

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**Zemědělská fakulta**

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Katedra zootechnických věd

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

**Bakalářská práce**

**Aktivita štítné žlázy koní**

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

Konzultant bakalářské práce: Ing. Zuzana Křížová

Vypracovala: Petra Šináklová

České Budějovice, 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra ŠINÁKLOVÁ**  
Osobní číslo: **Z12454**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělství**  
Název tématu: **Aktivita štítné žlázy koní**  
Zadávající katedra: **Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Hormony štítné žlázy zasahují do vývoje tkání, látkového a energetického metabolismu. Štítná žláza je ovlivněna řadou funkčních a environmentálních faktorů: příjmem jódu, věkem, výkonností, strumigeny, klimatickými podmínkami.


Cílem práce bude zpracovat literární přehled o stavbě a funkci štítné žlázy koní a podle obsahu hormonů štítné žlázy v krevním séru zhodnotit její aktivitu u testovaných koní. Vzorky séra budou získány z veterinárních pracovišť nebo odběrem od koní z chovu účelového zařízení ZF. Hormony tyroxín a trijódtyronin budou stanoveny RIA metodou. Budete se podílet na odběrech a přípravě vzorků a jejich analýze. Zpracujete přehled o obsahu hormonů v séru koní, posoudíte možné vztahy mezi obsahem hormonů a vlastnostmi koní, jejich výkonností a zdravím, případně podmínkami jejich chovu. Výsledky zpracujete do přehledných grafů, tabulek a zhodnotíte statisticky, porovnáte s literárními údaji.

Rozsah grafických prací: 8 tabulek, 5 grafů  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 35 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Aumer, F. et. Al: Thyroid dysfunction in horse. Pferdeheilkunde. 27 (6), 2011, 578-584.  
Cunningham, J. G., Klein, B. G. et al.: Veterinary Physiology. Sanders Elsevier, 2007, 700 s.  
Winzer H. J. et al.: Choroby koní. H&H Bratislava, 1999, 538 s.  
Azimpour, S. et al: The effects of high dose of sodium selenite injection on thyroid hormones in horses. Global Veterinaria, 10 (2), 2013, 144-147.  
Sborník referátů z X. konference u příležitosti Dne jódu: Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. JU v Č. B. 15.5.2013. SZÚ Karviná, 2013, 58 s.  
Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Agroweb, Agris, Scopus, Česká zemědělská a bibliografická databáze, příslušné odborné a vědecké časopisy.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.  
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů  
Konzultant bakalářské práce: Ing. Karel Havelka  
Datum zadání bakalářské práce: 18. března 2014  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 02 Česká Budějovice

L.S.

  
doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. března 2014

### **Prohlášení**

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, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: .....

Podpis:.....

### **Poděkování**

Děkuji prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. a Ing. Zuzaně Křížové za odbornou pomoc, cenné rady, trpělivost, ale také za čas strávený konzultacemi při zpracovávání bakalářské práce. Za podporu děkuji mé rodině.

Petra Šináková

## Abstrakt

Bakalářská práce na téma: Aktivita štítné žlázy koní je zaměřena na posouzení aktivity štítné žlázy u vybrané skupiny koní na základě produkce hormonů štítné žlázy (TT4, TT3, fT4 a fT3). Krev byla odebírána jednorázově ve spolupráci s privátními veterinárními lékaři z *vena jugularis*. Následně byly stanoveny hormony štítné žlázy RIA metodou. Hodnocení aktivity štítné žlázy bylo uskutečněno celkem u 12 koní (8 valachů a 4 klisen) v Jihočeském kraji. Průměrný věk byl 8,5 let. U zkoumaných vzorků se celkový hormon T4 pohyboval v průměru  $37,24 \pm 9,88 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , u celkového hormonu T3 byla průměrná hodnota  $0,99 \pm 0,23 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Volná frakce hormonu fT4 se nacházela v průměru  $13,28 \pm 2,66 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$  a volná frakce hormonu fT3 byla  $5,43 \pm 1,42 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Nejvyšší hladina hormonu TT4 byla zaznamenána u teplokrevných koní ( $46,03 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), naopak nejnižší hladina byla u skupiny pony a Hucul ( $27,86 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Nejvyšší hodnota hormonu TT3 byla u skupiny pony a Hucul ( $1,13 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) a nejnižší u chladnokrevných plemen koní ( $0,74 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Nejvyšší hladina fT4 byla u chladnokrevných plemen koní ( $14,73 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), nejnižší u teplokrevných koní ( $12,68 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Hladina hormonu fT3 byla nejvyšší u teplokrevníků ( $6,02 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), nejnižší u chladnokrevníků ( $4,78 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Koncentrace celkového T4 a T3 byla vyšší u klisen, než u valachů, T4 o  $1,81 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$  a T3 o  $0,05 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Naopak koncentrace volného T3 byla u klisen nižší, než u valachů a to o  $0,32 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . U volného T4 byla zaznamenána u klisen opět vyšší koncentrace, než u valachů, o  $1,31 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Při porovnání našich výsledků s referenčními hodnotami je patrné, že se koncentrace tyreoidálních hormonů pohybovala na horní hranici fyziologického rozpětí, nebo lehce nad, nelze tak předpokládat u těchto koní nedostatek jódu a s tím spojenou sníženou aktivitu štítné žlázy. Dále byly zjištěny vztahy mezi aktivitou štítné žlázy a koncentrací Ca v krevní plazmě a souběžně aktivitou enzymu alkalické fosfatázy (ALP). Korelační koeficienty vykazovaly negativní vliv zvýšené aktivity štítné žlázy na metabolismus kostní tkáně.

**Klíčová slova:** štítná žláza, celkový a volný tyroxin, celkový a volný trijótýronin, jód, selen, kůň

## Abstract

The bachelor thesis focused on the thyroid gland activity in horses assesses the thyroid gland activity in the selected group of horses based on the production of thyroid hormones (TT4, TT3, fT4 and fT3). Blood was taken from *vena jugularis* on a one-time basis in cooperation with private veterinarians. Afterwards the levels of thyroid hormones were measured by the RIA method. The thyroid gland activity was evaluated in a total of 12 horses (8 geldings and 4 mares) in the Region of South Bohemia. The average age was 8.5 years. In the tested samples the total T4 hormone was  $37.24 \pm 9,88$  nmol·l<sup>-1</sup> on average, while the total T3 hormone was  $0.99 \pm 0,23$  nmol·l<sup>-1</sup> on average. Free fractions of T4 hormone was  $13.28 \pm 2,66$  nmol·l<sup>-1</sup> on average and free fraction of T3 hormone was  $5.43 \pm 1,42$  nmol·l<sup>-1</sup>. The highest level of TT4 hormone was measured in hot blood horses (46.03 nmol.l.-1), while the lowest level was in the group consisting of ponies and Huculs (27.86 nmol.l.-1). The highest value of TT3 hormone was in the group of ponies and Huculs (1.13 nmol.l.-1) and the lowest value in cold blood horse breeds (0.74 nmol.l.-1). The highest level of fT4 was in cold blood horse breeds (14.73 pmol.l.-1), while the lowest level was in hot blood horses (12.68 pmol.l.-1). The level of fT3 hormone was highest in hot blood horses (6.02 pmol.l.-1), while the lowest level was in cold blood horses (4.78 pmol.l.-1). The concentration of the total T4 and T3 was higher in mares than in geldings, namely by 1.81 nmol·l<sup>-1</sup> and 0.05 nmol·l<sup>-1</sup>, respectively. By contrast, the concentration of free T3 was lower in mares than in geldings, namely by 0.32 pmol·l<sup>-1</sup>. The concentration of free T4 was also higher in mares than in geldings, namely by 1.31 pmol·l<sup>-1</sup>. When comparing our results with the reference values, it is obvious that the concentration of thyroid hormones was at the upper limit of the physiological range or slightly above the limit so lack of iodine and the related reduced thyroid gland activity cannot be presumed in those horses. The relations between the level of the thyroid gland activity and Ca concentrations in blood plasma concurrently with the activity of the alkaline phosphatase (ALP) enzyme were ascertained. The correlation coefficients showed a negative effect of an increased thyroid gland activity on the bone tissue metabolism and increased decalcification.

**Keywords:** Thyroid gland, Total and free thyroxine, Total and free triiodothyronine, Iodine, Selenium, Horse

# Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled .....	11
2.1	Historické záznamy o štítné žláze .....	11
2.2	Stavba štítné žlázy .....	12
2.2.1	Makroskopická stavba štítné žlázy koní.....	13
2.2.2	Makroskopická stavba štítné žlázy hospodářských zvířat.....	14
2.2.3	Mikroskopická stavba štítné žlázy.....	15
2.3	Funkce štítné žlázy .....	16
2.3.1	Tvorba hormonů.....	16
2.3.2	Funkce hormonů.....	17
2.4	Jód .....	18
2.4.1	Nedostatek jódu.....	18
2.4.2	Nadbytek jódu.....	19
2.5	Selen .....	19
2.6	Hodnocení morfologických a funkčních změn štítné žlázy .....	20
2.6.1	Zobrazovací metody.....	20
2.6.2	Laboratorní metody.....	21
2.7	Nemoci štítné žlázy .....	22
2.7.1	Struma.....	22
2.7.2	Zvýšená funkce - hyperfunkce, tyreotoxikóza.....	23
2.7.3	Snížená funkce - hypofunkce, hypothyreóza.....	24
2.7.4	Záněty štítné žlázy.....	24
2.7.5	Nádory štítné žlázy.....	25
3	Cíl práce.....	26
4	Materiál a metodika .....	27
4.1	Materiál .....	27
4.1.1	Charakteristika pokusných zvířat.....	27
4.1.2	Odběr a zpracování vzorků krve.....	27
4.2	Metodika.....	28
4.2.1	Stanovení TT4 a TT3.....	28
4.2.2	Stanovení fT4 a fT3.....	28



5	Výsledky a diskuze .....	29
5.1	Průměrný obsah hormonů štítné žlázy v krevním séru .....	29
5.2	Koncentrace celkového tyroxinu TT4 v krevní plazmě koní .....	30
5.3	Koncentrace celkového trijódtyroninu TT3 v krevní plazmě koní .....	31
5.4	Koncentrace volné frakce tyroxinu fT4 v krevní plazmě koní.....	32
5.5	Koncentrace volného trijódtyroninu fT3 v krevní plazmě koní .....	33
5.6	Individuální hodnocení aktivity štítné žlázy .....	34
5.7	Koncentrace hormonů v krevní plazmě valachů, klisen a koní podle plemenné příslušnosti .....	35
5.8	Vztah úrovně aktivity štítné žlázy k vybraným funkčním ukazatelům koní.....	37
6	Závěr .....	38
7	Seznam bibliografických citací.....	39

# 1 Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na hodnocení aktivity štítné žlázy u koní. V současné době se v odborných člancích, veterinárních časopisech a knihách autoři zabývají spíše hodnocením funkce štítné žlázy u malých zvířat. Nejvíce se setkáváme s hodnocením štítné žlázy u psa a kočky. Dále u hospodářských zvířat, zejména u vysokoprodukčních dojnic, ovcí a koz. Funkce štítné žlázy je hodnocena v souvislosti s rizikem nedostatku nebo nadbytku jódu v krmných dávkách zvířat.

Správná funkce štítné žlázy je důležitá pro správný vývoj a růst jedince. Ovlivňuje nejvíce funkci mozku, svalů, nervů, pohlavních orgánů a efektivní tvorbu živočišného produktu u hospodářských zvířat. Je tvořena folikuly, které se mohou připodobnit k drobným uzlíkům, které jsou tvořeny folikulárními buňkami. Folikulární buňky tvoří hormony štítné žlázy. Hormony tyroxin a trijódtyronin jsou nutné pro udržení optimálního metabolismu. Tyto dva hormony jsou vázány na tyreoglobulin a uskladněny uvnitř folikulů. Odtud jsou uvolňovány do krve v případě potřeby. Funkce štítné žlázy a tvorba hormonů štítné žlázy je regulována tyreoidálním stimulačním hormonem (TSH) z adenohipofýzy. Principem této regulace je, že při poklesu hormonů štítné žlázy v krvi stoupá produkce TSH, což vede ke zvýšené tvorbě hormonů T4 a T3 ve štítné žláze a naopak. Hormony štítné žlázy tyroxin a trijódtyronin kontrolují metabolickou aktivitu buněk neboli rychlost jejich práce, mají vliv na tělesný vývoj mláďat a podílejí se na produkci tepla.

