

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské biotechnologie

Katedra: Zootechnických věd

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Sledování aktivity štítné žlázy u koz

(Monitoring of thyroid activity in goats)

Autor diplomové práce: Bc. Markéta Bendová

Vedoucí diplomové práce: MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

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

České Budějovice

2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Markéta BENDOVÁ**
Osobní číslo: **Z13739**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělské biotechnologie**
Název tématu: **Sledování aktivity štítné žlázy u koz**
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 :

Štítná žláza svými hormony zásadním způsobem ovlivňuje fyziologické procesy v organismu. Činnost štítné žlázy je závislá zejména na příjmu jodu, strumigenních látkách, věku a užitkovosti zvířete. Relativně značné množství jodu je vylučováno mlékem, což lze využít k posouzení zásobení organismu zvířat jodem. U malých přežvýkavců je informací o koncentraci jodu v mléce relativně málo a je tedy vhodné je neustále doplňovat.


Cílem práce je vypracovat literární přehled zaměřený na aktivitu štítné žlázy a vlivy působící na funkci štítné žlázy a posoudit aktivitu štítné žlázy u koz ve vybraných chovech v závislosti na množství vylučovaného jodu v mléce.

Ve vybraných chovech dojených koz budete v pravidelných intervalech odebírat mléko, event. moč za účelem monitoringu koncentrací vylučovaného jodu v příslušném časovém období. Získaná data vyhodnotíte ve vztahu k dostupným zootechnickým údajům (pořadí laktace, fáze laktace, výživa apod.), event. dalším údajům (roční období) a statisticky je zpracujete.

Rozsah grafických prací: 5 - 10 tabulek, grafů a fotografií
Rozsah pracovní zprávy: 45 - 55 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Flachowsky, G., Franke, K., Meyer, U., Leiterer, M., Schöne, F. Influencing factors on iodine content of cow milk. *European Journal of Nutrition*. 2013. DOI: 10.1007/s00394-013-0597-4.
Reece, W. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Praha: GRADA Publishing, 2011. 480 s. ISBN: 9788024732824
Rodríguez, E.M.R., Alaejos, M.S., Romero, C.D. Mineral content in goat's milks. *Journal of Food Quality*, 2002, 25: 343-358.
Rozenská, L., Hejtmánková, A., Koliňová, D., Miholová, D. Effects of lactation stage, breed, and lineage on selenium and iodine contents in goat milk. *Czech Journal of Food Science*, 2013, 31, 4, 318-322.
Trávníček, J., Herzig, I., Kursá, J., Kroupová, V., Navrátilová, M. Iodine content in raw milk. *Veterinary medicine*, 2006, 9, 51, 448-453.
Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Agroweb, Scopus atd?

Vedoucí diplomové práce: MVDr. Lucie HASOŇOVÁ, Ph.D.
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů
Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů
Datum zadání diplomové práce: 17. března 2014
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2015


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 05 České Budějovice

L.S.


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě 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 prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských prací a systémem odhalování plagiátorů.

.....
Datum

.....
Bc. Markéta Bendová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce MVDr. Lucii Hasoňové, Ph.D. za odborné vedení v průběhu zpracování mé diplomové práce, dále také konzultantovi diplomové práce panu profesoru Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. Za cenné rady a věcné připomínky. Dále bych ráda poděkovala pracovníkům laboratoře katedry Zootechnických věd za pomoc při stanovení vzorků.

Velké poděkování patří všem majitelům farem, kteří mi umožnili odběry vzorků od jejich zvířat a za poskytnutí podkladů pro vypracování diplomové práce. V neposlední řadě patří mé díky mamce a přátelům za podporu.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou aktivity štítné žlázy u koz z hlediska vylučování nadbytečného jodu v mléce a moči. Obsah jodu v mléce jako potencionální zdroj jodu pro člověka je stále velmi důležitým tématem. V průběhu laktační periody bylo v pěti sledovaných chovech provedeno celkem pět odběrů mléka. Celkem bylo odebráno od 32 zvířat 144 individuálních směsných vzorků mléka. Dále byly ve třech sledovaných chovech provedeny celkem tři odběry moči. Celkem bylo odebráno od 12 zvířat 29 individuálních vzorků moči. Byl stanoven celkový vylučovaný jod v mléce a moči. Průměrný obsah jodu v mléce v jednotlivých chovech byl od 41,72 do 143,54 $\mu\text{g l.l}^{-1}$. Průměrný obsah jodu v moči v jednotlivých chovech byl od 104,1 do 165,3 $\mu\text{g l.l}^{-1}$. Lze usuzovat, že vliv na obsah jodu v mléce má technologie ustájení a následně krmná dávka s minerálními doplňky. Nebyl prokázán vliv fáze laktace, věku ani plemena na obsah jodu v mléce. Lze usuzovat na závislost obsahu jodu v mléce a obsahu jodu v moči.

Klíčová slova: koza; jod; mléko; moč; krmná dávka

Abstract

This thesis deals with the activity of a thyroid gland of a goat in terms of an excessive iodine excretion in urine and milk. The milk iodine content as a potential source of iodine for humans is still a significant affair. Five milk collections were done in five observed farms during a lactation period. It was collected 144 individual mixed milk samples from 32 animals in total. Urine collections were made five times in the five observed farms – 29 individual urine samples in total from 12 animals. The total iodine excretion in milk and urine was set. The average iodine content in milk of individual farms ranged from 41.72 to 143.54 $\mu\text{g I.l}^{-1}$ and the average iodine content in urine of individual farms ranged from 104,1 to 165,3 $\mu\text{g I.l}^{-1}$. It appears from that that type of stabling and also ration with mineral supplements have an impact on the iodine content. No impact on the iodine content was registered from lactation stage, age or specific breed. There's possible dependency on iodine content in milk and iodine content in urine.

Keywords: goat; iodine; milk; urine; ration

Seznam použitých zkratek

I	jod
ČR	Česká republika
KD	krmná dávka
KU	kontrola užítkovosti
TBG	tyroxin-binding globulin (tyroxin-vázající bílkovina)
TSH	tyreotropin
T ₃	3, 5, 3' trijodtyrozin
T ₄	3, 5, 3', 5' tetrajodtyrozin (tyroxin)
UNICEF	Mezinárodní dětský fond neodkladné pomoci (United Nations Children's Fund)
WHO	Světová zdravotnická organizace

Obsah

Abstrakt

Seznam použitých zkratk

1. ÚVOD	11
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
2.1 Štítná žláza.....	12
2.1.1 Stavba štítné žlázy	12
2.1.2 Hormony štítné žlázy	13
2.2 Jod a jeho význam.....	15
2.2.1 Celosvětový vývoj zásobení jodem.....	15
2.2.2 Výskyt a zdroje jodu	16
2.3 Potřeba jodu ve zvířecím organismu.....	17
2.4 Vstřebávání a vylučování jodu	18
2.4.1 Vylučování jodu mlékem	20
2.4.2 Vylučování jodu močí	21
2.5 Nedostatek jodu	21
2.6 Nadbytek jodu.....	22
2.7 Potřeba jodu v lidském organismu.....	23
3. MATERIÁL A METODIKA	25
3.1 Cíl práce	25
3.2 Charakteristika vybraných chovů a sledovaných koz	25
3.3 Složení a obsah jodu v krmné dávce	29
3.4 Odběr vzorků mléka	32
3.5 Odběr vzorků moči.....	35
3.6 Stanovení jodu v mléce	37
3.7 Stanovení jodu v moči.....	38
3.8 Statistické vyhodnocení dat	38

4. VÝSLEDKY A DISKUZE.....	39
4.1 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce ve sledovaných chovech.....	39
4.2 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu A	40
4.3 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu B	42
4.4 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu C	43
4.5 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu D	45
4.6 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu E.....	47
4.7 Vyhodnocení úrovně zásobení štítné žlázy jodem podle množství vylučovaného mlékem.....	48
4.9 Vyhodnocení obsahu jodu v moči v chovu C.....	50
4.10 Vyhodnocení obsahu jodu v moči v chovu D.....	51
4.11 Vyhodnocení obsahu jodu v moči v chovu E	51
5. ZÁVĚR.....	54
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55
7. PŘÍLOHY.....	62

1. ÚVOD

Štítná žláza, jakožto orgán patřící do soustavy žláz s vnitřní sekrecí, je zodpovědná za mnoho významných funkcí jak v těle zvířat, tak i v těle lidí.

Pro syntézu hormonů štítné žlázy (trijodtyrozinu a tyroxinu) je zapotřebí dostatečný příjem jodu. Jod se v našem okolí v alespoň minimální koncentraci nachází téměř všude. Problém nastává až při jeho nedostatečném či naopak nadbytečném příjmu.

Z důvodu neustálého vyplavování jodu z půdy dochází k jeho snižování v přirozených krmivech a bez vyvážené minerální výživy je problém zajistit jeho dostatečný příjem pro zvířata v krmivu. Jelikož velmi dobře přechází do mléka a moči může množství vylučovaného jodu sloužit jako jeden z možných ukazatelů pro stav zásobení organismu jodem.

Jedním z hlavních zdrojů jodu pro člověka je mléko a výrobky z něj. Vzhledem k různým příjmům jodu z krmiva mívá následně i mléko různý obsah jodu. U dojných krav bývají krmné dávky vyrovnané, i co se týká minerální výživy. Problém s nedostatečnou minerální výživou je spíše u malých přežvýkavců a následně tím vzniká různorodý obsah jodu v mléce. I když je mléko malých přežvýkavců spíše okrajovou záležitostí ve výživě lidí je nutné obsahu jodu věnovat stejnou pozornost jako kravskému mléku. Při nedostatečném, případně nadbytečném příjmu jodu je člověk vystaven možným zdravotním rizikům.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Štítná žláza

Štítná žláza (*glandula thyroidea*) je orgánem endokrinní soustavy folikulárního typu. Žlázy s vnitřní sekrecí jsou uloženy na určitých částech těla a produkují specificky působící sekrety – hormony (Marvan a kol., 1998). Štítná žláza je přítomna u všech obratlovců, ale její uspořádání se značně liší dle jednotlivých druhů (Komárek a kol., 1971).

2.1.1 Stavba štítné žlázy

U většiny savců je štítná žláza uložena na průdušnici kaudálně za hrtanem. U přežvýkavců je složena ze dvou laterálně umístěných a zploštělých laloků spojených můstkem (*isthmus*) (Reece, 1998). Laloky jsou u koz dlouhé 3 – 5 cm, široké 1 – 5 cm a silné asi 0,5 – 0,8 cm (Najbrt a kol., 1980). Jelínek a kol. (2003) dodává, že velikost štítné žlázy je ovlivněna mnoha faktory, jako jsou fyziologické procesy v organismu, úroveň výživy, obsah jodu v krmivu a pitné vodě, teplotní podmínky, roční období, pohlaví, věk aj.

Štítná žláza je složena z četných folikulů, které jsou vystlány jednoduchými epitelovými buňkami (Reece, 1998). Tvar epitelových buněk je proměnlivý, v klidovém stádiu jsou ploché, při stimulaci pro produkci hormonů se jejich velikost mění (Límanová a kol., 1995). Folikuly jsou bohatě obetkány krevními vlásečnicemi, retikulárními vlákny, sítí mizních vlásečnic a nervovými vlákny se zakončením na arteriolách, vlásečnicích a v blízkosti epitelových buněk (Marvan a kol., 1998).

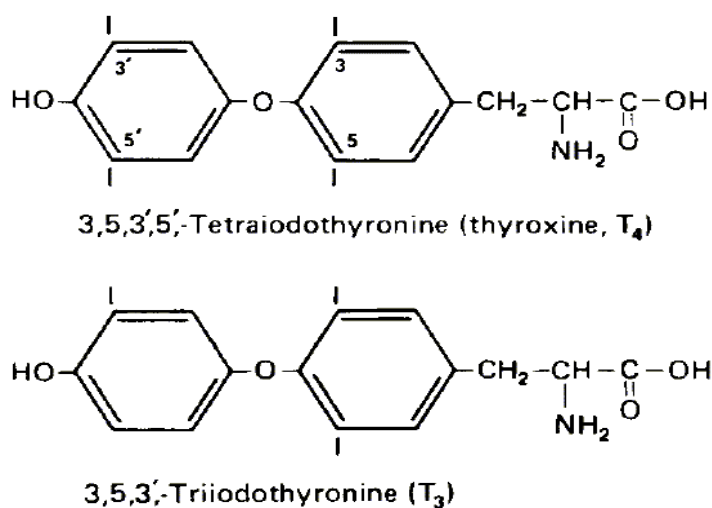
Folikuly jsou naplněny tekutinou zvanou koloid (Reece, 1998), která je viskózní a homogenní. Konzistence koloidu silně závisí na aktivitě štítné žlázy, přičemž při vyšší aktivitě má velmi hustou konzistenci (Sládek, 2000). Hlavní složku koloidu tvoří bílkovina tyreoglobulin, jehož aminokyseliny jsou prekurzory hormonů štítné žlázy (Marvan a kol., 1998).

2.1.2 Hormony štítné žlázy

Hlavní funkcí štítné žlázy je produkce hormonů 3, 5, 3'trijodtyrozin (T_3) a 3, 5, 3',5'tetraiodtyrozin (tyroxin [T_4]) a současně jejich deponace v tomto orgánu (Murray a kol., 1998). Další hormon, který štítná žláza produkuje je kalcitonin (tyreokalcitonin)(Marvan a kol., 1998).

Hormony T_3 a T_4 patří do skupiny aminových hormonů – jsou odvozeny od aminokyseliny tyrozinu. Dalším rysem hormonů štítné žlázy je jejich potřeba jodu (I), který je z 90 % vázán organicky. Zbývající 10% podíl se vyskytuje v anorganické formě, nejčastěji jako jodidy (Jelínek a kol., 2003).

Jod se v koloidu váže na tyrozin, který je součástí molekuly tyreoglobulinu za vzniku monoiodtyrozinu a diiodtyrozinu (Trávníček a kol., 2011). Tyreoidní hormony (T_3 a T_4) jsou buď kombinace dvou molekul diiodtyrozinu v případě T_4 , nebo jedné molekuly monoiodtyrozinu s jednou molekulou diiodtyrozinu v případě T_3 (Obrázek 1)(Reece, 1998). Blahoš a Bleha (1988) dodávají, že pro vznik T_3 a T_4 je nutná dostatečná koncentrace jodu v epitelu štítné žlázy.



