoplazmě zpravidla neobsahují žádná granula a řadí se mezi ně monocyty a lymfocyty (Doubek, 2003).

- Monocyty

Monocyty jsou největší krevní buňky (15 až 22 μm). V mikroskopu lze tyto buňky odlišit na základě uvedené velikosti, ale také dle tvaru jejich jádra (Obrázek 1.6). Jádro monocyty je kulovitěho nebo ledvinovitěho tvaru. V cytoplazmě monocyty nesou nevýrazná, drobná purpurově až eozinofilně zbarvená granula (Wood a Quiroz-Rocha, 2010). Monocyty v krevním oběhu žijí několik dní a pak přechází do tkání, kde se diferencují v dlouho žijící makrofágy anebo dendritické buňky (Lauvau et al., 2014). Na základě povrchových antigenů byly u skotu rozlišeny různé fenotypy monocyty, které vykonávají odlišnou funkci (Hussen a Schuberth, 2017). Hlavní funkci mají při obranyschopnosti proti dlouhotrvajícím zánětům.

Počty monocytů se zvyšují při chronických infekcích. Zatím co s postupujícím věkem jedince jejich počet klesá (Reece, 1998; Doubek, 2003).



Obrázek 1.6: Agranulocyty skotu (Wood a Quiroz-Rocha, 2010)

- Lymfocyty

Lymfocyty jsou nejčetněji zastoupené leukocyty v krvi skotu (Reece, 1998; Doubek, 2003). Průměrná velikost lymfocytů se pohybuje v rozmezí 8–15 μm (Wood a Quiroz-Rocha, 2010). Na základě velikosti se také lymfocyty dělí do tří kategorií. Velikost malého lymfocytu je 10 μm a velikost velkého lymfocytu je 14 až 20 μm . Malé lymfocyty mají velké kulovité, silně bazofilní jádro s relativně úzkým lemem šedomodré cytoplazmy. Silná bazofilie jádra svědčí o výrazně kondenzovaném chromatinu, který dle autorů Wood a Quiroz-Rocha (2010) naznačuje jejich nižší metabolickou aktivitu. Střední lymfocyty mají větší kulovité až laločnaté jádro s o něco méně kondenzovaným chromatinem a rovněž vyšší množství cytoplazmy. Jádro velkých lymfocytů je velké, světlé, kulovité anebo ve středu se zářezem (Wood a Quiroz-Rocha, 2010). Lymfocyty se na základě exprese povrchových antigenů dělí do dvou základních skupin, a to na B a T. Tyto fenotypy lymfocytů mají odlišné místo maturace a také funkce. Maturace B lymfocytů probíhá v Peyerových placích tenkého střeva (Yasuda et al., 2006) a podílejí se na humorální imunitě. Maturace T lymfocytů probíhá v brzlíku a tyto buňky se dále dle funkce a fenotypu dělí na cytotoxické (Tc), pomocné (Th), a supresorové (Ts). Tc lymfocyty mají za úkol eliminaci virem napadených anebo nádorových buněk. Th lymfocyty usměrňují imunitní odpověď

a Ts lymfocyty tlumí humorální i buňkami zprostředkovanou imunitu (Toman et al., 2000; Jelínek et al., 2003).

1.3.3 Trombocyty

Trombocyty skotu jsou bezjaderné fragmenty megakaryocytů se světle modrou až purpurovou plazmou (Doubek, 2003). V krevním oběhu žijí trombocyty až 10 dní (Roland et al., 2014). U skotu se v krvi vyskytuje okolo 100 až 800 G/l trombocytů. Ke zvýšení počtu krevních destiček dochází při březosti, tělesné námaze a při působení adrenalinu. Průměr trombocytu je 2 až 4 μm a tloušťka 0,5 až 1 μm . Autoři Boudreaux a Ebbe, (1998) uvádí, že trombocyty skotu jsou oproti dalším druhům zvířat menší. Tyto krevní elementy v sobě nesou granule, které obsahují srážecí faktory, bílkoviny, vápník, serotonin, adenosindifosfát a adenosintrifosfát. Všechny tyto složky se podílejí na srážení krve. Rychlost srážení krve u skotu je 6,5 minuty (Reece, 1998; Doubek, 2003; Jelínek et al., 2003).

1.4 Fyzikální vlastnosti krve

1.4.1 Objem krve

Objem krve je stálý a odpovídá 7,1–7,6 % tělesné hmotnosti. Množství krve u dospělého skotu vyjádřené na 1 kg živé (ž) hmotnosti (hm) je 70–90 ml. U mladých zvířat je množství krve na jednotku hmotnosti vyšší. V krevním řečišti se nachází pouze 50 % krve, zbylých 50 % krve slouží jako rezerva, která je v játrech, slezině a kůži. Kolaps krevního oběhu nastává, pokud původní objem poklesne na 50–60 %. Další faktor, který ovlivňuje objem krve je výživový stav zvířete. Ztučněné zvíře má objem krve nižší (Sova, 1990; Doubek, 2003; Jelínek et al, 2003).

1.4.2 Hustota krve

Hustota krve se u skotu pohybuje v rozmezí 1050–1060. Tato hodnota závisí především na hematokritu a koncentraci plazmatických proteinů (Doubek, 2003). Windberger et al. (2003) ve své studii prokázali, že skot má při porovnání s dalšími druhy zvířat (kůň, prase, ovce, králík, pes, kočka, potkan) vyšší hustotu krve. Barakat (2001) uvádí, že hustota krve je důležitý faktor a přispívá ke smykovému napětí.

1.4.3 Barva krve

Barva krve je dána množstvím hemoglobinu, který je obsažen v červených krvinkách. Vyskytuje se barva krve od jasně červené až po modravě fialovou podle nasycení hemoglobinu kyslíkem (Reece, 1998).

1.4.4 pH krve

U skotu je pH krve v rozmezí 7,38–7,46. Žilní krev je kyselější než krev tepenná. Stálost pH je zabezpečena hemoglobinovým, hydrogenuhličitanovým, proteinovým a fosfátovým nárazníkovým systémem. Při intenzivním pohybu nebo zátěži může dojít ke snížení pH krve až pod hodnotu 7 z důvodu nahromadění kyseliny mléčné (Reece, 1998; Doubek, 2003; Jelínek et al., 2003).

1.4.5 Osmotický tlak

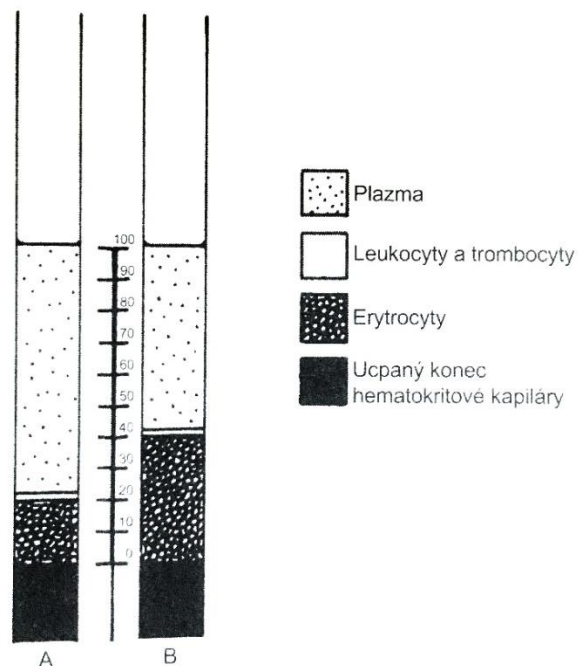
Osmotický tlak je vyjádřen především obsahem NaCl a bílkovin. Hodnota osmotického tlaku je 680 kPa (Sova, 1990; Jelínek et al., 2003).

1.5 Hematologické parametry

Hematologické hodnoty se po narození mění a nejsou v celém průběhu shodné. Na tyto parametry působí celá řada faktorů, jako je věk, pohlaví, fyzická zátěž a patologické změny.

1.5.1 Hematokritová hodnota

Hematokrit je objem červených krvinek k celkovému objemu krve. Hematokrit závisí na velikosti a počtu erytrocytů. Obecně platí, že plemena hovězího skotu mají vyšší počet erytrocytů než mléčný skot (Roland et al., 2014). Hematokritová hodnota se u skotu pohybuje v rozmezí 0,3–0,45 l/l krve (Reece, 1998). Autoři Knowles et al. (2000), Brun-Hansen et al. (2006) a Panousis et al. (2018) uvádí, že u telat je hodnota hematokritu vyšší než u dospělého skotu.



Obrázek 1.7: Schématické zobrazení hematokritu (Reece, 1998)

A) Anemická krev, B) Krev zdravého jedince. Vrstvička leukocytů a trombocytů je hodně tenká a její objem se při měření zanedbává. Průměrná hodnota hematokritu u zdravého jedince je 40%.