Porucha štítné žlázy se může projevit jednak zvětšením štítné žlázy - strumou, změnami funkce štítné žlázy, a to jak ve smyslu zvýšené funkce (hypertyreóza), tak ve smyslu snížené funkce (hypotyreóza), dále záněty štítné žlázy nebo nádory.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Historické záznamy o štítné žláze

První zmínky o štítné žláze nalezneme již několik tisíc let před našim letopočtem v Indii, Číně a Egyptě (Markalous, Gregorová, 2004). Dohady o smyslu štítné žlázy byly dlouho mylné a vždy se nejednalo o onemocnění štítné žlázy. Štítná žláza byla dříve spojována s pohlavními žlázami. Byla označována jako „třetí vaječník“ (Dvořák, 2002).

Označení struma je podle Markalouse, Gregorové (2004) odvozeno od bulharské řeky Struma, kde se zvětšení štítné žlázy objevovalo již ve středověku. Podle Křečkové (2014) nazval štítnou žlázu anglický anatom Thomas Wharten v roce 1656. Pojmenoval ji štítná, protože mu připomínala tvar starořeckého štítu nazývaného thyrsos. Čínští lékaři léčili strumu nejčastěji popelem z mořských hub a řas, ale až v roce 1811 bylo zjištěno, že účinnou látkou v popelu je jód.

První anatomický popis štítné žlázy byl proveden Giuliem Casseriem, který uváděl, že se jedná o žlázu hrtanu. Až v roce 1620 poznal Fabricius z Aquapendente, že vyklenutí je způsobeno zvětšením štítné žlázy (Nahodil, 1989). T. W. King znázornil v roce 1836 základní mikroskopickou strukturu štítné žlázy (Dvořák, 2002). Skutečná funkce byla prokázána ke konci 19. století, kdy G. R. Muray s úspěchem použil výtažek ze štítné žlázy k léčení myxedému a vyvodil z toho, že se jedná o žlázu s vnitřní sekrecí (Nahodil, 1989). V roce 1914 byl objeven Kandalle tyroxin. V roce 1952 trijódtyronin Grossem a Pott Riversovou (Dvořák, 2002). Kocher dal impuls k operacím při Gravesově-Basedowově chorobě. Jeho dílo bylo oceněno v roce 1909 udělením Nobelovy ceny (Nahodil, 1989).

Nedostatek jódu se na území České republiky vyskytoval již od středověku. I gotické madony, především ty jihočeské, měli strumu. Těžké formy endemického kretenismu se vyskytovaly převážně na Valašsku a Sedlčansku. V polovině 20. století byl uskutečněn epidemiologický průzkum organizovaný prof. MUDr. Karlem Šilinkem, ředitelem Výzkumného ústavu endokrinologického, na jehož doporučení byla provedena jodace jedlé soli (Zamrazil, 2003).

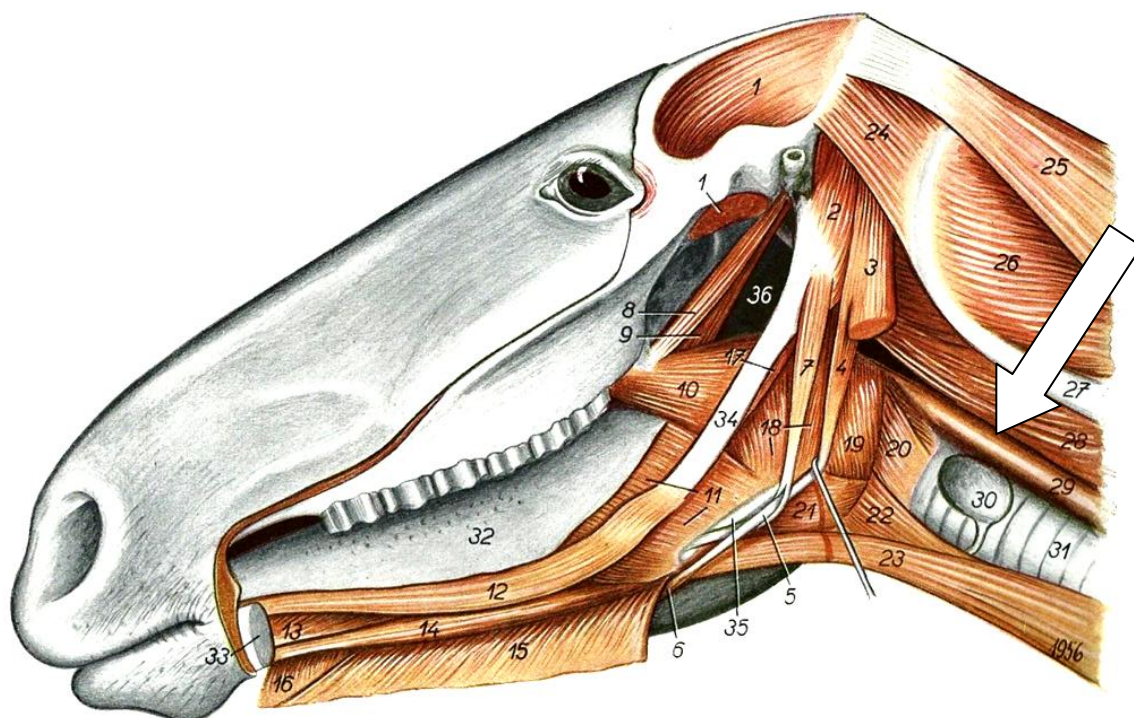
## 2.2 Stavba štítné žlázy

Štítná žláza (*glandula thyroidea*) nemá tvar štítu, jak by se mohlo odvodit od samotného názvu. Připodobňuje se spíše k tvaru motýla s roztaženými křídly (Dvořák, 2002). Štítná žláza je potřebná pro správný vývin a normální průběh životních pochodů (Markalous, Gregorová, 2004) a dosud je považována za největší žlázu, která produkuje hormony (Schenck, Kolb, 1990). Štítná žláza produkuje hormony, které obsahují jód: tyroxin, označovaný jako T4 a trijódtyronin, označovaný jako T3. Dále kalcitonin, který se účastní látkové výměny vápníku (Markalous, Gregorová, 2004).

Podle literárních údajů citovaných Kratochvílem (1998) vývoj štítné žlázy nižších savců se dokončuje několik hodin před porodem, u prasete v polovině březosti, u skotu 75. - 90. den intrauterinního vývoje a u ovcí a koz v první třetině březosti. Alwan (2009) uvádí, že nejintenzivnější růst štítné žlázy plodu jehňat nastává v posledním měsíci gravidity.

Stává se, že v místě sestupu žlázy zůstanou odštěpky. Z odštěpků se mohou vytvářet různé chorobné procesy, například zduření, cysty, záněty, nádory aj. (Markalous, Gregorová, 2004). Kongenitální malformace však nejsou častým jevem (Kratochvíl, 1998). Ostergaard et al. (2014) popisují ultimobranchiální cystu štítné žlázy u jednoleté klisny v oblasti pravého laloku. Sami autoři uvádějí, že jde o první popis uvedené abnormality u koní.

Obrázek č. 1: Uložení štítné žlázy u koně



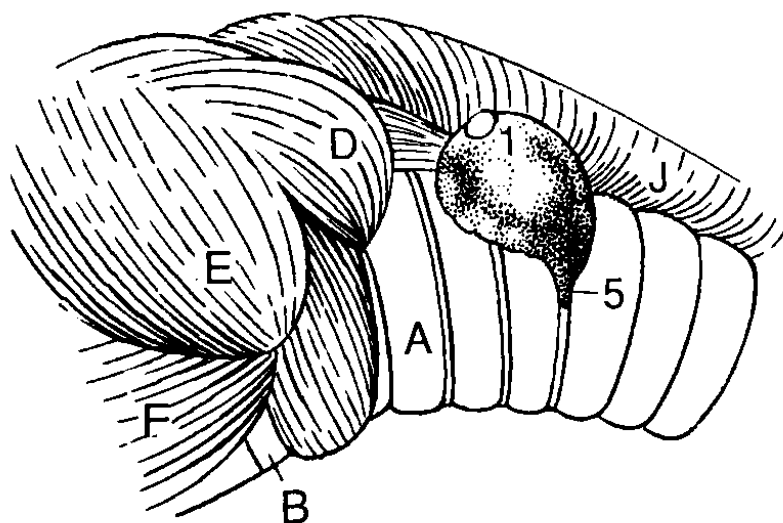
Zdroj: Popesko P., *Atlas topografickej anatómie hospodárskych zvierat*, 1960

### 2.2.1 Makroskopická stavba štítné žlázy koní

Najbrt (1973) uvádí, že štítná žláza u koně je uložena na prvních 2 - 3 průdušnicových prstencích. Je tvořena pravým a levým lalokem (*lobus dexter a lobus sinister*). Laloky jsou s hladkým povrchem a hnědočervenou barvou. Jejich velikost je 3,5 - 4 cm, šířka 2,5 cm a tloušťka 1,5 cm. Úložiště laloků se nachází pod příušní slinnou žlázou. Laloky jsou spojeny můstkem (*istmus*) (Popesko, 1992), tento můstek se podle Černého (2002) dělí na žláznatý a vazivový. Žláznatý můstek se nachází u šelem a skotu, u ovce, kozy a koně nalezneme můstek vazivový. Podle Reece (1998) je tento můstek u koně méně vyvinutý, podle Popeska (1992) může zcela chybět.

Podle Wintzera (1999) spojovací můstek u hříbat, na rozdíl od dospělých koní, obsahuje buňky žláznatého epitelu. Laloky mají téměř oválný tvar a velikost přibližně středně veliké švestky. Hmotnost jednoho laloku je podle uvedeného autora asi 15 g. Podle Sovy (1990) jsou oba laloky velikosti a tvaru vlašského ořechu.

Obrázek č. 2: Umístění štítné žlázy u koně



1 - vnitřní příštítná žláza, 5 - štítná žláza

Zdroj: Červený Č., Komárek V., Štěrbá O., *Koldův atlas veterinární anatomie*, 1999

### 2.2.2 Makroskopická stavba štítné žlázy hospodářských zvířat

U skotu se štítná žláza skládá ze dvou laterálně umístěných zploštělých laloků, které jsou spojené můstkem (Reece, 2011). Jsou ploché, nepravidelného trojúhelníkového tvaru. Nalezneme je na prvních prstencích průdušnice. Laloky mají lalůčkovou stavbu a červenou barvu (Najbrt, 1973). U dospělého skotu se hmotnost štítné žlázy pohybuje mezi 20 - 35 g (Marvan, 1998). U telat je štítná žláza temnější. S poměrem k velikosti těla je štítná žláza u telat větší, než u dospělého zvířete (Najbrt, 1973).

Štítná žláza ovce a kozy je stavěna podobně jako u skotu. Isthmus je vazivový, laloky měří 3,5 - 4 cm, šířka je 2,5 cm a tloušťka 1,5 cm (Najbrt, 1973). Dřížhalová (2012) uvádí, že hmotnost štítné žlázy u ovcí je v rozmezí 4 - 5 g. Krabačová (2002) uvedla hmotnost štítné žlázy u jehňat 0,9 - 4,4 g.

