

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

KRAVSKÉ MLÉKO JAKO PŘIROZENÝ ZDROJ JODU
V LIDSKÉ VÝŽIVĚ

COWS MILK AS A NATURAL SOURCE OF IODINE IN HUMAN NUTRITION

Autor diplomové práce:

Bc. Lucie Vítková

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

České Budějovice

2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Lucie VÍTKOVÁ
Osobní číslo: Z12673
Studijní program: N4103 Zootechnika
Studijní obor: Zootechnika
Název tématu: Kravské mléko jako přirozený zdroj jodu v lidské výživě
Zadávající katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

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

Cíl práce: Zhodnotit mléko jako přirozený potravinový zdroj jodu v ČR.

Literární přehled: Význam jodu a jeho metabolismus. Obsah jodu v životním prostředí, v živočišných produktech, zejména v kravském mléce a mléčných výrobcích. Faktory ovlivňující laktogenní výdej jodu. Požadavky lidí na příjem jodu podle věku, zátěže, výkonu. Aktuální rizika neúměrného příjmu jodu.

Metodika: Z analýz jodu v bazénových vzorcích mléka z let 2011-2013 zpracujte přehled obsahu jodu v mléce podle období, regionů, početnosti dojených krav v chovech, případně dalších faktorů ovlivňující transport jodu do mléka. Proveďte průzkum spotřeby mléka a mléčných výrobků u skupiny vašich vrstevníků. Na základě spotřeby mléčných výrobků vyjádřete podíl mléka na saturaci lidí v ČR jodem.

Výsledky: Tabulkové, grafické a statistické zpracování výsledků včetně slovního komentáře.

Diskuze: Shrnutí zjištěných výsledků a porovnání s literárními údaji. Posouzení dynamiky obsahu jodu v mléce v ČR za sledované období a vysvětlení případných změn a regionálních rozdílů. Porovnání množství jodu v mléce v ČR s jinými regiony v Evropě případně s jinými státy. Zhodnocení vlivu sledovaných faktorů ovlivňující množství jodu v mléce. Posouzení a zdůvodnění příčin neúměrného příjmu jodu a možných rizik v populaci lidí ČR. Vyjádření významu mléka jako přirozeného potravního zdroje jodu.

Závěr: Přehledné shrnutí nejdůležitějších poznatků a doporučení vyplývajících z řešené problematiky.

Seznam použité literatury: V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

Obsah: Uvedení stran jednotlivých kapitol práce.

Rozsah grafických prací: 10-15 tabulek a grafů

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Trávníček, J. et al. (2011): Optimalizace obsahu jodu v kravském mléce. Agrovýzkum Rapotín, JU v Č. Budějovicích, 56 s.
- Hofírek, B. et al.: Nemoci skotu. Česká buiatrická společnost. Nakladatelství Noviko a.s.. 2009. 1149 s.
- Jelínek, P., Koudela, K. et al.: Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU Brno. 2003. 401 s.
- Kováč, G. et al.: Choroby hovězieho dobytku. Vydavatelství M&M Prešov. 2001. 874 s.
- Trávníček, J. et al. (2007): Regulace obsahu jodu v potravinách živočišného původu. Závěrečná zpráva grantu NAZV 1B44013. JU v Č. Budějovicích, 2007.
- Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Agroweb, Agris, Scopus, Česká zemědělská a bibliografická databáze.

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

Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů


Datum zadání diplomové práce: 5. března 2013

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2014



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

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



prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 5. března 2013

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 kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

.....
Bc. Lucie Vítková

Děkuji prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. a pracovníkům laboratoře Katedry zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů ZF JU v Českých Budějovicích za cenné rady a pomoc při zpracování mé diplomové práce.

Dále děkuji své rodině a přátelům za podporu a trpělivost v průběhu této etapy mého života.

.....
Bc. Lucie Vítková

Diplomová práce byla zpracována v rámci řešení grantového projektu GAJU 011/2013/Z a výzkumného projektu NAZV QH 81105.

ABSTRAKT:

Práce se zabývá významem mléka jako přirozeného zdroje jodu ve výživě člověka. Přináší údaje o spotřebě mléka a mléčných výrobků a jejich podíl na krytí potřeby jodu u studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Do pokusu bylo zařazeno celkem 60 osob (20 mužů a 40 žen). Empirická data byla získána v rámci řešení grantového projektu GAJU 011/2013/Z a NAZV QH 81105. Údaje o spotřebě mléka a mléčných výrobků byly získány pomocí dotazníků. U mužů dosáhla průměrná týdenní spotřeba mléka hodnoty $826,5 \pm 835,1$ ml (118,1 ml za den) a u žen hodnoty $912,4 \pm 783,9$ ml (130,3 ml za den). Spotřeba jogurtů byla u mužů průměrně $361,0 \pm 401,4$ g za týden (51,6 g za den), u žen $428,4 \pm 338,8$ g za týden (61,2 g za den) a průměrná spotřeba sýrů: muži $263,0 \pm 240,5$ g za týden (37,6 g za den), ženy $260,2 \pm 226,5$ g týden (37,2 g za den). Z mléka a mléčných výrobků přijali muži za den průměrně 81,6 μg jodu a ženy 93,4 μg . Podle výsledků bylo množství zkonzumovaného mléka a mléčných výrobků nižší než celorepublikový průměr, přesto ale pokrylo více jak polovinu jeho denní potřeby.

Práce uvádí také údaje o obsahu jodu v moči studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích ($n=62$) jako ukazatele zásobení organismu jodem. Průměrný obsah jodu v moči všech vyšetřených osob (mužů i žen) byl $230,4 \pm 171,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, přičemž u mužů ($n=21$) dosáhl hodnoty $244,6 \pm 195,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a u žen $223,2 \pm 159,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Výsledky průměrného obsahu jodu v moči odpovídaly fyziologickému rozpětí, tj. u studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity bylo zjištěno dostačující zásobení organismu jodem. Dále práce přináší údaje o množství jodu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů ($n=50$) z Jihočeského kraje, Plzeňského kraje a kraje Vysočina v průběhu let 2011 - 2013. Bazénové vzorky mléka byly získány ve spolupráci s centrální laboratoří mlékárny Madeta a.s. České Budějovice a Veterinárním centrem s.r.o. Sušice. V roce 2011 dosáhl jod průměrné koncentrace $321 \pm 337,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v roce 2012 $298,8 \pm 290,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a v roce 2013 a $234,7 \pm 166,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, tj. ve všech sledovaných letech byl zjištěn jeho nadbytek. Nejvyšší hodnoty ($315,6 \pm 305,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) dosáhl jod v kraji Jihočeském. V kraji Vysočina byla zjištěna nižší průměrná hladina jodu (o 9,5 %), stejně jako v Plzeňském kraji, kde bylo jeho množství v mléce menší až o 53,7 % oproti kraji Jihočeskému a o 48,8 % oproti kraji Vysočina.

Klíčová slova: kravské mléko, mléčné výrobky, jod, štítná žláza

ABSTRACT:

This thesis deals with the importance of milk as a natural source of iodine in human nutrition. The thesis provides a data of the consumption of milk and milk products and their contribution to the protection needs iodine for students and employees of the University of South Bohemia in Ceske Budejovice. The experiment includes a total of 60 people (20 men and 40 women). Empirical data was obtained within the grant project named GAJU 011/2013/Z and NAZV QH 81105. Data of consumption of milk and milk products were obtained through questionnaires. For men, average weekly consumption of milk was 826.5 ± 835.1 ml (118.1 ml per day) and for women 912.4 ± 783.9 ml (130.3 ml per day). Average consumption of yogurt for men was 361.0 ± 401.4 g per week (51.6 g per day), for woman 428.4 ± 338.8 g per week (61.2 g per day) and average consumption of cheese was for men 263.0 ± 240.5 g per week (37.6 g per day) and for woman was 260.2 ± 226.5 per week (37.2 g per day). Through the milk and milk products tested, men average $81.6 \mu\text{g}$ of iodine per day, woman adopted $93.4 \mu\text{g}$. According to the results, the amount of consumed milk and milk products was lower than the nationwide average, but still covered more than half of daily iodine needs.

The thesis presents the data of the iodine concentration in urine for students and employees of the University of South Bohemia in Ceske Budejovice ($n=62$) as an indicator of iodine supply to the organism. The average iodine content in urine of all subjects (men and women) was $230.4 \pm 171.3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, for men ($n=21$) reached $244.6 \pm 195.2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, for women was $223.2 \pm 159.8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Results of the average iodine content in urine reflected the physiological range, i.e. for the students and employees of the University of South Bohemia was supply of iodine in organism sufficient. The thesis also provides information about the amount of iodine in samples of cow's milk on a selected farm ($n=50$) of the Jihocesky region, the Plzensky region and Vysocina during the years 2011 - 2013. Samples of cow's milk were obtained in collaboration with the Central Laboratory of dairy Madeta a.s in Ceske Budejovice and Veterinary Centre s.r.o Susice. In 2011, the average concentration of iodine was $321.0 \pm 337.8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, in 2012 was concentration of iodine $298.8 \pm 290.8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ and in 2013 was $234.7 \pm 116.1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ also otherwise: in all years was it was determined that there was an abundance of iodine. The highest values ($315.6 \pm 305.1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) of iodine was in the Jihocesky region. In Vysocina a lower

average level of the iodine was detected (9.5 %), as well as in the Plzensky region where the amount of iodine in milk was lower by 53.7 %, compared to the South Bohemia region and 48.8 % compared to the Vysocina region.

Key words: cows milk, milk products, iodine, thyroid gland

OBSAH

1	ÚVOD	12
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	13
2.1	SLOŽENÍ A VÝZNAM KRAVSKÉHO MLÉKA.....	13
2.2	CHARAKTERISTIKA A VLASTNOSTI JODU.....	14
2.3	VÝSKYT JODU	15
2.3.1	Jod v půdě.....	15
2.3.2	Jod v rostlinách.....	17
2.3.3	Jod ve vodě.....	18
2.3.4	Jod v organismu	19
2.4	ZDROJE JODU.....	19
2.4.1	Zdroje jodu pro dojnice	19
2.4.1.1	Obsah jodu v krmivech.....	20
2.4.1.2	Doplňkové zdroje jodu.....	21
2.4.2	Zdroje jodu pro člověka	23
2.4.2.1	Jod v konzumním mléce a mléčných výrobcích	24
2.4.2.2	Jod v mase.....	28
2.4.2.3	Jod ve vejcích.....	29
2.4.2.4	Jod v soli	30
2.5	VSTŘEBÁVÁNÍ A VYLUČOVÁNÍ JODU.....	31
2.6	METABOLISMUS JODU.....	31
2.7	FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM JODU.....	33
2.8	POTŘEBA JODU.....	34
2.8.1	Požadavky na příjem jodu u zvířat	34
2.8.2	Požadavky na příjem jodu u člověka	35
2.9	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OBSAH A VYUŽITÍ JODU V ORGANISMU	36
2.9.1	Význam selenu pro metabolismus jodu	36
2.9.2	Strumigeny	38
2.9.3	Faktory ovlivňující laktogenní výdej jodu	40
2.10	METODY STANOVENÍ OBSAHU JODU V MLÉCE	40

2.11 RIZIKA SPOJENÁ S NEÚMĚRNÝM PŘÍJMEM JODU	41
2.11.1 Nedostatek jodu a hypotyreóza	41
2.11.2 Nadbytek jodu a hypertyreóza.....	43
2.12 STAV ZÁSOBENÍ JODEM VE SVĚTĚ	45
3 CÍL PRÁCE	47
4 MATERIÁL A METODIKA.....	48
4.1 STANOVENÍ SPOTŘEBY MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ A JEJICH PODÍL NA KRYTÍ POTŘEBY JODU	48
4.2 OBSAH JODU V MOČI STUDENTŮ A ZAMĚSTNANCŮ JČU JAKO UKAZATEL ZÁSOBENÍ JODEM.....	48
4.3 OBSAH JODU V BAZÉNOVÝCH VZORCÍCH MLÉKA.....	49
4.4 SPEKTROFOTOMETRICKÁ SPALOVACÍ ALKALICKÁ METODA PODLE SANDELL - KOLTHOFFA.....	50
5 VÝSLEDKY.....	51
5.1 SPOTŘEBA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	51
5.2 OBSAH JODU V MOČI STUDENTŮ A ZAMĚSTNANCŮ JČU	56
5.3 OBSAH JODU V BAZÉNOVÝCH VZORCÍCH MLÉKA.....	57
6 DISKUZE.....	63
6.1 SPOTŘEBA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ A JEJICH PODÍL NA KRYTÍ POTŘEBY JODU.....	63
6.2 OBSAH JODU V MOČI STUDENTŮ A ZAMĚSTNANCŮ JČU JAKO UKAZATEL ZÁSOBENÍ JODEM.....	66
6.3 OBSAH JODU V BAZÉNOVÝCH VZORCÍCH MLÉKA.....	68
7 ZÁVĚR.....	72
8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	74
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	85
10 DATOVÉ PŘÍLOHY	86

1 ÚVOD

Jod představuje stopový prvek, který má mezi minerálními látkami nezastupitelnou úlohu. Jeho význam spočívá ve správné funkci štítné žlázy, většiny metabolických funkcí v organismu a normálním vývoji plodu během nitroděložního vývoje. Protože představuje hlavní podmínku stabilizace látkové přeměny organismu a jeho neúměrný příjem vede k poruchám zdravotního stavu, je problematika optimálního obsahu jodu ve výživě člověka a zvířat celosvětově aktuální. Podle odhadu postihují choroby štítné žlázy nejméně 5 % lidské populace, u žen středního a vyššího věku dokonce 10 - 15 %.

Česká republika se řadí mezi regiony historicky postižené nedostatkem jodu. Proto byla poslední dekáda minulého století obdobím velkého úsilí a investic pro dosažení optimálního příjmu jodu. Pro uskutečnění programů kontroly chorob z nedostatku jodu mobilizovaly vlády postižených zemí značné zdroje ve spolupráci s WHO (Světová zdravotnická organizace), UNICEF (Dětský fond Organizace spojených národů) a za technické podpory Mezinárodní rady pro kontrolu poruch z nedostatku jodu (ICCIDD).

Nedostatek jodu se v programu ICCIDD řeší především jodizací soli a úpravou jeho obsahu v živočišných produktech, zejména v mléce a mléčných výrobcích představujících ve výživě člověka důležitý přirozený zdroj jodu. Kromě toho také na základě studií uhradí jeden litr kravského mléka denní potřebu tuku, esenciálních aminokyselin, fosforu, vápníku, mikroelementů, polovinu bílkovin, třetinu vitamínů A, C, D a čtvrtinu energie. Ovšem s rozvojem plošné suplementace jodu do krmiva hospodářských zvířat z důvodu jeho dřívějšího nedostatku se do popředí diskuze dostává také zdravotní riziko nadbytečného příjmu jodu.

Systematická kontrola obsahu jodu v kravském mléce poskytuje objektivní informaci o využití jodu u dojnic v zájmu jejich zdraví i zdraví spotřebitelů mléka. I když se od roku 2004 považuje, na základě vyhodnocení platných kritérií WHO, příjem jodu za dostatečný a jodový deficit považován za zvládnutý, stále existují skupiny osob, které jsou neúměrným příjmem jodu ohroženy. Do této skupiny patří především těhotné a kojící ženy, osoby starší 65 let, děti a lidé s odlišnými stravovacími návyky jako vegetariáni a vegani.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 SLOŽENÍ A VÝZNAM KRAVSKÉHO MLÉKA

Kravské mléko představuje jednak nezbytný zdroj výživy novorozených telat a jednak je vedle hlavních složek a živin významným zdrojem minerálních látek ve výživě člověka. Jeho biologická hodnota je vysoká a obsahuje téměř kompletní soubor látek, které jsou nezbytné pro normální vývoj organismu. Mimo to má čerstvě nadojené mléko baktericidní účinek pro obsah lysozymu, imunoglobulinů, laktoperoxidáz a laktoferinu (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003).

V mléce se nachází přibližně 200 různých látek, z toho 60 masných kyselin, 40 minerálních prvků, 20 aminokyselin, 17 vitamínů, dále hormony, enzymy a pigmenty (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). Mezi základní složky mléka patří voda, sacharidy, lipidy, bílkoviny a minerální látky (REECE, 2011). Procentické zastoupení těchto látek uvádí tabulka č. 1.

Mléčný tuk je zdrojem energie pro organismus. Obsahuje monoacylglyceroly, diacylglyceroly, triacylglyceroly, neesterifikované mastné kyseliny, fosfolipidy a cholesterol. Fosfolipidy mají fyziologický a nutriční význam pro činnost buněk. Mléčné bílkoviny jsou nejcennější složkou mléka. Rozdělují se na kasein a syrovátkové bílkoviny, mezi které patří alfa-laktalbumin, beta-laktoglobulin, imunoglobuliny, krevní albumin a albumózopeptonová frakce. Imunoglobuliny hrají velmi důležitou roli v imunitním systému organismu. Hlavním sacharidem mléka je laktóza, která mléku dodává nasládlou chuť, je zdrojem energie a v tenkém střevě napomáhá vstřebávání některých minerálních látek (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003; KOPŘIVA, 2011).

Z minerálních látek obsahuje mléko ve velké míře vápník, hořčík a fosfor a také celou řadu důležitých stopových prvků, jako zinek, železo, měď, mangan, selen a jod (ROZENSKÁ, 2013). Vitamíny jsou zastoupeny jak rozpustné ve vodě (hydrofilní), tak rozpustné v tucích (lipofilní). Jedná se především o vitaminy A, D, E, K a vitamíny ze skupiny B (B5, B2, B1, B6, PP, B12), ale v menším množství je zastoupen také vitamín C, vitamín H, inositol a kyselina listová (KOPŘIVA, 2011).

Vápník se v mléce nachází z části (30 %) v rozpustné formě a je proto lépe vstřebatelný a využitelný lidským organismem. Jeho využitelnost se zvyšuje obsahem fosfopeptidů a laktózy v mléce, které preferují ve střevě absorpci vápníku před fosforem a tím udržují správný poměr Ca a P (KOPÁČEK, 2013).