Obrázek 1 Chemická struktura hormonů štítné žlázy T_3 a T_4

Zdroj: <http://xetngnhiemdakhoa.com/diendan/printthread.php?tid=243>

T_3 a T_4 se bezprostředně po vzniku navážou na přepravní bílkovinu tzv. thyroxin-binding globulin (thyroxin-vázající bílkovina [TBG]) a jsou transportovány krví. Na TBG se vážou oba hormony, avšak afinita je větší pro T_4 než pro T_3 . Avšak tkáňovým buňkám se uvolňuje více T_3 , který je účinnější a projevuje se již po několika hodinách. Účinky T_4 se projevují teprve po několika dnech od sekrece. Díky tomu mohou být efektivně pokryty krátkodobé i dlouhodobé požadavky buněk (Reece, 1998).

K zajištění sekrece ustáleného množství tyreoidních hormonů existuje mechanismus zpětné vazby přes hypotalamus a adenohypofýzu. Snížená hladina tyreoidních hormonů má za následek sekreci tyreoliberinu v hypotalamu. Límanová a kol. (1995) dodává, že syntézu a uvolňování tyreoliberinu mohou ovlivňovat i některé léky. Tyreotropní buňky adenohypofýzy jsou stimulovány tyreoliberinem k sekreci tyreotropinu (TSH). Ta je doprovázena zvýšenou aktivitou štítné žlázy včetně zvýšeného uvolňování T_3 a T_4 . Tímto mechanismem zpětné vazby je zajišťována stálá hladina odpovídající aktuálním potřebám metabolismu (Reece, 1998).

Tyreoidní hormony hrají důležitou roli v metabolismu většiny buněk organismu a v procesu raného růstu a vývoje většiny orgánů, zejména mozku (Delagne, 2002). Kotrbová a Kastnerová (2007) dále uvádí, že tyreoidní hormony zvyšují obecně spotřebu kyslíku a energetickou přeměnu, a tím produkci tepla. Zásadním způsobem ovlivňují činnost srdce i účinky jiných hormonů například inzulinu a adrenalinu.

Tyreoidní hormony mají také vliv na DNA především tím, že zvyšují transkripci genetické informace (Musil, 1990).

Velmi významný je i další hormon produkovaný štítnou žlázou, kalcitonin. Jedná se o polypeptid složený z 32 aminokyselin (Reece, 1998). Jako hypokalcemický faktor reguluje spolu s parathormonem a vitaminem D metabolismus vápníku (Poršová-Dutoit, 1996).

2.2 Jod a jeho význam

Jod byl objeven v roce 1811 průmyslovým chemikem Bernardem Curtoisem. Curtois jej připravil extrakcí popela mořských chaluh kyselinou sírovou. Název jod navrhl v roce 1813 J. L. Gay-Lussac. Název pochází z řeckého *ioeidés* (fialový), což vyjadřuje jeho charakteristickou vlastnost – fialovou barvu (Greenwood a Earnshaw, 1993).

Jod je stopový prvek, který je esenciální jak pro zvířata, tak pro lidi (Flachowsky a kol., 2013). Zatímco v rostlinách nebyl fyziologický význam jodu potvrzen (Kroupová a kol., 2000; Pechová a kol., 2013), u živočichů je potřebný pro syntézu hormonů štítné žlázy (Flachowsky a kol., 2013). Tělo si jod nedokáže samo syntetizovat, a proto jsou živočichové odkázáni na příjem jodu z půdy a následně rostlin jako primárního zdroje (Paulíková a kol., 2002). Jod je obsažen ve všech buňkách, tkáních a tekutinách organismu ve značně rozdílných koncentracích (Jelínek a kol., 2003).

Pro správný metabolismus jodu a následně hormonů štítné žlázy je také důležité dostatečné množství selenu. Tento biogenní prvek je obsažen ve všech buňkách, tkáních i tekutinách živočichů. Ovlivňuje metabolismus mastných kyselin, spermií či kvalitu kolostra (Hefnawy a Tórtora-Peréz, 2010). V organismu se selen nachází v mnoha sloučeninách tzv. selenoproteinech, které mají enzymatickou aktivitu (Jelínek a kol., 2003). Enzymy dejodázy (1,5'-dejodáza, 2,5'-dejodáza a 3,5'-dejodáza) jsou odpovědné za regulaci potřebné koncentrace hormonů T_3 a T_4 a umožňují udržování katabolicko-anabolické rovnováhy, regulaci energetického a teplotního systému a ostatních funkcí těchto hormonů (Kvíčala, 2003).

2.2.1 Celosvětový vývoj zásobení jodem

Nedostatek jodu je celosvětovým zdravotním i společenským problémem. V současné době se odhaduje, že chorobnými následky nedostatku jodu trpí asi jedna miliarda obyvatel Země. Této problematice se v poslední době věnuje značná pozornost (Límanová a kol., 1995).

V roce 1992 byl jodový deficit hlášen v pěti evropských zemích, a to v Rakousku, Finsku, Norsku, Švédsku a Švýcarsku. Částečný deficit byl hlášen v zemích jako je Belgie, Česká republika (ČR), Slovensko, Francie, Maďarsko, Irsko, Portugalsko či Velká Británie (Delange, 2002). V minulosti se u nás vyskytovaly i nejtěžší projevy deficitu jodu, např. endemický kretenismus (Límanová a kol., 1995).

V roce 1990 se Česká republika přihlásila k Výzvě k odstranění nedostatku jodu do roku 2000 vyhlášené na Světovém summitu o dětech Mezinárodního dětského fondu neodkladné pomoci (United Nations Children's Fund [UNICEF]). Pro zlepšení situace vznikla v roce 1995 iniciativní Meziresortní komise pro řešení jódového deficitu při Státním zdravotnickém ústavu. Na zlepšení jódového deficitu se trvale podílejí odborníci z resortu zdravotnictví, zemědělství, představitelé státní správy i výrobci potravin (Ryšavá a Kříž, 2013).

Byla zavedena důležitá opatření s cílem snížit riziko nedostatku jodu v populaci, mezi nimi např:

- zvýšení limitu pro obsah jodu v kuchyňské soli,
- nestabilní jodid sodný používaný k jodování soli byl nahrazen stabilnějším jodičnanem draselným,
- do náhrad mateřského mléka a do speciálních výrobků pro těhotné matky se začal přidávat jod (Ryšavá a Kříž, 2013).

V roce 2004 bylo potvrzeno, že ČR odstranila dle kritérií Světové zdravotnické organizace (WHO) nedostatek jodu, resp. jodový deficit (Ryšavá a Kříž, 2013). Přesto je v některých oblastech, jako jsou Krkonoše, Orlické hory, Šumava, Českomoravská vysočina, Sedlčansko či Beskydy stále evidováno nedostatečné zásobení jodem (Hejtmánková a kol., 2006).

2.2.2 Výskyt a zdroje jodu

Jod, původně obsažený v zemském povrchu, byl působením klimatických vlivů vyplaven z povrchových vrstev do moří a oceánů. Současný cirkulující jod pochází z vod oceánů ve formě jodidů, které se účinkem slunečního záření oxidují

na elementární jod unikající do atmosféry a následně se vrací na zemský povrch prostřednictvím srážek (Fuge, 2007; Trávníček a kol., 2011).

Jod se do organismu dostává potravou. Jeho obsah ve vodě a v různých potravinách závisí na množství jodu v geologickém podloží a zejména na vzdálenosti od moře (Límanová a kol., 1995). Platí, že čím větší je vzdálenost daného území od moře, tím je menší obsah jodu (Kotrbová a Kastnerová, 2007). Z tohoto důvodu je na mnoha územích světa jod vzácnou složkou půdy (Murray a kol., 1998).

Vazba jodu v půdách závisí na pH, na zastoupení organických substancí a na zrnitosti. V hlubších vrstvách je jodu méně. Ochuzování půd o jod vyplavováním a erozí je v horských oblastech výraznější (Kroupová a kol., 2000), proto se oblasti Himalájí, Alp i And řadí mezi místa s deficitním obsahem jodu v půdě (Hurrell, 1997). V mořské vodě dosahuje koncentrace jodu $50 \mu\text{g.l}^{-1}$, naopak jeho obsah v pitných vodách kolísá v závislosti na geologickém podloží a vzdálenosti od moře od 1 do $15 \mu\text{g.l}^{-1}$ (Kroupová a kol., 2000). Také Flachowsky a kol. (2013) uvádí, že obsah jodu v pitné vodě může kolísat od 1 do $10 \mu\text{g.l}^{-1}$ dle dané vzdálenosti od moře.

V rostlinách je obsah jodu velmi proměnlivý a závisí na jeho množství v půdě, a tím spojenou nadmořskou výškou (Hurrell, 1997), a ve vodě. Nejnižší koncentraci vykazují rostliny na půdách s podložím žuly. Více jodu je v půdách intenzivně obdělávaných a bohatých na humus (Trávníček a kol., 2013).

Dále se na rozdílech obsahu jodu v rostlinách podílí výrazně jejich druhová příslušnost. V kilogramu sušiny obsahují trávy 200 – 400 μg a jeteloviny 300 – 400 μg jodu. Během vegetace se obsah jodu v rostlinách snižuje a při sušení a skladování dochází k jeho ztrátám (Kroupová a kol., 2000). Trávníček a kol. (2011) uvádí obsah jodu v objemových krmivech dokonce v rozmezí 100 – 900 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny.

2.3 Potřeba jodu ve zvířecím organismu

Homeostáza jodu je určována stavem nasycenosti organismu jodem, činností štítné žlázy, mírou resorpce a mírou exkrece jodu (Jelínek a kol., 2003).

Z celkového množství jodu obsaženého v těle zvířat je 80 % obsaženo ve štítné žláze a 10 až 15 % ve svalovině či ostatních orgánech (Hurrell, 1997).

Požadavky na příjem jodu u zvířat se liší dle druhu a kategorie zvířat či jejich produkce (Flachowsky a kol., 2013). Štítná žláza denně přijme asi 115 μg jodidu, z čehož asi 75 μg je využíváno k syntéze hormonů a jejich skladování v tyreoglobulinu, zbytek přijatého jodu se vrací zpět do extracelulární tekutiny. Zásobní jodid ve štítné žláze postačí k tvorbě tyreoidálních hormonů zhruba na 100 dní (Greenspan a Baxter, 2003).

Pro dojené krávy udává Meschy (2000) doporučenou denní dávku jodu 0,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny v krmné dávce a dle jeho výzkumu je pro kozy toto množství nedostačující. Rozmezí pro kozy uvádí mezi 0,4 – 0,6 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, kdy horní hranice je dána pro dojně kozy. Nudda a kol. (2009) ve svém výzkumu uvádí doporučenou denní koncentraci jodu v krmné dávce (KD) pro rostoucí zvířata a nelaktující kozy 0,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny a pro kozy v laktaci 0,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny v krmné dávce.

Dle Nařízení komise (ES) 1459/2005 ze dne 8. září 2005 je maximální povolené množství jodu v kompletním krmivu s vlhkostí 12 % pro dojnice 5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a pro ostatní druhy či kategorie zvířat 10 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Mezi povolené látky přidávající se do minerálních směsí a krmných doplňků patří hexahydrát jodičnanu vápenatého, bezvodý jodičnan vápenatý, jodid sodný a jodid draselný (Nařízení komise (ES) č. 1459/2005). Jodičnan vápenatý bezvodý je povolen pro používání do minerálních směsí v ekologickém zemědělství dle Přílohy VI Nařízení komise (ES) č. 889/2008.

2.4 Vstřebávání a vylučování jodu

Jod je téměř kompletně absorbován ve formě jodidu v trávicím traktu (Hurrell, 1997; Flachowsky a kol., 2013).

U přežvýkavců dochází k resorpci i v předžaludku, nejvíce však v tenkém střevě. Jod se dokáže vstřebávat i kůží a plicemi (Jelínek a kol., 2003).

Resorpci jodu snižuje nadbytek vápníku a draslíku v krmné dávce a rovněž i některé těžké kovy (např. chrom, olovo, kobalt)(Jelínek a kol., 2003). Vysoký příjem vápníku zvyšuje nároky na příjem jodu v organismu, zatímco vysoký obsah draslíku v krmné dávce zvyšuje ztráty jodu močí (Trávníček a kol., 2011). Příjem jodu je dále ovlivněn působením řady látek, tzv. strumigenů, ke kterým náležejí dusičnany, dusitany, glukosinoláty, kyanogenní glykosidy a izoflavony (Flachowsky a kol., 2013).

Glukosinoláty jsou glykosidy běžně se vyskytující v mnoha druzích rostlin čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) a některých dalších. Nejvýznamnější jsou především semena řepky a některých příbuzných olejnin. Šlechtěním odrůd řepky s nízkým obsahem glukosinolátů byly jejich škodlivé účinky sníženy. Při dlouhodobějším příjmu glukosinolátů je riziko vzniku hypertrofie štítné žlázy, kdy se její hmotnost zvýší dvakrát až pětkrát a následně klesá podíl jodu zachyceného štítnou žlázou (Kalač a Míka, 1997).

U přežvýkavců jsou glukosinoláty štěpeny v bachoru na thiokyanáty, isothiokyanáty a oxazolidin. Škodlivou látkou jsou právě thiokyanáty, které částečně přecházejí do mléka a mohou nepříznivě ovlivňovat jeho vůni a chuť (Kalač a Míka, 1997). Trávníček a kol. (2011) dodává, že thiokyanáty zvyšují vylučování jodu ledvinami na úkor mléčné žlázy. Naopak Hejtmánková a kol. (2006) ve svém výzkumu statisticky neprokázala snížení obsahu vylučovaného jodu v mléce při podání krmné dávky s přídavkem brukvovitých rostlin.

V řadě krmiv se vyskytují sloučeniny, z nichž se může uvolňovat toxický kyanovodík. Nejvýznamnějšími prekurzory jsou kyanogenní glykosidy. U těchto prekurzorů je pro uvolňování kyanovodíku zapotřebí dvou enzymů (β glukosidáza a α -hydroxynitriláza)(Vermorel a kol., 1987). Štěpení probíhá až v mechanicky poškozených pletivech rostlin, jelikož kyanogenní glykosidy a enzymy, které byly dosud uloženy odděleně, se dostanou do styku. Kyanogenní glykosidy jsou v rostlinách běžné. Mezi významnější rostliny ve výživě zvířat s vysokým obsahem kyanogenních glykosidů patří jetel plazivý, maniok, fazol měsíční či štírovník růžkatý (Kalač a Míka, 1997).

