

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: Zemědělské inženýrství (B4131)

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

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

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Aktivita štítné žlázy ovcí**

The thyroid gland activity of sheep

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

Autor: Bc. Blanka Dřízhalová

České Budějovice, 2014

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 10. 11. 2014

Blanka Dřížhalová

## Poděkování

Za odborné vedení a cenné rady patří mé poděkování školiteli prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. a Ing. Haně Dušové Ph.D. Velké poděkování patří také mé rodině a přátelům za oporu a trpělivost při mém studiu.

## Souhrn

V teoretické části diplomové práce je popsána štítná žláza, její význam, anatomie, tvorba hormonů a jejich regulace. V práci jsou shrnuty poznatky o vlivech vnějšího prostředí na štítnou žlázu ovcí, jako je výživa, klimatické podmínky nebo roční období a o vlivech vnitřních faktorů, zejména plemene, užitkovosti, věku.

Praktická část je zaměřena na zhodnocení aktivity štítné žlázy volně pasených bahnic a jehňat na jaře a na podzim v roce 2013. Práce se dále zabývá posouzením možné závislosti mezi obsahem tyroidních hormonů v krevním séru a fyziologickým stavem ovcí. Díky korelačním závislostem mezi TSH a hormony štítné žlázy byla potvrzena správná regulace štítné žlázy u bahnic i jehňat. Aktivita štítné žlázy byla na jaře vyšší než na podzim. Hypotyreóza na podzim se však nepotvrdila, protože nejsou stanovené referenční hodnoty TSH. Na podzim byla zjištěna také nižší hladina glukózy a cholesterolu v krvi bahnic, což svědčí o nižším příjmu energie v krmivu na podzim. Rovněž močovina, která úzce souvisí s nedostatkem energie, hladověním a velkým příjmem N - látek v krmné dávce byla na podzim 2x vyšší než na jaře. Mezi zvýšenou koncentrací močoviny a zvýšenou činností štítné žlázy byl zjištěn kladný vztah. Vzhledem ke změně složení krmné dávky začal TSH stimulovat štítnou žlázu k větší produkci hormonů štítné žlázy a tím i její větší aktivitě.

Klíčová slova: štítná žláza, ovce, tyroxin, trijodtyronin, metabolismus

## Summary

In the theoretical part of my thesis, I describe the thyroid, its importance, anatomy, creation of hormones and their regulation. There is also summarized the knowledge of external environment influences on the thyroid such as nutrition, climatic conditions or seasons and internal factors influences, mainly breed, efficiency and age.

The practical part is focused on the evaluation of the thyroid activity of free-range ewes and lambs in the spring and autumn of 2013. The thesis also deals with the evaluation of possible relevance between the content of thyroid hormones in the blood serum and the physiological state of the sheep. Thanks to the correlation between TSH and thyroid hormones, the proper regulation of the thyroid of ewes and lambs was confirmed. The thyroid activity was higher in the spring than in the autumn. The hypothyroidism in the autumn was not proved because no referential values of TSH are set. In the autumn there was a lower level of glucose and cholesterol in the blood of the ewes determined which gives evidence of a lower energy income from the feed in the autumn. Also the urea level which is closely connected to the energy shortage, starvation, and high income of N – substances in the feed dosage was in the autumn twice as high as in the spring. There was a positive correlation determined between the higher urea concentration and the higher thyroid activity. Owing to the change of the feed content, the TSH started to stimulate the thyroid to a higher thyroid hormones production and thus to its higher activity.

Key terms: thyroid, sheep, thyroxine, triiodthyronine, metabolism

# Obsah

1. Úvod.....	14
2. Cíl práce .....	16
3. Literární přehled.....	17
3.1 Význam štítné žlázy .....	17
3.2 Anatomie štítné žlázy .....	17
3.2.1 Makroskopická stavba štítné žlázy.....	18
3.2.2 Mikroskopická stavba .....	19
3.3 Aktivita štítné žlázy.....	21
3.3.1 Biochemie tvorby hormonů štítné žlázy .....	21
3.3.2 Přenos hormonů v organismu .....	22
3.3.3 Regulace aktivity štítné žlázy.....	25
3.3.4 Poruchy aktivity štítné žlázy .....	27
3.4 Vlivy působící na funkci štítné žlázy .....	30
3.4.1 Výživa .....	30
3.4.1.1 Význam jodu v organismu .....	31
3.4.1.2 Strumigeny .....	34
3.4.2 Roční období .....	35
3.4.3 Teplota.....	35
3.4.4 Cirkadiánní rytmy .....	36
3.4.5 Plemeno.....	36
3.4.6 Pohlaví .....	37
3.4.7 Věk .....	37
3.5 Závislost mezi hormony štítné žlázy a fyziologickým stavem .....	39
3.5.1 Vliv na metabolismus.....	39

3.5.1.1	Glukózový metabolismus.....	40
3.5.1.2	Lipidový metabolismus.....	41
3.5.1.3	Proteinový metabolismus.....	43
3.5.2	Růst a vývoj .....	44
3.5.3	Krevní oběh.....	45
3.5.4	Tělesná teplota .....	45
3.5.5	Reprodukční cyklus.....	46
3.5.5.1	Změny během říje .....	46
3.5.5.2	Změny během březosti a po porodu .....	46
3.5.6	Laktace .....	47
3.5.7	Růst vlny .....	47
4.	Materiál a metodika.....	49
5.	Výsledky a diskuze .....	52
5.1	Živá hmotnost a přírůstky v průběhu pokusu.....	52
5.2	Korelační závislosti mezi hormony štítné žlázy a tyreostimulujícím hormonem .....	54
5.3	Koncentrace hormonů štítné žlázy v krevní plazmě .....	55
5.3.1	Tyreostimulují hormon .....	55
5.3.2	Celkový tyroxin.....	57
5.3.3	Celkový trijodtyronin.....	59
5.3.4	Volný tyroxin .....	61
5.3.5	Volný trijodtyronin .....	62
5.4.1	Glukóza .....	63
5.4.2	Močovina .....	65
5.4.3	Triacylglyceridy .....	67
5.4.4	Cholesterol .....	68
7.	Seznam bibliografických citací .....	71

# 1. Úvod

Štítná žláza je nezbytná pro správnou činnost organismu, její hlavní funkcí je syntéza, skladování a sekrece hormonů štítné žlázy tyroxinu (T4) a trijodtyroninu (T3). Tyto hormony jsou zásadní k udržení fyziologických funkcí organismu, ovlivňují optimální fungování metabolismu v tkáních, správný růst a vývoj jedince. Hormony štítné žlázy mají vztah k metabolismu sacharidů, lipidů a minerálních látek, stimulují spotřebu kyslíku ve většině buněk těla.

Aktivita štítné žlázy je založena na principu tzv. negativní zpětné vazby (Jiskra, 2011). Tvorba hormonů štítné žlázy je regulována činností hypotalamu (část mozku) a hypofýzou (podvěskem mozkovým).

Aktivita štítné žlázy je ovlivňována širokým spektrem faktorů, tyto vlivy lze rozdělit do vnějších a vnitřních. Mezi vnitřní neboli endogenní faktory lze zařadit zdravotní stav samotné štítné žlázy, věk, pohlaví, plemeno, užitkovost, zátěž. K vnějším, někdy označovaným jako environmentálním, faktorům se řadí především výživa – jod se selenem hrají nezastupitelnou roli při tvorbě hormonů štítné žlázy. Dále mezi vnější faktory náleží klima, roční období a s ním spojená délka dnů, teplota. Existuje však mnoho dalších specifických podmínek jako nemoci, nedostatek nebo přebytek jódu, přijímání potravy, kyannogenní glykosidy, fytoestrogeny, exogenní hormony nebo přijímané léky a další strumigeny.

Hladina hormonů štítné žlázy a tyreostimulujícího hormonu v krvi lidí i hospodářských zvířat jsou považovány za důležitý ukazatel funkce štítné žlázy v různých environmentálních podmínkách (Riis a Madsen, 1985). K posouzení aktivity štítné žlázy se využívá hlavně stanovení volného trijodtyroninu a tyroxinu vzhledem k jejich biologické aktivitě (Todini, 2007). Stanovení tyreotropinu (TSH) má zásadní význam při stanovení funkce štítné žlázy, případně v diagnostice tyreopatií (Racek et al., 2006). Změny koncentrací hormonů štítné žlázy v krevním séru jsou brány jako nepřímé indikátory metabolického a výživového stavu u zvířat. Hormony štítné žlázy umožňují zvířatům přizpůsobovat svoji metabolickou aktivitu k podmínkám prostředí. Toto je velmi důležité u volně žijících, pasených zvířat, jako jsou malí přežvýkavci, jejichž fyziologické funkce, například reprodukční cykly nebo růst vlny jsou sezónní.



Od roku 2000 dochází ke zvyšování stavů ovcí vlivem dotační politiky po vstupu České republiky do Evropské unie v roce 2004. Současné chovatelské zájmy upřednostňují chov masných plemen. Mezi oblíbená plemena chovaná v dnešní době patří suffolk, texel nebo charollais.

Znalosti o aktivitě štítné žlázy vedou k možnosti zlepšení zdraví zvířete a zvýšení jeho produkce.

## 2. Cíl práce

Cílem práce bylo zpracování literárního přehledu o významu štítné žlázy, její stavbě, funkci a regulaci. Dále zpracovat přehled o jednotlivých faktorech ovlivňujících její aktivitu. V práci jsou shrnuty současné poznatky o možných závislostech mezi aktivitou štítné žlázy a vlivech působících na štítnou žlázu, jako je plemeno, věk, klimatické podmínky, výživa a další faktory.

V praktické části bylo cílem zhodnotit obsah a dynamiku hormonů štítné žlázy v závislosti na energetickém metabolismu. Mezi sledované parametry byl zařazen obsah glukózy, cholesterolu, močoviny a triacylglycerolů v krevním séru sledovaných bahnic a jehňat. Zároveň bylo snahou vyhodnotit aktivitu hormonů štítné žlázy v krevním séru v závislosti na ročním období a přírůstcích sledovaných zvířat.

## 3. Literární přehled

### 3.1 Význam štítné žlázy

Štítná žláza secernuje hormony tetrajodtyronin (tyroxin, T4), trijodtyronin (T3) a kalcitonin (tyreokalcitonin) (Stárka et al., 1995). Štítná žláza je nepostradatelnou pro činnost organismu, ovlivňuje metabolismus lipidů, sacharidů, minerálních látek a stimuluje potřeby kyslíku ve většině buněk těla (Popesko, 1992). Hormony štítné žlázy neboli tyroidní hormony jsou nutné pro správný průběh všech životních funkcí, ovlivňují metabolismus v tkáních, růst a vývoj organismu. Základní složkou hormonů štítné žlázy je jód a jeho nedostatečný příjem se projevuje sníženou tvorbou T4 a T3.

Tyroidní hormony se odvozují od aminokyseliny tyrozinu (Jelínek, Koudela et al., 2003), protože obsahují ve svých molekulách atomy jódu (Javorka et al., 2006). Jód se váže organicky ve čtyřech formách – monojodtyrozin (MIT), dijodtyrozin (DIT), trijodtyronin (T3) a tyroxin (T4) (Reece, 1998). Podle Bodi et al. (1990) je T3 5 - 10 krát biologicky účinnější než T4.

Štítná žláza je jedinou endokrinní žlázou, která svůj sekreční produkt hromadí ve velkém množství, jedná se až o stodenní zásobu. Nejméně 20 % veškerého jódu v organismu se nachází ve štítné žláze, toto množství je vzhledem k její průměrné hmotnosti 0,02 – 0,05 % z celého organismu poměrně velké (Jelínek, Koudela et al., 2003).

### 3.2 Anatomie štítné žlázy

Štítná žláza (*glandula thyroidea*) se nachází se u všech obratlovců, je to největší endokrinní žláza organismu (Jelínek, Koudela et al., 2003). Její vznik během ontogeneze popisuje Popesko (1992) zesílením endodermy spodiny primitivního hltanu. Později se vyvíjí i její koncové části, ostatní části zanikají a vytvoří se typická endokrinní žláza bez vývodů. Z hlediska fylogenetického ji Ogasawara et al. (1999) srovnávají s endostylem pláštěnců a bezlebečných. V okolí štítné žlázy mohou být přídavné štítné žlázy (*glandulae thyroideae accessoriae*) (Popesko, 1992).

Štítná žláza je žláza s vnitřní sekrecí, tvoří ji dva laloky spojené úzkým můstkem (*isthymus*). Žláza se nalézá na krku v oblasti štítné chrupavky. Z histologického hlediska je patrná folikulární struktura, uvnitř folikulů se nachází tyreoglobulin, v té se shromažďují prekurzory hormonů štítné žlázy (Vokurka, Hugo, 2004). Funkcí folikulárních buněk (tyreocytů) je vylučování jódu, syntéza tyreoglobulinu a jeho sekrece do koloidu, dále také odštěpování hormonů z tyreoglobulinu a jejich uvolňování do krevního oběhu (Popesko, 1992). Epitel štítné žlázy tvoří buňky folikulární, jež vylučují tyroxin a buňky parafolikulární vylučují hormon kalcitonin (Červený, 1999).

Nejvýznamější funkcí štítné žlázy je produkce biologicky účinných hormonů 3, 5, 3', 5', - L – tetrajódtyroninu = tyroxinu (T4), 3, 5, 3' – L – trijódtyroninu (T3) a tyreokalcitoninu (Krabačová, 2002). Do pochodů látkové výměny hormony zasahují přímo nebo nepřímo (Kresal et al., 1979; Najbrt, 1980; Vokurka a Hugo, 2004).

### 3.2.1 Makroskopická stavba štítné žlázy

Štítná žláza patří k největším žlázám s endokrinní sekrecí. Nachází se na ventrální krajině krku, topograficky mezi hrtanem a průdušnicí (Černý, 2002). Kresan (1979) uvádí, že své pojmenování podle svého uložení – leží na štítné chrupavce hrtanu. Štítnou žlázu tvoří pravý a levý lalok (*lobus dexter et lobus sinister*) (Černý, 2002). Podle Červeného (1999) mají laloky oválný, protáhle oválný až trojúhelníkový tvar a jejich povrch je hladký až laločnatý. Její barva je tmavě červená až fialová (Černý, 2002).

Spojení laloků je pomocí tzv. můstku (*isthymus*), jedná se o ventrálně zúženou část (Popesko, 1992). Podle charakteru může být můstek žláznatý nebo vazivový, žláznatý můstek se nachází u šelem a skotu, naopak vazivový můstek najdeme u ovce, kozy a koně (Černý, 2002). Isthymus je u koní méně vyvinutý (Reece, 1998), u psa nebo kočky chybí (Reece, 1998). Žlázu obaluje světlé vazivové pouzdro (*capsula fibrosa*) (Červený, 1999) ze kterého dovnitř žlázy prostupují jemné vazivové přehrádky rozdělující žláznatý parenchym na neúplné lalůčky (*folliculi*) (Marvan et al., 1998). Vazivovými příhradkami probíhají cévy a leží v nich nervy (Popesko, 1992).

U skotu je pravý lalok větší než levý a pokrývá téměř dvě třetiny hrtanu (Černý, 2002). Autoři Marvan et al. (1998), Kresan, (1979) a Popesko (1992) se shodují na hmotnosti u dospělého skotu v rozmezí 20-35 g. Ferenčík (2000) však udává nižší hmotnost: 10-15 g. Fyziologické procesy v organismu, úroveň výživy, příjem jódu v krmivu a pitné vodě, roční období, teplotní podmínky, pohlaví a věk mají vliv na velikost štítné žlázy (Jelínek, Koudela et al., 2003).

### **Štítná žláza ovcí**

Rozdíl mezi štítnou žlázou ovcí a skotu není velký, můstek však bývá vazivový, jednotlivé laloky mají délku 3 - 5 cm, šířku 1 - 1,5 cm a tloušťku okolo 0,5 - 0,8 cm (Najbrt et al., 1980). Ferenčík (2000) uvádí hmotnost štítné žlázy u ovcí v rozmezí 4 - 5 g. Podobnou hmotnost publikuje i Sova et al., (1990). Kratochvíl (1998) popisuje rozsah hmotnosti štítné žlázy bahnic širší, a to mezi 3,4 až 12,1g. U jehňat uvádí Krabačová (2002) hmotnost 0,9 až 4,4 g.

#### **3.2.2 Mikroskopická stavba**

Mikroskopická stavba štítné žlázy úzce souvisí s její činností a umožňuje těsný kontakt endokrinních buněk s krevními cévami (Marvan et al., 1998).

Základní jednotku štítné žlázy tvoří folikuly vystlané zpravidla jednou vrstvou kubických epitelových buněk, tyreocytů (Marvan et al., 1998). Uvnitř folikulů se nachází dutina naplněná koloidem. Koloid má vzhled homogenní viskózní tekutiny, jeho hlavní složku tvoří bílkovina tyreoglobulin. Tyreoglobulin obsahuje aminokyseliny obsahující jód a tvoří tak prekurzory hormonů štítné žlázy – trijódtyronin (T3) a tyroxin (T4) (Kresan, 1979; Marvan, 1998). U většiny obratlovců se histologicky štítná žláza skládá z folikulů o průměru 0,05 až 0,1 mm (Jelínek, Koudela et al., 2003).

### **Folikulární epitelové buňky**

Tyto buňky tvoří 90 % parenchymu štítné žlázy (Marvan et al., 1998). Folikulární epitelové buňky vychytávají jód z krve, kde je v malém množství a koncentrují ho. (Schenck, Kolb, 1991). Další významnou funkcí je syntéza tyreoglobulinu a jeho hromadění v koloidu, odštěpují hormony T3 a T4 z tyreoglobulinu a uvolňují je do krevního oběhu (Marvan et al., 1998). Podrobná fyziologie folikulárních epitelových buněk je popsána v kapitole 3.3 Aktivita štítné žlázy.