Plazma pak představuje 60% objemu krve.

1.6 Základní parametry erytrocytu

Základní hodnoty (parametry) erytrocytu jsou: hemoglobin erytrocytu (MCH), střední objem erytrocytu (MCV) a střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech (MCHC). Tyto hodnoty se vypočítávají ze tří základních údajů a to hemoglobinu, hematokritu a počtu erytrocytů. Zmíněné parametry erytrocytů slouží pro diagnostiku různých anemií (Reece, 1998; Doubek, 2003; Roland et al., 2014).

1.6.1 Hemoglobin erytrocytu (MCH)

Ukazatelem zdravotního stavu zvířete je množství hemoglobinu v erytrocytech (MCH, *Mean Corpuscular Hemoglobin*), který se udává v pikogramech (pg). Hodnota MCH je u skotu 14 pg. Pomocí odchylek od normálního stavu lze určit anemii. Průměrná koncentrace hemoglobinu v krvi skotu je 11 g/100ml. (Reece, 1998; Doubek, 2003; Klinkon a Ježek, 2012).

1.6.2 Střední objem erytrocytu (MCV)

Střední objem erytrocytu, (MCV, *Mean Corpuscular Volume*) vyjadřuje průměrnou velikost erytrocytu a vypočítá se z koncentrace hemoglobinu v krvi a počtu erytrocytů. Udává ve femtolitrech (fl). Střední objem erytrocytu u skotu je 52 fl (Reece, 1998; Doubek, 2003).

1.6.3 Střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech (MCHC)

Střední koncentrace hemoglobinu (MCHC, *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*) je hodnota, která udává koncentraci hemoglobinu v erytrocytu. Tato hodnota je ovlivněna koncentrací hemoglobinu a velikostí erytrocytu. Udává se v gramech na jeden decilitr (g/100 ml) nebo v procentech. U skotu je průměrná hodnota 33 % (Reece, 1998; Doubek, 2003; Roland et al., 2014; Klinkon a Ježek, 2012).

2 Kryptosporidióza

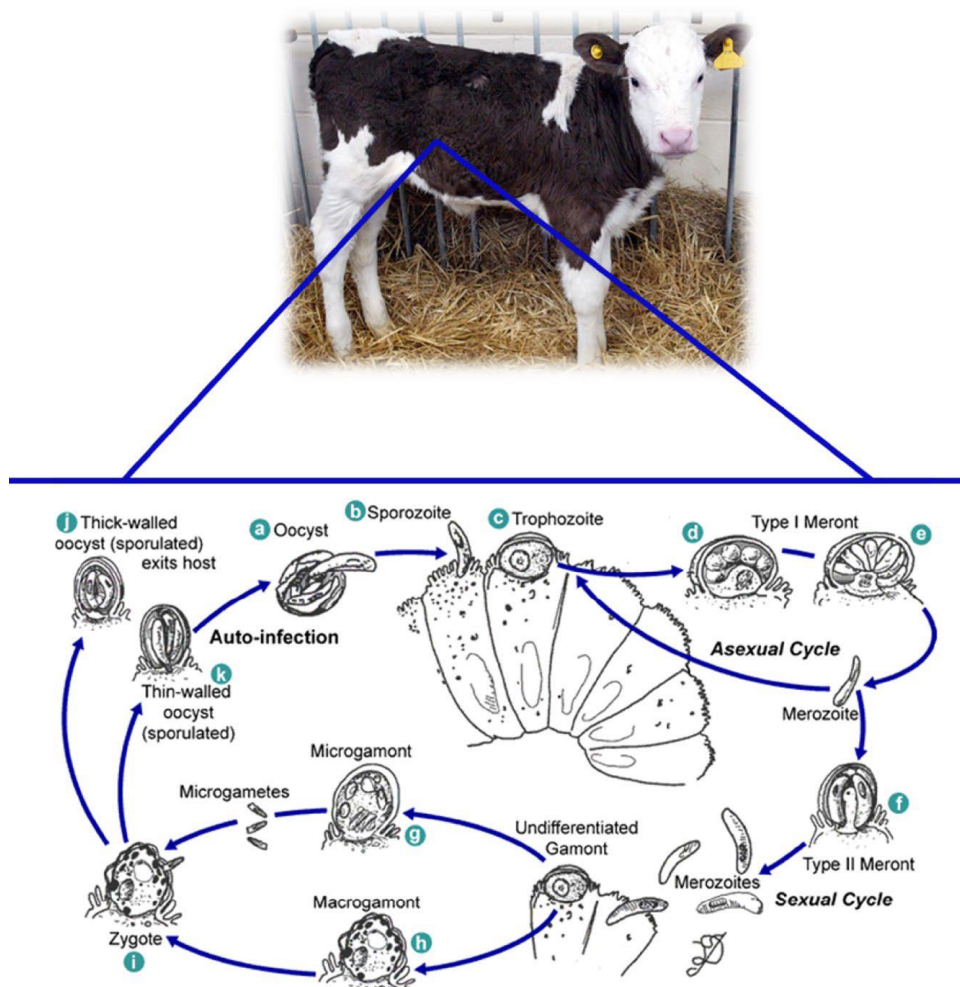
2.1 Historie

Kryptosporidióza byla poprvé popsána E. E. Tyzzerem v roce 1907 v tenkém střevě u myši (Thomson et al., 2017). Od té doby bylo zjištěno více než 39 druhů kryptosporidií, které infikují širokou škálu hostitelských druhů (Ryan et al., 2016). Druh *cryptosporidium parvum*, který infikuje dobytek, především mladá telata má významný dopad na zdravotní stav a užitkovost zvířat. Bohužel je k dispozici relativně málo prostředků, jak bojovat proti kryptosporidióze. Kryptosporidióza u skotu byla poprvé zaznamenána v USA počátkem 70. let (Thomson et al., 2017). Kryptosporidióza je celosvětově uznávaná jako jedna z hlavních příčin neonatální enteritidy telat (Thomson et al., 2017).

2.2 Systematika

Cryptosporidium patří do kmene *Apicomplexa* (výtrusovci), který je příbuzný nálevníkům a obrněnkám, řádu je *eucoccidiorida* a podřádu *eimeriorina*. Parazitují hlavně v buňkách sliznic trávicího ústrojí (Chroust et al., 1998; Ryan et al., 2016).

2.3 Vývojový cyklus kryptosporidií



Obrázek 1.8: Schématické znázornění životního cyklu kryptosporidií (Thomson et al., 2017)

Kryptosporidie mají vývojový cyklus monoxenní, což znamená, že není přítomen mezihostitel (Thomson et al., 2017). Oocysty se přenášejí fekálně-orální cestou nebo požitím kontaminovaného krmiva a vody. Po požití infekčních oocyst kryptosporidií dojde ke změnám v gastrointestinálním traktu (nízké pH) a následné excystaci (Obrázek 1.8). Oocysty uvolní infekční stádia zvané sporozoiti, kteří pronikají k hostitelským buňkám. Sporozoiti se uzavrou v epiteliálních buňkách trávicího traktu v parazitoformní vakuole a změní se na trofozoity. Jádro trofozoita se rozdělí a dojde k merogonii, nepohlavnímu množení, při kterém dochází k tvorbě dvou odlišných typů merontů.

Meront typu I má 6 až 8 jader. Z nich vzniknou merozoiti, kteří napadnou další slizniční buňky. Dojde tedy k tomu, že se asexuální rozmnožování opakuje a vznikne meront typu II, který produkuje pouze čtyři merozoity, kteří následně vstupují do gametogonie (pohlavní množení).

Uvolnění merozoiti typu II napadají hostitelské buňky a diferencují se buď na jednojaderné samičí makrogamonty nebo na vícejaderné samčí mikrogamonty. Z mikrogamontů se vyvíjejí pohyblivé mikrogamety, které pronikají a oplodňují makrogametu za vzniku zygoty. Zygota se následně přemění ve zralou oocystu pomocí endogenní sporulace. Mohou vznikat dva typy oocyst, silnostěnné a tenkostěnné.

Silnostěnné oocysty jsou vylučovány trusem a slouží k přenosu infekce na další vnímavé hostitele. Tenkostěnné oocysty znovu infikují téhož hostitele, sporozoiti se uvolňují z oocyst ještě v zaživacím traktu hostitele a pronikají do neinfikovaných mikrokřků. Tato schopnost produkce tenkostěnných oocyst se nazývá autoinfekce (Chroust et al., 1998; Thomson et al., 2017; Tandel et al., 2019).

