

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Autoreferát disertační práce

Parametry štítné žlázy přežvýkavců při nutriční zátěži
jódem

Ing. Zdeněk Peksa

2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Autoreferát disertační práce

Doktorand: Ing. Zdeněk Peksa

Studijní obor: Zootechnika

Studijní program: Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat

Název práce: Parametry štítné žlázy přežvýkavců při nutriční zátěži jódem

Školitel: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
ZF JU v Českých Budějovicích

Oponenti:

prof. Ing. RNDr. Vlasta Kroupová, CSc.

prof. Ing. Vladimír Tančín, DrSc.

Ing. Petr Sláma, Ph.D.

Obhajoba disertační práce se koná dne 27. května 2014 v 11 hod. v místnosti vědecké rady (pavilon M) ZF JU v Českých Budějovicích.

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Materiál a metody	3
3.1	Charakteristika materiálu.....	3
3.2	Metodika (odběru vzorků a zjišťování sledovaných parametrů).....	3
3.2.1	Odběr, zpracování a barvení vzorků	3
3.2.2	Stanovení velikostních parametrů folikulu a folikulárních buněk.....	4
3.2.3	Stanovení koncentrace jódu ve štítné žláze a hmotnosti štítné žlázy.....	4
3.2.4	Statistické vyhodnocení	5
4	Výsledky a diskuze	5
4.1	Pokus č. 1 – Vliv diferencovaného příjmu jódu a selenu na morfometrické parametry štítné žlázy jehňat.....	5
4.2	Pokus č. 2 – Vliv dlouhodobého příjmu vysokých dávek jódu na morfometrické parametry štítné žlázy ovcí, jejich jehňat a jalových jehnic..	8
4.3	Pokus č. 3- Vliv příjmu vysokých dávek jódu a strumigenních látek na morfometrické parametry štítné žlázy jehnic.....	13
4.4	Parametry štítné žlázy skotu.....	16
5	Závěr	19
6	Abstract.....	22
7	Seznam vlastních publikovaných prací.....	23
8	Seznam literatury	24

1 Úvod

Zásobení zvířat jódem na území České republiky prošlo za posledních 25 let velice dynamickým vývojem. Koncem 80. a začátkem 90. let minulého století se zejména u skotu, ale i u jiných druhů hospodářských zvířat, projevil nedostatek jódu v krmné dávce, zvláště pak ve výrazném poklesu koncentrace jódu ve vzorcích bazénového mléka a ve zvýšené incidenci strumy novorozenečků snížení jejich životaschopnosti a abortů (Kroupová et al., 2000; Kursá et al., 1996). Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k plošné suplementaci krmných dávek jódem. V letech 2000-2006 byl řadou autorů zjištěn naopak výrazný vzestup obsahu jódu v bazénových vzorcích mléka, který byl způsoben přílišným zvýšením koncentrace jódu v minerálních krmných doplňcích (Hejtmanková et al., 2006; Herzig et al., 2005; Kursá et al., 2004; Trávníček et al., 2006) V současnosti dochází k plošnému poklesu koncentrace jódu v bazénových vzorcích mléka a optimalizaci jódové výživy hospodářských zvířat.

Někteří autoři však zaznamenávají u části sledovaných chovů opět pokles koncentrace jódu v mléce silně pod optimální hranici (Kroupová et al., 2013). Vzhledem k tomu, že je kravské mléko a mléčné výrobky nejdůležitějším dietárním zdrojem jódu v lidské výživě (Řehůrková et al., 2013), může vysoká koncentrace jódu v mléce přinášet pro některé disponované konzumenty zvýšená rizika vzniku některých onemocnění, jako jsou autoimunitní choroby štítné žlázy (Hashimotova a Graves-Basedowova choroba) či některých nádorových onemocnění (papilárního karcinomu) štítné žlázy (Burgi, 2010; Dal Maso et al., 2009; Guan et al., 2005; Guan et al., 2009; Knobel et Medeiros-Neto, 2007; Ma et al., 1982; Teng et al., 2006; Zamrazil et al., 2007). I z tohoto důvodu je důležité sledovat a optimalizovat koncentrace jódu v krmných dávkách hospodářských zvířat.

Vysoký příjem jódu v krmné dávce vyvolává i u zvířat dopady na funkci a strukturu štítné žlázy. Vysoká hladina jodidu v krevní plazmě negativně ovlivňuje organifikaci jódu (tvorbu hormonů štítné žlázy) a snižuje účinnost

proteolýzy koloidu a tím uvolňování hormonů do krve. Nízká hladina hormonů štítné žlázy stimuluje adenohipofýzu k produkci TSH. Důsledkem je hromadění koloidu uvnitř folikulů, v některých případech zvětšení celé štítné žlázy či ke snížení výšky tyreocytů (La Perle et Capen, 2007; Many et al., 1986; Trávníček et al., 1999; Wolman et al., 1990).

2 Cíl práce

Cílem disertační práce je rozšíření poznatků o dopadech různě vysokých dávek alimentárního jódu na morfometrické parametry (výška epitelu, rozměry folikulů) proliferační aktivitu epiteliálních buněk a dalších parametrů jako je hmotnost celého orgánu či koncentrace jódu ve štítné žláze ovcí a skotu.

Hypotéza: Lze předpokládat, že dlouhodobě podávané vysoké dávky jódu budou mít dopad na strukturu štítné žlázy a další parametry, který bude závislý na velikosti dávky.

Dalšími dílčími cíli jsou:

- Posouzení vlivu vysokého alimentárního příjmu jódu a příjmu strumigenů na strukturu a další parametry štítné žlázy jehnic
- Zjištění vztahu mezi koncentrací jódu ve štítné žláze a morfometrickými parametry štítné žlázy
- Posouzení dopadu zvýšených dávek jódu a selenu na morfometrické parametry štítné žlázy

3 Materiál a metody

3.1 Charakteristika materiálu

V rámci řešení disertační práce byly uskutečněny tři experimenty na ovcích, jehňatech a jalových jehnic. Účelem bylo zjištění morfometrických parametrů folikulů a folikulárních buněk (tyreocytů), proliferační aktivitu tyreocytů (PCNA) a další parametry štítné žlázy při různém příjmu jódu, selenu a strumigenních látek. První experiment byl zaměřen na zjištění dopadu zvýšených dávek jódu (0,7 a 1,4 mg I•kg⁻¹ sušiny krmné dávky - KD) při odlišném příjmu selenu (0,2 a 0,4 mg Se•kg⁻¹ sušiny KD) parametry štítné žlázy jehňat. Cílem druhého experimentu bylo popsání dopadu vysokých dávek jódu (3 a 5 mg I•kg⁻¹ sušiny KD) na parametry štítné žlázy bahnic, jejich jehňat a jalových jehnic. Úkolem třetího experimentu bylo zjištění dopadu vysokých dávek jódu (10 mg I•kg⁻¹ sušiny krmné dávky) při současném příjmu strumigenních látek (řepkový extrahovaný šrot a dusičnan sodný) na štítnou žlázu jehnic. Další aktivitou byl odběr a zjišťování morfometrických parametrů, proliferační aktivity tyreocytů a dalších parametrů štítné žlázy jatečně poráženého skotu.

3.2 Metodika

3.2.1 Odběr, zpracování a barvení vzorků

Odběr vzorků štítné žlázy pro histologické zpracování byl uskutečněn ihned po porážce zvířat. Byla provedena preparace obou laloků a istmu štítné žlázy. Celá štítná žláza byla očištěna od zbytků tukové a vazivové tkáně a zvážena na digitálních vahách. Vzorek pro další histologickou úpravu (o velikosti cca 1cm³) byl odebrán ze středu pravého laloku.