### **Parafolikulární epitelové buňky**

Úkolem parafolikulárních buněk je secernování hormonu kalcitoninu (Červený, 1999). Druhým typem parenchymu štítné žlázy jsou parafolikulární epitelové buňky, neboli také C – buňky, mají jiné vlastnosti i skladbu. Jedná se o světlé buňky, větší než folikulární buňky, nacházejí se samostatně nebo v malých skupinách mezi bází folikulárních buněk a bazální membránou (Marvan et al., 1998).

Prokrvení štítné žlázy je bohaté, krev jí proteče asi za hodinu, pouze nadledviny mají bohatší prokrvení. Také inervace štítné žlázy není zanedbatelná, sympatická a parasympatická vlákna končí těsně u folikulárního epitelu, to napomáhá nervovým regulacím činnosti štítné žlázy (Jelínek, Koudela et al., 2003).

### 3.3 Aktivita štítné žlázy

#### 3.3.1 Biochemie tvorby hormonů štítné žlázy

Tvorba hormonů štítné žlázy začíná aktivním vychytáváním iontů jodidu z krve folikulárními buňkami štítné žlázy. Jodid se ve štítné žláze pomocí peroxidázy mění na molekulární jód a stává se součástí zásobní molekuly tyreoglobulinu (Ferenčík, 2000; Jelínek, Koudela et al., 2003; Jiskra, 2011; Schenck, Kolb, 1991; Vrzgula et al., 1990).

Reece (1998) popisuje tyreoglobulin jako velkou glykoproteinovou molekulu, která obsahuje mnoho tyrozinových molekul, její molekulová hmotnost činí okolo 680 kilodaltonů. Jodizací neboli připojením atomů jódu k tyrozinovým zbytkům v molekulách tyreoglobulinu vzniká monojótyrozin a dijódytyrozin (Schenck, Kolb, 1991). Molekuly tyrozinu zůstávají spolu ve vazbě, epiteové buňky folikulu produkují enzymy, potřebné pro spojení molekul a tvorbu T3 a T4. Sloučením molekul monojótyrozinu a dijódytyrozinu vzniká trijódytyronin, pokud se spojí dvě molekuly dijódytyrozinu vznikne tyroxin (Reece, 1998). Spojené tyroziny, připojené k molekule tyreoglobulinu, jsou po syntéze skladovány ve folikulu. Reece (1998) uvádí, že 90 % uvolněného tyreoidního hormonu představuje T4.

Při těchto procesech se tvoří také jódovaný tyrozinový zbytek, uváděný také jako aminokyselinový nebo alaninový zbytek. Tento zbytek se nachází ve folikulárních epitelových buňkách. Tyroinový zbytek je tvořen z asi 10 % tyroxinem a 80 – 85 % monotyrozinem s dijódytyrozinem (Schenck a Kolb, 1991). Tyrozinové zbytky jsou připojeny k tyreoglobulinovým molekulám (Reece, 1998). Část jódu se z jódovaných tyroxinových zbytků za účasti dejodáz neustále uvolňuje, tvořící jodid se přitom oxidací znovu zabudovává. Tvorba a rozklad hormonů štítné žlázy je propojený cyklus vázaný na bílkoviny (Schenck a Kolb, 1991). Jelínek, Koudela et al., (2003) uvádějí, že tvorba i rozklad tyreoidních hormonů je spojen se spotřebou kyslíku a energie.

Rozpad vytvořených hormonů, tzv. dejodace probíhá ve všech tkáních, ale především ve štítné žláze (Boďa et al., 1990; Vokurka a Hugo, 2004). Dejódázy patří do skupiny selenoproteinů, které ovlivňují přeměnu tyroxinu (T4) na biologicky aktivní trijódtyronin (T3) nebo reverzní trijódtyronin (rT3), který je neaktivní (Pavlata, 2009). Podle Boďi et al. (1990) je důležitá dejodace T4 na T3, je to tím že T3 je 5-10 krát biologicky účinnější než T4. Nedostatek selenu snižuje konverzi T4 na T3 a to je důvodem významného snížení T3 a zvýšení T4, dokonce i u ovcí a jehňat konzumujících dostatečné množství jodu (Donald et al., 1994). abulce č. 1 Reffetoff a Nicoloff (1995) popisují v tabulce č. 1 různé typy dejodináz podle jejich upřednostňovaného substrátu.

Tabulka 1 Tři typy dejodináz a jejich preference (Reffetoff a Nicoloff, 1995):

	Typ I	Typ II	Typ III
Preference substrátu	rT3 > T4 > T3	T4 > rT3 > T3	T4 ≥ rT3

### 3.3.2 Přenos hormonů v organismu

Pro transport hormonů v organismu hraje nezbytnou roli krev, proto je zde uvedena stručná charakteristika krve a krevní plazmy.

Krev je nepostradatelná tělesná tekutina, podílející se na udržení stálosti vnitřního prostředí, má transportní, regulační a ochrannou funkci (Doubek et al., 2003).

Díky krvi je umožněno dýchání transportem kyslíku a oxidu uhličitého, termoregulace, přenos živin, odpadních produktů, protilátek a důležitých hormonů (Jelínek, Koudela et al., 2003). Krev je tvořena krevní plazmou a krevními elementy - červené krvinky (erytrocyty), bílé krvinky (leukocyty) a krevní destičky (trombocyty) (Reece, 1998).

Dospělé ovce mají objem krve 55 – 65 ml / kg ž. hm., u mladých zvířat je objem krve na jednotku větší (Doubek et al., 2003).



## **Krevní plazma**

Jedná se o průhlednou, žlutavou, mírně alkalickou intravaskulární kapalinu. Krevní plazma (*plasma sanguinis*) představuje z fyziologického hlediska nejpodstatnější část vnitřního prostředí organismu (Doubek et al., 2003). Důležitá funkce plazmy je vytváření prostředí pro výměnu látek mezi buňkami tělních tkání a krví. Téměř 92 % ze složení krevní plazmy je podíl vody. Zbytek tvoří především bílkoviny, které mají transportní a regulační vlastnosti (Reece, 1998).

## **Přenos hormonů štítné žlázy v krevní plazmě a jejich přeměny**

Molekuly tyreoglobulinu s T4 a T3 se nemohou do krve vyplavit přímo. Nejdříve koloid, který je obklopen a uzavřen folikulárními buňkami odloučí pomocí proteolytických enzymů T3 a T4 z tyreoglobulinu, poté mohou být T3 a T4 resorbovány z bázi buněk (Schenck, Kolb, 1991; Reece, 1998).

V krvi jsou hormony štítné žlázy vázány a přenášeny pomocí speciálních transportních bílkovin (Schenck, Kolb, 1991; Narayanan, Weigel, 2004). Přes 99 % T3 a T4 je navázáno na TBG (Thyroxine – Binding - Globulin) a na prealbumin vázající tyroxin (Thyroxin – Binding – prealbumin) (Jelínek, Koudela et al., 2003). Vrzgula et al. (1990) uvádějí, že je navázáno dokonce 99,95 %. TBG se podle Blumharta a Scoota (1996) syntetizuje v játrech a závisí na něm celková koncentrace T4 v plazmě, volný tyroxin (fT4) jím však ovlivněn není.

Původně se předpokládalo, že tyroxin je jediným hormonem štítné žlázy, poté se dokonce zjistilo, že T3 je účinnější než T4. Někteří vědci přisoudili T4 funkci prohormonu a zásobního zdroje účinné látky T3. Velkým objevem bylo zjištění, že T3 vzniká především deiodací T4, a to téměř ve všech periferních tkáních (Ferenčík, 2000).

Přesto, že tyroxinu se do krve vylučuje více než trijodtyroninu, trijodtyronin je mnohem účinnější a působí mnohem rychleji (Jelínek, Koudela et al., 2003). To potvrzují i Schenck s Kolbem (1991). Podle Kalače (1997) je tyroxin často považován za prekurzor trijodtyroninu, je to tím, že trijodtyronin se u savců na buněčné úrovni váže 10x snadněji než tyroxin. Vazba T4 s transportními bílkovinami je silnější než vazba s T3, T4 ho navíc vytěsňuje. I přesto, že je koncentrace T3 v krvi nižší než T4 je účinnější, protože rychleji přechází do tkání a snadněji se přeměňuje (Schenck, Kolb, 1991). Vrzgula et al. (1990) popisuje, že aktivita T3 a T4 je stejná.

Podle potřeby metabolismu se T4 mění na účinný T3 nebo při přebytku tyreohormonů v krvi na metabolicky neúčinný reverzní trijodtyronin (rT3) (Blumhart, Scoot, 1996). Dejedováno je podle údajů Límanové (2005) 80 % tyroxinu, z toho 35 % na T3 a 45 % na rT3.

Štítná žláza uvolňuje tyroxin a trijodtyronin podle míry zátěže, klimatických podmínek, výživy a dalších faktorů, jako je laktace, gravidita aj. (Schenck a Kolb, 1991). Přeměna T3 na T4 se děje prostřednictvím dejodáz, patřících mezi selenoproteiny a tudíž se jejich aktivita odvíjí od nedostatku selenu v organismu. T3 vzniká z více než 80 % mimo štítnou žlázu, především v játrech a ledvinách, ale i v kůži. Jako zdroj T3 pro ostatní tkáně slouží u novorozenců přežvýkavců hnědá tuková tkáň (Pavlata, 2009). Celkový T3 a T4 se uvolňují podle potřeby z vazebných proteinů a doplňují hladinu volných hormonů (Blumhart, Scoot, 1996).

Tyreoidní hormony vázané na transportní bílkoviny (thyroxin vázající globulin - TBG, prealbumin, albumin) jsou biologicky neaktivní a jejich hladina závisí na množství této bílkoviny, proto Blumhart a Scoot (1996) zdůrazňují, že pro přesnější odhad stavu štítné žlázy je důležité stanovení FT3 a FT4.

Například The American Thyroid Association (2005) vysvětluje, že T4 cirkuluje v krvi ve dvou formách:

1. T4 - vázaný na proteiny, které zabraňují jeho vstupu do tkání
2. FT4 - „volný“ T4, který vstupuje přímo do cílových tkání, které ovlivňuje.

Tento hormon je důležitý k posouzení stavu štítné žlázy.

### **Volný tyroxin a trijodtyronin**

Volných, biologicky aktivních forem tyroxinu (FT4) a trijodtyroninu (FT3) je v krvi oproti hormonům vázaným na transportní bílkovinu jen velmi málo.

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).

### **3.3.3 Regulace aktivity štítné žlázy**

Činnost štítné žlázy je citlivě regulována, přímo ji ovlivňuje adenohypofýza, která produkuje hormon tyreotropin (TSH), adenohypofýzu nadřazeně ovlivňuje hypotalamus svým hormonem tyreoliberinem (TRH) a inhibičně působí somatostatin (Jelínek, Koudela et al., 2003).

Principem regulace je tzv. negativní zpětná vazba (Jiskra, 2011). Pokud klesne hladina T4 a T3 v plazmě pod určitou úroveň, hypotalamus uvolní hormon tyreoliberin (TRH), ten dále stimuluje hypofýzu k vyloučení tyreotropinu (TSH), který ovlivňuje štítnou žlázu k tvorbě většího množství hormonů. Při vysoké koncentraci T4, T3 v krvi je vylučování TRH a tím i TSH je zpětnovazebně tlumeno (Jiskra, 2011; Kotačová, 2012).

Marvan et al. (1998) upozorňuje, že k tvorbě a uvolňování hormonů T3 a T4 není potřeba jen TSH, ale i dostatek jódu a aktivita příslušných buněčných organel a folikulárních buněk. Zpětná vazba je určována především T3, jako hlavním zpětnovazebním faktorem (Blumhart a Scoot, 1996). Jelínek, Koudela et al. (2003) považuje principy zpětné vazby u hypotalamohypofyzárního systému a periferních endokrinních žlázách za jedny z nejsložitějších.

## Tyreotropin

Tyreotropin neboli tyreostimulační hormon (TSH) je klíčový pro syntézu tyroidálních hormonů ve štítné žláze (Prošová, 1996). TSH působí nejen na tvorbu T3 a T4, ale i na růst štítné žlázy (Blumhart a Scoot, 1996; Jelínek, Koudela et al. 2003; Jiskra, 2011). Marvan et al. (1998) popisuje, že po zvýšeném působení TSH dochází k morfologickým změnám na folikulárních buňkách a tím se zvětšuje epitel folikulu. TSH navíc stimuluje všechny fáze jódového metabolismu, od zvýšeného jodidového vychytávání a transportu až po zvýšenou jodaci tyreoglobulinu a zvýšenou sekreci tyroidálních hormonů (Límanová et al., 1995).

Tyreostimulační hormon (TSH) je glykoprotein, syntetizovaný a vylučovaný adenohypofýzou. Je složen ze dvou podjednotek alfa a beta. Alfa podjednotka má společný základ s FSH, LH a hCG. Beta podjednotka TSH je unikátní a určuje specifické biochemické a imunologické vlastnosti tohoto hormonu. TSH se váže na specifické TSH - receptory na membráně tyreocytu (Límanová et al., 2011).

Sekrece TSH je stimulována hypotalamo-hypofyzární osou prostřednictvím tyreotropinu (TRH) a zpětnovazebně poklesem hladin tyroidálních hormonů. Vysoká hladina T3 a T4 sekreci TSH naopak inhibuje (Prošová, 1996). Hypotalamus reaguje citlivěji na hladinu T3 než T4 (Límanová, 2003).

TSH je hormon, který nejlépe odráží funkční stav štítné žlázy. Stanovení TSH má při diagnostice poruch funkce štítné žlázy 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). Poměr TSH : FT4 je poměrně široký, záleží na individualitě a genetickém nastavení jedince (Racek et al., 2006).

Pokud poměr TSH : FT4 není ve fyziologickém rozpětí nastává patologický stav. Musíme jej však hodnotit v kontextu s celou zdravotní situací. Pokud je hladina TSH zvýšená a hladina FT4 je v normě, hodnotíme stav jako subklinický či preklinický projev hypertyreózy (Límanová, 2003).

Posuzovat vztah mezi příjmem jodu a tyreostimulujícím hormonem je složité vzhledem k velké proměnlivosti jejích hodnot (Toldini, 2007).

### 3.3.4 Poruchy aktivity štítné žlázy

Poruchami funkce štítné žlázy se rozumí buď snížená nebo zvýšená činnost. Při snížené funkci, hypotyreóze, se netvoří dostatek hormonů. Naproti tomu při zvýšené činnosti štítné žlázy, hypertyreóze nebo také tyreotoxikóze, se tvoří nadprodukce hormonů.

Výrazné poruchy aktivity hormonů štítné žlázy nejsou dlouhodobě slčitelné se životem. Příčiny onemocnění jsou různé, podle Jiskry (2011) to bývá nejčastěji autoimunitní zánět (neinfekční zánět způsobený poruchou imunity), dále pak jinými záněty, uzly a nádory.

Podle lokalizace můžeme poruchy štítné žlázy rozdělit do tří skupin. První je porucha primární, při té je problém přímo ve štítné žláze. Druhou je porucha sekundární, zde se problém nachází na úrovni hypofýzy. Při terciální poruše jde o problém v hypotalamické sekreci TRH (Blumhart, Scoot, 1996).

Název struma (vole) značí zvětšení štítné žlázy, často je spojena s hypotyreózou nebo hypertyreózou, ale její příčiny nemusí souviset s aktivitou štítné žlázy a mohou být různorodé (Jiskra, 2011). Podle Pisaříkové (1996) je struma způsobena nedostatkem jódu v krmné dávce, působením strumigenních látek, například vysokým obsahem dusičnanů v krmivech a v napájecích vodách. Kurša (1994) uvádí, že na vznik strumy má výrazný vliv zkrmování vysokých dávek brukvovitých rostlin a stresující faktory.

Z pokusu Masopusta (1997) vyplývá, že ozářením štítné žlázy  $\gamma$ -paprsky klesá hladina T3 a naopak se zvýší hladina rT3, ten je sice hormonálně neúčinný, ale jako antioxidant je účinnější než vit. E

### Hypertyreóza

Při hypertyreóze (tyreotoxikóze) se v krevní plazmě pohybuje vysoké množství hormonů štítné žlázy. Primární příčinou je autoimunitní reakce (Gravesova – Basedowa nemoc), sekundární příčinou onemocnění způsobuje nadprodukce TSH. U lidí se jedná se o druhé nejčastější onemocnění žláz po cukrovce (*Diabetes melitus*) (Vokurka a Hugo, 2004).

Mezi příznaky hypertyreozy se řadí zvýšení bazálního metabolismu, vzestup srdeční frekvence, rychlé dýchání, zimomřivost, nervový neklid a typický exoftalmus (Schenck, Kolb, 1991; Jelínek, Koudela et al., 2003). Zvyšuje se vylučování moči a dusíková bilance je negativní (Jelínek, Koudela et al., 2003). Zvýšený bazální metabolismus organismus vede ke snížení tělesné hmotnosti (Ferenčík, 2000). Štítná žláza se zvětšuje, v těžších případech se objevuje myxedém (Vokurka a Hugo, 2004).

### **Graves – Basedowa choroba**

Toto onemocnění bylo pojmenováno podle lékaře Basedowa, který poprvé popsal nefyziologicky vysokou sekreci tyroxinu (Schenck, Kolb, 1991). Graves – Basedowa choroba je autoimunitní onemocnění, to znamená že organismus tvoří protilátky proti vlastním receptorům TSH na buňkách štítné žlázy. To je příčinou nefunkční regulace štítné žlázy a následně zvýšení koncentrace T3 a T4 v krvi (Kotačová, 2012). Touto poruchou trpí lidé, ovce, skot a psi (Jelínek, Koudela et al., 2003).

