

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bílkoviny krevní plazmy ovcí

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Martina Staňková

Autor: Ing. Blanka Dřízhalová

České Budějovice, 2016

Poděkování

Mé poděkování patří školiteli prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc za odborné vedení a Ing. Haně Dušové, Ph.D. za cenné rady při zpracování diplomové práce.

Poděkování patří také paní Ing. M. Staňkové a J. Richterové za technickou pomoc a spolupráci.

Rodina a přátelé si zaslouží veliké poděkování za důvěru a trpělivost při mém studiu.

Výsledky k diplomové práci byly získány za finanční podpory grantu GAJU 094/2016/Z.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2016

Blanka Dřízhalová

Seznam zkratek

CB.....	celková bílkovina
CNS	centrální nervová soustava
DIT	dijódtyrozin
ELFO.....	elektroforéza
ELISA.....	Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (imunoenzymatická metoda)
FT3.....	volný trijódtyronin
FT4.....	volný tyroxin (volný tetrajódtyronin)
Hg.....	hemoglobin
Ig.....	imunoglobulin
IgA.....	imunoglobulin A
IgD.....	imunoglobulin D
IgE.....	imunoglobulin E
IgG.....	imunoglobulin G
IgM.....	imunoglobulin M
KD.....	krmná dávka
MIT.....	monojódtyrozin
n.....	počet sledovaných zvířat
RIA.....	Radioimmunoassay (radioimunoanalýza)
rT3.....	reverzní trijódtyronin
T3	trijódtyronin
T4	tyroxin (tetrajódtyronin)
TBA.....	Thyroxine-Binding Albumin (tyroxin-vázající albumin)
TBG.....	Thyroxine-Binding Globulin (tyroxin-vázající globulin)
TSH	tyreostimulující hormon (tyreotropin)
TT3.....	celkový trijódtyronin
TT4.....	celkový tyroxin (celkový tetrajódtyronin)
Sx.....	směrodatná odchylka

Abstrakt

Plazmatické bílkoviny mají v organismu mnoho důležitých funkcí. Gama globuliny jsou nositeli imunoglobulinů, které hrají významnou roli při imunitní reakci. Jejich obsah je dán především zdravotním zatížením organismu.

Cílem práce bylo stanovení jednotlivých bílkovinných frakcí v krevní plazmě bahnic a jehňat. Porovnat vzájemné vztahy mezi celkovým obsahem plazmatických bílkovin a jejich jednotlivých frakcí. Posoudit koncentrace jednotlivých plazmatických bílkovin, především γ – globulinu v souvislosti s aktivitou štítné žlázy, fyziologickým stavem a přírůstkem. Odebírání vzorků probíhalo na jaře 25.3. a na podzim 14.10. v roce 2013. Jednotlivé frakce bílkovin byly stanoveny z krevního séra elektroforeticky.

Z výsledků vyplývá, že koncentrace bílkovin v krevní plazmě bahnic, jehniček i beránek byla vysoká v důsledku hemokoncentrace, tepelného stresu při odebírání vzorků, spásání mladé zelené píče, obsahující velké množství bílkovinných látek a stoupajícími nároky na energii pro tvorbu mléka, zejména v začátcích laktace. U jehňat byla výrazem produkčního růstu.

Byla zjištěna závislost mezi koncentrací plazmatických bílkovin a aktivitou štítné žlázy. Zároveň byla potvrzena vyšší koncentrace plazmatických bílkovin jehňat v závislosti s vyšším denním přírůstkem.

Vzhledem k vysoké koncentraci celkových bílkovin v krevní plazmě byly vysoké i její frakce. Po přepočtu na procentuální zastoupení byla hladina γ - globulinů v krevní plazmě u všech kategorií v normálních limitech v rozmezí 14 - 27 %. Koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě se zvyšovala v souvislosti s parazitologickým nálezem kokcií z rodu *Eimerie* a gastrointestinálních nematod.

Vzájemné vztahy mezi obsahem plazmatických bílkovin v krvi sledovaných jehňat i bahnic byly ve většině případů pozitivní. Projevila se velká závislost mezi celkovými bílkovinami a γ - globuliny. I mezi ostatními frakcemi plazmatických bílkovin a γ - globuliny byl korelační koeficient téměř vždy pozitivní.

Klíčová slova: krevní plazma, celkové bílkoviny, albumin, γ - globulin, štítná žláza

Abstract

Plasma proteins have many important functions in the organism. Gamma globulins are carriers of immunoglobulins which play an important role in the immune response. Their contents are primarily given by the health burden of the organism.

The aim of the study was to determine the individual protein fractions in the blood plasma of ewes and lambs, compare mutual relations between total plasma proteins and their various fractions and assess the concentrations of individual plasma proteins, mainly γ - globulin, in connection with the activity of the thyroid gland, physiological state, and increments. The sampling was carried out in the spring (25.3.) and the autumn (14.10) 2013. The individual protein fractions were determined from the serum by the means of electrophoresis.

The results show that the concentration of proteins in the blood plasma of both ewes and ewe lambs and ram lambs was high due to haemoconcentration, heat stress during sampling, grazing young green forage, comprising a large number of proteinaceous substances, and increasing demands on energy for milk production, especially in the early stages of lactation. The concentration of proteins in the blood plasma of lambs pertains to the growth production.

It establishes a correlation between the concentration of plasma proteins and the activity of the thyroid gland. It also confirms higher concentrations of plasma proteins of lambs correlating to their higher daily gain.

Due to the high concentration of total protein in the plasma, the level of its fractions was high as well. After the conversion to a percentage, the level of γ - globulins in blood plasma in all categories was within normal limits in the range of 14-27%. The concentration of γ - globulins in blood plasma increased in relation to the parasitological findings of coccidia of the genus *Eimeria* and gastrointestinal nematodes.

Relations between the content of plasma proteins in the blood of the lambs and ewes observed were in most cases positive. There was a strong dependence between the total protein and γ globulins. Even among other fractions of plasma proteins and γ globulins correlation coefficient was almost always positive.

Keywords: blood plasma, total protein, albumin, γ - globulin, thyroid.

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární přehled.....	11
2.1 Krevní plazma	11
2.2 Plazmatické bílkoviny	11
2.2.3 Funkce plazmatických bílkovin	13
2.2.4 Tvorba a regulace plazmatických bílkovin	15
2.2.5 Albuminy	16
2.2.6 Alfa a beta globuliny	17
2.2.7 Gama globulin.....	19
2.3 Faktory ovlivňující plazmatické bílkoviny	24
2.3.1 Věk	24
2.3.2 Březost	25
2.3.3 Obahnění	25
2.3.4 Onemocnění	26
2.3.5 Teplota.....	27
2.3.6 Výživa	27
2.4 Štítná žláza	28
2.4.1 Význam štítné žlázy	28
2.4.2 Tvorba a přeměny hormonů štítné žlázy	30
2.4.3 Přenos hormonů štítné žlázy v krevní plazmě.....	32
2.4.4 Poruchy aktivity štítné žlázy	34
3. Cíl práce	36
4. Materiál a metodika.....	37
5. Výsledky a diskuze	40
5.1 Vzájemné vztahy mezi obsahem plazmatických bílkovin	40
5.1.1 Korelace mezi obsahem plazmatických bílkovin v krvi jehňat	40
5.1.2 Korelace mezi obsahem plazmatických bílkovin v krvi bahnic.....	43
5.2 Přehled koncentrací plazmatických bílkovin	44
5.2.1 Přehled plazmatických bílkovin jehňat	44
5.2.2 Přehled plazmatických bílkovin bahnic	46

5.3 Hladiny jednotlivých plazmatických bílkovin	48
5.3.1 Koncentrace celkové bílkoviny v krevní plazmě	48
5.3.2 Koncentrace albuminu v krevní plazmě	50
5.3.3 Koncentrace γ - globulinu v krevní plazmě	52
5.4 Hodnocení aktivity štítné žlázy	54
5.5 Živá hmotnost a přírůstky v průběhu pokusu	57
6. Závěr	58
7. Seznam bibliografických citací	60
8. Seznam tabulek	69
9. Seznam grafů	70
10. Seznam obrázků	70

1. Úvod

Bílkoviny jsou v krevní plazmě nejvíce zastoupenými komponenty. Mezi základní frakce po elektroforéze plazmatických bílkovin patří albumin, α 1 - globulin, α 2 - globulin, β - globulin a γ - globulin. Díky rychlému rozvoji technologie je možné tyto základní frakce rozdělit ještě na více než 100 jednotlivých bílkovin (Trojan et al., 2006).

Funkcí plazmatických bílkovin je opravdu mnoho. Součástí frakce γ - globulinů jsou protilátky nazývané imunoglobuliny, které jsou nositeli protilátkové aktivity. Imunoglobuliny (Ig) jsou protilátky bílkovinné povahy, které jsou součástí imunitní ochrany organismu, chrání proti některým druhům infekce, kdy dokážou zneškodňovat některé toxiny a viry. Tvorba protilátek byla původně považována za jedinou funkci imunitního systému, nyní jich je objeveno více, ale tvorba protilátek je stále považována za jednu z jejích nejdůležitějších funkcí.

Funkce plazmatických bílkovin nespočívá pouze v imunitní ochraně organismu, ale mají i mnoho dalších velice důležitých funkcí. Podílejí se na udržení koloidně - osmotického tlaku krevní plazmy a udržení tekutin krevním řečiště. Některé frakce plazmatických bílkovin mají antioxidační a pufrální schopnosti. Albumin transportuje navázané volné mastné kyseliny, hormony, vitaminy, minerální látky, barviva, toxiny a léky. Je jedním z faktorů účinnosti farmakologické léčby (Adámek et al., 2008). Při nedostatečné výživě bílkoviny se zvyšuje syntéza albuminu, který tak slouží jako zásoba aminokyselin. Fibrinogen je nezbytný při procesu zástavy krvácení a zacelení rány.

Koncentrace plazmatických bílkovin je ovlivněna především zdravotním stavem zvířete a výživou. Případné onemocnění jater, kde se tyto bílkoviny tvoří nebo nedostatek bílkovin ve výživě způsobuje velmi vážné zdravotní komplikace (Reece et al., 2011).

Mnoho vědeckých pokusů a literatury je zaměřeno na sledování hladin plazmatických bílkovin ovcí před porodem a těsně po něm, málokdo se však zabývá o hladiny plazmatických bílkovin v průběhu roku, v březosti nebo v souvislosti s environmentálními podmínkami apod. Také u jehňat jsou nejvíce probádané změny hladin cca druhého měsíce po narození. Změny z dlouhodobého hlediska, během růstu však příliš známy nejsou.

Stanovení bílkovin krevního séra může být využíváno v diagnostice, hodnocení průběhu a prognózy různých onemocnění, ale také může být užitečným při monitoringu, kontrole pooperačních stavů, sledování efektu mikrobiální léčby a při provádění preventivních zdravotních opatření.

Změny hladin krevních parametrů je mimo poruchy látkového metabolismu ovlivňováno výživou, fyzickou zátěží, pohlavím, plemenem, věkem a jinými sezónními vlivy.

2. Literární přehled

2.1 Krevní plazma

Krevní plazma (*plasma sanguinis*) je tekutou složkou krve a představuje z fyziologického hlediska nejpodstatnější část vnitřního prostředí organismu (Rokyta et al., 2000). Má významnou funkci pro výměnu látek mezi buňkami tělních tkání a krví (Reece, 2011). I přes neustálou výměnu látek si zachovává za fyziologických podmínek relativně stejné složení (Trojan et al., 1994; Rokyta et al., 2000). Jedná se o průhlednou, žlutavou, mírně zásaditou intravaskulární kapalinu (Doubek et al., 2003).

Krevní plazma je tvořena z 90% vodou, zbylých 10% tvoří anorganické a organické látky zastoupené roztokem bílkovin, elektrolytů a malých organických molekul (Rokyta et al., 2000). Dle Reece et al. (2011) obsahuje krevní plazma 92 – 94% vody, přičemž bílkoviny jsou v ní nejvíce zastoupenými rozptýlenými nebo rozpuštěnými komponenty (Reece et al., 2011).

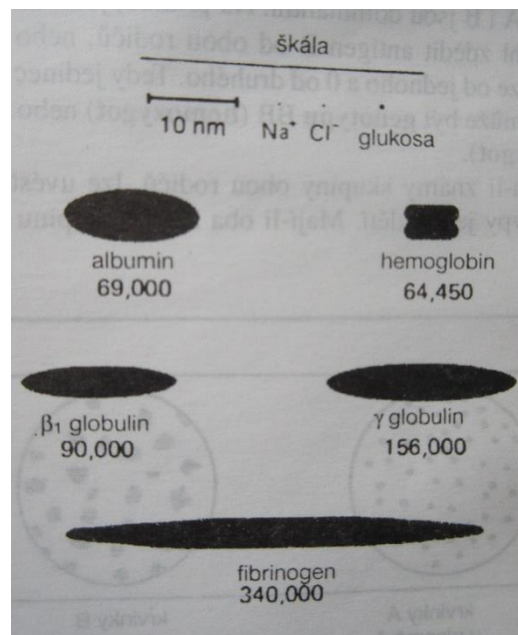
Bílkoviny a elektrolyty určují nejdůležitější funkční vlastnosti krevní plazmy. Ostatní látky zastoupené malými organickými molekulami mají na fyzikálně chemické vlastnosti jen nepatrný vliv (Trojan et al., 1994).

2.2 Plazmatické bílkoviny

Největší množství pevných látek v krevní plazmě připadá na bílkoviny, kterých je u lidí 60 – 80 g/l (Adámek et al., 2008). U skotu a koní je koncentrace bílkovin v krevní plazmě 75 g/l, prasete 68 g/l, kura 55 g/l, kočky 70 g/l a psa 62 g/l. Tradičně se bílkoviny krevní plazmy dělí na albuminy, globuliny a fibrinogen (Trojan et al., 1994). Globuliny se pak na základě elektroforetické pohyblivosti rozlišují na α 1 - globulin, α 2 - globulin, β 1 - globulin, β 2 - globulin a γ - globuliny (Trojan et al., 1994; Adámek et al., 2008).

Díky novým metodám byly plazmatické bílkoviny bohatě diferencovány, jednotlivé frakce mohly být separovány a charakterizovány podle relativní rychlosti pohybu v elektrickém poli (elektroforéze) nebo vyšetření v ultracentrifúze (Ganong, 1995). Molekulové váhy a konfigurace některých plazmatických bílkovin jsou vidět na obrázku č. 1. V současnosti je určeno více než 100 plazmatických bílkovin, lišících se strukturou a funkcí (Trojan et al., 1994).

Obrázek č. 1 Relativní rozměry a molekulové váhy některých krevních bílkovin (Murray et al., 2013).



Vzájemný poměr mezi albuminy a globuliny (albumino-globulinový kvocient) se u lidí pohybuje mezi 1,5 – 2,0 (Trojan et al., 1994). U lidí, ovcí, koz a psů převládá albumin nad globulinem. U koní, prasat, skotu a koček je hladina albuminu a globulinu rovnovážná (Reece et al., 2011).

2.2.3 Funkce plazmatických bílkovin

Funkce plazmatických bílkovin jsou poměrně rozsáhlé, nejznámější jsou jako protilátky a srážlivé faktory, mají však mnoho dalších specifických funkcí:

- 1. Udržování objemu plazmy.** Koncentrace nízko molekulárních rozpuštěných látek v krevní plazmě i mezitkáňové tekutině je téměř stejná. Osmotický tlak obou tekutin je také stejný. Díky tomu se dostanou k většině systémových kapilár. V krevní plazmě je však o dost více bílkovin a jejich molekuly se do buněčné membrány dostávají pomocí osmotického neboli onkotického tlaku 3,3 – 4,0 kPa (25 – 30 Torr). Vzhledem k nízké molární koncentraci plazmatických bílkovin je tento tlak velmi malý, ale jeho biologický význam je značný, neboť nasává vodu z řídkého pojiva tkání a orgánů, skrz které probíhají cévy a nervy do kapilár. Naproti tomu působí hydrostatický tlak v cévách. Zásluhou těchto sil je udržován stálý objem plazmy uvnitř cév (Trojan et al., 1994). Na této funkci se podílí hlavně albumin (Adámek et al., 2008).
- 2. Transportní funkce.** Díky velkému povrchu váží plazmatické bílkoviny mnoho významných látek. Jedná se o relativně malé molekuly minerálů, hormonů, vitamínů, barviv, léků apod. Dokážou transportovat i látky nerozpustné ve vodě (např. tuky). Vazba látek je reverzibilní. Pomocí plazmatických bílkovin jsou látky přenášeny z místa resorbce, produkce nebo zásoby do cílových tkání a orgánů (Trojan et al., 1994).
- 3. Udržování stálého pH krve.** Většina bílkovin se při normálním pH chová jako slabé kyseliny, kdy váží vodíkový iont. Tento iont však mohou uvolnit a stát se proteinátovými anionty. Pokud klesne pH, sloučí se tyto anioty s vodíkovými ionty. Bílkoviny krevní plazmy tak plní funkci významného nárazníkového systému (Trojan et al., 1994). Ganong et al., (1995) uvádí, že bílkoviny krevní plazmy odpovídají za 15% nárazníkové kapacity krve.
- 4. Nutriční význam.** Při hladovění nebo obdobných situacích nedostatku bílkovin mohou být některé tělesné bílkoviny mobilizovány, jde především o bílkoviny krevní plazmy. Na základě jejich odbourávání jsou získány aminokyseliny pro tvorbu nezbytně nutných proteinů (Trojan et al., 1994).