Tab. č. 1: Průměrné složení syrového kravského mléka (DRBOHLAV a VODIČKOVÁ., 2002)

Nutrient	Průměrná hodnota (%)
Voda	87,50
Sušina	12,40
Bílkoviny	3,29
Tuk	4,06
Laktóza	4,77
Minerální látky	0,73

2.2 CHARAKTERISTIKA A VLASTNOSTI JODU

Jod byl objeven Bernardem Curtoisem v roce 1811 v popelu z mořských chaluh (VELIKÝ, 1964). Jedná se o chemický prvek, který se společně s chlorem, fluorem, bromem a astatem řadí mezi prvky V.II.A skupiny periodické soustavy prvků neboli p⁵ prvky, souhrnně označované jako halogeny. Má 7 valenčních elektronů, elektronegativitu 2,2 a na rozdíl od chloru a bromu je monoizotopický, tj. tvořen pouze jedním izotopem. Snadno sublimuje a ve všech skupenských stavech tvoří dvouatomové molekuly (BENEŠOVÁ a SATRAPOVÁ, 2002).

Jod je pevná, černo - fialová látka o atomové hmotnosti 126,9, teplotě varu 185 °C a teplotě tání 113,6 °C. Tvoří destičkovité, kovově lesklé krystalky. Málo se rozpouští ve vodě, lépe v glycerinu, snadno v etanolu, etheru a dalších organických rozpouštědlech. Roztoky v polárních rozpouštědlech mají hnědočervenou barvu, v nepolárních rozpouštědlech jsou fialové. Je jedovatý, leptavý, charakteristického zápachu a jeho páry způsobují záněty dýchacích cest a očí (GREENWOOD a EARNSHAW, 1993; MLYNÁŘ A ŠRÁMEK, 2011). Ze skupiny halogenů je nejméně reaktivní. S vodíkem reaguje jen mírně, s kyslíkem vůbec. Přímou se slučuje s chlorem, fluorem a fosforem (PAVELKA a SCHÜTZ, 1974). Jod má celkem 33 radioaktivních izotopů, přičemž nejvýznamnějšími z nich jsou ¹²⁹I, který má poločas rozpadu 15,7 milionů let, a dále ¹³¹I s poločasem rozpadu 8 dní (poté se rozpadá na xenon při současném uvolnění radioaktivního záření beta a gama). Radioaktivní jod se přitom může ukládat místo stabilního jodu (¹²⁷I) do štítné žlázy a účinkovat jako vnitřní zářič.

Tomuto jevu lze předcházet aplikací jodových tablet, které před vlastní radiační expozicí zcela nasatí štítnou žlázu a ta už poté škodlivý jod (radioaktivní) nepřijímá (MURAMATSU et al., 2004).

Jod se využívá například v analytické chemii, konkrétně v jodometrii, kde je jeho přítomnost indikována modrým zabarvením škrobového roztoku. Uplatnění nachází také v tenkovrstvé chromatografii, kde se páry jodu používají k vyvolávání chromatogramů. Jako jodid draselný je využíván v prevenci vstřebávání radioaktivního jodu při nehodách s emisí radionuklidů. Mimo to nachází uplatnění také při dezinfekci vody pro pití a vaření (MLYNÁŘ a ŠRÁMEK, 2011).

2.3 VÝSKYT JODU

Působením klimatických vlivů byl jod, původně obsažený v zemském povrchu, vyplaven z povrchových vrstev do moří a oceánů (HETZEL, 1989). V přírodě se vyskytuje pouze ve formě sloučenin, přičemž převážná část světových zásob jodu je rozpuštěna v mořské vodě ve formě jodidu a jodičnanu. Některé mořské rostliny (především různé druhy řas) jsou schopny jod vychytávat a následně lze z jejich popela elementární jod izolovat (MLYNÁŘ A ŠRÁMEK, 2011).

Spádem a srážkami přechází jod na zemský povrch a platí, že čím je oblast blíže pobřežním a přímořským oblastem a čím je zde více srážek, tím větší množství jodu se na zemský povrch dostane. Z tohoto důvodu jsou vnitrozemské oblasti na jod chudší, na rozdíl od bohatších oblastí s oceánským klimatem. Také horské oblasti jsou na jod chudé a to i přes to, že se vyznačují vysokým úhrnem srážek. Příčinou je jejich velká vzdálenost od moří a málo propustný povrch, přes který se voda nestačí vstřebávat a rychle stéká po kamenitém povrchu do nižších poloh (FUGE, 2007).

V litosféře je množství jodu, na rozdíl od většiny ostatních prvků, poměrně malé. Na naší planetě je podle odhadu několik miliard tun jodu, přičemž v zemské kůře je asi $3 \cdot 10^{-5}$ %, v půdě asi $5 \cdot 10^{-5}$ % a v atmosféře se nachází pouze stopově (MURAMATSU et al., 2004; VELIKÝ, 1964).

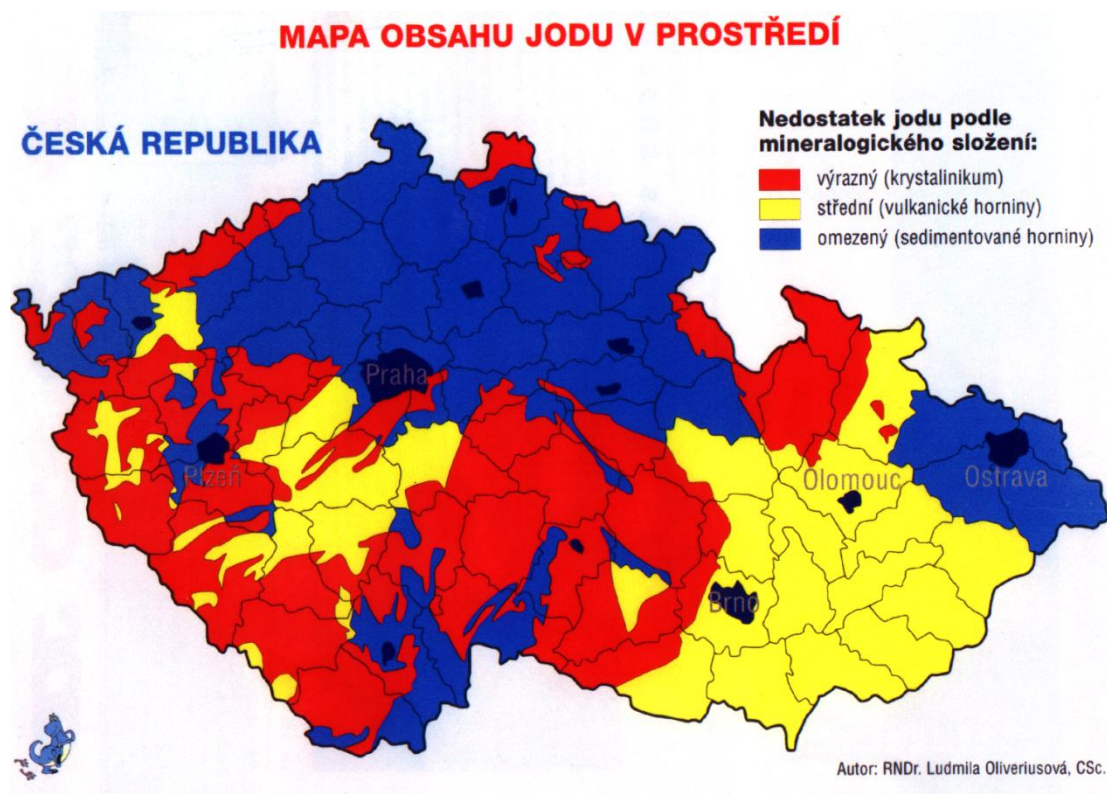
2.3.1 Jod v půdě

Množství jodu v půdě je nerovnoměrné, snižující se s vzrůstající hloubkou a závislé na geologickém podloží, vzdálenosti stanovišť od oceánů a exploataci půd (FUGE, 2007; MACKOWIAK et al., 2005). Jod se hromadí většinou v povrchových

horizontech půdního profilu, z důvodu upřednostněné sorpce na organickou hmotu půdy (edafon), hydratované oxidy železa a manganu a jílové částice (ANKE, 2004). Více jodu obsahují intenzivně obdělávané a humusově bohaté černozemě na rozdíl od chudších půd písčitých a podzolových. Protože je jod v půdě vázán poměrně silně, je méně než 10 % z jeho celkového obsahu vyluhovatelného vodou. Ovšem vazebná schopnost půd je rozdílná podle druhu: u písčitých je nízká, u železitých a jílovitých vysoká. Na jeho rovnováhu má vliv celá řada faktorů, jako půdní reakce, obsah půdní vody a vzduchu a koncentrace huminových látek (FUGE, 2007; MACKOWIAK et al., 2005). Vápnění půd snižuje rozpustnost sloučenin jodu v půdě a tím snižuje jeho dostupnost pro organismy, které v půdě žijí (ANKE, 2004). ŠEDA et al., 2011 uvádí, že vysoké obsahy jodu lze předpokládat ve velkých hloubkách půdy, a to proto, že horniny se zde vyskytují v polotekutém stavu jako magma.

Podle OLIVERIUSOVÉ (1997) neobsahuje v podmínkách České republiky žádný typ hornin takové množství jodu, jenž by zabezpečilo jeho dostatečný vstup do potravního řetězce (obrázek č. 1). McGRATH et al. (1990) uvádí, že za deficitní lze považovat nižší množství jodu v půdě než $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mimořádně nízký obsah jodu v půdě na většině území ČR potvrzují průměrné hodnoty obsahu jodu na území trvalých travních porostů z oblasti Šumavy a Jeseníků, které dosahují $0,8\text{-}5,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suché zeminy (TRÁVNÍČEK et al., 2010b). TRÁVNÍČEK et al. (2013) uvádí průměrný obsah jodu $5,11 \pm 0,65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suché zeminy ve vzorcích půdy lučních porostů odebraných z lokality v CHKO (chráněná krajinná oblast) Šumava v roce 2011 a průměrný obsah jodu $0,97 \pm 0,27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ve vzorcích z lokalit v CHKO Jeseníky. Mimo to TRÁVNÍČEK et al. (2013) také uvádí výsledky průzkumu obsahu jodu v půdě podle exploatace, popřípadě agrotechnických opatření: 3x sečená půda z plochy lučních porostů obsahovala jodu více ($5,44 \pm 0,40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), než půda z ploch sečených pouze 1x ($5,24 \pm 0,77 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a ploch ponechaných ladem ($4,65 \pm 0,98 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Obr. č. 1: Obsah jodu v prostředí (OLIVERIUSOVÁ, 1997)



2.3.2 Jod v rostlinách

Rostliny přijímají jod jednak ve formě plynu a aerosolu z okolního vzduchu a jednak kořenovým systémem z půdy (FUGE, 2007). Poměrně efektivní je přímé zachycení atmosférického jodu na listech rostlin, nebo přímý příjem jodu přes průduchy. Na základě výpočtů bylo zjištěno, že 60 % příjmu elementárního jodu přichází právě průduchy a zbývajících 40 % vstřebáním z vnější části rostlin (TRÁVNÍČEK et al., 2013). Ovšem přestože mají některé rostliny schopnost jod kumulovat, není pro ně na rozdíl od živočichů nepostradatelný (FUGE, 2007).

Jod se v rostlinách vyskytuje jak v organické, tak anorganické formě (jodidy), a to především v listech (ZEMAN, 1999). Jeho množství přímo závisí na hladině jodu v půdě či ve vodě a pohybuje se od 0,1 do 0,50 - 0,90 mg·kg⁻¹. Více jodu obsahují mladé a mořské rostliny, především různé duhy řas (až 900 mg·kg⁻¹), protože vychytávají jod z mořské vody (HERZIG a SUCHÝ, 1996; MLYNÁŘ a ŠRÁMEK, 2011). Například hnědá řasa rodu *Laminaria* dokáže ve své stélce kumulovat jod v množství až 1 % hmotnosti sušiny (VERHAEGHE et al., 2008). Také KUPPER et al. (2008) uvádí, že v některých mořských organismech (zejména řasách) se hromadí

velké množství jodu, což je často považováno za ochranu proti tzv. oxidačnímu stresu buněk. Naopak nejnižší koncentraci vykazují podle McDOWELLA (1992) rostliny na půdách s podložím žuly.

Analýzu obsahu jodu v rostlinách provedl například TRÁVNÍČEK (2012), který v travách zjistil průměrný obsah jodu $340 \pm 177,1 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a v bylinách $200,3 \pm 76,6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 100% sušiny. Podle výsledků TRÁVNÍČKA et al. (2013) lze předpokládat, že k výraznějšímu přestupu jodu do rostlin dochází při jeho obsahu v půdě 6 a více $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

2.3.3 Jod ve vodě

Velké množství jodu je obsaženo v hydrosféře, čímž rozhodujícím způsobem přispívá do geobiochemického koloběhu jodu na zemi (JONES a TRUESDALE, 1984). Jod se ve vodě vyskytuje především ve formě jodidů, ale také jako jodičnany, organicky vázaný jod, elementární jod, nedisociovaná kyselina jodná a ostatní sloučeniny (PITTER, 2009).

Do vodních toků se dostává srážkami a tzv. elucí, neboli vymýváním z okolních půd, a jeho obsah zde kolísá podle geologického podloží a vzdáleností od moře (VELIKÝ, 1964; FUGE, 2007). MLYNÁŘ a ŠRÁMEK (2011) uvádí, že většina světových zásob jodu je ve formě jodidu a jodičnanu rozpuštěna právě v mořské vodě. Podle TAGAMI a UCHIDA (2006) se jod v oceánech biochemickými pochody uvolňuje ze sedimentů dna, a to v elementární formě nebo jako jodované deriváty uhlovodíků a jeho průměrný obsah se v nich pohybuje mezi 50 - 60 $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$.

V pitné a napájecí vodě dosahuje koncentrace jodu nejčastěji rozmezí 5 - 10 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, zatímco v horských oblastech ČR klesá pod 2 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (TRÁVNÍČEK et al., 2010b). V japonských řekách se uvádí hodnoty od 0,12 - 34,5 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (TAGAMI a UCHIDA, 2006). PITTER (2009) uvádí, že v ČR mají nejvyšší obsah jodu některé minerální vody (Hanácká kyselka), dále lázeňské vody v Karviné-Darkově a ropné vody z Hodonínska.

Obsahem jodu ve vodě se zabývali například ŠEDA et al. (2010), kteří zjistili v roce 2009 ve vzorcích vod z povodí řeky Blanice průměrný obsah jodu $2,959 \pm 1,389 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. TRÁVNÍČEK et al. (2013) ve srážkové vodě ze stanoviště CHKO Jeseníky stanovili v roce 2011 koncentraci jodu $2,08 \pm 1,20 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. TRÁVNÍČEK et al., 2011b také uvádí, že využíváním jodu k dezinfekci a výrobě repelentů, v chemickém

průmyslu a při používání jodových preparátů u zvířat a lidí se zvyšuje jeho obsah v odpadních vodách.

Z důvodu každodenního napájení hospodářských zvířat vodou je pro příjem jodu v hospodářských chovech vodní zdroj nezanedbatelným faktorem a povrchová voda tedy představuje významný zdroj jodu jak pro živočichy, tak pro rostliny i člověka (ŠEDA et al., 2011).

2.3.4 Jod v organismu

V různém množství se jod v organismu nachází ve všech buňkách, tkáních a tekutinách. Nejvyšší koncentrace dosahuje ve štítné žláze (80 %) a svalovině (10 - 15 %). Menší množství je obsaženo v kůži, skeletu, krvi a krevní plazmě, slinách, mléčné žláze, žaludeční sliznici a ledvinách (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003; PATRICK, 2008). Přitom podle ČERMÁKA et al. (2000) se množství jodu v organismu odvíjí zejména od množství jeho příjmu.

KAJABA (1995) uvádí, že organismus člověka obsahuje přibližně 25 mg jodu, z čehož asi 8-10 mg se nachází ve štítné žláze a 1,5 mg v krvi a dalších tkáních. Podle VELÍŠKA (1999) se v těle dospělého člověka (70 kg) nachází 10-30 mg jodu a podle HNÍKOVÉ (1995) $0,0285 \times 10^{-3}$ % tělesné hmotnosti.

V těle zvířat dosahuje koncentrace jodu 50 - 200 µg na 1 kg živé hmotnosti, přičemž s rostoucím věkem jeho hladina klesá (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003).

2.4 ZDROJE JODU

2.4.1 Zdroje jodu pro dojnice

V podmínkách ČR je příjem jodu u dojnic zajištěn především alimentárně z krmné dávky (KD) a napájecí vody, v menší míře také dýcháním z ovzduší a veterinárních a desinfekčních prostředků. Ovšem protože se ve výživě dojnic uplatňují především tuzemská krmiva s nízkým obsahem jodu, a tudíž přirozený příjem jodu z objemné a jadrné složky nepřevyšuje (na základě výzkumu) 3 - 4 mg na kus a den, jsou krmiva pro dojnice o jod obohacována prostřednictvím minerálních doplňků (TRÁVNÍČEK et al. 2010b; TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

2.4.1.1 Obsah jodu v krmivech

Obsah jodu v krmivech dojníc je důležité udržovat na optimální hladině, protože při jeho absenci nebo nízkém množství v krmivu se snižuje množství jodu v mléce a následně může docházet k nedostatku jodu u telat a k metabolickým poruchám (UNDERWOOD, 1971). Ovšem také jeho nadměrné množství je nežádoucí. Proto je obsah jodu v krmivu limitován a podle nařízení Komise ES č. 1459/2005 může být v kompletní krmné dávce pro dojnice maximální přípustný obsah jodu $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ krmiva při obsahu vlhkosti 12 % (www.agroporadenstvi.cz; citováno dne: 30. 10. 2013). V této souvislosti provedl Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) v letech 2008 a 2009 u nejvýznamnějších producentů mléka v ČR cílené kontroly obsahu jodu v kompletní krmné dávce pro dojnice a podle jeho výsledků není v chovech dojníc maximální přípustný limit významně překračován (průměrná hodnota v KKD při 88% sušiny byla v roce 2008 $2,17 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a v roce 2009 $1,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) (NIEDOBOVÁ, 2013).