Vzorky pro histologické zpracování byly fixovány v roztoku 10% formalínu. Fixované vzorky byly zpracovány klasickou parafinovou metodou, nakrájeny mikrotomem na řezy o tloušťce 5 μm, fixovány na podložní sklo a obarveny hematoxylinem a eosinem (pro potřeby morfometrického měření a

histopatologického vyšetření) nebo bylo provedeno imunohistochemické barvení (PCNA) pro průkaz proliferace tyreocytů.

Pro prokázání proliferační aktivity tyreocytů byla využito křížové reaktivity myší monoklonální protilátky proti nukleárnímu antigenu proliferačních buněk (PCNA – proliferation cell nuclear antigen) firmy Dako klon PC10. K vizualizaci vazby primární protilátky byl použit detekční systém Dako EnVision™.

3.2.2 Stanovení velikostních parametrů folikulu a tyreocytů

Ze zpracovaných a obarvených preparátů byly pomocí programu pro obrazovou analýzu Leica IM 500 Version 4.0. pořízeny mikrofotografie, na kterých bylo ve stejném programu provedeno měření morfometrických parametrů štítné žlázy. Ve třech zorných polích z různých částí řezu byly stanoveny rozměry (délka, šířka, plocha) celkem 60 folikulů. Následně byly folikuly rozděleny do tří velikostních kategorií na velké (175,1-615,0 μm), střední (80,1-175,0 μm) a malé (15,1-80,0 μm) (Jelínek et al., 2003). U každé velikostní kategorie folikulů byl zjištěn rozměr celkem 20 folikulárních buněk. Výška tyreocytů byla měřena jako kolmý rozměr mezi bazální membránou a lumenální plochou tyreocytu. Jako parametr proliferační aktivity tyreocytů byl použit počet silně na PCNA pozitivních jader tyreocytů v deseti různých zorných polích při dvěstěnásobném zvětšení mikroskopu.

3.2.3 Stanovení koncentrace jódu ve štítné žláze a hmotnosti štítné žlázy

Koncentrace jódu ve štítné žláze byla stanovena modifikovanou kolorimetrickou metodou (Sandell a Kollthoff) po alkalické digesci materiálu (Bednář et al., 1964). Hmotnost vypreparované a očištěné štítné žlázy byla zjištěna pomocí přenosných digitálních vah s přesností na setiny gramu. Relativní hmotnost štítné žlázy byla vypočítána jako procentuální podíl zjištěné hmotnosti štítné žlázy ze živé hmotnosti před porážkou.

3.2.4 Statistické vyhodnocení

Získané výsledky byly zpracovány a vyhodnoceny v programu STATISTICA 7.0. (StatSoft, Inc.) pomocí analýzy rozptylu, Tukeyovým HSD testem a regresní a korelační analýzou na hladině významnosti 0,05 popřípadě 0,01. Průměrné velikosti folikulů či tyreocytů bez ohledu na velikostní kategorie folikulů byly počítány jako vážený průměr (váhou bylo zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů).

4 Výsledky a diskuze

4.1 Pokus č. 1 – Vliv diferencovaného příjmu jódu a selenu na morfometrické parametry štítné žlázy jehňat

Vyšší příjem jódu (1,4 mg I•kg⁻¹ sušiny KD) se u pokusných jehňat odrazil ve snížení hmotnosti i relativní hmotnosti štítné žlázy (tabulka 1). Krabačová (2002), která na jehňatech zjišťovala dopad denního příjmu jódu (0,25 mg) a selenu (0,25 mg) uvádí výrazně nižší hodnoty obou sledovaných parametrů (0,9-1,7 g; 0,010-0,027 %).

Tabulka 1 - Hmotnost a relativní hmotnost štítné žlázy jehňat

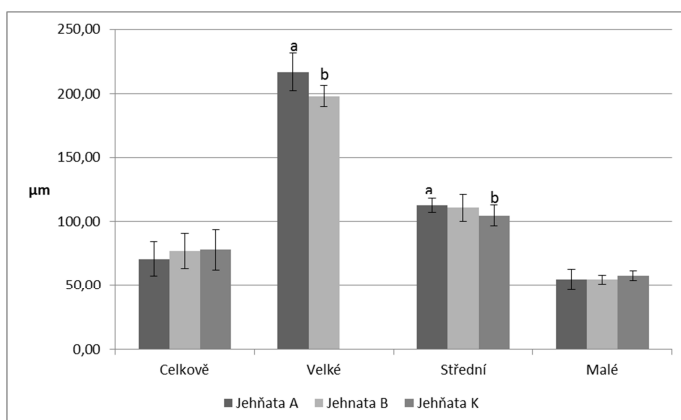
	Hmotnost štítné žlázy (g)		Relativní hmotnost (%)	
	průměr	s _x	průměr	s _x
Jehňata A	1,88 ^a	0,18	0,06267 ^a	0,00613
Jehňata B	1,81 ^a	0,49	0,06024 ^a	0,01619
Jehňata K	2,95 ^b	0,44	0,09822 ^b	0,01471

^{a,b} P<0,05

Příjem jódu u jednotlivých skupin: Jehňata A – 1,4 mg I•kg⁻¹ sušiny KD; Jehňata B – 0,7 mg I•kg⁻¹ sušiny KD; Jehňata K – 0,7 mg I•kg⁻¹ sušiny KD. Příjem selenu u jednotlivých skupin: Jehňata A – 0,4 mg Se•kg⁻¹ sušiny KD; Jehňata B – 0,4 mg Se•kg⁻¹ sušiny KD; Jehňata K – 0,2 mg Se•kg⁻¹ sušiny KD

Další dopad vyššího příjmu jódu byl zvětšení délky velkých a středních folikulů (graf 1). Výsledky odpovídaly údajům Kóňové et al. (1999a), která u jehňat s příjmem 1,5 mg jódu na kg sušiny KD uvádí délku folikulů $70,89 \pm 1,54 \mu\text{m}$. Krabačová (2002) naopak u pokusných jehňat, jejichž matky přijímaly v krmné dávce 0,25 mg jódu 0,15 mg selenu, výrazně větší velikost folikulů ($99,90 \mu\text{m}$). Navzdory předpokladu, že při zvýšení příjmu jódu dojde i ke zvětšení šířky folikulů, bylo u jehňat skupiny A zjištěno signifikantní snížení šířky folikulů. Naopak u kategorie středních folikulů se zmíněný předpoklad potvrdil a průměrná šířka folikulů u pokusných skupin A a B byla vyšší v porovnání s kontrolní skupinou.

Graf 1 - Délka folikulů jehňat



^{a:b} $P < 0,05$; Příjem jódu: Jehňata A – $1,4 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata B – $0,7 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata K – $0,7 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD. Příjem selenu: Jehňata A – $0,4 \text{ mg Se} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata B – $0,4 \text{ mg Se} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata K – $0,2 \text{ mg Se} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD

Příjem jódu ($0,7$ a $1,4 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny KD) neovlivnil procentuální zastoupení velikostních kategorií folikulů jehňat (tabulka 2). Souhlasně s výsledky Kóňové et al. (1999a), která sledovala morfometrické parametry u jehňat s příjmem $1,5 \text{ mg}$ jódu na kg sušiny KD, jsme zaznamenali nejnižší zastoupení velkých folikulů a největší malých folikulů. Na rozdíl od našich výsledků, uvádí Kóňová et al. (1999b) výrazně vyšší zastoupení středních ($58-65 \%$) a nižší zastoupení malých folikulů ($30-40 \%$).