2.4 Rozdělení kryptosporidií

Podle morfologie oocysty a lokalizace vývojového cyklu kryptosporidií se rozlišují žaludeční a střevní druhy kryptosporidií (Kváč a Květoňová, 2005; Thomson et al., 2017). Mezi střevní kryptosporidie patří například *C. parvum*, *C. suis* a *C. canis*. Střevní kryptosporidie mají většinou menší kulaté oocysty o rozměru 5,5×5,0 μm (Thomson et al., 2017) a vývojový cyklus probíhá ve střevě (Tandel et al., 2019). Žaludeční druhy kryptosporidií jsou například *C. muris*, *C. andersoni* a *C. galli*, které mají oocysty většinou oválné a větší o rozměru 7,0×6,5 μm) a vývojový cyklus probíhá v žaludku (Tandel et al., 2019). Jediným žaludečním druhem kryptosporidií parazitujícím u skotu je *C. andersoni* (Ryan et al., 2003; Kváč a Květoňová, 2005; Thomson et al., 2017).

2.5 Druhy kryptosporidií infikující skot

U skotu se běžně vyskytují čtyři druhy kryptosporidií: *C. parvum*, *C. bovis*, *C. ryanae* a *C. andersoni*, ale pouze *C. parvum* je spojeno s klinickým onemocněním

u novorozených telat (Thomson et al., 2017), a to jak u telat mléčných, tak masných plemen (Derbakova et al., 2020).

2.5.1 *Cryptosporidium andersoni*

Charakteristickým hostitelem *C. andersoni* je dospělý skot, u kterého se infekce vyskytuje pouze ve slezu (Thomson et al., 2017). Oocysty mají elipsovité tvar bez sporocyst, stěna je bezbarvá a postrádá mikropyle. Velikost je 7,4×5,6 μm (Lindsey et al., 2000; Kváč a Vítovec, 2003). Infekce probíhá subklinicky, často chronicky, způsobující snížené přírůstky a dojivost dospělých krav (Esteban a Anderson, 1995; Kváč a Vítovec, 2003; Thomson et al., 2017).

2.5.2 *Cryptosporidium parvum*

Cryptosporidium parvum je nejrozšířenější kryptosporidií. Spektrum jejich potencionálních hostitelů je nejširší ze všech kryptosporidií a zahrnuje přežvýkavce, lidi a mnoho dalších savců a řadí se mezi zoonózy (Fayer, 2004; Thomson et al., 2017; Derbakova et al., 2020). Nejčastěji se vyskytuje u telat do věku dvou měsíců (Fayer, 2004; Santín, 2004; Thomson et al., 2017), u kterých napadá tenké střevo a způsobuje zánět v *lamina propria* střevní sliznice a atrofii klků (Laurent a Lacroix-Lamandé, 2017), což vede k vodnatým průjmům obsahujícím velké množství oocyst (10^7 oocyst na 1 gram výkalů) (Thomson et al., 2017), dehydrataci a hubnutí, až k úhynu (Robertson et al., 2014; Derbakova et al., 2020). Průjem obvykle nastává za tři až čtyři dny po požití infekčních oocyst a trvá přibližně jeden až dva týdny. K vylučování infekčních oocyst dochází mezi 4 a 12 dnem (Castro-Hermida et al., 2002; Thomson et al., 2017).

2.5.3 *Cryptosporidium bovis*

Cryptosporidium bovis se nejčastěji vyskytuje v tenkém střevě u telat od 2 do 11 měsíců věku (Santín et al., 2008). Oocysty *C. bovis* jsou morfologicky shodné s oocystami *C. parvum* (Fayer et al., 2005). Velikost je 4,6–5,4 μm. Prepatentní doba bývá 10 dní, patentní doba 18 dní (Fayer et al., 2005). Infekce většinou probíhá bez klinických příznaků (de Graf et al., 1999; Fayer et al., 2005).

2.5.4 *Cryptosporidium ryanae*

Cryptosporidium ryanae patří mezi střevní druhy. Má nejmenší oocysty kryptosporidií infikující savce. Velikosti oocyst je 2,9–4,4 μm. Prepatentní doba je 11 dnů, patentní

doba 15–17 dní. *Cryptosporidium ryanae* se vyskytuje ve střevě svého hostitele (Fayer et al., 2008). *C. ryanae* lze detekovat u telat, mezi kterými jsou značné věkové rozdíly v rozmezí 3–5 dnů až 2–3 měsíce. *Cryptosporidium ryanae* se také prokázala u jalovic ve stáří dvou až tří let (Santín et al., 2008). Klinické příznaky se nevyskytují (de Graaf et al., 1999).

3 Materiál a metody

3.1 Charakteristika sledované skupiny zvířat

Posouzení vývoje hematologických parametrů bylo studováno na 18 jedincích (12 samic, 6 samců) plemene holštýn a český červenostrakatý skot. Studie probíhala v období od března 2019 do ledna 2020. Telata, jalovičky, býčci byli ustájeni ve skupinových kotcích, ve vzdušné stáji.

3.2 Odběr krve a analýza hematologický parametrů

Odběr vzorků krve probíhal z *vena jugularis* a to vždy mezi 9–10. h. Krev byla odebrána do odběrové zkumavky Vacuette K3 EDTA a nejpozději do tří hodin analyzovány hematologické parametry na automatickém analyzátoru ALVET 2000 (DIALAB spol. s.r.o.). Z hematologický parametrů byly stanoveny a hodnoceny koncentrace hemoglobinu (HGB), hodnoty hematokritu (HTK), počet erytrocytů (RBC), střední objem erytrocytů (MCV), celkového počtu leukocytů (WBC), diferenciální rozpočet leukocytů a množství trombocytů (PLT).

3.3 Odběr výkalů a detekce kryptosporidií

Odběr výkalů z rekta probíhal od každého jedince bezprostředně po odběru krve. Z výkalů byl v laboratoři vytvořen nátěr a izolována DNA. Po obarvení nátěru metodou Miláček a Vítovec byla zjištěna přítomnost oocyst kryptosporidií a intenzita infekce. Z vyizolované DNA byl pomocí metody polymerázové řetězové reakce (PCR) zjištěn druh anebo genotyp kryptosporidií. Veškeré uvedené analýzy probíhaly na pracovišti Laboratoře veterinární a medicínské protistologie Biologického centra akademie věd České republiky.

4 Výsledky a diskuze

Hematologické parametry představují nezastupitelnou roli v posouzení zdravotního stavu skotu. Změny hematologických parametrů neslouží pouze ke zjištění onemocnění hematologického systému, ale jsou také důležité při diagnostice orgánových anebo systémových onemocnění (Roland et al., 2014). Hodnoty hematologických parametrů se vždy uvádí v určitém fyziologickém rozmezí referenčních hodnot (Kraft a Dürr, 2005), avšak podobně jako u dalších druhů hospodářských zvířat je toto rozmezí značně variabilní. Tato variabilita je dle Wood a Quiroz-Rocha (2010) dána pohlavím, věkem, plemenem, stresem, dietou a dalšími faktory. V předložené bakalářské práci bylo cílem posoudit ontogenetické změny hematologických parametrů u vybrané skupiny telat, u kterých byla prokázána kryptosporidiová infekce. Na základě parazitologických vyšetření byla telata rozdělena do dvou skupin (Skupina 1 a Skupina 2). U skupiny 1 bylo pomocí PCR identifikováno *cryptosporidium parvum* a *cryptosporidium bovis* a to do 20. dne života. U skupiny 2 bylo identifikováno *cryptosporidium ryanae* avšak v období mezi 60–80. dnem.

Tabulka 4.2: Průměrný obsah hemoglobinu (g/l), počet erytrocytů (T/l), hematokritová hodnota (l/l) a střední objem erytrocytů (fl)

Věk (dny)	Parametr	1. skupina telat				2. skupina telat			
		X	SX	Max	Min	X	SX	Max	Min
≤20	HGB	105,25	12,52	123,50	88,00	/	/	/	/
	RBC	7,47	0,89	8,87	6,36	/	/	/	/
	HTK	0,26	0,03	0,31	0,21				
	MCV	35,57	1,44	38,43	33,52	/	/	/	/
60–80	HGB	120,63	8,97	137,00	109,00	119,56	8,00	130,00	111,00
	RBC	9,88	0,58	11,11	9,09	9,50	0,63	10,31	8,60
	HTK	0,30	0,02	0,33	0,27	0,30	0,02	0,33	0,28
	MCV	30,39	1,66	32,33	26,89	31,60	1,01	33,13	30,16
120–140	HGB	133,63	8,62	150,00	124,00	125,14	12,87	148,00	104,00
	RBC	10,35	0,80	11,49	9,34	9,85	0,77	11,32	8,56
	HTK	0,34	0,02	0,38	0,32	0,30	0,03	0,35	0,25
	MCV	33,25	1,04	34,98	31,16	30,55	0,98	32,16	29,21
160–180	HGB	124,75	9,88	140,00	113,00	112,22	11,30	122,00	87,00
	RBC	9,72	0,83	11,03	8,65	8,95	1,08	10,37	6,70
	HTK	0,31	0,02	0,34	0,28	0,28	0,03	0,31	0,23
	MCV	31,94	0,96	33,57	30,77	30,55	0,98	32,16	29,21
200–220	HGB	114,86	10,60	138,00	105,00	98,67	8,24	108,00	87,00
	RBC	8,95	0,78	10,62	8,07	7,72	0,90	8,60	6,11
	HTK	0,28	0,03	0,34	0,25	0,26	0,01	0,27	0,23
	MCV	31,60	0,65	32,37	30,44	31,66	1,79	34,33	29,23
240–260	HGB	110,88	13,57	134,00	82,00	99,38	10,06	112,00	88,00
	RBC	8,33	1,01	10,04	6,31	7,17	0,79	8,20	5,97
	HTK	0,28	0,04	0,34	0,20	0,25	0,02	0,28	0,22
	MCV	33,12	1,46	35,45	30,75	33,40	3,44	38,68	29,98
280–300	HGB	/	/	/	/	108,86	13,71	127,00	81,00
	RBC	/	/	/	/	7,45	1,06	8,70	5,20
	HTK					0,27	0,04	0,32	0,20
	MCV	/	/	/	/	34,24	1,35	36,85	32,93