Exkrece jodu probíhá prostřednictvím ledvin, v menší míře pak slinami, žaludeční a střevní šťávou či potem. Relativně značné množství jodu je vylučováno

kolostrem, mlékem a močí (Jelínek a kol., 2003), a proto je jeho obsah v mléce a moči spolehlivým ukazatelem zásobení organismu jodem (Trávníček a Kursá, 2001). Dle Trávníčka a kol. (2010) exkrece jodu v mléce a moči koreluje s jeho obsahem v krevní plazmě.

2.4.1 Vylučování jodu mlékem

Za fyziologických podmínek přežvýkavci vylučují mlékem přibližně 8 % z přijatého množství jodu (Pechová a kol., 2013). Nudda a kol. (2009) uvádí dokonce až 11,3 %. Dle Hejtmánkové a kol. (2006) je 60 % jodu vázáno na organické sloučeniny nebílkovinné povahy, 30 % na proteiny, 5 % na tukové částice a 5 % je obsaženo v syrovátce. Obsah jodu ve složkách mléka též ovlivňuje postup izolace kaseinu. Sanchez a Szpunar (1999) zjistili, že až 89 % z celkového obsahu jodu je vázáno na syrovátku a 11 % na kasein.

Množství jodu v mléce je ovlivněno řadou faktorů, jako je jeho obsah v krmivu a minerálních doplňcích, zdravotní stav, věk a individuální rozdíly mezi zvířaty, roční období, zeměpisná lokace chovu, fáze laktace, technologie chovu (ustájení, získávání mléka) a mnoho dalších (Rodríguez a kol., 2001; Flachowsky a kol., 2013; Rozenská a kol., 2013).

Bylo prokázáno, že ošetření mléčné žlázy před a po dojení přípravky založenými na bázi jodu může významně zvýšit následný obsah jodu v mléce (Nudda a kol. 2009).

Trávníček a Kursá (2001) ve svém výzkumu uvádějí průměrný obsah jodu v kozím mléce $31,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ bez minerální suplementace a až $141,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ s minerálním doplňkem v krmné dávce. Paulíková a kol. (2008) zjistila podobný obsah jodu v kozím mléce ($142,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) při krmení krmné dávky s minerálním doplňkem. Nudda a kol. (2009) stanovil v Itálii při suplementaci jodidem draselným (0 až 0,9 mg) průměrný obsah jodu v kozím mléce v rozmezí od 60 do $130 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Hodnoty nižší než $62 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ mléka lze považovat u koz za deficitní (Nudda a kol., 2009, Rozenská a kol., 2013). Naopak obsah jodu v mléce vyšší

než $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ je považován za nežádoucí (Trávníček a kol., 2010; Rozenská a kol., 2013).

2.4.2 Vylučování jodu močí

Nelaktující zvíře může až téměř 90 % přebytku jodu vyloučit močí (Trávníček a kol., 2010). Pechová a kol. (2013) dodává, že v dostupné literatuře není dostatek informací o vylučování jodu močí u koz.

V porovnání s vylučováním jodu mlékem vykazuje vylučování jodu močí výrazně vyšší individuální variabilitu podmíněnou výraznými rozdíly v příjmu vody v závislosti na individuálním nádoji, spotřebě sušiny a termoregulaci. Z tohoto hlediska se u laktujících zvířat jeví kontrola příjmu jodu stanovením jeho obsahu v mléce vhodnější než stanovení jodu v močí (Trávníček a kol., 2011).

V dostupné literatuře nebyly nalezeny optimální hodnoty pro vylučování jodu močí u koz (Pechová a kol., 2013). U krav se považuje za optimální rozmezí $150 - 299 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$ (Trávníček a kol., 2011) a u ovcí rozmezí 100 až $150 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Trávníček a kol., 2010).

Pechová a kol. (2013) ve svém výzkumu uvádí obsah jodu v moči koz od 43 do $79 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v případě krmné dávky bez minerální suplementace. Pro posouzení stavu zásobení jodu byly použity hodnoty pro hodnocení vylučování moče u lidí a svědčí o mírném deficitu jodu u vyšetřovaných zvířat, který je klasifikován od 50 do $99 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$. (Límanová a kol., 1995). Optimální koncentrace jodu v moči u člověka se uvádí v rozmezí 100 - $199 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$ (Límanová a kol., 1995; Gnad 2003).

2.5 Nedostatek jodu

Nedostatek jodu vede ke snížené produkci tyroidních hormonů (Nudda a kol., 2009), a tím je následně ovlivňována řada životních procesů jako jsou růst, reprodukce, vývoj a funkce mozku (Franke a kol., 2009; Singh a Beigh, 2013). U přežvýkavců je při nedostatku jodu dále zjišťováno narušení

vývoje plodu, zvýšená embryonální mortalita, aborty, mrtvě narozené plody, snížená vitalita mláďat, prodloužení březosti, zvýšený výskyt zpomaleného růstu, narušení termoregulace či opožděný nástup dospělosti u mladých zvířat (Pechová a kol., 2013).

Nejčastější projev nedostatku jodu je struma (Límanová a kol., 1995), což je klinické označení pro nezánětlivé zvětšení štítné žlázy, která se postupně stává až viditelnou (Cheema a kol., 2010). Častěji se vyskytuje u mladých zvířat po narození. Zvířata jsou slabá a většinou umírají několik dní po porodu (Singh a Beigh, 2013).

Struma se však může vyskytovat i jako reakce na přítomnost nadměrného množství strumigenů v krmivu. Strumigeny lze dle mechanismu působení rozdělit do 4 skupin:

- strumigeny I. řádu znemožňují zachytávání jodu ve štítné žláze (např. dusičnany),
- strumigeny II. řádu, které jsou přítomny například v některé křížaté zelenině (růžičková kapusta, květák), nedovolí zabudovat atom jodu do tyrozinové molekuly bílkoviny tyreoglobulinu,
- strumigeny III. řádu blokují tvorbu tyroxinu a zabraňují uvolňování tyroxinu navázaného na krevní bílkoviny (např. sulfonamidy),
- strumigeny IV. řádu vytěsňují tyroxin a inhibují sekreci tyreotropního hormonu hypofýzy (např. analogy tyroninu s fluorem, bromem či chlorem, nahrazující jod)(Kotrbová a Kastnerová, 2007).

2.6 Nadbytek jodu

V České republice je spíše nedostatek jodu (Delange, 2002), přesto je možné při nesprávně vedené minerální výživě či při dlouhodobé léčbě pomocí přípravků na bázi jodu překročit doporučenou denní dávku jodu (Paulíková a kol., 2002). Nadbytečný příjem jodu je zvířaty poměrně dobře tolerován, jelikož se tento nadbytek snadno vylučuje močí. Enormně vysoký příjem jodu však může vyvolat poruchy zdravotního stavu, které souvisejí s navozením hyperfunkce štítné žlázy (tzv. hypothyreóza)(Jelínek a kol., 2003).

Vždy závisí nejen na množství přijatého jodu, ale i na době působení a individualitě jedince. U malých přežvýkavců intoxikace může způsobit deprese, hubnutí, kašel či změny v dýchacích cestách (Paulíková a kol., 2002).

2.7 Potřeba jodu v lidském organismu

V lidském těle je 70 – 80 % jodu obsaženo ve štítné žláze (Hurrell, 1997).

Nedostatek jodu v přirozeném prostředí se podařilo kompenzovat zejména obohacováním jedlé soli jodem, protože přirozené zdroje jodu (mořské ryby, dary moře a mořské řasy) nejsou v našem jídelníčku zastoupeny v takové míře, aby pokryly denní doporučenou dávku. V posledních letech se uplatňuje jako významný zdroj jodu také mléko a mléčné výrobky (Ryšavá a Kříž, 2010; Řehůřková a kol., 2013), méně pak i vejce (Kotrbová a Kastnerová, 2007). Vhodným veganským zdrojem jodu jsou mořské řasy (Kotrbová a Kastnerová, 2007).

Velký význam též mají různé doplňky stravy, které obsahují v různém množství jod. Konzum potravních doplňků by měl být uvažován vzhledem k současnému příjmu mléka jako zdroji jodu (Ryšavá a Kříž, 2010).

Obsah jodu v mléce a mléčných výrobcích je závislý na množství jodu v krmné dávce a použitých minerálních doplňcích (Kotrbová a Kastnerová, 2007).

Dospělí lidé a adolescenti potřebují pro zachování homeostáze množství jodu 150 µg na den, kojící ženy 250 µg na den a děti od narození do předškolního věku 90 µg na den (Nudda a kol., 2009). Delagne (2002) uvádí denní potřebu jodu pro školní děti od 6 do 12 let v množství 120 µg jodu na den.

K závažným zdravotním problémům při nedostatečném příjmu jodu v období těhotenství patří např. potraty či přenášení. U novorozenců je možný vznik strumy či mentální retardace. U dětí a adolescentů vznik strumy či hypotyreóza (snížená činnost štítné žlázy), poruchy mentálních funkcí, opožděný somatický i pohlavní vývoj. U dospělého jedince kromě výše uvedených příznaků je též problém při dlouhodobém neřešení nedostatečného přívodu jodu (Delagne, 2002; Zamrazil, 2013).

Horní hranice příjmu jodu se stanovuje obtížněji. Jako základní parametr se používá koncentrace jodu v ranní moči (tzv. jodurie), jelikož je 80-90 % přijatého jodu vylučováno močí. Štítná žláza je schopna zvládat vyšší příjem jodu do určité hranice, která je individuální. Dle WHO je nadměrný přívod jodu klasifikován od 300 µg, kdy je již vysoké riziko vzniku tyreotoxikózy (Zamrazil 2013).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo vypracovat literární přehled zaměřený na aktivitu štítné žlázy a vlivy působící na funkci štítné žlázy a v praktické části posoudit aktivitu štítné žlázy u koz ve vybraných chovech v závislosti na množství vylučovaného jodu v mléce.

3.2 Charakteristika vybraných chovů a sledovaných koz

Do diplomové práce bylo zahrnuto celkem pět chovů nacházejících se ve Středočeském kraji. Tři chovy (chov A, B a E) hospodaří v režimu ekologického zemědělství a dva chovy (chov C a D) hospodaří v konvenčním režimu. Čtyři chovy (A, B, C a D) se zabývají mléčnou produkcí a chov E se věnuje produkci masných kůzlat.

Odběry vzorků probíhaly během laktanční periody od května do září roku 2014.

Základní charakteristiky jednotlivých chovů a sledovaných zvířat jsou shrnuty v **tabulkách 1 – 5**.

Tabulka 1 Charakteristika chovu A

Poloha	15 km jihozápadně od města Sedlčany
Velikost	4 ha (pastviny – 2 ha, trvalý travní porost na seno a senáž – 2 ha)
Způsob hospodaření	Ekologické
Počet koz	10
Plemeno	3 kozy bílé krátkosrsté v KU 2 kozy hnědé krátkosrsté v KU 5 koz kříženky bílé krátkosrsté a hnědé krátkosrsté
Dojení	Pomocí dojícího zařízení v ranních hodinách, pro ošetření struků před a po dojení není používán přípravek na bázi jodu Průměrný nádoj za sledované období 1,5 kg mléka
Ustájení	Pastevní (režim 24/7), k dispozici přístřešek, čerstvá voda v kádích
Výživa	Travní porost a sláma (ozimá pšenice) <i>ad libitum</i> Šrot (50 % ozimý ječmen, 25 % ozimá pšenice, 25 % oves),
Minerální doplněk	Minerální liz značky RUMIHERB (obsah jodu 130 mg/kg)
Využití	Mléčná produkce (prodej mléka a mléčných výrobků ze dvora, farmářské trhy)

Tabulka 2 Charakteristika chovu B

Poloha	5 km severně od města Sedlčany
Velikost	7,5 ha (pastviny – 5 ha, trvalý travní porost na seno a senáž – 2,5 ha)
Způsob hospodaření	Ekologické
Počet koz	10
Plemeno	Kozy bílé krátkosrsté v KU
Dojení	Pomocí dojícího zařízení ve večerních hodinách, pro ošetření struků před a po dojení není používán přípravek na bázi jodu Průměrný nádoj za sledované období 1,7 kg mléka
Ustájení	Pastevní (režim 24/7), k dispozici přístřešek, čerstvá voda v kádích
Výživa	Travní porost a seno <i>ad libitum</i> Šrot (oves),
Minerální doplněk	Minerální liz značky TREWIT (obsah jodu 55 mg/kg)
Využití	Mléčná produkce (prodej mléka a mléčných výrobků ze dvora, farmářské trhy)

Tabulka 3 Charakteristika chovu C

Poloha	10 km severně od města Milevsko
Velikost	7 ha (pastviny – 1,5 ha, trvalý travní porost na seno a senáž – 5,5 ha)
Způsob hospodaření	Konvenční
Počet koz	4
Plemeno	Kozy kříženky bílé krátkosrsté a hnědé krátkosrsté
Dojení	Ruční v ranních hodinách, pro ošetření struků před a po dojení není používán přípravek na bázi jodu Průměrný nádoj za sledované období 0,6 kg mléka
Ustájení	Pastevní (režim 24/7), k dispozici přístřešek, čerstvá voda v kádích
Výživa	Travní porost a sláma (ozimá pšenice) <i>ad libitum</i> Jarní ječmen,
Minerální doplněk	Minerální liz značky BIOSAXON (obsah jodu 120 mg/kg)
Využití	Mléčná produkce (pro vlastní potřebu)

Tabulka 4 Charakteristika chovu D

Poloha	1 km jižně od města Kostelec nad Vltavou
Velikost	10 ha (trvalý travní porost na seno a senáž)
Způsob hospodaření	Konvenční
Počet koz	4
Plemeno	3 kozy burské 1 koza kříženka hnědé krátkosrsté a kozy burské
Dojení	Neprobíhá
Ustájení	Vnitřní volné (neomezený přístup ke kádím s vodou)
Výživa	Seno a sláma (ozimá pšenice) <i>ad libitum</i>
Minerální doplněk	Minerální liz značky BIOSAXON (obsah jodu 120 mg/kg)
Využití	Produkce masných kůzlat (pro vlastní potřebu)

Tabulka 5 Charakteristika chovu E

Poloha	6 km severně od města Sedlčany
Velikost	1,5 ha (pastviny – 0,5 ha, trvalý travní porost na seno a senáž – 1 ha)
Způsob hospodaření	Ekologické
Počet koz	4
Plemeno	Koza bílá krátkosrstá
Dojení	Pomocí dojícího zařízení v ranních i večerních hodinách, pro ošetření struků před a po dojení není používán přípravek na bázi jodu Průměrný nádoj za sledované období 1,2 kg mléka
Ustájení	Pastevní (režim 24/7), k dispozici přístřešek, čerstvá voda v kádích
Výživa	Travní porost a sláma (oves) <i>ad libitum</i> Ozimá pšenice
Minerální doplněk	Minerální liz značky BIOSAXON (obsah jodu 120 mg/kg)
Využití	Mléčná produkce (pro vlastní potřebu)

3.3 Složení a obsah jodu v krmné dávce

Krmná dávka byla po celou dobu odběrů v měsících květen až září stabilní dle individuálních podmínek dané farmy. V chovech A, B, C a E byla krmné dávka založena na pastvě (*ad libitum*). V chovu D tvořilo hlavní složku krmné dávky seno (*ad libitum*).