### **Hypotyreóza**

Hypotyreózou se rozumí snížená funkce štítné žlázy a s tím spojená nedostatečná produkce tyreoidální hormonů (Vokurka a Hugo, 2004). Nízká hladina tyroxinu v krevním řečišti způsobuje zpomalení bazálního metabolismu, narušení přeměny energie, snížení plodnosti, embryonální úmrtnost a vypadávání srsti (Flachovsky, 2003). Důsledkem hypotyreózy je potlačení jak tělesného růstu, tak duševního vývoje (Ferenčík, 2000; Musil et al., 2010; Popesko, 1992). V těžkých případech duševního vývoje se dochází až ke kretenismu (*cretino* – hlupák) (Schenck, Kolb, 1991). Pokud nemá štítná žláza dostatek jodu k produkci hormonů snaží se jod co nejlépe využívat, to vede ke zvětšení a vzniku strumy (Ferenčík, 2000; Vokurka, Hugo, 2004; Pavlata, 2009).

Důvodem nedostatečné produkce hormonů štítné žlázy může být nedostatek jódu v krmné dávce (Ferenčík, 2000). Stárka (1995) popisuje, že primární jódopenie není způsobena jen nedostatkem jódu, ale i dalších faktorů v koloběhu jódu a jeho využití.

Herzig et al. (1995) přisuzují vznik hypotyreózy zkrmování objemných krmiv a obilných šrotů z oblastí s nedostatkem jódu v půdě a bez dodatečného obohacování krmiva jódem. Rovněž vysoký obsah dusičnanů v krmivech a napájecích vodách a přítomnost brukvovitých rostlin v krmivu snižuje využití jódu a tím hladinu tyroidních hormonů. Látky snižující využití jódu jsou více popsány v kapitole 3.4.1.2

## 3.4 Vlivy působící na funkci štítné žlázy

### 3.4.1 Výživa

Úrovně tyroidních hormonů v krvi jsou považovány za dobré indikátory výživného stavu u zvířete (Riis and Madsen, 1985). Hladina tyroidních hormonů je spojena s příjmem potravy u přežvýkavců, včetně těch, kteří podle Rhinda et al., (1998) vykazují značnou sezónní cykličnost v příjmu potravy, tělesné hmotnosti, reprodukční aktivitě.

Trijódtyronin stimuluje přímo příjem krmiva (Kong et al., 2004). Zatímco kvantita a kvalita zkonsumované potravy je hlavním faktorem určujícím koncentraci tyreoidálních hormonů v plazmě, jak uvádí Dauncey (1990).

Na správnou aktivitu štítné žlázy mají vliv především jod a selen. Tyto mikroprvky jsou důležité jednak proto, že jsou nepostradatelné pro syntézu hormonů štítné žlázy (Jelínek, Koudela et al. 2003; Musil et al. 2010; Pavlata, 2009), a jednak proto, že přirozený obsah v krmivech není dostačující (Jeroch et al., 2006).

V objemných krmivech na území ČR se obsah jodu v krmivech pohybuje okolo 0,1 – 0,9 mg/kg sušiny, záleží především na rostliném druhu, hnojení, geologických a půdních podmínkách. Rostliny na půdě s vyšším obsahem jodu jako například aluviální půdy v povodí řek, naplavené hlíny nebo písky mají ve své sušině vyšší obsah jodu. Naopak rostliny na podloží žuly se vyznačují malým množstvím jodu (McDowell, 1992).

Podle Suchého et al. (1996) mají seno a silážované krmiva ve srovnání se zelenou hmotou vyšší obsah jodu. Sommer et al. (1994) uvádějí že luční porost obsahuje 0,41 – 1,10, jetelotravní seno 0,09 – 0,40 a kukuřičná siláž 0,16 – 0,26 mg jodu/ kg sušiny. Obsah jodu v objemových krmivech v jihozápadních Čechách uvádějí Trávníček et al. (2004) v tabulce č. 2. V tabulce č. 3 publikují Trávníček et al. (2004) obsah jodu v pastevním porostu v závislosti na ročním období.



Tabulka č. 2 Obsah jodu v objemových krmivech (mg/kg sušiny) v jihozápadních Čechách (Trávníček et al., 2004)

Krmivo	n	S <sub>x</sub>	Min.	Max.	Median
Pastevní porost	93	0,105	0,027	0,555	0,119
seno	118	0,094	0,023	0,523	0,078
Travní siláž	67	0,169	0,025	0,945	0,148
Kukuřičná siláž	26	0,097	0,034	0,463	0,078

Tabulka č. 3 Obsah jodu v pastevním porostu (mg/kg sušiny) v závislosti na ročním období (Trávníček et al., 2004)

Období	n	s <sub>x</sub>	Min.	Max.	Median
Květen – červen	51	0,074	0,027	0,376	0,078
Srpen - říjen	39	0,107	0,085	0,550	0,181

Při vysokém příjmu vápníku se zvyšují i nároky na příjem jodu organismem. Rovněž při vysokém příjmu draslíku je potřeba jodu vyšší, je to dáno vyšší ztrátou jodu močí (Trávníček et al., 2011).

### 3.4.1.1 Význam jodu v organismu

Jak již bylo uvedeno, jod společně se selenem mají značný vliv na správnou funkci štítné žlázy, proto je vhodné znát o jodu více informací.

V organismu se nejvíce tohoto prvku nalézá ve štítné žláze, podle Ferenčíka (2000) je to okolo 50% z celkového množství jódu v organismu. Koncentrace jódu v krvi je velmi nízká, tvoří ji hlavně hormony štítné žlázy vázané na bílkoviny, anorganická forma jódu v krevní plazmě je velmi rychle vychytávána štítnou žlázou a vázána na bílkoviny krevní plazmy (Illek, 2003).

Jód se hromadí v parafolikulárních epitelových buňkách (Marvan et al., 1998) ve formě tyreoglobulinu, ze kterého se uvolňuje T4 v případě nedostačujícího příjmu jódu (Popesko, 1992).

V zemích střední Evropy není příjem jodu pouze z přirozeného krmiva a napájecí vody dostačující, proto je nutné jod při respektování meziroční proměnlivosti suplementovat. Dodávání jodu je zaměřené především na prevenci jeho deficitu a na funkční posílení látkového metabolismu (Trávníček et al., 2011). Jód hospodářská zvířata získávají z pitné vody, krmiva a minerálních směsí. Podle obsahu jodu v půdě je velmi rozdílná i koncentrace jodu ve vodě a krmivech (Illek, 2003). Protože celé území České republiky má nepatrný obsah jodu v půdě patří mezi strumigenní oblasti (Suchý et al., 2009). Podoba a Langer (1993) publikují, že se jedná především o oblasti Českomoravské vysočiny, Šumavy a Jizerských hor.

### **Metabolismus jodu**

Absorbovaný jód je aktivně vychytáván štítnou žlázou z krevního řečiště, kde je ve volné vazbě na plazmatické proteiny. Běžně je štítnou žlázou zachyceno až 90 % jodu (Pavlata, 2009). Vychytávání jodu ovlivňuje řada látek, především tzv. strumigenů, ke kterým náleží dusičnany, dusitany, glukosinoláty, kyanogenní glykosidy, huminové látky a izoflavony. Strumigenní látky jsou popsány v kapitole 3.4.1.2 Strumigeny. Snižování resorpce jodu ovlivňuje také nadbytek vápníku a draslíku v krmné dávce a některé těžké kovy (Jelínek, Koudela et al., 2003). Využití resorbovaného jodu se u savců pohybuje mezi 30 – 70 % (Schenck, Kolb, 1991).

### **Potřeba jodu**

Potřeba pro většinu zvířat odpovídá 0,3 mg jodu / kg sušiny krmné dávky. Vyšší potřeba je u mládat, během gravidity a při laktaci (Illek, 2003).

U dojnic by se podle Grahama (1991) denní příjem jodu měl pohybovat mezi 0,2 – 2,0 mg na kg sušiny krmiva, tedy při průměrném příjmu 13 kg sušiny je obsah jodu od 2 – 27 mg na dojnici. Reidl a Horvath (1980) se s ním shodují. Pavlata (2009) udává orientační spotřebu jodu v našich podmínkách do 1,0 mg/kg sušiny pro telata a od 0,4 mg/kg sušiny pro jalovice do chovu.

Denní potřeba jodu pro ovce činí 0,3 mg I/kg sušiny, u rostoucích ovcí jsou požadavky o něco nižší, odpovídají 0,2 mg I/kg sušiny (Jeroch et al., 2006). Slanina (1991) publikuje denní potřebu jodu pro ovce v širším rozmezí 0,2 – 0,5 mg/kg sušiny.

Tabulka č. 4 Potřeba jódu pro bahnice podle Labudy et al. (1982)

Bahnice	lehčí typ (ž.hm. 45 kg)	Těžší typ (ž. hm. 55 kg)
jalové	0,14 mg	0,17 mg
první dva měs. březosti	0,17 mg	0,20 mg
poslední tři měs. březosti	0,20 mg	0,23 mg
1 jehně	0,22 mg	0,24 mg
2 jehňata	0,24 mg	0,26 mg

### Nedostatek jódu

Nedostatek jódu (jódopenie) vede ke zvětšení štítné žlázy, tzv. strumy a k poruše její funkce (Vokurka a Hugo, 2004). Vlivem nedostatku jodu v krmné dávce dochází ke změnám poměru T3 : T4, koncentrace T4 klesá a zvyšuje se tvorba T3.

Trvalá dotace jódu patří k základním metodám prevence, uskutečňovány jsou prostřednictvím jodizovaných solných lizů nebo minerálních směsí s obsahem jodu (Pavlata, 2009). Nabídka minerálních krmiv obohacených jódem je široká. V posledních letech se obsah jódu v nejčastěji používaných minerálních krmných přísadách se pohyboval v rozmezí 50 -110 mg/kg (Kroupová et al., 2000).

Obvykle se k dotaci jódu používá jodid draselný nebo jodičnan vápenatý, mezi dalšími vhodnými sloučeninami je jodid měďnatý a jodistan vápenatý. K jednorázové nebo opakované perorální aplikaci vyšších dávek např. v období gravidity se používají sloučeniny jodidu nebo jodičnanu draselného (Pavlata, 2009). Zákonem povoleny dávky jodidu draselného (62 % jódu) u ovcí jsou v samotných krmných směsích (88 % sušiny) do 10 mg/kg (Jeroch et al., 2006).

Důsledkem jodového deficitu u lidí je velký počet všeobecně známých onemocnění a symptomů, včetně strumy (30 – 50 %), poruch vývoje plodu, poškození mozku a neurologických potíží (5 – 30 %) a v extrémním případě následného kretenismu (1 – 10 %) (Preedy et al., 2009).

## Nadbytek jódu

Míka (1997) uvádí, že k otravám skotu většinou nedochází. Přijatý jód se snadno vylučuje močí (Illek, 2003) a však při velmi vysokém příjmu způsobuje hypertyreózu, toto onemocnění je popsáno v kapitole 3.3.4 Hypertyreóza.

Pavlata (2009) popisuje, že otrava jódem neboli jodismus se může teoreticky vyskytovat za podmínek, kdy je jód přijímán v krmných dávkách a navíc se používá jako součást dezinfekčních přípravků. Zároveň však zdůrazňuje, že otravy prakticky hrozí především při dlouhodobém příjmu jódu ve vysokých dávkách. Otravy se projevují slzením, salivací, výtoky z nosu, suchým kašlem, suchou a šupinatou kůží (hlava, krk, hřbet), nechutenstvím, tachykardií a potraty. Příznakem dlouhodobého nadbytku je struma a snížení imunitních funkcí.

### 3.4.1.2 Strumigeny

Strumigeny jsou látky snižující funkce štítné žlázy, které mohou vést až ke vzniku strumy (Vokurka a Hugo, 2004). Mají vliv na vychytávání a zpracování jodu štítnou žlázou. K látkám přirozeným v rostlinných krmivech se řadí produkty štěpení glukosinolátů, kyanogenní glykosidy, lektiny a fenoly s různým počtem funkčních skupin, ty se mohou vzájemně ovlivňovat při syntéze tyroxinu s jódem a vznikají biologicky neúčinné artefakty (Míka, 1997). Štěpné produkty glukosinolátů obsahují především brukvovité rostliny, proto byly zavedeny limity pro podávání řepkového extrahovaného šrotu bahnicím do 15 % v doplňkovém krmivu a jehňatům do 20 % v kompletním krmivu. Co se týče řepkového šrotu může se podávat bahnicím do 10 % doplňkovém krmivu a jehňatům do 15 % v kompletním krmivu (Jeroch et al., 2006).

Rovněž některá farmaka mají také strumigenní účinky, jedná se například o deriváty thiouracilu (Podoba a Langer, 1993). Vysoký příjem arzenu, fluoru, kobaltu, ale i selenu zvyšuje spotřebu jódu (Pavlata, 2009). Ke kontaminujícím látkám se strumigenním účinkem patří zejména polychlorované bifenyly, polycyklické aromatické uhlovodíky, insekticidy (DDT), pesticidy a PVC (Podoba, Langer, 1993).

### 3.4.2 Roční období

Mechanismy mezi fotoperiodickým efektem a hormony štítné žlázy jsou zatím daleko od objasnění. Informace o účincích fotoperiody na mozek jsou u malých přežvýkavců velmi sporné. Hodnoty tyreoliberinu (TRH) ze vzorků hypotalamu bahnic byly podle Leshina a Jackson (1987) prokazatelně vyšší při „dlouhém dni“ než při „krátkém dni“. Todini et al. (2006) pozorovali zvyšování hladiny hormonu T3 během „dlouhého dne“ a snižování během krátkého dne. Salem et al. (1991) však uvádějí opak, sezónní vzor úrovní tyreoidních hormonů často vykazoval maximální hodnoty během krátkých zimních dnů a minimální během dlouhých letních dní.

Hladina T3 následovala fotoperiodické změny poměrně rychle, zatímco změna úrovně T4 byla pozorována až po několika týdnech. Také poměr T3:T4 ukazoval výrazné rozdíly, během „dlouhého dne“, byl poměr širší než během „krátkých dní“. Koncentrace hormonů štítné žlázy v krvi byly vysoké na jaře (prodlužující se den) a nízké na podzim (zkracující se den), nebylo ale dokázáno, že to souvisí se změnami teplot v prostředí (Todini et al., 2006).

Roční období hraje zásadní roli v sezónní pohlavní aktivitě ovcí. Hodnoty koncentrace T4 v roční cyklu dosáhla vrcholu na konci léta, kdy je období pozdního anestrů a v zimě, což odpovídá pozdnímu období rozmnožování. Tvorba T4 po nástupu reprodukční činnosti je nutná pro konec období rozmnožování (Miera et al., 2013).

### 3.4.3 Teplota

Teplota prostředí je jedním z hlavních vnějších regulátorů aktivity štítné žlázy (Dickson, 1993). Produkce tepla je u teplokrevných živočichů spojena s dýcháním a současně se získáváním energie z krmiva (Lissitzky, 1990).

Salem et al. (1991) pozorovali, že tyreoidní hormony během sezóny dosáhly maximální hodnoty během zimy (chladné měsíce) a minimální během léta (teplé měsíce). Podle Donalds et al. (1994) může růst koncentrace T4 v séru ovcí způsobit jak chladná teplota, tak vyšší příjem jodu.

### 3.4.4 Cirkadiánní rytmy

Kolísání hormonální sekrece vztažené k cirkadiánním změnám je spojeno se střídavou aktivitou a odpočinkem během dne. Tento rytmus úzce souvisí s teplotou, světlem, s příjmem potravy a metabolismem. Protože na štítnou žlázu působí i mnoho jiných faktorů, stanovení výsledků je obtížné (Todini, 2007).

Lucaroni et al. (1989) publikovali, že odběry krve ve 4 hodinových intervalech neumožnily najít průkazné rozdíly během dne v koncentraci tyroidálních hormonů u dojených nebo kojících koz. Souza et al. (2002) však vyzorovali, že u bahnic vzorkovaných ve 2 hodinových intervalech byly odpoledne naměřené nejnižší hodnoty, koncentrace se poté během noci zvyšovala a k ránu dosáhla maxima.

V zimě dosáhly koncentrace T3 a T4 maxima brzy ráno pravděpodobně kvůli zpožděné odpovědi na chladový stres, kterému byly vystaveny zvířata během noci. Navíc cirkadiánní proměnlivost v zimě se snížila za současného zvýšení délky vlny (Salem et al., 1991). Dle výsledků získaných ze vzorkování každé 2 měsíce po dobu 1 roku, berani vykazovali nejvyšší koncentrace tyreoidálních hormonů během odpoledne a nejnižší brzy ráno (Souza et al., 2002).

### 3.4.5 Plemeno

Plemena ovcí, především původní plemena a rázy odráží podmínky, ve kterých se dlouhou řadu let vyvíjela a přizpůsobovala místním podmínkám. Plemena ovcí chovaná v nepříznivých podmínkách (horské oblasti) mají lepší termoregulaci než plemena chovaná v nížinách. Souvisí to nejen s vlastnostmi vlny po narození, ale také doprovázenou vyšší koncentrací tyroidních hormonů, které jsou důležité pro endogenní produkci tepla a růstu vlny (Todini, 2007). Od narození mají skotské Blackface ovce vyšší hodnoty T3 a T4 než plemeno Suffolk, souvisí to s vyšší tělesnou teplotou a lepší termoregulací (Dwyer and Morgan, 2006). Jehňata plemene Merino stará 2 – 3 dny vystavená chladovému stresu, vykazovala vyšší nárůst tyroidních hormonů, srovnatelnou s Rommey marsh (Kent) (Doubek et al., 2003).

Bahnice plemene Assaf mají vyšší koncentraci T4 v krevním seru než bahnice plemene Rasa Aragonesa a Merino, což je spojováno s rozdíly rychlosti růstu vlny (Abecia et al., 2005). Williams et al. (2004) uvádějí vyšší hladinu T4 v krvi bahnic Suffolka než bahnic plemene Gulf Coast z Ameriky, dává to do souvislosti s větším tělesným rámcem Suffolka a také jeho větším růstovým potenciálem. Vyšší hodnoty T3 a T4 u beránků jsou spojovány s vyšší plodností plemene Outaouais v porovnání se Suffolkem, který má menší plodnost (Fallah-Rad, Connor, 1999).