HGB – koncentrace hemoglobinu; HTK – hematokritová hodnota; RBC – počet erytrocytů; MCV – střední objem erytrocytů; SX – směrodatná odchylka; X – průměr; Min – minimum; Max – maximum

Tabulka 4.3: Počty leukocytů a trombocytů (G/l)

Věk (dny)	Parametr	1. skupina telat				2. skupina telat			
		X	SX	Max	Min	X	SX	Max	Min
≤20	WBC	11,99	4,47	20,95	7,95	/	/	/	/
	PLT	838,77	124,19	1116,00	687,00	/	/	/	/
60–80	WBC	8,68	2,49	13,40	5,70	9,66	1,59	12,70	7,30
	PLT	672,88	236,45	937,00	161,00	590,78	129,52	874,00	444,00
120–140	WBC	11,73	2,50	16,60	7,50	9,83	3,22	14,50	5,40
	PLT	750,63	190,11	1116,00	539,00	519,14	166,92	709,00	176,00
160–180	WBC	12,96	5,58	25,00	7,80	9,62	0,61	10,70	8,60
	PLT	584,75	126,77	837,00	406,00	719,67	100,61	896,00	582,00
200–220	WBC	8,97	1,64	10,34	6,40	9,87	1,57	11,50	6,60
	PLT	573,57	193,62	947,00	296,00	525,50	143,44	664,00	248,00
240–260	WBC	9,91	2,41	14,80	6,50	9,69	1,38	12,50	8,00
	PLT	500,88	144,62	731,00	513,50	651,00	143,60	901,00	472,00
280–300	WBC	/	/	/	/	8,96	1,26	10,40	6,30
	PLT	/	/	/	/	593,57	158,40	968,00	476,00

WBC – leukocyty; PLT – trombocyty; SX – směrodatná odchylka; X – průměr; Min – minimum; Max – maximum

4.1 Počet erytrocytů

Průměrné počty erytrocytů (RBC) ve sledovaném období jsou zobrazeny v tabulce 4.4. U skupiny 1 se průměrný počet erytrocytů pohyboval v rozmezí 7,47–10,35 T/l a u skupiny 2 7,45–9,85 T/l. Při porovnání obou skupin je zřejmé, že u skupiny 2 byly naměřené hodnoty nižší a to o 3,85–13,93 %. Dynamika vývoje počtu erytrocytů byla u obou skupin podobná. Od začátku sledování až do 140. dne věku byl zaznamenán vzestup počtu erytrocytů (dosaženy maximální hodnoty (Tabulka 4.4)) po kterém následoval relativně pozvolný pokles hodnot. Počty erytrocytů do 80. dne byly velmi podobné jako ve studii Golbecka et al. (2019). Autoři uvádí hodnotu $7,2 \pm 1,1$ T/l ve věku do 20. dne a ve věku 60–80. dne hodnotu $9,3 \pm 1,0$ T/l. Průměrné hodnoty, které uvádí ve své studii Klinkon a Ježek (2012), odpovídaly našim výsledkům po celou dobu sledování.

Tabulka 4.4: Průměrné zastoupení erytrocytů (T/l)

Věk (dny)	1. skupina	2. skupina	1. a 2. skupina
≤20	7,47	/	7,47
60–80	9,88	9,5	9,69
120–140	10,35	9,85	10,10
160–180	9,72	8,95	9,34
200–220	8,95	7,72	8,34
240–260	8,33	7,17	7,75
280–300	/	7,45	7,45

4.2 Hematokritová hodnota

Hematokritová hodnota (HTK) byla u skupiny 1 do 20. dne věku telat $0,27 \pm 0,03$ l/l (Tabulka 4.5). Poté se HTK postupně zvyšovala, v 60–80. dni dosáhla úrovně $0,30 \pm 0,02$ l/l. Nejvyšší naměřená hodnota $0,34 \pm 0,02$ l/l byla zjištěna mezi 120–140. dnem. Od 200. dne až do konce sledování byla HTK $0,28$ l/l. U skupiny 2 byly analyzovány do 140. dne hodnoty $0,30$ l/l. Podobně jako v případě skupiny 1 následoval od 140. do 260. dne pokles HTK na $0,25$ l/l. V období mezi 280–300. dnem došlo opět k mírnému vzestupu na hodnotu $0,27 \pm 0,04$ l/l. Naše výsledky se do 80. dne věku shodují s daty publikovanými Knowles et al. (2000), kde autoři u jedné pozorované skupiny telat popisují pokles HTK, avšak hodnoty HTK uvádí o něco vyšší mezi $0,32$ – $0,37$ l/l. Vyšší hodnoty HTK ($0,33$ – $0,35$ l/l) u telat do 30. dne věku telat uvádí i Novo et al. (2015). Při porovnání referenčního rozmezí HTK ($0,28$ – $0,38$ l/l) pro dospělý skot, uváděným Kraft a Dürr (2005), byly zejména u skupiny 2 hodnoty od 200. dne nepatrně pod hraniční hodnotou uvedeného rozmezí. Podobně jako v případě průměrného počtu erytrocytů vykazovala skupina 2 oproti skupině 1 nižší průměrné, maximální a minimální hodnoty HTK (Tabulka 4.2).

Tabulka 4.5: Průměrná hematokritová hodnota (l/l)

Věk (dny)	1. skupina	2. skupina	1. a 2. skupina
≤20	0,27	/	0,27
60–80	0,30	0,30	0,30
120–140	0,34	0,30	0,32
160–180	0,31	0,28	0,30
200–220	0,28	0,26	0,27
240–260	0,28	0,25	0,27
280–300	/	0,27	0,27

4.3 Koncentrace hemoglobinu

Okabe et al. (1996) uvádí, že v průběhu šestého a sedmého měsíce života dochází k náhradě fetálního a embryonálního typu hemoglobinu za hemoglobin dospělého typu. Změnami koncentrací hemoglobinu u telat se zabývali Thomas et al. (1954), Mohri et al. (2006) a Novo et al. (2015). Autoři Mohri et al. (2006) pozorovali od narození do 28. dne života telat signifikantní pokles koncentrace hemoglobinu a od 28–84. dne naopak signifikantní vzestup. Pokles koncentrace hemoglobinu s následujícím vzestupem uvádí i Thomas et al. (1954) avšak v odlišném věku telat. Pokles koncentrace hemoglobinu uvedení autoři sledovali do věku 30–70. dní života telat. Novo et al. (2015) pozorovali pokles koncentrace hemoglobinu od narození do čtvrtého dne života a od 4. do 30. dne vzestup. V naší studii (Tabulka 4. 6.) jsme zaznamenali u obou skupin telat vzestup koncentrace hemoglobinu až do věku 140. dní a v období mezi 140–260. dnem života pokles.

Kraft a Dürr (2005) uvádí pro dospělé skot referenční rozmezí hodnot 90–140 G/l. Průměrné koncentrace hemoglobinu se u skupiny 1 pohybovaly v rozmezí 105,25–133,63 a u skupiny 2 98,68–125,14 G/l. Nejnižší minimální koncentrace hemoglobinu byla u skupiny 1 (82 G/l) v období mezi 240–260. dnem a u skupiny 2 (81 G/l) v období 280–300. den. Maximální hodnoty byly u skupiny 1 (150 G/l) i skupiny 2 (148 G/l) dosaženy mezi 120–140. dnem života. Z uvedeného je zřejmé, že se v souboru vyskytovaly jedinci, kteří měli koncentraci hemoglobinu pod respektive nad výše uvedené referenční rozmezí.