V jednotlivých chovech byla dle stanovené krmné dávky vypočítána celková sušina v krmivu a následně vypočítán průměrný obsah přijímaného jodu z krmiva na jeden krmný den a kozu (**Tabulka 6 – 10**).

Množství minerálního lizu v KD bylo zprůměrováno dle údajů od jednotlivých výrobců uváděných na jejich internetových stránkách.

Tabulka 6 Obsah přijímaného jodu v krmné dávce v chovu A

Krmivo	Množství krmiva/den/zvíře (kg)	Sušina krmiva (kg)	Obsah jodu v 1 kg sušiny (mg)	Celkový obsah jodu v sušině krmiva (mg)
Pastevní porost velmi dobrý	6,0	1,31	0,25	0,33
Sláma (ozimá pšenice)	0,5	0,43	0,42	0,18
Ozimý ječmen	0,2	0,17	0,05	0,01
Ozimá pšenice	0,1	0,09	0,06	0,01
Oves	0,1	0,09	0,11	0,01
Liz RUMIHERB	0,02	0,02	130	2,60
CELKEM	6,92	2,11	-	3,14

V chovu A je při celkové spotřebě 2,11 kg sušiny na kozu průměrně přijato 3,14 mg jodu na den. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD je 1,49 mg.

Tabulka 7 Obsah jodu v jednotlivých složkách krmné dávky v chovu B

Krmivo	Množství krmiva/den/zvíře (kg)	Sušina krmiva (kg)	Obsah jodu v 1 kg sušiny (mg)	Celkový obsah jodu v sušině krmiva (mg)
Pastevní porost dobrý	6,5	1,59	0,25	0,4
Jetelotravní seno průměrné	0,5	0,42	0,1	0,04
Oves (šrot)	0,3	0,26	0,11	0,03
Liz TREVIT	0,02	0,02	55	1,1
CELKEM	7,32	2,29	-	1,57

V chovu B je při celkové spotřebě 2,29 kg sušiny krmiva na kozu průměrně přijato 1,57 mg jodu na den. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD odpovídá 0,69 mg.

Tabulka 8 Obsah jodu v jednotlivých složkách krmné dávky v chovu C

Krmivo	Množství krmiva/den/zvíř e (kg)	Sušina krmiva (kg)	Obsah jodu v 1 kg sušiny (mg)	Celkový obsah jodu v sušině krmiva (mg)
Pastevní porost dobrý	6	1,47	0,25	0,37
Sláma (ozimá pšenice)	0,5	0,43	0,42	0,18
Jarní ječmen	0,4	0,35	0,05	0,02
Liz BIOSAXON	0,02	0,02	120	2,4
CELKEM	6,92	2,27	-	2,97

V chovu C je při celkové spotřebě 2,27 kg sušiny krmiva na kozu průměrně přijato 2,97 mg jodu na den. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD odpovídá 1,31 mg.

Tabulka 9 Obsah jodu v jednotlivých složkách krmné dávky v chovu D

Krmivo	Množství krmiva/den/zvíře (kg)	Sušina krmiva (kg)	Obsah jodu v 1 kg sušiny (mg)	Celkový obsah jodu v sušině krmiva (mg)
Jetelotrávní seno velmi dobré	3	2,55	0,13	0,33
Sláma (pšenice jarní)	0,5	0,43	0,53	0,23
Liz BIOSAXON	0,02	0,02	120	2,4
CELKEM	3,52	3	-	2,96

V chovu D je při celkové spotřebě 3 kg sušiny krmiva na kozu průměrně přijato 2,96 mg jodu na den. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD odpovídá 0,99 mg.

Tabulka 10 Obsah jodu v jednotlivých složkách krmné dávky v chovu E

Krmivo	Množství krmiva/den/zvíře (kg)	Sušina krmiva (kg)	Obsah jodu v 1 kg sušiny (mg)	Celkový obsah jodu v sušině krmiva (mg)
Pastevní porost dobrý	6,5	1,59	0,25	0,4
Sláma (oves)	0,5	0,43	0,48	0,21
Ozimá pšenice	0,5	0,44	0,06	0,03
Liz BIOSAXON	0,02	0,02	120	2,4
CELKEM	7,52	2,48	-	3,04

V chovu E je při celkové spotřebě 2,48 kg sušiny krmiva na kozu průměrně přijato 3,04 mg jodu na den. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD odpovídá 0,99 mg.

3.4 Odběr vzorků mléka

Ve sledovaných chovech bylo v průběhu laktace roku 2014 uskutečněno celkem pět odběrů mléka (dále uváděno jako 1. – 5. odběr). Vzorky mléka byly odebírány v rozmezí od května do září přibližně v měsíčních intervalech vždy v průběhu dojení. Na farmě C byly uskutečněny pouze čtyři odběry mléka z důvodu dřívějšího zaprahování koz. Na farmě D, kde jsou kozy chovány pro produkci masných kůzlat, byly vzorky mléka odebírány v ranních hodinách a pouze ve třech odběrech od května do července.

Vzorek mléka od jednotlivých zvířat byl odebrán jako individuální směsný vzorek (tj. z obou mléčných žláz).

Celkem bylo odebráno 140 individuálních směsných vzorků mléka od 32 zvířat. (**Tabulka 11**).

CHOV A:

Pořadí odběrů vzorků mléka (datum): **1.** (29. 5.), **2.** (27. 6.), **3.** (23. 7.), **4.** (26. 8.),
5. (27. 9.)

Celkem: 50 individuálních směsných vzorků

CHOV B:

Pořadí odběrů vzorků mléka (datum): **1.** (27. 5.), **2.** (25. 6.), **3.** (22. 7.), **4.** (27. 8.),
5. (16. 9.)

Celkem: 50 individuálních směsných vzorků

CHOV C:

Pořadí odběrů vzorků mléka (datum): **1.** (27. 5.), **2.** (24. 6.), **3.** (31. 7.), **4.** (27. 8.)

Celkem: 14 individuálních směsných vzorků

CHOV D:

Pořadí odběrů vzorků mléka (datum): **1.** (27. 5.), **2.** (24. 6.), **3.** (31. 7.)

Celkem: 12 individuálních směsných vzorků

CHOV E:

Pořadí odběrů vzorků mléka (datum): **1.** (28. 5.), **2.** (28. 6.), **3.** (29. 7.), **4.** (27. 8.),
5. (24. 9.)

Celkem: 14 individuálních směsných vzorků

Tabulka 11 Přehled odběru vzorků mléka ve sledovaných chovech včetně charakteristiky jednotlivých zvířat

Chov	Číslo kozy	Plemeno	Pořadí laktace	Průměrný nádoj*	Číslo odběru				
					1.	2.	3.	4.	5.
A	1	B	1	2,14	+	+	+	+	+
	2	B	4	1,01	+	+	+	+	+
	3	B	1	2,22	+	+	+	+	+
	4	H	3	2,16	+	+	+	+	+
	5	H	1	2,1	+	+	+	+	+
	6	B x H	1	0,92	+	+	+	+	+
	7	B x H	1	0,84	+	+	+	+	+
	8	B x H	1	0,94	+	+	+	+	+
	9	B x H	1	1,16	+	+	+	+	+
	10	B x H	4	1,9	+	+	+	+	+
B	11	B	4	2,32	+	+	+	+	+
	12	B	4	2,06	+	+	+	+	+
	13	B	4	1,72	+	+	+	+	+
	14	B	4	1,84	+	+	+	+	+
	15	B	4	1,02	+	+	+	+	+
	16	B	4	1,72	+	+	+	+	+
	17	B	4	1,82	+	+	+	+	+
	18	B	4	1,9	+	+	+	+	+
	19	B	4	1,76	+	+	+	+	+
	20	B	4	1,64	+	+	+	+	+
C	21	B x H	3	1,05	+	+	+	+	n
	22	B x H	1	0,45	+	+	+	+	n
	23	B x H	1	0,65	+	+	+	n	n
	24	B x H	1	0,38	+	+	+	n	n
D	25	BU	2	0,15	+	+	+	n	n
	26	BU x H	3	0,7	+	+	+	n	n
	27	BU	1	0,5	+	+	+	n	n
	28	BU	4	0,9	+	+	+	n	n

Tabulka 11 Přehled odběru vzorků mléka ve sledovaných chovech včetně charakteristiky jednotlivých zvířat (Pokračování)

E	29	B	4	1,43	+	+	+	n	n
	30	B	3	1,25	+	n	n	n	n
	31	B	3	0,6	+	+	+	+	+
	32	B	4	1,35	+	+	+	+	+

Vysvětlivky: B – koza bílá krátkosrstá, H – koza hnědá krátkosrstá, BU – koza burská, * - průměrný nádoj za sledované období květen – září (kg), + vzorek získán, n – vzorek nezískán

Před každým odběrem bylo provedeno očištění struků dle individuálních postupů dané farmy. Dále byly oddojeny první tři stříky do samostatné plastové nádoby s tmavým dnem pro posouzení případných abnormalit v mléce. Následoval vlastní odběr vzorků mléka do vzorkovnic s víčkem o objemu 50 ml.

Veškeré vzorky mléka byly ihned po odběru řádně označeny, zaevidovány a zamrazeny na -18 °C a následně v co nejkratším možném termínu předány na zpracování do laboratoře Katedry zootechnických věd Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity.

Po celou dobu laktace byly u vybraných koz sledovány senzorické změny v mléce a na vemeni (zvýšená teplota, otoky či bolestivost), dále byl sledován celkový zdravotní stav koz i jejich kůzlat.

3.5 Odběr vzorků moči

Vzorky moče byly odebírány v chovech C, D a E, a to v rozmezí od června do září roku 2014.

Vzorky moče byly odebírány při spontánní mikci, do plastových zkumavek o objemu 2 ml.

Celkem bylo do diplomové práce odebráno 29 individuálních vzorků moče od 12 zvířat (**Tabulka 12**).

CHOV C:

Pořadí odběrů vzorků moče (datum): **1.** (7. 6.), **2.** (28. 6.), **3.** (30. 9.)

Celkem: 11 individuálních vzorků

CHOV D:

Pořadí odběrů vzorků moče (datum): **1.** (7. 6.), **2.** (28. 6.), **3.** (30. 9.)

Celkem: 12 individuálních vzorků

CHOV E:

Pořadí odběrů vzorků moče (datum): **1.** (25. 6.), **2.** (30. 9.)

Celkem: 6 individuálních vzorků

Tabulka 12 Přehled odběrů vzorků moče

Chov	Číslo kozy	Číslo odběru		
		1.	2.	3.
C	21	+	+	+
	22	+	+	+
	23	+	+	+
	24	+	+	n
D	25	+	+	+
	26	+	+	+
	37	+	+	+
	38	+	+	+
E	29	n	+	n
	30	n	+	+
	31	n	+	n
	32	n	+	+

Vysvětlivky: + vzorek získán, n – vzorek nezískán

Vzorky moče byly ihned po odběru řádně označeny, zaevidovány a zamrazeny na -18 °C a následně, v co nejkratším možném termínu předány na zpracování do laboratoře Katedry zootechnických věd Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity.

3.6 Stanovení jodu v mléce

V mléce byl stanoven obsah jodu alkalickou spalovací metodou (dle Sandell – Kollthofa) obdobným způsobem jako při stanovení proteinového jodu v séru. Jelikož se jedná téměř výhradně o anorganický jod nebo v případě kontaminace cizí látkou o jod vázaný na bílkoviny, stanovuje se vlastně jod celkový.

Do speciální spalovací zkumavky se odměřilo 0,5 ml kozího mléka. Dále se přidal 1 ml 10% síranu zinečnatého a 1 ml M KOH. Souběžně se vzorky se zpracovávaly i kalibrační vzorky jodu. Tyto vzorky se připravovaly ze základního roztoku, a to v koncentracích 150, 100, 50, 25, 12,5 a 0 $\mu\text{g I.l}^{-1}$. Veškeré vzorky se vysoušely 24 hodin při teplotě 115 °C. Po vysušení se vzorky žihaly v muflové peci. Spalování probíhalo tak, že po dosažení teploty 500 °C se pec udržuje půl hodiny při této teplotě. Poté se zvyšuje na 600 °C. Při této teplotě se zkumavky žihají jednu hodinu, přičemž pec se krátce po 15 s ventiluje po 5, 20 a 40 min.

Po dokončení spalování a následném vychladnutí zkumavek se zbytek po vyžhání suspendoval v 6 ml deionizované vody. Zkumavky se dále centrifugují 10 minut při 3 000 otáčkách za minutu. Následně se z čirého supernatantu odpipetovalo 2 ml do tenkostěnných zkumavek. Kalibrační standardy se zpracovávaly ve dvou provedeních.

Dále se do tenkostěnných zkumavek přidaly 2 ml kyselé směsi, proběhlo protřepání a inkubace v ledové lázni (teplota 4 °C) po dobu 10 min. Kyselá směs se připravila rozpuštěním 116,9 g chloridu sodného ve 400 ml vody, dále se k roztoku přidalo 13 g metaarseničitanu sodného rozpuštěného ve 40 ml 7% roztoku hydroxidu draselného. Tato směs roztoků se následně přidala ke zředěné kyselině sírové (241 ml kyseliny sírové smísené s 1000 ml vody) a celkový roztok se doplnil vodou do 2 000 ml.