UNDERWOOD a SUTTLE (2001) uvádí, že obsah jodu v rostlinných krmivech je velice proměnlivý a závisí zejména na jeho obsahu v půdě a vodě, který je ovlivněn jejich geologickým původem a vzdáleností od oceánu. Podle McDOWELLA (1992) se koncentrace jodu v objemných krmivech na území České republiky pohybuje v rozmezí $0,1 - 0,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny v závislosti na klimatických a geologických podmínkách, rostlinném druhu a hnojení.

Ve srovnání se zelenou hmotou se seno a silážovaná krmiva vyznačují vyšším obsahem jodu, protože v listech rostlin dochází k jeho kumulaci a při následné konzervaci se v důsledku odpaření vody mění jeho obsah (HERZIG a SUCHÝ, 1996). V pastevních porostech se obsah jodu s postupující vegetací významně zvyšuje (tabulka č. 2), a to až na úroveň fyziologické potřeby v podzimním období (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

V jihozápadních Čechách bylo podle TRÁVNÍČKA et al. (2011b) zjištěno nejnižší průměrné množství jodu v kukuřičné siláži a nejvyšší v siláži travní (tabulka č. 3). Obsahem jodu v lučním porostu a objemných krmivech se zabývali také TRÁVNÍČEK et al. (2013), kteří v roce 2011 stanovili v lokalitě CHKO Šumava průměrný obsah jodu ve vzorcích lučního porostu $319 \pm 160,5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny a o rok

později 278,5 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, přičemž nejvíce jodu obsahovaly vzorky v červnu a nejméně v září.

Tab. č. 2: Obsah jodu v pastevním porostu v závislosti na ročním období (TRÁVNÍČEK et al., 2004).

Období	Průměrný obsah jodu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny)
Květen – červen	0,101 ¹
Srpen - říjen	0,214 ¹

Poznámka: ¹ t-test $P < 0,01$

Tab. č. 3: Obsah jodu v objemných krmivech v jihozápadních Čechách (TRÁVNÍČEK et al., 2004).

Krmivo	Průměrný obsah jodu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny)
Pastevní porost	0,149 ^{1,2}
Seno	0,112 ^{1,3}
Travní siláž	0,213 ^{2,3,4}
Kukuřičná siláž	0,110 ⁴

Poznámka: ^{1,2,3,4} t-test $P < 0,01$

2.4.1.2 Doplnkové zdroje jodu

V zemích střední Evropy nelze docílit zajištění potřeby jodu u dojnic pouze z objemných krmiv a napájecí vody, a to ani při respektování meziroční proměnlivosti jeho koncentrace v objemných krmivech. Proto musí být jod do krmných dávek dojnic suplementován jako prevence jeho deficitu a pro posílení látkového metabolismu (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Také HEMKEN (1980) uvádí, že pokud je příjem jodu z objemných a jaderných krmiv nízký, je jeho obsah v krmivu ovlivněn zejména doplňkovým příjmem.

K suplementaci jodu se používají především minerální krmné přísady (MKP), ve kterých jsou obsaženy buď anorganické sloučeniny jodu ve formě jodidů a jodičnanů nebo organické sloučeniny jako etylendiamindihydrojodid, jodované nenasycené masné kyseliny, jodované tuky a mořské či sladkovodní řasy

(TRÁVNÍČEK et al., 2010b). Dále jsou využívány minerálně vitaminové směsi či premixy makro a mikroprvků. Významnou formu suplementace jodu představují zejména při pastvě minerální lizy, u nichž jsou sice nevýhodou velké individuální rozdíly v jejich příjmu, ale jsou snadno aplikovatelné.

Podle TRÁVNÍČKA et al. (2011b) se v minerálních krmných přísadách, nabízených v ČR (tabulka č. 4), pohybuje obsah jodu od 39 do 400 mg·kg⁻¹. Ovšem výrobcem doporučený příjem jodu z minerálních doplňků často přesahuje jeho potřebu a doporučené množství (0,8 mg·kg⁻¹ sušiny krmiva) pro dojené krávy (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Doplňkové zdroje jodu představují v chovech krav také dezinfekční prostředky s obsahem jodu, používané k desinfekci struků mléčné žlázy před nebo po dojení (HERZIG et al., 1999).

Tab. č. 4: Obsah jodu v minerálních doplňcích nabízených v ČR a jeho podíl na denním příjmu jodu u dojnic (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Název	Obsah jodu (mg/kg)	Dávka krmiva (g/kus/den)	Příjem jodu (mg/kus/den)
Rindamin J 2006	60-80	100-200	6-16
Rindamin J 2006T	60-80	150-350	9-28
Rindamin LE-2006, GIM-2006 Plus	100-250	150-450	15-112,5
Nutri Mix pro dojnice a mladý skot	105	100-200	10,5-21
M1	110	150-300	16,9-33,0
M2	200	150-300	30,0-60,0
Turmix-S1 B	40	200-300	8-12
MKP	100-120	150-300	15-36
Premix M1-5	100	150-300	15-30
MKP B-E,4B	80-120	150-300	12-36
BK ROZDOJ	39	1000-2000	39,0-78,0
Camisan, Profisan, Topsan	400	200-400	80,0-160,0

2.4.2 Zdroje jodu pro člověka

Geografické a geologické vlastnosti České republiky jsou příčinou nedostatečného obsahu jodu v přirozených zdrojích potravy a s tím spojených zdravotních poruch, které deficit tohoto biogenního prvku způsobuje (RYŠAVÁ a KŘÍŽ, 2010).

Vzhledem k výživovým zvyklostem představují hlavní přirozené zdroje jodu pro člověka zejména živočišné produkty mléko, maso a vejce (BORKOVCOVÁ a ŘEHŮRKOVÁ, 2001). Průměrný příjem jodu z těchto potravin na obyvatele v ČR uvádí tabulka č. 5. Význam živočišných produktů jako zdrojů jodu potvrzuje experiment KRAJČOVIČOVÉ - KUDLÁČKOVÉ et al. (2001), ve kterém při výživě založené pouze na potravinách rostlinného původu byly zjištěny projevy nedostatku jodu u 80 % experimentálních osob, ve srovnání s 9 % osob s výživou tradiční. Vydatným zdrojem jodu jsou také mořské ryby, dary moře a mořské řasy, ale vzhledem k tomu, že nejsou v našem jídelníčku zastoupeny v dostatečném množství, nemohou zajistit doporučenou dávku jodu na den (RYŠAVÁ, 2007).

Obecně se jod ve většině potravin vyskytuje v setinách až desetinách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a to zejména ve formě jodidových aniontů. V potravinách rostlinného původu závisí jeho obsah na množství jodu v půdě a v živočišných produktech na jeho hladině v krmivech, suplementaci krmiv jodem a použití veterinárních farmak, která jod obsahují (VELÍŠEK, 1999). Přehled o obsahu jodu v některých potravinách udává tabulka č. 6.

Tab. č. 5: Průměrný příjem jodu z potravin živočišného původu na obyvatele v ČR (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Potravina	Spotřeba (osoba/rok)	Spotřeba jodu (μg/osobu/rok)	Denní spotřeba jodu (μg)
Mléko a ml.výrobky	221 kg	110 500	302
Vejce	250 ks	4 825	13
Maso*	78 kg	1 270	3

*průměr z hovězího, vepřového a drůbežího masa

Tab. č. 6: Obsah jodu v potravinových surovinách a potravinách (VELÍŠEK, 1999)

Potravina	Obsah I (mg·kg⁻¹)^{a)}	Potravina	Obsah I (mg·kg⁻¹)^{a)}
Vepřové maso	0,009-0,016 ^{b)}	Zelí	< 0,01
Hovězí maso	0,015-0,019 ^{b)}	Květák	< 0,005
Kuřecí maso	< 0,005	Špenát	0,022-0,028
Mořské ryby	0,28-1,75	Salát Hlávkový	< 0,01-0,018
Plnotučné mléko	0,016-0,75 ^{b)}	Rajčata	< 0,01
Tvaroh	0,084-0,32 ^{b)}	Mrkev	0,013
Sýry	0,06-0,69	Hrášek	0,047
Jogurt	0,022-0,26 ^{b)}	Cibule	0,025
Slepičí vejce	0,029-0,73 ^{b)}	Brambory	0,018-0,037
Pšenice	0,024-0,043 ^{b)}	Houby	0,013
Jablka	0,002-0,007	Jablka	0,002-0,007
Pomeranče	0,008	Pomeranče	0,008
Banány	< 0,005	Banány	< 0,005
Jahody	0,09	Jahody	0,09
Arašídy	0,11	Arašídy	0,11
Mléčná Čokoláda	0,33		

^{a)} Není-li uvedeno jinak, údaje o obsahu jodu pocházejí z USA; ^{b)} údaje z ČR.

2.4.2.1 Jod v konzumním mléce a mléčných výrobcích

Významnou skupinu potravin živočišného původu představují mléko a mléčné výrobky, které se vyznačují vysokou výživnou hodnotou a jsou vysoce dieteticky ceněné pro svoje složení, vysoký podíl bílkovin, minerálních látek a vitaminů, obsah probiotických složek a další aspekty, např. vznik a obsah kyseliny mléčné a

fermentace laktózy. Navíc mléčný tuk je velmi dobře stravitelný vzhledem k zastoupení struktury mastných kyselin. Konzumací mléka přijímá člověk látky potřebné pro růst tkání, stavbu a výživu těla a prakticky všechny nepostradatelné látky, které jsou v mléce obsaženy v optimálním vyváženém poměru a v lehce stravitelné formě pro organismus člověka (KOPŘIVA, 2011)

Také podle TRÁVNÍČKA et al. (2009) představují mléko a mléčné výrobky významný zdroj jodu pro člověka a to především u dětí, těhotných a kojících žen. TRÁVNÍČEK et al. (2011b) uvádí průměrnou spotřebu mléka a mléčných výrobků na osobu za rok (2010) 221kg, představující průměrný příjem jodu z těchto potravin 110 500 $\mu\text{g}/\text{osobu}/\text{rok}$ a denní spotřebu 302 μg jodu (tabulka č. 5), tj. ze zjištěných údajů lze pokládat nabídku jodu mlékem a mléčnými výrobky za „luxusní“. Orientační roční spotřebu samotného mléka a mléčných výrobků na obyvatele uvádí tabulka č. 7.

Množství jodu v konzumním mléce, mléčných výrobcích a mléčné surovině je podmíněno jeho obsahem v syrovém mléce a ovlivněno způsobem mlékárenského zpracování. Přitom obsah jodu v syrovém mléce je podmíněn jeho hladinou v krmné dávce dojníc a ovlivněn regionálními a sezonními rozdíly (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Podle TRÁVNÍČKA et al. (2011a) by se množství jodu v syrovém mléce mělo optimálně pohybovat mezi hodnotami 100 - 200 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, přičemž hodnoty pod 80 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ odráží jeho nedostatek a hodnoty nad 250 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ jeho nadbytek.

V současnosti mají lidé na konzumaci mléka a mléčných výrobků v podstatě dva názory. Jedni nedají dopustit na jeho pozitivní účinky na zdraví a druzí považují mléko za nežádoucí látku, která by se do lidského organismu neměla dostat (KOPÁČEK, 2013).

V rámci monitoringu dietární expozice jodu je mléko, jako nejvýznamnější expoziční zdroj jodu, podle určité koncepce a harmonogramu (tržní síť, 12 míst ČR) dvakrát ročně odebíráno a analyzováno (48 individuálních vzorků ročně) (ŘEHŮŘKOVÁ a RUPRICH, 2013). Vývoj průměrného obsahu jodu v konzumním mléce znázorňuje obrázek č. 2.

Tab. č. 7: Orientační spotřeba mléka a mléčných výrobků na obyvatele za rok (kg)
(www.cmsch.cz; citováno dne: 29. 9. 2013)

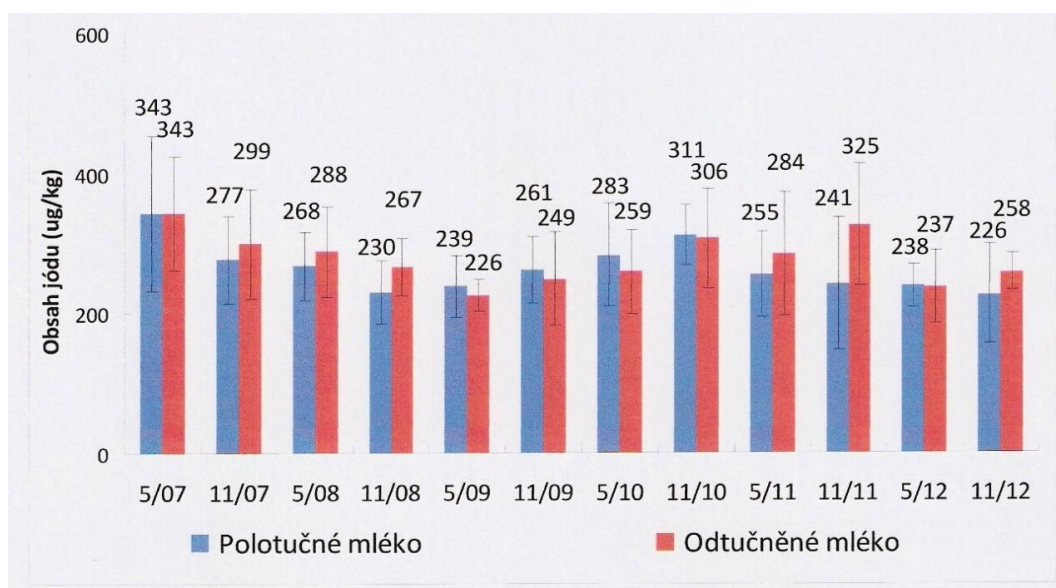
Ukazatel	2007	2009	2010	2011	2012 ¹⁾
Konzumní Mléko	52,1	59,8	57,7	57,7	58,9
Máslo	4,2	5	4,9	5	5,2
Sýry Celkem	13,7	13,3	13,2	13,0	13,4
Tvaroh	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Ostatní Výrobky	32,3	32,7	32,5	32,5	33,2
Mléčné Konzervy	1,9	2,0	1,8	1,4	1,4
Celkem²⁾	244,6	249,7	243,9	x	x

Pramen: ČSÚ, Mze, ÚZEI

1) předběžné údaje

2) mléko a mléčné výrobky v hodnotě mléka (bez másla) – ČSÚ od roku 2011 neuvádí, došlo ke změně publikovaných údajů spotřeby potravin podle metodiky Eurostatu

Obr. č. 2: Vývoj průměrného obsahu jodu v polotučném a odtučněném mléku v letech 2007 - 2012 (ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH, 2013)



Obsah jodu v syrovém kravském mléce je na území ČR monitorován od roku 1980. V letech 1982 - 1988 byl zjištěn průměrný obsah jodu v mléce pouze $54 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, vypovídající o jeho nedostatku. V následujícím období (1988 - 1996) došlo v důsledku omezení suplementace jodu do minerálních krmných přísad a zvýšeným příjmem strumigenů, především zkrmováním řepky a jejích produktů, k výraznému prohloubení tohoto nedostatku. Tento stav se projevil plošným snížením obsahu jodu v mléce pod hodnotu $100 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a častými nálezy strum u narozených telat (KURSA et al., 1996). V důsledku nedostatku jodu v krmných dávkách dojnic došlo k jejich rychlé suplementaci jodem prostřednictvím minerálních krmných přísad a premixů, a tím k prudkému nárůstu obsahu jodu v mléce od roku 1999 (KROUPOVÁ et al., 1997).

Mezi lety 1999 - 2003 dosáhl průměrný obsah jodu v mléce hodnot 129 - 310 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, což bylo odrazem jeho únosného příjmu u krav. Při tomto množství jodu v mléce, společně s jeho doplňkovým příjmem z jodované soli a dalších potravin, byl odstraněn nedostatek jodu u obyvatel ČR (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Ovšem v následujícím období začaly mnohé práce upozorňovat na nekontrolovatelné zvýšení koncentrace jodu v kravském mléce, v souvislosti se zkrmováním minerálních krmných přísad a minerálních doplňků s vysokým obsahem jodu (JAHREIS et al., 2001; BADER et al., 2005; TRÁVNÍČEK et al., 2006).

Po roce 2000 se nadbytečné množství jodu v krmné dávce dojnic do jisté míry přehlíželo, z důvodů dřívějších zkušeností s jeho nedostatkem (KROUPOVÁ et al., 2001). V letech 2003 - 2009 byly zjištěny průměrné hodnoty jodu v mléce nad 300 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, představující nežádoucí zátěž pro dojnice i konzumenty mléka a poukazující na nutnost snížení množství jodu v některých minerálních krmných přísadách a premixech (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Z tohoto důvodu došlo nařízením Komise (ES) č. 1459/2005 ke snížení maximálního povoleného množství jodu v kompletní krmné dávce pro dojnice z $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ na $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ krmné dávky o 88% sušiny. V České republice doporučují současné normy potřeby živin pro dojnice $0,8 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmiva nebo $0,6 \text{ mg I}\cdot\text{kg}^{-1}$ vyprodukovaného mléka (SOMMER et al., 1994).

Obsahem jodu v mléce v některých evropských státech se zabývala v roce 2005 RYŠAVÁ et al. (2005), přičemž nejvyšší obsah jodu byl zjištěn v mléce z distribuční sítě ČR, na druhém místě bylo mléko distribuované ve Velké Británii a dále na Slovensku, ve Francii, Belgii, Německu, Polsku a Švýcarsku (tabulka č. 8). Tabulka č.