Porovnájí-li se dynamiky koncentrace hemoglobinu, počtu erytrocytů a HTK je možné u uvedených parametrů pozorovat shodný trend vzestupu a poklesu (Tabulka 4.2). Toto zjištění odpovídá Joerling a Doll (2019), kteří ve své studii na telatech zjistili pozitivní korelaci mezi počtem erytrocytů, množstvím hemoglobinu a HTK.

Tabulka 4.6: Průměrná koncentrace hemoglobinu (g/l)

Věk (dny)	1. skupina	2. skupina	1. a 2. skupina
≤20	105,25	/	105,25
60–80	120,63	119,56	120,10
120–140	133,63	125,14	129,39
160–180	124,75	112,22	118,49
200–220	114,86	98,67	106,77
240–260	110,88	99,38	105,13
280–300	/	106,86	106,86

4.4 Střední objem erytrocytů

Střední objem erytrocytů (MCV) vyjadřuje průměrnou velikost erytrocytů. MCV je dán jednak koncentrací hemoglobinu a také počtem erytrocytů (Reece, 1998; Doubek, 2003). MCV se v průběhu sledování u obou skupin pohyboval v rozmezí 30–36 fl. Kraft a Dürr (2005) uvádí referenční rozmezí hodnot MCV u dospělého skotu 46–65 fl a George et al. (2010) 38–50 fl. Podobně jako ve studii Knowles et al. (2000) a Mohri et al. (2006) i v naší studii průměrné hodnoty MCV nedosahovali spodní hranici referenčního rozmezí dospělého skotu. Knowles (2000), Mohri et al. (2006), Ježek et al. (2011), Novo et al. (2015) a Golbeck et al. (2014) dále uvádí, že v průběhu 30–56. dní života dochází k poklesu MCV. Pokles autoři vysvětlují změnou typu fetálního hemoglobinu za dospělý typ hemoglobinu. Tento pokles je možný pozorovat i u sledované skupiny 1 mezi 20–80. dnem (Tabulka 4.7). Postupný pokles MCV publikovali i Baccili et al. (2018) avšak až do 180. dne života telat. V našem sledování, jsme zaznamenali u skupiny 1 v období 20.–260. dnem života telat rovněž pokles hodnot MCV z $35,57 \pm 1,44$ fl na $33,12 \pm 1,46$ fl. Z tabulky je však zřejmé že od 80. dne, kdy hodnota MCV klesla na $30,39 \pm 1,66$ fl došlo k přechodnému vzestupu MCV

až do konce pozorování. Oproti skupině 1 u skupiny 2 byl zaznamenán (až na přechodný pokles v období od 120. do 160. dne) naopak vzestup hodnoty MCV (Tabulka 4.7). Při porovnání s hodnotami MCV uváděnými Baccili et al. (2018), námi naměřené hodnoty byly v celém průběhu pozorování na nižší úrovni. Například ve 180. dni života telat Bacilli et al. (2018) uvádí 33 fl, námi změřené hodnoty ve stejném dni byly u skupiny 1 pouze $31,94 \pm 0,96$ fl a u skupiny 2 $30,55 \pm 0,98$ fl.

Tabulka 4.7: Střední objem erytrocytu (fl)

Věk (dny)	1. skupina	2. skupina	1. a 2. skupina
≤20	35,57	/	35,57
60–80	30,39	31,60	31,00
120–140	33,25	30,55	31,90
160–180	31,94	30,55	31,25
200–220	31,60	31,66	31,63
240–260	33,12	33,40	33,26
280–300	/	34,24	34,24

4.5 Zastoupení leukocytů

Vývoj průměrného počtu leukocytů (WBC) je uvedena v tabulce 4.8. Brun-Hasen a Kampen (2006) uvádí, že v průběhu prvních šesti měsíců života se celkové množství leukocytů pohybuje v rozmezí referenčních hodnot pro dospělý skot (4,7–11,4 G/l). Ve studii uvedených autorů, se hodnoty WBC pohybovaly v rozmezí 9,4–12,0 G/l. V námi sledovaném souboru telat se v průběhu 260. respektive 300. dní pohybovaly počty WBC u skupiny 1 v rozmezí $8,68 \pm 2,49$ – $12,96 \pm 5,58$ G/l a u skupiny 2 $8,96 \pm 1,26$ – $9,87 \pm 1,57$ G/l. Naše výsledky nejsou v úplném souladu s autory Brun-Hasen a Kampen (2006). Pouze u skupiny 2 se počty WBC pohybovaly po celou dobu sledování v referenčním rozmezí hodnot pro dospělý skot. U skupiny 1 byly v období do 20. dne a v období od 120. do 140. dne počty WBC nad horní hranici tohoto rozmezí (Tabulka 4.8). Zastoupením WBC u telat se zabývali také Baccili et al. (2018), Ježek et al. (2011), Klinkon a Ježek (2012) a Strous et al. (2021). Ve studii Baccili et al. (2018) se u telat počty WBC pohybovaly v podobném rozmezí, jako uvádí

Brun – Hasen a Kampen (2006) 9,0–15,0 G/l. Naproti tomu Strous et al. (2021) a Ježek et al. (2011) zaznamenali v průběhu prvních 60. dní života výrazně širší rozmezí zastoupení počtů WBC (4,0–18,9 G/l; 4,91–14,6 G/l. Z tabulky 4.8 je zřejmé, že námi zjištěné počty WBC u obou skupin spadaly do uvedeného rozmezí. Oproti Strous et al. (2021) jsme v našem souboru telat nezjistili tak výrazné maximální (37,0 G/l) a minimální hodnoty (2,7 G/l) (Tabulka 4.2). Mezi skupinami byl v průběhu sledového období rozdíl v počtech WBC od 2,2 % do 34 %. Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán v období mezi 160.–180. dnem.

Dynamika počtu leukocytů v průběhu sledování je zobrazena v tabulce 4.8. Zanker et al. (2001) a Strous et al. (2021) pozorovali pokles počtu leukocytů v průběhu prvních 60. dní života, po kterém následoval mírný vzestup. Podobný trend zaznamenal Mohri et al. (2006) avšak s pokles počtu leukocytů do 42. dne. Brun-Hasen a Kampen (2006) sledovali oproti výše uvedeným autorům změny počtu WBC v průběhu 27.–29. týdnů. Ve sledovaném období popisují pokles počtu WBC (5. týden) po kterém následoval vzestup (do 14.–16.) a poté 19.–21. týden opět pokles. Podobnou dynamiku počtu WBC jsme zaznamenali u skupiny 1. U skupiny 2 byly hodnoty WBC vesměs v celém průběhu pozorování vyrovnané, respektive rozdíl nebyl větší nežli 10 %.

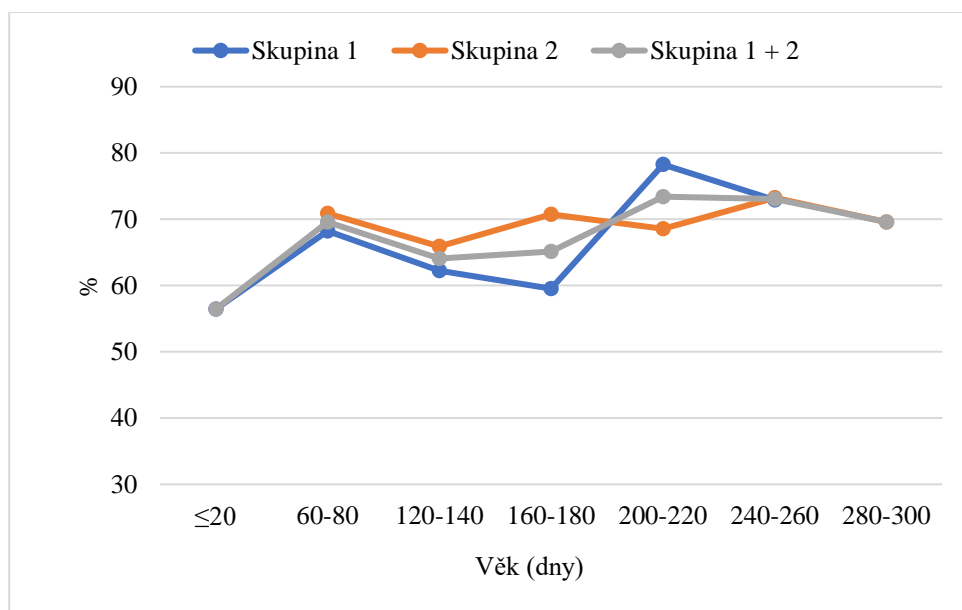
Tabulka 4.8: Průměrné zastoupení leukocytů

Věk (dny)	1. skupina	2. skupina	1. a 2. skupina
≤20	11,98	/	11,98
60–80	8,68	9,66	9,17
120–140	11,73	9,83	10,78
160–180	12,96	9,62	11,29
200–220	8,96	9,87	9,42
240–260	9,91	9,69	9,80
280–300	/	8,96	8,96