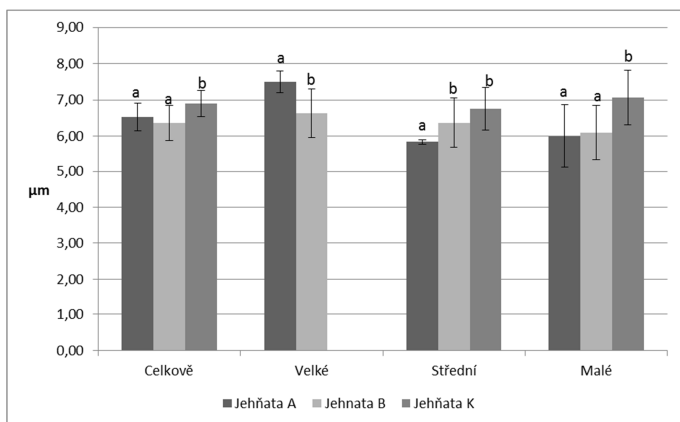
Kromě výšky tyreocytů v kategorii velkých folikulů (graf 2) vykázala vždy skupina s vyšším příjmem nižší výšku folikulárního epitelu. Zde se nepotvrdil předpoklad (Capen, 2006), že se vyšší dávka jódu odrazí na snížení folikulárního epitelu.

Tabulka 2 - Procentuální zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů

	Velké (%)		Střední (%)		Malé (%)	
	průměr	s _x	průměr	s _x	průměr	s _x
Jehňata A	1,67	1,36	26,11	13,43	72,22	14,68
Jehňata B	1,90	2,26	33,81	13,38	64,29	14,50
Jehňata K	-	-	32,78	17,71	67,22	17,71

Příjem jódu: Jehňata A – 1,4 mg I•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata B – 0,7 mg I•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata K – 0,7 mg I•kg⁻¹ suš. KD. Příjem selenu: Jehňata A – 0,4 mg Se•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata B – 0,4 mg Se•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata K – 0,2 mg Se•kg⁻¹ suš. KD

Graf 2 - Výška folikulárního epitelu u jehňat



^{a,b} P<0,05; Příjem jódu: Jehňata A – 1,4 mg I•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata B – 0,7 mg I•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata K – 0,7 mg I•kg⁻¹ suš. KD. Příjem selenu: Jehňata A – 0,4 mg Se•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata B – 0,4 mg Se•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata K – 0,2 mg Se•kg⁻¹ suš. KD

Příjem jódu v dávce 0,7 a 1,4 mg na kg sušiny krmné dávky se výrazněji neprojevil na koncentraci jódu ve štítné žláze a proliferační aktivitě tyreocytů (PCNA) (tabulka 3). Byly zjištěny pozitivní korelace mezi koncentrací jódu ve

štítné žláze a rozměry folikulů (délka, šířka a plocha folikulů) a negativní korelace mezi koncentrací jódu ve štítné žláze a výškou tyreocytů.

Tabulka 3 - Koncentrace jódu ve štítné žláze a proliferační aktivita tyreocytů (PCNA)

	Jód ve štítné žláze ($\mu\text{g/g}$)		PCNA	
	průměr	sx	průměr	sx
Jehňata A	1692,80	156,30	26,67	6,18
Jehňata B	1239,86	622,98	40,03	26,86
Jehňata K	1223,10	553,08	30,31	4,08

Příjem jódu: Jehňata A – 1,4 mg $\text{I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata B – 0,7 mg $\text{I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata K – 0,7 mg $\text{I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD. Příjem selenu: Jehňata A – 0,4 mg $\text{Se}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata B – 0,4 mg $\text{Se}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehňata K – 0,2 mg $\text{Se}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD

4.2 Pokus č. 2 – Vliv dlouhodobého příjmu vysokých dávek jódu na morfometrické parametry štítné žlázy ovcí, jejich jehnat a jalových jehnic

Bahnice a jehnice

Vyšší hmotnosti štítné žlázy vykázaly skupiny bahnic a jehnic, které přijímaly v krmné dávce větší množství jódu (5 mg $\text{I}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD). Hmotnost štítné žlázy u obou skupin ovcí (tabulka 4) byla vyšší, než uvádí Kratochvíl (1998), který uvádí průměrnou hmotnost 4,9 g u bahnic s normální histologickou stavbou. Vyšší hmotnost štítné žlázy 4-7 g udává Koch (1963) nebo Sova et al. (1990). Výrazně nižší hodnoty hmotnosti štítné žlázy ovcí (1,72 – 2,09 g) uvádí Bhardwaji et al. (2006). Relativní hmotnost štítné žlázy v obou skupinách bahnic dosáhla podobných hodnot, které uvádí Kratochvíl (1998) pro tuto kategorii zvířat s normální histologickou stavbou.

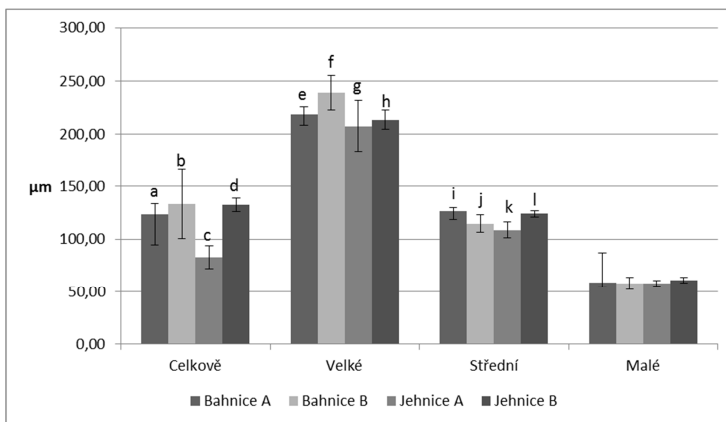
Tabulka 4 - Hmotnost a relativní hmotnost štítné žlázy bahnic a jehnic

	Hmotnost štítné žlázy (g)		Relativní hmotnost (%)	
	průměr	sx	průměr	sx
Bahnice A	7,15	2,43	0,01567 ^a	0,0057
Bahnice B	9,67 ^b	4,72	0,01630 ^a	0,0075
Jehnice A	3,74 ^a	0,37	0,00543 ^b	0,0009
Jehnice B	5,10 ^c	1,12	0,00731 ^b	0,0019

^{a,b} P<0,05; ^{a,c} P<0,01; Příjem jódu: Bahnice A – 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Bahnice B – 5 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice A - 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice A - 5 mg•kg⁻¹ suš. KD

Skupiny bahnic a jehnic s nižším příjmem jódu (3 mg I•kg⁻¹ sušiny KD) vykázaly menší rozměry folikulů (délka, šířka, plocha folikulů). Největší průměrné délky bez ohledu na velikostní kategorie (133,29±33,07 μm) dosáhly folikuly u bahnic skupiny B. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl (P<0,05) při porovnání se skupinou bahnic A. Celková délka folikulů (graf 3) odpovídá údajům Kratochvíla (1998).

Graf 3 - Délka folikulů štítné žlázy bahnic a jehnic



^{a,b}; ^{a,d}; ^{e,f}; ^{j,l} P<0,05; ^{b,c}; ^{c,d}; ^{f,g}; ^{f,h}; ^{i,j}; ^{i,k}; ^{k,l} P<0,01; Příjem jódu: Bahnice A – 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Bahnice B – 5 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice A - 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice A - 5 mg•kg⁻¹ suš. KD

Procentuální zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů dosahovalo u všech skupin podobné úrovně (tabulka 5). Výjimkou bylo zastoupení středních folikulů u skupiny jehnic A, která vykázala výrazně nižší hodnoty v porovnání se zbylými skupinami a zároveň vyšší zastoupení malých folikulů v porovnání se skupinou B.