8 také uvádí, jakou měrou se mléko podílelo na doporučené denní dávce jodu (DDD) v ČR a některých zemích Evropy.

Tab. č. 8: Průměrný obsah jodu v mléce a naplnění DDD jodu mlékem v ČR a některých zemích Evropy (RYŠAVÁ et al. 2005)

Stát	Prům. obsah jodu v mléce ($\mu\text{g/l}$)	Naplnění DDD mlékem (%)
ČR	472	126
Velká Británie	325	87
Slovensko	240	64
Francie	207	55
Belgie	158	42
Německo	130	35
Polsko	90	24
Švýcarsko	90	24

2.4.2.2 Jod v mase

V letech 2004 - 2005 byl z náhodně vybraných chovů vyšetřen obsah jodu v kosterní svalovině prasat, skotu a kuřecích brojlerů. Ve vzorcích stehenní svaloviny jatečných prasat dosáhl průměrný obsah jodu $25,6 \pm 15,5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mezi některými chovy byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly, odrážející úroveň doplňování jodu, působení strumigenních látek a environmentálních faktorů. Ve stehenní svalovině jatečného skotu byl zjištěn obsah jodu v průměru $56,7 \pm 16,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty, přičemž v mase krav byl obsah vyšší než u býků v důsledku suplementace jodu do jejich KD. U brojlerových kuřat dosáhl jod v prsní svalovině průměrného množství $18,9 \pm 6,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a ve stehenní svalovině $37,2 \pm 19,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Významně vyšší hladina jodu ve stehenní svalovině může být způsobena intenzivnějším prokrvením a větší lokomoční zátěží (KURSA et al., 2007). Obsah jodu v mase vybraných domácích zvířat uvádí tabulka č. 9.

V mase mořských ryb uvádí RYŠAVÁ (1997) koncentraci jodu následovně: sled' $520 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$, makrela $750 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$, losos $2000 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ a treska $2430 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Tab. č. 9: Obsah jodu v mase ($\mu\text{g I}\cdot\text{kg}^{-1}$) vybraných domácích zvířat (DUŠOVÁ et al., 2012).

Druh zvířete	Průměr	Směrod.odchylka
Skot – stehenní svalovina	56,7	16,7
Brojlerové kuře – prsní svalovina	18,9	6,7
Brojlerové kuře – stehenní svalovina	37,2	19,3
Králík – stehenní svalovina	19,2	13,1
Prase – stehenní svalovina	25,6	15,5
Prase divoké – stehenní svalovina	55,9	27
Jelen – kosterní svalovina	44,6	21,5
Srnčí zvěř – kosterní svalovina	39,3	14,1

2.4.2.3 Jod ve vejcích

Obsah jodu ve vaječném žloutku byl v České republice sledován mezi roky 1996 - 2008 ve vejcích pocházejících z malochovů i velkochovů (DUŠOVÁ et al., 2012). Důvodem volby zkoumaného materiálu byl fakt, že podle GROPPÉLA et al. (1998) obsahuje žloutek, v porovnání s bílkem, 20x více jodu.

V roce 2004 byl jod stanoven ve žloutku celkem 150 vajec (54 vajec z 9 velkochovů z 5 krajů ČR a 96 vajec z 16 malochovů z 8 krajů ČR) a v roce 2005 bylo vyšetřeno celkem 249 vajec (135 vajec z 10 velkochovů ze 4 krajů ČR a 114 vajec z 15 malochovů ze 4 krajů ČR). Přitom vejce z velkochovů byly v roce 2004 získány jejich nákupem v prodejní síti a v roce 2005 byly přímo odebrány z produkčních farem (KURSA et al., 2007).

V roce 1996 byl zjištěn průměrný obsah jodu ve vaječném žloutku $743,6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ve velkochovech a $436 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ v malochovech (DUŠOVÁ et al. 2012). V roce 2004 dosáhl průměrný obsah jodu v čerstvé hmotě žloutku vajec z velkochovů hodnoty $1014,1 \pm 356,6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ a z malochovů hodnoty $307,1 \pm 255,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. V roce 2005 jeho průměrná koncentrace ve vejcích z velkochovů vzrostla na $1663,8 \pm 1179,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ a z malochovů na $519,5 \pm 508,2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Toto navýšení potvrdilo také vyšší zastoupení vajec s obsahem jodu nad $2000 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ v roce 2005, nežli v roce 2004.

V porovnání s rokem 1996, došlo v roce 2005 k nárůstu obsahu jodu ve žloutku vajec z velkochovů o 123,7 % a z malochovů o 19,2 % (KURSA et al., 2007). V dalších letech dosáhl průměrný obsah jodu ve vaječném žloutku následujících hodnot: v roce 2007 u vajec z velkochovů $1285,2 \pm 861,6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a u vajec z malochovů $387,1 \pm 214,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, v roce 2008 u vajec z velkochovů $1071,9 \pm 543,9 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a u vajec z malochovů $340,7 \pm 330,6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (DUŠOVÁ et al., 2012).

KURSA et al. (2007) uvádí, že vejce z velkochovů se na krytí denní potřeby jodu dospělého člověka podílejí ze 7 - 14 % a z malochovů z 2,2 - 4,4 % (za předpokladu, že vaječný žloutek váží 18g, bílek 34g a jedno vejce z velkochovu obsahuje 31,2 μg a z malochovu 10 μg jodu).

2.4.2.4 Jod v soli

Jodace kuchyňské soli představuje nejefektivnější způsob řešení i prevence nedostatku jodu, z důvodu jejího plošného využití u celé lidské populace (kromě malých dětí) a její ekonomické, organizační a technologické dostupnosti (RYŠAVÁ et al., 2013a).

V roce 1989 navrhl profesor Wagner von Jauregg zavedení jodace soli jako metodu eliminace strumy. Poprvé bylo použití této soli demonstrováno v USA roku 1920 u školních dětí. V Evropě schválilo jodaci soli jako první Švýcarsko a v roce 1947 byla prosazena prof. Karlem Šilingem také v nejohroženějších českých pohraničních oblastech a postupně rozšířena na celé území (RYŠAVÁ et al., 2013a).

Z důvodu obav z komplikací obsahovala sůl původně pouze 5 mg KI $\cdot\text{kg}^{-1}$, ale postupem času bylo toto množství navýšeno na 12 a následně až 25 mg KI $\cdot\text{kg}^{-1}$. Obohacování soli jodem bylo nařízeno prováděcím nařízením z r. 1996 k zákonu č. 20/1966 Sb. V současnosti může sůl obsahovat dle vyhlášky č. 331/1997 Sb. Zákona o potravinách č. 110/1997 Sb. množství $27 \pm 7 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$. Původní jodid draselný byl nahrazen mnohem stabilnějším jodičnanem draselným (RYŠAVÁ et al., 2013a)

Podle RYŠAVÉ a KŘÍŽE (2013) obsahuje v současné době sůl v distribuční síti průměrně 25 mg I $\cdot\text{kg}^{-1}$ a je využívána v 96 % domácností.

2.5 VSTŘEBÁVÁNÍ A VYLUČOVÁNÍ JODU

Pojem jod všeobecně zahrnuje jednak anorganický jodid (aniont I⁻) a jednak kovalentně vázaný organický jod, přičemž vstřebávání těchto dvou forem je odlišné. Anorganický jod se z gastrointestinálního traktu vstřebává poměrně rychle a téměř úplně, kdežto organický jod se musí nejprve redukovat na jodid a jeho resorpce probíhá jen ze 70 - 90 % (LANGER, 2004).

Vstřebávání jodu probíhá v celém úseku trávicího ústrojí, nejvíce v tenkém střevě, v menší míře kůží, plicemi a v předžaludcích. Jeho resorpci negativně ovlivňuje působení řady látek, tzv. strumigenů, stejně jako nadbytek vápníku, draslíku a některých kovů v krmné dávce (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003).

Jod je vylučován z organismu zejména ledvinami, v menším množství potem, slinami, žlučí, výkaly, střevní a žaludeční šťávou (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). LAMBERG (1993) uvádí, že až 90 % přebytečného jodu se vyloučí z organismu močí. Také LANGER (2004) uvádí, že při podání jednorázově vyšší dávky jodidu se 80 % vyloučí během prvních 24h a v dalších 24 hodinách se vyloučí ještě 10 % podaného množství. V průběhu laktace přechází jodid vchytnaný mléčnou žlázou ireverzibilně do mléka (LANGER, 2004) a to podle BOBKA (1998) v množství 8 - 10 % z celkového přijatého jodu.

2.6 METABOLISMUS JODU

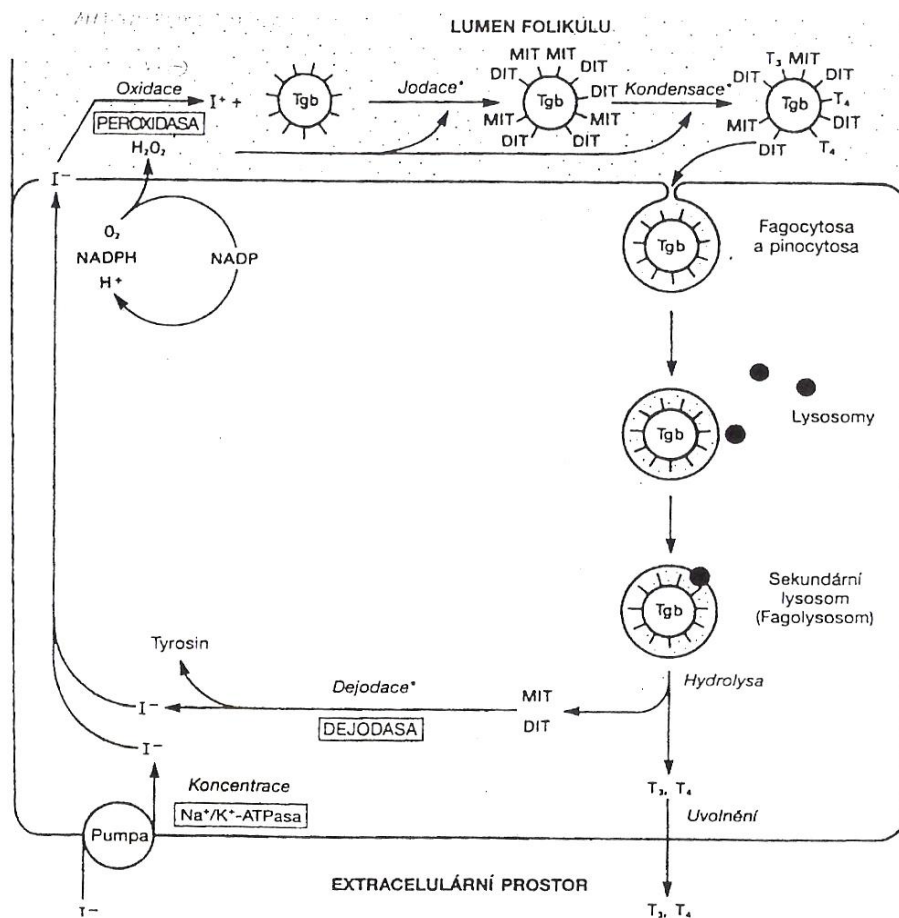
Metabolismus jodu je složitým procesem probíhajícím v několika fázích (obrázek č. 3). Nejprve dochází ke koncentraci jodidu, při které štítná žláza a další epitelové tkáně (mléčná žláza, chorion, žaludek a slinné žlázy) koncentruje jod proti silnému elektrochemickému gradientu. Jelikož se jedná o děj energeticky náročný, je spojen s Na⁺/K⁺ pumpou záviselý na enzymu adenosintrifosfatáze (ATPase). O aktivitě této pumpy vypovídá tzv. T:S poměr, tj. poměr jodidu ve štítné žláze k jodidu v séru (GRANNER et al., 1998). Po této fázi podléhá jod na povrchu folikulárních buněk oxidaci na I₂ nebo volný radikál I₀, přičemž je charakteristické, že štítná žláza jako jediná tkáň může oxidovat jod do vyššího oxidačního stupně, což má velký význam v biosynthese hormonů štítné žlázy. V buňkách se oxidovaný jod využívá k jodaci tyrosinu v molekulách tyreoglobulinu, při které dochází k reakci mezi oxidovaným jodem a tyrosylovými zbytky. Po této fázi už jod volně štítnou žlázu

neopouští. Posledním krokem je kondensace jodtyrosylů za vzniku hormonu tyroxinu (T_4) spojením dvou molekul dijodtyrosinu (DIT) a hormonu trijodtyroninu (T_3) spojením jedné molekuly monojodtyrosinu (MIT) a jedné molekuly dijodtyrosinu (GRANNER et al., 1998; TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Strukturální vzorce T_3 a T_4 uvádí obrázek č. 4.

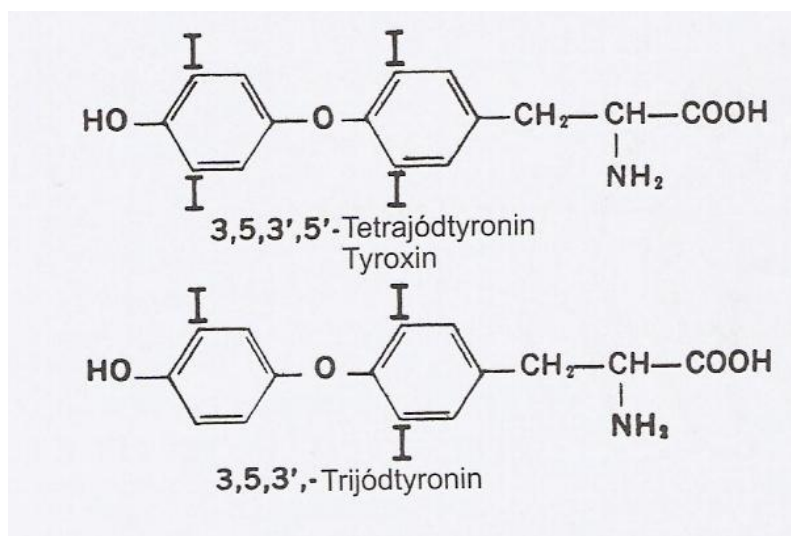
Část těchto hormonů se uvolňuje z tyreoglobulinu do krevní plazmy a jejich mobilizace z koloidu je funkcí tzv. tyreostimulujícího hormonu (TSH). Hlavním (účinnějším) z nich je hormon T_3 , vznikající v tkáních z T_4 dejodací, při které ztrácí jeden atom jodu (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Regulace sekrece T_3 a T_4 je zajišťována prostřednictvím zpětné vazby přes hypotalamus a adenohypofýzu. Pokud hladina tyreoidních hormonů klesne, dojde k uvolnění tyreotropin - releasing hormonu (TRH) do hypotalamo - hypofyzárního portálního systému a ke stimulaci adenohypofýzy pro produkci TSH. Tím se zvýší aktivita štítné žlázy a uvolňování tyreoidálních hormonů (REECE, 2011).

Obr. č. 3: Metabolismus jodidu v tyreoidálním folikulu (GRANNER, 1998)



Obr. č. 4: Strukturní vzorce tyreoidních hormonů, tyroxinu T₄ a trijodtyroninu T₃



2.7 FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM JODU

Fyziologický význam jodu spočívá v jeho nezastupitelné úloze pro tvorbu hormonů štítné žlázy, tj. pro správnou funkci štítné žlázy (REECE, 2011).

Většinu jodu vstřebaného do organismu vychytává štítná žláza ve formě jodidu (PORŠOVÁ - DUTOID, 1995). Jodizace a vychytávání jodu jsou unikátními rysy štítné žlázy, jenž jsou pod kontrolou tyreostimulačního hormonu, tj. tyreotropinu (TSH) z předního laloku hypofýzy (REECE, 2011). Za účasti jodidových iontů vznikají ve štítné žláze tyreoidní hormony tyroxin (T₄) a trijodtyronin (T₃), tj. jodované deriváty aminokyseliny tyrozinu potřebné pro mnoho biochemických procesů v organismu (KURSA et al., 1996; SCHREIBER, 2004). Tyto hormony ovlivňují činnost enzymatických buněčných systémů, čímž se účastní metabolismu každé buňky v organismu (HNÍKOVÁ, 1995). Mezi nejznámější funkce patří jejich schopnost zvyšovat produkci vnitřního tepla a tím zvyšovat spotřebu kyslíku v jaterní, ledvinové a srdeční tkáni. T₃ a T₄ regulují rychlost buněčných oxidačních procesů, zvyšují resorpci glukosy a galaktosy, urychlují lipolýzu a glykogenolýzu a u většiny tkání stimulují metabolickou aktivitu s výjimkou mozku, plic, varlat, sleziny a sítnice (REECE, 2011; VELÍŠEK, 1999). Mimo to zrychlují srdeční frekvenci, stimulují krevtvorbu a působí vazodilatačně na drobné cévy a krevní vlasečnice (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). Tyroxin má také význam pro udržení laktace, zejména u skotu (REECE, 2011). U rostoucího organismu ovlivňují oba hormony celkový růst a růst jednotlivých orgánů (HNÍKOVÁ, 1995). Velmi důležitý je jejich vliv na vývoj

mozku v období vývoje plodu. Proto je jod součástí potravinových doplňků, které jsou doporučovány těhotným ženám (SCHREIBER, 2004).

Již v minulosti hrál jod velmi důležitou roli, jelikož před 1 - 2 miliony let urychlil společně s omega3 mastnými kyselinami vývoj homidů v Africe a společně s ostatními složkami mořských ryb a koryšů stimuloval rozvoj mozku (RYŠAVÁ a KŘÍŽ, 2013).

2.8 POTŘEBA JODU

2.8.1 Požadavky na příjem jodu u zvířat

Nároky organismu zvířat na přísun jodu jsou různé nejen v závislosti na druhu a kategorii zvířete, ale mění se též v souvislosti se zvýšeným metabolismem během období růstu, pohlavního dospívání, gravidity a laktace (potřeba jodu stoupá). Také rostoucí užítkovost, technologické a klimatické zátěže a interakce jodu s jinými minerálními látkami vyžadují vyšší množství příjmu jodu. Při stanovení optimální hladiny příjmu jodu u dojnic se zohledňují též požadavky na množství jodu v mléce (BOBEK 1998, KURSA et al., 2005). Potřebu jodu pro jednotlivé druhy hospodářských zvířat uvádí tabulka č. 10.