### 3.4.6 Pohlaví

Toldiny (1992) popisuje, že u mladých zvířat není rozdíl, co se týče koncentrací tyroidních hormonů napříč pohlavími. Ovšem u dospělých koz zaznamenal vyšší hodnoty, především T4, než u kozlů. Celi et al. (2003) uvádí, že u kašmírových koz po 8 měsíci věku byly hodnoty T3 nižší u kozlíků než u koziček, zatímco hodnoty T4 se nelišily.

Pohlavní steroidní hormony ovlivňují hladinu hormonů štítné žlázy. Estrogeny zvyšují hladiny T4, fT4 i T3 a fT3. Estrogeny také zvyšují hladinu TBG v krvi. Androgeny naopak hladinu TBG v krvi snižují (Límanová et al., 2011).

Peksa et al. (2009) zjistili významné rozdíly mezi hmotnostmi štítné žlázy u krav a býků.

Objem štítné žlázy u žen je do 18 ml, zatímco u mužů do 22 ml. Ženy jsou postiženy onemocněním štítné žlázy častěji než muži (6-8:1) (Límanová et al., 1995).

### 3.4.7 Věk

Podle Krafra a Dürra (2001) se u sajících mláďat a mladých zvířat vyskytují fyziologicky vyšší hodnoty tyroidních hormonů v krvi. Toldini (2007) potvrzuje, že u starších zvířat nacházíme nižší hodnoty hormonů štítné žlázy. Rovněž Kroupová et al. (2007) zjistila, že koncentrace tyroxinu byla u dojnic 55,1 - 64,9 nmol/l, zatímco u telat v 6 týdnech věku 73,5 nmol/l. Podle Límanové (2003) se hladina TT4 a FT4 u lidí s věkem nemění, také hladina TSH zůstává stejná. Koncentrace T3 se mírně zvyšuje u dětí, ale zůstává ve fyziologickém rozpětí. Ke stáří se T3 mírně se snižuje, to však může být způsobeno jinými chronickými nemocemi (Límanová et al., 1995).

Peksa et al. (2011) prokázali pozitivní korelaci mezi věkem zvířat a hmotností štítné žlázy. Podle jeho pokusu se hmotnost štítné žlázy jatečného skotu pohybovala od  $47.2 \pm 23.3$  g u krav a  $16.4 \pm 4.2$  g u telat.

Z výsledků Dvořákové et al. (2005) vyplývá, že objem štítné žlázy u žen i mužů pohlaví s věkem stoupá.



### **3.5 Závislost mezi hormony štítné žlázy a fyziologickým stavem**

Pro řízení a regulaci velkého množství fyziologických procesů, včetně vývoje, metabolismu a rozmnožování jsou hormony štítné žlázy nenahraditelné (Narayanan, Weigel, 2004). Přímo či nepřímo působí na funkce téměř všech orgánů (Lissitzky, 1990). Pavlata (2009) a další autoři přisuzují trijódtyroninu výraznější vliv na metabolismus než tyroxinu.

Hormony mají místně i časově omezený účinek. To znamená, že ovlivňují jen určitý orgán a po určité době se rozpadne a vyplaví z organismu (Ferenčík, 2000). Účinky T3 se projeví už po několika hodinách, zatímco účinek T4 se projeví po několika dnech. Biologický rozpad T3 je přibližně jeden den, T4 šest až 7 dní (Jelínek, Koudela et al., 2003).

#### **3.5.1 Vliv na metabolismus**

Vliv tyreoidních hormonů na metabolismus cukrů, tuků a bílkovin je nenahraditelný (Jiskra, 2011). Podle Lissitzkyho (1990) dále ovlivňují metabolismus vody, minerálních prvků a dusíku. Optimální množství hormonů štítné žlázy je nutné pro funkci všech orgánů a tkání organismu po celý život (Jiskra, 2011).

Ve všech tkáních a orgánech s výjimkou těch, které postrádají receptory pro inzulin, tedy mozku, sleziny, varlat, (Jelínek, Koudela et al., 2003; Límanová et al., 1995) plic a sítnice (Reece, 1998) zvyšují hormony štítné žlázy bazální metabolismus.

Jelínek, Koudela et al., (2003) uvádějí, že tyreoidální hormony působí i na jiné endokrinní žlázy. Podle Trávníčka (2000) se jedná o metabolismus hormonů nadledvinek, zkracování a prodlužování poločas rozpadu kortizolu, tvorbu somatostatinu, který inhibuje uvolňování růstového hormonu, podporuje respirační centrum, erytropoézu (zvýšení sekrece erythropoetinu z ledvin) a motilitu střeva (průjmy při hypertyreóze)

Tyroidní hormony ovlivňují metabolismus celé řady vitaminů. Při tyreotoxikáze se projevuje zvýšená spotřeba vitamínu B (Límanová et al., 1995).

Při normálních podmínkách mají anabolickou funkci, ale pokud je hladina tyreoidních hormonů příliš vysoká mají naopak katabolickou funkci (Jelínek, Koudela et al., 2003).

Pokud dospělé ovce trpí nedostatkem živin, snižuje se koncentrace T3 a fT3 dospělých ovcí, naopak při překrmování se jejich koncentrace zvyšuje. Celková koncentrace T3 průkazně koreluje s rovnováhou energie a dusíku. Úroveň rT3 ukazuje opačný trend, zvyšuje se během strádání a snižuje po překrmení (Blum et al., 1980).

### **3.5.1.1 Glukózový metabolismus**

Sacharidy hrají významnou roli v energetickém metabolismu zvířat. Jsou zdrojem energie, složkou enzymů, aminokyselin, bílkovin, nukleových kyselin a podobných struktur. Glukóza je jednoduchý sacharid, který je hlavním zdrojem energie pro buňky. Plní důležitou roli při syntéze glykosidů, glykoproteinů, glykolipidů, nukleových kyselin a tuků (Doubek et al., 2007).

Tyroidní hormony zvyšují vstřebání glukózy ze střeva a zvyšují její produkci v těle glykoneogenezí a glukolýzou v játrech. Zároveň zvyšují využití glukózy ve svalstvu a jiných tkáních a to i bez přítomnosti inzulínu. Z klinického hlediska jsou změny glukózy prokazatelné jak u hypotyreózy, tak u tyreotoxikózy. Podle současných poznatků pouhý nadbytek nebo nedostatek nevyvolá zřetelný diabetes, ale je podmíněn genetickou predispozicí nebo onemocnění štítné žlázy (Límanová et al., 1995).

Dospělí přežvýkavci mají oproti vlastním mláďatům nižší hladinu glukózy v krvi. Jejich tělesné zásoby sacharidů jsou také malé (Doubek et al., 2007). Mláďata přichází na svět se zásobou glykogenu v játrech, ten je během prvních hodin vyčerpán a mládě je závislé na příjmu glukózy z mléka, vlastní glukoneogeneze se rozvíjí v 7. - 10. dni života (Jelínek, Koudela et al., 2003).

Intenzita glukogeneze závisí na příjmu glukózy krmivem a fyziologických procesech, které vyžadují energii. Během laktace se produkce glukózy v játrech zvyšuje 2x – 3x. Rovněž v období gravidity, v období růstu, při zvýšené fyzické zátěži a negativní energetické bilanci je glukogeneze intenzivnější. Při glukogenezi dochází k nadprodukci ketoláték (Jelínek, Koudela et al., 2003).

Hladina glukózy v krvi (glykemie) závisí na absorpci glukózy v tenkém střevě, glukogenolýze (úrovni rozkladu glykogenu), glukoneogenezi (novotvorbě glukózy z necukerných složek – AMK, laktátu, glycerolu) a využití glukózy v periferních částech (Doubek et al., 2007; Pavlík, 2013). Metabolismus glukózy ovlivňují katecholaminy (především adrenalin), glukokortikoidy (hlavně kortizol), inzulin, glukagon a pohlavní hormony (Doubek et al., 2007 a Jelínek, Koudela et al., 2003).

Zvýšená hladina glukózy v krvi (hyperglykemie) se průkazně vyskytuje při stresových situacích, extrémní fyzické zátěži a také po nakrmení. Zvýšená koncentrace glukózy v krvi může být způsobena také hormonálně podmíněnými poruchami jako např. *diabetes mellitus* aj. (Pavlík, 2013).

Sníženou hladinu glukózy v krvi (hypoglykemie) způsobuje hladovění nebo nedostatek pohotové energie v krmení, jaterní insuficience, bachorová dysfunkce s nízkou tvorbou kyseliny propionové, septické stavy atd. (Pavlík, 2013). Dojnice po porodu a vysokobřezí krávy mají metabolický obrat glukózy tak velký, že nestačí na potřeby organismu a dochází k nedostatku glukózy v krvi. Doubek et al. (2007) zaznamenali při chronickém nedostatku sacharidů zvýšenou látkovou přeměnu tuků a následně vznik ketózy.

### **3.5.1.2 Lipidový metabolismus**

Vliv hormonů štítné žlázy na metabolismus lipidů je znám dlouhou dobu, mechanismus tohoto děje však stále není objasněn. Tyroidní hormony zvyšují produkci volných mastných kyselin a také jejich oxidaci. Děje se tak v játrech i periferních tkáních. U tyreotoxikázy stoupají volné mastné kyseliny v krvi. Tyroidní hormony ovlivňují metabolismus normální tukové tkáně i tzv. hnědého tuku (Límanová et al., 1995).

#### **Triacylglyceroly**

Jedná se o neutrální tuky, estery mastných kyselin a glycerolu. Často se objevují pod zkratkou TAG, dřívější označení bylo triglyceridy.

Nízká koncentrace triacylglycerolů je způsobená dlouhodobým nedostatkem energie v krmné dávce, tukové infiltraci jaterních buněk a jinými poruchami jater (Pavlík, 2013).

Naopak zvýšená hladina triacylglycerolů v krvi je podmíněna zvýšenou syntézou v játrech a sníženou aktivitou lipoproteinové lipázy v důsledku zvýšené hladiny inzulínu. Také je způsobena hypotyreózou a *dibetes mellitus* (Doubek et. al., 2007).

### **Cholesterol**

Cholesterol je látka lipidového charakteru odvozená od triacylglycerolů. Jde o vysokomolekulární alkohol, jehož sterolové jádro je syntetizováno z degradačních produktů molekul mastných kyselin (Reece, 1998). Syntetizuje se hlavně v játrech z acetyl- CoA (Doubek et al., 2007). Jelínek, Koudela et al. (2003) dodávají, že dalšími důležitými místy syntézy je nervová tkáň, ledviny a nedledvinky, pohlavní žlázy, kůže a mléčná žláza.

Cholesterol je základním substrátem pro syntézu steroidních hormonů (kortikoidy, pohlavní hormony, vitamin D) a žlučových kyselin (Doubek et al., 2007). 80 % cholesterolu vytvořeného v těle je v játrech konjugováno za vzniku žlučových kyselin, ty se pak přesunou do střeva, kde pomáhají trávení. Důležitou roli má cholesterol také jako stavební látka buněčných stěn (Reece, 1998). Společně s jinými lipidy se cholesterol podílí na ochranné funkci kůže a její regulaci propustnosti pro vodu. Část cholesterolu se ukládá na stěnách cév. Biologický čas rozpadu je 20 dní (Jelínek, Koudela et al., 2003).

Množství cholesterolu v krevní plazmě závisí na: příjmu cholesterolu v krmné dávce, příjmu nenasycených a nasycených tuků a aktivitě metabolických hormonů (Pavlík, 2013).

Vyšší koncentrace cholesterolu v krevní plazmě (hypercholesterolemie) je způsobena reakcí na sníženou produkci hormonů štítné žlázy, diabetes mellitus, zánět slinivky břišní nebo jaterní nedostatečnost aj. (Pavlík, 2013). Dále také při hyperadrenokorticismus, těžkých traumatech, vysoký příjem acetátu u přežvýkavců (Doubek et al., 2007).

Naopak nižší hodnoty cholesterolu v krvi (hypocholesterolemie) jsou způsobeny poruchami jater, nízkým obsahem lipidů v krmné dávce nebo hypertyreózou (Pavlík, 2013). Doubek et al. (2007) doplňuje ještě lipomobiizační syndrom (u skotu) a exokrinní pankreatickou insuficienci.

Límanová et al. (1995) však popisuje, že při hypotyreóze dochází ke zvýšení cholesterolu v krvi, po doplnění hormonů štítné žlázy se cholesterol vrací do normálu. U tyreotoxikázy je cholesterol v krvi snížen. Vysoká hladina cholesterolu při hypotyreóze je rizikovým faktorem při vzniku aterosklerózy.

### **3.5.1.3 Proteinový metabolismus**

Při optimální hladině stimulují tyroidní hormony produkci mnoha proteinů a zvyšují syntézu proteinů ve svalech (Límanová et al., 1995; Pavlata, 2009). Při patologicky zvýšených hodnotách však vedou k výraznému katabolismu a rychlému úbytku tělesné váhy. Při zvýšené funkci štítné žlázy roste také negativní dusíková bilance. V játrech je vliv hormonů štítné žlázy na metabolismus proteinů nejasný (Límanová et al., 1995).

Močovina neboli urea vzniká v játrech jako konečný výsledek metabolismu proteinů. V průběhu mikrobiální fermentace v předžaludcích přežvýkavců je produktem detoxikace amoniaku. Chemicky se jedná o diamid kyseliny uhličitě. Vylučována je především ledvinami (Pavlík, 2003). Část močoviny se však vylučuje do slin a společně s nimi se vrací do předžaludků (Doubek et al., 2007).

Koncentrace močoviny závisí především na příjmu dusíkatých látek v krmné dávce. Hladina močoviny klesá při nedostatku bílkovin v krmné dávce nebo při nadbytku energie v krmné dávce. Příčinou může být také porucha funkce ledvin nebo jater. Případně *diabetes insipidus*, hovorově žíznivka, jedná se o poruchu reakce na hormon vazopresin (Pavlík, 2013).

### 3.5.2 Růst a vývoj

Podle Lissitzkyho (1990) mají hormony štítné žlázy vliv na zrání mozku, růst chrupavek, zrání plic a vývoj endokrinní soustavy.

#### **Růst**

Hormony štítné žlázy podněcují lineární růst a vývoj kostí, trijódtyronin má vliv přímo na aktivitu a zrání chondrocytů (Barne a Levy, 1990). Pro mineralizaci a sílu kostí je optimální činnost štítné žlázy zásadní (Springer, 2010). Zároveň prostřednictvím stimulace sekrece růstového hormonu urychluje jejich růst (Barne a Levy, 1990), avšak vysoká aktivita štítné žlázy vede k osteoresorpci a osteoporóze (Trávníček et al., 2001).

Mimo tyroxinu a trijódtyroninu se v parafolikulárních buňkách štítné žlázy tvoří hormon kalcitonin (tyreokalcitonin, TC), který ovlivňuje hospodaření organismu s vápníkem (Vokurka, Hugo, 2004).

Hormon kalcitonin dlouhodobě udržuje homeostázu vápníku v krvi, tím například chrání kostru matky proti nadměrné resorpci vápníku (Ferenčík, 2000). Kalcitonin snižuje hladinu vápníku v krvi, inhibuje resorpci vápníku z kostí a je antagonistou parathormonu (Marvan et al., 1998; Reece, 1998). Platí tedy pravidlo, že čím je v krvi více vápníku, tím je i větší sekrece kalcitoninu. Kromě vlivu na vápník působí také na zvyšování sekrece sodíku, draslíku, hořčíku, fosfátů a ovlivňuje také metabolismus vitamínu D (Ferenčík, 2000).

#### **Vývoj**

Optimální funkce štítné žlázy je nezbytná pro vývoj organismu především při fetálním vývoji, ale i po porodu (Lissitzky, 1990; Jiskra, 2011). Fetální hormony štítné žlázy jsou nezbytné pro vývoj plic a nervového systému (Jelínek, Koudela et al., 2003).

Aktivita štítné žlázy má nenahraditelný vliv na vývoj a diferenciaci centrální nervové soustavy. Centrální nervová soustava (CNS) je centrem nervové soustavy obratlovců, má regulační a spojovací funkci v celém organismu. Řídí nebo nepřímo ovlivňuje správné fungování všech orgánů, upravuje jejich činnost a vzájemné vztahy tak, aby odpovídaly potřebám celého organismu. Pokud dojde k poruše štítné žlázy lze předpokládat zaostalý vývoj mozku, malý počet neuronů v mozkové kůře a nedostatečné vytváření nervových obalů nervových spojů (Lissitzky, 1990).

Hormony štítné žlázy urychlují dle Jelínka a Koudely et al. (2003) reflexní odpovědi a jsou spojeny s intracelulárními transkripčními faktory modulující expresi genů (Taylor, Brameld, 1999).

### **3.5.3 Krevní oběh**

Hormony štítné žlázy mají i kardiovaskulární účinek, zesilují kontrakci srdce, jeho sílu a frekvenci (Trávníček et al., 2000). Podílí se na vzniku drobných cév a krevních vlásečnic (Lissitzky, 1990; Jelínek, Koudela et al., 2003). Zvýšením potřeby kyslíku se následně stimuluje křetvorba. Na drobné cévy a krevní vlásečnice mají vazodilatační účinek (Jelínek, Koudela et al., 2003).

### **3.5.4 Tělesná teplota**

Schopnost zvyšovat tělesnou teplotu je jednou z významných funkcí štítné žlázy. Produkce tepla je spojována s buněčným dýcháním, a tím i oxidací látek získaných z potravy. Množství energie při jejich oxidaci je uvolňováno postupně a kontrolovaně. Jelikož se 90 % spotřeby kyslíku odehrává v mitochondriích, jsou tyto organely považovány za pravděpodobný cíl tyroidních hormonů. (Lissitzky, 1990).