5. **Stabilita krevní suspenze.** Pro zachování stability krevní suspenze je důležitým faktorem normální hladina a složení plazmatických bílkovin (Trojan et al., 1994).
6. **Tvoří proteolitické systémy.** Proteolitické systémy krevní plazmy jsou čtyři: koagulační, kiniový, fibrinolytický a komplement. Za určitých podmínek se aktivují a spouští kaskádovou reakci dalších složek, vedoucí k vytvoření látek se specifickým účinkem např. srážení krve vytvořením trombinu nebo lýzu bakterií vlivem komplementu atd. (Trojan et al., 1994).
7. **Inhibice proteolytických proteáz.** Plazmatické bílkoviny zpomalují proteolytické enzymy uvolňované např. ze stimulovaných leukocytů, některé koagulační a fibrinolytické enzymy aj. (Trojan et al., 1994).
8. **Imunitní ochrana.** Imunoglobuliny patřící mezi γ - globuliny jsou cirkulující protilátky, působící proti různým antigenům (Trojan et al., 1994).

Tabulka č. 1 Přehled vlastností a funkcí některých bílkovin (Trojan et al., 1994).

Bílkovina	Prům. konc. (g/l)	Molek. hmotnost	Funkce
prealbumin	0,3	61000	Transport tyroxinu, trijódtyroninu, vitamínu A
albumin	42,0	69000	Onkotický tlak. Transport mastných kyselin, bilirubinu, léků. Sekundární nosič pro hem, tyroxin, kortizol. „Rezervní“ bílkovina
Apolipoproteiny (globuliny)	4 - 9	200000 – 3x 10 ⁶	Transport triacylglycerolů, fosfolipidů, cholesterolu
Haptoglobin (α 1 - globulin)	1,0	85000	Váže hemoglobin uvolněný při intravaskulárním rozpadu erytrocytů
Hemopexin (β 1 - globulin)	0,7	57000	Váže hem (z hemoglobinu)
Transferin (β 1 - globulin)	2,9	77000	Transport železa

Ceruloplazmin (α_2 - globulin)	0,35	160000	Transport mědi; enzymferrofidáza
Transkortin (α_1 - globulin)	0,04	49500	Transport kortizolu
Bílkovina	Prům. konc. (g/l)	Molek. hmotnost	Funkce
Transkobalamin	94×10^{-8}	60000	Transport vitamínu B2
α_1 - makroglobulin	2,5	820000	Inhibice plazminu a proteináz, nosič některých cytokinů a hormonů
α_1 - antitrypsin	2,5	50000	Inhibice proteáz (trypsinu, chymotriopsinu)
Protein vážící kovy (α_1 - globulin)	0,055	308000	Transport barya, stroncia niklu
Antitrombin III (α_2 - globulin)	0,2	65000	Inhibice trombinu
Fibrinogen	4,0	340000	Srážení krve
Imunoglobuliny (γ - globulin)	15 - 16	150000 - 960000	protilátky

2.2.4 Tvorba a regulace plazmatických bílkovin

Plazmatický albumin, část globulinů a fibrinogen se tvoří v játrech. Imunoglobuliny vznikají v B – lymfocytech (paměťové a plazmatické buňky) a připojené na γ – globulin cirkulují v krvi (Trojan et al., 1994; Reece et al., 2011). Mezi jaterními, plazmatickými a tkáňovými bílkovinami existuje stálá výměna. Jedná se o cyklus neustálého odbourávání a tvorby plazmatických bílkovin (Trojan et al., 1994).

Udržování vyváženého poměru koncentrace plazmatických bílkovin, aminokyselin a tkáňových bílkovin je řízeno několika mechanismy. Při poklesu hladiny aminokyselin v tkáňových buňkách pod jejich hladinu v plazmě, začnou aminokyseliny vstupovat do buněk, kde jsou součástí syntézy esenciálních plazmatických a tkáňových bílkovin. Pokud je příjem aminokyselin potravou malý, nastává rozklad plazmatických bílkovin „rozkladnými“ buňkami MPS a stanou se tak dostupnými pro buněčnou syntézu proteinů (Reece et al., 2011).

2.2.5 Albuminy

Albumin je hlavní plazmatická bílkovina, tvořící cca 60% hmotnosti plazmatických proteinů. Jeho molekulová hmotnost je 69 000 Da, hladina v plazmě se pohybuje u lidí okolo 35 – 50 g/l. Tvořen je polypeptidovým řetězcem o 585 aminokyselinách, 17 S-S vazbách, má elipsoidní tvar (Adámek et al., 2008). Díky vysoké koncentraci v plazmě a relativně malé molekulové hmotnosti se podílí z více než 75% na onkotickém tlaku plazmy (Racek et al., 2006). Pokud je snížena koncentrace albuminu dochází ke vzniku otoků a šoku (Vokurka et al., 2006). Albumin a α_1 - kyselý glykoprotein se řadí mezi tzv. transportní bílkoviny, vážící ligandy (volné mastné kyseliny, kalcium, bilirubin, některé hormony, transportuje vitaminy, toxiny a léky (Adámek et al., 2008). Racek et al., (2006) přidává minerální látky jako vápník, hořčík nebo zinek. Množství transportních bílkovin je důležitým farmakokinetickým parametrem pro účinnost farmakologické léčby, jelikož se k nim váže penicilin, digoxin a salicíáty (Adámek et al., 2008).

Pro udržení acidobazické rovnováhy je albumin velice důležitý, rovněž je součástí antioxidantního systému proti volným radikálům (Racek et al., 2006).

Albumin má význam také jako zásobárna aminokyselin pro syntézu bílkovin při jejich nedostatečném přísunu potravou. Při hladovění, nekróze a ostatních situacích, kdy dochází k velkým ztrátám se syntéza albuminu zvyšuje (Ganong et al., 1995). Koncentrace albuminu je závislá od věku, výživy, ovlivňují ji chronická onemocnění, zejména záněty, infekce a nádory (Or, Fidanci, 2009).

Albumin vzniká v játrech, je poměrně snadno filtrován molekulární membránou ledvin a prochází do primární moče. Poločas rozpadu jsou 3 týdny (Vokurka et al., 2006). Ganong (2005) udává poločas rozpadu albuminu 13 dní.

Prealbumin (transhertin)

Prealbumin je bílkovina o molekulové hmotnosti 55 000 Da, vzniká v játrech. Má význam transportního proteinu pro hormony štítné žlázy, především T4 (tyroxinu). Společně s bílkovinou transportující vitamin A tvoří komplex RBP (retinol – binding protein) a zabraňuje tak ztrátě vitaminu A močí. Po odevzdání vitaminu A příhodné buňce se tento komplex prealbuminu a RBP rozpadne. Patologicky snížená koncentrace prealbuminu je způsobena poruchou proteosyntézy v játrech (Racek et al., 2006).

2.2.6 Alfa a beta globuliny

Alfa (α) globuliny jsou sérové proteiny, které mají nejrychlejší přechod během elektroforézy. Tato frakce plazmatických bílkovin je dále rozdělena na rychlejší (α_1) a pomalejší (α_2). Beta (β) globuliny jsou druhou frakcí po rozdělení elektroforézou (Vokurka et al., 2006).

α - globuliny a β - globuliny jsou nezbytné pro transport tuků, které přenášejí lipoprotein. Dále transportují mnoho důležitých látek např. α_1 - globulin (transkortin) přenášejí kortisol, α_2 - haptoglobin váže hemoglobin, β_1 - globuliny (transferiny) přenášejí železo, ceruloplazmin měď, transkobalamin kobalamin (Silbernagl, Despopoulus, 1993). Reece (2008) doplňuje, že α - globuliny a β - globuliny složí jako substrát pro nové látky. Přehled plazmatických bílkovin α - globulinů a β - globulinů se nachází v tabulce č. 1. Přehled vlastností a funkcí některých bílkovin, v kapitole 2.2.3 Funkce plazmatických bílkovin. V tabulce je popsána funkce α - globulinů a β - globulinů, průměrná koncentrace a molekulární hmotnost.

Alfa globulin navíc obsahuje srážecí faktory protrombin a plazminogen, α_2 - globulin je inhibítozem proteáz. Nízká koncentrace α - globulinů je způsobena poruchou jater a zvyšuje se při akutním zánětu v organismu (Silbernagl, Despopoulus, 1993).

β - globulin je součástí komplementu, aktivuje komplement, transportuje a vychytává železo. Jeho hladina se zvyšuje s nadbytkem železa, naopak při nedostatku železa koncentrace β - globulinu v krvi klesá. Ve frakci β - globulinu se nachází fibrinogen (Silbernagl, Despopoulus, 1993).

Fibrinogen

Fibrinogen má v organismu mnoho důležitých funkcí, které jsou nezbytné pro přežití. Je nezbytnou složkou koagulační kaskády při procesu zástavy krvácení. Zástava krvácení a zacelení rány je hlavním ochranným mechanismem organismu. Kromě zacelení rány fibrinolýza zajišťuje degradaci fibrinové sítě a další dosud neodhalená tajemství (Kotlín a Dyr, 2008). Fibrinogen má ze všech plazmatických bílkovin největší molekulu (Rokyta et al., 2000).

Přeměna fibrinogenu na fibrin je složitý, vysoce regulovaný chemický děj, který se účastní procesu homeostázy. Přeměna fibrinogenu na fibrinovou síť je katalizována trombinem. Zjednodušeně lze proces přeměny fibrinogenu na fibrin rozdělit do několika fází: aktivace trombinu, odštěpení fibrinopeptidů katalyzované trombinem, polymerace fibrinových monomerů, laterální asociace protofibril a kovalentní stabilizace fibrinového klotu. V případě poruchy se jedná o životu ohrožující stav (Kotlín a Dyr, 2008).

Při odběrech krve k dalšímu zpracování je její srážení nežádoucí, proto je v technologickém postupu zařazena chemická stabilizace krve. Chemická stabilizace krve je zajištěna defibrinací nebo stabilizací. Defibrinací jsou fibrin a zbytky sražené krve, který se vyloučí jako vločky nebo nitky na míchadle mechanicky filtrací přes síto odstraněny. Tím se zabrání vytvoření fibrinové sítě, ze které by vznikl krevní koláč. Defibrinaci je možné provádět ručně nebo mechanicky v různých typech defibrinátorů. Druhou metodou zabránění srážení krve je chemická stabilizace krve, kdy se zabrání srážení krve pomocí vhodných chemikálií (antikoagulační substance). Tato metoda využívají stabilizační roztoky citranu sodného, chloridu sodného, fosforečnanů nebo jejich kombinaci (Pipek, 2015).

2.2.7 Gama globulin

Gama (γ) globuliny obsahují protilátky označované jako imunoglobuliny (Vokurka et al., 2006). Imunoglobuliny jsou nejvíce zastoupeny ve frakci γ - globulinů, zasahují však i do frakce α 2- globulinů a β - globulinů (Racek et al., 2006).

Imunoglobuliny

Imunoglobuliny (Ig) jsou protilátky bílkovinné povahy. Imunoglobuliny jsou součástí imunitní ochrany organismu, chrání proti některým druhům infekce, kdy dokážou zneškodňovat některé toxiny a viry (Vokurka et al., 2006).

Imunoglobuliny vznikají v plazmatických buňkách tvořených z B - lymfocytů (Vokurka et al., 2006). B - lymfocyty se vytváří v kostní dřeni a předpokládá se, že dozrávají v lymfatických tkáních stěn střev (v Peyerových placích nebo v apendixu). Po aktivaci antigenem se B - lymfocyt přeměňuje na plazmatickou buňku neboli plazmocyt. Plazmocyt je imunokompletní buňkou vytvářející protilátky. Jedna plazmatická buňka tvoří jeden druh protilátek. IgM a IgG se však mohou tvořit jednou buňkou (Rokyta et al., 2000).

Imunoglobuliny se nachází ve dvou základních formách: membránová a sekreční. Membránová forma imunoglobulinu slouží v buňce jako specifický receptor rozpoznávající antigen a zahajující aktivaci buňky (např. proliferaci, přeskupování vazebného místa pro antigen nebo další diferenciaci). Sekretovaná forma je produkována efektorovými a plazmatickými buňkami (Hořejší a Bartůňková, 2009).

Imunoglobuliny mají dvě základní funkce:

- Rozpoznávací, kdy dojde prostřednictvím vazebného místa k vazbě s cizorodým antigenem.
- Efektorovou, spočívající v jeho odstranění z organismu. Efektorová funkce spočívá ve vazbě imunoglobulinů na povrchu buněk imunitního systému a zrychlení fagocytózy. Protilátky tak označují cílové buňky v cytotoxických reakcích (protilátkami zprostředkovaná cytotoxicita).

Imunoglobulin fixovaný v buněčné membráně (IgM a IgD) je součástí specifického receptoru pro antigen B – lymfocytů. Všechny molekuly membránových imunoglobulinů mají stejné vazebné místo (Toman et al., 2000).

Imunoglobuliny mají významnou funkci v řadě obranných pochodů, kdy blokují kritické antigenní epitopy a neutralizují tak toxiny. Dále brání proti virům pomocí adsorpce na buněčné povrchy a znemožňují bakteriím k nim přilnout, shlukují korpuskulární antigeny a usnadňují jejich vylučování. Sekreční protilátky působí na sliznici proti infekci a znemožňují tak cizorodým antigenům pronikat dál do organismu (Toman et al., 2000).

Protilátky rozpoznávají antigen v jeho nativní (přirozené, neupravené) formě. Jejich vazba neutralizuje toxiny, znemožňuje vazbu patogenů na buňku a jejich průnik dovnitř buňky, usnadňuje destrukci patogenů nebo aktivuje komplement. Protilátky vylučované B - lymfocyty se také podílí na ochraně sliznic a na obraně proti mnohobuněčným parazitům. Nedostatek B - lymfocytů se projevuje především zvýšeným počtem infekcí vyvolanými opouzdřenými mikroby (Hořejší a Bartůňková, 2009).

Gama globulin je možné používat injekčně k posílení imunity (Vokurka et al., 2006).

Po setkání s antigenem si organismus vytváří paměťové buňky proti danému antigenu (imunizace). Díky tomu se organismus při opětovném setkání s tímto antigenem dokáže velice rychle a účinně bránit. Předpokladem této vlastnosti je konkrétně rozeznávat antigeny (Rokyta et al., 2000). Na základě těchto poznatků je možné sérologickým vyšetřením přítomných imunoglobulinů prokázat předchozí setkání s antigenem (průkaz infekce) (Vokurka et al., 2006).

Struktura imunoglobulinů

Základní struktura imunoglobulinu se skládá ze dvou těžkých (H) a dvou lehkých (L) řetězců, které jsou spojeny disulfidovými můstky. Na imunoglobulinovém řetězci jsou vazebná místa pro antigen (Pavlatá, 2009).

Rozdělení imunoglobulinů

Imunoglobuliny se podle izotopů řadí do tříd, každý izotop má svou strukturu a funkci (Vokurka et al., 2006). Do pěti hlavních izotopů imunoglobulinu patří IgG, IgE, IgA, IgM a IgD.

U primátů a hlodavců prostupuje IgG placentární bariéru matky, takže mládě získává imunitní ochranu již před narozením, zatímco u ostatních mláďat je nutný včasný příjem mleziva. IgE, IgA, IgM a IgD se uplatňují při alergických reakcích, parazitální invazi, obranyschopnosti v ústní dutině, na sliznici a zažívacím traktu (při příjmu mleziva) (Reece, 2011). U hospodářských zvířat je nejvíce zastoupen IgG (Reece, 2011).

IgG

Imunoglobulin G je ve frakci γ - globulinů nejvíce zastoupen (Murray et al., 2013; Trojan et al., 2003; Toman et al., 2009). Podle Vokurky et al. (2006) tvoří cca 75% v krevním séru, podle Tomana et al., (2000) je to až 80%. Z pokusu Dušové (2014) vyplývá, že mezi γ - globuliny a imunoglobulinem G je střední pozitivní korelační závislost (0,65).

Imunoglobulin G je rozložen rovnoměrně v cévách a mimo cévy (Toman et al. 2000). Poločas rozpadu v krevní plazmě souvisí s jeho obsahem v krevní plazmě a rychlostí syntézy. Jelínek et al., (2003) popisuje u mláďat rozpad IgG za 9 – 10 dní. Imunoglobulin G dokáže jako jediný z imunoglobulinů projít placentou, nachází se v krvi novorozenců a podílí se na jeho imunitě (Vokurka et al., 2006). Má neutralizační účinky, působí proti virům, urychluje fagocytózu cizorodé částice (Vokurka et al., 2006). Více o příjmu IgG před narozením a časně po narození mláďat u různých druhů zvířat je popsáno v kapitole 2.3.1 Věk.

Jeho koncentrace je přísně regulována. Tvoří se hlavně po opakované imunizaci. Je to významný opsonin (dokáže urychlovat fagocytózu cizorodých částic). Váže se na leukocytární receptory a podílí se vychytávání imunokomplexů (Toman et al., 2000).

Koncentraci IgG v krevním séru dospělých ovcí uvádí Bárta (1993) v rozmezí 20,95-30,52 mg/ml a Alpha Diagnostic Intl., (2013) 7,6- 40,0 mg/ml.

Dle Tomana et al., (2009) by telata starší tří měsíců měla mít koncentraci IgG v krevním séru nad 4 mg/ml.

Existují čtyři podtřídy (IgG1 – IgG4) s odlišným účinkem (Vokurka et al., 2006). Struktura a funkce IgG je však u některých druhů zvířat odlišná, proto dostávají i jiné označení např. IgY u kura nebo IgT u koně (Toman et al., 2000).