U dojnic normy potřeby jodu kolísají, z důvodu uplatnění strumigenních faktorů, v rozmezí 0,2 - 2,0 mg·kg⁻¹ sušiny krmné dávky. Maximální povolené množství jodu uvádí ve svém nařízení č. 1459/2005 Komise Evropského společenství a to konkrétně 5 mg jodu v 1 kg 88% sušiny kompletní krmné dávky. V České republice doporučují normy potřeby živin pro dojnice 0,8 mg I·kg⁻¹ sušiny krmné dávky nebo 0,6 mg I·kg⁻¹ vyprodukovaného mléka, zatímco National Research Council (NRC) doporučuje na jeden kilogram sušiny krmné dávky 0,4 - 0,5 mg jodu (SOMMER et al., 1994; JEROCH et al., 2006). TRÁVNÍČEK et al. (2011a) uvádí potřebu jodu pro dojnice 0,8 mg·kg⁻¹ sušiny krmné dávky při průměrném příjmu 0,8 kg řepkového a 1,1 kg sojového šrotu na kus a den.

Tab. č. 10: Požadovaný příjem jodu u hospodářských zvířat (McDOWELL, 1992)

Druh zvířete	Kategorie	Požadovaný příjem jodu (mg·kg⁻¹ sušiny)
Skot mléčný	mladý skot	0,25
	dojnice	0,5
Skot masný	všechny kategorie	0,5
Ovce	všechny kategorie	0,10 - 0,80
Prasata	všechny kategorie	0,14
Slepice	nosný typ	0,30 - 0,35

2.8.2 Požadavky na příjem jodu u člověka

U člověka jsou požadavky na příjem jodu, stejně jako u zvířat, závislé na několika faktorech (věk, intenzita metabolismu, těhotenství, aj..). U dospělého člověka se denní dávka jodu, která zabrání příznakům jeho deficitu, odhaduje na 50 - 75 µg. Ovšem pro zajištění určité rezervy se doporučuje dávka o něco vyšší (VELÍŠEK, 1999). Také LANGER (2004) uvádí, že pro syntézu alespoň suboptimálního množství tyreoidálních hormonů je potřeba průměrný příjem jodu 50 µg za den a příjem 100 µg denně zabrání hlavním příznakům jodového deficitu.

Oficiální doporučený denní příjem jodu je pro děti do 1 roku stáří 40 - 50 µg, pro děti od 1 do 3 let 70 µg, pro děti od 4 do 10 let 90 - 120 µg a pro děti starší, adolescenty a dospělé 150 µg. V těhotenství je doporučeno denní dávku navýšit na 175 µg a během kojení dokonce až na 200 µg (VELÍŠEK, 1999). KALVACHOVÁ (2010) uvádí, že během těhotenství se z důvodu vysoké zátěže tyreoidální osy výkon štítné žlázy téměř zdvojnásobí a je potřeba zajistit denní příjem jodu 200 - 250 µg, přičemž během kojení se do mateřského mléka dostává v průměru 115 µg jodu denně. Organizace pro výživu a zemědělství (FAO), společně se Světovou zdravotnickou organizací (WHO), uvádí doporučený denní přírůstek jodu 100 - 140 µg na osobu, s horní hranicí 8 - 10 µg na kg tělesné hmotnosti, přičemž dočasný maximální tolerovatelný denní příjem jodu je 17 µg jodu na kg tělesné hmotnosti (TRÁVNÍČEK

et al., 2011b). Doporučené dávky jodu v dietě člověka (tabulka č. 11) uvádí také BIESALSKI a GRIMM (1999).

Ovšem příjem jodu u jednotlivců může výrazně kolísat ze dne na den. Proto při celkovém hodnocení hraje rozhodující úlohu jeho průměrný dlouhodobý příjem a pouze pokud je tento příjem rovnoměrný, vytváří se mezi vstupy a výstupy jodidového prostoru rovnovážný stav (LANGER, 2004).

Tab. č. 11: Doporučené dávky jodu v dietě člověka (BIESALSKI a GRIMM, 1999)

Věk	Dávka (µg/den)
0 - 4 měsíce	50
4 - 12 měsíců	80
1 - 4 roky	100
4 - 7 let	120
7 - 10 let	140
> 10 let	200
těhotné, kojící ženy	230 - 260

2.9 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OBSAH A VYUŽITÍ JODU V ORGANISMU

2.9.1 Význam selenu pro metabolismus jodu

Selen je pozoruhodným stopovým prvkem, kterému je v současné době věnována stále větší pozornost a i když byl ještě před 40 lety považován za toxický, v současné době je považován za esenciální, s velkým významem pro organismus (KVÍČALA, 2010).

Selen se vyskytuje téměř ve všech tkáních, zejména ve štítné žláze, játrech, ledvinách, srdci, slezině, plicích a mozku. V organismu se nachází převážně v podobě selenoproteinů, méně v podobě selenoglycidů (KVÍČALA, 2010). Podílí se na funkci celé řady enzymů a spolu s vitamínem E se účastní syntézy koenzymu A. Selen působí jako antioxidant blokuje volné radikály, které poškozují DNA. Jako součást antioxidantního enzymu glutathion peroxidáza štěpí peroxid vodíku (vznikající v buňkách) na vodu a kyslík (SPALLHOLZ et al., 1990). Protože jeho nedostatek i

nadbytek vyvolává řadu zdravotních poruch, bývá někdy označován jako tzv. nezbytný jod (KVÍČALA, 2010).

Selen se společně s jodem uplatňuje v biochemii hormonů štítné žlázy, a proto je nezbytný při syntéze, aktivaci a metabolismu tyreoidálních hormonů (LYONS et al. 2004). Podle ZIMMERMANNNA a KÖHRLEHO (2002) vede deficit selenu ke snížení aktivity glutathion peroxidázy ve štítné žláze, následnému zvýšení obsahu peroxidu vodíku a tím k poklesu aktivity dalších hormonů, jenž ovlivňují efektivitu syntézy tyreoidálních hormonů. LUTY-FRACKIEWICZ (2005) uvádí, že nedostatečný příjem selenu může vést dokonce až k hypotyroidismu (nedostatečná činnost štítné žlázy). Selen hraje důležitou roli také při přeměně tyroxinu na jeho aktivní formu trijodtyronin.

Optimální příjem selenu přitom podporuje syntézu a metabolismus hormonů štítné žlázy a chrání ji před nadměrnou expozicí jodu (ZIMMERMANN a KÖHRLE, 2002). Navíc podle LYONSE et al. (2004) může dostatek selenu potlačit rozvoj strumy, i když je množství jodu nedostatečné, a naopak deficit selenu může vyvolat rozvoj strumy, i když je hladina tyreoidálních hormonů v normě.

Pokud se nedostatek selenu vyskytuje v kombinaci s nedostatkem jodu, dochází ke vzniku velmi vážného onemocnění označovaného jako myxedematózní kretenismus. U takto postižených jedinců je, z důvodu prevence hypofunkce štítné žlázy, nutné nejdříve optimalizovat množství jodu a až poté navyšovat příjem selenu (LYONS et al., 2004).

I když jsou půdy v České republice na selen i jod poměrně chudé, není u nás nedostatek těchto prvků tak závažný, jako například v Číně, kde se vyskytuje typické onemocnění související s nedostatkem selenu i jodu - Keshanova nemoc a choroba Kashin - Beck (LEI et al., 2007). Přesto TRÁVNÍČEK et al. (2011b) uvádí, že situace současného deficitu jodu a selenu je na našem území aktuální, jelikož se ČR nachází na křižovatce dvou pásů na selen chudého podloží, což bylo potvrzeno nízkým obsahem selenu v půdě a srsti skotu v oblasti Šumavy a nízkou hladinou selenu v krevním séru a moči u obyvatel jižních Čech.

2.9.2 Strumigeny

Biosyntézu hormonů štítné žlázy mohou specificky blokovat tisíce organických a některé anorganické látky, které mají tzv. antityreoidální účinek (LANGER, 2004). Tyto látky označované jako strumigeny (goitrogeny) omezují využití jodu v organismu a mohou vyvolat klinický příznak nedostatku jodu - strumu neboli zvětšení štítné žlázy (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Podle LANGERA (2004) se strumigeny rozdělují na dvě skupiny. První skupinou jsou látky, které zabraňují vychytávání jodidu (jednomocné anionty), a druhou látky, které inhibují organickou vazbu jodu na predilekční tyroziny a spojení dvou jodovaných tyrozinů na jodtyronin (látky s tionamidovou skupinou, aminoheterocyklické sloučeniny, substituované fenoly). Mezi strumigeny se řadí glukosinoláty, kyanogenní glykosidy, dusičnany, dusitany, huminové látky, thiokyanáty, izoflavony, chloristany, chlorečnany, polychlorované bifenyly, metation, dichlordifenyltrichloretan a benzpyren (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003; TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Na ptáky a savce působí strumigenně také některé štěpné produkty glukosinolatů, především nitrily, isothiokyanáty, thiokyanáty a oxazolidinthiony (KALÁČ a MÍKA, 1997). Antityreoidní aktivitu vykazují též některé kongenery polychlorovaných bifenyly, řada pesticidů a některá veterinární léčiva obsahující v molekule zbytek thiomočoviny jako například thiouracily, aminothiazoly a merkaptoimidazoly (VELÍŠEK, 1999).

Kromě thiokyanátů, které omezují vychytávání jodu štítnou žlázou, způsobují strumigeny zvětšení štítné žlázy především tím, že interferují s organicky vázaným jodem (REECE, 2011). Rozsah následných změn závisí na tom, v jakém množství jsou tyto látky přijímány, jakého jsou složení a jak dlouho působí. Pro přežvýkavce je strumigenní také aminokyselina mimosin, obsažena v rostlině *Leucaena leucocephala* (Mimóza divoká) z čeledi bobovitých. Jejich bachorové mikroorganismy odštěpí z mimosinu alifatický řetězec a dochází ke vzniku 3,4 - dihydroxypyridinu (3,4 - DHP), který je účinným strumigenem (KALÁČ a MÍKA, 1997).

Mezi nejvýznamnější strumigeny patří glukosinoláty. Jedná se o thioglykosidy, které se běžně vyskytují u rostlin čeledi brukvovité, kaparovité, rezedovité, aj., přičemž v jednotlivých druzích se obvykle nachází současně více glukosinolatů. Například semeno řepky obsahuje kolem deseti glukosinolatů, z čehož 75 - 90 %

z nich tvoří progoitrin a glukonapin. Celkem je známo kolem 120 druhů glukosinolátů. Jsou významnými škodlivými složkami krmiv, ale pokud se nachází v nenarušeném (intaktním) stavu, nemají zřejmě významnější negativní účinky vůči konzumentům a škůdcům. Těmi se vyznačují až některé produkty jejich štěpení (KALÁČ a MÍKA, 2007). TRIPATHI a MISHRA (2007) uvádí, že na působení glukosinolátů jsou méně citliví přežvýkavci.

Z hospodářského hlediska je nejvýznamnější plodinou výskytu glukosinolátů ozimá řepka olejná, jejíž jednonulové odrůdy obsahují 100 - 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ glukosinolátů, kdežto dvounulové (šlechtěné) už pouze pod 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ (KALÁČ a MÍKA, 2007). Pro využití dvounulových řepok k nutričnímu použití je stanovena, dle Ministerstva zemědělství ČR (256/97 Sb. k zákonu o krmivech č. 91/ 1996) mezní hodnota obsahu goitrinu v kg sušiny, a to 3500 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Oproti thiokyanátům je působení glukosinolátů nevratné a nelze jej kompenzovat zvýšeným příjmem jodu (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Pokud jsou přijímány po delší dobu, dochází ke zvětšení štítné žlázy a ke změně její funkce: klesá množství zachyceného jodu, narušuje se tvorba tyroxinu, snižuje se hladina tyreoidálních hormonů a zvyšuje se celková aktivita štítné žlázy (KALÁČ a MÍKA, 1997).

Riziko vyššího příjmu dusičnanů a glukosinolátů se uplatňuje zejména ve vysokoprodukčních chovech dojnic s vysokou intenzitou rostlinné produkce a obohacováním krmných směsí o řepkové a sojové pokrutiny (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Negativní vliv strumigenů potvrzují údaje TRÁVNÍČKA et al. (2001), kteří provedli v roce 2001 experiment u bahnic a zjistili, při podávání krmné dávky s obsahem 4 g dusičnanů a 4,2 mmol glukosinolátů, obsah jodu v mléce pouze 26,1 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, což je považováno za projev hlubokého nedostatku. Naopak po obohacení stejné krmné dávky o 25 μg jodu, vzrostla jeho koncentrace v mléce na 198,2 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Také TRÍNÁCTÝ et al. (2001) provedl pokus se zkrmováním diety převyšující 2,5x potřebu jodu a obsahující 270 g řepkového extrahovaného šrotu (ŘEŠ), jako nositele strumigenních glukosinolátů. V tomto případě dosáhl jod v mléce fyziologické hodnoty (209,4± 145,3 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$).

2.9.3 Faktory ovlivňující laktogenní výdej jodu

Podle BOBKA (1998) přechází z celkového množství přijatého jodu 8 - 10 % do mléka. Ovšem hladina jodu v mléce je ovlivněna celou řadou faktorů jako plemeno, užitkovost, fyziologický stav, pořadí laktace a stav životního prostředí (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). Také roční období má na jeho hladinu v mléce významný vliv, což bylo potvrzeno například v roce 2000, kdy DAHL et al. (2003) zjistili, v kravském mléce z různých oblastí Norska významné rozdíly mezi hladinou jodu v zimním období ($127 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a v letním období ($60 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Tyto sezónní změny vysvětluje TRÁVNÍČEK et al. (2011b) nižším obsahem jodu v letních krmných dávkách.

Významným faktorem ovlivňujícím laktogenní výdej jodu jsou strumigenní látky, zejména glukosinoláty, které v mléce zvyšují obsah thiokyanátů a naopak snižují koncentraci jodu (PAILAN a SINGHAL, 2007). Nezanedbatelný vliv má také fáze laktace, přičemž bylo vyzorováno narůstající množství jodu v mléce se snižující se produkcí mléka v pokročilejších stádiích laktace (MILLER et al., 1975).

2.10 METODY STANOVENÍ OBSAHU JODU V MLÉCE

Obsah jodu v biologickém materiálu lze stanovit pomocí různých analytických metod. V ČR se nejčastěji využívá metoda hmotnostní spektrometrie a spektrofotometrie, v menší míře také metody potenciometrické, plynové chromatografie, neutronové aktivační analýzy, polarografie a atomové absorpční spektrometrie (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Pro stanovení obsahu jodu v syrovém kravském mléce se používají tzv. bazénové vzorky mléka o objemu 25 ml, které jsou získány odběrem mléka pomocí nerezové či plastové naběračky přímo z mléčných tanků (chladících bazénů) daných zemědělských podniků. Vzorky se naplní do plastové vzorkovnice a pokud se neanalyzují v den odběru, zmrazí se a uchovávají při teplotě -18° až -20°C (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

Princip hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP - MS) spočívá v tom, že je analyzovanému vzorku za vysoké teploty předána tepelná energie pomocí indukčně vázaného plazmatu. Tím dojde k tvorbě elektricky nabitých částic, které lze analyzovat na hmotnostním spektrometru. Podle svého náboje a hmotnosti

jsou tyto ionty oddělovány, což umožňuje provést analýzu pro každý izotop daného prvku. Tato metoda je v některých případech přesnější než prosté prvkově specifické metody (www.merckmillipore.cz; citováno dne: 25. 9. 2013).

Spektrofotometrickou metodou podle Sandell-Kolthoffa se stanovuje celkový anorganický jod i jod vázaný na bílkoviny. Princip metody je založen na redukci Ce^{4+} na Ce^{3+} v prostředí As^{3+} za katalytického účinku jodu. Mineralizace probíhá suchou cestou při teplotě $600^{\circ}C$ v alkalickém prostředí (www.agris.cz; citováno dne: 25. 9. 2013). Podrobný postup této metody uvádí kapitola Materiál a metodika.

Z méně využívaných metod stanovení jodu je zajímavá atomová absorpční spektrometrie, při které se vzorek mléka alkalickým spalováním mineralizuje a následně se pomocí dusičnanu stříbrného vysráží jodid společně s dalšími anionty (Cl^{-} , Br^{-} , PO_4^{3-}), které se ze společné sraženiny vymyjí a jodid se thiosýranem převede do roztoku (TRÁVNÍČEK et al., 2011b).

2.11 RIZIKA SPOJENÁ S NEÚMĚRNÝM PŘÍJMEM JODU

Neúměrný příjem jodu vede k poruchám tvorby hormonů štítné žlázy a projevuje se její sníženou funkcí (hypotyreózou) nebo zvýšenou funkcí (hypertyreózou) (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Podle STÁRKY et al. (1997) jsou choroby štítné žlázy nejčastějšími endokrinopatiemi a v endokrinologických ústavech ČR tvoří 80 - 90 % náplně jejich činnosti.

2.11.1 Nedostatek jodu a hypotyreóza

Hypotyreóza, tj. hypofunkce štítné žlázy je onemocnění, které vzniká převážně z nedostatku jodu. V důsledku deficitu jodu není štítná žláza schopná produkovat tyreoidní hormony, spustí se mechanismus zpětné vazby a dochází k produkci TSH. TSH sice stimuluje štítnou žlázu, ale hormony T_3 a T_4 se neuvolňují a dochází k akumulaci tyreoglobulinu, v jejímž důsledku se štítná žláza zvětšuje a vzniká stav označovaný jako struma neboli vole (REECE, 2011). FERENČÍK et al. (2000) a GRANNER et al. (1998) uvádí, že struma je snahou organismu vyrovnat sníženou produkci tyreoidních hormonů a vyznačuje se zvýšením hladiny TSH hormonu a množstvím buněk štítné žlázy. U dospívajících dívek se nezdá vyskytuje tzv. „nevinná“ (eufunkční) struma, způsobená vlivem ženských pohlavních hormonů, estrogenů (SCHREIBER, 2004).