Pokud je organismus vystaven chladnému počasí, stoupá sekrece TSH. Ochlazení přední části hypotalamu podněcuje k vyšší činnosti metabolismu spojené s produkcí tepla (Reece, 1998). Během tepelného stresu, koncentrace T3 a T4, stejně jako výkon metabolismu, příjem potravy, růst a produkce mléka klesaly (Silaniková, 2000). Na druhou stranu, chladový stres u bahnic a beránek vyvolal zvýšení úrovně T3 a T4 v krvi (Doubek et al., 2003). Jako tepelný stres se považují i vysoké letní teploty. Jelínek, Koudela et al. (2003) uvádějí, že při nich klesá sekrece tyroxinu, s tím souvisí i pokles užitkovosti krav a tučnosti mléka.

### **3.5.5 Reprodukční cyklus**

Hormony štítné žlázy hrají stěžejní roli v mechanismech umožňujících zvířatům žít a množit se ve svém prostředí.

#### **3.5.5.1 Změny během říje**

Blaszczyk et al. (2004) ve svém měření pozoroval zvýšení TT4 a FT4 v krvi během vyvolané nebo spontánní říje u koz. Todini (2007) popisuje pokus, kdy byla ovcím odebrána štítná žláza. Tyto ovce sice začaly sezónní sexuální chování ve stejnou dobu jako ostatní zdravá zvířata, ale jejich cyklus pokračoval i v době, kdy zdravé bahnice započaly sezónní anestrus. U bahnic byla úroveň T4 při říji vyšší a při luteální fázi nižší, zatímco koncentrace T3 byla vyšší při luteální fázi (Blaszczyk et al. (2004).

U beranů způsobuje thyreodektomie narušení sezónního cyklu sekrece gonádotropinů a velikost varlat (Toldini, 2007).

U bahnic byla úroveň T4 při říji vyšší a při luteální fázi nižší, zatímco koncentrace T3 byla vyšší při luteální fázi. Koncentrace rT3 nebyla spojována s pohlavním cyklem (Peeters et al., 1989).

#### **3.5.5.2 Změny během březosti a po porodu**

Zvýšená aktivita štítné žlázy a jejich hormonů během březosti je známá u všech savců. Je to dáno zvýšenou koncentrací vázáním proteinů v plazmě, sekrecí tyreotropních faktorů placentou, zvýšenou odpovědí TSH z hypofýzy na TRH z hypotalamu a změnou v rozkladu tyroidních hormonů (De Leo et al., 1998).

Úroveň T4 v krvi je nejvyšší v počátcích březosti a výrazně se snižuje ke konci březosti a po porodu, kdy dosahuje nejnižších hodnot (Assane, Sere, 1990; Yildiz et al., 2005). Rovněž z výsledků Dušové (2014) vyplývá, že koncentrace tyroxinu a trijodtyroninu byla na začátku březosti vyšší a s blížícím se porodem se snižovala. Todini et al. (2007) a Manalu et al. (1997) zjistili, že se úroveň maternálních hormonů výrazně snižuje pravděpodobně kvůli negativní energetické rovnováze během březosti. Manalu et al. (1997) dále vysvětlují snížení koncentrace tyroidálních hormonů během březosti využitím jódu pro tvorbu hormonů štítnou žlázu plodu.



Zajímavé také je, že u koz a u ovcí při březosti s dvojčaty byla v pokusu Yildize et al. (2005) úroveň T3 a T4 ve srovnání s jedináčky nižší.

### **3.5.6 Laktace**

Štítná žláza má nesporný vliv na laktaci, stimuluje tvorbu mléka a zvyšuje obsah mléčného tuku (Jelínek, Koudela et al., 2003). Úroveň hormonů štítné žlázy v krvi slouží k posouzení energetické rovnováhy u laktačních zvířat (Todini, 2007). O závislosti mezi hormony štítné žlázy a laktací se zabývá Jelínek, Koudela et al. (2003), popisuje velký vliv štítné žlázy na tvorbu některých prekurzorů tvorby mléka a jejich vychytávání mléčnou žlázou, především se jedná o glukózu a TMK v bacheru, zejména kyseliny octové a máselné. Polemizuje nad tím, kdyby byla štítná žláza odstraněna nebo potlačena její činnost, snížila by se doživost o 50 – 75 %, změnila by se chemická skladba tuku a celková tučnost mléka klesla. Vysoká tučnost mléka je také spojována s vysokou aktivitou štítné žlázy. Masná plemena skotu mají během laktace asi poloviční hladiny tyroxinu v krvi než dojná plemena. Při vysokých letních teplotách sekrece tyroxinu klesá, s tím souvisí i pokles užitkovosti krav a tučnosti mléka. Mitin et al. (1986) však uvádí, že tyroidální hormony u bahnic bývají na počátku laktace v krvi nízké, poté výrazně rostou.

### **3.5.7 Růst vlny**

Jak již bylo popsáno v kapitole 3.4.4 Plemeno, na podmínky ve kterých se zvířata po mnoho let vyvíjela a adaptovala se na ně má vliv i na vlastnosti vlny. Rychlost a kvalita růstu vlny je dána jak šlechtěním, tak klimatickými podmínkami. Plemena chovaná extenzivně v hornatých oblastech mají lépe vyvinutou termoregulaci než plemena chovaná intenzivním způsobem chovu v nížinách. To částečně souvisí s charakteristickým pokryvem těla zvířete při narození za doprovodu vyšší koncentrace hormonů štítné žlázy, důležitých pro produkci tepla a růst vlny v horských oblastech než v nížinných (Toldiny, 2007).

Podle Jelínka a Koudely et al. (2003) se hormony štítné žlázy podílí na pigmentaci kůže a kožních derivátů. Toldiny (2007) dále uvádí, že kvalita a množství vlny závisí na syntéze a přítomnosti hormonu T3 a aktivitě dejodinázy v kůži.

Podle výzkumu Villara et al. (2003) byla zjištěna ve vzorcích kůže kašmírových koz aktivita deiodinázy typu II a III, ale nikoliv typu I. Individuální rozdíly mezi zvířaty během sezónních změn byly výrazné. Typ II byl vyšší v zimě při krátkém dni a nižší při dlouhém dni, zatímco typ III vykazoval opačný trend.

Hynd (1994) publikuje, že nedostatek hormonů štítné žlázy způsobuje abnormální vývoj folikulů plodu a u dospělých zvířat snížený růst a kvalitu vlny, v extrémních případech může vlna přestat růst úplně. Také vliv výživy na růst a kvalitu vlny je značný, období chudých a bohatých pastvin se na vlně výrazně projevuje.

## 4. Materiál a metodika

Aktivita hormonů štítné žlázy byla sledována v pokusu, k němuž bylo vybráno 32 jedinců ovcí plemene Suffolk. Sledovanou skupinu tvořilo 16 bahnic a 16 jehňat. Odebírání vzorků probíhalo v roce 2013. Mezi sledované krevní parametry vybraných zvířat patřily hodnoty TSH (ng/ml), TT3 (nmol/l), TT4 (nmol/l), fT3 (pmol/l), fT4 (pmol/l). Dále hladina glukózy (mmol/l), močoviny (mmol/l), triacylglyceridů (mmol/l) a cholesterolu (mmol/l). Nakonec byla zvířata zvážena a zkontrolována jejich fyzická kondice.

### Odběr vzorků a vážení zvířat

Ve sledovaném stádě ovcí byly provedeny dva odběry. Pro pozdější přehlednost se zapisovala příslušná evidenční čísla zvířat. První odběr se konal 25. 3. 2013, když ještě stádo nebyla na pastvě. Ovce byly deset dní po střížích a denní teplota byla minus tři stupně celsia. Druhý odběr byl proveden 14. 10. 2013, kdy byla zvířata byla na pastvě, denní teplota byla patnáct stupňů celsia.

Vzorky krve byly odebrány z hrdelní žíly (*vena jugularis*) do heparizovaných zkumavek, následně byly uloženy do prostředí se stabilní teplotou. Hodnoty sledovaných krevních parametrů byly stanoveny v laboratoři Katedry zootechnických věd Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Po každém odběru byla jednotlivá zvířata zvážena na můstkové váze.

Ke zpracování a následnému vyhodnocení výsledků byly použity programy Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007 a program Statistica – trial verze 12.

## **Charakteristika sledované skupiny**

Sledování jedinci jsou chováni ve stádě 150 kusů, jedná se především o čisokrevné ovce plemene Suffolk, ale vyskují se zde i jejich kříženci. Ovce jsou společně s beranem na pastvě, přičemž mají volný přístup do ovčína. Pastviny se nachází na Soběslavsku v nadmořské výšce 471 m. n. m.

Bahnění probíhalo od prosince do dubna, nejčastěji však v lednu. V námi sledovaném stádě se často rodili jedináčci. Jehňata mají přístup ke kvalitnímu lučnímu senu. Po zhruba 14 dnech jsou bahnice s jehňaty vypuštěny opět do stáda. Odstav jehňat se neprovádí. Jehňata jsou s matkami po celou dobu výkrmu, který trvá 8 – 9 měsíců. Při prvním odběru byla jehňata stará okolo 4 měsíců, při druhém okolo 10 měsíců.

## **Charakteristika plemene Suffolk**

Plemeno Suffolk je masné bezrohé plemeno středního až velkého tělesného rámce (Samraus, 2006). Plemeno bylo vyšlechtěno v 19. století v Anglii z původních ovcí. Živá hmotnost bahnic je 75 - 85 kg, beranů 100 - 130 kg. Výška v kohoutku 70 cm, berani měří o 10 cm více. Hlava, nohy a paznehty jsou černé. Vlna je bílá nebo mírně nažloutlá, rouno polouzavřené s ojedinělým výskytem černých vlnovlasů, roční stříž bahnic je 3,5 - 4,5 kg, u beranů 4,5 - 5,5 kg a délka vlny 7 - 9 cm. 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 (www.schok.cz, 2014). Samraus (2006) uvádí, že Suffolk je poměrně náročné na výživu a hodí se k volné i oplůtkové pastvě. Vývinem a růstem se řadí mezi poloraná plemena. Suffolk velmi brzy dospívá, již v prvním chovném roce je možné je zařazovat do chovu (Samraus, 2006). Jehnice lze zapouštět při dobrém odchovu v 10 - 12 měsících věku o hmotnosti 50 - 55 kg (www.schok.cz, 2014). Stránky Svazu chovatelů ovcí a koz (2014) uvádí plodnost na obahněnou ovci 170 - 180 %, živá hmotnost jehňat ve 100 dnech věku 35 - 38 kg, denní přírůstek v odchovu a výkrmu 330 - 380 g. Samraus (2006) publikuje, že jehňata mají výborné osvalení a přírůsteky jehňat jsou okolo 450 g.

## Výživa ovcí

Pastevní období je závislé na počasí v daném roce. Obvykle se pase od dubna do října. Mezi pastvinami jsou ovce převáděny 4 krát za léto.

Letní krmnou dávku tvoří pastva ad libitum, což je asi osm kilogramů píce. Pastviny jsou osety luční směsí tvořenou jílkem jednoletým, bojínkem lučním, jílkem vytrvalým, jílkem mnohokvětým, košťavou červenou, košťavou luční, lipnicí luční a jetelem lučním. K tomu dostávají kvalitní seno, které je umístěno ve stáji. Jádro se na této farmě nepřikrmuje. Zvířata mají přístup k minerálnímu lizu Solsel, který obsahuje mimo jiné 100 mg jodu ve formě jodičnanu vápenatého a selen. Samozřejmostí je dostatek pitné vody.

Zimní krmnou dávku tvoří kvalitní luční seno, ke kterému mají ovce neomezený přístup, běžně sežerou 3 až 5 kg sena/kus/den. V krmné dávce nechyběl ani dostatek kvalitní vody a minerální liz Solsel.

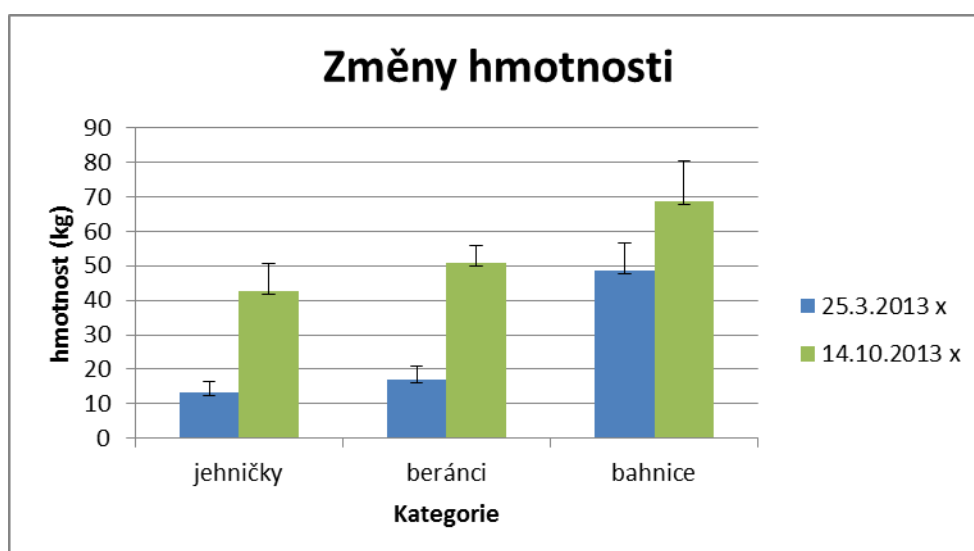
## 5. Výsledky a diskuze

### 5.1 Živá hmotnost a přírůstky v průběhu pokusu

Výsledky měření živé hmotnosti u ovcí a jehňat v průběhu roku 2013 jsou uvedeny v grafu č. 1 v tabulce č. 5. Jak se dalo očekávat, průměrné přírůstky beránků byly vyšší než průměrné přírůstky jehniček. Beránici zvýšili svou hmotnost o 34,1 kg za 203 dní, zatímco jehničky zvýšili svoji hmotnost za stejné období o 32,3 kg. U beránků byl tedy průměrný přírůstek 167,5 g za den a u jehniček 159 g za den. Vejčík (2007) povrzuje lepší růstovou schopnost beránků, a to asi o 10 – 20 %. Rovněž nekastrovaní beránčí mají lepší přírůstky. Dle Horáka et al. (2012) přírůstek odpovídá pastevnímu způsobu chovu bez přídavku jádra. Z výsledků z kontroly užítkovosti výkrmnosti jehňat v polních podmínkách v ČR vyplývá, že průměrný přírůstek plemene Suffolk je 249 g a průměrná porážková živá hmotnost 37,4 kg (www.schok.cz, 2014).

Hmotnost bahnic se od jarního do podzimního měření zvýšila o 20,2 kg. To znamená, že se jejich hmotnost zvýšila o 99 g/den. Dá se předpokládat, že to souvisí s kvalitnější výživou na jaře a v létě.

Graf č. 1 Vývoj živé hmotnosti ovcí



Tabulka č. 5 Vývoj živé hmotnosti ovcí

		<b>jehničky</b>	<b>beránci</b>	<b>bahnice</b>
<b>25.3.2013</b>	průměr	13,4	16,9	<b>48,6</b>
	sm. odchylka	3	4	<b>7,9</b>
<b>14.10.2013</b>	průměr	42,7	51	<b>68,8</b>
	sm. odchylka	8	4,7	<b>11,7</b>
<b>rozdíl ž. hm.</b>		32,3	34,1	<b>20,2</b>

## 5.2 Korelační závislosti mezi hormony štítné žlázy a tyreostimulujícím hormonem

Závislost mezi tyreostimulujícím hormonem a hormony štítné žlázy u bahnic je vyjádřena v tabulce č. 6. Korelační koeficienty mezi TSH a hormony štítné žlázy byly nízké až mírně negativní, to svědčí o správné funkci štítné žlázy. Projevila se také velká pozitivní závislosti mezi volným tyroxinem a celkovým tyroxinem, a také mezi celkovým trijodtyroninem a celkovým tyroxinem. Nakonec bych zmínila i význačnou závislost volným tyroxinem a celkovým trijodtyroninem.

V tabulce č. 7 jsou zobrazeny korelační koeficienty mezi hormony štítné žlázy a tyreostimulujícím hormonem u jehňat. Rovněž u jehňat se projevily mezi tyreostimulujícím hormonem a hormony štítné žlázy negativní korelační koeficienty a potvrdila se zpětná vazba řízení štítné žlázy. Mezi ostatními hormony štítné žlázy byla význačná a velká pozitivní závislost.