4.6 Postnatální vývoj lymfocytů a neutrofilních granulocytů

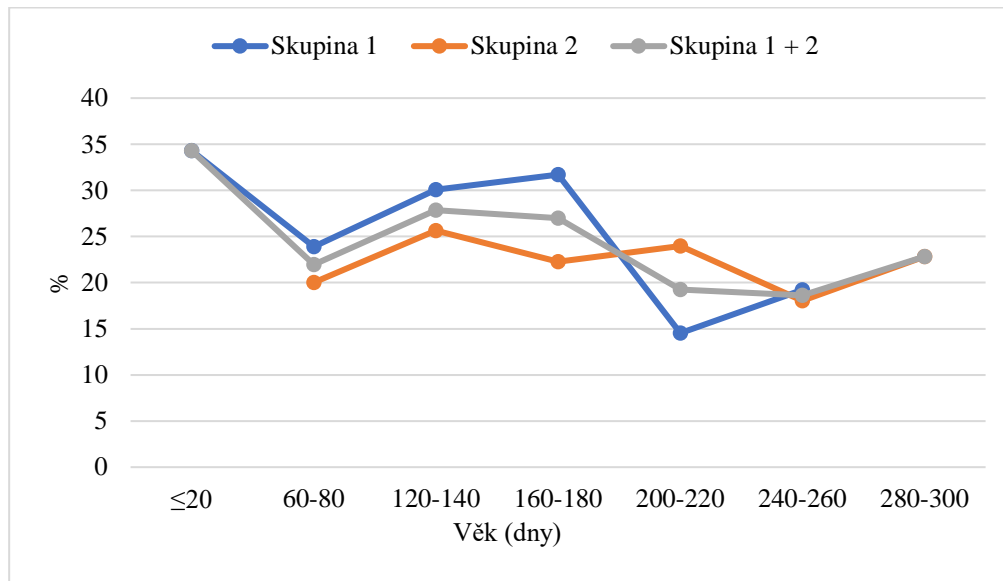
V grafech 4.1 a 4.2 je uvedeno procentuální zastoupení lymfocytů a neutrofilních granulocytů. Nejstabilnější procentuální zastoupení vykazovaly lymfocyty. Ty se na celkovém počtu WBC podílely z 56,46 až 78,26 % (skupina 1 $56,46 \pm 9,76 - 78,26 \pm 3,96$ %; skupina 2 $64,08 \pm 1,83 - 73,07 \pm 0,17$ %) Autoři Roland et al. (2014) uvádějí, že během prvního měsíce života telata vykazují pokles lymfocytů, následovaný poté nárůstem. Dále uvádějí, že během tří měsíců se procento lymfocytů zvýší až na 80 % celkové cirkulující populace WBC. Naše výsledky uvedeným zjištěním neodpovídají. Z grafu 4.1 je patrné, že u skupiny 1 došlo naopak do 80. dne života k vzestupu procentuálního zastoupení lymfocytů a to z $56,46 \pm 9,76$ % na $68,21 \pm 13,66$ %. U skupiny 2 jsme ve věku tří měsíců zaznamenali pouze $69,55 \pm 4,28$ % lymfocytů. Zastoupení lymfocytů u skupiny 2 nevykazovalo tak značné výkyvy hodnot, jako tomu bylo u skupiny 1.

Graf 4.1: Procentuální zastoupení lymfocytů



V procentuálním zastoupení neutrofilních granulocytů byla nejvýraznější tendence poklesu od 180. do 220. dne věku. Neutrofilní granulocyty poklesly z hodnoty $31,70 \pm 13,35$ % až na hodnotu $14,53 \pm 3,18$ %. Uvedené procentuální zastoupení neutrofilních granulocytů bylo podobné hodnotě 25 až 30 %, kterou uvádí autor Reece (1998).

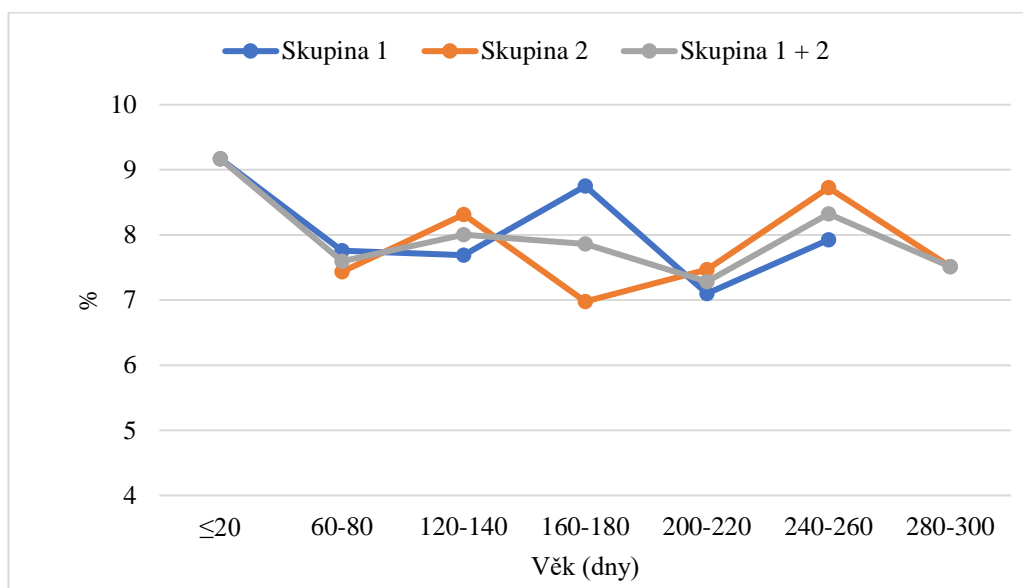
Graf 4.2: Procentuální zastoupení neutrofilních granulocytů



4.7 Zastoupení monocytů

Monocyty jsou největší leukocyty, ale jejich počet je u skotu proměnlivý a s postupujícím věkem klesá (Roland et al., 2014). V prvním odběru jsme zjistili $9,17 \pm 0,63\%$ monocytů a v posledním odběru, ve věku telat 280–300 dní, zastoupení monocytů $7,51 \pm 0,94\%$. Uvedená dynamika by odpovídala literárním údajům, ale mezi prvním a posledním odběrem bylo výrazné kolísání (Graf 4.3). Průměrné procentuální zastoupení monocytů kromě období do 20. dní věku odpovídalo (nebo výrazně nevybočovalo) referenční hodnotě 7,0–8,0 %, které udává Wood a Quiroz-Rocha (2010).

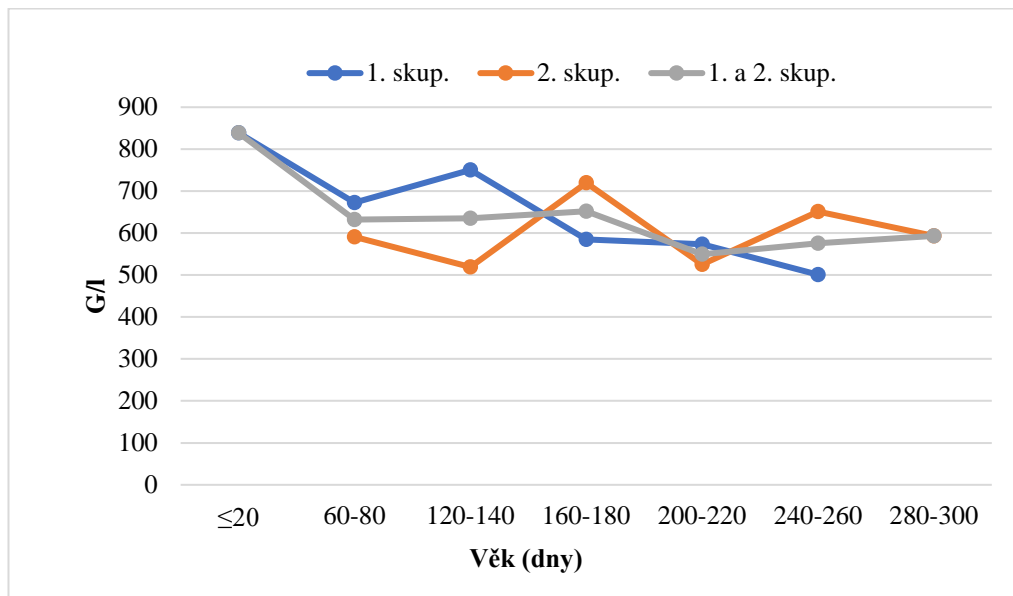
Graf 4.3: Procentuální zastoupení monocyty



4.8 Zastoupení trombocytů

Roland et al. (2014) a Knowles (2000) popisují výrazný vzestup trombocytů v průběhu prvních týdnů života. Naše výsledky nejsou zcela v souladu s těmito autory. U skupiny 1 jsme zaznamenali do 80. dne věku pokles počtu trombocytů, po kterém následoval přechodný vzestup mezi 120.–140. dnem života. U této skupiny byly zaznamenány z celého souboru telat jak nejvyšší ($838,77 \pm 124,19$ G/l) tak nejnižší ($500,88 \pm 144,62$ G/l) počty trombocytů (Graf 4.4). U skupiny 2 byly počty trombocytů na začátku a na konci sledování téměř shodné $590,78 \pm 129,52$ G/l respektive $593,57 \pm 158,40$ G/l. Podobně jako u skupiny 1 byl pozorován i u této skupiny přechodný pokles a vzestup počtu trombocytů (Graf 4.4). Knowles (2000) pozoroval u telat od 10. až 80. dne života přesahující počet trombocytů referenční rozmezí hodnot pro dospělý skot (100–800 G/l). Jak je z tabulky a grafu 4.4 zřejmé v našem souboru telat byla překročena hraniční hodnota referenčního rozmezí pouze v období do 20. dne věku, a to pouze u skupiny 1.