Prasata mají štítnou žlázu s velkým mediálním lalokem, tento lalok je místo můstku (Reece, 2011). U prasat jsou všechny části štítné žlázy složeny v jeden

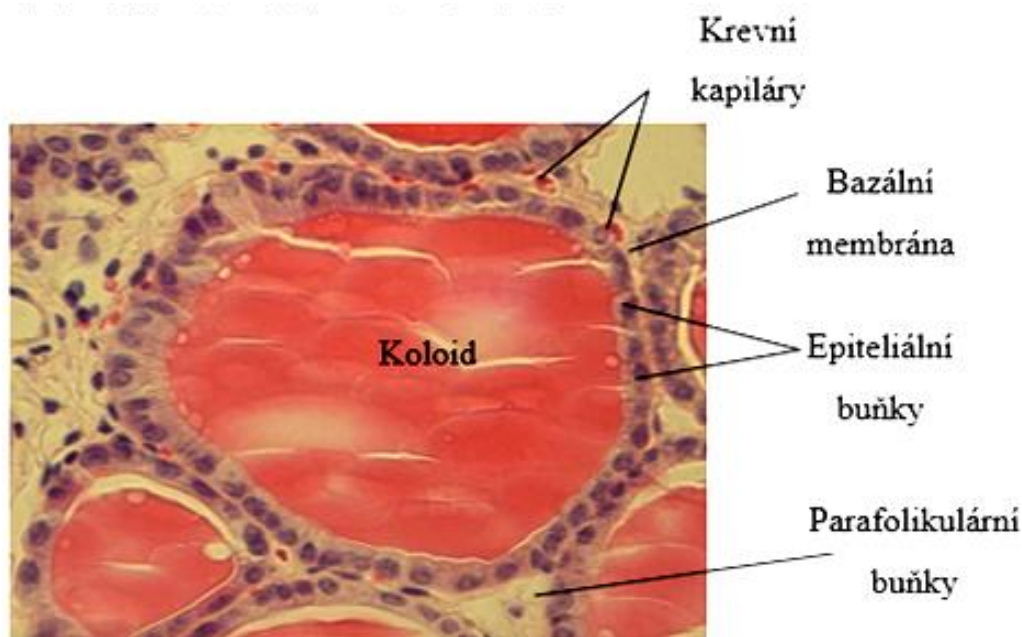
nepárový pyramidální lalok zvaný *lobus pyramidalis*. Tento lalok leží na ventrální ploše průdušnice. *Lobus pyramidalis* je hladký s hnědočervenou až červenofialovou barvou. Měří 4 cm, šířka je 2 cm a tlustý je 1 - 1,5 cm. Svým hrotem se vměšuje kraniálně do prstenčité chrupavky hrtanu (Najbrt, 1973). Štítná žláza u prasete váží mezi 10 - 30 g. Vyvíjí se ze spodiny embryonálního hltanu (Marvan, 1998).

### **2.2.3 Mikroskopická stavba štítné žlázy**

Štítná žláza ukládá a skladuje své hormony v koloidu folikulů (Stárka, 1997), podle Peksy (2009) je koloid viskózní homogenní tekutina, jejíž hlavní složkou je tyreoglobulin. Tyreoglobulin je glykoprotein, který syntetizuje folikulární buňky. Výdej tyreoglobulinu do dutiny folikulu probíhá exocytózou. Jelínek (2003) uvádí, že štítná žláza je u většiny obratlovců složena z folikulů. Folikuly mají v průměru 0,05 až 0,1 mm a jsou vyplněny koloidem.

Folikulární buňky jsou uspořádány do kulatých folikulů. Stěna folikulu je tvořena jednou vrstvou plochých nebo kubických až cylindrických sekrečních buněk (Červený, 2004). Velikost folikulů ovlivňuje jejich aktivitu. Malé folikuly mají vysoký epitel a jsou aktivní, zatímco velké folikuly s obvykle nízkým epitelem mají nižší aktivitu (Marvan, 1998). Mezi hlavní funkce folikulů řadíme vychytávání a transport jódu (Sova, 1990). Peksa (2009) uvádí, že folikuly štítné žlázy jsou útvary různé velikosti i tvaru. U koně byly zjištěny folikuly od 40 do 340  $\mu\text{m}$ , u skotu od 30 do 60  $\mu\text{m}$ , u psa od 20 do 290  $\mu\text{m}$ , u člověka od 30 do 200  $\mu\text{m}$ . U ovcí dosahuje délka folikulů 42 - 588  $\mu\text{m}$ .

Obrázek č. 3: Mikrostruktura štítné žlázy



Zdroj: Peksa Z., *Stav štítné žlázy jatečného skotu*, 2009

## 2.3 Funkce štítné žlázy

### 2.3.1 Tvorba hormonů

Štítná žláza produkuje tři hormony: tyroxin (T4), trijódtyronin (T3) a kalcitonin (CT). Pro vznik tyroxinu a trijódtyroninu je nezbytný jód. Jód vzniká v organismu oxidací jodidů, které kuň přijme v krmivu a napájecí vodě (Zakopal, 1985). Molekula T4 obsahuje 4 atomy jódu, molekula T3 obsahuje 3 atomy jódu (Navrátil et al., 2008).

Pod označením TT4 se rozumí celkový tyroxin, který je z velké části vázaný na proteiny. Tato vazba umožní nerozpustné molekule T4, která je jinak lipofilní, distribuci v organismu. V malém množství v krvi cirkuluje volný tyroxin (fT4 tvoří 0,1 - 0,3 % z TT4). T4 má, jak už bylo uvedeno, lipofilní charakter a ten způsobí, že volná frakce nemůže mít hlavní roli při transportu tyroxinu. Jen nevázaný tyroidní hormon může proniknout do cílových buněk a prosadit hormonální efekt. FT4 se vylučuje žlučí. TT3 v periferní krvi vzniká deiodací z TT4 v játrech a ledvinách, malé množství je uvolňováno přímo štítnou žlázou. Při poklesu funkce štítné žlázy nebo při nedostatku jódu je kompenzován zvýšenou syntézou T3, poměr



T4:T3 se mění ve prospěch trijódtyroninu. Selen je nezastupitelný ve funkci dejodáz na periférii, takže při jeho nedostatku štítná žláza navýší produkci T3 a sníží syntézu T4 (Škorová, 2015).

### 2.3.2 Funkce hormonů

Hormony štítné žlázy jsou především u mláďat důležité pro vývoj a diferenciaci orgánů. Hormony zde stimulují i sekreci růstového hormonu. Štítná žláza monitoruje růst a prořezávání zubů, růst rohů u ovcí a parohů u jelenů. Hormony štítné žlázy stimulují u ptactva regeneraci peří, u kohoutů růst hřebínků. Během nedostatku hormonů u savců slábne srst a chlupy se častěji lámou (Jílek, 2006).

Buňky štítné žlázy vychytávají jód důležitý pro tvorbu hormonů z krve. Jód je pak transportován do žlázového folikulu, kde se vytváří T4 a T3. Při nedostatku jódu v potravě štítná žláza nemůže syntetizovat příslušné hormony. Působením zpětné vazby dojde ke zvýšení produkce TSH, která stimuluje růst folikulů štítné žlázy a tento jev vede ke zvětšení štítné žlázy (Jílek, 2006). Tyreoidální stimulační hormon (TSH) reguluje funkci štítné žlázy a tvorbu T4 a T3. TSH je tvořen v předním laloku adenohipofýzy, a to pod vlivem hypotalamu a dalších vyšších oblastí mozku. V případě poklesu hormonů štítné žlázy v krvi stoupá produkce TSH v adenohipofýze, což vede ke zvýšené tvorbě hormonů T4 a T3, a naopak (Jiskra, 2011). U narozených hříbat se objevují vysoké hladiny TSH. Ty se sníží během prvního měsíce do normálního referenčního rozmezí, které je u dospělých koní. U předčasně narozených hříbat bývají hladiny T3 nižší oproti normálním hříbatům. T4 je u nedonošených hříbat v normálních hladinách. TSH je ve stejných normách jak u nedonošených tak i normálních hříbat (Breuhaus, 2014).

Hormony vznikající ve štítné žláze navyšují metabolismus, spotřebu kyslíku a tvorbu tepla v tkáních. Mezi další účinky hormonů štítné žlázy patří termoregulace. To znamená zvýšení tvorby tepla při pobytu v chladu, kdy homoiotermní organismus tvoří více tepla, aby se udržela stálá tělesná teplota. Zvířata s hypotyreózou mají problémy s udržením tělesné teploty při chladu. Při pobytu v chladu se u teplotokrevných živočichů začne vyplavovat TSH a zvýší se sekrece hormonů štítné žlázy (Schreiber, 1973).

## 2.4 Jód

Téměř všechnen jód, který se nachází v půdě, pochází z oceánů a moří. Jód ve formě jodidu se vyskytuje v mořské vodě. Za pomoci UV záření se dostává do atmosféry. Jód nacházející se v atmosféře se až s dešťovými srážkami dostává do půdy. Z půdy se jód dostane do rostliny a potravním řetězcem až ke zvířeti a člověku (Bahoň, 2010). V oblastech, kde je jódu nedostatek by ani v krmných dávkách neměl chybět přírůstek jódu. Jak už bylo řečeno, jód působí kladně na vývoj a funkci organismu zvířat a vede ke zvýšení jejich užitkovosti, a to až o 15 %. Mléko a maso obsahující více jódu se stává hodnotnějším pro lidskou výživu (Žirovnická, 1996). Stejně jako u lidí, tak i u hospodářských zvířat, narůstá výskyt funkčních poruch štítné žlázy. Zhoršenou činnost spojujeme s nedocenením významu minerální výživy. Hospodářská zvířata jsou indikátorem nedostatku jódu pro určité území, protože přijímají krmivo z oblastí, kde žijí (Herzig, 1996).

Dušek (1999) uvádí, že hlavní resorpční místo jódu je tenké střevo. Částečně se vstřebává i ve sliznici žaludku a kůži. Hlavním orgánem, který vychytává jód z krve je štítná žláza (Ganong, 2005). V živočišném organismu je obsaženo 40 mg jódu na 100 kg tělesné hmotnosti. Až 95 % jódu je vylučováno močí, u laktujících zvířat mlékem a v malé míře slinami, sekrety žaludku a tenkého střeva. (Dušek, 1999).

Potřeba jódu v krmných dávkách koní je 0,1 mg na 1 kg sušiny krmné dávky. U koní, kteří podstupují tréninky, dostihy, nebo také v souvislosti s laktací stoupá úroveň metabolismu, stoupá tedy i potřeba jódu (Dušek, 1999). Před podáváním minerálních přísad se musí vycházet z celkového obsahu minerálních látek, které se nacházejí v krmné dávce (Čermák, 2002). V podmínkách České republiky je v objemných krmivech nízký obsah jódu, například příjem jódu pouze z lučního porostu by u dojníc v oblasti Šumavy zajistil potřebu jódu pouze ze 43 % (Trávníček et al., 2013).

### 2.4.1 Nedostatek jódu

Nedostatek jódu vede ke dvěma problémům. Štítná žláza začne produkovat hormonů příliš málo – hypofunkce, nebo příliš mnoho - hyperfunkce (Grygárková,

2009). V pásmech s výskytem strumy byly zaznamenány poruchy reprodukce, opožděná puberta, nepravidelný estrus. Rodilo se více mláďat, ale slabých nebo mrtvých. U samců byl pozorován slabší růst varlat, poškození spermatogeneze a snížené libido. I mléčnou žlázu ovlivní hormony štítné žlázy. Hormon štítné žlázy tyroxin významným způsobem podporuje tvorbu mléka (Jílek, 2006).

#### **2.4.2 Nadbytek jódu**

Kromě nedostatku jódu přichází v úvahu i jeho nadbytek. Vyskytuje se nejvíce při chybné manipulaci s minerálními krmnými doplňky. Dlouhodobý přebytek jódu v krmivu vyvolává tzv. jodismus, který se projevuje slzením, rýmou, kašlem, zježenou srstí, později intermitentní (střídavou) horečkou, dermatitidou až exitem (Herzig, 1996). Nadbytek jódu škodí rostlinám tím, že zpomalí jejich vývoj a rostlina uvadá, až uhynie. Ale hladina jódu v buněčné šťávě se nezvýší, a proto nedochází ani k otravám přežvýkavců (Kalač, Míka, 1997). Podle Dřízhalové (2012) se jód snadno vylučuje z organismu močí a jeho nadbytek je tedy dobře tolerován.

### **2.5 Selen**

Pro funkci štítné žlázy je kromě jódu významný i stopový prvek selen. Selen je součástí enzymu glutathionperoxidasy, který ochraňuje buňky štítné žlázy před činností hydroperoxidů, vznikající při syntéze tyreoidálních hormonů (Bahoň, 2010). Selen je významný z hlediska činnosti štítné žlázy. V těle je obsažen ve sloučeninách - selenoproteinech, které mají enzymatickou aktivitu (Dřízhalová, 2012).

Selen je prvek, který je v malém množství nepostradatelný pro tkáňové dýchání. Velmi vysoká koncentrace je v játrech a v kostní tkáni. Je součástí ochranného faktoru, který chrání před nekrózou jater způsobenou nesprávnou výživou. Požadavky všech kategorií koní na selen jsou 0,1 mg v sušině krmné dávky. Za toxické se považuje množství 5 mg/1 kg sušiny (Dušek, 1999).