Vyšší hodnoty IgG jsou obvyklé u jedinců, kteří trpí chronickými záněty. Na základě dynamiky koncentrace IgG lze odvodit průběh choroby (Vokurka et al., 2006).

IgM

Imunoglobulin M vzniká při primární imunitní reakci (Rokyta et al., 2000; Toman et al., 2009). To znamená, že se vytváří hlavně po prvním kontaktu s antigenem a po imunizaci korpuskulárním antigenem. Díky tomu se uplatňují v aglutinačních reakcích. IgM dokáže aktivovat komplement snadněji než IgG (Toman et al., 2000). U mláďat jsou to první vlastní protilátky (Rokyta et al., 2000). Syntéza IgM je v pozdějších fázích infekce vystřídána syntézou IgG (Toman et al., 2000).

Sérový IgM tvoří asi 10% imunoglobulinů v séru, tvořen je pěti molekulami (pentamer) (Toman et al., 2000; Vokurka et al., 2006). Má výrazné schopnost shlukovat se, silně aktivuje komplement a tvoří receptor na membránách B-lymfocytů. IgM se nachází i v sekreční formě (Vokurka et al., 2006). Hodnoty IgM stoupají u primární biliární cirhózy, Sjogrenova syndromu u některých zánětů a infekcí (Vokurka et al., 2006).

IgA

IgA je také nazýván sekreční protilátkou. Je důležitý při ochraně sliznic, najdeme ho ve slinách, slzách a hlenu (Rokyta et al., 2000; Vokurka et al., 2006). Váže mikroorganismy, zabraňuje jejich adhezi a usnadňuje jejich eliminaci. Slabě opsonizuje a v komplexu může aktivovat alternativní dráhu komplementu. Dále je obsažen v mateřském mléce (Vokurka et al., 2006). IgA membránou placenty neprojdou, ale je přítomen v mateřské krvi (Toman et al., 2000, Racek et al., 2006; Vokurka et al., 2006).

Zvýšené hodnoty jsou znakem některých chronických zánětů, především slizničního charakteru, jaterních chorob, alkoholismu, užívání hormonálních kontraceptiv. Naopak nízké hodnoty bývají u častějších alergií, autoimunitních procesů nebo zhoubných nádorových onemocnění (Vokurka et al., 2006).

Imunoglobulin A tvoří necelou pětinu imunoglobulinů v krvi (Vokurka et al., 2006). Existují dvě podtřídy (IgA1 a IgA2) (Vokurka et al., 2006). V krevním séru je IgA v monomerní formě, zato v sekretech je často navázaný jako polymer na sekreční komplementu, kde je z části odolný proti pyrolýze (Toman et al., 2000).

IgD

Tento imunoglobulin najdeme na membránách B - lymfocytů, v krevním séru je v nepatrném množství (jen 1% celkových imunoglobulinů). IgD má regulační funkci při dělení lymfocytů podmíněné antigenem (Vokurka et al., 2006). O významu IgD se však ještě mnoho neví (Racek et al., 2006; Rokyta et al., 2000). Jeho hladina se zvyšuje u lepry (Rokyta et al., 2000). U skotu dosud IgD nebyl identifikován (Toman et al., 2009).

IgE

IgE se nachází v krvi v malých koncentracích, většinou je vázán na žírné buňky (buňky účastníci se zánětlivé nebo alergické reakce, nachází se v pojivové a krvetvorné tkáni). IgE se uplatňuje a jeho hladina stoupá zejména při parazitálním napadení (Vokurka et al., 2006). IgE aktivují žírné buňky a bazofily, čímž pomáhají v boji s parazity (Toman et al., 2000).

Dalším případem zvýšení hladiny IgE jsou reakce přecitlivělosti (alergické reakce) (Rokyta et al., 2000). K těmto alergickým reakcím velmi přispívá dědičná predispozice (atopie). Alergická reakce k cizorodému materiálu vede k patologickému zvýšení tvorby IgE s vyplavením dalších látek způsobujících zvýšenou propustnost cév, zúžení průdušek a otok. Projevuje se atopickým ekzémem, který je častý v dětství a bývá spojen s astmatickými problémy. Dále alergickou rýmou, průduškovým astmatem, kopřivkou nebo alergií na potraviny. Alergen, látku vyvolávající alergii, je možné specializovanými kožními a inhalačními testy odhalit a postupnou léčbou odstranit. Vysoká koncentrace IgE

spolu s dalšími imunoglobuliny je známa u Wiskottova - Aldrichova syndromu a hyper IgE syndromu (Vokurka et al., 2006).

Patologie

Hypoglobunémie je snížená hladina globulinů. V krvi novorozenců je nízká hladina globulinů v krvi fyziologická. Patologická je však u dědičných poruch syntézy, která může zasáhnout všechny třídy imunoglobulinů, kdy jsou výsledkem opakované těžké bakteriální infekce nebo se týká jen určité třídy imunoglobulinů. Poruchy syntézy imunoglobulinů mohou být způsobeny také nádory lymfatické tkáně apod. Kromě poruch syntézy může docházet ke ztrátám imunoglobulinů v důsledku nefrotického syndromu (Racek et al., 2006)

Hyperimmunoglobunémie neboli zvýšená hladina globulinů je způsobena buď polyklonálně, kdy u chronických zánětů, chronické hepatopie nebo autoimunitních chorob vzniká mnoho typů imunoglobulinů, nebo monoklonální, kdy se tvoří jen jedna třída imunoglobulinů (Racek et al., 2006).

2.3 Faktory ovlivňující plazmatické bílkoviny

2.3.1 Věk

Obsah γ - globulinu se po narození díky příjmu mleziva zvyšuje (Jelínek et al., 2003). Hlavní imunoglobulin kolostra je IgG. U primátů, hlodavců a šelem IgG dokáže prostoupit placentou a zajišťovat imunitu plodu, zatímco u prasat nebo přežvýkavců toto není možné a tak je pro ně příjem kolostra z hlediska imunity rozhodující (Toman et al., 2000). Racek et al., (2006) uvádí, že tvorba vlastních IgG začíná již před narozením. Novorozenci mají díky dotování IgG před narozením, případně příjmem kolostra vysokou koncentraci tohoto imunoglobulinu, ta postupně klesá (Racek et al., 2006). Období, kdy jehňata přechází z pasivní imunity na vlastní aktivní imunitu je mezi 3. - 8. týdnem věku jehňat. Toto přechodné období je spojeno se ztrátou kondice a případným nadýmáním (Anonym, 2016).

Také Cibrej et al. (2007) zaznamenali vyšší hladiny celkových bílkovin v souvislosti se stoupajícím věkem. Dále popisují, že u starých jedinců hladina celkových bílkovin opět klesá.

Dušová (2014) zjistila u dvou měsíčních jehňat vyšší korelační závislost mezi γ - globuliny a imunoglobulinem G (0,65) než u bahnic dva měsíce po porodu (0,41).

Z pokusu Alberghina et al., (2011), kdy byly měřeny hodnoty celkové bílkoviny, albuminu, α_1 - globulinu, α_2 - globulinu, β - globulinu a γ - globulinu u 111 klinicky zdravých krav ve věku dvou, tří, čtyř, pěti a šesti let vyplývá, že statisticky významné rozdíly vykazovaly pouze α_1 - globulin, α_2 - globulin a β - globulin (Alberghina et al., 2011).

2.3.2 Březost

Zředěním krve na základě zadržetí většího množství vody v těle (hemodilucí) (Vokurka et al., 2006) je způsobena nižší koncentrace albuminu v krevní plazmě. Naopak koncentrace frakcí α_1 , α_2 a β_1 v krevní plazmě stoupají v důsledku vyšší koncentrace α_1 -trypsinu, ceruloplazminu a transferinu (Racek et al., 2006).

2.3.3 Obahnění

Kolostrum obsahuje všechny důležité bílkoviny, které mají jiné korelační koeficienty než „zralé mléko“. Před otelením tvoří více než polovinu mléčných bílkovin imunoglobuliny, albuminy a kasein (Jelínek et al., 2003).

Složení kolostra se postupem doby od porodu významně mění. První kolostrum obsahuje vysokou koncentraci bílkovin, především imunoglobulinu G, dále má vysoký podíl tuku, minerálních látek a vitamínů. Díky tomu je nejhodnotnější a novorozenému teletí poskytuje ochranné látky, živiny i další biologicky aktivní látky. Illek et al. (2015) z pokusu zjistili, že koncentrace celkových bílkovin, imunoglobulinů, tuku a vitamínů v krvi dojnic jsou nejvyšší 1 – 2 hodiny po porodu, poté se tyto parametry klesají, přičemž nejvyšší pokles byl zaznamenán právě u imunoglobulinů. První vydojení obsahuje dokonce 70% imunoglobulinů, zejména IgG1. Po týdenní laktaci obsahuje mléko už jen 19,5% imunoglobulinů a ostatní bílkovinné frakce se zvyšují (Silbernagl

a Despopoulos, 1993). Dle Jelínka et al., (2003) obsahuje mlezivo z celkového složení 11% imunoglobulinů, zatímco „zralé mléko jen 0,1% imunoglobulinů. Mezi imunoglobuliny mléka patří IgG, IgM a IgA. V mléce přežvýkavců se dále nachází β – laktoglobulin (Silbernagl a Despopoulos, 1993).

Množství bílkovinných frakcí kravského mléka α - laktalbuminu, β – laktoglobulinu, sérového albuminu a imunoglobulinu je velice nestálé. Sérové albuminy a imunoglobuliny přecházejí do mléka beze změn, zatímco α – laktalbumin a β – laktoglobulin se tvoří přímo v mléčné žláze (Illek et al., 2015).

Také trávicí trakt mláďat je na příjem pasivní imunity připraven, dokáže resorbovat celé molekuly imunoglobulinů, těsně po porodu se resorbuje 50%, za 20 hodin po porodu 15% a za 36 hodin je resorbce neznatelná (Jelínek et al., 2003).

2.3.4 Onemocnění

Při akutních zánětech jsou zvýšeny celkové koncentrace bílkovin v plazmě, především se jedná o frakce α_1 - globulinu a α_2 - globulinu. Chronické záněty a pozdní stádia akutních onemocnění se vyznačují vzestupem koncentrace γ - globulinů, za souběžného poklesu koncentrace albuminu (Dungl, 2005).

Po očkování slintavky a kulhavky zdravým kravám v Ankaře byl zjištěn výrazný pokles albuminu a naopak zvýšení hladiny gama globulinu ($p \leq 0.001$). Tyto změny mohou souviset s imunitní reakcí, který organismus vytvořit v krátkém čase jako opatření proti neaktivním virům (Or, Fídanci, 2009).

Koncentrace bílkovin v krevní plazmě narůstá také vlivem nedostatečného příjmu tekutin nebo průjmů. Při dlouhodobém nedostatku nepostradatelných aminokyselin obsah albuminů v krvi klesá (Jelínek et al., 2003)

Silbernagl a Despopoulos, (1993) uvádí, že tvorbu protilátek významně ovlivňují stresory. Důsledkem stresu se tak snižuje odolnost organismu vůči bakteriím, virům, parazitickým i neinfekčním příčinám onemocnění.

Koubková et al., (2002) uvádí, že porovnání hladin celkové bílkoviny a močoviny v krvi je možné použít pro zjištění metabolického stavu.

2.3.5 Teplota

Zajímavý pokus provedli Koubková et al., (2002) s vysoko produkčními dojnícemi, kdy týdenní vysoké teploty způsobily nejen vyšší rektální teplotu, vyšší počet nádechů a tepové frekvence, ale i narušení homeostázy, zvýšily hematokritové hodnoty z 32,48 na 41,6 l/l, počet erytrocytů z 6,84 na 8,18 T/l ($P < 0,05$). Také hodnoty celkové bílkoviny v krevní plazmě vzrostly z 68,95 na 76,75 g/l ($P < 0,05$). Ochlazování sprchováním zmírnilo některé změny fyziologických a hematologických, méně biochemických ukazatelů.

2.3.6 Výživa

Úroveň výživy má na hematologické a biochemické parametry zvířat významný vliv, proto může být na základě těchto parametrů sledována (Trávníček et al., 2001; Antunović et al., 2011a).

Dle Caldeira et al., (2005) jsou nejspolehlivějšími ukazateli bílkovinného zásobení organismu především koncentrace celkových bílkovin a močoviny v krevní plazmě. Van Saun (2000) dále uvádí, že hodnocení bílkovinného zásobení organismu je velice složité, protože zahrnuje mnohem více krevních ukazatelů, jedná se hlavně o močovinu, celkové bílkoviny, albumin a kreatinin.

Na hladinu celkových bílkovin v krvi mají velký vliv také minerální látky. Při jejich nedostatku reagují celkové bílkoviny výrazným poklesem. Baumgartner a Pernthaler (1994) popisují, že nedostatek minerálních látek tak může vést ke snížení produktivity, reprodukčních schopností, snížení imunity až ohrožení zdraví.

Kromě hypotyreózy nebo hypertyreózy způsobuje nadbytek příjmu jódu některé změny imunologických parametrů v krvi. Haggard et al., (1980) uvádí, že nadbytečný příjem jódu má vliv na snížení počtu leukocytů v krvi. Dle Hofírka et al., (2009) a Murray et al., (2013) dochází při nadbytečném příjmu jódu ke snížení koncentrace celkové bílkoviny v krevní plazmě a poklesu zastoupení bílkovinných frakcí v krevní plazmě (Chen et al., 2007). Nadbytek jódu má také vliv na snížení koncentrace imunoglobulinu G (Boland et al., 2004). Dušová (2014) zjistila u bahnic s vyšším příjmem jódu (5,1 mg/kg sušiny KD) nižší koncentrace leukocytů, $\alpha 1$ - globulinů, $\alpha 2$ - globulinů a β - globulinu, γ - globulinů a IgG.

2.4 Štítná žláza

2.4.1 Význam štítné žlázy

Štítná žláza tvoří hormony, které zásadním způsobem ovlivňují metabolismus lipidů, sacharidů, minerálních látek a stimuluje potřeby kyslíku ve většině buněk těla (Popesko, 1992). Jsou nutné pro správný průběh všech životních funkcí, ovlivňují metabolismus v tkáních, růst a vývoj organismu.

Štítná žláza produkuje biologicky účinné hormony 3, 5, 3', 5', - L – tetrajódtyronin = tyroxin (T4), 3, 5, 3' – L – trijódtyronin (T3) a tyreokalcitonin (Stárka et al., 1995; Krabačová, 2002). Tyto hormony zasahují přímo nebo nepřímo do pochodů látkové výměny (Kresal et al., 1979; Najbrt, 1980; Vokurka a Hugo, 2004). Tyroxin plní především funkci prohormonu a zásobního zdroje pro biologicky účinnější trijódtyronin. Trijódtyronin je 5x – 10x účinnější než T4 (Boďa et al., 1990). Trijódtyronin vzniká téměř ve všech periferních tkáních hlavně dejódací T4 (Ferenčík, 2000).

Při tvorbě hormonů štítné žlázy je základní složkou jód (Javorka et al., 2006). Jód se váže organicky ve čtyřech formách – monojódtyrozin (MIT), dijódtyrozin (DIT), trijódtyronin (T3) a tyroxin (T4) (Reece, 2011).

Funkce hormonů štítné žlázy

Hormony štítné žlázy plní v organismu mnoho důležitých funkcí jako je ovlivňování metabolismu, růst a diferenciací tkání (Potluková, 2013). Přehled nejvýznamnějších funkcí je uveden v následujícím přehledu:

- Zvyšují bazální metabolismus ve všech tkáních a orgánech s výjimkou mozku, varlat, dělohy, lymfatických uzlin, adenohipofýzy a sleziny, podílí se na intermediálním metabolismu, vzestupu spotřeby kyslíku, tvorbě bílkovin a enzymů, retenci dusíku, stimulaci jaterní glykogenolýzy, glukoneogenezi a vstřebávání glukózy, metabolismu cholesterolu, stimulaci některých enzymů a další (Ganong, 2005). Ovlivňují metabolismus některých vitamínů.
- Zvyšují srdeční frekvenci a intenzitu kontrakcí myokardu

- Podílí se na vývoji a diferenciaci nervové soustavy organismu, především CNS během prenatálního vývoje, po narození i v prvních letech života i v pozdějším věku. Zvyšují rychlost vedení vzruchu a dráždivost. Podporují růst a vývoj skeletu.
- Stimulují krvetvorbu zvýšením spotřeby kyslíku. U teplokrevných živočichů mají kalorigenní účinek, vazodilatační efekt na cévy a krevní cévice.
- Ovlivňují pigmentaci kůže a kožních derivátů.
- Zesilují působení jiných hormonů (např. kortisolu)
- stimulují tvorbu mléka a zvyšují obsah mléčného tuku (US Food and Nutrition Board, 2001; Blahoš et al., 2006).

Hormony štítné žlázy

Štítná žláza tvoří ve folikulárních buňkách specifické hormony a v parafolikulárních buňkách hormon kalcitonin (Červený, 1999). Mezi specifické hormony štítné žlázy (jódované aminokyseliny) patří tyroxin (T₄), trijódtyronin (T₃) a biologicky neúčinný reverzní trijódtyronin (rT₃).

Tyroxin (3, 5, 3', 5'- tetrajódtyronin) je nejdůležitějším hormonem, který se tvoří a vylučuje štítnou žlázou (více než 80%) (Blahoš et al., 2006). Tyroxin byl až do roku 1952 považován za jedinou látku produkovanou štítnou žlázou (Greenspan, 2003). Později bylo zjištěno, že se jedná o zásobní prohormon pro tvorbu vlastního účinného hormonu trijódtyroninu, který je 3x až 8x účinnější než T₄ (Reece, 1998). Ve tkáních se T₄ přeměňuje prostřednictvím dejódáz. Dejódací zevního kruhu T₄ vzniká T₃ a dejódací vnitřního kruhu T₄ vzniká metabolicky neúčinný reverzní trijódtyronin (Bianco a Kim, 2006).