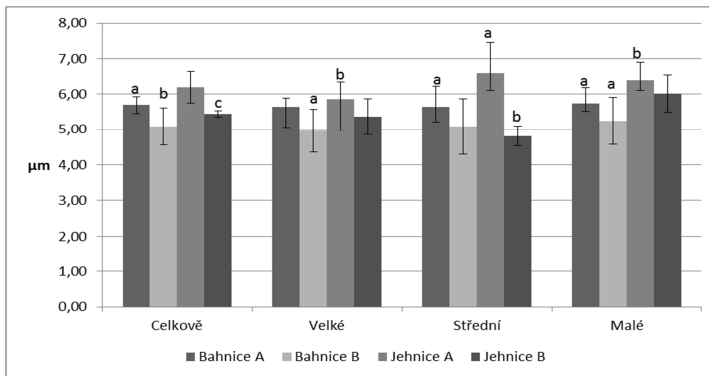
Tabulka 5 - Procentuální zastoupení velikostních kategorií folikulů štítné žlázy bahnic a jehnic

	Velké (%)		Střední (%)		Malé (%)	
	průměr	s _x	průměr	s _x	průměr	s _x
Bahnice A	19,67	15,83	49,17 ^b	15,24	31,17	17,16
Bahnice B	28,89	17,30	39,60 ^b	9,89	31,51	18,97
Jehnice A	24,28	1,42	16,56 ^a	8,40	44,38 ^b	9,65
Jehnice B	24,37	2,19	54,37 ^b	5,61	21,27 ^a	7,72

^{a:b} P<0,05; Příjem jódu: Bahnice A – 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Bahnice B – 5 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice A - 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice A - 5 mg•kg⁻¹ suš. KD

U skupin bahnic i jehnic s nižším příjmem jódu (3 mg I•kg⁻¹ sušiny KD) byly pozorovány vyšší folikulární buňky ve folikulech všech velikostních kategorií folikulů (graf 4). Výška folikulárních buněk ovcí byla o 32,7 res. 42,1 % nižší, než uvádí Kratochvíl (1998). U všech velikostních kategorií folikulů dosáhla výška tyreocytů u jehnic A vždy největší hodnoty.

Graf 4 - Výška folikulárního epitelu bahnic a jehnic



a:b; b:c; a:c $P < 0,05$; Příjem jódu: Bahnice A – $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Bahnice B – $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehnice A – $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehnice A – $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD

Obě skupiny bahnic vykázaly statisticky vyšší koncentrace jódu ve štítné žláze (tabulka 6). Naopak u skupin jehnic byl zaznamenán vyšší počet PCNA pozitivních tyreocytů. Výrazně vyšší hodnota oproti ostatním skupinám byla zjištěna u skupiny jehnic A. Byly zjištěny pozitivní korelace mezi počtem PCNA pozitivních tyreocytů a výškou epitelu v malých folikulech a procentem malých folikulů. Negativní korelace byla zjištěna mezi počtem PCNA pozitivních tyreocytů průměrnou délkou folikulů a procentem velkých folikulů.

Tabulka 6 - Koncentrace jódu ve štítné žláze a proliferační aktivita tyreocytů

	Jód ve štítné žláze ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)		PCNA	
	průměr	s_x	průměr	s_x
Bahnice A	1159,40 ^a	382,22	3,22 ^b	2,28
Bahnice B	1252,43 ^a	400,02	4,84 ^b	2,49
Jehnice A	396,16 ^b	192,50	16,33 ^a	6,55
Jehnice B	501,36 ^b	270,03	6,33 ^b	1,70

^{a,b} $P < 0,01$; Příjem jódu: Bahnice A – $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Bahnice B – $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehnice A – $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD; Jehnice A – $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš. KD

Jehňata

V porovnání s výsledky Krabačové (2002) byla zjištěna vyšší hmotnost štítné žlázy u obou sledovaných skupin. Relativní hmotnost štítné žlázy přibližně odpovídala hodnotám, které uvádí autorka. U jehňat pocházejících ze skupiny bahnic s vyšším příjmem jódu ($5 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny KD) byla zjištěna výrazně vyšší hmotnost štítné žlázy (tabulka 7).

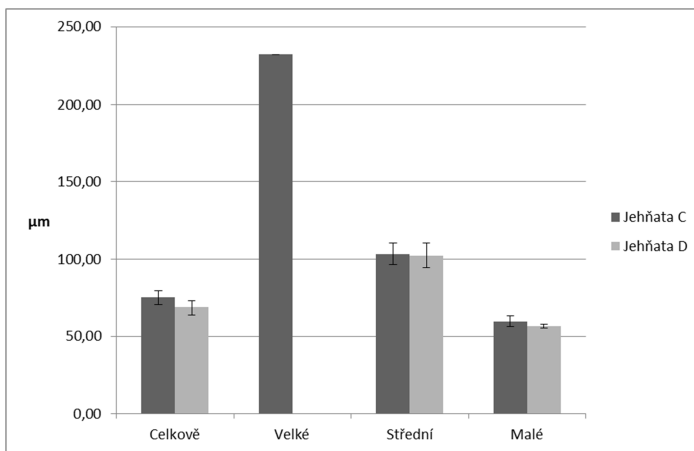
Tabulka 7 - Hmotnost a relativní hmotnost štítné žlázy jehňat

	Hmotnost štítné žlázy (g)		Relativní hmotnost (%)	
	průměr	s_x	průměr	s_x
Jehňata C	2,74 ^a	0,40	0,01163	0,00143
Jehňata D	2,31 ^b	0,49	0,00954	0,00111

^{a,b} P=0,15; Příjem jódu: Jehňata C – 3 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehňata D – 5 mg•kg⁻¹ suš. KD

Mezi oběma skupinami jehňat nebyly zaznamenány prokazatelné rozdíly (graf 5) v rozměrových parametrech folikulů (délka, šířka a plocha folikulů). V porovnání s údaji Krabačové (2002) byly rozměry (délka, šířka) folikulů výrazně menší, než uvádí autorka pro jehňata s denním příjmem 0,25 mg jódu a 0,25 mg selenu (99,90±51,69 μm). Naopak v porovnání s Kóňovou (1999a), která uvádí pro jehňata s příjmem 1,5 mg na kg sušiny KD délku folikulů 70,89±1,54 μm, vykazala jehňata skupiny C větší délku folikulů (o 7,14 %) a naopak jehňata D nepatrně menší celkovou délku folikulů.

Graf 5 - Délka folikulů štítné žlázy jehňat



Příjem jódu u jednotlivých skupin: Jehňata C – 3 mg•kg⁻¹ sušiny KD; Jehňata D – 5 mg•kg⁻¹ sušiny KD

Příjem diferencovaných dávek jódu se u jehňat neodrazil ani v procentuálním zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů. Odlišně s údaji Kóňové et al. (1999b) bylo u obou skupin sledováno nižší zastoupení středních folikulů a naopak vyšší zastoupení malých folikulů, než které autorka zjistila u jehňat, která přijímala 1,5 mg I•kg⁻¹ sušiny KD. Stejně tak nebyly pozorovány rozdíly ve výšce folikulárního epitelu a v proliferační

aktivitě (PCNA) tyreocytů. Průměrná výška epitelu u obou skupin jehňat odpovídala zjištěním Krabačové (2002), které autorka zjistila u jehňat s příjmem 0,25 mg jódu 0,25 mg selenu. V porovnání s výsledky Kóňové (1999a) byly zjištěny u obou sledovaných skupin jehňat C a D výrazně vyšší tyreocyty.