Tabulka č. 1: Doporučené denní dávky pro koně s váhou 500 kg (mg/den)

<b>Jód</b>	1 – 2
<b>Selen</b>	1 – 3
<b>Zinek</b>	250 – 500

*Zdroj:* <http://sharif.webnode.cz/products/mineralni-latky-ve-vyzive-koni/>

## **2.6 Hodnocení morfologických a funkčních změn štítné žlázy**

Dobře rozpoznat neboli diagnostikovat nemoc je podkladem pro účinnou léčbu chorob štítné žlázy. Na prvním místě je důležité zjistit velikost štítné žlázy, její tvar a vztah k okolí, funkci štítné žlázy, povahu nemoci, zda jde o nedostatek jódu, zánět, nádor aj. (Markalous, Gregorová, 2004). Stanovení hypofyzárního tyreotropinu (TSH) jako hlavního regulačního hormonu, který ovlivňuje funkci štítné žlázy, je v současné době základním vyšetřovacím postupem (Límanová, Němec, Zamrazil, 1995). U lidí je možné provést vyšetření i pomocí reflexu Achillovy šlachy (RAŠ). Toto vyšetření se provádí poklepem na Achillovu šlachu lýtkového svalu, která se upíná na patní kost. Výsledkem je stažení lýtkového svalu. Zkrácený reflex bývá spojen s hyperfunkcí a prodlužování reflexní doby s hypofunkcí (Markalous, Gregorová, 2004).

U koně je pravá hypothyreóza nebo hypertyreóza vzácná. V séru se kontroluje jód, selen a zinek. Diagnóza hypertyreózy u koček je založena na stanovení TT4 a TSH. Během medikace nebo při poruše proteinového metabolismu se dále stanovuje fT4. U hypothyreózy psů se do diagnostiky zahrnuje kombinace TT4 + TSH nebo fT4 + TSH. U králíků a morčat je popisována hypothyreóza i hypertyreóza. Pro diagnostiku hypothyreózy je používán TT4 a pro hypertyreózu fT4 (Škorová, 2015).

### **2.6.1 Zobrazovací metody**

Sonografie je vyšetření ultrazvukem. Ultrazvuk prochází tkáněmi a odráží se na jejich rozhraních. Tato metoda je schopna určit velikost laloků štítné žlázy a definovat strukturu. Rentgen předkládá informace o růstu strumy do mezihrudí,

útlaků či posunutí průdušnice a jícnu. Výpočetní tomografie je v podstatě rentgenologické vyšetření, které je založeno na zobrazování příslušné oblasti těla ve vrstvách (Markalous, Gregorová, 2004). Magnetická rezonance, která patří mezi nejmodernější zobrazovací metody, ukazuje podobně jako výpočetní tomografie anatomické řezy různými vrstvami tkání těla (Dvořák, 2002). Tyto zobrazovací metody jsou podle mého zjištění využívány jen u lidí.

Scintigrafie se nejvíce využívá u koček a psů a do určité míry byla použita i u koní. Scintigrafie štítné žlázy je nejrozšířenější metoda pro diagnózu hypertyreózy a u zvířat a u lidí pro vyhodnocení rakoviny štítné žlázy (Daniel, Neelis, 2014). U scintigrafie se jedná o uměle připravené radionuklidy neboli radioizotopy (Markalous, Gregorová, 2004). Před samotným vyšetřováním je koni aplikováno radiofarmakum, jež se skládá z radionuklidu a určitého nosiče. Nosič zajišťuje distribuci v organismu. Nejvíce používaným radionuklidem pro scintigrafii koní je  $^{99m}\text{Tc}$ Technecium, kdy poločas jeho rozpadu je 6 hodin. Koně jsou hospitalizováni v izolačním boxu na klinice do té doby, dokud jsou radioaktivní. S podestýlkou a výkaly je pracováno jako s radioaktivními látkami. Scintigrafie se u koní spíše používá u pohybového aparátu, dále pak pro posouzení zubů, dutin, méně často také pro vyšetření funkce ledvin (Plachý, 2010).

### **2.6.2 Laboratorní metody**

Laboratorní vyšetření zahrnuje odběr krve a moči. Speciální testy zjišťují funkci štítné žlázy, stanovením krevní hladiny celkového tyroxinu a trijódtyroninu (TT4 a TT3), hormon stimuluje štítnou žlázu (TSH) a dále volných frakcí (fT4 a fT3). Celkové hormony štítné žlázy jsou vázány na krevní bílkoviny a jejich hladina je závislá na výkyvech této vazebné bílkoviny (Markalous, Gregorová, 2004). Hormony štítné žlázy se nejčastěji stanovují v krevním séru nebo krevní plazmě radioimunologickou (RAI) nebo imunoenzymatickou (ELISA) metodou (Dušová et al., 2012). Dříve se hormony stanovovaly pomocí proteinově vázaného jódu (P-jódu, PBI) (Schreiber, 1973).

Diagnózu u koní lze provést na základě klinických příznaků, jsou-li příznaky patrné. Subklinické formy lze potvrdit laboratorním vyšetřením a stanovením hladiny T3 a T4 podle Zakopala (1985).

## 2.7 Nemoci štítné žlázy

Normální funkce štítné žlázy se odborně nazývá eutyreóza neboli eufunkce (Jiskra, 2011). Mezi hlavní onemocnění štítné žlázy objevující se převážně u lidí patří prostá struma neboli zvětšená štítná žláza, tyreotoxikóza neboli zvýšená funkce, endokrinní orbipatie neboli onemocnění očnice, hypotyreóza neboli snížená funkce, záněty a nádory (Markalous, Gregorová, 2004).

Onemocnění štítné žlázy se u koní vyskytuje vzácně. Je dokázáno, že u koní s věkem mírně klesá hladina hormonů štítné žlázy. Bezděková (2008) dále uvedla, že s primární hypotyreózou se v dnešní době u koní moc neseťkáváme. Je podmíněna vlastní poruchou žlázy s vnitřní sekrecí, v důsledku nedostatku jódu, či v důsledku přítomnosti tyreostatických látek v krmivu. Sekundární hypotyreóza vzniká v důsledku snížené produkce tyreotropinu (TSH) a je i u koní častější. Příznaky hypotyreózy u koní jsou nespecifické. Liší se v mnoha směrech od příznaků hypotyreózních lidí, či malých zvířat. U koní s hypotyreózou se nevyskytuje obezita a postižené klisny i hřebci zůstávají plodní. Klinické příznaky jsou hypotermie, přecitlivělost na chlad, změny na srsti a edémy pánevních končetin. Struma je vlastně zvětšení štítné žlázy různého původu. Maligní nádory štítné žlázy patří u koně mezi extrémně vzácné (Bezděková, 2008).

Brázdová (2000) uvedla, že do hypofunkčních poruch spadá tzv. myxedém u novorozených selat, jehňat a kůzlat, který je provázen parenchymatózní strumou. Nebo kretenismus, který je podle zmiňované autorky ojedinele u koně, psa a prasete. Při hyperfunkci se objevuje syndrom Basedowovy nemoci.

### 2.7.1 Struma

Struma obsahující folikuly s minimálním množstvím koloidu se nazývá parenchymatózní struma. Struma tvořena velkými folikuly bohatými na koloid se označuje jako struma koloidní (Límonová, Němec, Zamrazil, 1995).

Důvodem zvětšení štítné žlázy může být hypotyroidizmus (např. nedostatek jódu), nebo hypertyroidizmus (např. zvýšené požadavky na tyroxin, nádor) (Reece, 2011).

Vznik strumy mohou podněcovat například i strumigenní látky. Tyroxin není vytvářen v dostatečném množství, a to proto, že funkce štítné žlázy je omezena. Pokračuje sekrece TSH a dochází ke kumulaci tyreoglobulinu. Jeden takový strumigen je tvořen v zažívacím traktu po vstřebání látek obsažených v křížatých rostlinách (např. zelí, vodnice tuřín, sója, hořčice, kapusta aj.) (Reece, 2011).

### **2.7.2 Zvýšená funkce - hyperfunkce, tyreotoxikóza**

Hyperfunkce je obecně zvýšené vylučování hormonů štítné žlázy, které není shodné s potřebami organismu (Markalous, Gregorová, 2004). U koně je velmi častým příznakem hypertyreózy zvětšení štítné žlázy. Mezi další příznaky patří tachykardie a arytmie, hubnutí při dobré i větší chuti, neklid i excitace a pocení při malých podnětech. U klusáků a plnokrevníků je možné usuzovat i na subklinickou hypertyreózu, i bez zvětšené štítné žlázy se objeví symptomy tachykardie, poruchy rytmu a nervozita i při sebemenších podrážděních nebo podnětech. Ve spojitosti s poruchami látkové výměny kreatinu může dojít až k myopatii, která se projevuje slabostí svalů a snadnou unavitelností. Exoftalmus dosud nebyl u koní pozorován (Zakopal, 1985). Škorová, 2015 uvedla, že hypertyreóza je u koní velice vzácná. Třebaže bylo u koní popsáno zvětšení štítné žlázy, většinou nedošlo k žádným projevům nadprodukce hormonů a to i při existenci těžkých histologických změn v orgánu.

#### **2.7.2.1 Gravesova-Basedowova choroba**

U Graves-Baseowovy choroby se v těle tvoří protilátky, které napadají tkáň vlastní štítné žlázy (Dvořák, 2002). Tato choroba je vyvolána autoimunitní poruchou. Autoprotilátky stimulují štítnou žlázu podobně jako TSH, takže dochází k růstu štítné žlázy a k nadprodukcí hormonů (Navrátil, 2008). Dřízhalová (2012) uvedla, že mezi hlavní příznaky patří zvýšení bazálního metabolismu, zvýšení srdeční činnosti, rychlejší dýchání, zimomřivost, nervový neklid a charakteristický je exoftalmus (vyboulení oči). Jelínek (2003) tvrdí, že Gravesovova-Baseowova choroba se projevuje u lidí, skotu, ovcí a psů.

### **2.7.3 Snížená funkce - hypofunkce, hypotyreóza**

Hypotyreóza je onemocnění, které se týká celého těla. Nedostatek tyroxinu má vliv na všechny orgány v těle. V posledních letech bylo prokázáno, že hypotyreóza má genetický podklad. Znamená to, že hypotyreóza může být dědičná (Grym, 2006).

Rozlišujeme hypotyreózu primární, která je vyvolána štítnou žlázou a sekundární, která je zapříčiněna sníženou sekrecí TSH adenohypofýzy. O terciální formě hypotyreózy hovoříme tehdy, je-li využití hormonů tyreoidy porušeno, při nedostatečném přívodu jodidů (Brázdová, 2000).

Hypotyreózní struma je velmi častá u koní v přímořských oblastech s přebytkem tyreostatického jódu v krmivu, ve vodě a ve vzduchu. Zvýšený obsah jódu se vyskytuje i v mléce klisen, tím pádem hříbata přijímají velké množství jódu a změny u matek nejsou pozorovány (Zakopal, 1985). K podobným výsledkům dospěla u jehňat a bahnic se zvýšeným příjmem jódu Dušová (2014). Novorozená hříbata mají velice vysokou koncentraci cirkulujícího hormonu štítné žlázy a nedostatek ústí v závažné klinické příznaky (Breuhaus, 2011). U hypotyreózy je důležitý dostatečný přívod jódu pro gravidní samici a její normální funkce štítné žlázy během gravidity (Jiskra, 2011). U starších koní nejsou příznaky tak výrazné, takže jsou snadno přehlédnutelné. Nápadné může být jen zvětšení štítné žlázy. Dochází k patrné lenivosti, sklonu k obezitě a k oboustrannému symetrickému vypadávání srsti (Zakopal, 1985).

Vzhledem k tomu, že klinické příznaky hypotyreózy u dospělých koní nejsou tak výrazné, mohou i některé fyziologické stavy způsobit snížení koncentrace cirkulujícího hormonu štítné žlázy. Tyto faktory tudíž musí být vyloučeny před tím, než může být stanovena diagnóza hypotyreózy (Breuhaus, 2011).

### **2.7.4 Záněty štítné žlázy**

Akutní tyreoiditida se považuje za vzácné onemocnění, které může být vyvoláno bakteriální infekcí (Poršová, Dutoit, 1996). Tomuto zánětu u lidí předchází infekce v dutině ústní či krku (Markalous, Gregorová, 2004). U akutního zánětu nebývá funkce štítné žlázy změněná (Dvořák, 2002).



U subakutního zánětu bývá v krvi zvýšená hladina hormonů štítné žlázy (Markalous, Gregorová, 2004). Štítná žláza je velmi bolestivá, má poměrně tuhou konzistenci a uzliny nejsou zvětšeny (Poršová, Dutoit, 1996).