Trijódtyroninu (3, 5, 3'- trijódtyronin) se ve štítné žláze se tvoří pouze 20%, 80% vzniká dejódací tyroxinu v periferních tkáních (hlavně v játrech, ledvinách a svalech), a to v závislosti na potřebách organismu (Reece, 1998).

Po opuštění štítné žlázy jsou její hormony v organismu přenášeny krví ve vazbě na transportní bílkoviny (biologicky inaktivní forma). Hladina tyroxinu a trijódtyroninu v krvi proto závisí kromě tyreoidální sekrece na periferní konverzi T₄ na T₄ a na obsahu a afinitě plazmatických bílkovin. Všechny hormony štítné žlázy však na transportní bílkoviny navázány nejsou a pohybují se v krvi ve volné („free“) biologicky aktivní formě a to ve velmi malém množství 0,1-0,3% volného

trijódyroninu - FT₃ („free“ T₃) a 0,02 - 0,05% volného tyroxinu - FT₄ („free“ T₄) (Blahoš et al., 2006; Murray et al., 2013).

Množství transportních bílkovin v krvi závisí na vnějších faktorech - dysproteinémie, nefrotický syndrom, onemocnění jater, březost, léčba estrogény nebo androgény a další (Blahoš et al., 2006; Murray et al., 2013). Koncentrace FT₄ a FT₃ však na vazebných proteinech závislé nejsou a díky tomu odrážejí skutečný stav aktivity štítné žlázy. Na základě změn koncentrací těchto hormonů je možné určit nejen aktivitu štítné žlázy, ale také odhalit některou z poruch štítné žlázy (Kotačová, 2015). Při laboratorním vyšetření stavu štítné žlázy se proto využívají především hodnoty volného tyroxinu (Šarapatková, 2006).

2.4.2 Tvorba a přeměny hormonů štítné žlázy

Folikulární buňky štítné žlázy aktivně vychytávají ionty jódu z krve, pomocí peroxidázy se ionty jódu mění na molekulární jód a stává se součástí zásobní molekuly tyreoglobulinu (Ferenčík, 2000; Jelínek et al., 2003; Jiskra, 2011). Tyreoglobulin je velká glykoproteinová molekula, obsahující mnoho tyrozinových molekul, její molekulová hmotnost činí okolo 680 kilodaltonů (Reece, 1998). Tyreoglobulin je hlavní zásobní formou jódyroninu (Ganong, 2005).

Připojením atomů jódu k tyrozinovým zbytkům (tzv. jódzaci) v molekulách tyreoglobulinu vzniká monojótyrozin a dijódyrozin (Schenck, Kolb, 1991). Spojením molekul monojótyrozinu a dijódyrozinu vzniká trijódyronin, sloučením dvou molekul dijódyrozinu vznikne tyroxin (Reece, 1998). Greenspan (2003) uvádí, že tyreocyty štítné žlázy člověka za den vyprodukují 90 μ g tyroxinu, 5-8 μ g trijódyroninu a 1-2 μ g reverzního trijódyroninu. Reverzní trijódyronin vzniká především dejódací tyroxinu v tkáních (Greenspan, 2003).

Jódovaný tyrozinový zbytek, uváděný také jako aminokyselinový nebo alaninový zbytek se nachází ve folikulárních epitelových buňkách. Tyroinový zbytek tvoří asi 80 – 85 % monotyrozin s dijódyrozinem a 10% tyroxin (Schenck a Kolb, 1991). Tyto tyrozinové zbytky jsou připojeny k tyreoglobulinovým molekulám (Reece, 1998). Tvoření a rozklad hormonů štítné žlázy je propojený cyklus vázaný na bílkoviny (Schenck a Kolb, 1991).

Rozpad vytvořených hormonů (tzv. dejódace) se děje především ve štítné žláze, ale i v ostatních tkáních (Boďa et al., 1990; Vokurka a Hugo, 2004). Dejódázy jsou selenoproteiny, které ovlivňují přeměnu tyroxinu (T₄) na biologicky aktivní trijódtyronin (T₃) nebo reverzní trijódtyronin (rT₃) (Pavlata, 2009). Podle Boďi et al. (1990) je T₃ je 5-10 krát biologicky účinnější než T₄, proto je dejódace T₄ na T₃ velice důležitá.

Dejódaci hormonů štítné žlázy katalyzují tři dejódázy (dejódáza I, II a III). Dejódaci typu I z T₄ na T₃ zajišťuje enzym monodejódáza, který obsahuje ve své molekule selenocystein. Donald et al., (1994) popisuje, že nedostatek selenu inhibuje tvorbu dejódázy v játrech, ledvinách a svalech. Proto dochází k přerušení přeměny T₄ na T₃ a to je důvodem významného snížení T₃ a zvýšení T₄, a to i u ovcí a jehňat s dostatečným příjmem jódu.

Dejódáza typu II zajišťuje přeměnu T₄ na rT₃, nachází se v centrální nervové soustavě, hypofýze, tukové tkáni a placentě. Dejódáza typu III přeměňuje tyroxin na rT₃ a T₃ na dijódtyronin, nachází se v buňkách neuroglie, placentě a epiteliálních tkáních plodu (Bianco et al., 2002). Tyto tři dejódázy dále rokládají T₃ na monojódtyroniny a dijódtyroniny.

Rozklad hormonů štítné žlázy se děje především dejódací (téměř 80% T₄ je dejódováno) (Greenspan, 2003), ale také konjugací na glukuronidy nebo sulfáty, oxidativní deaminací (vznik kyseliny trijódoctové) a stěpením éterické vazby mezi dvěma fenolovými jádry (Trojan, 2003). Trojan (2003) udává, že biologický poločas odbourávání T₄ v krevní plazmě je 6-7 dnů, T₃ 1 den a rT₃ jen 0,2 dne.

Pro tvorbu i rozklad hormonů štítné žlázy je třeba dostatečného množství jódu, aktivní enzymatické systémy (peroxidázy, dejódázy, enzymový systém NIS), dostatek energetických zdrojů v tyreocytech a selen (Kaneko et al., 1997). Tvorba tyroidních hormonů je spojena se spotřebou kyslíku a energie (Marvan et al., 1998; Jelínek et al., 2003).

2.4.3 Přenos hormonů štítné žlázy v krevní plazmě

Molekuly tyreoglobulinu s T3 a T4 se do krve nevyplavují přímo. Nejdříve se odloučí pomocí proteolytických enzymů T3 a T4 z tyreoglobulinu a poté mohou být T3 a T4 resorbovány z bází buněk (Schenck, Kolb, 1991; Reece, 1998). Uvolněné hormony štítné žlázy jsou v krvi z 99,95% pevně vázány (tzv. celkový „total“ T3 a T4) a přenášeny pomocí speciálních transportních bílkovin (Schenck, Kolb, 1991; Narayanan, Weigel, 2004). Na globulin vázající tyroxin (Thyroxin Binding Globulin -TBG) se váže 75% uvolněných hormonů, na albumin (Thyroxin Binding Albumin – TBA) 15% a na prealbumin (transtyreтин - TTR) 10%. Nenavázané hormony štítné žlázy cirkulují v krvi ve volné formě. Množství volné frakce hormonů je 0,03% z celkového obsahu T4 v séru a 0,3 % z celkového T3 (Šterzl et al., 2006).

Tyroxin a trijódtyronin je ze štítné žlázy uvolňován podle míry zátěže, klimatických podmínek, výživy a dalších faktorů, jako je laktace, gravidita aj. (Schenck a Kolb, 1991). Přeměna T3 na T4 se děje pomocí dejódáz, patřících mezi selenoproteiny a tudíž se jejich aktivita odvíjí od jeho nedostatku v organismu. Až 80% T3 vzniká mimo štítnou žlázu, především v játrech a ledvinách, ale i v kůži (Pavlatá, 2009). Podle potřeby se celkový T3 a T4 se uvolňují z vazebných proteinů a doplňují hladinu volných hormonů (Blumhart, Scoot, 1996).

Tyreostimulující hormon

Tyreotropin (TSH, tyreostimulující hormon) je produkován tyreotropními buňkami předního laloku hypofýzy. Tyreostimulační hormon (TSH) je glykoprotein, tvořený 201 aminokyselinami, který má dvě podjednotky - α a β . První je společným základem s ostatními hormony jako FSH, LH a hCG. Druhá, β , podjednotka TSH určuje unikátní biochemické a imunologické vlastnosti tohoto hormonu. Na membráně tyreocytu se TSH váže na specifické TSH - receptory (Límanová et al., 2011).

Společně s tyreoliberinem je TSH nejdůležitějším faktorem v regulaci aktivity štítné žlázy. TSH zvyšuje růst tyreocytů a následně tvorbu a sekreci hormonů štítné žlázy (Blumhart a Scoot, 1996; Jelínek et al. 2003; Jiskra, 2011). TSH navíc stimuluje všechny fáze jódového metabolismu, od zvýšeného jódového

vychytávání a transportu až po zvýšenou jódaci tyreoglobulinu (Kaneko et al., 1997; Límanová et al., 2003).

Sekrece TSH je stimulována hypotalamo-hypofyzární osou prostřednictvím tyreotropinu (TRH) a zpětnovazebně poklesem hladin hormonů štítné žlázy (Prošová, 1996). Na základě nízkého obsahu T3 a T4 v krvi je stimulována syntéza a sekrece TSH, naopak nízkým obsahem hormonů štítné žlázy je inhibována.

Tyreostimulující hormon je nejvýznamějším ukazatelem úrovně aktivity štítné žlázy. Pokud koncentrace TSH klesne pod referenční hodnoty je pravděpodobné, že se jedná o hypertyreózu, dále se může jednat o další poruchy např. onemocnění jater, ledvin a srdeční slabost. Naopak patologické zvýšení signalizuje hypotyreózu a nadbytek jódu (Racek et al., 2006). Ovšem po fyzické námaze je mírné zvýšení TSH fyziologické (Jacobs et al., 1994).

Řízení činnosti štítné žlázy

Činnost štítné žlázy je řízena hypotalamo-hypofyzárním systémem. Hypotalamus produkuje hormon tyreoliberin (Thyrotropin Releasing Hormon - TRH), který podporuje syntézu tyreostimulujícího hormonu v adenohypofýze (Kovacs a Ojeda, 2012). Uvolňování tyreostimulujícího hormonu (TSH) je řízeno negativním zpětnovazebným účinkem konečných hormonů štítné žlázy. Syntéza a sekrece TSH je regulována vzestupem nebo poklesem úrovně přeměny T4 na T3 v tyreotropních buňkách hypofýzy působením dejódázy II (Kreze et al., 1993).

Jelínek et al. (2003) považují princip zpětné vazby u hypotalamohypofyzárního systému a periferních endokrinních žlázách za jeden z nejsložitějších. Hlavním zpětnovazebným faktorem je především T3 (Blumhart a Scoot, 1996). Hypotalamus totiž na hladinu T3 reaguje citlivěji než na hladinu T4 (Límanová, 2003).

Stanovení TSH výborně odráží funkční stav štítné žlázy. Při diagnostice poruch funkce štítné žlázy má stanovení TSH zásadní význam. Vztah mezi koncentrací FT4 a produkcí TSH je logaritmicko-lineární. Pokles FT4 na polovinu způsobí vzrůst TSH 160x (Límanová et al., 2011; Racek et al., 2006). Jestliže není poměr TSH : FT4 ve fyziologickém rozpětí nastává patologický stav. Zvýšená hladina TSH, ale hladina FT4 v normě označujeme jako subklinický či preklinický

projev hypertyreózy. Je však nutné hodnotit zdravotní situaci komplexně (Límanová, 2011).

Toldini (2007) dodává, že hodnocení vztahu mezi tyreostimulujícím hormonem a příjmem jódu je složité vzhledem k velké proměnlivosti jejích hodnot.

Činnost štítné žlázy není ovlivněna jen mechanismem negativní zpětné vazby, ale i dalšími faktory např. vysokou koncentrací jódu v krevní plazmě se činnost štítné žlázy zpomaluje a naopak nedostatkem jódu v krevní plazmě se aktivita štítné žlázy zvyšuje (Kovacs a Ojeda, 2012). Také některé hormony se podílejí na aktivitě štítné žlázy např. hormon somatostatin (produkovaný hypotalamem) zvyšuje tvorbu tyroidních hormonů, glukokortikoidy a dopamin snižují tvorbu TSH, estrogeny ji naopak zvyšují (Reece, 1998; Jelínek, 2003).

2.4.4 Poruchy aktivity štítné žlázy

Patologicky zvýšená aktivita štítné žlázy, kdy je koncentrace hormonů štítné žlázy v krevní plazmě vysoká se nazývá hypertyreóza, někdy také tyreotoxikóza. Snížená funkce štítné žlázy, kdy se netvoří dostatek hormonů je nazývána hypotyreózou.

Nejčastější příčinou poruchy aktivity štítné žlázy je autoimunitní zánět (neinfekční zánět způsobený poruchou imunity), dále pak jiné záněty, uzly a nádory (Jiskra, 2011).

Hypertyreóza

Hypertyreóza (tyreotoxikóza) je definovaná vysokou hladinou hormonů štítné žlázy v krevní plazmě. Příčiny hypertyreózy se dělí na primární, kdy jde o poruchu autoimunitní reakce (Gravesova – Basedova nemoc) a sekundární, způsobená nadprodukcí TSH. Hypertyreóza je u lidí druhé nejčastější onemocnění žláz po cukrovce (*Diabetes melitus*) (Vokurka a Hugo, 2004).

Pro hypertyreózu je typické zvýšení bazálního metabolismu, vzestup srdeční frekvence, rychlé dýchání, zimomřivost, nervový neklid a exoftalmus (Schenk, Kolb, 1991). Dále se zvyšuje se vylučování moči a tím je dusíková bilance negativní (Jelínek et al., 2003). V důsledku zvýšeného bazálního metabolismu dochází ke snížení tělesné hmotnosti (Ferenčík, 2000).

Hypertyreóza je často způsobena Graves – Basedowou chorobou. Při tomto onemocnění dochází k autoimunitní reakci, kdy si organismus tvoří protilátky proti vlastním receptorům TSH na buňkách štítné žlázy. Na základě autoimunitní reakce není funkční regulace štítné žlázy, ta stále tvoří hormony T3 a T4 a jejich koncentrace v krvi je vysoká (Kotačová, 2012). Hypertyreóza se vyskytuje u lidí, ovcí, skotu a psů (Jelínek et al., 2003).

Hypotyreóza

Při hypotyreóze se ve štítné žláze netvoří dostatečné množství tyreoidální hormonů (Vokurka a Hugo, 2004). Důsledkem toho se zpomaluje bazální metabolismus, narušuje přeměna energie, snižuje plodnost a vypadává srst (Flachovsky, 2003). Dochází ke zpomalení tělesného růstu i duševního vývoje (Ferenčík, 2000; Musil et al., 2010). Schenck a Kolb, (1991) dodává, že v těžkých případech duševního vývoje může dojít až ke kretenismu. Anatomicky je patrné zvětšení štítné žlázy (Ferenčík, 2000; Vokurka, Hugo, 2004; Pavlata, 2009).

Příčinou vzniku hypotyreózy může být nedostatek jódu v krmné dávce (Ferenčík, 2000; Murray et al., 2013). Podle Stárky (1995) může být hypotyreóza způsobena dalšími faktory ovlivňující využití jódu v organismu.

V souvislosti s tuzemskou geografickou polohou, se v minulosti ČR potýkala s problémem nedostatku tohoto prvku. Nyní je zásobení hospodářských zvířat jódem stále zkoumáno a hledají možná východiska pro jejich optimální příjem jódu.

3. Cíl práce

Cílem práce bylo zhodnocení výsledků elektroforetické analýzy jednotlivých plazmatických bílkovin a vybraných biochemických ukazatelů v krevním séru ovcí a jehňat v jarním a podzimním období. Byly sledovány koncentrace a vzájemné vztahy mezi jednotlivými frakcemi plazmatických bílkovin. Zjištěné výsledky se zaměřením na gama globuliny byly dány do souvislosti s aktivitou štítné žlázy, fyziologickým stavem, věkem, růstem a podmínkami prostředí.

Výsledky byly zpracovány v tabulkách a grafech.

4. Materiál a metodika

Odebírání vzorků

Vzorky krve sledovaných ovcí byly odebrány z hrdelní žíly (*vena jugularis*) do heparinizovaných zkumavek, poté byly uloženy v prostředí se stabilní teplotou. Pro přehlednost se zapisovala příslušná evidenční čísla zvířat. Následné stanovení sledovaných krevních parametrů bylo provedeno v laboratoři Katedry veterinárních disciplín Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Bílkoviny byly rozděleny na jednotlivé frakce a vyhodnoceny pomocí elektroforézy. Kromě odebírání vzorků byla sledovaná zvířata prohlédnuta, zvážena a zjištěna jejich fyzická kondice. Odběry krve probíhaly 25.3.2013 a 14.10.2013.

Stanovení vybraných parametrů a použité metody

Z odebraných vzorků krevní plazmy byly stanoveny následující hematologické parametry: celková bílkovina (g/l), albumin (g/l), α 1 - globulin (g/l), α 2 - globulin (g/l), β - globulin (g/l) a γ - globulin (g/l). Dále byly změřeny hormony štítné žlázy: TSH (ng/ml), TT3 (nmol/l), TT4 (nmol/l), FT3 (pmol/l), FT4 (pmol/l).