4.3 Pokus č. 3- Vliv příjmu vysokých dávek jódu a strumigenních látek na morfometrické parametry štítné žlázy jehnic

Při hodnocení výsledků nebyly mezi skupinami jehnic ani u jednoho sledovaného parametru prokázány výraznější rozdíly. V tabulce 8 uvedené hodnoty hmotnosti štítné žlázy odpovídají zjištěním Kratochvíla (1998) pro ovce s normální strukturou štítné žlázy. U jehnic, které přijímaly 10 mg I•kg⁻¹ sušiny krmné dávky a strumigenní látky (skupina D) nebyly žádné projevy strumy a ani jiné odchylky v histologické stavbě, které v experimentech s příjmem strumigenů (dusičnanů a glukosinolátů zjistil například Kursá et al. (2000). Příjem strumigenů neovlivnil ani hmotnost štítné žlázy obdobně, jak uvádí Trávníček et al. (2001). Na rozdíl od Deryckeho et al. (1999), který sledoval vliv podávání řepkového extrahovaného šrotu vykrmovaným jehňatům, nebylo pozorováno zvýšení hmotnosti štítné žlázy jehnic.

Tabulka 8 - Hmotnost a relativní hmotnost štítné žlázy jehnic

	Hmotnost štítné žlázy (g)		Relativní hmotnost (%)	
	průměr	s _x	průměr	s _x
Jehnice C	4,89	0,79	0,01081	0,00175
Jehnice D	4,60	1,10	0,01096	0,00263

Příjem jódu: Jehnice C – 10 mg•kg⁻¹ suš. KD; Jehnice D 10 mg•kg⁻¹ suš. KD (součástí KD byly i strumigenní látky – řepkový extrahovaný šrot, dusičnan sodný- 1 g•ks⁻¹ a den)

Příjem strumigenních látek neovlivnil ani velikostní parametry folikulů (tabulka 9). Při porovnání s literárními údaji byly u obou skupin jehnic bez rozdílu, zda přijímaly nebo nepřijímaly strumigenní látky, pozorovány výrazně větší rozměry folikulů. Shodnost výsledků u obou skupin zle

dokladovat faktem, že v průměrné délce a ani v délce jednotlivých velikostních kategorií folikulů nepřesáhl rozdíl 1 μm . Podobně homogenní byly i výsledky u šířky a plochy folikulů. Průměrná délka a šířka folikulů výrazně převyšovala hodnoty, které uvádí Kratochvíl (1998) pro bahnice stejné hmotnostní kategorie s normálním histologickým obrazem štítné žlázy.

Rozdíl mezi skupinami nebyl pozorován ani v procentuálním zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů. Ve štítné žláze jehňat se nacházelo více než 90 % velkých a středních folikulů.

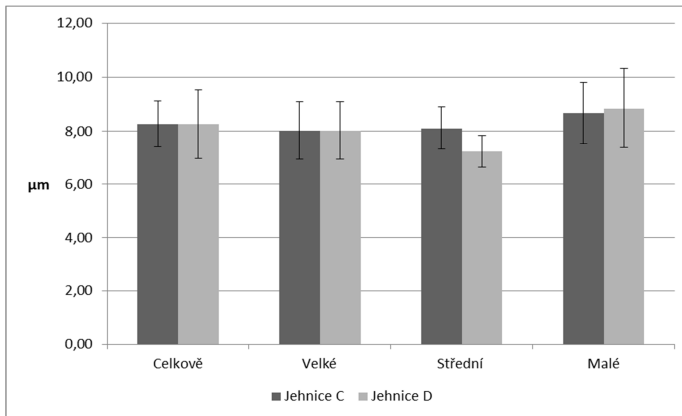
Tabulka 9 - Procentuální zastoupení velikostních kategorií folikulů u jehnic

	Velké (%)		Střední (%)		Malé (%)	
	průměr	s_x	průměr	s_x	průměr	s_x
Jehnice C	46,21	18,23	44,69	12,37	9,11	7,74
Jehnice D	43,75	9,88	50,69	9,71	5,56	4,09

Příjem jódu: Jehnice C – 10 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD; Jehnice D 10 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD (součástí KD byly i strumigenní látky – řepkový extrahovaný šrot, dusičnan sodný- 1 $\text{g}\cdot\text{ks}^{-1}$ a den)

Rozdíly nebyly zaznamenány ani ve výšce epiteliálních buněk, koncentrace jódu ve štítné žláze či v proliferační aktivitě tyreocytů. V porovnání s literaturou bylo zjištěno jen nepatrné snížení celkové výšky epiteliálních buněk. Výška folikulárního epitelu se u obou skupin v průměru i u všech velikostních kategorií pohybovala na stejné úrovni (7,23-8,84 μm). Nevýznamně nižší výška epitelu byla pozorována v kategorii středních folikulů u skupiny jehnic D (graf 6). V porovnání s údaji Kratochvíla (1998) byla průměrná výška tyreocytů nepatrně nižší než autor uvádí pro bahnice s normálním histologickým obrazem ($8,48\pm 1,64$; $8,79\pm 1,7$ μm). Širší rozpětí výšky tyreocytů 5,87-8,51 μm u jalových bahnic uvádí Salem et al. (1986).

Graf 6 - Výška folikulárního epitelu jehnic



Příjem jódu: Jehnice C – $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny KD; Jehnice D $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny KD (součástí KD byly i strumigenní látky – řepkový extrahovaný šrot, dusičnan sodný- $1 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$ a den)

Při histologickém vyšetření nebyly pozorovány patologické změny, které by bylo možné připsat příjmu vysokých dávek jódu či příjmu strumigenních látek. Obdobně jako u ostatních parametrů nebyl prokázán mezi skupinami C a D statisticky významný rozdíl, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ani v koncentraci jódu ve štítné žláze a ani v proliferační aktivitě (PCNA) folikulárního epitelu (tabulka 10).

Tabulka 10 - Koncentrace jódu ve štítné žláze a proliferační aktivita tyreocytů u jehnic

	Jód ve štítné žláze ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)		PCNA	
	průměr	s_x	průměr	s_x
Jehnice C	1321	378,21	4,33	1,11
Jehnice D	1450	172,46	4,42	1,10

Příjem jódu: Jehnice C – $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny KD; Jehnice D $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny KD (součástí KD byly i strumigenní látky – řepkový extrahovaný šrot, dusičnan sodný- $1 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$ a den)

4.4 Parametry štítné žlázy skotu

U sledovaného souboru zvířat byly zjištěny histometrické parametry, které při porovnání s údaji jiných autorů vykazují rozdíly ve velikostech folikulů, výšce folikulárního epitelu či procentuálním zastoupením jednotlivých velikostních kategorií folikulů.

Hmotnost štítné žlázy jatečného skotu (tabulka 11) se pohybovala od 16,4±4,2 g (telata) do 47,2±23,3 g (krávy). Nejnižší individuální hmotnost byla zjištěna u telete (10,5 g) a nejvyšší u krávy (122,8 g). Průměrné hmotnosti štítné žlázy u všech skupin kromě skupiny telat byly zřetelně vyšší v porovnání s údaji Kratochvíla (1998), které zjistil u zvířat s normální histologickou stavbou. Hmotnost štítné žlázy zjištěná u kategorie býků přibližně odpovídá hodnotě, kterou udává Meyer et al. (2008).