Chronický zánět je nejčastější zánětlivé onemocnění štítné žlázy. Je to projev autoimunitního onemocnění, což je porucha obranyschopnosti (Markalous, Gregorová, 2004). Je přítomna dobře ohraničená, většinou difuzní struma značně tuhé konzistence, nebolestivá při palpaci. Nejsou přítomny zvětšené uzliny (Poršová, Dutoit, 1996).

## **2.7.5 Nádory štítné žlázy**

### **2.7.5.1 Maligní nádory**

U maligních nádorů štítné žlázy je velmi častá a významná lokální invaze okolních tkání. Zakládání metastáz je velmi častý jev. U nádorů s rozměrem menším jak 20 cm<sup>3</sup> je pouze 14 % pravděpodobnost přítomnosti metastáz, u rozměrů 20-100 cm<sup>3</sup> je 7 % pravděpodobnost výskytu metastáz, u větších nádorů než 100 cm<sup>3</sup> se uvádí 100 % pravděpodobnost metastáz. Za předběžnou diagnózu se považuje cytologické vyšetření z odběru pomocí tenkojehelné aspirační biopsie. Definitivním potvrzením nádoru je histologické vyšetření (Kolevská et al., 2011).

Častěji se nádory štítné žlázy nacházejí u hřebců. U klisen se spíše setkáváme s nádory hypofýzy. Nádory ovlivňují tvorbu určitých hormonů, a tedy i zdraví koně. Kone s nádorem štítné žlázy trpí obezitou a často i schvácením kopyt, dále se může objevit otok v oblasti hrdla. Když se u koně vytvoří nádor hypofýzy, hubne, má sníženou imunitu, často pije a močí a po celém těle mu narůstá dlouhá a kudrnatá srst. Tomuto onemocnění se říká Cushingova nemoc. Stává se, že nádory dosáhnou takové velikosti, až jsou životu nebezpečné, ale většinou koně žijí ještě mnoho let, než se objeví první příznaky (Švehlová, 2010)

### **3 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled o stavbě štítné žlázy, makroskopické a mikroskopické stavbě u koní a vytvořit souhrnný přehled o tvorbě a funkci hormonů, potřebě jódu a selenu v krmných dávkách pro správnou funkci štítné žlázy. Zhodnocení morfologických a funkčních změn štítné žlázy a následné onemocnění.

V praktické části bylo cílem zhodnocení hormonů štítné žlázy, a to celkového tyroxinu (TT4), celkového trijódtyroninu (TT3), volného tyroxinu (fT4) a volného trijódtyroninu (fT3) u různých plemen koní a porovnat je. Dále zaměřit hodnocení na porovnání hladiny hormonů podle plemenné příslušnosti a podle pohlaví. A zhodnocení vztahů úrovně aktivity štítné žlázy k vybraným funkčním ukazatelům koní.

## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Charakteristika pokusných zvířat

Hodnocení aktivity štítné žlázy bylo uskutečněno u 12 koní, u nichž byla jednorázově ve spolupráci s privátními veterinárními lékaři odebrána krev. V tabulce č. 2 je uvedena základní charakteristika koní. Valachů bylo do sledování zařazeno 8, klisen 4. Věk koní se pohyboval od 1,5 do 22 let, průměrný věk je 8,5 roku. Z celkového počtu 12 koní, byly 4 teplokrevní, 3 chladnokrevní a 5 ze skupiny pony a Hucul.

Tabulka č. 2: Základní charakteristika koní

Poř. č.	Jméno	Plemeno	Pohlaví	Věk
1.	Wahnfried	Holštýn	valach	14
2.	Gurgul Grep	Hucul	valach	22
3.	Oliver	ČT	valach	6
4.	Oliver	Slezský norik	valach	3
5.	Olivia	Norik	klisna	1,5
6.	Gapora	Kladrubský	klisna	14
7.	Elis	Welsh pony	klisna	3
8.	Gordon Nicholas	ČT	valach	14
9.	Matonš	Norik	valach	4
10.	Mario	Hafling	valach	5
11.	Matýsek	Pony	valach	7
12.	Mahel	Pony	klisna	8

#### 4.1.2 Odběr a zpracování vzorků krve

Nesrážlivá krev byla získána odběrem z *vena jugularis* a po odběru odstředěna. Krevní plazma (sérum) byla až do analýzy (2 - 4 týdny po odběru krve) uchována ve zmraženém stavu (-20 °C).

## **4.2 Metodika**

### **4.2.1 Stanovení TT4 a TT3**

Stanovení hormonů štítné žlázy se provádí radioimunologickou metodou (RAI). Radioimunologické metody jsou vyznačovány vysokou specifitou a citlivostí. Vázané frakce se určí tak, že se neznámý vzorek a kalibrátor inkubují spolu s  $^{125}\text{I}$  - tyroxinem jako radioindikátorem ve zkumavkách, které jsou potažené protilátkou. Po inkubaci se obsah odsaje a navázaná aktivita se změní gama - měřičem. Poté je sestrojena kalibrační křivka, z níž se odečítají koncentrace TT4 a TT3 v neznámém vzorku.

### **4.2.2 Stanovení fT4 a fT3**

Volné frakce fT4 a fT3 se stanovují pomocí specifický monoklonální protilátky (MoAb) označené  $^{125}\text{I}$  pro trijódtyronin. Vzorek a protilátka se inkubují ve zkumavce, která je potažena analogem T3 (ligand). Po inkubaci se stejně jako u TT4 a TT3 obsah odsaje a navázaná aktivita se změní gama - měřičem. Sestaví se kalibrační křivka a odečtou se koncentrace fT4 a fT3.

## 5 Výsledky a diskuze

### 5.1 Průměrný obsah hormonů štítné žlázy v krevním séru

V tabulce č. 3 jsou uvedeny průměrné hodnoty a základní statistické parametry charakterizující celkový obsah hormonů (TT4 a TT3) a obsah volných forem (fT4 a fT3) hormonů štítné žlázy v krevním séru koní. Největší variabilitu podle pořadí vykazoval obsah TT4 (V% 26,6), dále fT3 (V% 26,1), TT3 (V% 23,2) a fT4 (V% 20,0).

Ve srovnání s referenčními hodnotami pro TT4 12,23 - 30,63 nmol·l<sup>-1</sup> (0,95 - 2,38 mg·dl<sup>-1</sup>), které uvádí Gunningham a Klein et al. (1992), převyšoval průměr TT4 u námi sledovaných koní referenční rozmezí o 21,6 %, maximální hodnota dokonce o 71 %. Průměrná hodnota, minimální i maximální hodnota TT3 odpovídala hodnotě referenční 0,48 - 2,35 nmol·l<sup>-1</sup> (0,95 - 2,38 mg·dl<sup>-1</sup>) stejných autorů. V porovnání s referenčními hodnotami (Škorová, 2015) pro TT4 (18,13 - 21,58 nmol·l<sup>-1</sup>) a pro TT3 (0,86-1,18 nmol·l<sup>-1</sup>) byla průměrná hodnota TT4 (maximum i minimum) výrazně nad horní hranicí uvedeného rozmezí, hodnoty TT3 včetně maxima i minima odpovídaly uvedenému rozmezí.

Pro hodnocení úrovně volných forem hormonů byly použity referenční hodnoty opět (Škorová, 2015): pro fT4 rozmezí 10,80 - 12,2 pmol·l<sup>-1</sup>, pro fT3 1,72 do 2,38 pmol·l<sup>-1</sup>. Průměrná koncentrace fT4 byl oproti zvolenému rozmezí vyšší o 9 %, maximum o 46 %. Průměrná hodnota fT3, maximální i minimální hodnoty výrazně zvolené rozmezí převyšovaly, průměr o 139 %. Jiné údaje pro volné frakce hormonů, které jsou bližší našim výsledkům, uvádí například Gooranejad et al. (2014): fT4 13,6±0,31 pmol·l<sup>-1</sup> a pro fT3 5,5±0,12 pmol·l<sup>-1</sup>.

Obecné hodnocení průměrných ukazatelů i aktivity štítné žlázy: vyšší průměrná koncentrace TT4 (Gunningham a Klein et al. (1992) při normálním obsahu TT3 a vyšších úrovní doplňkových parametrů fT4 a fT3 (Škorová, 2015) nasvědčuje normální nebo zvýšené aktivitě štítné žlázy. Stupeň aktivity štítné žlázy však jednoznačně potvrzuje až stanovení TSH (Límanová, Němec, Zamrazil, 1995), které prováděno nebylo. Vzhledem i k jiným literárním údajům o koncentraci fT3 (Gooranejad et al., 2014) u koní, nelze zvýšenou aktivitu považovat za výraznou

hyperfunkci. Vyšší úroveň zejména TT4 spíše odpovídá vyšší aktivitě štítné žlázy v souvislosti s dostatečným příjmem, (případně) vyšším příjmem jódu.

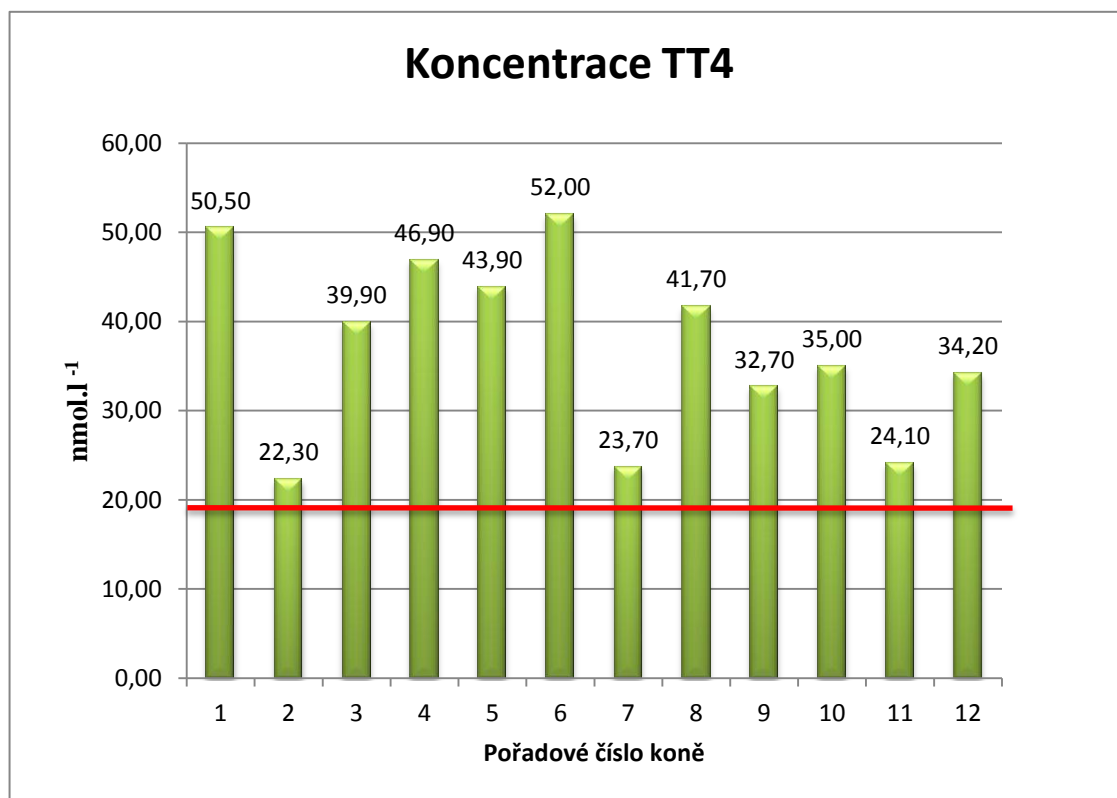
Tabulka č. 3: Průměrný obsah hormonů štítné žlázy v krevním séru koní

<b>Hormon</b>	<b>Průměr (x)</b>	<b>Směrodatná odchylka (s<sub>x</sub>)</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
<b>TT4</b> (nmol·l <sup>-1</sup> )	37,24	9,88	37,45	22,30	52,00
<b>TT3</b> (nmol·l <sup>-1</sup> )	0,99	0,23	1,03	0,66	1,39
<b>fT4</b> (pmol·l <sup>-1</sup> )	13,28	2,66	13,75	7,60	17,80
<b>fT3</b> (pmol·l <sup>-1</sup> )	5,43	1,42	5,28	3,48	8,12

## 5.2 Koncentrace celkového tyroxinu TT4 v krevní plazmě koní

Referenční hodnota pro hormon TT4 je  $19,87 \pm 1,74$  tzn. od 18,13 do 21,58 nmol·l<sup>-1</sup> (Škorová, 2015). Individuální vzorky se pohybovaly v rozmezí 22,30 – 52,00 nmol·l<sup>-1</sup>. Nejvyšší hodnota byla u koně s pořadovým číslem 6 (klisna), 52 nmol·l<sup>-1</sup>. Nejnižší hodnota byla u koně s číslem 2 (valach), 22,30 nmol·l<sup>-1</sup>. Průměrná hodnota pro hormon TT4 u vyhodnocovaných vzorků byla 37,24 nmol·l<sup>-1</sup>. Z grafu č. 1 je patrné, že u koně č. 2, 7, 11 se koncentrace nacházely v referenčním rozpětí, ostatní vzorky přesahovaly fyziologickou hodnotu i 2,5x.