Koncentrace plazmatických bílkovin byly zjištěny pomocí elektroforézy (ELFO). Koncentrace tyreostimulujícího hormonu (TSH) v ng/ml krevního séra byla stanovena imunoenzymatickou metodou (ELISA), pro stanovení koncentrací hormonů štítné žlázy byly použity radioimunologické soupravy (RIA).

Elektroforézou sérových bílkovin (ELFO) dojde k rozdělení sérových bílkovin na frakce: albumin, α 1 - globuliny, α 2 - globuliny, β - globuliny a γ - globuliny (Dunġl, 2005). Kromě těchto základních frakcí lze elektroforézou rozdělit více než 100 jednotlivých bílkovin (Trojan et al., 2006).

Tato metoda je založena na rozdílné pohyblivosti látek ve stejnosměrném elektrickém poli (Dunġl, 2005). Pohyblivost závisí na velikosti elektrického náboje, pH prostředí, velikosti molekul, tvaru částic, vlastnostech nosiče nebo iontové síle pufru. V alkalickém prostředí se dělené látky pohybují k anodě, v kyselém ke katodě. Bílkovinné frakce se dělí na pruhy, které tvoří ostré pohyblivé rozhraní. Pohyb frakcí lze sledovat refraktometricky (Anonym, 2015).

Procentuální zastoupení jednotlivých frakcí bílkovin bylo přepočítáno z hodnoty celkové bílkoviny.

Korelační závislosti byly stanoveny na základě následující tabulky č. 2.

Tabulka č. 2 Hodnocení korelačních koeficientů

Absolutní hodnota r	Těsnost závislosti	Typ závislosti
0	Nulová	Nezávislost
0,0-0,3	Nízká	Volná závislost
0,3-0,5	Mírná	
0,5-0,7	Význačná	
0,7-0,9	Velká	
0,9-0,99	Velmi vysoká	
1,0	Pevná funkční	Pevná závislost

Výsledky byly zpracovány v programech Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007 a programu Statistica 12 metodou ANOVA, kdy byl využit Tukeyův HSD test.

Charakter sledovaných zvířat

K pokusu bylo vybráno 16 bahnic a 16 jehňat ve 150 ti členném stádu ovcí plemene Suffolk. První (jarní) odběr se konal 25. 3. 2013. Zvířata byla deset dní po střížích a denní teplota se pohybovala okolo-3°C. Druhý (podzimní) odběr se konal 14. 10. 2013, kdy byla denní teplota 15°C.

Sledované zvířata pocházela ze stáda čistokrevných Suffolků a malého množství jejich kříženců. Stádo se nacházelo na pastvě s volným přístupem do ovčína. Pastva ležela na Soběslavsku, v nadmořské výšce 471 m. n. m.

Jehňata byla narozena mezi prosincem až dubnem. Většina, však byla narozena v lednu, od tohoto měsíce počítáme jejich věk. Při prvním odběru byla jehňata stará okolo 4 měsíců, při druhém okolo 10 měsíců. Nejčastěji se rodili jedináčci. Po narození měla jehňata přístup ke kvalitnímu lučnímu senu. Jehňata byla u bahnic po celou dobu výkrmu.

Plemeno Suffolk je masné bezrohé plemeno středního až velkého tělesného rámce (Samraus, 2006). Živá hmotnost bahnic je 75 - 85 kg, beranů 100 - 130 kg.

Výška bahnic v kohoutku je 70 cm, berani měří o 10 cm více. Předností plemene je dlouhověkost, pevná konstituce a dobré zdraví, bahnice mají dobré mateřské vlastnosti a mléčnost. Suffolk se hodí i do drsnějších klimatických podmínek podhorských oblastí (Anonym, 2016).

Podle Samrause (2006) je plemeno Suffolk poměrně náročné na výživu a hodí se k volné i oplůtkové pastvě. Suffolk dospívá velmi brzy, řadí se mezi poloraná plemena. Jehnice lze při dobrém odchovu zapouštět již v prvním chovném roce, ve věku 10 - 12 měsíců věku a o hmotnosti 50 - 55 kg. Plodnost na obahněnou ovci je 170 - 180 %, přičemž živá hmotnost jehňat ve 100 dnech věku je 35 - 38 kg, denní přírůstek v odchovu a výkrmu je 330 - 380 g (Anonym, 2016). Suffolk má výborné osvalení a přírůstky jehňat jsou okolo 450g (Samraus, 2006).

Výživa ovcí

Stádo, ze kterého byla zvířata vybrána k hodnocení, se od jara do podzimu pohybovalo na pastvě. Mezi jednotlivými pastvinami byla zvířata 4 krát za léto přeháněna.

Krmnou dávku na pastvě tvoří cca osm kilogramů píce. Píce na této pastvě obsahuje luční směs, zastoupenou jíllem jednoletým, bojínkem lučním, jíllem vytrvalým a mnohokvětým, kostřavou červenou, kostřavou luční, lipnicí luční a jetelem lučním. Pokud je na pastvě píce málo, jsou přikrmovány kvalitním senem. Ovce nejsou přikrmovány jádrem, dostávají pouze minerální liz, obsahující 100 mg jódu ve formě jodičnanu vápenatého a selen. Pitná voda je zajištěna z přistavené cisterny.

Mimo sezónu jsou zvířata krmena lučním senem ad libitum, což odpovídá cca 3 až 5 kg sena/kus/den. Přístup k pitné vodě a minerálnímu lizu byl zachován i mimo sezónu.

5. Výsledky a diskuze

5.1 Vzájemné vztahy mezi obsahem plazmatických bílkovin

V následujících tabulkách č. 3 - 8 jsou porovnány vzájemné vztahy mezi obsahem celkových bílkovin, albuminů, α_1 - globulinů, α_2 - globulinů, β - globulinů a γ - globulinů u sledovaných skupin zvířat.

5.1.1 Korelace mezi obsahem plazmatických bílkovin v krvi jehňat

Korelační koeficienty jehňat znázorněné v tabulkách č. 3, 4, 5 a 6 mezi sledovanými hodnotami plazmatických bílkovin byly ve většině případů pozitivní, avšak jednotlivé hodnoty byly značně proměnlivé.

Projevila se velká závislost mezi obsahy celkových bílkovin a γ - globuliny ($p < 0,05$). I mezi ostatními frakcemi plazmatických bílkovin a γ - globuliny byl korelační koeficient téměř vždy pozitivní. Korelační koeficient γ - globulinů a α_2 - globulinů dosáhl kromě podzimního odběru beránků význačné závislosti.

Mezi ostatními frakcemi plazmatických bílkovin najdeme velkou závislost u celkových bílkovin a α_2 - globulinů. Negativní korelace byla mezi albuminy a α_1 - globuliny.

Dušová (2014) měřením korelačních koeficientů u 2 měsíčních jehňat zjistila více negativních korelačních závislostí než v našem pokusu.

Tabulka č. 3 Korelace plazmatických bílkovin beránek 25.3.2013

	CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
CB		0,39	0,50	0,78	-0,30	0,90
Albuminy	0,39		-0,33	0,03	-0,42	0,11
$\alpha 1$ - globuliny	0,5	-0,33		0,45	0,06	0,61
$\alpha 2$ - globuliny	0,78	0,03	0,45		-0,08	0,79
β - globuliny	-0,3	-0,42	0,06	-0,08		-0,17
γ - globuliny	0,9	0,11	0,61	0,79	-0,17	

Tabulka č. 4 Korelace plazmatických bílkovin jehniček 25.3.2013.

	CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
CB		0,80	-0,06	0,53	0,68	0,78
Albuminy	0,8		-0,19	0,15	0,24	0,32
$\alpha 1$ - globuliny	-0,06	-0,19		0,49	0,42	-0,25
$\alpha 2$ - globuliny	0,53	0,15	0,49		0,62	0,46
β - globuliny	0,68	0,24	0,42	0,62		0,65
γ - globuliny	0,78	0,32	-0,25	0,46	0,65	

Tabulka č. 5 Korelace plazmatických bílkovin beránek 14.10.2013.

	CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
CB		0,63	0,04	0,79	0,91	0,65
Albuminy	0,63		-0,29	0,75	0,80	-0,06
$\alpha 1$ - globuliny	0,04	-0,29		0,33	0,00	-0,14
$\alpha 2$ - globuliny	0,79	0,75	0,33		0,85	0,09
β - globuliny	0,91	0,80	0,00	0,85		0,36
γ - globuliny	0,65	-0,06	-0,14	0,09	0,36	

Tabulka č. 6 Korelace plazmatických bílkovin jehniček 14.10.2013.

	CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
CB		0,61	-0,23	0,79	0,26	0,88
Albuminy	0,61		-0,79	0,17	-0,44	0,31
$\alpha 1$ - globuliny	-0,23	-0,79		0,08	0,42	0,08
$\alpha 2$ - globuliny	0,79	0,17	0,08		0,51	0,71
β - globuliny	0,26	-0,44	0,42	0,51		0,26
γ - globuliny	0,88	0,31	0,08	0,71	0,26	

5.1.2 Korelace mezi obsahem plazmatických bílkovin v krvi bahnic

Výsledky korelačních koeficientů v tabulkách č. 7 a č. 8 vypovídají, že korelační koeficienty byly ve většině případů pozitivní. Na rozdíl od jehňat byly korelační koeficienty bahnic z jarního a podzimního měření velmi podobné.

Stejně jako u jehňat se potvrdila velká závislost mezi celkovými bílkovinami a γ – globuliny ($p < 0,05$). Podobně jako u jehňat se projevila mírná až významná závislost mezi celkovými bílkovinami a $\alpha 2$ - globuliny. Velká závislost byla zjištěna také mezi $\alpha 2$ - globuliny a γ - globuliny při podzimním měření.

Výsledky experimentu Dušové (2014) u bahnic po porodu vykazovaly velmi podobné korelační koeficienty. Mezi celkovými bílkovinami a γ - globuliny naměřila pouze mírnou závislost (0,33).

Tabulka č. 7 Korelace plazmatických bílkovin bahnic odebraných 25.3.2013.

	CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
CB		0,30	0,06	0,44	0,51	0,78
Albuminy	0,3		-0,31	0,36	0,24	-0,29
$\alpha 1$ - globuliny	0,06	-0,31		-0,22	0,06	0,19
$\alpha 2$ - globuliny	0,44	0,36	-0,22		-0,20	0,11
β - globuliny	0,51	0,24	0,06	-0,20		0,29
γ - globuliny	0,78	-0,29	0,19	0,11	0,29	

Tabulka č. 8 Korelace plazmatických bílkovin bahnic odebraných 14.10.2013.

	CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
CB		0,46	0,19	0,65	0,23	0,74
Albuminy	0,46		-0,13	-0,18	-0,27	-0,15
$\alpha 1$ - globuliny	0,19	-0,13		0,11	0,26	0,08
$\alpha 2$ - globuliny	0,65	-0,18	0,11		0,26	0,78
β - globuliny	0,23	-0,27	0,26	0,26		0,02
γ - globuliny	0,74	-0,15	0,78	0,78	0,02	

5.2 Přehled koncentrací plazmatických bílkovin

V tabulkách č. 9 - 11 a grafech č. 1- 3 je uveden přehled koncentrací jednotlivých frakcí plazmatických bílkovin v krvi beránků, jehniček a bahnic.

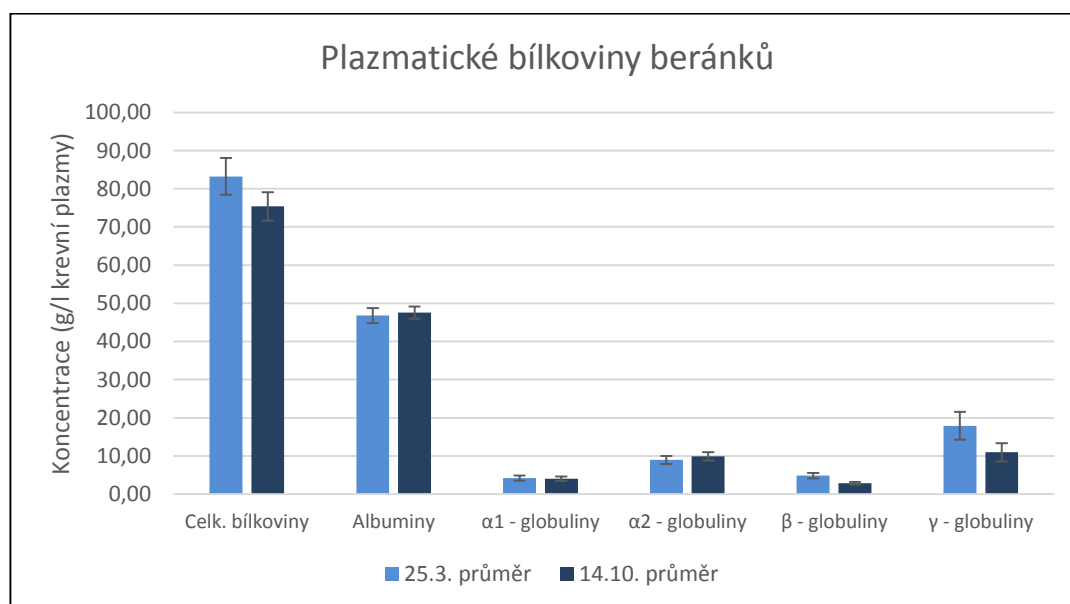
5.2.1. Přehled plazmatických bílkovin jehňat

Tabulka č. 9 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin beránků (g/l krevní plazmy) (n=8).

		CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
25.3.	průměr	83,23	46,78	4,21	8,97	4,84	17,91
	sx	4,80	1,94	0,67	1,03	0,72	3,68
14.10.	průměr	75,38	47,56	4,04	9,94	2,87	10,97
	sx	3,72	1,59	0,57	1,09	0,32	2,38

(sx – směrodatná odchylka, n – počet sledovaných zvířat)

Graf č. 1 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin beránků (g/l krevní plazmy).

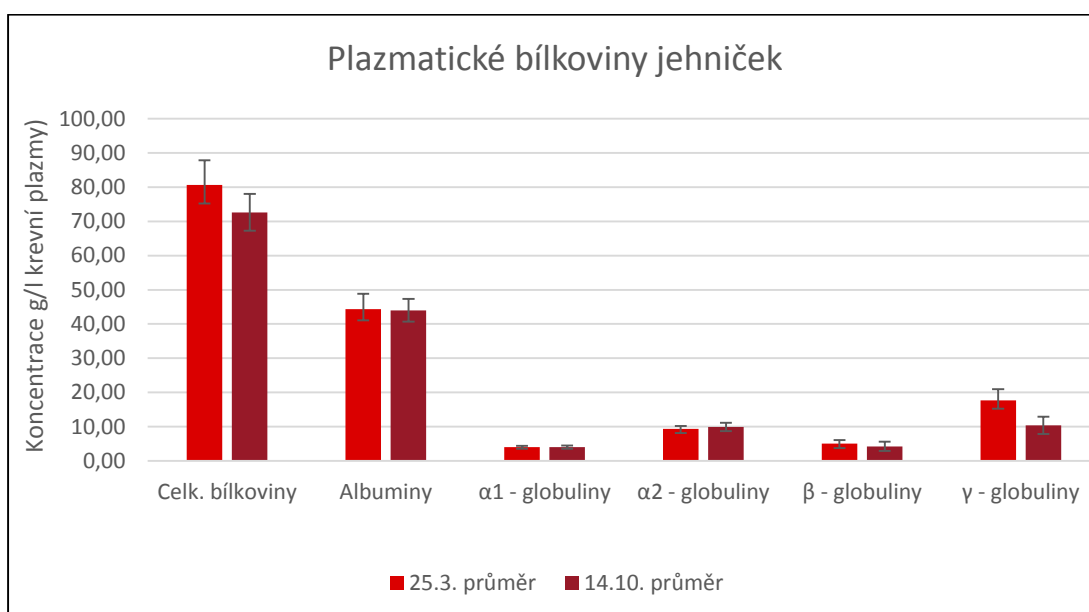


Tabulka č. 10 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin jehniček (g/l krevní plazmy) (n=8).

		CB	Albuminy	α 1 - globuliny	α 2- globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
25.3.	průměr	80,60	44,39	4,05	9,36	5,07	17,73
	sx	7,23	4,47	0,36	0,83	1,03	3,24
14.10.	průměr	72,64	44,01	4,02	9,96	4,26	10,39
	sx	5,41	3,29	0,48	1,22	1,35	2,49

(sx – směrodatná odchylka, n – počet sledovaných zvířat)

Graf č. 2 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin jehniček (g/l krevní plazmy)



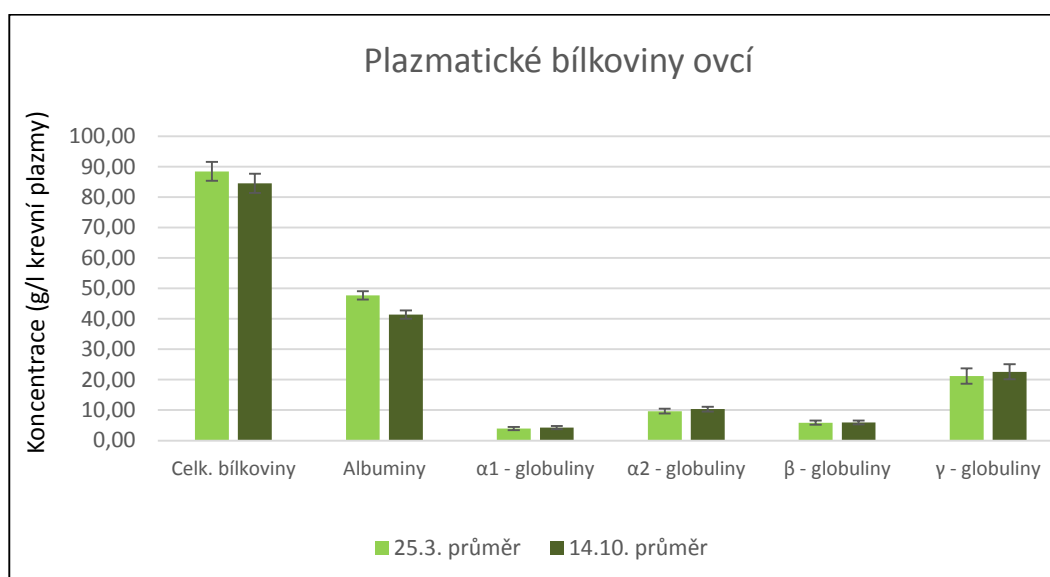
5.2.3. Přehled plazmatických bílkovin bahnic

Tabulka č. 11 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin bahnic (g/l krevní plazmy) (n=16).