Tabulka 11 - Hmotnost a relativní hmotnost štítné žlázy skotu

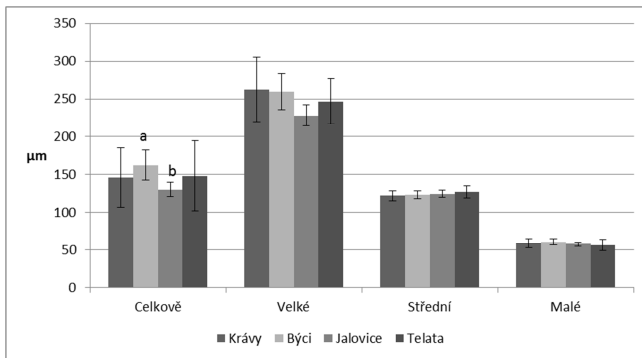
	Hmotnost štítné žlázy (g)		Relativní hmotnost (%)	
	průměr	S _x	průměr	S _x
Krávy	47,2 ^a	23,3	0,0086	0,0025
Býci	43,6	12,2	0,0062	0,0010
Jalovice	37,3 ^b	5,3	0,0084	0,0011
Telata	16,4	4,2	0,0153	0,0032

^{a:b} P < 0,05

Průměrná délka folikulů štítné žlázy krav a býků dosáhly stejné nebo vyšší hodnoty, naopak u skupiny jalovic byly zjištěny nižší hodnoty, než jsou uváděny v literatuře. Zjištěné výsledky u všech skupin byly velice konzistentní a jediný statisticky prokazatelný rozdíl byl pozorován mezi celkovou průměrnou délkou folikulů býků a jalovic. Největší velikosti dosáhly velké folikuly u skupiny krav a nejmenší velikost byla zaznamenána u skupiny jalovic. Kategorie středních folikulů u všech sledovaných skupin dosáhla přibližně stejné hodnoty. Ani v kategorii malých folikulů nebyly pozorovány výraznější rozdíly (graf 7). Průměrná velikost folikulů krav odpovídá údajům Kratochvíla (1998) (146,96±35,41 μm). Délka folikulů jalovic byla nižší a u

býků vyšší než uvádí autor. Při porovnání s údaji Krabačové (2002) byla u krav v kategoriích velkých a středních folikulů zjištěna o 1,8 % menší délka.

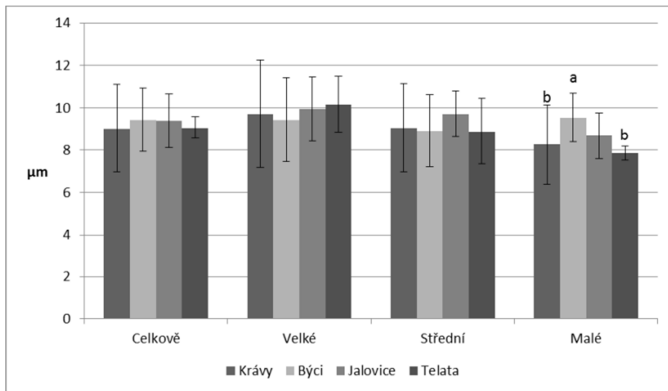
Graf 7 - Délka folikulů štítné žlázy skotu



^{a:b} $P < 0,05$

Výška folikulárního epitelu krav a býků dosáhla výrazně nižších a naopak u skupin jalovic a telat vyšších hodnot, než je uváděno v literatuře. Ve srovnání s údaji Kratochvíla (1998), je zjištěná průměrná výška tyreocytů u krav a býků o 28,9 % respektive o 14,6 % nižší, naopak u jalovic a telat o 18 % a 8 % vyšší. Naopak Jelínek et al. (2003) uvádí výrazně nižší hodnoty výšky folikulárních buněk u krav (7,06 µm ve velkých folikulech a 8,39 µm v malých folikulech). Také Serakides et al. (1999) uvádí nižší průměrnou výšku tyreocytů u jatečně poražených býků (6,27±0,86 µm). V rozporu s nálezy Krabačové (2002) se výška tyreocytů krav v našem případě snižovala v pořadí velké, střední a malé folikuly. V kategorii malých folikulů byla u skupiny býků prokázána výrazně větší výška folikulárních buněk v porovnání se skupinami jalovic a krav (graf 8).

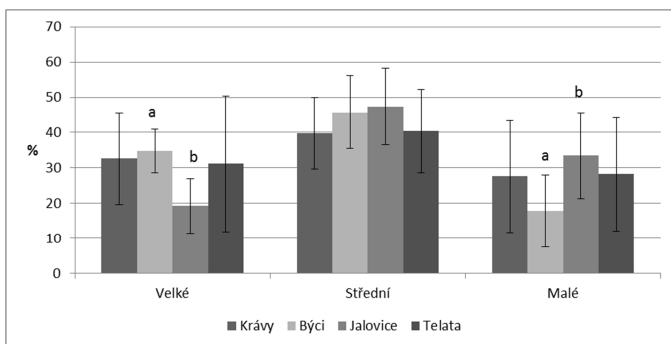
Graf 8 - Výška folikulárního epitelu u skotu



a:b $P < 0,05$

Při porovnání s výsledky publikovanými Jelínkem et al. (2003) bylo u krav zjištěno o 17,8 % vyšší zastoupení velkých a o 5,3 % res. 8,9 % nižší zastoupení středních a malých folikulů. Mezi skupinami jalovic a býků byl prokázán statisticky významný rozdíl v zastoupení velkých a malých folikulů (graf 9).

Graf 9 - Procentuální zastoupení velikostních kategorií folikulů u skotu



a:b $P < 0,05$

Koncentrace jódu ve vzorcích štítné žlázy krav, býků a telat (tabulka 12) dosahovala stejné úrovně, která výrazně převyšuje hodnoty, které uvádí Meyer et al. (2008) pro býky zatížené vysokou alimentární dávkou (10 mg•kg⁻¹ sušiny KD). Tento fakt potvrzuje výsledky různých autorů (Hejtmankova et al., 2006; Herzig et al., 2005; Kursá et al., 2004; Trávníček et al., 2006), kteří pozorovali enormně vysoké koncentrace jódu v mléce krav.

Výrazně nejnižší (P<0,05) proliferační aktivita (PCNA) tyreocytů byla zjištěna u skupiny krav. V porovnání s ostatními sledovanými skupinami dosáhla PCNA u krav jen 15-20 %. Skupiny býků, jalovic a telat dosáhly přibližně podobné úrovně. Jelínek et al. (2003) uvádí, že PCNA je vhodný parametr pro hodnocení proliferační aktivity folikulární epitelu štítné žlázy skotu. Autor ve své práci zaznamenal nejvyšší proliferační aktivitu tyreocytů v malých folikulech a naopak nejnižší aktivitu ve velkých folikulech.

Tabulka 12 - Koncentrace jódu ve štítné žláze a proliferační aktivita tyreocytů u skotu

	Jód ve štítné žláze (µg•g ⁻¹)		PCNA	
	průměr	s _x	průměr	s _x
Krávy	1463,4	940,9	4,90 ^a	2,51
Býci	1192,0	451,1	24,52 ^b	4,75
Jalovice	591,4	171,0	28,75 ^b	5,76
Telata	1372,8	597,3	32,31 ^b	10,11

^{a,b} P<0,05

5 Závěr

V provedených experimentech na ovcích, jehňatech a jalových jehnicích plemene Šumavská ovce, ve kterých byl sledován dopad různých dávek jódu, selenu a strumigenů na štítnou žlázu, byly pozorovány rozdíly v morfologických, morfometrických a vybraných funkčních parametrech štítné žlázy.