Následně bylo přidáno 2 ml síranu ceričito amonného a inkubovali jsme v lázni při 40 °C po dobu 20 minut a potom v ledové lázni po dobu 10 minut. Po vyjmutí z ledové lázně se obsah zkumavek převrstvil 0,5 ml octanu brucinu, vše se promíchalo a inkubovalo se v horkovzdušné sušárně po dobu 15 minut. Po vyndání ze sušárny se zkumavky nechaly stát 30 minut při pokojové teplotě.

Po 30 minutách inkubace se měřila absorbance při 430 nm proti deionizované vodě. Pomocí hodnot naměřených z kalibračních roztoků se sestrojila kalibrační křivka a následně se odečetly naměřené hodnoty absorbance vzorků.

Výsledné hodnoty vynásobené dvěma udávají celkový počet μg jodu na litr.

3.7 Stanovení jodu v moči

Pro stanovení jodu v moči byla použita stejná metoda (alkalická spalovací metoda dle Sandell – Kollthofa) jako pro stanovení jodu v mléce.

Výsledné hodnoty vynásobené dvěma též udávají celkový počet μg jodu na litr.

3.8 Statistické vyhodnocení dat

Výsledky diplomové práce byly zpracovány za pomoci programu Microsoft Excel 2010.

V jednotlivých odběrech a následně chovech byly vypočítány průměrné hodnoty, směrodatná odchylka, minimum, maximum a medián.

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce ve sledovaných chovech

Vzorky mléka byly odebírány od jednotlivých koz z pěti chovů za období laktace roku 2014 a následně byl ve vzorcích mléka stanoven celkový jod vylučovaný z organismu.

V **tabulce 13** jsou vypočítány průměrné hodnoty obsahu jodu v mléce z jednotlivých odběrů a též celkové průměrné hodnoty za chov.

Sledované chovy se nacházejí na území Středočeského kraje. Čtyři z nich (chov A, B, C a E) na území Sedlčanska, kde dle Hejtmánkové a kol. (2006) stále přetrvává deficitní obsah jodu v prostředí. Dle průměrného obsahu jodu za období laktace roku 2014 je možné chov A ($56,62 \mu\text{g.l}^{-1}$), C ($53,75 \mu\text{g.l}^{-1}$) a E ($41,72 \mu\text{g.l}^{-1}$) zařadit mezi chovy s deficitním obsahem jodu v mléce.

Tři ze sledovaných chovů (A, B a E) hospodaří v ekologickém režimu. Dahl a kol. (2003) předpokládá nižší obsah jodu v mléce v ekologických chovech z důvodu nižší variability krmné dávky a omezeného použití minerálních doplňků. Ve svém výzkumu kravského mléka uvádí průměrně $93 \mu\text{g l.l}^{-1}$ v ekologickém chovu a v konvenčním $231 \mu\text{g l.l}^{-1}$. V námi sledovaných ekologických chovech se obsah jodu pohyboval od $41,72$ (chov E) do $90,63 \mu\text{g.l}^{-1}$ (chov B). Nízký obsah jodu ($53,75 \mu\text{g.l}^{-1}$) byl však prokázán i v jednom z konvenčně hospodařících chovů.

Ve třech sledovaných chovech byl používán stejný minerální liz s přídatkem jodu 120mg.kg^{-1} . Ve dvou chovech (C a E) byl zjištěn nižší obsah jodu než v chovu D ($143,54 \mu\text{g l.l}^{-1}$). Jedním z možných vysvětlení je způsob ustájení zvířat, resp. předkládaná krmná dávka. V chovu C a E základ krmné dávky tvořila pastva, naproti tomu v chovu D kvalitní seno. Krmná dávka založená na seně je považována za vyrovnanou z hlediska obsahu sušiny a příjmu jodu. Flachowsky a kol. (2013) ve svém výzkumu uvádí vyšší hodnoty jodu v kravském mléce při vnitřním ustájení. Paulíková a kol. (2008) se domnívá, že vliv ustájení lze přisoudit právě stabilní krmné dávce s nižším obsahem glukosinolátů v seně.

Tabulka 13 Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) ve sledovaných chovech

Číslo odběru	Chov A	Chov B	Chov C	Chov D	Chov E
1.	23,38	102,5	83,75	151,24	30,5
2.	31,55	101,7	49	152,13	29,67
3.	48,7	89	54	127,25	31,67
4.	82,7	76,9	28,25	-	38
5.	96,75	83,05	-	-	78,75
Průměr	56,62	90,63	53,75	143,54	41,72

4.2 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu A

V chovu A bylo na obsah jodu v mléce vyhodnoceno celkem 50 vzorků mléka od 10 koz.

Celková spotřeba sušiny v krmné dávce na den byla 2,11 kg na kozu. Dle tabulky živin pro kozy (Lád, 2003) je minimální množství pro kozu o hmotnosti 40 kg a průměrné užitkovosti 1,5 kg mléka za laktaci stanoveno 1,5 kg sušiny v KD. Krmná dávka v chovu A je proto z hlediska přijímané sušiny dostatečná. Při této sušině zvířata průměrně přijala 3,14 mg jodu na den. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD bylo 1,49 mg, což odpovídá hodnotám pro laktující kozy, které ve svém výzkumu uvádí i Nudda a kol. (2009). Můžeme proto předpokládat, že z hlediska krmné dávky je obsah přijímaného jodu dostatečný.

Průměrný obsah jodu v mléce během laktace v chovu A měl vzrůstající tendenci od $23,4 \pm 14,4 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1. odběru až do $96,8 \pm 41,6 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 5. odběru (**Tabulka 14**). Nárůst množství jodu s přibývajícím fází laktace publikoval též Franke a kol. (1983), zatímco Flachowsky a kol. (2013) prokázal spíše klesající koncentraci jodu v mléce. Lewis a Ralston (1935) prokázali pouze zvýšený obsah jodu v mlezivu, ale další vliv fáze laktace na obsah jodu už prokázán nebyl.

V chovu základ krmné dávky tvořila pastva a byl používán minerální liz s přídatkem jodu 130 mg.kg^{-1} , přesto se minimální koncentrace jodu v mléce pohybovala od 10 do $41,5 \mu\text{g I.l}^{-1}$. Tyto minimální hodnoty nedosahují ani hranice jodového deficitu ($62 \mu\text{g I.l}^{-1}$), které uvádí Rozenská a kol., (2013). Trávníček a Kursá (2001) zaznamenali až 80% výskyt strumy u jehňat při velmi

nízkém obsahu jodu ($30 \mu\text{g.l}^{-1}$) v mléce. V chovu A nebyl výskyt strumy u kůzlat zaznamenán.

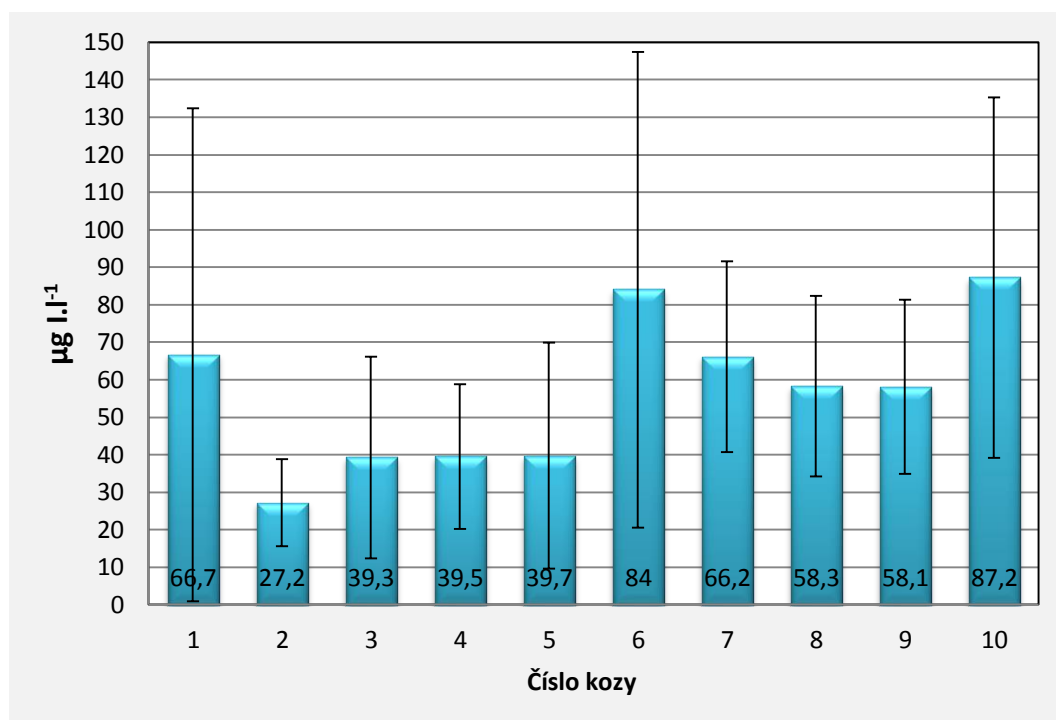
Tabulka 14 Obsah jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) v kozím mléce v chovu A

Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	23,4	14,4	10	42,5	14
2.	31,6	12,29	17,5	52	32,5
3.	48,7	24,2	25	102	43,5
4.	82,7	35,6	30	146	71,5
5.	96,8	41,6	41,5	152	85,5

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

Nejvyšší průměrný obsah jodu byl zaznamenán u kozy č. 10 ($87,2 \pm 48,06 \mu\text{g.l}^{-1}$), která byla na čtvrté laktaci (**Graf 1**). Nejnižší u kozy č. 2 ($27,2 \pm 11,61 \mu\text{g I.l}^{-1}$), která byla též na čtvrté laktaci. Vlivem laktace na obsah jodu v mléce se zabýval Larson a kol. (1983) ve svém výzkumu, avšak její vliv neprokázal. V chovu byl neomezeně k dispozici minerální liz s obsahem jodu 130 mg.kg^{-1} . Lze předpokládat, že některým zvířatům nebyl atraktivní chutí, tudíž jej přijímala méně a následně i obsah jodu v mléce byl nižší.

Graf 1 Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu A



4.3 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu B

V chovu B bylo vyhodnoceno na obsah jodu v mléce celkem 50 individuálních vzorků od 10 koz.

V chovu byla celková spotřeba sušiny v krmné dávce za den 2,29 kg na kozu a tedy dostatečná. Dle tabulky živin pro kozy (Lád, 2003) je minimální množství pro kozu o hmotnosti 40 kg a užitkovosti 1,7 kg za laktaci stanoveno 1,6 kg sušiny v krmivu. Z tohoto hlediska je krmná dávka v chovu dostatečná. Množství přijatého jodu v KD odpovídá $0,69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Tato hodnota v porovnání s literaturou, kdy Meschy (2000) uvádí $0,6 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ KD patří spíše k nižší hranici.

Průměrný obsah jodu byl spíše klesající tendence od $102,5 \pm 40,3 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v 1. odběru do $83,1 \pm 31,7 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v 5. odběru. V chovu byl využíván minerální liz s nejnižším ($55 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) přídatkem jodu a základ krmné dávky tvořila pastva, přesto se průměrný obsah jodu pohyboval v optimálním rozmezí od 63 do $200 \text{ } \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ (Trávníček a kol., 2006).

Maximální hodnoty dosahovaly rozmezí od 112 do $155 \text{ } \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Rozenská a kol. (2013) uvádí rozpětí maximálních hodnot od 606 do $940 \text{ } \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$, které ale považuje za nežádoucí z hlediska následného příjmu mléka u lidí. Při porovnání se získanými údaji je patrné, že získané údaje z chovu B jsou nižší, přesto optimální.

Tabulka 15 Obsah jodu ($\mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$) v kozím mléce v chovu B

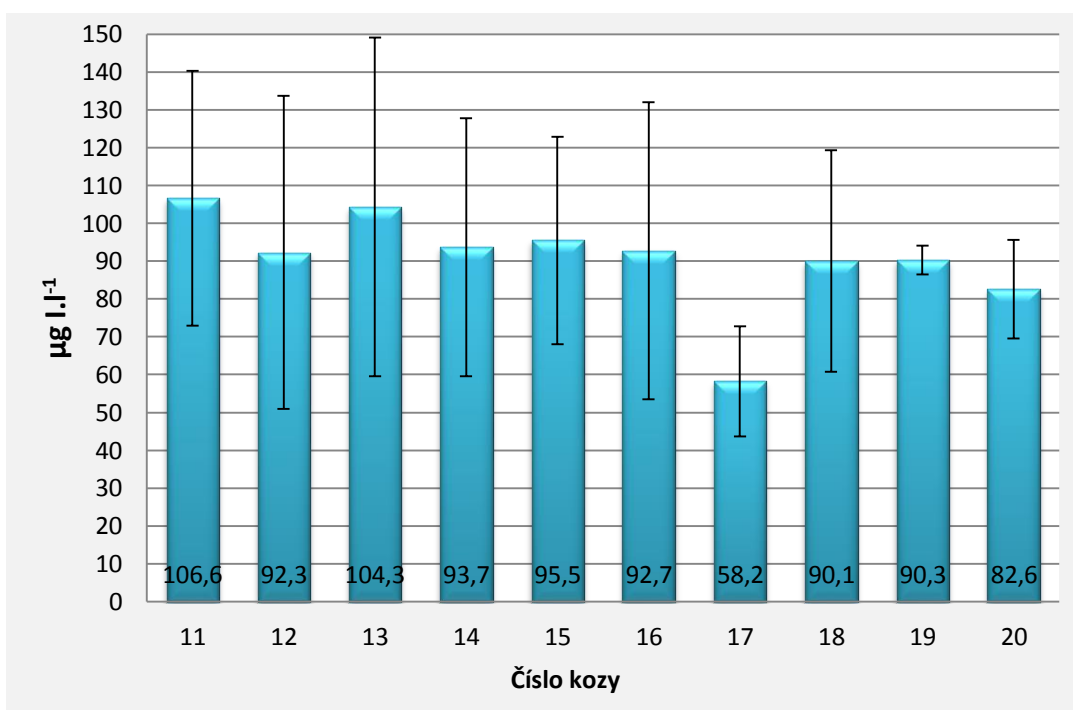
Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	102,5	40,3	35	150	89,3
2.	101,5	32,8	58	150	87,5
3.	89	17,9	57	112	89,5
4.	76,9	23,3	48	128	69
5.	83,1	31,7	41,5	155	81,3

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

V chovu byl v krmné dávce využíván minerální liz s nejnižším přídatkem jodu 55 mg.kg^{-1} a základ krmné dávky tvořila pastva. Nejnižší koncentrace jodu v mléce byla stanovena u kozy č. 17 ($58,2 \pm 14,55 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$)(**Graf 2**). Pouze jen u této kozy byla hodnota nižší než $62 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$, které definuje Rozenská a kol. (2013) jako hranici pro nedostatečné zásobení štítné žlázy.