Hypotyreóza je charakterizována především snížením bazálního metabolismu, tj. bradykardií, sníženou teplotou, zácpou, spavostí, suchou kůží, zimomřivostí a přírůstkem hmotnosti (PORŠOVÁ - DUTOID, 1996; ZAMRAZIL et al., 2007; GRANNER et al., 1998). V důsledku zvýšeného zadržování vody v těle, především v podkoží, vznikají specifické otoky - myxedémy (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). Podle SCHREIBERA (2004) je typický opuchlý obličej, především oční víčka, svalová slabost, chudokrevnost, poruchy menstruace u žen a impotence u mužů. Nemocní jsou obvykle apatičtí a klidní, ale někdy mohou trpět silnou depresí či dokonce extrémním vzrušením (SCHREIBER, 2004).

Nedostatečný příjem jodu během nitroděložního vývoje vede k celkovým poruchám diferenciaci a růstu, projevující se ve vývoji centrální nervové soustavy (CNS) a skeletu. Dále se objevují poruchy psychosomatického a sexuálního vývoje, poruchy fertility, novorozenecká a kojenecká morbidita (nemocnost) a zvýšený výskyt vrozených vývojových vad (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2000). Také SCHREIBER (2004) uvádí, že při nedostatku tyreoidních hormonů, resp. při nedostatku jodu v období vývoje plodu, může vzniknout těžká vývojová porucha mozku s mentální zaostalostí - kretenizmus. U mladých jedinců vede hypotyreóza k poruchám růstu a k tzv. nanismu neboli trpasličímu růstu, při kterém ovšem inteligence není narušena (VELÍŠEK, 1999).

Onemocnění je léčeno podáváním tyreoidních hormonů, např. Euthyrox^R tbl., Eltroxin^R tbl., aj. (PORŠOVÁ - DUTOID, 1996). Některé obtíže a příznaky hypotyreózy uvádí tabulka č. 12.

Zdravotní důsledky nedostatečného příjmu jodu byly zaznamenány již v dávných dobách při osidlování zeměkoule, kdy se lidé dostali do oblastí, kde bylo v přírodě jodu nedostatek. Důkazem je pozoruhodný nález paleolitické Venuše z mamutiho klu v jeskyni Barma Grande v severní Itálii z doby před 14 tisíci lety, na jejímž krku je patrné zvětšení štítné žlázy - vole. Dalším důkazem jsou středověké obrazy z období gotického (např. obraz Zbraslavské Madony ze 14. století), na nichž je zobrazeno viditelné zvětšení v oblasti krku (RYŠAVÁ a KŘÍŽ, 2013).

V lidské populaci byl deficit jodu v předchozích letech celosvětovým problémem (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2000). Česká republika se v roce 1990 přihlásila k Výzvě k odstranění deficitu jodu do roku 2000, která byla vyhlášena na Světovém summitu o dětech UNICEF. V roce 1995 vznikla ke koordinaci opatření zlepšení situace s jodem Meziresortní komise pro řešení jodového deficitu (MKJD) při

Státním zdravotním ústavu v Praze. Na základě jejích návrhů se v druhé polovině 90. let podařilo realizovat významná opatření jako navýšení limitu obsahu jodu v kuchyňské soli, nahrazení nestabilního jodidu sodného (používaného k jodování soli) stabilnějším jodičnanem draselným, přidavek jodu do náhrad mateřského mléka a výrobků pro těhotné ženy, monitoring zásobení jodu u novorozenců. Na konci 90. let ukázaly expoziční dávky jodu, výsledky šetření obsahu jodu v moči, objemu štítné žlázy a hladiny hormonů, významné zlepšení situace. V roce 2004 bylo zástupcem ICCIDD WHO oficiálně potvrzeno, že v ČR byl dle kritérií WHO/ICCIDD jodový deficit odstraněn (RYŠAVÁ a KŘÍŽ, 2013).

2.11.2 Nadbytek jodu a hypertyreóza

O hypertyreóze (tyreotoxikóze) hovoříme tehdy, pokud se hormony štítné žlázy začnou tvořit v nadměrném množství v důsledku nadprodukce tyreotropinu (ZAMRAZIL et al., 2007; VELÍŠEK, 1999). I když se toto onemocnění vyskytuje u lidí pouze v malé míře (0,2 - 0,5 % celkové populace), jedná se o vážnou a život ohrožující chorobu (ZAMRAZIL et al., 2007).

Příčin tohoto onemocnění je mnoho. Nečastější a nejzávažnější je autoimunní onemocnění Gravesova - Basedowova choroba, při které je činnost obranného systému zaměřena proti vlastním tkáním a dochází ke vzniku protilátek proti TSH receptoru – tzv. TRAK, jenž neregulovaně zvyšují činnost štítné žlázy. Typickým příznakem je pálení a slzení očí a dvojitě vidění (MARKALOUS a GREGOROVÁ, 2007). Toto onemocnění postihuje především člověka, skot, ovce a psy (GRANNER et al., 1998). Jako další příčiny hypertyreózy uvádí PORŠOVÁ - DUTOID (1996) například toxickou multinodózní strumu, nadměrný přísun jodu, autonomní hyperfunkční adenom štítnice, přechodné záněty štítné žlázy, hypofyzární adenom tvořící TSH, ovariální teratom, hydatiformní mola, aj.

Hypertyreóza vyvolaná nadměrným přísunem jodu vzniká pouze ojediněle, protože jod přijatý do organismu se celkem snadno vylučuje močí a proto je jeho nadbytek poměrně dobře tolerován (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). Navíc STRÁNSKÝ a RYŠAVÁ (1997) uvádí, že zdravá štítná žláza má řadu mechanismů, které regulují jeho obsah. Podle PAULÍKOVÉ et al. (2002) se klinické příznaky nadbytku jodu dostavují až při dávkách několikanásobně převyšujících horní hranici doporučení Evropské unie.

U zvířat je nadbytečný příjem jodu způsoben převážně nesprávnou manipulací s minerálními krmnými doplňky, záměrnou suplementací jodu do krmiva nebo nevhodným používáním desinfekčních prostředků s obsahem jodu (NEWTON a CLAWSON 1974; TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Pokud je příjem jodu u zvířat enormně vysoký, může dojít až k tzv. jodismu neboli otravě, která se projevuje nechutenstvím, skleslostí, postižením dýchacího aparátu, pocením, poruchami plodnosti a rozením málo životaschopných mláďat. V nejzávažnějších případech dochází k úhynu (PAULÍKOVÁ et al., 2002).

Příznaky hypertyreózy jsou jakýmsi zrcadlovým obrazem, tj. opakem hypotyreózy (SCHREIBER, 2004). Patří k nim tachykardie, nervozita, vzrušivost, nespavost, slabost, nadměrné pocení, citlivost na horko a zvýšená chuť k jídlu (GRANNER et al., 1998). Dochází k urychlení glykogenolýzy v játrech, v jejímž důsledku postižení jedinci hubnou i při dostatečné výživě. Typické je také vyboulení očí neboli exoftalmus (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003). U starších lidí může, po delším trvání hypertyreózy, vzniknout tzv. „apatická“ hypertyreóza s těžkou depresí, mentálním rozpadem a straněním se okolí. V mládí vede nadprodukce tyreoidních hormonů k obřímu růstu, tj. gigantismu, v pozdějších stádiích k prodlužování distálních tělních partií, tj. akromegalii (VELÍŠEK, 1999).

Léčba tohoto onemocnění spočívá v podávání tyreostatik (Carbimazol^R tbl., Propycil 50^R tbl., aj.) v dávce odpovídající aktivitě choroby a v podávání betablokátorů (př. Trimepranol^R tbl.), které mají jednak bradykardizující účinek a jednak inhibiční účinek na periferní konverzi T₃ a T₄ (PORŠOVÁ - DUTOID, 1996). Léky se mohou vysadit až po dosažení tzv. remise, kdy příznaky a projevy nemoci vymizí. Ovšem téměř u 60 % nemocných dochází k novému vzplanutí nemoci. Tento stav bývá v některých případech řešen operací - totální tyreoidektomií (MARKALOUS a GREGOROVÁ, 2007). Některé obtíže a příznaky při hypertyreóze uvádí tabulka č. 12.

Tab. č. 12: Obtíže a příznaky při poruchách funkce štítné žlázy (MARKALOUS a GREGOROVÁ, 2007)

Obtíže a příznaky	Zvýšená funkce (hypertyreóza)	Snížená funkce (hypotyreóza)
Oběhové	zrychlený a nepravidelný tep, bušení srdce	zpomalený tep
Vztah k teplu	horkokrevnost, pocení	zimomřivost
Kožní	teplá, opocená kůže	chladná, suchá kůže, prosáknutí podkoží (myxedém)
Nervové a psychické	neklid, nervozita, třes, překotnost, nesoustředěnost, nespavost	zpomalené reakce a reflexy, deprese, spavost
Zaživací	nadměrný hlad, hubnutí, průjem	nechutenství, nadýmání, zácpa
Pohybové	svalová slabost, ochabnutí svalů	ztuhlost svalů a kloubů, někdy i bolesti
Oční	u imunogenní toxikózy pálení očí, slzení, u endokrinní orbitopatie navíc vystupující oči a dvojité vidění	otoky okolo očí
Stav kostí	řidnutí kostí	-

2.12 STAV ZÁSOBENÍ JODEM VE SVĚTĚ

Ve světě bylo zásobení lidské populace jodem počátkem 90. let velmi nepříznivé. Podle studií žilo v riziku nedostatku jodu něco přes 1,5 miliardy lidí, strumou bylo postiženo 655 milionů lidí a nejtěžší porucha související s nedostatkem jodu - kretenismus - byla zaznamenána u více jak 11 milionů jedinců. Tato situace byla neúnosná jednak ze zdravotních důvodů a jednak proto, že příčina zdravotních poruch byla již známá a snadno zvládnutelná včasnou prevencí (KOTRBOVÁ a KASTNEROVÁ, 2007). Také v živočišné výrobě Evropy převažoval podle ANKEHO et al. (1993) a SCHÖNEHO a RAJENDRANA (2009) dlouhodobě deficit jodu, způsobený jeho nedostatkem v přirozených krmivech. DELANGE a DUNN (2005) uvedl v roce 2005, že vlastními zkušenostmi s nedostatkem jodu a hypotyreoidní strumou disponovala ještě starší populace střední Evropy. V roce 2006 bylo jodem

nedostatečně saturováno průměrně 31,5 % lidí ve světě, 52,9 % v Evropě a 10,6 % v USA (ZAMRAZIL, 2013).

Většina z celkových 130 zemí, které byly nedostatkem jodu postiženy, vytvořila na konci 90. let národní koordinační orgán s akčním plánem pro řešení jodového deficitu, zavedla legislativní opatření pro obohacování soli jodem a celou situaci u obyvatelstva monitorovala. Ke státům, kde byla všechna tato opatření podniknuta, se zařadila i ČR. Přestože došlo následně k výraznému zlepšení jodového deficitu, byla v Evropě v roce 2007 u 58 % dětí zjištěna hladina jodu v moči pod 100 μg (nedostatek) a přibližně 1/3 domácností neměla přístup k jodované soli (KOTRBOVÁ a KASTNEROVÁ, 2007). Nutriční společnost D-A-CH (2008) uvedla v roce 2008, že u četné populace lidí nedostatek jodu stále přetrvává, ale na druhé straně roste také výskyt hypertyreózy vyvolané jeho nadbytkem.

Zlepšení zásobenosti populace jodem bylo za poslední roky zaznamenáno například v Německu. Přesto v tomto státě nedosahuje spotřeba jodu na osobu doporučenou denní dávku 200 μg , uváděnou nutriční společností D-A-CH, která se zabývá referenčními hodnotami příjmu živin. Nicméně medián vyloučeného jodu v moči dosáhl průměrné hodnoty 148 μg , což je v souladu s doporučeným denním příjmem 150 μg na osobu dle Světové zdravotnické organizace (D-A-CH., 2008). Stav zásobení jodem v západní a střední Evropě uvádí obrázek č. 5.

Obr. č. 5: Stav zásobení jodem v západní a střední Evropě (<http://zdravi.e15.cz>, citováno dne: 28. 11. 2013)



3 CÍL PRÁCE

Cílem mé diplomové práce s názvem „Kravské mléko jako přirozený zdroj jodu v lidské výživě“ bylo na základě průzkumu spotřeby mléka a mléčných výrobků u studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích vyjádřit podíl mléka na saturaci jodem u mužů a žen, převážně vysokoškoláků ve věku 18 - 30 let. Dále bylo cílem zhodnotit obsah jodu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů z Jihočeského, Plzeňského kraje a kraje Vysočina v průběhu let 2011 - 2013.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 STANOVENÍ SPOTŘEBY MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ A JEJICH PODÍL NA KRYTÍ POTŘEBY JODU

Spotřeba mléka a mléčných výrobků byla sledována v dubnu 2013 celkem u 75 osob (25 mužů a 50 žen), resp. studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Údaje o spotřebě byly získány pomocí dotazníků, do kterých studenti a zaměstnanci zaznamenávali po dobu sedmi dnů spotřebu mléka a mléčných výrobků. Ze zjištěných údajů byly sestaveny tabulky, vypočítány základní statistické parametry v programu Statistica 12 a respondenti byli rozděleni dle pohlaví a věku.

Z hodnocení byly vyloučeny osoby s neúměrnou spotřebou mléka a mléčných výrobků, osoby se zvláštní výživou a poruchou štítné žlázy (tabulky č. 3a, 4a), tj. do statistických výpočtů bylo zahrnuto pouze 60 osob (20 mužů a 40 žen).

Sledována byla především spotřeba mléka, jogurtů, sýrů a jako doplňující ukazatel ostatní mléčné výrobky jako např. sušené a kondenzované mléko, syrovátka, podmásli, kefir a tvaroh. Pro výpočet předpokládaného příjmu jodu z těchto zdrojů byly využity údaje o průměrném obsahu jodu (360 µg/l v roce 2012) v bazénových vzorcích mléka (KROUPOVÁ et al., 2013) a o obsahu jodu v syrovátce, stanovené analyticky v laboratoři katedry zootechnických a veterinárních disciplín Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v roce 2012.

4.2 OBSAH JODU V MOČI STUDENTŮ A ZAMĚSTNANCŮ JČU JAKO UKAZATEL ZÁSOBENÍ JODEM

V dubnu 2013 byla u studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (25 mužů a 50 žen) odebírána do sterilních zkumavek ranní moč, ve které byl následně stanoven obsah jodu (jodurie) spalovací alkalickou metodou spektrofotometricky podle Sandell - Kolthoffa v laboratoři pro stanovení obsahu jodu katedry zootechnických a veterinárních disciplín Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Z výsledků byly sestaveny tabulky a vypočítány základní statistické parametry (program Statistica 12). Jodurie byla vyhodnocena dle kritérií uvedených v tabulce č. 13. Do hodnocení nebyly zahrnuty osoby s extrémními hodnotami obsahu jodu v moči, osoby se zvláštní výživou a poruchou štítné žlázy

(tabulky č. 3a, 4a), tj. do statistických výpočtů bylo zařazeno pouze a 62 osob (21 mužů a 41 žen).

Tab. č. 13: Kategorie jodurie dle WHO/ICCIDD (ZAMRAZIL, 2013)

Jodurie	Klasifikace
do 19 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	těžká jodopenie
20-49 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	závažná jodopenie
50-99 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	lehká jodopenie
100-299 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	normální saturace
od 300 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	nadměrný příjem jodu

4.3 OBSAH JODU V BAZÉNOVÝCH VZORCÍCH MLÉKA

V průběhu let 2011 - 2013 byl, v laboratoři pro stanovení jodu katedry zootechnických a veterinárních disciplín ZF JU v Českých Budějovicích, stanoven spalovací alkalickou metodou spektrofotometricky podle Sandell - Kolthoffa obsah jodu v bazénových vzorcích mléka z 50-ti chovů dojených krav, které pocházely z 3 krajů, resp. 12 okresů České republiky. Bazénové vzorky mléka byly získány ve spolupráci s centrální laboratoří mlékárny Madeta a.s. České Budějovice a Veterinárním centrem s.r.o. Sušice, přičemž vlastní odběr vzorků byl proveden běžným způsobem (automaticky) při svozu mléka ze zemědělských podniků do mlékárny. Postup odběru bazénových vzorků mléka je popsán v kapitole 2. 10. Výsledky byly zpracovány do tabulek, rozděleny dle období, okresů a krajů a byla zhodnocena dynamika obsahu jodu a jeho vývoj podle okresů, res. krajů. Základní statistické parametry byly vypočítány v programu Statistica 12.

4.4 SPEKTROFOTOMETRICKÁ SPALOVACÍ ALKALICKÁ METODA PODLE SANDELL - KOLTHOFFA

Ve vzorcích moči respondentů a bazénových vzorcích mléka dojnic byl jod stanoven spektrofotometricky spalovací alkalickou metodou podle Sandell - Kolthoffa (BEDNÁŘ et al., 1964).