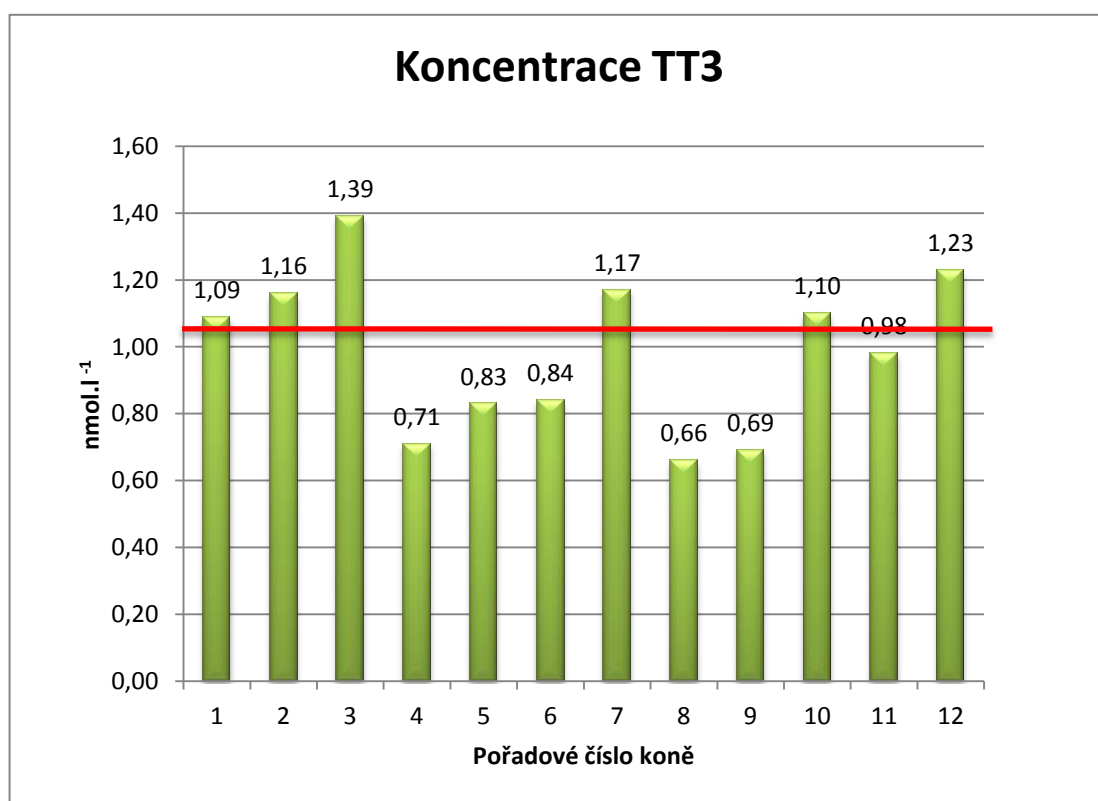
Graf č. 1: Hladina hormonu TT4 v krevní plazmě koní



### 5.3 Koncentrace celkového trijódtyroninu TT3 v krevní plazmě koní

Referenční hodnota pro hormon TT3 se u koní, jak klisen, tak valachů, pohybuje v rozmezí  $1,02 \pm 0,16$  tzn. od 0,86 do 1,18  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (Škorová, 2015). Referenční hodnota je naznačena v grafu červenou hranicí. V grafu č. 2 se individuální vzorky nacházely v rozmezí 0,66 - 1,39  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnota byla u koně s pořadovým číslem 3 (valach), 1,39  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Nejnižší hodnota byla u koně s pořadovým číslem 8 (valach), 0,66  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Průměrná koncentrace TT3 je 0,99  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Valach s pořadovým číslem 1 (1,09  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ ) a valach s pořadovým číslem 10 (1,1  $\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ ) mají hladinu hormonu TT3 v rozmezí referenční hodnoty.

Graf č. 2: Hladina hormonu TT3 v krevní plazmě koní

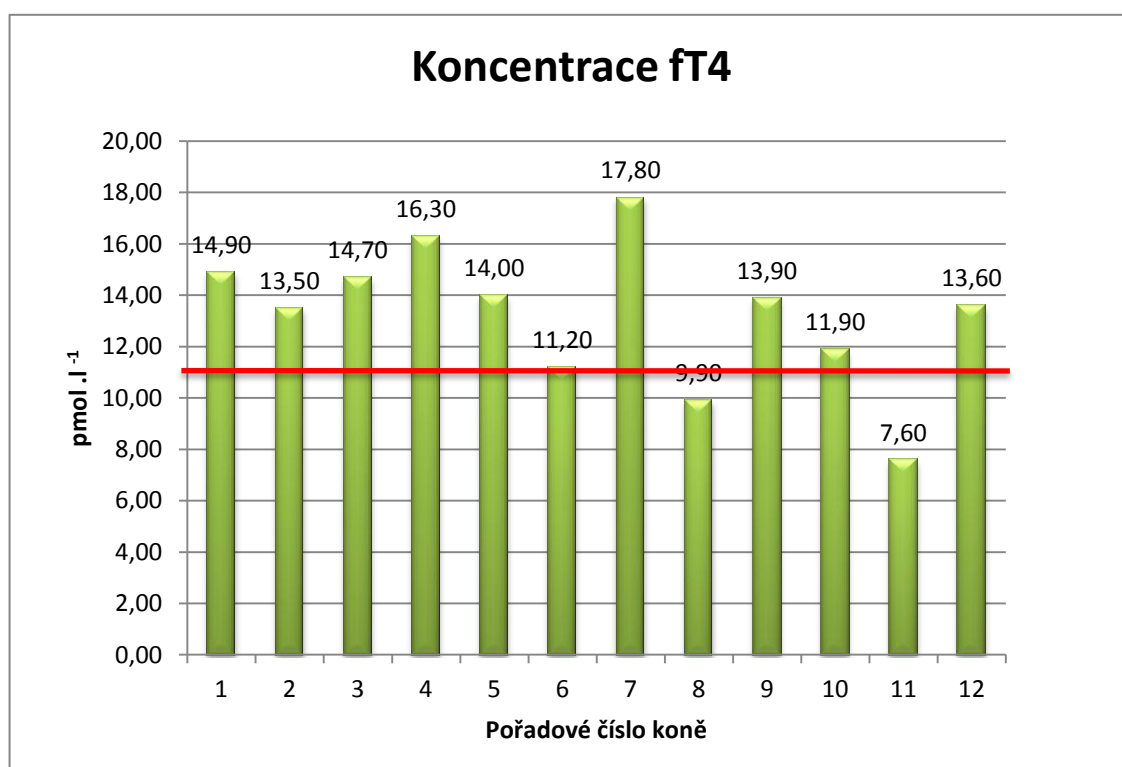


#### 5.4 Koncentrace volné frakce tyroxinu fT4 v krevní plazmě koní

Referenční hodnota pro volný hormon T4 u koní se pohybuje okolo  $11,50 \pm 0,70$  tzn. od  $10,80$  do  $12,2$   $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (Škorová, 2015). Červená hranice opět naznačuje referenční hodnotu. V grafu č. 3 je znázorněna hladina hormonu fT4 v krevní plazmě valachů i klisen. Vzorky se pohybovaly v rozmezí  $7,60 - 17,80$   $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnota hormonu fT4 je u koně s pořadovým číslem 7 (klisna),  $17,80$   $\text{pmol/l}$ . Naopak nejnižší koncentrace fT4 byla zjištěna u koně č. 11 a to  $7,60$   $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Z grafu č. 3 je patrné, že se koncentrace fT4 u většiny jedinců (66,6 %) pohybovala spíše nad hranici referenčního rozpětí. Průměrná hodnota byla  $13,28$   $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ .



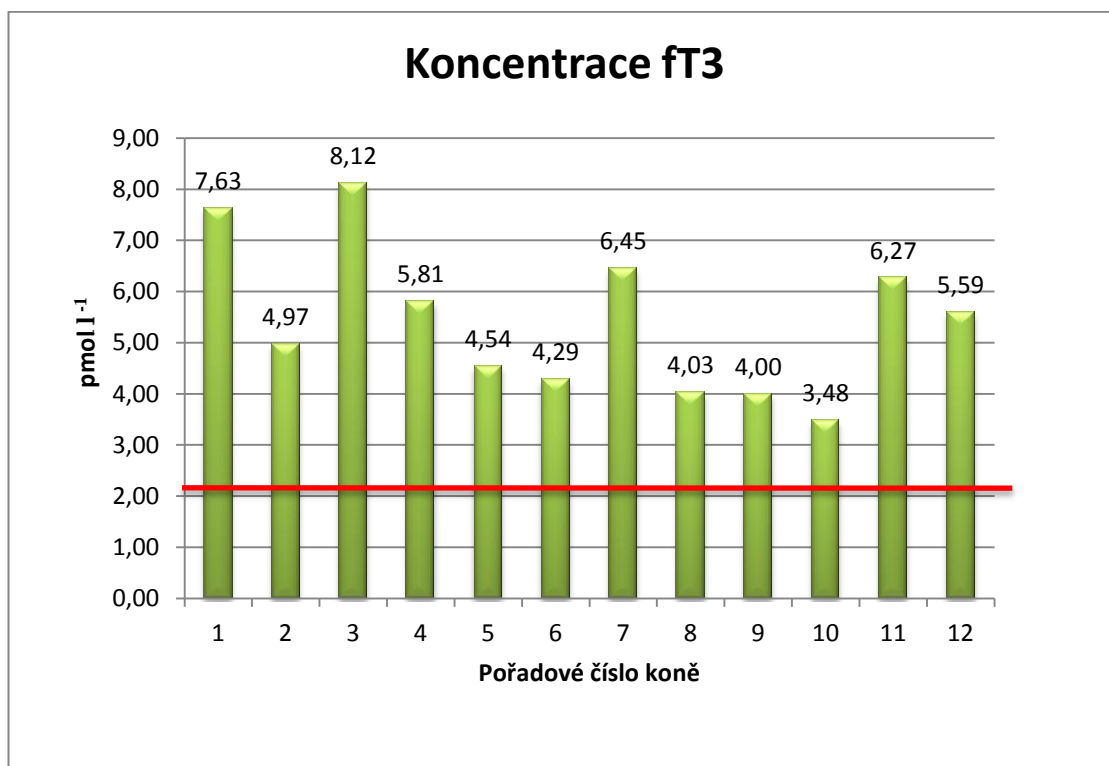
Graf č. 3: Hladina hormonu fT4 v krevní plazmě koní



### 5.5 Koncentrace volného trijódtyroninu fT3 v krevní plazmě koní

Referenční hodnota hladiny hormonu fT3 u koní je  $2,05 \pm 0,33$  tzn. od 1,72 do 2,38  $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (Škorová, 2015). Tato hodnota je v grafu znázorněna červenou hranicí. Graf č. 4 znázorňuje hodnoty koncentrace hormonu fT3 v krevní plazmě všech koní, jak klisen, tak valachů. Individuální vzorky se pohybovaly v rozmezí 3,48 - 8,12  $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnota byla u koně s pořadovým číslem 3 (valach), zastoupení volného T3 hormonu byla 8,12  $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Naopak nejnižší hodnota se vyskytovala u koně s pořadovým číslem 10 (valach), který měl hodnotu volného T3 hormonu 3,48  $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Z tohoto grafu tedy vyplývá, že všechny vyšetřené klisny a valaši mají vyšší hladinu hormonu fT3. Průměrná hodnota volného hormonu T3 byla 5,43  $\text{pmol} \cdot \text{l}^{-1}$ .