Všechna zvířata v chovu byla stejného plemene (koza bílá krátkosrstá) a na stejné laktaci (4. laktace). Kromě kozy č. 17 byl u všech jedinců stanoven optimální obsah jodu v mléce (od $82,6 \pm 13,05$ do $106,6 \pm 33,68 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$). Nudda a kol. (2013) uvádí, že je málo informací ohledně vlivu plemene na obsah jodu v mléce.

Graf 2 Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu B



4.4 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu C

V chovu C bylo vyhodnoceno na obsah jodu celkem 14 individuálních vzorků mléka od 4 koz.

Celková spotřeba sušiny v krmné dávce za den byla 2,27 kg. Dle tabulky živin pro kozy (Lád, 2003) je minimální množství pro kozu o hmotnosti 40 kg a užitkovosti 0,6 kg za laktaci stanoveno 0,78 kg sušiny v krmivu. Z tohoto hlediska

je krmná dávka v chovu dostatečná. Množství přijatého jodu v KD odpovídá 1,31 mg.kg⁻¹ sušiny.

Průměrný obsah jodu v mléce se pohyboval v rozmezí od 49 ± 7,01 µg.l⁻¹ do 83,8 ± 61,34 µg.l⁻¹ a minimální hodnoty od 24 do 47 34 µg I.l⁻¹ (**Tabulka 16**). Při nízkém obsahu jodu mohou kozy trpět poruchami štítné žlázy, které mají dopad například na reprodukční schopnosti či následný vývoj mláďat (Ozmen a kol., 2005). Přesto nebyly prokázány žádné poruchy reprodukce. Všechny kozy měly v roce 2014 bezproblémový porod a kůzlata neměla žádné viditelné nedostatky a následně dobře prospívala.

Tabulka 16 Obsah jodu (µg I.l⁻¹) v kozím mléce v chovu C

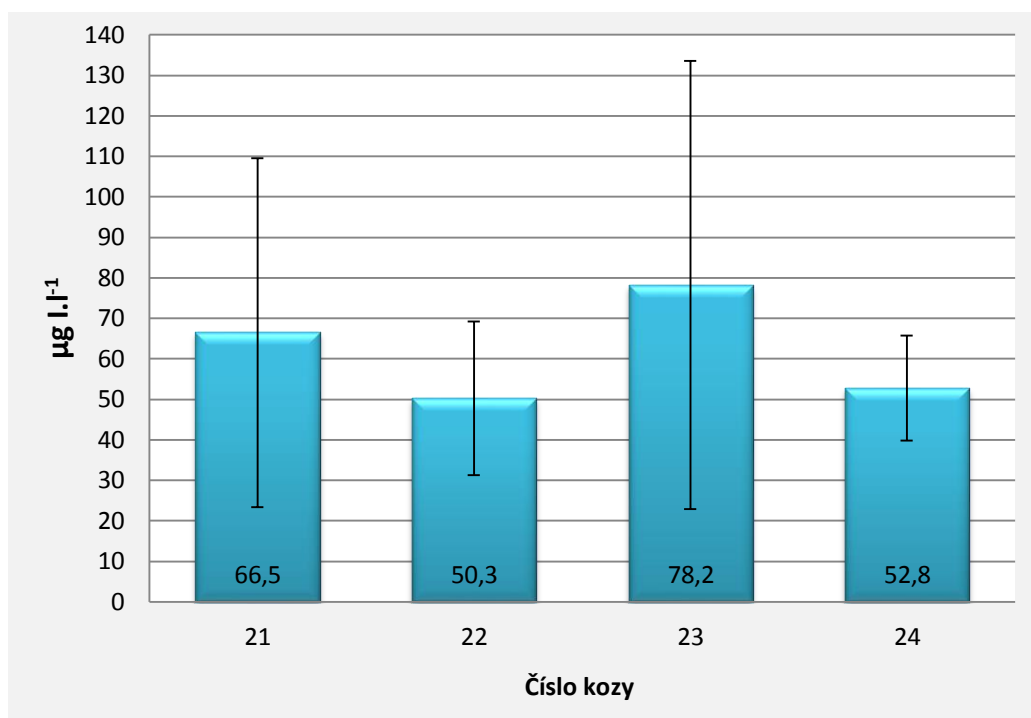
Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	83,8	61,3	24	142	84,5
2.	49	7	43	58,5	47,3
3.	54	7,6	47	62	53,5
4.	56,5	16,3	45	68	56,5

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

V chovu byl k dispozici neomezeně přístupný minerální liz (120 mg.kg⁻¹) a základ krmné dávky tvořila pastva, avšak mezi zvířaty jsou rozdíly v obsahu jodu. Nejvyšší koncentrace jodu v mléce byla stanovena u kozy č. 23 (78,2 ± 55,31 µg.l⁻¹) a to díky vyššímu obsahu v prvním odběru (142 µg I.l⁻¹)(**Graf 3**). Nejnižší obsah jodu byl stanoven u kozy č. 22 (50,3 ± 18,96 µg I.l⁻¹). Podobně jako v chovu A se lze domnívat, že některá zvířata přijímala předkládaný minerální liz méně ochotně, což se odrazilo v množství mlékem vylučovaného jodu. Trávníček a Kursa (2001) uvádí obsah jodu v mléce u koz s KD bez minerálního doplňku 31,3 µg I.l⁻¹ a s minerálním doplňkem průměrný obsah jodu v mléce až 142,4 µg.l⁻¹.

Koncentrace jodu v mléce kozy u č. 22, která byla na první laktaci, byla 50,3 ± 18,98 µg.l⁻¹. U kozy č. 23, která byla na stejné laktaci, byla 78,2 ± 55,31 µg.l⁻¹. Lze předpokládat, že vliv pořadí laktace nemá vliv na obsah jodu v mléce. Larson a kol. (1983) také neprokázal žádný vliv pořadí laktace na obsah jodu v mléce.

Graf 3 Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g l.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu C



4.5 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu D

V chovu D bylo k vyhodnocení odebráno 12 vzorků mléka od 4 koz.

Dle tabulky živin pro kozy (Lád, 2003) je minimální množství pro kozu o hmotnosti 50 kg stanoveno při produkci 0,6 kg mléka 0,84 kg sušiny v KD. Jelikož celková sušina v KD byla 3 kg, krmná dávka je dostatečná. Množství přijatého jodu v KD odpovídá $0,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ sušiny, což je nad hranicí $0,8 \text{ mg l.kg}^{-1}$, kterou uvádí pro dojné kozy Nudda a kol (2009).

Průměrný obsah jodu v mléce se pohyboval od $127,3 \pm 24$ ve 3. odběru do $151,3 \pm 1,7 \mu\text{g l.l}^{-1}$ v 1. odběru (**Tabulka 17**). Během zimní krmné dávky, kterou lze považovat za vyrovnanou, uvádí podobný obsah jodu v kozím mléce ($142,1 \pm 102,6 \mu\text{g.l}^{-1}$) též Paulíková a kol. (2008).

Minimální koncentrace jodu byla od 105 do $150 \mu\text{g l.l}^{-1}$ mléka, což lze považovat za optimální hodnoty.

Tabulka 17 Obsah jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) v kozím mléce v chovu D

Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	151,3	1,7	150	153	151
2.	152,1	2,1	150	155	151,8
3.	127,3	24	105	148	128

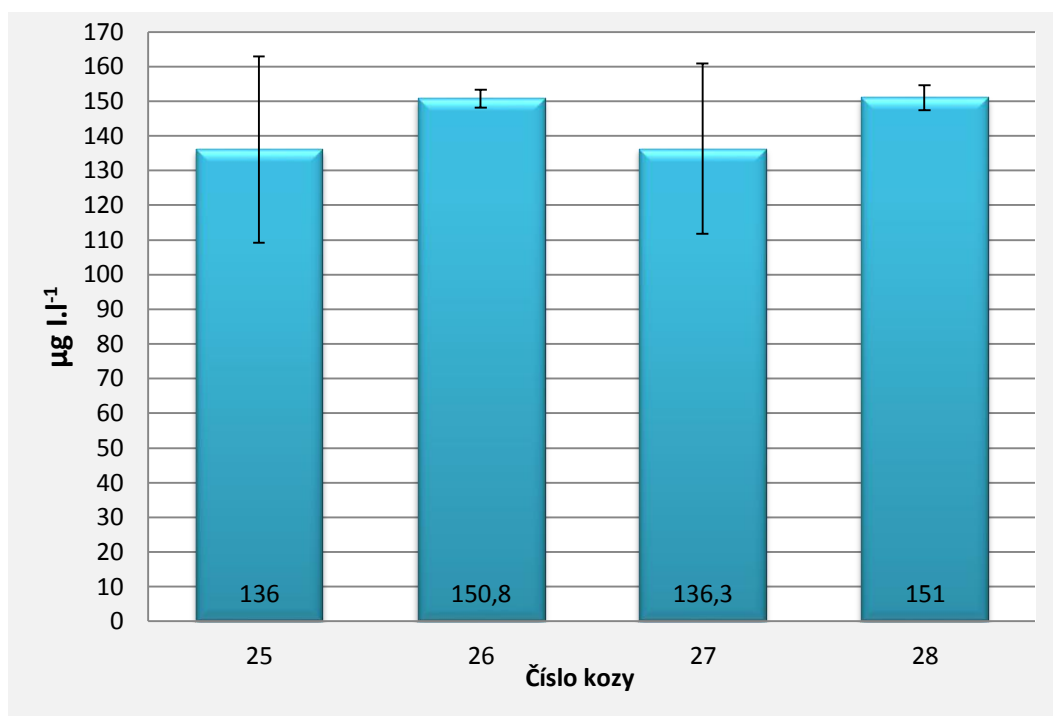
Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

Základ krmné dávky tvořilo seno (*ad libitum*) a minerální doplněk s koncentrací jodu 120 mg.kg^{-1} . Tuto krmnou dávku je možné označit jako vhodnější z hlediska vyrovnaného složení oproti pastvě, kde se obsah sušiny mění. Flachowsky a kol. (2013) uvádí vyšší obsah jodu v mléce při chovu zvířat ve vnitřním ustájení právě z důvodu stabilní krmné dávky z hlediska sušiny. V krmné dávce bylo přijímáno vyšší množství jodu ($0,9 \text{ mg.kg}^{-1}$) než je doporučené množství uváděné v literatuře ($0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$), přesto nebyl překročen limit 5 mg I.kg^{-1} sušiny stanovený v Nařízení komise (ES) 1459/2005.

Všechna zvířata v chovu měla optimální příjem jodu ($138 \pm 26,85 \mu\text{g I.l}^{-1} - 151 \pm 3,61 \mu\text{g I.l}^{-1}$)(**Graf 4**).

Vliv laktace zde nebyl prokázán, jelikož u kozy č. 25 ($136 \pm 26,85 \mu\text{g I.l}^{-1}$), která byla na druhé laktaci, byl zjištěn prakticky stejný obsah jodu jako u kozy č. 27 ($136,3 \pm 24,54 \mu\text{g I.l}^{-1}$), která byla na první laktaci.

Graf 4 Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g l.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu D



4.6 Vyhodnocení obsahu jodu v mléce v chovu E

Celkem bylo vyhodnoceno 14 individuálních vzorků od 4 koz.

V chovu byla celková spotřeba sušiny v krmné dávce za den 2,48 kg, což odpovídá předpokládanému příjmu sušiny (1,38 kg) pro kozu o hmotnosti 40 kg a produkci 1,2 kg mléka. Množství přijatého jodu na kilogram sušiny v KD odpovídá 0,99 mg. Tento příjem jodu je též vyšší než uváděné normy pro dojné kozy dle Meschy (2000).

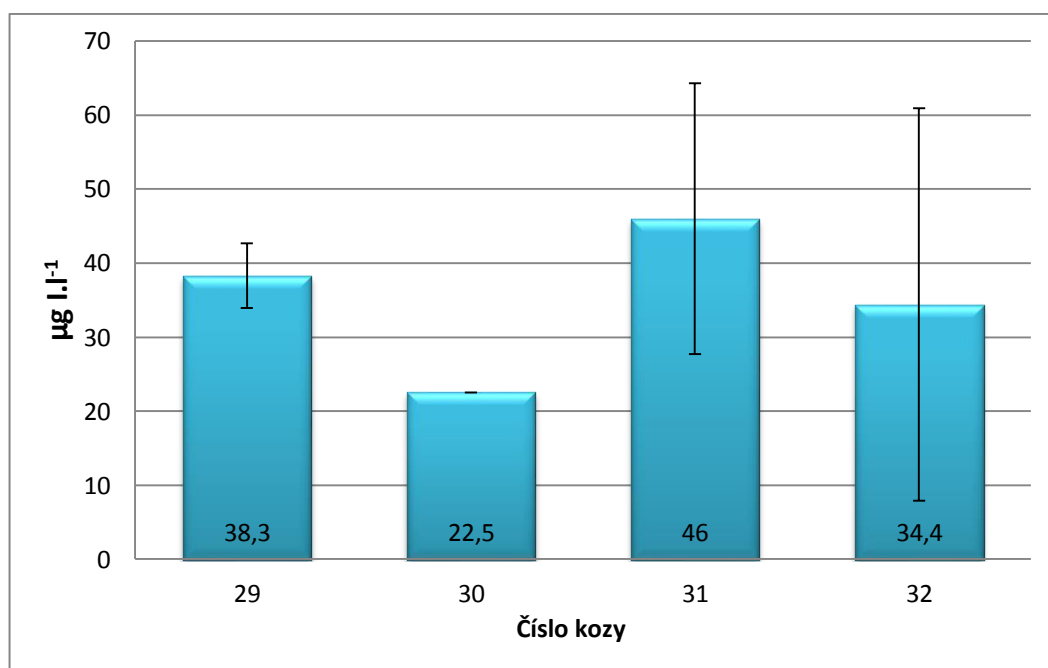
V 1. – 4. odběru byl průměrný obsah jodu ($30,5 \pm 14 - 38 \pm 5,7 \mu\text{g l.l}^{-1}$) pod hranicí jodového deficitu ($62 \mu\text{g.l}^{-1}$), který uvádí Rozenská a kol. (2013), pouze v 5. odběru došlo ke zvýšení na $78,8 \pm 1,8 \mu\text{g l.l}^{-1}$ (**Tabulka 18**). Nízký obsah jodu může způsobovat možné onemocnění štítné žlázy a s tím spojené problémy jako je například výskyt strumy či poruchy reprodukce a vývoje (Singh a Beigh, 2013). I přes velmi nízké hodnoty v 1. a 2. odběru (15 a $18 \mu\text{g l.l}^{-1}$) nebyly v chovu zjištěny žádné projevy nedostatku jodu.