Pracovní postup:

Do speciální spalovací zkumavky z těžkotavitelného skla se odměří vzorek mléka o velikosti 1ml, přidá se 1ml 10% síranu zinečnatého, 1 ml 4M hydroxidu sodného a několik krystalků chlorečnanu draselného. Souběžně s duplikáty vzorků mléka se ze základního standardního roztoku zpracovávají kalibrační roztoky jodidu draselného s koncentracemi jodu 150, 100, 50, 25, 12,5 a 0,0 $\mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$. Poté se zkumavky se vzorky a kalibračními roztoky vloží na 24 hodin do horkovzdušné sušárny s teplotou 115 °C a po jejich vysušení se obsah spaluje v muflové peci. Vlastní spalování probíhá podle určitého harmonogramu, kdy se teplota v peci postupně zvyšuje od 120 °C až do 500 °C. V okamžiku dosažení 500 °C se pec udržuje půl hodiny a následně se teplota opatrně zvýší na 600 °C. Při této teplotě se obsah zkumavek spaluje 1 hodinu, přičemž se po 5, 20 a 40 minutách pec na 15 vteřin otevře a ventiluje. Po skončení spalování se zkumavky nechají vychladnout, ke zbytku se přidá 6 ml deionizované vody a obsah se promíchá. Poté následuje centrifugace při otáčkách 3000 za minutu po dobu 10 minut. Ze získaného čirého supernatantu se do tenkostěnných zkumavek odpipetují dvakrát 2 ml, přidají se 2 ml kyselé směsi a obsah se protřepe a po dobu 10 minut inkubuje v ledové lázni (ledové tříšti) o teplotě 4°C. Po vyjmutí se přidají 2 ml síranu ceričito - amonného a následuje inkubace ve 40 °C lázni 20 minut a poté v ledové lázni 10 minut. Po uplynutí doby inkubace se obsah zkumavek převrství 0,5 ml octanu brucinu, promíchá a inkubuje v horkovzdušné sušárně při teplotě 105 °C pod dobu 15 minut. Po vyjmutí se zkumavky nechají stát 30 minut při laboratorní teplotě a následně je provedeno měření absorbance při 430 nm proti deionizované vodě. Ze zjištěné absorbance kalibračních roztoků se sestrojí kalibrační křivka, odečtou se absorbance vzorků a vypočítá se výsledná hodnota obsahu jodu v $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

5 VÝSLEDKY

5.1 SPOTŘEBA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Tabulka č. 14 uvádí průměrnou týdenní spotřebu mléka a mléčných výrobků všech respondentů, tj. mužů i žen bez rozdílu věku.

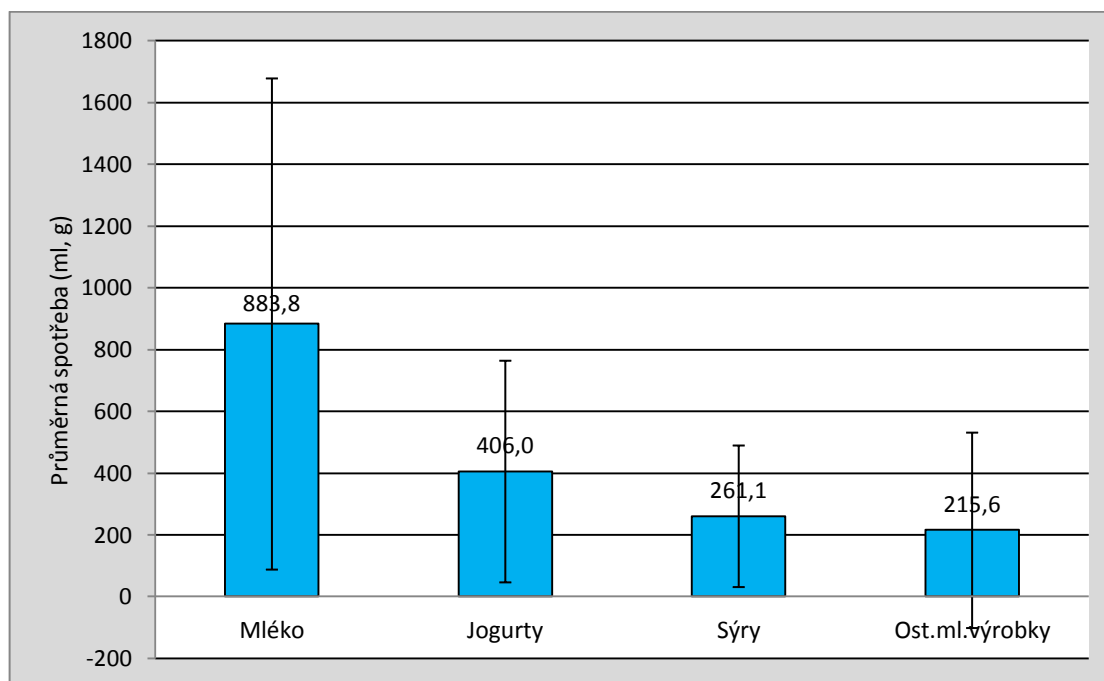
U mléka dosáhla průměrná spotřeba za týden hodnoty $883,8 \pm 795,3$ ml, u jogurtů $406,0 \pm 358,9$ g, u sýrů $261,1 \pm 229,2$ g a u ostatních mléčných výrobků $215,6 \pm 316,4$ g. Maximální spotřeba byla u mléka zjištěna 3500,0 ml, u jogurtů 1500,0 g, u sýrů 810,0 g a u ostatních mléčných výrobků 1380,0 g. Minimální spotřeba dosáhla u mléka i mléčných výrobků nulové hodnoty.

Tab. č. 14: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků všech respondentů

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	60	60	60	60
Průměr	883,8	406,0	261,1	215,6
Směrod. odchylka	795,3	358,9	229,2	316,4
Medián	700,0	400,0	198,8	95,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	3500,0	1500,0	810,0	1380,0
Var. koef. (%)	90,0	88,4	87,8	146,7

Graf č. 1 znázorňuje průměrnou týdenní spotřebu mléka a mléčných výrobků všech respondentů. Z výsledků je zřejmé, že nejvíce bylo zkonsumováno mléka, dále jogurtů, sýrů a ostatních mléčných výrobků.

Graf č. 1: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků všech respondentů



V tabulce č. 15 jsou uvedeny hodnoty průměrné týdenní spotřeby mléka a mléčných výrobků u mužů bez rozdílu věku.

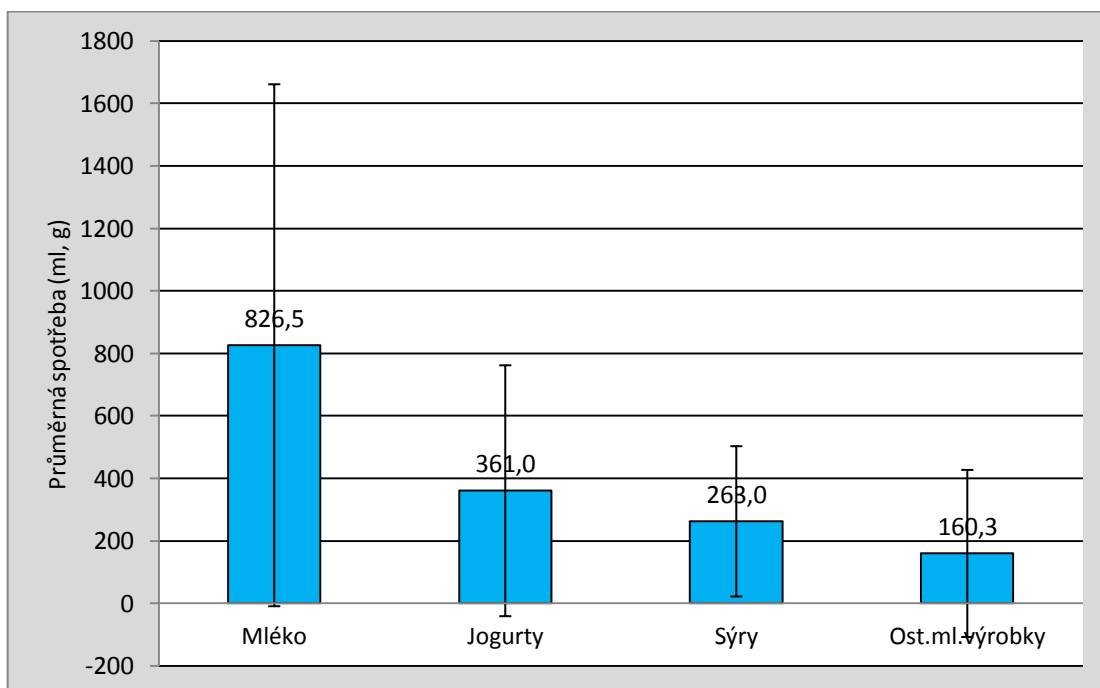
Průměrná spotřeba mléka za týden dosáhla hodnoty $826,5 \pm 835,1$ ml, jogurtů $361,0 \pm 401,4$ g, sýrů $263 \pm 240,5$ g a ostatních ml. výrobků $160,3 \pm 267,3$ g. Maximum bylo zjištěno 2700,0 ml u mléka, 1500,0 g u jogurtů, 810,0 g u sýrů a 1100,0 g u ostatních ml. výrobků. Minimum bylo u mléka i ml. výrobků opět nulové.

Tab. č. 15: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků u mužů

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	20	20	20	20
Průměr	826,5	361,0	263,0	160,3
Směrod. odchylka	835,1	401,4	240,5	267,3
Medián	650,0	275,0	225,0	25,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	2700,0	1500,0	810,0	1100,0
Var. koef. (%)	101,0	111,2	91,4	166,8

Graf č. 2 znázorňuje průměrnou týdenní spotřebu mléka a mléčných výrobků všech mužů. Nejvíce bylo zkonsumováno mléka, dále jogurtů, sýrů a ostatních ml. výrobků.

Graf č. 2: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků u mužů



Tabulka č. 16 uvádí průměrnou týdenní spotřebu mléka a mléčných výrobků u žen bez rozdílu věku.

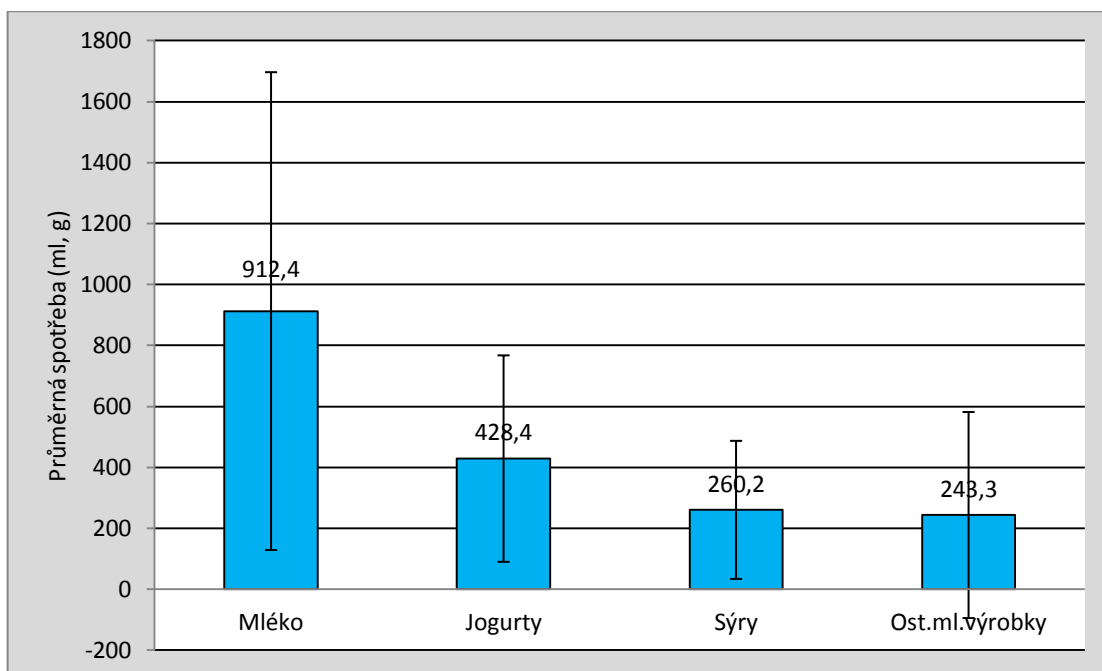
U mléka byla zjištěna průměrná spotřeba $912,4 \pm 783,9$ ml za týden, u jogurtů $428,4 \pm 338,8$ g za týden, u sýrů $260,2 \pm 226,5$ g za týden a u ostatních mléčných výrobků $243,3 \pm 338,0$ g za týden. Maximální spotřeba dosáhla u mléka 3500,0 ml, u jogurtů 1430,0 g, u sýrů 770,0 g a u ostatních mléčných výrobků 1380,0 g. Minimální spotřeba byla u mléka i mléčných výrobků nulová.

Tab. č. 16: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků u žen

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	40	40	40	40
Průměr	912,4	428,4	260,2	243,3
Směrod. odchylka	783,9	338,8	226,5	338,0
Medián	705,0	450,0	193,8	145,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	3500,0	1430,0	770,0	1380,0
Var. koef. (%)	86,0	79,1	87,0	139,0

Graf č. 3 znázorňuje průměrnou týdenní spotřebu mléka a mléčných výrobků všech žen. Obdobně jako u mužů bylo u žen zkonsumováno nejvíce mléka, poté jogurtů, sýrů a ostatních mléčných výrobků.

Graf č. 3: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků u žen



Předpokládaný příjem jodu ze zkonsumovaného mléka a ml. výrobků

V tabulce č. 17 je uveden předpokládaný průměrný denní příjem jodu ze zkonsumovaného mléka a mléčných výrobků u mužů a žen za předpokladu, že mléko obsahovalo 360 µg jodu na litr (KROUPOVÁ et al., 2013) a že 70 % jodu z mléka přechází při jeho úpravě do syrovátky (ROZENSKÁ, 2013). Tedy sýřenina, jenž je základem pro výrobu sýrů, neobsahuje více jak 30 % jodu z jeho celkového množství v mléce.

U mužů byl zjištěn průměrný denní příjem jodu z mléka 42,5 µg, z jogurtů 18,6 µg, ze sýrů 12,3 µg a z ostatních mléčných výrobků 8,2 µg. Celkově muži přijali z mléka a mléčných výrobků průměrně 81,6 µg jodu za den.

Ženy přijaly z mléka průměrně 46,9 µg jodu, z jogurtů 22,0 µg jodu, ze sýrů 12,0 µg jodu a z ostatních mléčných výrobků 12,5 µg jodu. Celkově ženy přijaly z mléka a mléčných výrobků průměrně 93,4 µg jodu za den.

Tab. č. 17: Předpokládaný průměrný příjem jodu (µg) ze zkonsumovaného mléka a mléčných výrobků u mužů a žen

	Mléko	Jogurty	Sýry	Ost. ml. výrobky	Celkem
Průměrný příjem jodu Muži	42,5	18,6	12,3	8,2	81,6
Průměrný příjem jodu Ženy	46,9	22,0	12,0	12,5	93,4

5.2 OBSAH JODU V MOČI STUDENTŮ A ZAMĚSTNANCŮ JČU

Tabulka č. 18 uvádí hodnoty průměrného obsahu jodu v moči všech vyšetřených studentů a zaměstnanců JČU (bez rozdílu pohlaví), dále mužů a žen bez rozdílu věku a rozdělených dle stáří.

Na základě výsledků dosáhl průměrný obsah jodu v moči všech vyšetřených osob hodnoty $230,4 \pm 171,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, přičemž maximum bylo zjištěno $600,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a minimum $20,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

U všech mužů byl průměrný obsah jodu v moči $244,6 \pm 195,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, maximální koncentrace dosáhla $592,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a minimální $22,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Po rozdělení mužů dle věku byl zjištěn průměrný obsah jodu v moči $289,8 \pm 213,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ u mužů ve věku 18 - 30 let a $184,3 \pm 160,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ u mužů starších 30 let.

Ve vzorcích moči všech žen dosáhl průměrný obsah jodu hodnoty $223,2 \pm 159,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Maximum bylo zjištěno $600,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a minimum $20,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Po rozdělení žen dle věku měl průměrný obsah jodu v moči hodnotu $243,7 \pm 173,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ u žen mezi 18 - 30 lety a $179,1 \pm 118,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ u žen nad 30 let. Rozdíly mezi hodnotami obsahu jodu v moči žen a mužů nejsou z důvodu širokého rozptylu statisticky prokazatelné.

Tab. č. 18: Průměrný obsah jodu v moči ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) všech respondentů, mužů a žen

	n vzorků	Průměr	Směr.odch.	Medián	Min.	Max.	Var.koef.(%)
Všichni respondenti	62	230,4	171,3	149	20	600	74,3
Muži	21	244,6	195,2	152	22	592	79,8
Muži 18 - 30 let	12	289,8	213,1	218	22	592	73,5
Muži nad 30 let	9	184,3	160,1	152	23,5	534	86,9
Ženy	41	223,2	159,8	148	20	600	71,6
Ženy 18 - 30 let	28	243,7	173,9	147	44	600	71,4
Ženy nad 30 let	13	179,1	118,4	150	20	476	66,1

5.3 OBSAH JODU V BAZÉNOVÝCH VZORCÍCH MLÉKA

V tabulce č. 19 je uveden průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ze všech vybraných chovů České republiky v letech 2011 - 2013.