Graf č. 4: Hladina hormonu fT4 v krevní plazmě koní



## 5.6 Individuální hodnocení aktivity štítné žlázy

Na základě předcházejícího hodnocení koncentrace hormonů štítné žlázy (graf č. 1 - 4) a uvedených referenčních hodnot (Gunningham a Klein et al., 1992; Gooraninejad et al., 2014; Škorová, 2015) lze ze sledované skupiny koní zvýšenou aktivitu štítné žlázy zvažovat u koní č. 3 (koncentrace TT4 převyšující horní hranici rozmezí, nadprůměrná koncentrace TT3 a fT4 a horní hranici převyšující obsah fT3). Obdobná situace je u koně č. 12. Hodnoty hormonů odpovídající normální aktivitě štítné žlázy (koncentrace TT4 a TT3 v rozmezí referenčních hodnot a volné frakce rovněž v rozmezí referenčních hodnot nebo nevýznamně převyšující horní hranici) byly u koní číslo 2, 7 a 11. U ostatních koní lze zvažovat normální funkci štítné žlázy. Souběžné výrazné zvýšení TT4 a TT3 nebo TT4 a fT3 respektive TT3 a fT3, ke kterým dochází při hypertyreóze (Martiník, 2015) zjevně zjištěny nebyly. Nebyly zjištěny ani koncentrace hormonů, které by odpovídaly hypofunkci štítné žlázy, například souběžné snížení TT4 a TT3.

## 5.7 Koncentrace hormonů v krevní plazmě valachů, klisen a koní podle plemenné příslušnosti

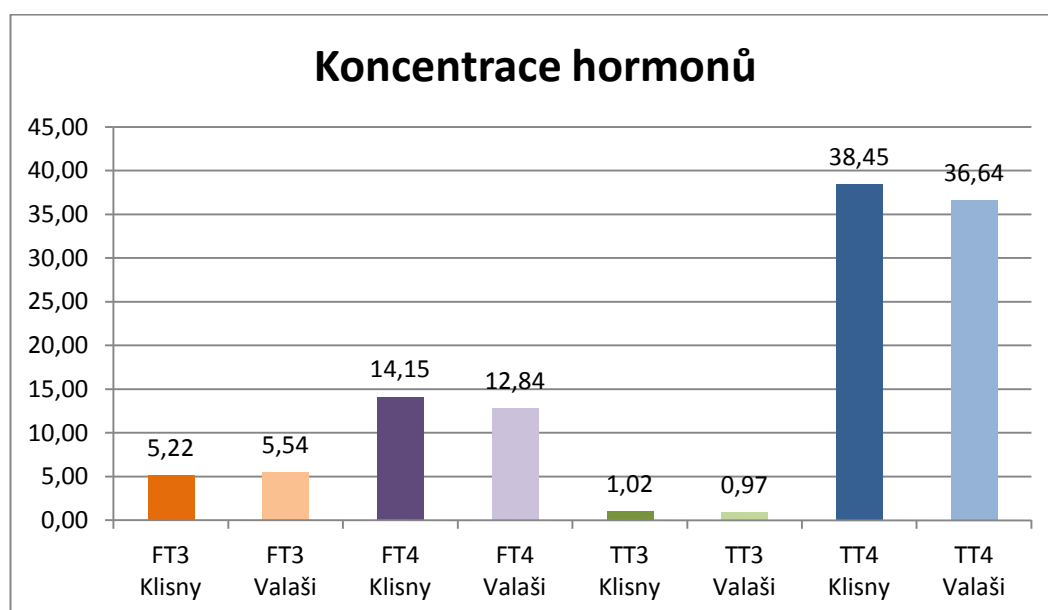
V tabulce č. 4 a grafu č. 5 jsou porovnány koncentrace hormonů štítné žlázy valachů a klisen. Rozdíly mezi valachy a klisnami byly následující: celkový hormon TT4 byl u klisen vyšší o  $1,81 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , než u valachů, obdobně TT3 byl u klisen vyšší o  $0,05 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$  a fT4 o  $1,31 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , než u valachů. Volný hormon fT3 byl naopak u klisen v průměru menší o  $0,32 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , než u valachů.

Z grafu č. 5 tedy vyplývá, že u námi zkoumaných vzorků byl obsah celkových hormonů T4 i T3 vyšší u klisen, než u valachů. Ale u volných hormonů tomu tak není, hormon fT3 byl u klisen nižší, ale u hormonu fT4 byl opět u klisen vyšší. Rozdíly mezi celkovými a ani mezi volnými hormony štítné žlázy však nebyly mezi valachy a klisnami statisticky významné.

Tabulka č. 4: Koncentrace hormonů v krevní plazmě valachů a klisen

Skupina koní	Počet	TT4 ( $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )	TT3 ( $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )	fT4 ( $\text{pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )	fT3 ( $\text{pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )
Valaši	8	$36,64 \pm 9,45$	$0,97 \pm 0,25$	$12,84 \pm 1,61$	$5,54 \pm 1,61$
Klisny	4	$38,45 \pm 10,59$	$1,02 \pm 0,18$	$14,15 \pm 2,36$	$5,22 \pm 0,86$

Graf č. 5: Klisny vs. valaši



V tabulce č. 5 jsou průměrné koncentrace hormonů podle plemenných skupin. Statisticky významné rozdíly byly mezi teplokrevníky a pony ( $P < 0,01$ ) a mezi chladnokrevníky a pony ( $P < 0,05$ ) v obsahu TT4 a mezi chladnokrevníky a pony ( $P < 0,01$ ) v obsahu TT3. Podle obsahu zejména celkového tyroxinu a jeho porovnání s údaji Gunninghama a Kleina et al. (1992) a obsahu ostatních hormonů odpovídající referenčním hodnotám (Gooraninejad et al., 2014; Škorová, 2015) vykazovala nejvyšší aktivitu štítná žláza koní teplokrevného typu, dále chladnokrevníci a nejnižší aktivita byla u koní typu pony a Hucul. Například rozdíl mezi koncentrací TT4 u teplokrevníků a koní typu pony byl 65,2 %.

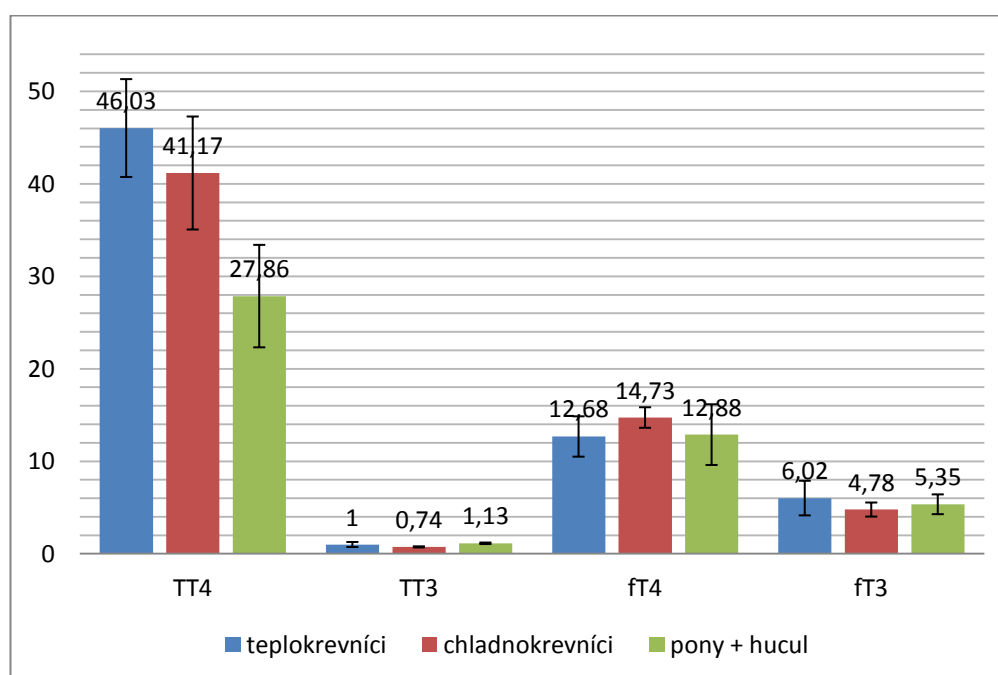
Tabulka č. 5: Koncentrace hormonů v krevní plazmě podle plemenné příslušnosti

Skupina koní	Počet	TT4 (nmol.l <sup>-1</sup> )	TT3 (nmol.l <sup>-1</sup> )	fT4 (pmol.l <sup>-1</sup> )	fT3 (pmol.l <sup>-1</sup> )
<b>Teplokrevníci</b>	4	46,03 ± 5,29 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,27	12,68 ± 2,18	6,02 ± 1,87
<b>Chladnokrevníci</b>	3	41,17 ± 6,11 <sup>c</sup>	0,74 ± 0,06 <sup>d</sup>	14,73 ± 1,11	4,78 ± 0,76
<b>Pony + Hucul</b>	5	27,86 ± 5,54 <sup>b</sup>	1,13 ± 0,08 <sup>e</sup>	12,88 ± 3,28	5,35 ± 1,07

a : b, d : e  $P < 0,01$

b : c  $P < 0,05$

Graf č. 6: Hladiny hormonů u plemenných kategorií



Z grafu č. 6 je zřejmé, že u skupiny koní pony a Hucul jsou až 1,5x nižší hodnoty u celkového tyroxinu (TT4). U celkového trijódtyroninu (TT3), volného tyroxinu (fT4) a volného trijódtyroninu (fT3) byly hodnoty poměrně vyrovnané u všech plemenných kategorií.

## 5.8 Vztah úrovně aktivity štítné žlázy k vybraným funkčním ukazatelům koní

V tabulce č. 6 jsou uvedeny korelační koeficienty mezi TT4, jako významným ukazatelem aktivity štítné žlázy a vybranými funkčními parametry. Mezi věkem koní a obsahem TT4 v krevní plazmě nebyl zjištěn žádný významný vztah. Práce jiných autorů (Medica et al, 2011, Gooranejad et al., 2014) však přinášejí údaje o rozdílech, zejména poukazující na vyšší hladinu TT4 u mladších koní a hříbat. Záporné korelační koeficienty mezi ukazateli lipidového metabolismu potvrzují uplatnění hormonů štítné žlázy v regulaci tvorby energie (Čebulj-Kadunc et al., 2003). Zajímavé jsou vztahy mezi aktivitou štítné žlázy (obsahem TT4) a koncentrací Ca v plazmě a souběžně aktivitou enzymu alkalické fosfatázy (ALP). Uvedené korelační koeficienty odpovídají údajům (Hrčková et al., 2006) o negativním vlivu zvýšené aktivity štítné žlázy na metabolismus kostní tkáně, zvýšenou dekalifikaci. Uvedené koeficienty jsou vypočítány pouze z výsledků získaných u 12 koní.

Tabulka č. 6: Korelační koeficienty mezi celkovým tyroxinem (TT4) a vybranými funkčními parametry

Hodnocené vztahy	Korelační koeficient $r_{xy}$
Věk: TT4	-0,008
TT4: obsah triglyceridů v krevní plazmě	-0,348
TT4: obsah cholesterolu v krevní plazmě	-0,403
TT4: ALP v krevní plazmě	0,303
TT4: Ca	-0,636

## 6 Závěr

Průměrný obsah celkového tyroxinu (TT4) u zkoumaných skupin koní byl ve srovnání s dostupnými referenčními hodnotami o 21,6 % vyšší. Hormon TT3 odpovídal uvedenému rozmezí dané referenční hodnoty.

Průměrné hodnoty volných forem hormonů, volného tyroxinu (fT4) a volného trijódtyroninu (fT3), byly ve srovnání s dostupnými referenčními hodnotami, u fT4 o 9 % vyšší a u fT3 o 130 % vyšší.

Největší variabilitu vykazoval obsah TT4 (V% 26,6), dále fT3 (V% 26,1), TT3 (V% 23,2) a fT4 (V% 20,0). Vliv věku koní na aktivitu štítné žlázy nebyl statisticky významný.

Průměrný obsah TT4 a TT3 byl vyšší u klisen, než u valachů. Volný fT3 hormon byl u klisen nižší a volný fT4 hormon byl u klisen vyšší, než u valachů. Rozdíly nebyly statisticky významné.

Nejvyšší průměrná hodnota hormonu TT4 byla naměřena u teplokrevných koní ( $46,03 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Hormon TT3 byl nejvyšší u skupiny koní pony a Hucul ( $1,13 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Nejvyšší hodnota volného hormonu fT4 byl u chladnokrevných koní ( $14,73 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Nejvyšší hodnota volného hormonu fT3 byla u teplokrevných koní ( $6,02 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ).