Tabulka 18 Obsah jodu ($\mu\text{g l.l}^{-1}$) v kozím mléce v chovu E

Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	30,5	14	15	42,5	32,3
2.	29,7	10,4	18	38	33
3.	31,7	7,6	25	40	30
4.	38	5,7	34	42	38
5.	78,8	1,8	77,5	80	78,8

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

V chovu E základ krmné dávky tvořilo seno a k dispozici byl minerální liz (120 mg.kg⁻¹). Chov je lokalizován na území Sedlčanska, kde dle Hejtmánkové a kol. (2006) přetrvává nedostatek jodu v prostředí, což může mít za následek nízký průměrný obsah jodu v mléce (od 22,5 u kozy č. 30 do 34,4 ± 26,52 $\mu\text{g.l}^{-1}$ u kozy č. 32)(**Graf 5**).

Graf 5 Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g l.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu E

4.7 Vyhodnocení úrovně zásobení štítné žlázy jodem podle množství vylučovaného mlékem

Obsah jodu v mléce je jedním z ukazatelů zásobení štítné žlázy jodem a následného dopadu na zdravotní stav zvířat. Nedostatečné zásobení dle

Trávníčka a Kursy (2001) je pod $62 \mu\text{g I.l}^{-1}$. Při nižším obsahu jodu v mléce je možný výskyt onemocnění štítné žlázy (například struma) a následně celkové problémy organismu (poruchy reprodukce či vývoje). Optimální zásobení organismu jodem se pohybuje od 63 do $200 \mu\text{g I.l}^{-1}$ mléka, obsah jodu od 201 do $500 \mu\text{g I.l}^{-1}$ lze již považovat za nadbytečné zásobení. Obsah jodu nad $500 \mu\text{g I.l}^{-1}$ je dle Rozenkové a kol. (2013) dokonce pro organismus nežádoucí.

Ve třech sledovaných chovech (C, D a E) byl používán stejný minerální liz (120 mg.kg⁻¹), přesto v chovu C (50 %) a E (100 %) byla zvířata s nedostatečným zásobením štítné žlázy a v chovu D všechna zvířata spadala do optimálního rozmezí zásobení. Jedním z možných vysvětlení je způsob ustájení zvířat a s tím spojená krmná dávka kdy v chovu C a E základ tvořila pastva a v chovu D seno.

Z celkem 32 sledovaných jedinců byl u 19 (59 %) stanoven obsah jodu v mléce v rozmezí 63 – $200 \mu\text{g I.l}^{-1}$, což lze považovat za optimální zásobení organismu jodem (Trávníček a kol., 2006)(**Tabulka 19**) a u 13 (41 %) koz byl obsah jodu deficitní. Přesto, že řada autorů uvádí při nízkých hodnotách zvýšené riziko výskytu zdravotních poruch, v naší studii nebyly u žádného jedince potvrzeny.

V žádném ze sledovaných chovů nebylo zjištěno nadlimitní či nežádoucí zásobení organismu jodem. Jedna z příčin může být ta, že geograficky spadají veškeré sledované chovy (kromě chovu D) do oblasti s deficitním výskytem jodu v prostředí (Hejtmánková a kol., 2006).

Tabulka 19 Vyhodnocení úrovně zásobení štítné žlázy jodem dle obsahu jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) v mléce

Chov	n	Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$)							
		≤ 62		63 – 200		201 – 500		≥ 501	
		n	%	n	%	n	%	n	%
A	10	6	60	4	40	0	0	0	0
B	10	1	10	9	90	0	0	0	0
C	4	2	50	2	50	0	0	0	0
D	4	0	0	4	100	0	0	0	0
E	4	4	100	0	0	0	0	0	0
Celkem	32	13	41	19	59	0	0	0	0

Vysvětlivky: n – počet jedinců

4.8 Vyhodnocení obsahu jodu v moči ve sledovaných chovech

Vzorky moče byly odebírány ze tří chovů (chov C, D a E) za období laktace roku 2014 a v moči byl stanoven celkový vylučovaný jod z organismu.

V chovu C a D byl průměrný obsah jodu v moči 164,3 resp. 165,3 $\mu\text{g I.l}^{-1}$. Tyto hodnoty ukazují na dostatečné zásobení organismu jodem (**Tabulka 20**).

V porovnání s výzkumem Pechové a kol. (2013), která uvádí nejvyšší průměr jodu v moči 73 $\mu\text{g.l}^{-1}$ při suplementaci krmné dávky, jsou hodnoty ze sledovaných chovů značně vyšší. Lze usuzovat, že vliv může mít právě obsah jodu v krmné dávce, kdy u Pechové a kol. (2013) byla suplementace 0,4 mg.kg^{-1} sušiny a v námi sledovaných chovech od 0,99 do 1,49 mg.kg^{-1} .

Tabulka 20 Průměrný obsah jodu v moči ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) ve sledovaných chovech

Číslo odběru	Chov C	Chov D	Chov E
1.	228,5	141,5	n
2.	145,8	221	92,8
3.	118,7	143,3	115,5
Průměr	164,3	165,3	104,1

Vysvětlivky: n – vzorky nezískány

4.9 Vyhodnocení obsahu jodu v moči v chovu C

V chovu bylo vyhodnoceno 11 vzorků moče od 4 koz.

Průměrný obsah jodu v moči se pohyboval od $118,7 \pm 57,7 \mu\text{g.l}^{-1}$ do $228,5 \pm 75,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ (**Tabulka 21**). Pechová a kol. (2013) uvádí optimální koncentraci 100 – 199 $\mu\text{g I.l}^{-1}$, průměrný obsah jodu v prvním odběru, stejně jako maximální hodnoty (205 a 305 $\mu\text{g I.l}^{-1}$), už lze považovat za nadlimitní.

Obsah jodu ve 3. odběru (80 $\mu\text{g I.l}^{-1}$) lze považovat za lehkou formu nedostatku, za kterou Límanová a kol. (1995) považuje rozmezí od 55 do 99 $\mu\text{g I.l}^{-1}$.

Tabulka 21 Obsah jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) ve vzorcích moči v chovu C

Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	228,5	75,2	160	305	224,5
2.	145,8	49,6	100	205	139
3.	118,7	57,7	80	185	91

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

4.10 Vyhodnocení obsahu jodu v moči v chovu D

V chovu bylo k vyhodnocení odebráno 12 individuálních vzorků od 4 koz.

V tomto chovu byl nepatrně vyšší příjem jodu na kilogram sušiny v krmné dávce ($0,9 \text{ mg I.kg}^{-1}$), což může mít za následek nadlimitní maximální obsah jodu v moči v 2. a 3. ($312 \mu\text{g.l}^{-1}$ resp. $202 \mu\text{g.l}^{-1}$) odběru (**Tabulka 22**). Podobný obsah jodu v moči uvádí ve svém výzkumu Franke a kol. (2009), kdy při stejné suplementaci byl stanoven obsah jodu v moči $321 \mu\text{g I.l}^{-1}$.

V 1. odběru ($88 \mu\text{g I.l}^{-1}$) byla zjištěná lehká forma nedostatku jodu.

Tabulka 22 Obsah jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) ve vzorcích moči v chovu D

Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	141,5	41,2	88	188	145
2.	211	103,2	105	312	213,5
3.	143,3	213,5	101	202	135

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

4.11 Vyhodnocení obsahu jodu v moči v chovu E

Od 4 koz bylo vyhodnoceno celkem 6 individuálních vzorků moče.

Vzorky moče pro stanovení vylučovaného jodu se v prvním odběru nepodařilo získat.

Průměrný obsah jodu se pohyboval od $92,8 \pm 9,3 \mu\text{g I.l}^{-1}$ do $115,5 \pm 7,8 \mu\text{g I.l}^{-1}$ (**Tabulka 23**).

Maximální hodnoty (106 a 121 $\mu\text{g I.l}^{-1}$) v chovu spadají do optimálního rozmezí zásobení štítné žlázy (100 – 199 $\mu\text{g I.l}^{-1}$), které uvádí Límanová a kol. (1995).

Ve 2. odběru byl minimální obsah jodu 85 $\mu\text{g.l}^{-1}$, což svědčí o lehkém nedostatku jodu pro organismus (Límanová a kol., 1995). Pechová a kol. (2013) zjistila podobný obsah jodu (73 $\mu\text{g I.l}^{-1}$) v moči při minerální suplementaci krmné dávky.

Tabulka 23 Obsah jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) ve vzorcích moči v chovu E

Číslo odběru	Průměr	SD	Min	Max	Medián
1.	-	-	-	-	-
2.	92,8	9,3	85	106	90
3.	115,5	7,8	110	121	115,5

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

4.12 Vyhodnocení zásobení štítné žlázy podle množství vylučovaného jodu

Obsah jodu v moči je dalším z ukazatelů zásobení štítné žlázy jodem.

Za optimální přívod jodu dle Límanová a kol. (1995) lze považovat rozmezí od 100 do 199 $\mu\text{g.l}^{-1}$, lehkou formu nedostatku od 50 do 99 $\mu\text{g I.l}^{-1}$ a závažný nedostatek jodu do 49 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Nadbytečné zásobení štítné žlázy vzniká při obsahu jodu v moči nad 200 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

V chovu D bylo u tří (75%) zvířat stanoveno optimální rozmezí 100 – 199 $\mu\text{g I.l}^{-1}$ a u jednoho (25 %) zvířete nadlimitní zásobení ($\geq 200 \mu\text{g I.l}^{-1}$) štítné žlázy jodem (**Tabulka 24**). Při porovnávání obsahu jodu v mléce a moči z hlediska zásobení štítné žlázy jodem byl u všech zvířat obsah jodu v mléce na optimální úrovni. Pechová a kol. (2013) zjistila určitou závislost mezi obsahem jodu v moči a mléce při suplementaci krmné dávky jodem.

Dvě (50 %) zvířata v chovu E měla lehkou formu nedostatku jodu a dvě (50 %) optimální zásobení štítné žlázy. Ve srovnání s obsahem jodu v mléce byl u všech zvířat stanoven nedostatečný obsah jodu.

Z celkem 12 sledovaných jedinců byl u dvou (15,7 %) stanoven obsah jodu v moči v rozmezí 50 – 99 $\mu\text{g I.l}^{-1}$, což lze považovat za lehký nedostatek jodu a u devíti (75 %) v optimální rozmezí od 100 do 199 $\mu\text{g I.l}^{-1}$. U jednoho (8,3 %) zvířete byl zjištěn nadlimitní obsah jodu v moči (nad 200 $\mu\text{g I.l}^{-1}$).

Tabulka 24 Vyhodnocení úrovně zásobení štítné žlázy jodem dle obsahu jodu ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) v moči

Chov	n	Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$)							
		≤ 49		50 – 99		100 – 199		≥ 200	
		n	%	n	%	n	%	n	%
C	4	0	0	0	0	4	100	0	0
D	4	0	0	0	0	3	75	1	25
E	4	0	0	2	50	2	50	0	0
Celkem	12	0	0	2	16,7	9	75	1	8,3

Vysvětlivky: n – počet jedinců

5. ZÁVĚR

Štítná žláza patří k důležitým orgánům v těle zvířat. Její aktivita závisí zejména na obsahu přijímaného jodu z prostředí. Přebytečný jod následně velmi dobře přechází do mléka a moče, a proto slouží jako možné ukazatele stavu zásobení organismu jodem.

Z 32 sledovaných zvířat mělo 19 (59 %) optimální a 13 (41 %) deficitní hodnoty jodu v mléce. Klinické projevy nedostatečného zásobení organismu jodem se u žádného ze sledovaných zvířat neprojevovaly. Obsah jodu v mléce překračující nadlimitní či dokonce nežádoucí hodnoty nebyl prokázán.

Příjem jodu v krmné dávce se pohyboval od 0,69 do 1,49 mg.kg⁻¹ sušiny a pro laktující kozy je považován za dostatečný.

Při chovu zvířat ve vnitřních prostorách, a tím spojenou vyrovnanou krmnou dávkou byl obsah jodu v mléce vyšší (143,54 µg l.l⁻¹) v porovnání s pastevním typem ustájení (41,72 a 53,75 µg l.l⁻¹). Velkou roli též hraje individualita každého zvířete.

Ze získaných údajů vyplývá, že pravděpodobně existuje závislost mezi obsahem jodu v mléce a moči, přesto pro další závěry by bylo nutné ve sledovaných chovech provést detailnější výzkum.

S ohledem ke zjištěným výsledkům bych ve sledovaných chovech doporučila průběžně vyhodnocovat příjem minerálních lizů zvířaty, a v případě nižšího zájmu o ně nabídnout zvířatům zcela jiný druh minerálního lizu, který pro ně může být z hlediska chuti atraktivnější.

Předcházení možným zdravotním komplikacím, které mohou vznikat při nedostatečném příjmu jodu, je pro každého chovatele koz nezbytné.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BLAHOŠ, J. a O. BLEHA. *Endokrinologie*. Praha: Avicenum, 1988.

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení komise (ES) č. 889/2008: kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů. In: *Právní předpisy pro ekologické zemědělství a produkci biopotravin*. 2008.

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení komise (ES) č. 1459/2005: kterým se mění podmínky pro povolení některých doplňkových látek v krmivech, které patří do skupiny stopových prvků. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2005.

DAHL, L., L. JOHANSSON, K. JULSHAMN a H. M. MELTZER. The iodine content of Norwegian foods and diets. *Public Health Nutrition*. 2003, roč. 7, č. 04, s. 569-576. DOI: 10.1079/PHN2003554.

DELANGE, F. Iodine deficiency in Europe and its consequences: an update. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2002, vol. 29, S2, s. 404-416. DOI: 10.1007/s00259-002-0812-7.