Tabulka č. 6 Korelační koeficienty mezi hormony štítné žlázy a tyreostimulujícím hormonem u bahnic

	TSH	TT4	TT3	ft4	ft3
TSH		-0,39	-0,15	-0,18	0,31
TT4	-0,39		<b>0,74</b>	<b>0,77</b>	-0,09
TT3	-0,15	<b>0,74</b>		<b>0,57</b>	-0,07
FT4	-0,18	<b>0,77</b>	<b>0,57</b>		0,20
FT3	0,31	-0,09	-0,07	0,2	

Tabulka č. 7 Korelační koeficienty mezi hormony štítné žlázy a tyreostimulujícím hormonem u jehňat

	TSH	TT4	TT3	ft4	ft3
TSH		-0,45	-0,19	-0,30	-0,16
TT4	-0,45		<b>0,71</b>	<b>0,87</b>	<b>0,46</b>
TT3	-0,19	<b>0,71</b>		<b>0,85</b>	<b>0,75</b>
FT4	-0,3	<b>0,87</b>	<b>0,85</b>		<b>0,66</b>
FT3	-0,16	<b>0,46</b>	<b>0,75</b>	<b>0,66</b>	



## **5.3 Koncentrace hormonů štítné žlázy v krevní plazmě**

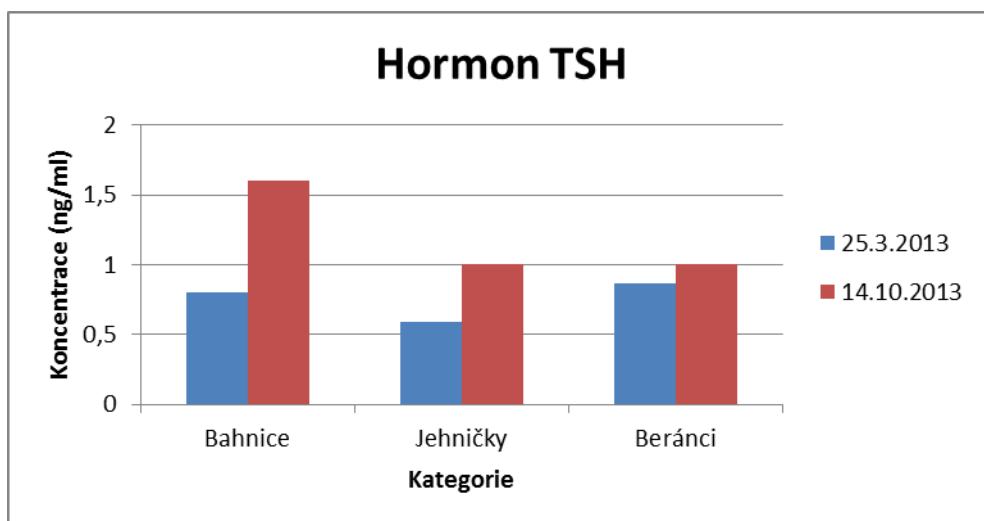
### **5.3.1 Tyreostimulující hormon**

Graf č. 2 a tabulka č. 8 ukazují jak se měnil tyreostimulující hormon u bahnic a jehňat na jaře a na podzim v roce 2013.

U bahnic se tyreostimulující hormon na jaře pohyboval v normálních hodnotách. Na jaře byla hodnota 0,84 ng/l. Ovšem na podzim se hladina TSH zvýšila téměř o polovinu. Dušová (2014) ve svém výzkumu uvádí u březích ovcí bez nadbytečného příjmu jodu hladinu TSH 2,5 ng/ml a při zvýšené suplementaci jodem 1,5 ng/l. Voudouri et al. (2003) naměřili hladinu TSH krevním séru ovcí 1,12 ng/ml.

U jehňat byly zjištěny vyšší hodnoty tyreostimulujícího hormonu v krevním séru na podzim než na jaře. U jehniček byla jarní hodnota TSH poměrně nízká 0,6 ng/ml, u beránek dosahovala úroveň TSH 0,87 ng/ml. Na podzim stoupla koncentrace TSH u jehniček i beránek mírně nad 1 ng/ml. Voudouri et al. (2003) uvádí průměrnou koncentraci TSH v krevním séru jehňat 1,12 ng/ml, Dušová (2014) zjistila koncentraci TSH u 2 měsíčních jehňat 1,2 ng/l. Koncentraci TSH na podzim může zvýšit chladné počasí a fyziologická námaha (Racek et al., 2006). V Saudské Arábii zjistil Al-Damegh (2012) u 3-5 měsíčních jehňat koncentraci TSH v krevní plazmě dokonce v rozmezí 2,64 – 2,93 ng/ml.

Graf č. 2 Průměrá koncentrace tyreostimulujícího hormonu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období



Tabulka č. 8 Koncentrace tyreostimulujícího hormonu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období

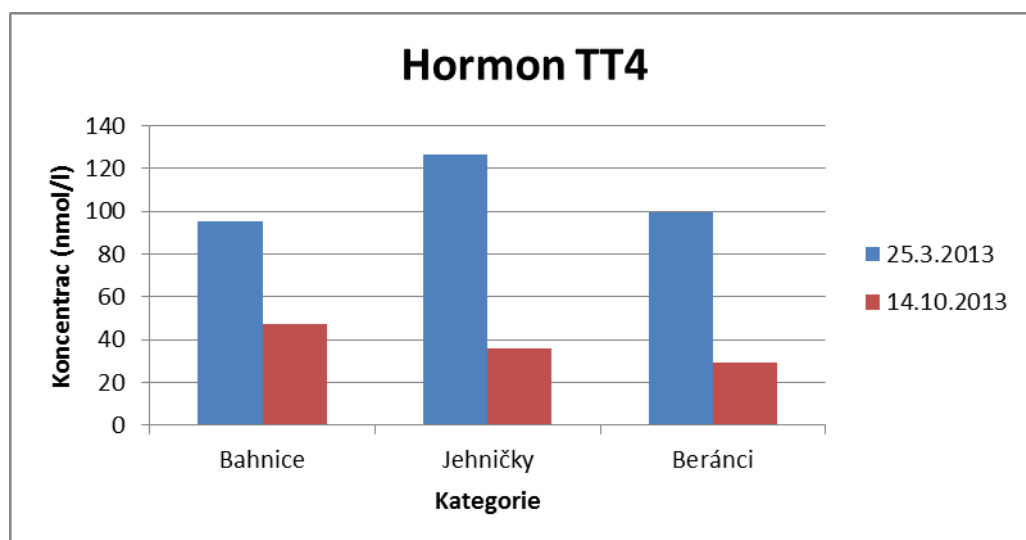
datum	Jehničky		beránci		bahnice	
	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
<b>četnost</b>	7,00	6,00	6,00	5,00	14,00	12,00
<b>median</b>	0,56	0,86	0,77	0,71	0,83	0,95
<b>sx</b>	0,08	0,42	0,32	0,62	0,28	0,64
<b>průměr</b>	0,59	1,01	0,87	1,03	0,84	1,09

### 5.3.2 Celkový tyroxin

Hladinu hormonů TT4 u ovcí a jehňat vyjadřuje graf č. 3 a tabulka č. 9. U ovcí byla hodnota TT4 při jarním měření na horní hranici a při podzimním měření na spodní hranici referenčních hodnot stanovených Greckem a Stabenfeldtem (2007) v rozmezí 45,38 – 94,61 mmol/l. Podle Krafta a Dürra (2001) jsou tyto referenční hodnoty v rozmezí 49 – 103 mmol/l. Dušková (2014) však poukazuje na relativně nízkou vypovídající vlastnost tohoto parametru.

Hladiny hormonu TT4 prokázaly jak u beránků, tak u jehniček velmi vysokou hladinu na jaře a poté velmi nízkou hladinu na pozdim. Dušová (2014) zjistila u 2 měsíčních jehňat koncentraci TT4 okolo 73 mmol/l. U 12 měsíčních jehňat uvádí Voudouri et al. (2003) koncentraci TT4 64 mmol/l. Koncentrace hormonů štítné žlázy jehňat jsou výrazně vyšší než u dospělých ovcí (Novoselec et al., 2009).

Graf č. 3 Průměrná koncentrace celkového tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období



Tabulka č. 9 Koncentrace celkového tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období

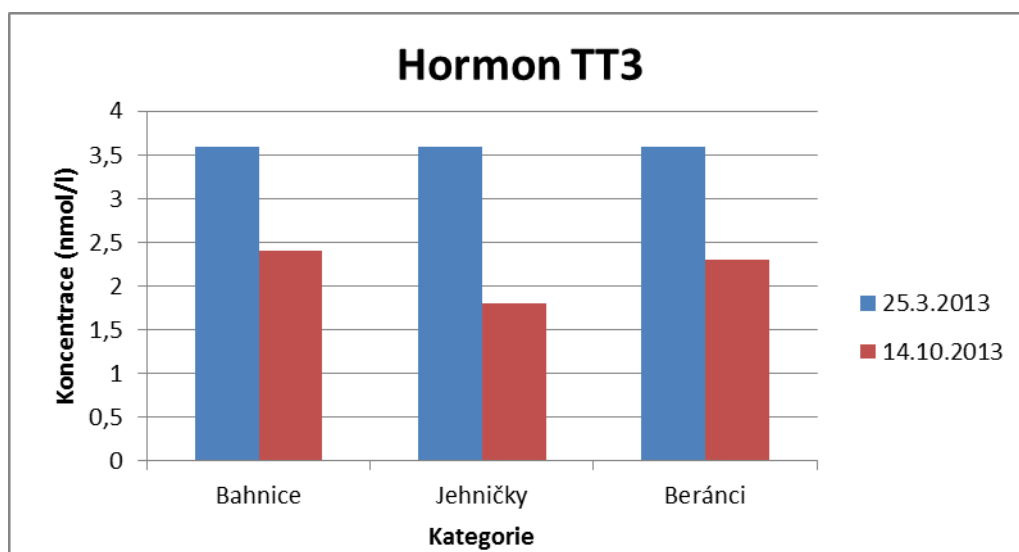
	jehničky		beránci		bahnice	
datum	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
četnost	8,00	6,00	6,00	7,00	15,00	14,00
median	127,55	39,70	110,20	24,20	94,80	45,25
sx	15,98	9,60	38,47	9,53	20,73	19,73
průměr	126,81	36,10	99,53	29,10	95,11	47,32

### 5.3.3 Celkový trijodtyronin

Rovněž jarní hladina hormonu TT3, podobně jako TT4 byla u ovcí vysoká a to 3,64 nmol/l, zatímco horní hranice fyziologického rozmezí publikuje McDonald s Pinedou (1989) a Greck se Stabenfeldtem (2007) od 0,97 do 2,3 nmol/l. Při podzimním měření měl trijodtyronin hodnotu 2,39 mmol/l, což je téměř ve fyziologickém rozmezí. Vyšší koncentraci TT3 po porodu zaznamenal také Badiet et al (2010) a Dřížhalová (2012).

Hladina TT3 na jaře byla u jehňat velmi vysoká, na podzim se snížila. Koncentrace TT3 se shodují s pokusem Dušové (2013) kdy měla jehňata ve 2 měsících hladinu TT3 okolo 2,7 mmol/l. Voudouri et al. (2003) zjistili koncentraci TT3 v krevní plazmě jehňat 1,5 nmol/l. Vliv teploty na hladinu tohoto hormonu v krvi je neobjektivní (Dušová, 2014).

Graf č. 4 Průměrná koncentrace celkového trijodtyroninu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období



Tabulka č. 10 Koncentrace celkového trijodtyroninu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období

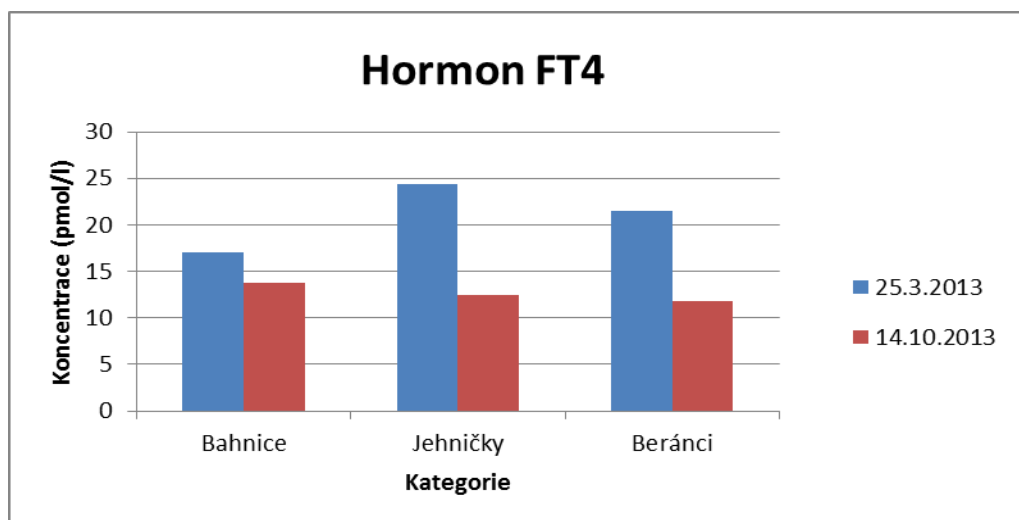
	jehničky		beránci		bahnice	
datum	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
četnost	7,00	6,00	6,00	7,00	16,00	14,00
median	3,33	1,69	3,82	2,32	3,40	2,29
sx	0,91	0,32	0,56	0,84	0,71	0,51
průměr	3,64	1,78	3,62	2,25	3,64	2,39

### 5.3.4 Volný tyroxin

Volné formy hormonů FT3 a FT4 jsou účinnými frakcemi nevázanými na transportní bílkoviny. Jejich hladina v krvi je vyjádřena v grafu č. 5 a tabulce č. 11. Koncentrace volných tyroidních hormonů souvisí s potřebami organismu. Ve srovnání údajů s Nazifim et al. (2008), kteří udávají referenční hodnoty FT4  $19,53 \pm 0,9$  pmol/l, dosahovali bahnice při jarním měření mírně snížených hodnot. Pořád ale jedná o standartní hodnoty. Ovšem při podzimním měření hodnoty klesli pod 14 pmol/l.

Jak u jehniček, tak u beránek byla koncentrace volného tyroxinu na jaře téměř 2x vyšší než na podzim. Dušová (2014) uvádí koncentraci volného tyroxinu 2 měsíčních jehňat 18 pmol/l.

Graf č. 5 Průměrná koncentrace volného tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období



Tabulka č. 11 Koncentrace volného tyroxinu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období

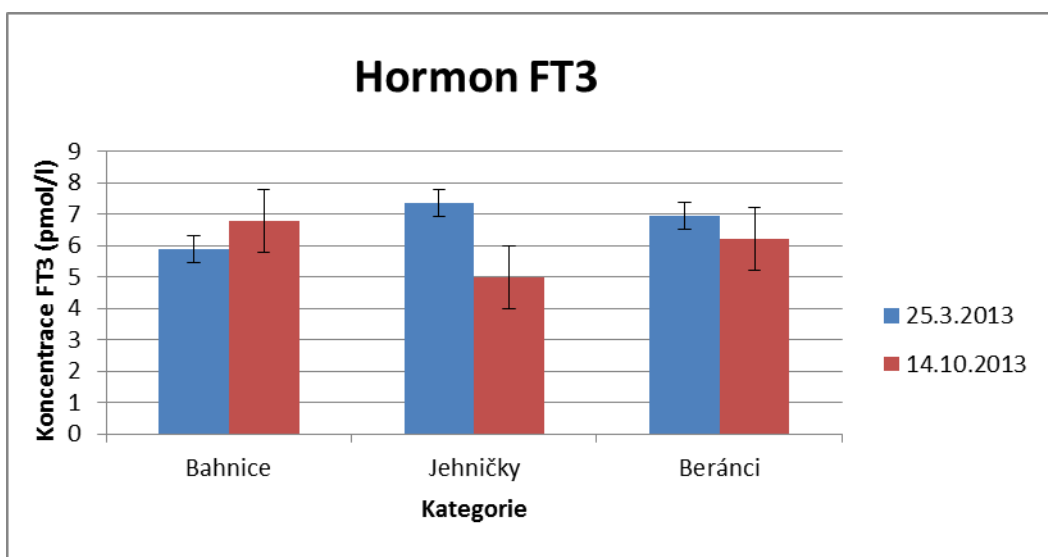
	jehničky		beránci		bahnice	
	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
<b>četnost</b>	8,0	6,0	6,0	7,0	15,0	14,0
<b>median</b>	24,15	12,90	21,85	11,60	15,20	14,00
<b>sx</b>	3,21	1,58	3,44	2,76	4,30	2,60
<b>průměr</b>	24,38	12,38	21,53	11,84	17,07	13,77

### 5.3.5 Volný trijodtyronin

Jarní hladiny hormonu FT3 znázorněné v grafu č. 6 a tabulce č. 12 se projeví jako lehce zvýšené, jejich hodnota byla necelých 6 pmol/l. Nazifi et al. (2008) stanovil úroveň FT3 na  $4,89 \pm 0,21$  pmol/l a Badiei et al. (2010) na  $3,22 \pm 0,37$  pmol/l. Na podzim stoupli hodnoty FT3 dokonce na 6,76 zde se jedná o velmi vysokou hladinu.

U jehňat byla hladina FT3 velmi vysoká. Dušová (2014) zjistila, že koncentrace FT3 u 2 měsíčních jehňat byla také okolo 5 pmol/l.

Graf č. 6 Průměrná koncentrace volného trijodtyroninu v krevní plazmě u jednotlivých kategorií zvířat v jarním a podzimním období



Tabulka č. 12 Koncentrace volného trijodtyroninu 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
<b>četnost</b>	8,00	6,00	6,00	7,00	16,00	14,00
<b>median</b>	6,87	5,10	7,27	5,58	5,87	6,69
<b>sx</b>	1,49	1,03	1,50	2,03	0,83	1,16
<b>průměr</b>	7,37	4,98	6,94	6,18	5,91	6,76



## 5.4 Vybrané biochemické parametry v krvi bahnic a jehňat

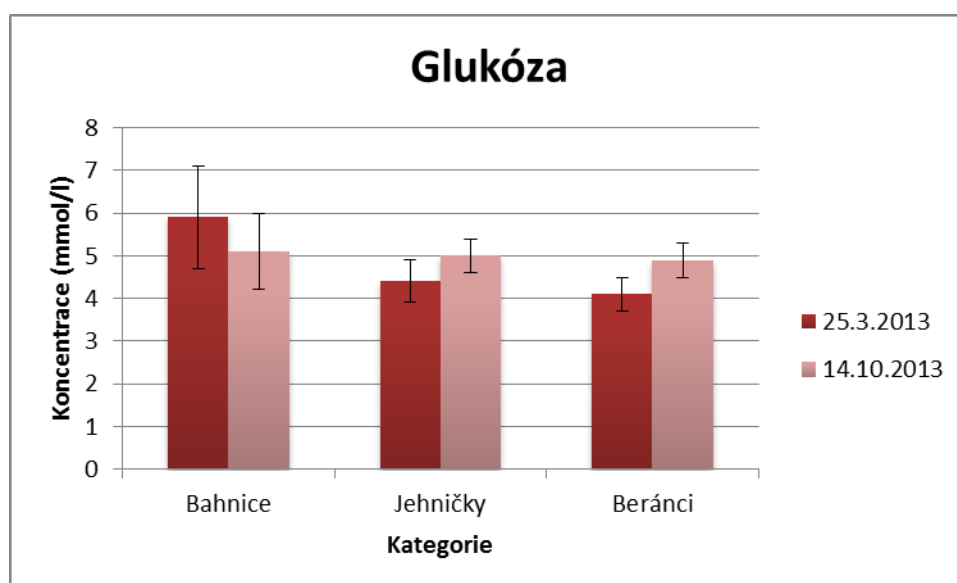
### 5.4.1 Glukóza

Koncentrace glukózy uváděné v grafu č. 7 a tabulce č. 13 byla u bahnic na horní hranici nebo nad horní hranicí referenčních hodnot pro bahnice uváděné Doubkem et al. (2007) a Jelínkem et al. (2003). Podle Doubka et al. (2007) jsou referenční hodnoty glukózy v krvi pro ovce 2,8 – 4,4 mmol/l. Jelínek, Koudela et al. (2003) se shoduje a udává hodnotu 3,5 mmol/l. Hladina glukózy v krvi bahnic byla na jaře o 1 mmol/l vyšší než na podzim. Tato jarní hodnota téměř 6 mmol/l přesahovala 2x stanovené referenční hodnoty. U kategorie jehniček a beránků byly naopak hodnoty glukózy vyšší nad podzim.