		CB	Albuminy	$\alpha 1$ - globuliny	$\alpha 2$ - globuliny	β - globuliny	γ - globuliny
25.3.	průměr	88,46	47,72	3,97	9,68	5,89	21,20
	sx	3,12	1,38	0,56	0,83	0,67	2,51
14.10.	průměr	84,53	41,41	4,26	10,32	5,93	22,61
	sx	5,52	3,72	0,73	0,84	1,50	3,78

(sx – směrodatná odchylka, n – počet sledovaných zvířat)

Graf č. 3 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin bahnic (g/l krevní plazmy).



Koncentrace $\alpha 1$ - globulinů a $\alpha 2$ - globulinů v krevní plazmě jehniček, beránek i bahnic se téměř nelišily. Koncentrace $\alpha 1$ - globulinů se pohybovala okolo 4 g/l a $\alpha 2$ - globulinů mezi 9 - 10 g/l. Hladina $\alpha 1$ - globulinů i $\alpha 2$ - globulinů byla u všech sledovaných skupin vyšší na jaře než při podzimním odběru ($p < 0,05$). Na jaře mohla být vyšší hladina α - globulinů podmíněna nízkou teplotou při odběru, zvířata byla ostříhaná a bahnice byly jeden až dva měsíce po porodu. Literatury o hodnotách α - globulinů mnoho není. Pouze podle Jelínka et al., (2003), který uvádí koncentraci α - globulinů krevní plazmy ovci 2,8 g/l usuzujeme, že v našem pokusu byla

koncentrace α - globulinů vysoká. To mohlo být způsobeno stresem při odběru (Piccione et al., 2012).

Procentuální zastoupení α_1 - globulinů v krevní plazmě bahnic bylo 4,7% a u jehňat se pohybovalo mezi 5,2 - 5,3%. Trávníček a Kroupová (2003) uvádějí, že zastoupení α_1 - globulinů v krevním séru ovcí je 8,1%. Procentuální zastoupení α_2 - globulinů v krevní plazmě bahnic i jehňat bylo mezi 11 - 12%. Celkové zastoupení α - globulinů je tedy mezi 16 - 17%, to odpovídá i údajům Jagoše a Boudy (1981) a Koudely a Jílka (1996).

Zjištěné hodnoty β - globulinů krevní plazmě bahnic a jehňat se pohybovaly okolo 4,5 - 6 g/l. Pouze u beránků v podzimním odběru byla tato hodnota velmi nízká - 2,87 g/l. Oproti literatuře byly koncentrace β - globulinů sledovaných zvířat nízké. Jelínek et al., (2003) udává koncentraci β - globulinu krevní plazmě ovcí 13,4 g/l.

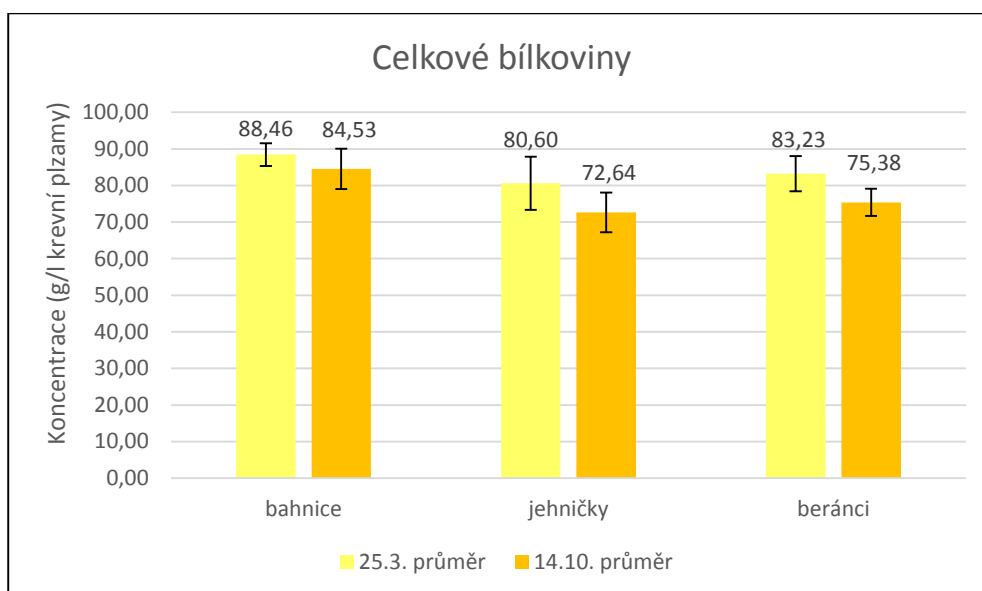
Procentuální zastoupení β - globulinů v krevní plazmě bahnic se pohybovalo mezi 6,6 - 7%. Zatímco u jehňat byly hodnoty o něco nižší okolo 5,8% ($p < 0,01$). Dle Jagoše a Boudy (1981) je ho v krevním séru ovcí 9%, dle Koudely a Jílka (1996) 10% a dle Krafra a Dürra (2001) se zastoupení β - globulinů pohybuje v rozmezí 3-4%.

5.3. Hladiny jednotlivých plazmatických bílkovin

V následující kapitole jsou popsány a znázorněny v grafech č. 4, 5 a 6 nejdůležitější sledované parametry - celkové bílkoviny, albumin a γ - globuliny v průběhu sledování.

5.3.1 Koncentrace celkové bílkoviny v krevní plazmě

Graf č. 4 Průměrná koncentrace celkových bílkovin v krevní plazmě v průběhu sledování.



Jak ukazuje graf č. 4, průměrná koncentrace celkových bílkovin v krevní plazmě bahnice se pohybovala bez významných rozdílův rozmezí 77,00 – 92,21 g/l. Z výsledků vyplývá, že průměrná hladina při prvním odběru byla o necelé 4 g/l vyšší než koncentrace při podzimním odběru. Zjištěné hodnoty celkových bílkovin jsou podle literatury nad hranici fyziologického rozmezí, která je 64 g/l podle Koudely a Jílka (1996), 60-79 g/l podle Kaneka et al.(1997), 65 g/l popisují Jelínek et al. (2003), 60-90 g/l uvádí Doubek et al. (2007) a 65-75 g/l podle Horáka et al. (2007).

Na jaře mohla být vysoká koncentrace celkových bílkovin bahnice způsobena značnou produktivitou mateřského mléka. Také Antunović et al. (2011b) zjistil u laktujících bahnice chorvatských ovcí masného typu vyšší úroveň plazmatických bílkovin v krevní plazmě.

Průměrná koncentrace celkové bílkoviny v krevní plazmě jehňat byla vyšší, než hodnoty uvedené Lostem et al. (2008) v rozmezí 43,1 - 59,3 g/l. Pechová et al. (2012) publikuje průměrný obsah celkové bílkoviny v krevní plazmě kůzlat $66,6 \pm 3,3$ g/l.

U jehniček i beránků byla na jaře zjištěna o poznání vyšší průměrná hladina celkových bílkovin než na podzim, u jehnic to bylo o 7,96 g/l, u beránků 7,85 g/l.

Také se potvrdil předpoklad vyšší hladiny bílkovin u beránků a to u obou měření ($p < 0,01$).

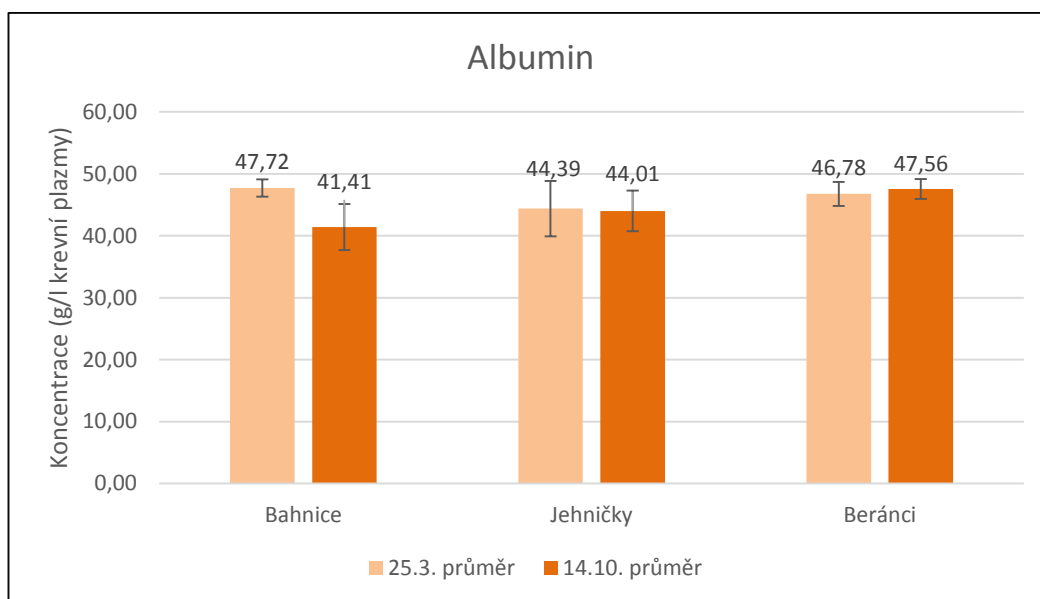
Koncentrace celkových bílkovin v krevní plazmě narůstá při nedostatečném příjmu tekutin nebo při průjmech (Slanina et al., 1992 Jelínek et al., 2003). Zvířata měla přístup k čerstvé pitné vodě, ovšem před plánovaným odběrem byla vybraná zvířata oddělena v menší ohradě, kde v důsledku stresu byl i nižší příjem tekutin.

Vysoká koncentrace bílkovin v krevní plazmě ovcí na jaře mohla být způsobena také stříží, provedenou týden před odebráním vzorků a nízkou teplotou (-3°C) při odebrání vzorků.

Dalším faktorem zvýšení plazmatických bílkovin u ovcí mohl být vyšší příjem bílkovinného krmiva s vyšším obsahem minerálních látek. Vyšší koncentrace naměřil také Baumgartner a Pernthaler (1994) a Bonev et al. (2012), podle nich jsou vyšší hodnoty plazmatických bílkovin v důsledkem vyššího příjmu minerálních látek v létě a na začátku podzimu.

5.3.2 Koncentrace albuminu v krevní plazmě

Graf č. 5 Průměrná koncentrace albuminu v krevní plazmě v průběhu sledování.



Z grafu č. 5 vyplývá, že koncentrace albuminů u bahnic byla na jaře 47,72 g/l a na podzim 41,41 g/l. Obě hodnoty jsou nad referenčními limity udávanými Jelínkem et al., (2003) 35,7 g/l a Kanekem et al., (1997) 24 – 30 g/l. Antunovič et al., (2004) uvádí koncentraci albuminu u bahnic masného plemene po porodu také nad hodnotami referenčních limitů. Dušová (2014) a Rodinová (2008) dokonce zjistily ve svém experimentu u ovcí zastoupení albuminu 63 g/l.

Procentuální zastoupení albuminů v krevní plazmě bylo při první měření 59% a při druhém 49%. Tyto hodnoty jsou o něco vyšší, než popisují Koudela a Jílek (1996), kteří uvádějí hodnotu albuminů v krevní plazmě ovcí 42%. Kraft a Dürr (2001) ovšem popisují u dojnic 51-59%.

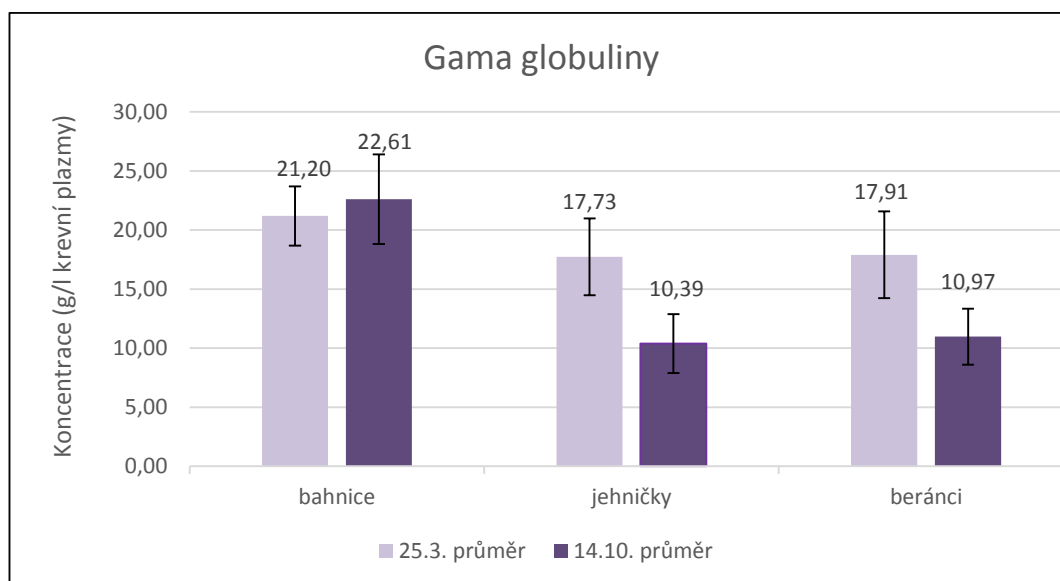
Zvýšené hodnoty albuminu v průběhu experimentu mohly být způsobeny například stoupajícími nároky na energii pro tvorbu mléka, zejména v začátcích laktace (Bremmer et al., 2000). Podle Slaniny et al., (1992) naopak po porodu (1. - 5. týden) koncentrace albuminu v krevní plazmě dojnic klesá.

Zjištěné hodnoty albuminů v krevní plazmě jehniček i beránků znázorněné v grafu č. 5 byly vyšší než u obdobných pokusů. Loste et al. (2008) a Rodinová (2008) zjistili u jehňat bez zvýšené suplementace jódu zastoupení koncentraci albuminu okolo 55 g/l v krevním séru. U dvou měsíčních jehňat zjistila Dušová (2014) koncentraci 60 g/l albuminu. Z jejího pokusu vyplývá, že obsah albuminu v krevní plazmě jehňat se po porodu snižoval a cca od 10. dne začal stoupat.

V porovnání s údaji Kaneka et al., (1997) byly hladiny celk. bílkovin i albumin vyšší. Vyšší hodnoty celk. bílkovin, albuminů, mohou být spojeny s pastvou bohatou na bílkoviny a nedostatkem vody v letních měsících (Antunović et al., 2011a).

5.3.3 Koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě

Graf č. 6 Průměrná koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě v průběhu sledování.



Stejně jako u celkových bílkovin a albuminů v krevní plazmě bahnic byl během experimentu i průměrný obsah γ - globulinů dle grafu č. 6 velmi vysoký. Při jarním odebrání byla koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě 21,20 g/l a na podzim tato hodnota ještě mírně stoupla na 22,61 g/l. Přičemž Jelínek et al., (2003) uvádějí za fyziologickou koncentraci γ - globulinů 12,9 g/l a Toman et al., (2009) u ovcí a koz popisují optimální koncentraci γ - globulinů v krevním séru u skotu 7 g/l.

Procentuální vyjádření γ - globulinů v krevním séru ovcí bylo při našem prvním odběru 24% a při druhém se zvýšilo na 26,7%. Podle Jagoše a Boudy (1981) je toto zastoupení 31% a podle Koudely a Jílka (1996) 30%.

Z hodnocení výsledků vyplývá, že koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě je sice vysoko nad referenčními limity, tento výsledek je však ovlivněn vysokou koncentrací celkových bílkovin. Po porovnání procentuálního zastoupení je γ - globulin mírně nižší než uvádí literatura.

Podle grafu č. 6 byly na jaře zaznamenány velmi vysoké hodnoty γ - globulinů v krevní plazmě jehňat (17,73 g/l u jehnic a 17,91 g/l u beránků). Na podzim však koncentrace klesla na 10,39 g/l u jehnic a 10,97 g/l u beránků. Vysoká koncentrace bílkovin v krevní plazmě jehňat v jarních měsících souvisí s parazitologickým nálezem, které ve stejné době totožným zvířatům provedla Tomečková (2014). Na jaře zaznamenala vyšší napadení kokcií z rodu *Eimerie* a gastrointestinálních nematod. Po odčervení byla zvířata při podzimním parazitologickým vyšetření méně napadena.