Při porovnání výsledků z pokusu na bahnicích byly učiněny následující závěry:

- Příjem jodu v množství 3 a $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD statisticky významně neovlivnil hmotnost štítné žlázy.
- S růstem obsahu jódu v KD se zvětšovaly folikuly štítné žlázy (délka, šířka, plocha) folikulů) a snižovala výška folikulárního epitelu.
- Dávky 3 a $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD jódu u bahnic neměla prokazatelný vliv na procentuální zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů.
- U bahnic s příjmem 3 nebo $5 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD nebyl zaznamenán rozdíl v proliferační aktivitě folikulárních buněk a v obsahu jódu ve štítné žláze.

Zjištěné výsledky z experimentů na jehnicích naznačují, že:

- Příjem $5 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny KD ve srovnání s $3 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD prokazatelně zvýšil (o 27 %) hmotnost štítné žlázy jehnic. Vyšší příjem jódu další zvýšení hmotnosti štítné žlázy nevyvolal.
- Byl signifikantně prokázán vliv zvyšujících se dávek jódu na velikostní parametry (délka, šířka, plocha) folikulů jehnic. Byla prokázána vysoká korelace mezi příjmem jódu a celkovou délkou folikulů ($r = 0,73$).
- Podobně byl prokázán dopad zvyšujících se dávek jódu na procentuální zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů. S rostoucí dávkou jódu prokazatelně stoupalo procento velkých folikulů a naopak klesal počet malých folikulů.
- Byl prokázán vliv zvyšujících se dávek jódu ($3 - 5 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD) na snížení výšky tyreocytů a pokles jejich proliferační aktivity. S růstem obsahu jódu v KD ($10 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD) se uvedené tendence neprohlubovaly.
- Zvýšený příjem jódu se prokazatelně odrazil na zvýšení koncentrace jódu ve štítné žláze.
- Příjem strumigenních látek (dusičnanu sodného a řepkového extrahovaného šrotu) při vysoké suplementaci jódu ($10 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš. KD) neovlivnil histometrické parametry štítné žlázy.
- Na základě zjištěných údajů u skupin s příjmem 10 mg jódu (res. 10 mg jódu a strumigenních látek) můžeme uvažovat o uplatnění vysoké

dávky jódu jako strumigenního faktoru, který je v literatuře znám jako Wolffův – Chaikoffův effect.

Při porovnání výsledků pokusů na jehňatech lze učinit následující závěry:

- Nebyl pozorován vliv příjmu 0,7 a 1,4 mg jódu na hmotnost štítné žlázy, naopak u jehňat přijímajících 5 mg jódu, byl prokázán rozdíl oproti skupině s příjmem 3 mg jódu. Příjem 3 a 5 mg jódu měl prokazatelný vliv na vyšší hmotnost (o 22 – 34 %), než skupin s příjmem 0,7 a 1,4 mg.
- Rozdíly v rozměrech folikulů (délce, šířce a ploše) byly pozorovány jen u jednotlivých experimentů. Výsledky nepotvrdily předpoklad, že vyšší příjem jódu způsobí zvětšení folikulů, naopak skupina s nejvyšším příjmem (5 mg I·kg⁻¹suš. KD) vykázala nejmenší celková rozměry i plochu folikulů.
- Příjem diferencovaných dávek jódu (0,7-5 mg I·kg⁻¹suš. KD) se u jehňat (ani při porovnání obou pokusů) neodrazil v procentuálním zastoupení jednotlivých velikostních kategorií folikulů, koncentraci jódu ve štítné žláze či proliferační aktivitě folikulárních buněk.
- Zjištěné výsledky potvrzují předpoklad, že vyšší dávky jódu budou mít za následek snížení výšky folikulárních buněk, avšak jen v rámci jednotlivých experimentů.
- Nižší příjem selenu (0,2 versus 0,4 mg) při stejné dávce jódu (0,7 mg I·kg⁻¹suš. KD) se prokazatelně projevil na zvýšení hmotnosti štítné žlázy, zmenšení folikulů a zvýšení tyreocytů.

Ze zjištěných výsledků u jatečně poraženého skotu vyplývá:

- Hmotnost štítné žlázy u jednotlivých kategorií (až na skupinu jalovic) dosahovala vyšších hodnot, než je uváděno v literatuře.
- Kromě celkové délky folikulů u jalovic nebyly pozorovány prokazatelné rozdíly ve velikostních parametrech (délka, šířka, plocha) folikulů mezi sledovanými skupinami.
- Kromě výšky tyreocytů v kategorii malých folikulů u skupiny býků, nebyly ve výšce folikulárních buněk mezi kategoriemi zjištěny zřetelné rozdíly.
- Koncentrace jódu ve vzorcích štítných žláz krav, býků a telat dosahovaly obdobné úrovně, která je v literatuře popisovaná

v experimentech na býcích, kterým byla podávána krmná dávka s koncentrací 10 mg•kg⁻¹ sušiny KD.

- Zjištěné výsledky naznačují snížení aktivity štítné žlázy jatečně poráženého skotu, která má pravděpodobnou souvislost s v literatuře popsáním vysokým příjmem jódu v tuzemských chovech.

Z uvedených výsledků této práce vyplývá nutnost kontinuálního sledování stavu štítné žlázy a koncentrace jódu v tělních tekutinách. Nutná je optimalizace jódové výživy u hospodářských zvířat jako hlavního faktoru ovlivňující funkční stav štítné žlázy. Za maximální dávku považujeme 3mg jódu na kg sušiny krmné dávky.

6 Abstract

During the years 2008-2011 three long-term experiments on Šumava breed ewes, lambs and barren gimmers were performed. The animals were fed with experimental feed mixtures containing different contents of iodine (0.7 - 10 mg iodine per kg dry matter). In addition bovine thyroid glands were taken at the slaughter house for morphometric and immunohistochemic examinations and determination of iodine concentration. In groups of lambs with the higher iodine intake (1.4 mg iodine per kg dry matter) a reduction of thyroid weight and increase of long and medium follicles and lower height of thyreocytes were determined. Ewes with an iodine intake of 5 mg iodine showed higher thyroid weight, higher size parameters of follicles (length, width and area) and lower height of thyreocytes. No differences between lambs with iodine intake 3 and 5 mg were found. Between gimmers receiving 10 mg of iodine and gimmers with intake of the same iodine dosage and strumigenes no differences were found. In the cows, bulls and heifers the height of thyreocytes was decreased while in calves the thyreocytes were higher. The concentration of iodine in the thyroid in cows, bulls and calves was similar as in experiments with high iodine intake (10 mg per kg dry matter) on bulls described in literature. Our results indicate a lower activity of the thyroid gland in all groups, which correlates with the high iodine concentration of the mineral mixtures.

Key words: histometry, follicles size, epithelium high, PCNA, strumigenes

7 Seznam vlastních publikovaných prací

Publikace s IF

1. **Peksa Z.**, Trávníček J., Jelínek F., Konečný R., Dušová H., Hasoňová L., Pálka V., (2013): Histometric and biochemical properties of the thyroid gland in sheep with high iodine supplementation. *Acta Veterinaria Brno*, 82(4): 405-409.
2. Dušová H., Trávníček J., Svoboda M., Baňoch T., Kroupová V., **Peksa Z.**, Konečný R. (2012): The Impact of high Iodine Intake on Thyroid Function in Ewes and Lambs. *Neuroendocrinology Letters*, 33(5): 517-524.
3. Dušová H., Trávníček J., Kroupová V., Staňková M., **Peksa Z.** (2012): The Effect of high Iodine Intake on selected Parameters of Immunity in Sheep. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 56(4):659-662.