FLACHOWSKY, G., K. FRANKE, U. MEYER, M. LEITERER a F. SCHÖNE. Influencing factors on iodine content of cow milk. *European Journal of Nutrition*. 2013, vol. 53, issue 2, s. 351-365. DOI: 10.1007/s00394-013-0597-4.

FRANKE, A. A., J. C. BRUHN a R. B. OSLAND. Factors Affecting Iodine Concentration of Milk of Individual Cows. *Journal of Dairy Science*. 1983, roč. 66, č. 5, s. 997-1002. DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(83)81894-3.

FRANKE, K., U. MEYER, H. WAGNER, H. O. HOPPEN a G. FLACHOWSKY. Effect of various iodine supplementations, rapeseed meal application and two different iodine species on the iodine status and iodine excretion of dairy cows. *Livestock Science*. 2009, roč. 125, 2-3, s. 223-231. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.04.012.

FUGE, R. Iodine Deficiency: An Ancient Problem in a Modern World. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 2007, vol. 36, issue 1, s. 70-72. DOI: 10.1579/0044-7447(2007)36[70:IDAAPI]2.0.CO;2.

GNAT, D. Fast Colorimetric Method for Measuring Urinary Iodine. *Clinical Chemistry*. 2003, roč. 49, č. 1, s. 186-188. DOI: 10.1373/49.1.186.

GREENSPAN, F. S. a BAXTER. *Základní a klinická endokrinologie*. 4. vyd. Editor Francis S Greenspan, J Baxter. Praha: H, 2003, xvi, 843 s. Lange medical book. ISBN 80-860-2256-0.

GREENWOOD, N. a A. EARNSHAW. *Chemie prvků II*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 1993, s. 1-793. ISBN 80-854-2738-9.

HEFNAWY, A. E. G. a J. L. TÓRTORA-PÉREZ. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small Ruminant Research*. 2010, roč. 89, 2-3, s. 185-192. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.042.

HEJTMÁNKOVÁ, A., L. KUKLÍK, E. TRNKOVÁ a H. DRAGONOVÁ. Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech Journal Animal of Science*. 2006, roč. 51, č. 5, s. 189-195.

HURRELL, R. F. Bioavailability of iodine. *European journal of clinical nutrition*. 1997, roč. 51, č. 1, S9-S12.

CHEEMA, A. SHAKOOR a SHAHZAD. Congenital Goitre in Goats. *Pakistan veterinary journal*. 2010, roč. 30, č. 1, s. 58-60.

JELÍNEK, P., K. KOUDELA, J. DOSKOČIL, J. ILLEK, V. KOTRBÁČEK, F. KOVÁŘŮ, V. KROUPOVÁ, M. KUČERA, E. KUDLÁČ, J. TRÁVNÍČEK a M. VALENT. *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 409 s. ISBN 80-715-7644-1.

KALÁČ, P. a V. MÍKA. *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 317 s. ISBN 80-851-2096-8.

KOMÁREK, V., Z. SOVA, J. BUKVAJ, A. HAMPL, A. KRÁL a J. KRESAN. *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 2. vyd. Praha: SZN, 1971.

KOTRBOVÁ, K. a M. KASTNEROVÁ. *Současný stav zásobení jodem u České populace.* Biomedicína. 2007, č. 1, s. 172-178.

KROUPOVÁ, V., J. KURSA, E. MATOUŠKOVÁ a E. ŠACHOVÁ. Nezbytnost suplementace jodu ve výživě krav v horské oblasti Šumavy. *Silva Gabreta.* 2000, vol. 5, s. 179-186.

KVÍČALA, J. Zvýšení příjmu mikronutrientu selenu - utopie, fikce, prozřetelnost - II. část. *Interní medicína pro praxi.* 2003, č. 7, s. 354-359.

LÁD, F. *Krmivářské tabulky: Interní učební texty.* Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2003.

LARSON, L. L., S. E. WALLEN, OWEN a S. R. LOWRY. Relation of Age, Season, Production, and Health Indices to Iodine and Beta-Carotene Concentrations in Cow's Milk. *Journal fo Dairy Science.* 1983, roč. 66, č. 12, s. 2557-2562.

LEWIS, R. C., N. P. RALSTON. Changes in the Plasma Level of Protein-Bound Iodine in the Young Calf. *Journal of Dairy Science.* 1953, roč. 36, č. 4, s. 61-64. DOI: 10.1016/b978-1-4831-6819-7.50012-3.

LÍMALOVÁ, Z., J. NĚMEC a V. ZAMRAZIL. *Nemoci štítné žlázy: Diagnostika a terapie.* Praha: Folia Practica, 1995. ISBN 80-85824-25-6.

MARVAN, F., A. HAMPL, E. HLOŽÁNKOVÁ, J. KRESAN, L. MASSANYI a E. VERNEROVÁ. *Morfologie hospodářských zvířat.* Vyd. 2. Praha: Brázda, 1998, 303 s., xx s. il. (část. barev.). ISBN 80-209-0273-2.

MESCHY, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livestock Production Science.* 2000, roč. 64, č. 1, s. 9-14. DOI: 10.1016/s0301-6226(00)00171-8.

MURRAY, R. K., D. K. GRANNER, P. A. MAYES a V. W. RODWELL. *Harperova Biochemie: a LANGE medical book.* 23. vyd., V ČR 3. vyd., V nakl. H. Jinočany: H, 1998, xiii, 872 s. ISBN 80-857-8738-5.

MUSIL, Jan, Klement KUNZ. *Biochemie v obrazech a schématech.* Praha: Avicenum, 1990, 366 p.

NAJBRT, R., Č. ČERVENÝ, J. KAMAN, E. MIKYSKA, O. ŠTARHA a O. ŠTĚRBA. *Veterinární anatomie 1*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980.

NUDDA, A., G. BATTACONE, M. DECANDIA, M. ACCIARO, F. AGHINI-LOMBARDI, M. FRIGERI a G. PULINA. The effect of dietary iodine supplementation in dairy goats on milk production traits and milk iodine content. *Journal of Dairy Science*. 2009, vol. 92, issue 10, s. 5133-5138. DOI: 10.3168/jds.2009-2210.

OZMEN, O., S. SAHINBURAN a K. SEZER. Clinical and pathological observations and treatment of congenital goitre in kids. *Bull Veterinary Institute Pulawy*. 2005, č. 49, s. 237-241.

PAULÍKOVÁ, I., H. SEIDEL, O. NAGY a G. KOVÁČ. Milk Iodine Content in Slovakia. *Acta Veterinaria Brno*. 2008, roč. 77, č. 4, s. 533-538. DOI: 10.2754/avb200877040533.

PAULÍKOVÁ, I., G. KOVÁČ, J. BÍREŠ, Š. PAULÍK, H. SEIDEL a O. NAGY. Iodine toxicity in ruminants. *Veterinary Medicine - Czech*. 2002, roč. 47, č. 12, 343 - 350.

PECHOVÁ, A., L. PAVLATA, I. BORKOVCOVÁ, H. PŘIDALOVÁ a L. VORLOVÁ. Vliv suplementace jodu na vylučování jodu mlékem a močí u koz. In: *Sborník X. Kábrtovy dietetické dny*. Brno: Tribun EU s.r.o., 2013, s. 292-296. ISBN 978-80-263-0365-7.

PORŠOVÁ-DUTOIT, I. *Endokrinologie v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 1995, 159 s. ISBN 80-716-9220-4.

REECE, W. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 473 s. ISBN 978-80-247-3282-4.

RODRÍGUEZ, E. M. R., M. S. ALAEJOS a C. D. ROMERO. Mineral content in goats' milks. *Journal of Food Quality*. 2002, roč. 25, č. 4, s. 343-358. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2002.tb01030.x.

ROZENSKÁ, L., A. HEJTMÁNKOVÁ, D. KOLÍHOVÁ a D. MIHOLOVÁ. Effects of lactation stage, breed and lineage on selenium and iodine contents in goat milk. *Czech Journal of Food Science*. 2013, roč. 12, č. 4, s. 318-322.

RYŠAVÁ, L. a J. KRÍŽ. Organizace a výsledky prevence jodového deficitu z hlediska státní správy. In: *Zásobení jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství u žen: IX. Konference u příležitosti Dne jodu*. Státní zdravotní ústav Praha: Pracoviště Frýdek-Místek, 2010, s. 5-6. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/vyziva/Sbornik_IX_konference_Jod_2010.pdf

RYŠAVÁ, L. a J. KRÍŽ. *Prevence jodového deficitu v ČR – historie a současný stav*. Praha: Státní zdravotní ústav Praha, 2013.

ŘEHŮRKOVÁ, I., RUPRICH a A. KOL. Dietary supply of iodine to Czech population and its most important sources. In: *Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: X. konference u příležitosti Dne jodu*. Praha: Státní zdravotní ústav Praha, 2013, s. 13-24.

SANCHEZ, L. a J. SZPUNAR. Speciation analysis for iodine in milk by size-exclusion chromatography with inductively coupled plasma mass spectrometric detection (SEC-ICP MS). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 1999, roč. 14, č. 11, s. 1697-1702. DOI: 10.1039/a905558d.

SINGH, R. a S. A. BEIGH. Diseases of Thyroid in Animals and Their Management. *Insights from Veterinary Medicine*. InTech, 2013, č. 9, s. 233-240. DOI: 10.5772/55377.

SLÁDEK, Z. *Anatomie a histologie hospodářských zvířat: Přehled obrazů mikroskopických histologických preparátů*. Brno: MZLU Brno, 2000.

TRÁVNÍČEK, J., K. FIALA, J. ŠVEHLA, K. ŠEDA, H. DUŠOVÁ, M. PEKSA a V. KROUPOVÁ. Výsledky sledování obsahu jódu v objemných krmivech, vodě a půdě. In: *Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: X. konference u příležitosti Dne jodu*. Praha: Státní zdravotní ústav Praha, 2013, s. 34-36.

TRÁVNÍČEK, J., I. HERZIG, J. KURSA, V. KROUPOVÁ a M. NAVRÁTILOVÁ. Iodine content in raw milk. *Veterinární Medicína*. 2006, roč. 51, č. 6, s. 448-453.

TRÁVNÍČEK, J., V. KROUPOVÁ, H. DUŠOVÁ, J. KRHOVJÁKOVÁ a R. KONEČNÝ. *Optimalizace obsahu jodu v kravském mléce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2011. ISBN 978-80-7394-328-8.

TRÁVNÍČEK, J., V. KROUPOVÁ, R. KONEČNÝ, M. STAŇKOVÁ, J. ŠŤASTNÁ, L. HASONOVÁ a M. MIKULOVÁ. Iodine status in ewes with the intake of iodine enriched alga *Chlorella*. *Czech Journal of Animal Science*. 2010, roč. 55, č. 2.

TRÁVNÍČEK, J., J. KURSA. Iodine Concentration in Milk of Sheep and Goats from Farms in South Bohemia. *Acta Veterinaria Brno*. 2001, vol. 70, issue 1, s. 35-42.

VERMOREL, M., J. J. BAUDET, Y. ANGLARET, S. GASNET, C. LEOTY, M. MEYER, R. SOUCHET a LEWIS. Valorization of rapeseed meal. 2. Nutritive value of high or low-glucosinolate varieties and effect of dehulling. *Reproduction Nutrition Développement*. 1987, roč. 27, 1A, s. 44-45. DOI: 10.1007/978-1-4684-3366-1_24.

ZAMRAZIL, V. Rizika nadměrného přívodu jodu. In: *Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: X. konference u příležitosti Dne jódu*. Praha: Státní zdravotní ústav Praha, 2013, s. 10-12.

Seznam internetových zdrojů:

Biosaxon: sůl minerální pro ovce a kozy 4 kg. *Amino centrum krmiv* [online]. © 2013 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://www.centrumkrmiv.cz/product/biosaxon-sul-mineralni-pro-ovce-a-kozy-4-kg-51/>

General biochemical thyroid. *Xetnghiemdakhoa.com* [online]. [© 2002-2015] [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://xetnghiemdakhoa.com/diendan/printthread.php?tid=243>

Katalog - ovce. *Trewit - Výrobce minerálních doplňkových krmiv a lizů* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://www.trewit.cz/web/cz/katalog/>

Melasovaný minerální liz RUMIHERB BIO 20 kg. *Vebor* [online]. © 2010 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://www.zetrashop.cz/nabidkaproekofarmy/melasovanymineralnilizrumiherbbio20kg%5B710%20111%5D?ItemIdx=3>

7. PŘÍLOHY

Tabulka 25 Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu A

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	5. odběr
1	12	17,5	28	128	148
2	11,8	20	32	30	42
3	10	25,5	31	50	80
4	15	31	42	68	41,5
5	12	18	25	64	79,5
6	13	34	75	146	152
7	38	58	59	69	107
8	37,5	38,5	48	90	77,5
9	42,5	38	45	74	91
10	42	35	102	108	149

Tabulka 26 Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu B

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	5. odběr
11	76	83	91	128	155
12	150	109	95	65	42,5
13	150	144	102	84	41,5
14	76	142,5	111	54	85
15	142	87,5	88	69	91
16	76	150	112	48	77,5
17	35	58	57	69	72
18	141,5	82,5	81	68	77,5
19	87,5	87,5	88	96	92,5
20	91	73	65	88	96

Tabulka 27 Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu C

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
21	131	43	47	45
22	24	50	59	68
23	142	44,5	48	n
24	38	58,5	62	n

Vysvětlivky: n – vzorek nezískán

Tabulka 28 Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu D

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
28	151	152	105
29	153	151,5	148
30	151	150	108
31	142,5	155	148

Tabulka 29 Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu E

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	5. odběr
33	42	33	40	n	n
34	22,5	n	n	n	n
35	42,5	38	30	42	77,5
36	15	18	25	34	80

Vysvětlivky: n – vzorek nezískán

Tabulka 30 Obsah jodu v moči ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu C

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
23	305	100	80
24	281	110	91
25	168	168	185
26	160	205	n

Vysvětlivky: n – vzorek nezískán

Tabulka 31 Obsah jodu v moči ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu D

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
28	188	141	202
29	150	312	162
30	140	286	101
31	88	105	108

Tabulka 32 Obsah jodu v moči ($\mu\text{g I.l}^{-1}$) u jednotlivých koz v chovu E

Číslo kozy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
33	n	88	n
34	n	106	110
35	n	92	n
36	n	85	121

Vysvětlivky: n – vzorek nezískán