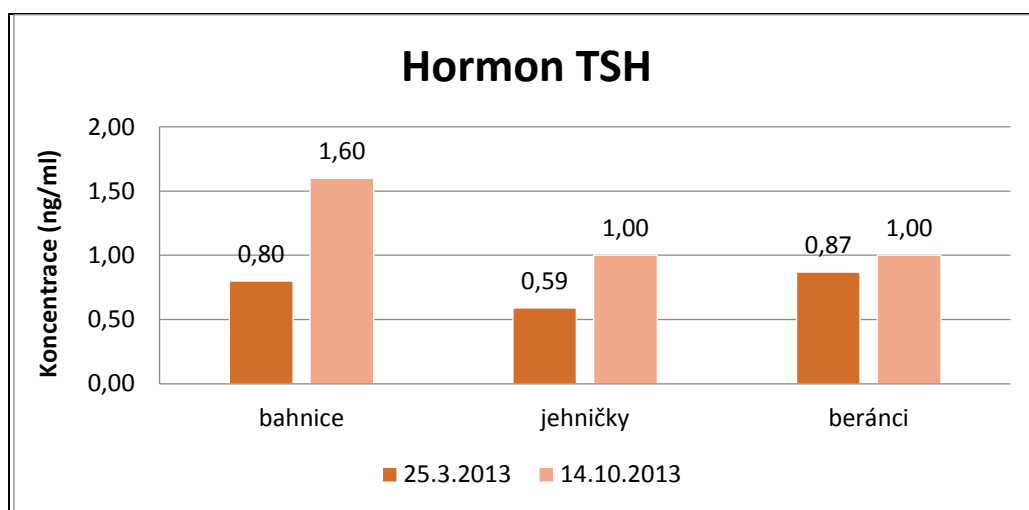
Vysoké hladiny γ - globulinů, které reprezentují významné frakce protilátek, jsou indikátorem možného zvýšení úrovně imunitních funkcí. Rovněž z pokusu Dušové (2014) vyplývá, že se po narození koncentrace γ - globulinů zvyšovala a u dvou měsíčních jehňat byly hodnoty nad hranicí fyziologického rozpětí. Dle výsledků experimentu Franca et al. (2011) se zvyšování γ - globulinů s rostoucím věkem nepotvrdilo.

Koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě jehňat byly velmi podobné. Tato koncentrace však byla u beránků vždy vyšší než u jehniček. Z pasivní imunity na imunitu vlastní přecházejí jehňata mezi 3. – 8. týdnem. Z toho vychází, že už při první odběru nebyla jehňata závislá na příjmu imunoglobulinů z mléka, ale uplatňovala vlastní imunitní systém.

5.4 Hodnocení aktivity štítné žlázy

Tyreostimulující hormon nejlépe odráží funkční stav štítné žlázy, jeho koncentrace má při diagnostice poruch funkce štítné žlázy zásadní význam. V grafu č. 7 a tabulce č. 12 je vidět jak se měnil tyreostimulující hormon u bahnic a jehňat v průběhu roku 2013.

Graf č. 7 Průměrná koncentrace hormonu TSH u jednotlivých kategorií zvířat v průběhu pokusu.



Tabulka č. 12 Koncentrace tyreostimulujícího hormonu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období

	Jehničky		beránci		bahnice	
	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
datum	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
sx	0,08	0,42	0,32	0,62	0,28	0,64
n	16	16	8	8	8	8
průměr	0,59	1,01	0,87	1,03	0,80	1,60

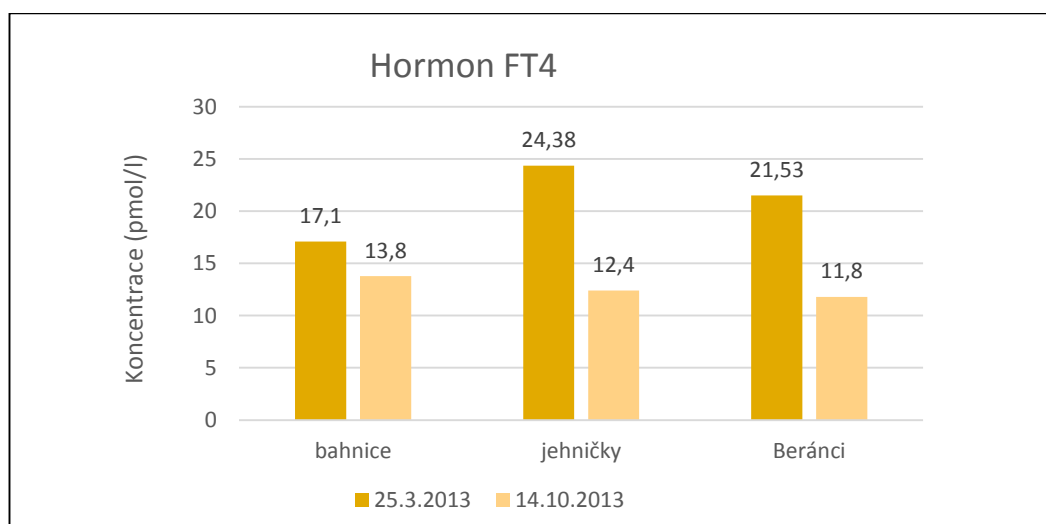
(sx – směrodatná odchylka, n – počet sledovaných zvířat)

Tyreostimulující hormon v krevní plazmě bahnic se na jaře pohyboval v normálních hodnotách. Na podzim se hladina TSH zvýšila téměř o polovinu. Referenční hodnoty tyreostimulujícího hormonu u ovcí nejsou stanoveny. Dušová (2014) ve svém výzkumu uvádí u březích bahnic koncentraci tyreostimulujícího

hormonu v krevní plazmě 2,5 ng/ml a při zvýšené suplementaci jódem 1,5 ng/ml. Voudouri et al. (2003) naměřili hladinu TSH krevním séru ovcí 1,12 ng/ml.

Koncentrace tyreostimulujícího hormonu v krevní plazmě jehňat byla na podzim vyšší, než na jaře. Při prvním odběru byla tato koncentrace poměrně nízká, u jehniček měla hodnotu 0,6 ng/ml, u beránků dosahovala úrovně 0,87 ng/ml. Při druhém, podzimním odběru koncentrace tyreostimulující hormonu v krevní plazmě u jehniček i beránků stoupla nad 1 ng/ml. Průměrnou koncentraci TSH v krevním séru jehňat uvádí Voudouri et al. (2003) 1,12 ng/ml. Dušová (2014) ve svém pokusu zjistila koncentraci TSH u dvou měsíčních jehňat 1,2 ng/l. Dle Racka et al., (2006) zvyšuje koncentraci TSH na podzim chladné počasí a fyziologická námaha.

Graf č. 5 Průměrná koncentrace volného tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v průběhu pokusu.



Tabulka č. 13 Koncentrace volného tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období

	Jehničky		Beránci		Bahnice	
	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
datum	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
sx	3,21	1,58	3,44	2,76	4,30	2,60
n	16	16	8	8	8	8
průměr	24,38	12,38	21,53	11,84	17,07	13,77

(sx – směrodatná odchylka, n – počet sledovaných zvířat)

Koncentrace FT4 a FT3 jsou nezávislé na vazebných proteinech, díky tomu odrážejí skutečný stav aktivity štítné žlázy. Vzhledem ke změnám hladin těchto hormonů je možné určit nejen aktivitu štítné žlázy, ale i odhalit zda se nejedná o některou z poruch štítné žlázy (Kotačová, 2012).

Jejich hladina v krvi je vyjádřena v grafu č. 5 a tabulce č. 11. Koncentrace volných tyroidních hormonů souvisí s potřebami organismu. Nazifi et al. (2008) uvádí referenční limity FT4 $19,53 \pm 0,9$ pmol/l. Ve srovnání s těmito hodnotami sledované bahnice při jarním měření dosahovaly mírně snížených hodnot. Koncentrace volného trijódtyroninu při podzimním odběru klesla pod 14 pmol/l.

U jehniček i u beránek byla koncentrace volného tyroxinu v krevní plazmě na jaře téměř 2x vyšší než na podzim. Z pokusu Dušové (2014) vyplývá, že koncentrace volného tyroxinu u dvou měsíčních jehňat byla 18 pmol/l.

Vztah mezi koncentrací volného trijódtyroninu a produkcí tyreostimulujícího hormonu nám umožňuje sledovat aktivitu štítné žlázy (Racek et al., 2006). Na jaře byla aktivita štítné žlázy poměrně zvýšená. Vyšší aktivita štítné žlázy na jaře může souviset s větší fyziologickou zátěží, změnou ve složení krmné dávky, metabolickou náročností laktace bahnic a u jehňat s jejich velkou růstovou intenzitou.

Při podzimním odběru byla koncentrace TSH zvýšená a koncentrace FT4 naopak snižena, z toho usuzujeme, že by se mohlo jednat o hypofunkci štítné žlázy. Protože však nejsou stanoveny referenční hodnoty TSH u ovcí, není možné prokázat, zda se jedná o hypotyreózu. Aktivita štítné žlázy na podzim mohla být způsobena nízkou zátěží oproti jaru a dobrou výživou kondicí zvířat. Některé bahnice byly na počátku březosti. Vzhledem k době odběru se snižovala kvalita pastvy. Na tuto změnu reagovala zvířata zvýšenou produkcí nadřazeného TSH, aby se následně zvýšila hladina tyroidních hormonů v krvi a zvýšila se tak aktivita štítné žlázy.

5.5 Živá hmotnost a přírůstky v průběhu pokusu

Naměřené hodnoty živé hmotnosti u sledovaných zvířat průběhu roku 2013 jsou uvedeny v tabulce č. 12 a grafu č. 9. Co se týče jehňat, byly dle očekávání vyšší průměrné přírůstky u beránků než průměrné přírůstky jehniček. Od jara do podzimu (přesně tedy za 203 dní) zvýšili beránci svou hmotnost o 34,1 kg, zatímco jehničky o 32,3 kg. Po přepočtu na průměrný denní přírůstek byl u těchto beránků 167,5 g a u jehniček 159 g. Vejčík (2007) uvádí lepší růstovou schopnost beránků o 10 - 20%. Přírůstek je ještě větší u nekastrovaných beránků. Po srovnání s Horákem et al. (2012) odpovídá přírůstek pastevnímu způsobu chovu bez přidavku jádra. Dle kontroly užitečnosti výkrmnosti jehňat v polních podmínkách v ČR je průměrný přírůstek plemene Suffolk 249 g (Anonym, 2016).

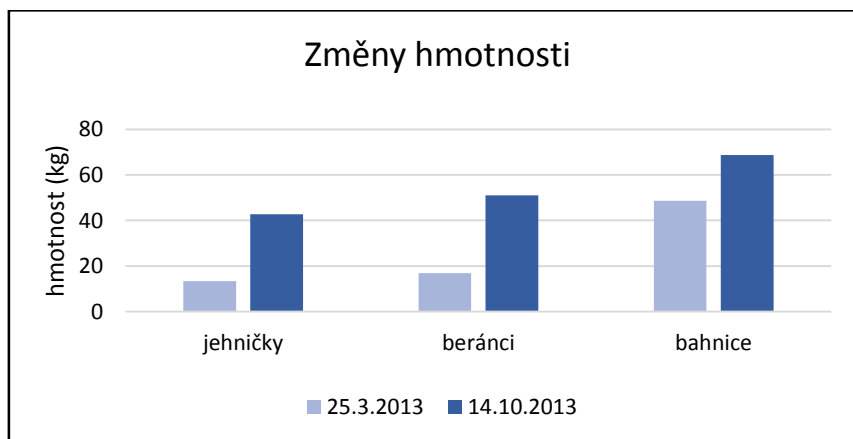
Bahnice oproti jarnímu měření zvýšily svou hmotnost o 20,2 kg v důsledku kvalitnímu příjmu potravin a zvyšování tělesných zásob před zimou.

Tabulka č. 12 Vývoj živé hmotnosti sledovaných zvířat v průběhu pokusu.

		Jehničky	Beránci	Bahnice
25.3.2013	průměr	13,4	16,9	48,6
	sx	3,0	4,0	7,9
	n	8	8	16
14.10.2013	průměr	42,7	51,0	68,8
	sx	8,0	4,7	11,7
	n	8	8	16
přírůstek		32,3	34,1	20,2

(sx – směrodatná odchylka, n – počet sledovaných zvířat)

Graf č. 9 Vývoj živé hmotnosti sledovaných zvířat v průběhu pokusu.



6. Závěr

- Z výsledků vyplývá, že koncentrace celkové bílkoviny v krevní plazmě sledovaných bahnic, jehniček i beránek byla vysoká. Tato koncentrace u bahnic byla na jaře $88,46 \pm 3,12$ g/l, na podzim $84,53 \pm 5,52$ g/l. Takto vysoká koncentrace bílkovin v krevní plazmě byla způsobena hemokonztrací v důsledku nedostatečného příjmu tekutin nebo jejich ztrátou např. průjmech. Vysokou koncentraci bílkovin v krevní plazmě ovlivnila stříž, provedená týden před odebráním vzorků a nízkou teplotou (-3°C) při odebrání vzorků. Dalším faktorem, bylo spásání mladé zelené píce, obsahující velké množství bílkovinných látek a stoupajícími nároky na energii pro tvorbu mléka, zejména v začátcích laktace. U jehnat byla výrazem produkčního růstu.
- Hladina plazmatických bílkovin sledovaných bahnic i jehnat v roce 2013 byla na jaře vyšší než na podzim ($p < 0,05$). Stejně tak tomu bylo i u aktivity štítné žlázy, která byla na jaře vyšší v důsledku fyziologické zátěže, především vysoké laktace bahnic a velkých přírůstcích jehnat.
- V závislosti na vysoké koncentraci celkových bílkovin v krevní plazmě byly vysoké i její frakce.
- Hladina albuminu byla sice v absolutní hodnotě nad referenčními hodnotami, ovšem při poměření procentuálního zastoupení byla u bahnic i jehnat zvýšená pouze mírně mezi 54 – 63%.
- Koncentrace plazmatických bílkovin beránek byla vyšší než jehniček. To se projevilo zejména u albuminu, který je projevem zvýšené tvorby bílkovin. Potvrzují to vyšší přírůstky beránek. Průměrný denní přírůstek beránek byl 167,5 g, jehniček 159 g.
- Hladina γ – globulinů v krevní plazmě byla v závislosti na celkové bílkovině vysoká. Po přepočtu na procentuální zastoupení byla hladina γ – globulinů v krevní plazmě u všech kategorií v normálních limitech v rozmezí 14 - 27 %.

- Koncentrace γ – globulinů v krevní plazmě jehniček i beránek byla na jaře o 7 g/l vyšší než na podzim. Toto navýšení souvisí s parazitologickým nálezem kokcií z rodu *Eimerie* a gastrointestinálních nematod.
- Koncentrace α - globulinů byla v procentuálním vyjádření v normálních hodnotách. β - globuliny byly u všech sledovaných kategorií mírně nižší než referenční hodnoty.
- Vzájemné vztahy mezi obsahem plazmatických bílkovin v krvi sledovaných jehňat i bahnic byly ve většině případů pozitivní. U jehňat byly korelační koeficienty více proměnlivé než u bahnic.
- U bahnic i jehňat byla zjištěna vysoká závislost mezi celkovými bílkovinami a γ globuliny ($p < 0,05$). I mezi ostatními frakcemi plazmatických bílkovin a γ globuliny byl korelační koeficient téměř vždy pozitivní. U jehňat dosáhl ve většině případů korelační koeficient γ - globulinů a α_2 -globuliny význačné závislosti. Také u bahnic byla při podzimním měření mezi těmito frakcemi zjištěna velká závislost. Dále se u jehňat projevila velká závislost mezi celkovými bílkovinami a α_2 - globuliny. U bahnic byla tato závislost mírná až významná.

Spolehlivých údajů o hodnotách frakcí bílkovin v krevním séru ovcí je velmi málo a uváděné hodnoty se mezi jednotlivými autory liší. Z výsledků vyplývá, že elektroforetické stanovení bílkovin krevního séra ovcí může poskytnout poznatky využitelné v diagnostice a hodnocení průběhu onemocnění těchto zvířat. Uvedené výsledky rozšiřují informace o hodnotách jednotlivých frakcí krevních bílkovin u ovcí.

Doporučení pro další výzkumnou práci:

Protože existuje málo poznatků o elektroforetickém stanovení bílkovin krevního séra u ovcí, je potřeba rozšířit údaje o faktorech vnitřního i vnějšího prostředí, které ovlivňují úroveň plazmatických bílkovin a zejména jejich frakcí za fyziologických i patologických stavů.