Recenzované publikace

4. **Peksa Z.**, Trávníček J., Jelínek F., Konečný R., Dušová H., Volfová K., Vrbová A., Zábanský L., Falta D., Pálka V.(2013): The effect of iodine and strumigens long-term foodborne intake on histometrical parameters of thyroid gland in gimmers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 61(5): 1365-1369.
5. **Peksa Z.**, Trávníček J., Dušová H., Konečný R., Hasoňová L. (2011): Morphological and histometric Parameters of the Thyroid Gland in slaughter Cattle. *Journal of Agrobiology*, 28(1): 79–84.
6. Písek L., Trávníček J., **Peksa Z.**, Dušová H., Konečný R., Šoch M. (2012): The Influence of high Selenium Intake of Ewes on Leukocytes in newborn Lambs. *Journal of Agrobiology*, 29(1):33-39.
7. Dušová H., Trávníček J., **Peksa Z.**, Falta D., Pálka V. (2012): Trace Element Content in Market Eggs in Bohemia. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 60(6): 75-80.

8. Konečný R., Trávníček J., Hasoňová L., Plicka J., Kroupová V., Staňková M., **Peksa Z.** (2011): Antibody Production in Sheep Fed a Diet containing brown Seaweed. *Journal of Agrobiolgy*, 28(1): 61-65.

8 Seznam literatury

Bednář, J., Röhlíng, S., Vohnout, S. (1964): Příspěvek ke stanovení proteinového jódu v krevním séru. *Československá farmacie*, 13, 230-239.

Burgi, H. (2010): Iodine excess. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 24(1): 107-115.

Capen, C. C. (2006): Thyroid gland. In: Maxie, M. G. (Ed): *Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. Fifth edition. Elsevier, Philadelphia, 279-406.

Dal Maso, L., Bosetti, C., La Vecchia, C., Franceschi, S. (2009): Risk factors for thyroid cancer: an epidemiological review focused on nutritional factors. *Cancer Caused Control*, 20, 75-86.

Guan, H., Li, C., Li, Y., Fan, C., Teng, Y., Shan, Z., Teng, W. (2005): High iodine intake is a risk factor of post-partum thyroiditis: Result of a survey from Shenyang, China. *Journal of Endocrinological Investigation*, 28(10): 876-881.

Guan, H., Ji, M., Bao, R., Yu, H., Wang, W., Hou, P., Zhang, Y., Shan, Z., Teng, W., Xing, M. (2009): Association of High Iodine Intake with the T1799A *BRAF* Mutation in Papillary Thyroid Cancer. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 94(5): 1612-1617.

Hejtmankova, A., Kuklík, L., Trnková, E., Dragounová, H. (2006): Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech Journal of Animal Science*, 51(5): 189-195.

Herzig, I., Trávníček, J., Kursá, J., Kroupová, V. (2005): The content of iodine in pork. *Veterinarni Medicina*, 50(12): 521-525.

Jelínek, F., Krabačová, I., Kroupová, V. (2003): Assessment of functional activity of the bovine thyroid gland using morphometry and two markers of cellular proliferation. *Acta Veterinaria Brno*, 72(1): 11-16.

Knobel, M., Medeiros-Neto, G. (2007): Relevance of iodine intake as a reputed predisposing factor for thyroid cancer. *Arquivos Brasileiros De Endocrinologia E Metabologia*, 51(5): 701-712.

Kóňová, M., Békeová, E., Levkut, M. (1999a): The effect of chlortetracycline hydrochloride on some morphometric parameters of the thyroid gland in lambs. *Veterinarni Medicina*, 44(7): 193-197.

Kóňová, M., Békeová, E., Levkut, M. (1999b): The effects of chlorine intake on some morphometric parameters of the thyroid gland in lambs. *Acta Veterinaria Brno*, 68(3): 191-195.

Krabačová, I. (2002): Morfologické a funkční změny štítné žlázy při různé saturaci hospodářských zvířat jódem. Disertační práce, ZF JU v Českých Budějovicích, 120 s.

Kroupová, V., Kursa, J., Matoušková, E., Šachová, E. (2000): Nezbytnost suplementace jódu ve výživě krav v horské oblasti Šumavy. *Silva Gabreta*, 5(1): 179-186.

Kroupová, V., Trávníček, J., Staňková, M., Richterová, J., Dušová, H. (2013): Vývoj obsahu jódu v mléce v prvovýrobě. Zásobení jódem jako prevalence tyreopatií a zdroje dietární expozice, X. konference u příležitosti dne jódu, 15.5.2013, České Budějovice, the Czech Republic, 32-34.

Kursa, J., Herzig, I., Trávníček, J., Kroupová, V. (2004): The effect of high iodine supply in the Czech Republic on the iodine content in milk. 22. Workshop, Mergen- und Spurelemente, Fr. Schiller University Jena, Jena, Germany, 4.6.2004, 1080-1086.

Kursa, J., Kroupová, V., Kratochvíl, P., Trávníček, J., Jezdinský, P. (1996): K diagnostice strumy skotu. *Veterinářství*, 34(3): 90-96.

La Perle, K. M. D., Capen, C. C. (2007): Endocrine system. In: McGavin, M. D., Zachary, J. F. (Ed): *Pathologic Basic of Veterinary Disease*, 4. vyd. Elsevier, St. Louis, 693-741.

Ma, T., Yu, Z. H., Lu, T. Z. (1982): High-iodine endemic goiter. Chinese Medical Journal, 95(1): 692-696.

Many, M. C., Denef, J. F., Hanusi, S., Hamount, S. (1986): Increased follicular heterogeneity in experimental colloid goiter produced by refeeding iodine excess after thyroid hyperplasia. Endocrinology, 118, 637-644.

Řehůrková, I., Ruprich, J. (2013): Dietární expozice jódu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. Zásobení jódem jako prevalence tyreopatií a zdroje dietární expozice, X. konference u příležitosti dne jódu, 15.5.2013, České Budějovice, the Czech Republic, 13-15.

Teng, W. P., Shan, Z. Y., Teng, X. C., Guan, H. X., Li, Y. H., Teng, D., Jin, Y., Yu, X. H., Fan, C. L., Chong, W., Yang, F., Dai, H., Yu, Y., Li, J., Chen, Y. Y., Zhao, D., Shi, X. G., Hu, F. N., Mao, J. Y., Gu, X. L., Yang, R., Tong, Y. J., Wang, W. B., Gao, T. S., Li, C. Y. (2006): Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. New England Journal of Medicine, 354(26): 2783-2793.

Trávníček, J., Kroupová, V., Kratochvíl, P., Krabačová, I. (1999): The effect of superfluous iodine intake and strumigenic factors on histometric parameters of thyroid gland in layers. Veterinarni Medicina, 44(6): 177-182.

Trávníček, J., Herzig, I., Kursá, J., Kroupová, V., Navrátilová, M. (2006): Iodine content in raw milk. Veterinarni Medicina, 51(9): 448-453.

Wolman, S. H., Herveg, J. P., Tachiwaki, O. (1990): Histologic changes in tissue component of hyperplastic thyroid gland during its involution in the rat. American Journal of Anatomy, 189(1): 35-44.

Zamrazil, V., Čeřovská, J., Bílek, R., Dvořáková, M., Hoskovcová, P., Šterzl, I., Vavrejšnová, V. (2007): Výsledky sledování zásobní jódem ve vybraných lokalitách. Jódový deficit a jeho prevence v České republice, 3.3. 2007, České Budějovice, the Czech Republic, 14-20.