Graf 4.4: Zastoupení trombocytů



Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnocení krevních parametrů v průběhu postnatálního vývoje telat, u kterých byla pomocí PCR prokázána kryptosporidiová infekce. Studie proběhla v období od března 2019 do ledna 2020 na 18 jedincích (12 samic, 6 samců) plemene holštýn a český červenostrakatý skot. Telata byla rozdělena do dvou skupin. Do skupiny 1 byla zařazena telata, u kterých bylo do 20. dne identifikováno *cryptosporidium parvum* a *cryptosporidium bovis*. U skupiny 2 bylo detekováno *cryptosporidium ryanae* avšak v období mezi 60.–80. dnem. Ze získaných výsledků vyplývá:

- Průměrný počet erytrocytů se u skupiny 1 pohyboval v rozmezí 7,47–10,35 T/l a u skupiny 2 7,45–9,85 T/l. Dynamika vývoje počtu erytrocytů byla u obou skupin podobná. Počty erytrocytů odpovídaly literárním údajům.
- Hematokritová hodnota se v průběhu sledování pohybovala u skupiny 1 v rozmezí 0,27–0,34 a u skupiny 2 0,25–0,30, u skupiny 1 odpovídala referenčnímu rozmezí pro dospělé skot (0,28–0,33), u skupiny 2 byly zjištěny individuálně nižší hodnoty.
- Průměrné koncentrace hemoglobinu se u obou skupin pohybovaly v referenčním rozmezí pro dospělé skot (90–140 G/l). Koncentrace hemoglobinu u obou skupin telat vykazovala oproti literárním údajům opačný trend. Do 140. dne života vzestup, po kterém následoval pozvolný pokles hodnot.
- Střední objem erytrocytů (MCV) se u obou skupin pohyboval v rozmezí 30–36 fl, tedy pod spodní hranicí pro dospělé skot (38–50 fl).
- Dynamika koncentrace hemoglobinu, počtu erytrocytů, hematokritu a středního objemu erytrocytů vykazovala u obou skupin podobný trend vzestupu a poklesu, nebyla ovlivněna probíhající infekcí.
- Počty leukocytů se u skupiny 1 pohybovaly v rozmezí $8,68 \pm 2,49$ – $12,96 \pm 5,58$ G/l a u skupiny 2 $8,96 \pm 1,26$ – $9,87 \pm 1,57$ G/l. U skupiny 2 byly počty leukocytů v průběhu celého sledování v rozsahu referenčního rozmezí pro dospělé skot (4,7–11,4 G/l). U skupiny 1 (*c. parvum*, *c. bovis*) přesahovaly

uvedené referenční rozmezí hodnot, a to zejména v období mezi 160.–180. dnem (12,96 G/l).

- Zastoupení lymfocytů a neutrofilních granulocytů v průběhu sledování vykazovalo opačný trend, přičemž u skupiny 2 byly hodnoty více stabilní. Procentuální zastoupení lymfocytů se u skupiny 2 pohybovalo v rozmezí $64,08 \pm 1,83$ – $73,07 \pm 0,17$ % a u skupiny 1 $56,46 \pm 9,76$ – $78,26 \pm 3,96$. U skupiny 1 bylo v období mezi 160.–180. dnem zaznamenáno nejnižší zastoupení lymfocytů a naopak nejvyšší neutrofilních granulocytů.
- Zastoupení monocytů vykazovalo u obou skupin kolísavou tendenci. U skupiny 1 byl zaznamenán na konci pozorování pokles počtu monocytů (z $9,17 \pm 0,63\%$ na $7,93 \pm 1,49$ %). U skupiny 2 byly hodnoty na začátku a konci pozorování téměř shodné ($7,43 \pm 1,80$ – $7,51 \pm 0,94\%$).
- Počet trombocytů podobně jako počty monocytů u skupiny 2 byly na začátku a konci sledování téměř shodné. Naproti tomu u skupiny 1 byl zaznamenán pokles. Počty trombocytů se pohybovaly u obou skupin v referenčním rozmezí hodnot života přesahující počet trombocytů referenční rozmezí hodnot pro dospělý skot 100–800 G/l.

Získané výsledky potvrzují, že v průběhu postnatálního vývoje telat dochází ke změnám v dynamice jednotlivých hematologických parametrů. Oproti skupině pozitivních telat na *C. ryanae* (Skupina 2) byl zjištěn u skupiny telat pozitivních na *C. parvum* a *C. bovis* (Skupina 1) vyšší individuální počtech leukocytů a odlišné zastoupení jednotlivých typů leukocytů. Ostatní sledované hematologické parametry nebyly zásadně rozdílné.

Seznam použité literatury

- Akers, R. M. a Denbow, D. M. (2013). *Anatomy and Physiology of Domestic Animals (Second Edition)*, Druhé vydání, Wiley-Blackwell. ISBN 781118356388.
- Baccili, C. C. et al. (2018). Hematological and immunological development from birth to six months of age in Holstein calves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(6):1823–1832.
- Balko, J. et al. (2017). Krev a krvetvorba. In: Balko, J., Tonar, Z. a Varga, I. (Eds.) *Memorix histologie*. Triton, Praha, pp. 177–201. ISBN 9788075532497.
- Barakat, A. I. (2001). A Model for Shear Stress-induced Deformation of a Flow Sensor on the Surface of Vascular Endothelial Cells. *Journal of Theoretical Biology*, 210(2): 221–236.
- Bassel, L. L. a Caswell, J. L. (2018). Bovine neutrophils in health and disease. *Cell Tissue Research*, 371:617–637.
- Boudreaux, M. K. a Ebbe, S. (1998). Comparison of platelet number, mean platelet volume and platelet mass in five mammalian species. *Comparative Haematology International*, 8:16–20.
- Brockus, C. W. et al. (2011). Erythrocytes. In: Latimer, K. S., Duncan, J. R. (Eds.) *Duncan and Prasse's veterinary laboratory medicine: clinical pathology (Fifth Edition)*, Páté vydání, Wiley-Blackwell, Chichester, United States, pp. 3–44. ISBN: 978-0-813-82014-9.
- Brun-Hansen H. C. et al. (2006). Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Veterinary Clinical Pathology*, 35(2):182–187.
- Castro-Hermida, J. A. et al. (2002). A study of cryptosporidiosis in a cohort of neonatal calves. *Veterinary Parasitology* 106(1):7–11.
- de Graaf, D. C. et al. (1999). Review of the importance of cryptosporidiosis in farm animals. *International Journal Parasitology*, 29(8):1269–1287.
- Derbakova, A. et al. (2020). Effect of immunoglobulin G concentration in dairy cow colostrum and calf blood serum on *Cryptosporidium* spp. invasion in calves. *Veterinary World*, 13(1):165–169.
- Doubek, J. (2003). *Veterinárni hematologie*. Noviko, Brno, pp. 27, 33–48, 72–73, 89. ISBN 80-865-4202-5.
-