7. Seznam bibliografických citací

- Abbas A. K. Lichtman A. H., (2011): Basic imunology: Functions and disorders of the imine system. 3. Vydání. Philadelphia: saundersel sevier. 312 p.
- Adámek T., Paluch Z., Alušík Š. (2008): Bílkoviny krevní plazmy ve stáří a volné frakce bílkovin. Česká Geriatrické Revue. 2008: 6(4), 257-262.
- Alberghina D., Giannetto C., Vazzana I., Ferrantelli V., Piccione G., (2011): Reference intervals for total protein concentration, serum protein fractions, and albumin/globulin ratios in clinically healthy dairy cows. Journal of veterinary diagnostic investigation. Jan; 23(1), 111-114.
- Alpha diagnostic int. (2014): Sheepigg - ELISA kitcat. No. 7620 [online]. Dostupné z: <http://4adi.com/objects/catalog/product/extras/7620.pdf>. [cit.2014-11-27]
- Anonym (2015): Elektroforéza – zkratka ELFO. Dostupné z [www: http://labmet.zshk.cz/vyuka/ELFO.aspx](http://labmet.zshk.cz/vyuka/ELFO.aspx) [cit. 8.11.2015]
- Anonym (2016): Svaz chovatelů ovčí a koz Dostupné z [www: http://www.schok.cz/aktualita/porovnani-krmnych-doplнку-pro-novorozena-jehnata-kuzlata](http://www.schok.cz/aktualita/porovnani-krmnych-doplнку-pro-novorozena-jehnata-kuzlata) [cit.15.2.2016]
- Antunović Z., Šperanda M., Steiner Z. (2004): Influence of age and reproductive in the blood indicator of ewe. Archiv für Tierzucht, 47, s. 265-273.
- Antunović Z., Marić I., Steiner Z., Vegara M., Novoselec J. (2011a): Blood metabolic profile of the dubrovník sheep. Macedonianjournalof Animal Science, Vol. 1, No. 1., 2011(Vol. 1, No. 1 pp. 35–38,). DOI: 636.37.09 : 616.15 (497.5). ISSN 1857 – 6907.
- Antunović Z., Novoselec J., Šperanda M. et al. (2011b): Changes in biochemical and hematological parameters and metabolit hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation Source. Archiv für tierzucht, 54, s. 535-545

- Bárta O. (1993): Radial immuno diffusion quantitative determination of Immunoglobulins and C3. In: Bárta O.: Monographs in Animal Immunology 2. Vydání. Blacksburg, BAR-LAB, Inc. S. 3-14.
- Baumgartner W., Pernthaner A. (1994): Influence of age, season and pregnancy upon blood parameters in Austrian Karakul sheep. Small ruminant research, 13, 147-151.
- Bianco A. C., Kim B. W. (2006): Deiodinases: implications of the local control of Thyroid hormone action. Journal of Clinical Investigation, 116, s. 2571-2579.
- Bianco A. C., Salvatore D., Gereben B. et al. (2002): Biochemistry, cellular and Molecular biology, and physiological roles of the iodothyronine selenodeiodinases. Endocrinological Review, 23, s. 38-89.
- Blahoš J., Zamrazil V., Cibula D. et al. (2006): Endokrinologie – Interdisciplinární Obor. 1. Vydání. Praha, Triton. 505 s.
- Blumhart R., Scoot W. (1996): Thyroid – Nuclear Medicine. Reviwand Reference Notes on Nuclear Medecine, s. 1- 4.
- Bod'a K. et al. (1990): Patologická fyziológia hospodárskych zvierat, 1. Vydání, Príroda, Bratislava, 386 s.
- Boland T. M., Brophy P. O., Callan J. J. et al. (2004): The effects of mineral-block Components when offered to ewes in late pregnancy on kolostrum yield and Ig G Absorption in their lambs. Animal Science, 79, s. 293-302.
- Bonev G., Slavov R., Georgika S. et al. (2012): Thee ffects of productive status and age on some blood serum parameters efore oestrous synchronisation in Awassi and Awassi crosses sheep breed. Journal of agricultural Science and Technology, 4, s. 117-119
- Bremmer D. R., Bertin S. J., Besong S. A. et al. (2000): Changes in hepatic microsomal triglyceride transfer protein and triglyceride in periparturient dairy cattle. Journal of Dairy Science, 83, s. 2252-2260.

- Caldeira R. M., Belo A. T., Santos C. C., Vazyues M. I., Portugala. V. (2005): The effect of body conditionscore on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small rum. Res.*, 27, 1–9
- Cibrej H. et al. (2007): Vyhodnoteni metabolických profilov u muflonů, *folia ventoria*, 36 - 37, 2007
- Červený Č. (1999): Koldův atlas veterinární anatomie, In: Červený Č. Komárek, V., Štěřba, O.: Grada Publishing, Praha, s. 352 - 353. ISBN 80-7169-352-9.
- Donald G. E., Langlands J. P., Bowles J. E. Smith A. J. (1994): Subclinical selenium insufficiency. 5. Selenium status and the growth and wool production of sheep supplemented with thyroid hormones. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34, 13–18.
- Doubek J. et al (2003): *Veterinární hematologie*, Noviko a.s. Brno s. 27 a 89. ISBN 80-86542-02-5.
- Doubek J., Šlosárková S., Řeháková K., Scheer P., Beránková J. (2007): Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat, Novikoa.s., Brno. ISBN: 80 - 86542 – 16 - 5
- Dungl P. et al. (2005): *Ortopedie. EIS, E. Ortopedie pro speciální pedagogy*. Praha Grada, SPN, ISBN 80-247-0550-8.
- Dušová H. (2014): Vliv jódu na nutriční parametry ovcí [Disertační práce] České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta
- Ferenčík M., Škárka B., Novák M., Turecký L. (2000): *Biochémiá*, Slovak Academic Press, Bratislava, s. 506 – 507. ISBN 80- 88908-58-2.
- Flachovsky G. (2003): Anforderungen an die Spurenelementversorgung der Nutztiere aus tierernahrerischer und tieresundheitlicher Sicht. *Technologietag 2003 „veredlungs wirtschaft under veranderten Rahmenbedingungen – Strategien zur Verbesserung der Tiegesundheit und zur Munderung der Schwermetalleintrage in den Exkrementen“*. Niedersächsisches Kompetenzzentrum Ernährungswirtschaft Hochschule Vechta, s. 21-37.

- Franca R. et al. (2011): Protein profile of buff aloes of different agens, *Acta Scientia eveteriae*
- Ganong F. W. (2005): Přehled lékařské fyziologie. 1. Vydání. Praha, Galén. 890 s. ISBN 80-85787-36-9
- Greenspan F. S. (2003): Štítná žláza. In: Greenspan F. S., Baxter J.D. et al.: Základní klinická endokrinologie. 1. Vydání. Praha, H & H. s. 174-245.
- Haggard D. L., Stowe H. D., Conner G. H. et al. (1980): Immunologic effects of Experimental iodine toxicosis in young cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 41, s. 539-543.
- Hořejší V., Bartůňková J. (2009): Základy imunologie. 4. Vyd. Praha: Triton. 320 s.
- Chen X., Liu L., Yao P. et al. (2007): Effect of excessive iodine on immune fiction of Lymphocytes and intervention with selenium. *Journal of Huazhong University of Science and Technology*, 27, s. 422-425.
- Illek J., Sujová V., Šmídková J., Pišťková K., Filípek J., Kovařík K. (2015): Změny ve složení kolostra ve vztahu k době porodu. *Veterinářství 2015 (1)*: 66 - 68 ISBN 0 – 7216 – 4263 – 2.
- Jacobs D., Kasten B., Demott W. (1994): *Laboratory Test Handbook*. 3. Vydání. Hudson, Lexi-Comp. 1515 s.
- Javorka K. et al. (2006): *Lékařská fyziologie*, 2.vydání, Osveta, Turany, 678 s. ISBN – 80 – 8063 – 231 – 6.
- Jelínek P., Koudela K. et al (2003): *Fyziologie hospodářských zvířat*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-644-1.
- Jiskra J. (2011): *Poruchy štítné žlázy*. 1. Vydání. Praha, Mladá fronta a.s. 46 s.
- Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. I. et al. (1997): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5. Vydání. San Diego, Academic Press, 932 s.

- Kotačová L. (2015): Trijódtyronin volný. [online] Dostupné z: <http://www.toplekar.cz/laboratorni-hodnoty/trijodthyronin-volny.html>
[cit 2015 -11-28]
- Kotlín R., Dyr J. E. (2008): Tvorba fibrinu a jeho degradace, Ústav hematologie a krevní transfuze, Chem. Listy 102, 314–318 (2008).
- Koubková M., Knížková I., Kunc P., Härtlová H., Flusser J., Doležal O. (2002): Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, hematological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows. Czech J. Anim. Sci., 47, 2002 (8), s. 309–318
- Kovacs W. J., Ojeda S. R. (2012): Textbook of endocrine physiology. 6. Vydání. New York, Oxford University Press, 462 s.
- Krabačová I. (2002): Morfologické a funkční změny štítné žlázy při různé saturaci hospodářských zvířat jódem. [Disertační práce]. Jihočeské univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice
- Kraft W., Dürr U. (2001): Clinical Laboratory Diagnostics in Veterinary Medicine. 1. Vydání. Bratislava, Hajko & Hajková. 365 s..
- Kresan J., et al. (1979): Morfologie hospodářských zvířat, Příroda. Bratislava ve spolupráci s SZN Praha,
- Kreze A., Langer P., Klimeš I. (1993): Praktická endokrinológia. 1. Vydání., Bratislava, Slovak Academic Press. 549 s.
- Kudělková L. (2013): Elektrolýza bílkovin krevního séra u koz za fyziologických podmínek a při experimentální parazitární infekci [Disertační práce] Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinárního lékařství
- Límanová Z. (2003): Onemocnění štítné žlázy ve stáří, Česká geriatrická revue, 3/2003 str. 14 – 21, Brno, ISSN 1801-8661.

- Límanová Z., Pikner R., Springer D. (2011): Doporučení pro laboratorní diagnostiku funkčních a autoimunních onemocnění štítné žlázy, *Klinická biochemie a metabolismus* ročník 1/2011, vydává česká lékařská společnost J. E. Purkyně, str. 48 – 61. ISSN 1210-7921.
- Loste A., Ramos J. J., Fernández A. et al. (2008): Effect of colostrum treated by heat on immunological parameters in newborn lambs. *Livestock Science*, 117, s. 176-183.
- Marvan V. et al. (1998): *Morfologie hospodářských zvířat*. Česká zemědělská univerzita a Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brázda, Praha, 303 s. ISBN 80-209-0273-2.
- Murray R. K., Bender D. A., Botham K. M. et al. (2013): *Harperova ilustrovaná Biochemie*. 1. Vydání. Praha, Galén, 730 s.
- Musil F., Svobodová M., Kličková D. (2010): Hodnoty jóduří klinických vzorků v klatovském regionu v období 1998-2009. In: IX. Konference u příležitosti Dne jódu. Centrum laboratorní medicíny – biolab s.r.o. Klatovy. Praha. s. 33 – 35, *Příroda*. 1182 s.
- Najbrt R. et al. (1980): *Vetarinární anatomie*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 524 s. ISBN 07-097-80.
- Narayanan R., Weigel N. L. (2004): Steroid/Thyroid Hormone Receptors. In: LENNARZ W. J., LANE M. D.: *Encyklopedia of Biological Chemistry*, Elsevier Academic Press, Oxford, UK, 111 s. ISBN 0124437109
- Or Z. S., Fidanci U. R. (2009): Sap virusu ile enfekte ve aşıli danalarda serum proteinlerinin elektroforetik dağılımı. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara, 2009 (56), 13-18
- Pavlata L. (2009): Poruchy metabolismu jódu. In: Hofírek B., Dvořák R., Němeček L. (eds.), *Nemoci skotu*. 1. Vydání, Brno, NOVIKO. s. 710-711.

- Pechová A., Ševčíková L., Pavlata L. et al. (2012): The effect of variol form of selenium supplied to pregnant goats on selected blood parameters and on the Concentration of Se in urine and blood of kids at the time of weaning. *Veterinarni Medicina Czech*, 57, s. 394-403
- Piccione G. et al., (2012): electrophoretic serum Protein Fraction Profile During the Different physiological phases in Comisana ewes, *Reproductive in Domestic Animal S.* 591 – 595, 2012
- Pípek P. (2015): Technologie masa. [online] Dostupné z [www: http://web.vscht.cz/pipekp/ppv.pdf](http://web.vscht.cz/pipekp/ppv.pdf) [cit. 15.12.2015]
- Popesko P. et al. (1992): *Anatómia hospodárskych zvierat*, Príroda, Bratislava, 693 s. ISBN 80-07-00542-0.
- Potluková E. (2013): Poruchy štítnej žľazy a tehotenství. *Praktické lékařství*, 9, s. 157-160.
- Prošová I. (1996): *Endokrinologie v praxi*. Grada publishing, Praha, ISBN: 880 – 7169 – 220 – 4.
- Ráček J., Eiselt J., Friedecký B., Holeček V., Nekulová M., Pittrová H., Ryšavý Z., Senft V., Šavlová M., Těšínský P., Verner M. (2006): *Klinická biochemie*. 2. Vydání. Nakladatelství Galén, Praha 2006. 329 s. ISBN 80-7262-324-9.
- Reece W. O. (1998): *Fyziologie domácích zvířat*, Grada Publishing, Praha, s. 449. ISBN 80 – 7169 - 547 – 5.
- Reece W. O. (2011): *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 4. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3282-4.
- Rodinová H. (2008): Vliv zkrmování různých forem selenu na úroveň plazmatických bílkovin a aktivitu glutathionperoxidázy u ovcí. [Disertační práce] JU ZF v Českých Budějovicích, 103 s.
- Rokyta R. et al. (2000): *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Vyd. 1. Praha: ISV. Lékařství. ISBN 80-85866-45-5

- Sambras H. H. (2006): Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata. Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda, 295 s. ISBN 80-209-0344-5.
- Schenck M., Kolb E. (1991): Základy fyziologické chémie, Příroda, Bratislava, 648 s. ISBN 80-07-00418-1.
- Silbernagl S., Despopoulos A. (1993): Atlas fyziologie člověka. 2. Čes. Vyd. Podle 3. Něm., přeprac. a rozš. Praha: Grada, ISBN 80-85623-79-X.
- Slanina L., Sokol J. (1991): Vademecum veterinárního lékaře. 1. Vyd. Bratislava: Příroda. Veterinárstvo. ISBN 80-07-00419-X
- Stárka L. (1995): Kretenismus v Čechách před 120 lety. In: Hníková, O.: Jódový deficit u dětí a dospívajících. Vesmír 74, č. 4, s. 196 - 197.
- Šarapatková H. (2006): Vyšetření tyreopatií v ordinacích praktického lékaře. Medicína pro praxi, 2, 68-69.
- Šterzl I., Hrdá P., Matucha P. et al. (2006): Autoimunitní tyreoiditida – vybrané Etiopatogenetické mechanizmy. Vnitřní lékařství, 52, s. 891-899.
- Toldiny L. (2007): Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. Animal 2007, s. 997 – 1008.
- Toman M. (2000): Veterinární imunologie. 1. Vyd. Praha: Grada. ISBN 80-7169-727-3
- Toman M., Faldyna M., Krejčí J. (2009): Imunita skotu In: Hofírek, B. (ed): Nemoci skotu. Česká buiatrická společnost. Noviko, Brno, 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5.
- Trávníček J., Kroupová V. (2003): Tělní tekutiny. In: Jelínek P., Koudela K., Doskočil J. (eds), Fyziologie hospodářských zvířat. 1. Vydání. Brno, MZLU v Brně. s. 43-46.
- Trávníček J., Kroupová V., Dušová H. et al. (2011): Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce. Metodická příručka, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Agrovýzkum Rapotín. 56 s.

- Trojan S. (1994): Lékařská fyziologie. Praha: Grada, ISBN 80-7169-036-8.
- US Food and Nutrition Board (2001): Dietary Reference Intakes. A report of the Institute of Medicine. Washington, D.C., National Academy Press. s. 8-27.
- Van Saun R. (2000): Blood profiles as indicators of nutritional status. Proceedings of 18th Annual Western Canadian dairy seminar, red deer, Alberta, Canada, 1–6
- Vejčík A. (2007): Teorie a praxe v chovu ovcí: odborná monografie, Theory and practice of sheep breeding, 1. Vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2007, 72 s. ISBN 978-80-7394-007-2.
- Vokurka M., Hugo J. (2004): Velký lékařský slovník, 4. Vydání, Jessenius, Maxdorf, Praha, ISBN 80 - 7345 - 037 – 2.
- Vokurka M., Hugo J. (2004): Velký lékařský slovník, 4. Vydání, Jessenius, Maxdorf, Praha, ISBN 80 - 7345 - 037 – 2.

8. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Přehled vlastností a funkcí některých bílkovin.....	13
Tabulka č. 2 Hodnocení korelačních koeficientů.....	37
Tabulka č. 3 Korelace plazmatických bílkovin beránek 25.3.2013.....	40
Tabulka č. 4 Korelace plazmatických bílkovin jehniček 25.3.2013.....	40
Tabulka č. 5 Korelace plazmatických bílkovin beránek 14.10.2013.....	40
Tabulka č. 6 Korelace plazmatických bílkovin jehniček 14.10.2013.....	41
Tabulka č. 7 Korelace plazmatických bílkovin bahnic odebraných 25.3.2013.....	42
Tabulka č. 8 Korelace plazmatických bílkovin bahnic odebraných 14.10.2013.....	42
Tabulka č. 9 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin beránek.....	43
Tabulka č. 10 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin jehniček.....	44
Tabulka č. 11 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin bahnic.....	46
Tabulka č. 12 Koncentrace tyreostimulujícího hormonu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období.....	54
Tabulka č. 13 Koncentrace volného tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období.....	55

9. Seznam grafů

Graf č. 1 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin beránků.....	44
Graf č. 2 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin jehniček.....	46
Graf č. 3 Průměrná koncentrace plazmatických bílkovin bahnic.....	47
Graf č. 4 Průměrná koncentrace celkových bílkovin v krevní plazmě v průběhu sledování.....	49
Graf č. 5 Průměrná koncentrace albuminu v krevní plazmě v průběhu sledování.....	51
Graf č. 6 Průměrná koncentrace γ - globulinů v krevní plazmě v průběhu sledování.....	53

10. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Relativní rozměry a molekulové váhy některých krevních bílkovin....	12
--	----