Zvýšená hladina glukózy mohla být způsobena chladným prostředím nebo fyzickou zátěží a stresem při odebrání vzorku (Pavlík, 2013). Také do 2 hodin po nakrmení je prokázána zvýšená hladina v glukózy v krvi (Doubek et al. 2007).

Potvrdilo se, že dospělí přežvýkavci mají oproti vlastním mláďatům nižší hladinu glukózy, jak uvádí Reece (1998). Doubek et al. (2007) však uvádí opačnou závislost.

Graf č. 7 Průměrná koncentrace glukózy v krevné plazmě bahnic a jehňat



Tabulka č. 13 Koncentrace glukózy v krevné plazmě bahnic a jehňat

	jehničky		beránci		bahnice	
	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
<b>datum</b>	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
<b>sx</b>	0,5	0,4	0,4	0,4	1,2	0,9
<b>median</b>	4,3	4,8	4,1	4,9	5,8	5,0
<b>četnost</b>	8,0	6,0	6,0	7,0	16,0	14,0
<b>průměr</b>	4,4	5,0	4,1	4,9	5,9	5,1

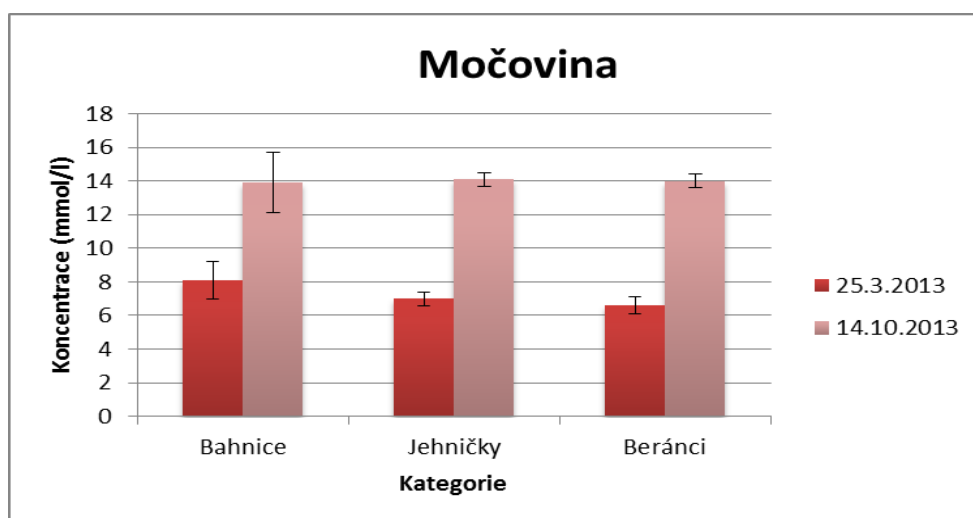
## 5.4.2 Močovina

Graf č. 8 a tabulka č. 14 vyjadřuje koncentraci močoviny v krevní plazmě ovcí a jehňat během roku 2013. Koncentrace močoviny v krevní plazmě se při jarním odběru pohybovala v horní hranici referenčních hodnot stanovených Doubkem et al. (2007), kteří udávají hladinu močoviny v krvi pro ovce 2,9 – 7,1 mmol/l. Dle Jelínka a Koudely et al. (2003), kteří se přiklánějí k její horní hranici a to 7,1 mmol/l by stanovená koncentrace byla optimální. Při podzimním odběru se hladina močoviny zvýšila tak, že i dvojnásobně převyšovala horní mez fyziologického rozmezí. Novoselec et al. (2009) zjistili hodnotu močoviny u chorvatských domorodých ovcí 5,08 mmol/l.

Hladina močoviny v krvi narůstá při hladovění, díky nadměrnému rozkládání tělních bílkovin (Jelínek, Koudela et al., 2003). Zvýšená hladina močoviny v krvi může také ukazovat na poruchu činnosti ledvin, zvýšenou aktivitou tyroidních hormonů (zvýšený katabolismus), nadbytek proteinů v krmivu nebo dehydratací (Pavlík, 2013).

Uvedené nežádoucí zvýšení obsahu močoviny v krevní plazmě vyžaduje kontrolu obsahu dusíkatých látek v pastevní píci respektive revizihnojení pastevních porostů dusíkatými hnojivy. Dlouhodobý nadbytek dusíkatých látek (močovina v krevní plazmě) neúměrně zatěžuje detoxikační funkce jater (Svobodová et al., 2008). Vyšší pokles energetických zdrojů by v souvislosti s vyšší úrovní močoviny v krvi mohlo prohloubit již tak vysoké zatížení organismu ovcí dusíkatými metabolity.

Graf č. 8 Průměrná koncentrace močoviny v krevné plazmě bahnic a jehňat



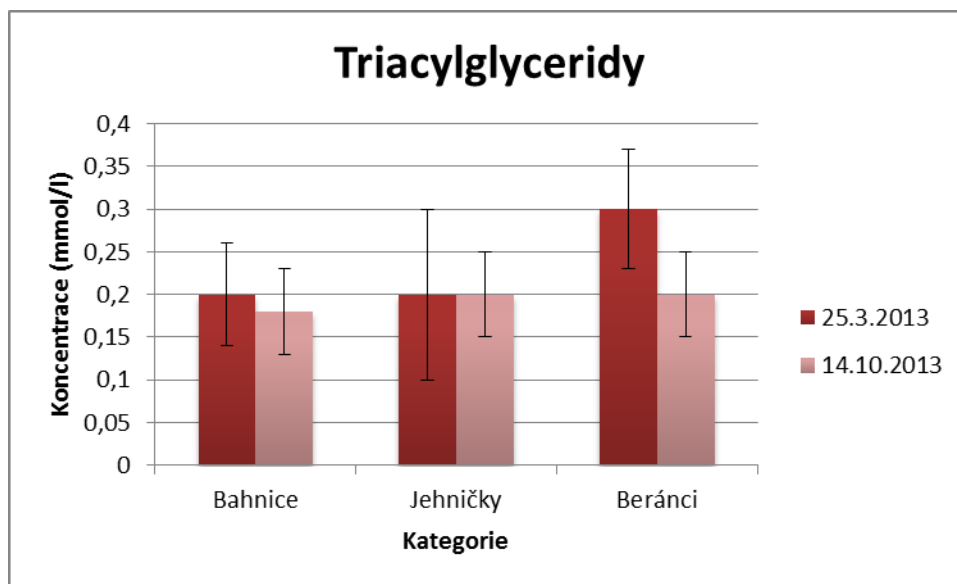
Tabulka č. 14 Koncentrace močoviny v krevné plazmě bahnic a jehňat

	jehničky		beránci		bahnice	
datum	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
sx	1,1	1,6	1,0	1,4	1,1	1,8
median	6,6	13,9	6,4	14,0	7,9	13,8
četnost	8,0	6,0	6,0	7,0	16,0	14,0
průměr	7,0	14,1	6,6	14,0	8,1	13,9

### 5.4.3 Triacylglyceridy

Koncentrace triglyceridů znázorněná v grafu č. 9 a tabulce č. 15 se u všech měření pohybovala okolo 0,2 mmol/l. Tato hladina je nižší než optimální hladina 0,38 mmol/l uváděná Slaninou (1991). Vypovídací hodnota triacylglyceridů je velmi malá (Jiran, 1994).

Graf č. 9 Průměrná koncentrace triacylglyceridů v krevné plazmě bahnic a jehňat



Tabulka č. 15 Koncentrace triacylglyceridů v krevné plazmě bahnic a jehňat

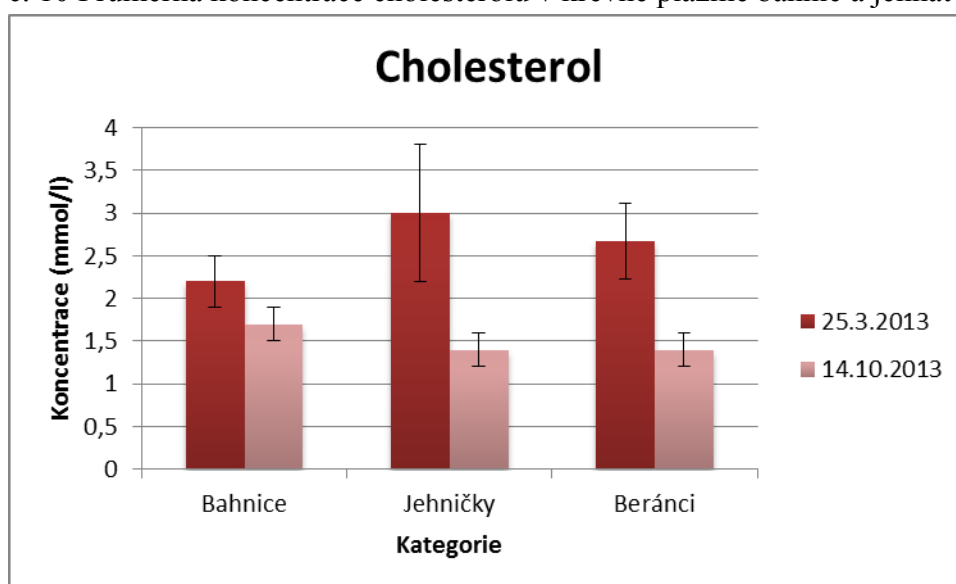
	jehničky		beránci		bahnice	
datum	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
četnost	8,0	6,0	6,0	7,0	16,0	14,0
sx	0,1	0,05	0,1	0,05	0,06	0,05
median	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
průměr	0,2	0,18	0,3	0,2	0,2	0,2

## 5.4.4 Cholesterol

Změny hladiny cholesterolu ovcí a jehňat během roku 2013 jsou znázorněny v grafu č. 10 a tabulce č. 16. Doubek et al. (2007) udává referenční hodnoty cholesterolu v krvi pro ovce 1,3 – 2,0 mmol/l, s její střední hodnotou se shoduje i Jelínek, Koudela et al. (2003). Na jaře koncentrace cholesterolu v krvi u všech měřených skupin převyšovala fyziologické rozpětí, u beránků byla průměrná hladina dokonce 3 mmol/l. Na podzim se hladina cholesterolu u všech skupin snížila a vrátila se tak do fyziologické normy. U bahnic trend jarního zvýšení a nebyl tak výrazný.

Zvýšené hodnoty mohou být způsobeny nižší teplotou v době odběru (Nazifi et al., 2003). Podle Pavlíka (2013) je hladina cholesterolu v krvi odrazem příjmu lipidů v krmné dávce.

Graf č. 10 Průměrná koncentrace cholesterolu v krevné plazmě bahnic a jehňat



Tabulka č. 5 Koncentrace cholesterolu v krevné plazmě bahnic a jehňat

	jehničky		beránci		bahnice	
	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013	25.3.2013	14.10.2013
četnost	8	6,0	5,0	7,0	16,0	14,0
sx	0,8	0,2	0,44	0,2	0,3	0,2
median	3,0	1,4	2,35	1,4	2,2	1,7
průměr	3	1,4	2,67	1,4	2,2	1,7

## 6. Závěr

Aktivita štítné žlázy sledovaných bahnic a jehňat v roce 2013 byla na jaře vyšší než na podzim. Vzhledem k tomu, že nejsou stanoveny referenční hodnoty TSH u ovcí, není možné prokázat, zda se jedná o hypotyreózu. Na základě nízké hladiny FT4 a zvýšené hladiny TSH by se mohlo jednat o hypofunkci štítné žlázy (Racek et al., 2006). Korelační závislosti mezi TSH a hormony štítné žlázy potvrdily správnou regulaci štítné žlázy u bahnic i jehňat.

Zvýšená aktivita štítné žlázy na jaře souvisí s větší fyziologickou zátěží, především změnou ve složení krmné dávky, metabolickou náročností laktace a velkou růstovou intenzitou jehňat. To se potvrdilo i velkým přírůstkem beránek i jehniček a zvýšenou hmotností bahnic o 20,2 kg mezi měřeními. Snížená funkce štítné žlázy mohla být způsobena naopak nízkou zátěží oproti jaru. V době podzimního měření probíhalo ukončování pastevního období a zvířata měla dobrou výživnou kondici. Vzhledem k tomu, že odběr probíhal uprostřed listopadu byly bahnice a některé jehnice na počátku březosti. Ke konci pastevního období se snižovala kvalita pastvy, proto se mohlo jednat o přechodné období. Ovce na tuto změnu reagovaly zvýšenou produkcí nadřazeného TSH, aby se následně zvýšila hladina tyroidních hormonů v krvi a zvýšila se tak aktivita štítné žlázy.

Zhoršená kvalita pastvy na podzim zároveň souvisí se zvýšenou hladinou močoviny v krvi, především u bahnic, kdy byla hladina močoviny 2x vyšší než na jaře. Hladina močoviny v krvi stoupá s nedostatkem energie, hladověním a při velkém příjmu N - látek v krmné dávce. Potvrdil se vztah mezi zvýšenou koncentrací močoviny a zvýšenou činností štítné žlázy.

Také hladina glukózy v krvi bahnic byla na podzim nižší než na jaře, což svědčí o nižším příjmu energie v krmivu na podzim. U jehňat byla naopak hladina glukózy vyšší na podzim, nejspíše se jednalo o jehňata na výkrm, která měla jiné složení krmné dávky. Celkově u bahnic i jehňat byla hladina glukózy vysoká důsledkem fyzického i psychického stresu a chladného počasí při odebírání vzorků a vážení.

Hladina triacylglyceridů a cholesterolu, která je odrazem příjmu lipidů, byla oproti jaru také nižší.

Posuzování aktivity štítné žlázy je velmi obtížné vzhledem k mnoha faktorům, které ji ovlivňují. Hodnoty tyroidních hormonů jsou charakterizovány vysokou proměnlivostí, která je zavádějící. Také naměřené hodnoty od různých autorů nejsou srovnatelné kvůli velkým rozdílům u zkoumaných zvířat za různých podmínek, stejně tak kvůli jejich provedení.

Změna aktivity štítné žlázy nebyla ovlivněna nedostatkem jodu v krmné dávce.

### **Doporučení pro další výzkumnou práci:**

1. Na základě statistického vyšetření hormonů štítné žlázy a obsahu jodu v krevní plazmě a v moči ovcí stanovit normální hodnoty TSH
2. Zařadit stanovení hormonů štítné žlázy mezi běžně vyšetřované parametry metabolismu



## 7. Seznam bibliografických citací

- AL-DAMEGH M. A. (2012): Sheep breed type effects on plasma thyrotropin, thyroxine and testosterone in growing ram lambs under hot climate. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10, s. 530-533.
- AMERICAN THYROID ASSOCIATION (2005): Thyroid function test. [online] Dostupné z: [http://www.thyroid.org/patients/brochures/FunctionTests\_brochure.pdf] [cit 2012-4- 2]
- ASSANE M. SERE A., (1990): Seasonal and gestational variations of triiodothyronine and thyroxine plasma-concentrations in Sahel Peulh ewe. *Annales de Recherches Veterinaires* 21, 285–289.
- BADIEI K. H., MOSTAGHNI K. H., NIKHADAM P., POURJAFAR M. (2010): The effect of mercury on thyroid function in sheep. *International Journal of Veterinary Research*, s. 277-281.
- BARNE, R. M., LEVY M. N. (1990): Principles of physiology, The C. V. Mosby Comp., Toronto, 690 s.
- BLASZCZYK B., UDALA J., GACZRZEWIC D., (2004): Changes in estradiol, progesterone, melatonin, prolactin and thyroxine concentrations in blood plasma of goats following induced estrus in and outside the natural breeding season. *Small Ruminant Research* 51, 209–219.
- BLUM J.W., GINGINS M., VITINS P. BICKEL H., (1980): Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. *Acta Endocrinologica* 93, 440–447.
- BLUMHART R., SCOOT W. (1996): Thyroid – Nuclear Medicine. *Review and Reference Notes on Nuclear Medicine*, s. 1- 4.
- BOĎA K., et al, (1990): Patologická fyziológia hospodárskych zvierat, 1. vydání, Príroda, Bratislava, 386 s.
- CELI P., SEREN E., CELI R., PARMEGGIANI A., DI TRANA A., (2003): Relationships between blood hormonal concentrations and secondary fibre shedding in young cashmere-bearing goats at their first moult. *Animal Science* 77, 371–381.