Korelační koeficienty potvrzují vliv štítné žlázy na úroveň lipidového a kalciového metabolismu sledované skupiny koní.

Individuální hodnoty celkových a volných forem hormonů odpovídají normálnímu stavu štítné žlázy, případně zvýšené aktivitě štítné žlázy. Nelze předpokládat omezený příjem jódu u sledované skupiny koní. Komplexní posouzení aktivity štítné žlázy vyžaduje stanovení TSH v krevním séru.

## 7 Seznam bibliografických citací

- 1 ALWAN, A. F., 2009. Sheep Fetal Thyroid Histological Development, with Adult Plasma T<sub>4</sub> and T<sub>3</sub> Hormones Concentrations. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. roč. 8, č. 11, s. 2115-2117. ISSN 1680-5593.
- 2 BAŇOCH, T., FAJT, Z., DRÁBEK, J., SVOBODA, M., 2010. Jód a jeho význam ve výživě lidí a prasat = Iodine and its importance in human and pigs. *Veterinářství*. roč. 60, č. 12, s. 690-694. ISSN 0506-8231.
- 3 BEZDĚKOVÁ, B., 2008. Kůň jako geriatrický pacient = Horse as a geriatric patient. *Veterinářství*. roč. 58, č. 9, s. 571-575. ISSN 0506-8231.
- 4 BRÁZDOVÁ, H., 2000. *Aktuální saturace koní jódem*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- 5 BREUHAUS, B. A., 2014. Thyroid function and dysfunction in term and premature equine neonates. *Journal of veterinary internal medicine*. roč. 4, č. 28, s. 1301–1309. ISSN 1939-1676.
- 6 CUNNINGHAM, G. J., KLEIN, G. B., 2007. *Textbook of Veterinary Physiology*. St. Louis, MO: Saunders. ISBN 978-1-4160-3610-4.
- 7 ČEBULJ-KADUNC, N., KOSEC, M., CESTNIK, V., 2003. Serum Triiodothyronine (T<sub>3</sub>) and Thyroxin (T<sub>4</sub>) Concentrations in Lipizzan Horses. roč. 72, č. 1, s. 17-22. DOI: 10.2754/avb200372010017.
- 8 ČERMÁK, B., 2002. *Zásady krmení koní*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-7271-124-5.
- 9 ČERNÝ, H., 2002. *Veterinární anatomie pro studium a praxi*. Brno: Noviko. ISBN 80-86542-01-7.
- 10 ČERVENÝ, Č., 2004. Vnitřní sekrece u domácích savců. *Veterinářství*. roč. 54, č. 5, s. 262, 264-271. ISSN 0506-8231.
- 11 ČERVENÝ, Č., KOMÁREK, V., ŠTĚRBA, O., 1999. *Koldův atlas veterinární anatomie*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-352-9.
- 12 DANIEL, G. B., NEELIS D. A., 2014. Thyroid scintigraphy in veterinary medicine. *Seminars in nuclear medicine*. roč. 1, č. 44, s. 24–34. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2013.08.007.

- 13 DŘÍZHALOVÁ, B., 2012. *Koncentrace hormonů štítné žlázy v krevní plazmě ovcí*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů.
- 14 DUŠEK, J., 2001. *Chov koní*. Praha: Brazda s.r.o. ISBN 80-209-0282-1.
- 15 DUŠOVÁ, H., 2014. *Vliv jódu na funkční parametry ovcí*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra zootechnických věd.
- 16 DUŠOVÁ, H., TRÁVNÍČEK, J., SVOBODA, M., BACHOŇ, T., KROUPOVÁ, V., PEKSA, Z., KONEČNÝ, R., 2012. The impact of high iodine intake on thyroid function in ewes and lambs. *Neuroendocrinology letters*. Neuroendocrinology Letter. roč. 5, č. 33, s. 517-524. ISSN 0172–780X
- 17 DVOŘÁK, J., 2002. *Štítná žláza a její nemoci: poučení pro nemocné*. Praha: Serifa. ISBN 80-902859-1-0.
- 18 GANONG, W. F., 2005. *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén. ISBN 8072623117.
- 19 GOORANINEJAD, S., NEGAHRAD, M. A., FATEMI TABATABEI. S. R., BARATI, F., 2014. The effects of age, sex, season and reproductive states on toroid fiction od Arab horses in Khuzestan. *Journal of Veterinary Research*. roč. 2, č. 69, s. 165-172. ISSN 20082525.
- 20 GRYGÁRKOVÁ, S., 2009. *Jód pro zdravý růst a funkci štítné žlázy*. **In:** Celostnimedica.cz [online]. © 2009 [cit. 2014-09-26]. Dostupné z: <http://www.celostnimedica.cz/jod-pro-zdravy-rust-a-funkci-stitne-zlazy.htm#ixzz36nBCgVow>.
- 21 GRYM, M., 2006. *Je třeba bát se dědičné hypotyreózy?* **In:** Veterina-info [online]. © 1998 - 2015 [cit. 2014-10-02]. Dostupné z: <http://www.veterina-info.cz/odborne-clanky/je-treba-bat-se-dedicne-hypotyreozy-227.html>.
- 22 HERZIG, I., SUCHÝ, P., 1996. Současný pohled na význam jodu pro zvířata. *Veterinární medicína*. roč. 41, č. 12, s. 379-386. ISSN 0375-8427.



- 23 HRČKOVÁ, Y., ŠARAPATKOVÁ, H., VRBKOVÁ, J., INDRÁKOVÁ, J., 2006. Tyreotoxikóza a kost. *Interní medicína pro praxi*. roč. 8, č. 5, s. 249-251. ISSN 1212-7299.
- 24 JELÍNEK, P., KOUDELA, K., 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-644-1.
- 25 JÍLEK, F., MUDŘÍK, Z., 2006. *Biologické základy chovu hospodářských zvířat*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-1563-6.
- 26 JISKRA, J., 2011. *Poruchy štítné žlázy*. Praha: Mladá fronta a. s. ISBN 978-80-204-2456-3.
- 27 KALACĚ, P., MÍKA, V., 1997. *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-85120-96-8.
- 28 KOLEVSKÁ, J., VLACH, D., KUSTRA, L., 2011. Maligní nádory štítné žlázy u psa a kočky = Malignant tumors of thyroid gland in a dog and cat. *Veterinářství*. roč. 61, č. 10, s. 582-586. ISSN 0506-8231.
- 29 KRABÁČOVÁ, I., 2002. *Morfologické a funkční změny štítné žlázy při různé saturaci hospodářských zvířat jódem*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- 30 KRATOCHVÍL, P., 1998. *Morfologické změny štítné žlázy zvířat v různých chovatelských podmínkách*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- 31 KŘEČKOVÁ, E., 2015. *Štítná žláza*. In: Křečková-medikus [online]. © 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://www.kreckova.medikus.cz/o-nemocech/stitna-zlaza-851>.
- 32 KŘÍŽOVÁ, Z., 2011. *Koncentrace hormonů štítné žlázy v krevní plazmě dojnic*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů.
- 33 LÍMANOVÁ, Z., NĚMEC, J., ZAMRAZIL, V., 1995. *Nemoci štítné žlázy: Diagnostika a terapie*. Praha: Galén. ISBN 80-85824-25-6.
- 34 MARKALOUS, B., GREGOROVÁ, M., 2004. *Nemoci štítné žlázy: otázky a odpovědi pro pacienty a jejich rodiny*. Praha: TRITON, s. r. o. ISBN 80-7254-492-6.

- 35 MARTINÍK, K., 2015. Základní algoritmus detekce poruch štítné žlázy v denní praxi lékaře. **In:** *Profmartinik.cz* [online]. © 2015 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://www.profmartinik.cz/wp-content/soubory/stitna-zlaza-detekce-poruchy.pdf>.
- 36 MARVAN, F., 1998. *Morfologie hospodářských zvířat*. Praha: Brázda, s. r. o. ISBN 80-209-0273-2.
- 37 MEDICA, P. FAZIO, E., CRAVANA, C., FERLAZZO, A., 2011. *Animal. Influence of endemic goitre areas on toroid hormones in horses*. roč. 1, č. 5, s. 82-87. ISSN 1751-7311.
- 38 NAHODIL, V., 1989. *Chirurgie štítné žlázy*. Praha: Avicenum.
- 39 NAJBRT, R., 1973. *Veterinární anatomie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- 40 NAVRÁTIL, L., 2008. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-2319-8.
- 41 OSTERGAARD, S., 2014. An ultimobranchial thyroid cyst in a horse. *Equine veterinary education*. roč. 26, č. 5, s. 244-247. ISSN 2042-3292.
- 42 PEKSA, Z., 2009. *Stav štítné žlázy jatečného skotu*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat.
- 43 PLACHÝ, J., 2010. Scintigrafie koní = Scintigraphic examination in horses. *Veterinářství*. roč. 60, č. 10, s. 566-569. ISSN 0506-8231.
- 44 POPESKO, P., 1960. *Atlas topografickej anatomie hospodárskych zvierat; Diel 1., Hlava a krk*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatury.
- 45 POPESKO, P., 1992. *Anatómie hospodárskych zvierat*. Bratislava: Príroda.
- 46 PORŠOVÁ, DUTOIT, I., 1996. *Endokrinologie v praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-220-4.
- 47 REECE, O. W., 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3282-4.
- 48 SCHENCK, M., KOLB, E., 1990. *Základy fyziologickej chémie*. Bratislava: Príroda. ISBN 80-07-00418-1.
- 49 SCHREIBER, V., 1973. *Patofysiologie žláz s vnitřní sekrecí*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství.

- 50 SOVA, Z., 1990. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 80-209-0092-6.
- 51 STÁRKA, L., 1997. *Endokrinologie*. Praha: MAXDORF. ISBN 80-85800-77-2.
- 52 ŠKOROVÁ, K., 2015. *Štítná žláza - manuál pro správnou laboratorní interpretaci*. In: Laboklin.cz [online]. © 2015 [cit. 2015-01-10]. Dostupné z: [http://www.laboklin.de/pages/html/cz/VetInfo/Faktuell/lab\\_thyroid.htm](http://www.laboklin.de/pages/html/cz/VetInfo/Faktuell/lab_thyroid.htm).
- 53 ŠVEHLOVÁ, D., 2010. *Když kuň má svůj věk*. In: Ifauna.cz [online]. © 1999 - 2015 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.ifauna.cz/kone/clanky/r/detail/2192/kdyz-uz-kun-ma-svuj-vek/>.
- 54 TRÁVNÍČEK, J., FIALA, K., ŠVEHLA, J., ŠEDA, K., DUŠOVÁ, H., PEKSA, M., KROUPOVÁ, V., 2013. Výsledky sledování obsahu jódu v objemných krmivech, vodě a půdě. In: *Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: sborník z X. konference u příležitosti Dne jódu*. České Budějovice: Zemědělská fakulta a Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, s. 34-36.
- 55 WINTZER, H. J., 1999. *Choroby koní/nemoci koní*. Bratislava: Hajko & Hajková. ISBN 80-88700-45-0.
- 56 ZAKOPAL, J., 1985. *Nemoci koní: 2. část*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- 57 ZAMRAZIL, V., 2015. *Jód a štítná žláza - současná situace v České republice*. In: Zdravotnictví-medicína [online]. © 2015 [cit. 2014-11-02]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/jod-a-stitna-zlaza-soucasna-situace-v-ceske-republice-155817>.
- 58 ZAMRAZIL, V., PELIKÁNOVÁ, T., 2007. *Akutní stavy v endokrinologii a diabetologii*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-478-2.
- 59 ŽIROVNICKÁ, J., 1996. Do potravin a krmných směsí musíme přidávat jod. *ZN zemské noviny*. roč. 6, č. 64, s. 8. ISSN 1210-7492.

## **Seznam zkratek**

**<sup>125</sup>I** - radioizotop jódu

**ALP** - enzym alkalické fosfatázy

**CT** - kalcitonin

**ČT** - Český teplokrevník

**fT3** - volný trijódtyronin

**fT4** - volný tyroxin

**MoAb** - monoklonální protilátky

**PBI** - proteinově vázaný jód

**RAI** - radioimunologická analýza

**RAŠ** - reflex Achillovy šlachy

**TSH** - tyreotropin

**TT3** - celkový trijódtyronin

**TT4** - celkový tyroxin