-
- Esteban, E. a Anderson, B. C. (1995). *Cryptosporidium muris*: prevalence, persistency, and detrimental effect on milk production in a drylot dairy. *Journal of Dairy Science*, 78(5):1068–72.
- Eurell, J. A. a Frappier, B. L. (2006). *Dellmann's Textbook of Veterinary Histology (Sixth Edition)*, Šesté vydání, Blackwell Publishing, United States, ISBN 978-1-118-68582-2.
- Fails, A. D. a Magge, CH. (2018). *Anatomy and Physiology of Farm Animals (Eighth edition)*, Osmé vydání, Wiley-Blackwell, United States, ISBN 9781119239710.
- Fayer, R. (2004). *Cryptosporidium*: a water-borne zoonotic parasite. *Veterinary Parasitology*, 126(1–2):37–56.
- Fayer, R. et al. (2005). *Cryptosporidium bovis* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos taurus*). *Journal of Parasitology*, 91(3):624–629.
- Fayer, R. et al. (2008). *Cryptosporidium ryanae* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos taurus*). *Veterinary Parasitology*, 156(3–4):191–198.
- Golbeck, L. et al. (2019). Changes of the erythrocyte phenotype and blood biochemistry in dairy calves during the first ten weeks of age. *PeerJ*, 7:e7248.
- Hussen, J. a Schuberth, H. J. (2017). Heterogeneity of Bovine Peripheral Blood Monocytes, *Frontiers in Immunology* 8:1875.
- Chroust, K. et al. (1998). *Veterinární protozoologie*, První vydání, Ediční středisko VFU Brno, Brno, pp. 84–87, ISBN 80-85114-27-5.
- Jelínek, P. et al. (2003). *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, pp. 40–51. ISBN 80-715-7644-1.
- Ježek, J. et al (2011). Age related changes and reference intervals of haematological variables in dairy calves. *Bulletin of The Veterinary Institute in Pulawy*, 55(3):471–478.
- Joerling, J. a Doll, K. (2019). Monitoring of iron deficiency in calves by determination of serum ferritin in comparison with serum iron: A preliminary study, *Open Veterinary Journal*, 9(2):177–184.
- Klinkon, M. a Ježek, J. (2012). Values of blood variables in calves. In: Dr. Carlos C. Perez-Marin (Eds.) *A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine*. IntechOpen, Slovenia. ISBN: 978-953-51-0031-7.
- Knowles, T. G. et al. (2000). Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Veterinary record*, 141(21):593–598.
-

-
- Kraft, W. Dürr, U. M. (2005). Clinical laboratory diagnostics in veterinary medicine. *Schattauer*, Stuttgart, Germany, 6.
- Kváč, M. a Květoňová, D. (2005). Druhy a genotypy kryptosporidií parazitující u skotu. *Veterinářství*, 55:356–358.
- Kváč, M. a Vítovec, J. (2003). Prevalence and pathogenicity of *Cryptosporidium andersoni* in one herd of beef cattle. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 50(9):451–457.
- Laurent, F. a Lacroix-Lamandé, S. (2017). Innate immune responses play a key role in controlling infection of the intestinal epithelium by *Cryptosporidium*. *International Journal for Parasitology*, 47(12):711–721.
- Lauvau, G. et al. (2014). Inflammatory Monocyte Effector Mechanisms. *Cell immunol*, 291:32–40.
- Lindsey, D. S. et al. (2000). *Cryptosporidium andersoni* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporiidae) from cattle, *Bos taurus*. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 47(1):91–95.
- Mohri, M. et al. (2007). Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults, *Research in Veterinary Science*, 83(1):30–39.
- Okabe, J. et al. (1996). Hemoglobin Types, Erythrocyte Membrane Skeleton and Plasma Iron Concentration in Calves with Poikilocytosis. *Journal of Veterinary Medical Science*, 58(7):629–634.
- Panousis, N. et al. (2018). Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Research in Veterinary Science*, 118:1–10.
- Reece, W. O. (1998). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada, Praha, pp. 51–76, ISBN 978-80-247-3282-4.
- Robertson, L. J. et al. (2014). Cryptosporidiosis in Farmed Animals. In: Cacciò, S., Widmer, G. (Eds.) *Cryptosporidium: parasite and disease*. Springer, Vienna, pp. 149–235. ISBN 978-3-7091-1562-6.
- Roland, L. et al. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of veterinary diagnostic investigation*, 26(5):592–598.
- Ryan, U. et al. (2016). *Cryptosporidium* in humans and animals—a one health approach to prophylaxis. *Parasite Immunology*, 38(9): 535–547.
- Santín, M. et al. (2004). Prevalence and age-related variation of *Cryptosporidium* species and genotypes in dairy calves. *Veterinary Parasitology*, 122(2):103–117.
-

-
- Santín, M. et al. (2008). A longitudinal study of cryptosporidiosis in dairy cattle from birth to 2 years of age. *Veterinary Parasitology*, 155(1–2):15–23.
- Sova, Z. (1990). *Fyziologie hospodářských zvířat*, Druhé vydání přepracované, SZN, Živočišná výroba, Praha, pp. 25. ISBN 80-209-0092-6.
- Strous E. et al. (2021). Observational Study on Variation of Longitudinal Platelet Counts in Calves over the First 14 Days of Life and Reference Intervals from Cross-Sectional Platelet and Leukocyte Counts in Dairy Calves up to Two Months of Age. *Animals*, 11(2):347.
- Tandel, J. et al. (2019). Life cycle progression and sexual development of the apicomplexan parasite *Cryptosporidium parvum*. *Nature Microbiology*, 4:2226–2236.
- Thomas, J. W. et al. (1954). A Study of Hemoglobin Levels in the Blood of Young Dairy Calves and the Alleviation of Anemia by Iron. *Journal of Dairy Science*, 37(7): 805–812.
- Thomson, S. et al. (2017). Bovine cryptosporidiosis: impact, host-parasite interaction and control strategies. *Veterinary Research*, 48(1):42.
- Toman, M. et al. (2000). *Veterinární imunologie*, Druhé doplněné a aktualizované vydání, Grada, Havlíčkův brod, pp. 17–30. ISBN 8071697273.
- Windberger, U. et al. (2003). Whole Blood Viscosity, Plasma Viscosity and Erythrocyte Aggregation in Nine Mammalian Species: Reference Values and Comparison of Data. *Experimental Physiology*, 88(3):431–440.
- Wood, D. a Quiroz-Rocha G. F. (2010). Normal hematology of cattle. In: Weiss D. J., Wardrop K. J. (Eds.) *Schalm's veterinary hematology* (sixth edition), Šesté vydání, Wiley-Blackwell, United States, pp. 829–835. ISBN 978-0813817989.
- Yasuda, M. et al. (2006). The sheep and cattle Peyer's patch as a site of B-cell development. *Veterinary Research*, 37(3):401–415.
- Zanker, I. et al. (2001). Delayed feeding of first colostrum: are there prolonged effects on haematological, metabolic and endocrine parameters and on growth performance in calves? *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 85(3–4):53–66.
-

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Hemogram u skotu (Doubek, 2003)	10
Obrázek 1.2: Fáze vývoje červené krvinky (Bain et al., 2010).....	12
Obrázek 1.3: Leukocyty (Doubek, 2003).....	13
Obrázek 1.4: Odlišnosti bovinních neutrofilních granulocytů od dalších druhů zvířat (Bassel a Caswell, 2018)	15
Obrázek 1.5: Granulocyty skotu (Wood a Quiroz-Rocha, 2010).....	15
Obrázek 1.6: Agranulocyty skotu (Wood a Quiroz-Rocha, 2010).....	17
Obrázek 1.7: Schématické zobrazení hematokritu (Reece, 1998)	20
Obrázek 1.8: Schématické znázornění životního cyklu kryptosporidií (Thomson et al., 2017).....	23

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Obsah látek v jednotlivých typech granulí (Bassel a Caswell, 2018)...	14
Tabulka 4.2: Průměrný obsah hemoglobinu (g/l), počet erytrocytů (T/l), hematokritová hodnota (l/l) a střední objem erytrocytů (fl).....	29
Tabulka 4.3: Počty leukocytů a trombocytů (G/l).....	30
Tabulka 4.4: Průměrné zastoupení erytrocytů (T/l)	31
Tabulka 4.5: Průměrná hematokritová hodnota (l/l)	32
Tabulka 4.6: Průměrná koncentrace hemoglobinu (g/l).....	33
Tabulka 4.7: Střední objem erytrocytu (fl)	34
Tabulka 4.8: Průměrné zastoupení leukocytů	35

Seznam grafů

Graf 4.1: Procentuální zastoupení lymfocytů.....	36
Graf 4.2: Procentuální zastoupení neutrofilních granulocytů	37
Graf 4.3: Procentuální zastoupení monocytů	38
Graf 4.4: Zastoupení trombocytů	39

Seznam použitých zkratek

C.	kryptosporidie
fl	femtolitr
HGB	hemoglobin
HTK	hematokrit
WBC	leukocyty
Max.	maximum
MCV	střední objem erytrocytu
MCH	hemoglobin erytrocytu
MCHC	střední koncentrace hemoglobinu
Min.	minimum
pg	pikogram
RBC	erytrocyty
SX	směrodatná odchylka
Tc	cytotoxické lymfocyty
Th	pomocné lymfocyty
PLT	trombocyty
Ts	supresorové lymfocyty
WBC	leukocyty
X	průměr
ž. hm.	živá hmotnost