- ČERNÝ H., (2002): Veterinární anatomie pro studium a praxi, Ústav anatomie, histologie a embryologie, Fakulta veterinárního lékařství VFU, Brno, s. 142-143. ISBN 80-86542-01-7.
- ČERVENÝ Č. (1999): Koldův atlas veterinární anatomie, In: ČERVENÝ Č. KOMÁREK, V., ŠTĚRBA, O.: Grada Publishing, Praha, s. 352 - 353. ISBN 80-7169-352-9.
- DAUNCEY M.J., (1990): Thyroid hormones and thermogenesis. Proceedings of the Nutrition Society 49, 203–215.
- De LEO V., La MARCA A., LANZETTA D., MORGANTE G., (1998): Thyroid function in early pregnancy I: Thyroid-stimulating hormone response to thyrotropinreleasing hormone. Gynecological Endocrinology 12, 191–196.
- DICKSON W.M., (1993): Endocrine glands. In: Duke's physiology of domestic animals, 11th edition (ed. MJ Swenson and WO Reece), pp. 629–664. Comstock Publishers Association, Ithaca and London.
- 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
- 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.
- DŘÍZHALOVÁ B., (2012): Koncentrace hormonů štítné žlázy v krevní plazmě ovcí, Bakalářská práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- DUŠOVÁ H., (2014): Vliv jódu na funkční parametry přežvykavců, Disertační práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- DVOŘÁKOVÁ M., BÍLEK R., ČEŘOVSKÁ J., HILL M., NOVÁK Z., VAVRENJOVÁ V., VLČEK P., VRBÍKOVÁ J., (2005): Volumy štítné žlázy u dospělé populace ve věku 18 – 65 let v České republice – stanovení norem, Časopis Vnitřní lékařství, Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, Praha: 52(1): 57–63, ISSB 0042 – 773x

- DWYER C. M., MORGAN A., (2006): Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed, birth weight, and litter size. *Journal of Animal Science* 84, 1093–1101.
- FALLAH-RAD A. H., CONNOR M. L., (1999): Relationships of thyroid hormones, IGF-I and testosterone in breeds of ram lambs with low and high prolificacies. *Canadian Journal of Animal Science* 79, 441–448.
- 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 „veredlungswirtschaft unter veränderten Rahmenbedingungen – Strategien zur Verbesserung der Tiegesundheit und zur Munderung der Schwermetalleinträge in den Exkrementen“*. Niedersächsisches Kompetenzzentrum Ernährungswirtschaft Hochschule Vechta, s. 21-37.
- GRECO D. S., STABENFELDT G.H. (2007): Endokrinology In: CUNNINGHAM, J. G., KLEIN, B. G., *Veterinary Physiology*, 4.vydání, Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, 700 s. ISBN – 978 – 1 – 4160 – 3610 – 4.
- GRAHAM T. W. (1991): Trace element deficiencies in cattle. *Vet. Clin. Of North. Am Food Anim. Pract.*, roč. 7, s. 153 – 215.
- ILLEK J. (2003): Funkce minerálních látek. In: JELÍNEK P., KOUDELA K., (ed.): *Fyziologie hospodářských zvířat*. MZLU Brno, Brno, 275 s. ISBN 80 – 7157 – 644 – 1.
- 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*. MZLU Brno, Brno, 275 s. ISBN 80 – 7157 – 644 – 1.
- JEROCH H., ČERMÁK B., KROUPOVÁ V. (2006): *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat, vědecká monografie*, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 212 s. ISBN 80 – 7040 – 873 - 1.
- JISKRA J. (2011): Co je štítná žláza a jak účinkuje. [online] Dostupné z: [www. http://endokrinologie-obezitologie.cz/cs/clanky/tema1/co-je-stitna-zlaza-jak-ucinkuje/](http://endokrinologie-obezitologie.cz/cs/clanky/tema1/co-je-stitna-zlaza-jak-ucinkuje/) [cit 2012-3-20]

- HORÁK F. (2012): Chováme ovce: odborná monografie = Theory and practice of sheep breeding : professional monograph. Vyd. v češtině 1. Praha: Ve spolupráci se Svazem chovatelů ovcí a koz v ČR vydalo nakl. Brázda, 383 s., 20, 8 s. ISBN 978-80-209-0390-7.
- HYND P. I. (1994): Follicular determinants of the length and diameter of wool fibres. 2. Comparison of sheep differing in thyroid hormone status. Australian Journal of Agricultural Research, vol. 45, issue 6, s. 1149-94. DOI: 10.1071/ar9941149.
- JELÍNEK P., KOUDELA K. et al. (2003): Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU Brno, Brno, 275 s. ISBN 80 – 7157 – 644 – 1.
- JIRAN E. (1994): Směrné hodnoty důležitých laboratorních vyšetření pro domácí zvířata. Vetpres – vydavatelství a.s. Biopharm – VÚBL, Jílové u Prahy. s. 127
- KALÁČ P., MÍKA V. (1997) Přirozené škodlivé látky v rostlinných pletivech, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 301 s. ISBN 80-85120-96-8.
- KONG W.M., MARTIN N.M., SMITH K.L., GARDINER J.V., CONNOLEY I.P., STEPHENS D.A., DHILLO W.S., GHATEI M.A., SMALL C.J. BLOOM S.R. (2004): Triiodothyronine stimulates food intake via the hypothalamic ventromedial nucleus independent of changes in energy expenditure. Endocrinology 145, str. 5252–5258.
- KOTAČOVÁ L. (2012): Trijódtyronin volný. [online] Dostupné z: <http://www.toplekar.cz/laboratorni-hodnoty/trijodthyronin-volny.html>. [cit 2012 - 3-28]
- KRAFT W., DÜRR U. (2001): Klinická laboratorna diagnostika vo veterinárnej medicíne. Hajko & Hajková. Bratislava. 365 s.
- KRABAČOVÁ I. (2002): Morfologické a funkční změny štítné úlázy při různé saturaci hospodářských zvířat jódem. [Disertační práce]. Jihočeské univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice
- KRESAN J., et al. (1979): Morfologie hospodářských zvířat, Příroda. Bratislava ve spolupráci s SZN Praha, ISBN nevedeno

- KROUPOVÁ V., TRÁVNÍČEK J., KURSA, J. (2007): Krevní parametry ovcí při nízkém příjmu selenu, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. In: VII. Kábrtovy dietetické dny, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav výživy, zootechniky a zoohygieny, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno s. 66 – 69.
- KROUPOVÁ V., KURSA J., MATOUŠKOVÁ E., ŠACHOVÁ E., (2000): Nezbytnost suplementace jódu ve výživě krav v horské oblasti Šumavy, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, s. 179 – 186. ISBN neuvedeno
- KURSA J., KROUPOVÁ V., KRATOCHVÍL L. (1994): Společně proti výskytu strumy. Zemědělec 6, s. 8.
- LESHIN L. S., JACKSON G. L., (1987): Effect of photoperiod and morphine on plasma prolactin concentration and thyrotropin-releasing hormone secretion in the ewe. Neuroendocrinology 46, 461–467.
- LÍMANOVÁ Z., NĚMEC J., ZAMRAZIL V. (1995): Nemoci štítné žlázy, Galén, ISBN 80-85824-25-6, s. 147-154.
- 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.
- LÍMANOVÁ Z. (2003): Onemocnění štítné žlázy ve stáří, Česká geriatrická revue, 3/2003 str. 14 – 21, Brno, ISSN 1801-8661.
- LISSITZKY S., (1990): Thyroid Hormones In: BAULIEU E.-E., KELLY, P. A., Hormones, From molecules to diseases, 697 s. ISBN 0 – 412 – 02781 – 7.
- LUCARONI A., TODINI L., (1989): Thyroid hormones blood concentration during pregnancy, delivery and lactation by the goat. Atti della Societa` Italiana della Scienze Veterinarie 43, 473–477.
- MANALU W., SUMARYADI M.Y., KUSUMORINI N. (1997): Maternal serum concentrations of total triiodothyronine, tetraiodothyronine and cortisol in different status of pregnancy during late pregnancy in Ettawah-cross does. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 10, 385–390.

- 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.
- MASOPUST J., (1997): Vybrané kapitoly z patobiochemie orgánů, Univerzita Karlova, Karolinum, Praha, 175 s. ISBN 80-7184-415-2.
- McDONALD L. E., PINEDA M. G. (1989): Veterinary Endocrinology and Reproduction. 4. vydání, Lea and Febiger, Philadelphia, 585 s.
- McDowell L.R., (1992): Minerals in animal and human nutrition. Academic Press, London, 542 s.
- MIERA C., et al. (2013): Circannual variation in thyroid hormone deiodinases in a short-day breeder. *Journal of Neuroendocrinology* 25. str. 412–421.
- MÍKA V., Minerální látky. In: KALAČ P., MÍKA V. (1997): Přirozené škodlivé látky v rostlinných pletivech, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 301 s. ISBN 80-85120-96-8.
- MITIN V., MIKULEC K., KARADJOLE I., (1986): Thyroid hormones and insulin concentration in sheep. *Veterinarski Arhiv* 55, S73–S75.
- MUSIL F., SVOBODOVÁ M., KLIČKOVÁ D. (2010): Hodnoty jodurů 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
- NAZIFI S., SAEB M., ABANGAH E., KARIMI T. (2008): Studies on the relationship between thyroid hormones and some trace elements in the blood serum of Iranian fat-tailed sheep. *Vet Arch.* 78: 159-165.
- NAJBRT R., et al. (1980): Veterinární 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
- OGASAWARA M., DI LAURIO R., SATOH N., (1999): Ascidian homologs of mammalian thyroid peroxidase genes are expressed in the toroid – equivalent region of endostyle. *J. Exp. Zool.*, 285 (2), 281 – 169.
- PAVLÍK A. (2013): Metody hodnocení vnitřního prostředí hospodářských zvířat. s. 46, Mendelova univerzita. Brno, ISBN: 978 – 80 – 7375 – 736 – 6.

- PAVLATA I. (2009): Poruchy metabolismu jódu In: Hofírek, B.(ed): Nemoci skotu. Česká buiatrická společnost. Noviko, Brno, 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5.
- PEETERS R., et al. (1989): Relationship between the thyroidal and gonadal axes during the estrus cycle of ewes of different breeds and ages. *Reproduction Nutrition Development* 29, 237–245.
- PEKSA Z. (2009): Stav štítné žlázy jatečného skotu. [Diplomová práce]. České Budějovice, 51 s. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat.
- PEKSA Z. JELÍNEK P., KOUDELA F., TRÁVNÍČEK J., DUŠKOVÁ H., MIKULOVÁ M. (2011): Vztah mezi obsahem jódu a morfologickými parametry štítné žlázy jatečného skotu In: IX. Kábrtovy dietetické dny, Tribun EU, Brno.
- PISAŘÍKOVÁ B., HERZIG I., ŘÍHA J. (1996): Inorganic anions with potactional strumigenic affect in potable water for humans and animals. *Vet. Med. – Czech*, s. 1-7.
- PODOBA J., LANGER P. (1993): Kongenitální hypotyreóza. In: KREZE, A., LANGER P., KLIMEŠ, I. : *Praktická endokrinologia*, Slovak Academic Press, Bratislava. s.164 – 169. ISBN 80-85665-17-4.
- POPEŠKO P. et al. (1992): *Anatómia hospodářských zvířat*, Příroda, Bratislava, 693 s. ISBN 80-07-00542-0.
- PREEDY V. R., BURROW G. N., WATSON R. R. et al. (2009): *Comprehensive handbook of iodine. Nutritional, Pathological and Therapeutic aspects.* Academic Press (Elsevier inc.), Burlington- San Diego – London, 1312 s., ISBN 978-0-12-374 135-6.
- PROŠOVÁ – DUTOIT I. (1996): *Endokrinologie v praxi.* Grada publishing, Praha, ISBN: 880 – 7169 – 220 – 4.
- RACEK J., EISELT J., FRIEDECKÝ B., HOLEČEK V., NEKULOVÁ M., PITTOVÁ H., RYŠAVÝ Z., SENFT V., ŠAVLOVÁ M., TĚŠÍNSKÝ P., Verner, M.: *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.

- REFFETOFF S., NICOLOFF J. T. (1995): Thyroid Hormone Transport and Metabolism. In: DeGROOT, L. (ed.): Endocrinology, thirt edition, volume 1, Philadelphia, Pennsylvania, W. B. Saunders Company, 914 s. ISBN 0 – 7216 – 4263 – 2.
- REIDL R., HORVATH D. (1980): Siol chemistry and mineral problems in animal livestock. *Anim. Feed Sci Technol.*, 5
- RHIND S.M., MCMILLEN S.R., DUFF E., HIRST D., WRIGHT S. (1998): Seasonality of meal patterns and hormonal correlates in red deer. *Physiology & Behavior* 65, 295–302.
- RIIS P.M., MADSEN A. (1985): Thyroxine concentration and secretion rates in relation to pregnancy, lactation and energy balance in goats. *Journal of Endocrinology* 107, 421–427.
- SALEM M.H., ELSHERBINY A.A., KHALIL M.H. YOUSEF M.K. (1991): Diurnal and seasonal rhythm in plasma-cortisol, triiodothyronine and thyronine as affected by the wool coat in barki sheep. *Indian Journal of Animal Sciences* 61, 946–951.
- SAMBRAUS, Hans Hinrich. (2006): Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata : 250 plemen. Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda, 295 s. ISBN 80-209-0344-5.
- SCHENCK M., KOLB E. (1991): Základy fyziologickej chémie, Příroda, Bratislava, 648 s. ISBN 80-07-00418-1.
- SLANINA L. (1991): Vademecum veterinárneho lekára. Příroda Bratislava, 1182 s. ISBN 80-07-00419-X.
- SOMMER A., et al. (1994): Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Česká akademie zemědělských věd. Komise výživy hospodářských zvířat, Pohořelice, ISBN 80 – 901598 – 1- 8.
- SOUZA M.I., BICUDO S.D., URIBE-VELASQUEZ L.F., RAMOS A.A. (2002): Circadian and circannual rhythms of T3 and T4 secretions in Polwarth-Ideal rams. *Small Ruminant Research* 46, 1–5.
- SOVA Z. (1990): Fyziologie hospodářských zvířat: celost. vysokošk. učebnice pro vys. školy zeměděl. a veter. 2., přeprac. vyd. Praha: SZN, 469 s. SZN (Živočišná výroba). ISBN 80-209-0092-6.
- SPRINGER D., (2010). Štítná žláza a života běh, *Labor aktuell* 10(04): s. 28 – 31.



- 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.
- SUFFOLK. Svaz chovatelů ovcí a koz české republiky. [online]. 21.6.2014 [cit. 2014-06-21]. Dostupné z: <http://www.schok.cz/plemena-ovci/suffolk-sf> .
- SUCHÝ P., STRAKOVÁ E., HERZIG I., (2009): Základy výživy skotu, In: HOFÍREK, B. (ed): Nemoci skotu. Česká buiatrická společnost, Noviko s.r.o., Brno, 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5.
- SVOBODOVÁ Z., et al. (2008): Veterinární toxikologie v klinické praxi. Profi Press. s.r.o., Praha 2008. 253 s. ISBN978-80-86726-27-4.
- TAYLOR P.M., BRAMEND J.M. (1999): Mechanism of regulation of transcription and translation. In: Lobley, G.E., White, A. and MacRae, J. Protein metabolism and nutrition. Publication No. 96, EAAP, Wageningen, p 25-50.
- TODINI L., DELGADILLO J. A., DEBENEDETTI A., CHEMINEAU P. (2006): Plasma total T3 and T4 concentrations in bucks as affected by photoperiod. Small Ruminant Research 65, 8–13.
- TODINI L., LUCARONI A., MALFATTI A., DEBENEDETTI A., COSTARELLI S. (1992): Male - female differences in the annual profiles of the thyroid hormones blood level by the goat. Atti della Societa` Italiana della Scienze Veterinarie 46, 169–173.
- TOLDINY L. (2007): Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. Animal 2007, s. 997 – 1008.
- TODINI L., MALFATTI A., VALBONESI A., TRABALZA-MARINUCCI M., DEBENEDETTI A. (2007): Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages, as affected by the energy intake. Small Ruminant Research 68, 285–290.
- TRÁVNÍČEK, J., KURSA, J., (2001): Iodine concentration in milk of sheep and goats from farms in south bohemia. Acta Vet. Brno. 70: s. 35-42
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., ŠOCH M., (2004): Iodine content in bulk feeds in western and southern Bohemia. Czech Journal of Animal Science, 49, 483 – 488.
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., DUŠOVÁ H., KRHOVJÁKOVÁ J., KONEČNÝ R., (2011): Optimalzace obsahu jodu v kravském mléce, metodická příručka, Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích, ISBN 978-80-7394-328-8

- 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., [1] l. barev. obr. příl. ISBN 978-80-7394-007-2.
- VILLAR D., NICOL F., ARTHUR J.R., DICKS P., CANNAN A., KENNEDY D.G., RHIND S.M., (2000): Type II and type III monodeiodinase activities in the skin of untreated and propylthiouracil-treated cashmere goats. *Research in Veterinary science* 68, s. 119–123.
- VOKURKA M., HUGO J. (2004): Velký lékařský slovník, 4. vydání, Jessenius, Maxdorf, Praha, ISBN 80 - 7345 - 037 – 2.
- VOUDOURI A. N., CHADIMO S. E., MENEGATOS J.G. et al. (2003): Selenoenzyme activities in selenium and iodine-deficient sheep. *Biological Trace Element Research*, 94, s. 213-223.
- VRZGULA L., et al. (1982): Poruchy látkového metabolismu hospodářských zvířat a ich prevencia. 2. vydání, Bratislava, Príroda, 1990, 503 s.
- WILLIAMS C. C. (2004): Glucose metabolism and insulin sensitivity in Gulf Coast native and Suffolk ewes during late gestation and early lactation. *Small Ruminant Research* 54, s. 167–171.
- YILDIZ A., BALIKCI E., GURDOGAN F. (2005): Changes in some serum hormonal profiles during pregnancy in single- and twin-foetus-bearing Akkaraman sheep. *Medycyna Weterynaryjna* 61, s. 1138–1141.