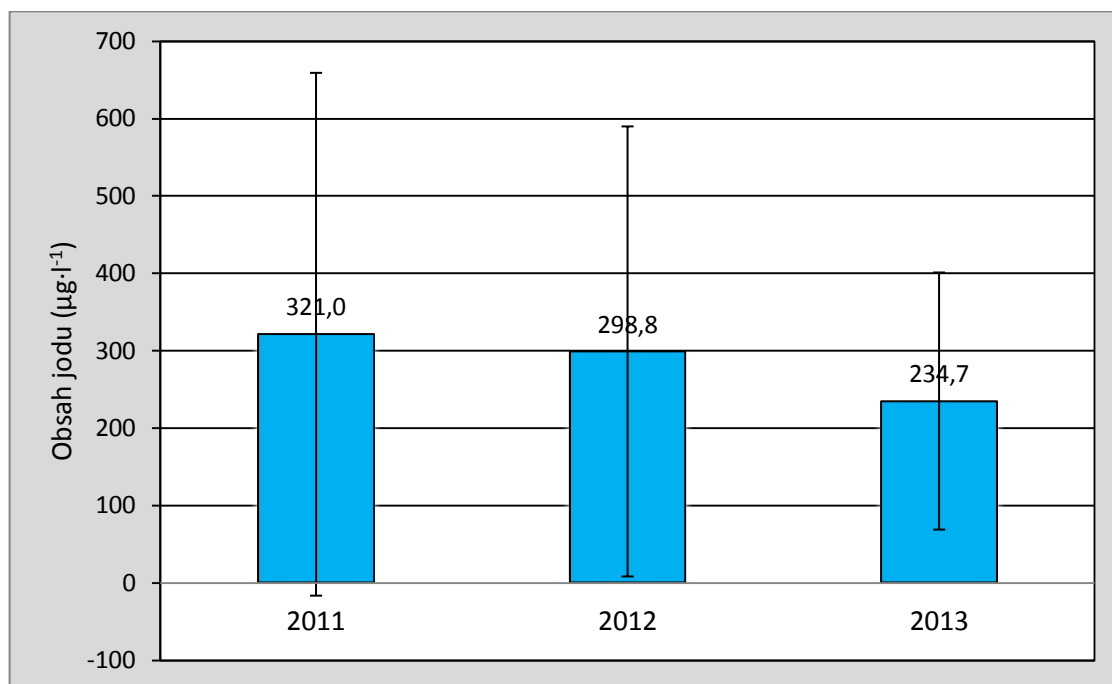
V roce 2011 dosáhl průměrný obsah jodu v analyzovaných vzorcích mléka hodnoty $321 \pm 337,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, přičemž maximum bylo zjištěno $1486,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a minimum $21,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V roce 2012 byla zjištěna průměrná koncentrace jodu $298 \pm 290,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, maximální hodnota $1330,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a minimální $35,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V roce 2013 byl stanoven průměrný obsah jodu $166,1 \pm 228,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, maximum $940,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a minimum $24,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Rozdíly mezi hodnotami obsahu jodu v mléce v letech 2011 - 2013 nejsou z důvodu širokého rozptylu statisticky prokazatelné.

Tab. č. 19: Průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka v České republice v letech 2011 - 2013 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

	n vzorků	Průměr	Směr.odch.	Medián	Min.	Max.	Var.koef.(%)
Rok 2011	40	321,0	337,8	227,5	21,0	1486,0	105,2
Rok 2012	44	298,8	290,8	189,0	35,0	1330,0	97,3
Rok 2013	35	234,7	166,1	228,0	24,0	940,0	70,8

Graf č. 4 znázorňuje vývoj průměrného obsahu jodu ze všech analyzovaných bazénových vzorků mléka vybraných chovů České republiky v letech 2011 - 2013. Z výsledků je zřejmé, že nejvyšší průměrné hodnoty dosáhl jod v mléce v roce 2011 a nejnižší v roce 2013, tj. průměrný obsah jodu v mléce měl od roku 2011 sestupnou tendenci.

Graf č. 4: Vývoj průměrného obsahu jodu v bazénových vzorcích mléka v České republice v letech 2011 - 2013 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)



Tabulka č. 20 uvádí průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných okresech České republiky za období let 2011 - 2013.

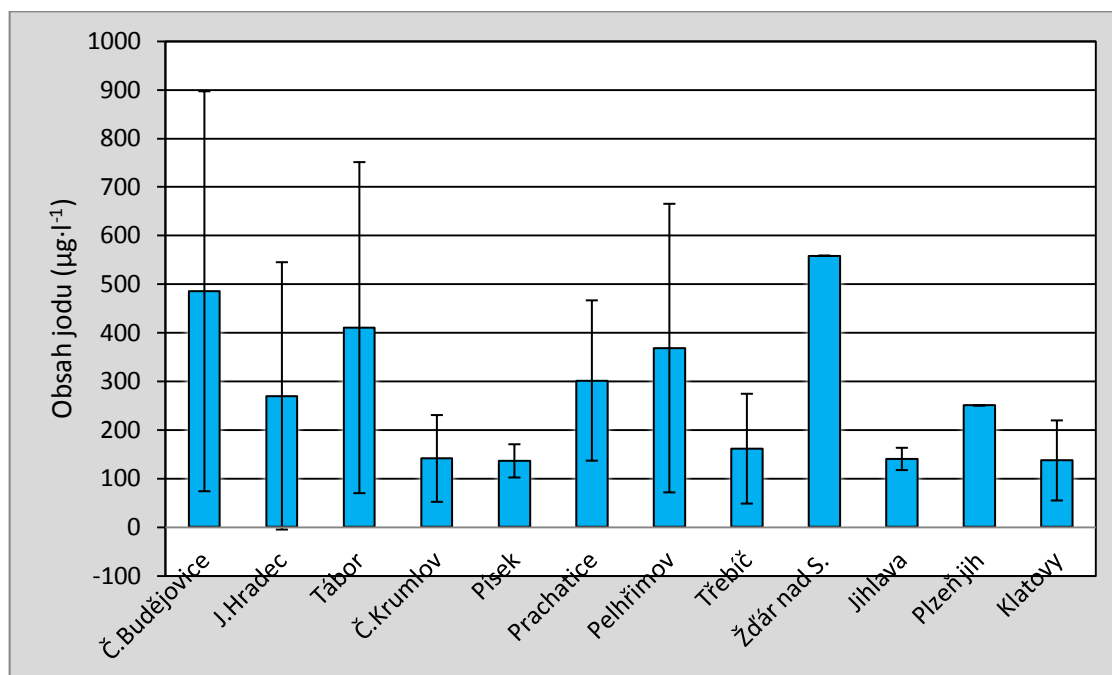
V Č. Budějovicích byl zjištěn průměrný obsah jodu v mléce $484,9 \pm 411,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Jindřichově Hradci $269,6 \pm 275,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Táboře $410,0 \pm 340,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Českém Krumlově $140,8 \pm 89,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Písku $135,8 \pm 34,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Prachaticích $301,2 \pm 165 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Pelhřimově $367,9 \pm 297 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Třebíči $160,9 \pm 113 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, ve Žďáru nad Sázavou $558 \pm 0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Jihlavě $139,8 \pm 22,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v Plzni jih $250 \pm 0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a v Klatovech $136,7 \pm 82,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Přitom nejvyšší hodnota jodu v mléce $1486,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ byla zjištěna v chovu z okresu Pelhřimov a nejnižší $21 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v chovu z okresu Český Krumlov.

Tab. č. 20: Průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných okresech České republiky za období let 2011 - 2013 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

Okres	n vzorků	Průměr	Směr.odch.	Medián	Min.	Max.	Var.koef.(%)
Č. Budějovice	3	484,9	411,6	284,0	152,0	1330,0	84,9
J. Hradec	8	269,6	275,1	166,5	35,0	1114,0	102,1
Tábor	7	410,0	340,7	248,0	84,0	1204,0	83,1
Č. Krumlov	2	140,8	89,3	140,0	21,0	262,0	63,5
Písek	2	135,8	34,2	145,0	73,0	176,0	25,2
Prachatice	2	301,2	165,0	212,0	165,0	596,0	54,8
Pelhřimov	9	367,9	297,0	269,0	40,0	1486,0	80,7
Třebíč	5	160,9	113,0	142,0	24,0	371,0	70,3
Žďár nad Sáz.	1	558,0	0,0	558,0	558,0	558,0	0,0
Jihlava	2	139,8	22,9	142,5	107,0	167,0	16,4
Plzeň jih	1	250,0	0,0	250,0	250,0	250,0	0,0
Klatovy	8	136,7	82,4	103,0	33,0	284,0	60,3

Graf č. 5 zachycuje průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných okresech České republiky za období let 2011 - 2013. Nejvyšší průměrné hodnoty dosáhl jod v mléce v okrese Žďár nad Sázavou a poté v Českých Budějovicích a naopak nejnižší v Písku, Jihlavě a Českém Krumlově.

Graf č. 5: Průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných okresech České republiky za období let 2011 - 2013 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)



V tabulce č. 21 je uveden průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných krajích České republiky za období let 2011 - 2013.

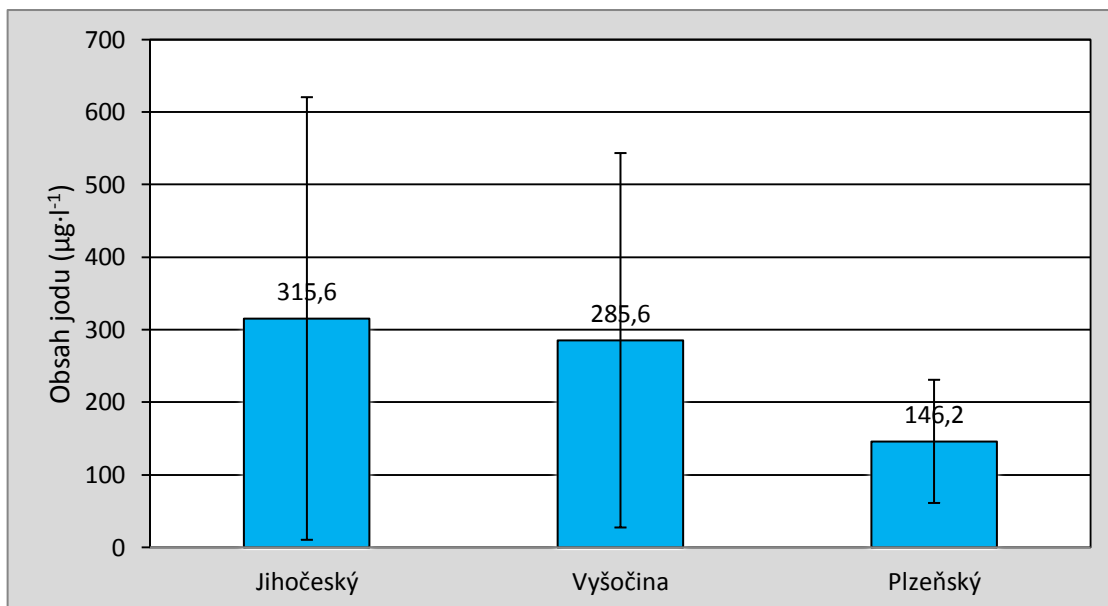
V Jihočeském kraji byla stanovena průměrná koncentrace jodu v mléce $315 \pm 305,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v kraji Vysočina $285,6 \pm 258,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a v Plzeňském kraji $146,2 \pm 84,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejvyšší obsah jodu $1486,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ byl zjištěn v chovu z kraje Vysočina a nejnižší ($21 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) v chovu z Jihočeského kraje.

Tab. č. 21: Průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných krajích České republiky v letech 201 - 2013 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

Kraj	n vzorků	Průměr	Směr.odch.	Medián	Min.	Max.	Var.koef.(%)
Jihočeský	24	315,6	305,1	234,0	21,0	1330,0	96,7
Vysočina	17	285,6	258,1	232,0	24,0	1486,0	90,4
Plzeňský	9	146,2	84,9	103,0	33,0	284,0	58,1

Graf č. 6 znázorňuje průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných krajích za období let 2011 - 2013. Nejvyšší průměrný obsah jodu byl stanoven v Jihočeském kraji a nejnižší v Plzeňském kraji.

Graf č. 6: Průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka ve vybraných krajích České republiky za období let 2011-2013 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)



Tabulka č. 22 uvádí relativní zastoupení bazénových vzorků mléka podle obsahu jodu z vybraných chovů v České republice v letech 2011 - 2013.

V roce 2011 bylo zjištěno 38 % bazénových vzorků mléka s obsahem jodu mezi $80 - 250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, 27 % s obsahem $250 - 500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, 20 % s obsahem nad $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a 15 % vzorků s obsahem jodu pod $80 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V roce 2012 dosáhlo množství jodu v mléce $80 - 250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 54 % vzorků, množství $250 - 500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 25 % vzorků, nad $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 16 % a pod $80 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 5 %. V roce 2013 bylo stanoveno 63 % vzorků obsahujících $80 - 250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, 23 % s obsahem $250 - 500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, 6 % s obsahem nad $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a 8 % vzorků s obsahem jodu pod $80 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Tab. č. 22: Relativní zastoupení bazénových vzorků mléka podle obsahu jodu z vybraných chovů České republiky jodu v letech 2011 - 2013

Jod v mléce	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013
n vzorků	40	44	35
pod 80 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	15 %	5 %	8 %
80-250 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	38 %	54 %	63 %
250-500 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	27 %	25 %	23 %
nad 500 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	20 %	16 %	6 %

6 DISKUZE

6.1 SPOTŘEBA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ A JEJICH PODÍL NA KRYTÍ POTŘEBY JODU

Mléko a mléčné výrobky představují velmi významný zdroj jodu v lidské výživě. Podle ŘEHŮŘKOVÉ a RUPRICHA (2013) hraje nejdůležitější roli, při hodnocení expozičních zdrojů jodu u všech populačních skupin, právě mléko a mléčné výrobky a proto je potřeba jim věnovat pozornost.

Individuální týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků u mužů a žen je uvedena v tabulkách č. 1a, 2a. Průměrnou týdenní spotřebu, směrodatnou odchylku, maximum, minimum a další statistické charakteristiky uvádí tabulky č. 14, 15, 16. Porovnání průměrné spotřeby mléka za týden se spotřebou jogurtů, sýrů a ostatních mléčných výrobků zobrazují grafy č. 1, 2, 3. V tabulce č. 17 je uveden předpokládaný průměrný denní příjem jodu (μg) ze zkonsumovaného mléka a mléčných výrobků.

Průměrná spotřeba mléka u všech respondentů, resp. studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, dosáhla hodnoty $883,8 \pm 795,3$ ml za týden, tj. $126,3$ ml za den. Jogurtů zkonsumovali respondenti průměrně $406,0 \pm 358,9$ g za týden ($58,0$ g za den), zatímco sýrů a ostatních mléčných výrobků téměř o polovinu méně ($261,1 \pm 229,2$ g sýrů a $215,6 \pm 316,4$ g ostatních ml. výrobků). Pokud z průměrné týdenní spotřeby mléka spočítáme průměrnou roční spotřebu ($46,1$ litrů na osobu) a porovnáme s celorepublikovým průměrem $57,3$ litrů na osobu za rok 2012, který uvádí Český statistický úřad (<http://www.czso.cz>, citováno dne: 1. 3. 2014), můžeme říci, že průměrná roční spotřeba mléka všech respondentů byla o $11,2$ litrů nižší, tj. o 20 %. Jestliže stejným způsobem porovnáme průměrnou roční spotřebu sýrů ($13,6$ kg), je zřejmé, že se od celorepublikového průměru ($13,4$ kg) lišila pouze nepatrně (o 1 %). Podle grafu č. 1 konzumovali respondenti v největším množství mléko, poté jogurty, sýry a nejméně ostatní mléčné výrobky.

Podle Českomoravského svazu mlékárenského patří Češi, ve srovnání s obyvateli ostatních zemí, převážně mezi jeho průměrné konzumenty. Přitom nejvíce mléka zkonsumují obyvatelé Finska a to přes 180 litrů na osobu za rok, což naši hodnotu ($46,1$ litrů) převyšuje téměř $4x$ (o $133,9$ litrů). Ovšem i v dalších evropských zemích se pije mléka podstatně více než u nás, např. v EU byla v roce 2008 průměrná

spotřeba mléka na osobu za rok přes 89 litrů, v Německu 94 litrů a v Rakousku 79 litrů (KOPÁČEK, 2013).

U mužů byla zjištěna průměrná týdenní spotřeba mléka $826,5 \pm 835,1$ ml (118,1 ml za den). O poznání nižší byla spotřeba jogurtů, sýrů a ostatních mléčných výrobků: průměrně muži zkonsumovali za týden $361 \pm 401,4$ g jogurtů (51,6 g za den), $263 \pm 240,5$ g sýrů (37,6 g za den) a $160,3 \pm 267,3$ g ostatních mléčných výrobků (22,9 g za den). Při porovnání jejich průměrné roční spotřeby mléka (42,9 litrů na osobu) s celorepublikovým průměrem (57,3 litrů na osobu) zjistíme, že muži spotřebovali o 14,4 litrů (25 %) mléka méně. Podle individuálních výsledků (tabulka č. 1a) 50 % mužů nekonsumovalo během sledování žádné ostatní mléčné výrobky, 35 % mužů nejedlo jogurty, 10 % mužů nepilo mléko a 5 % mužů nesnědlo žádný sýr. Z tabulek č. 5a, 6a, ve kterých jsou muži rozděleni dle stáří, je zřejmé, že muži ve věku 18 - 30 let zkonsumovali, oproti mužům nad 30 let, více mléka (o 57 %) a jogurtů (o 28 %), zatímco jejich spotřeba sýrů a ostatních mléčných výrobků byla nižší (o 50 % méně sýrů a 16 % ostatních ml. výrobků). Ze spotřebovaného mléka a mléčných výrobků přijali muži průměrně 81,6 μ g jodu za den. Srovnáním této dotace jodu s jeho doporučeným denním množstvím 150,0 μ g (ZAMRAZIL, 2012), můžeme říci, že denní spotřeba mléka a mléčných výrobků pokryla u mužů denní potřebu jodu z více jak poloviny (54 %), přičemž samotné mléko představovalo přibližně 28 % doporučeného denního množství. KURSA et al. (2007) uvádí, že v roce 2005 byla, průměrnou denní spotřebou 0,64 l mléka a mléčných výrobků, pokryta denní potřeba jodu dospělého člověka ze 132 %, což naši hodnotu (54 %) převyšuje téměř 2,5 krát, a to v důsledku vyšší denní spotřeby mléka a mléčných výrobků a vyšším obsahem jodu v konzumním mléce v roce 2005.

U žen dosáhla průměrná týdenní spotřeba mléka hodnoty $912,4 \pm 783,9$ ml (130,3 ml za den). Jogurtů ženy spotřebovaly za týden průměrně $428,4 \pm 338,8$ ml (61,2 g za den), sýrů $260,2 \pm 226,5$ g (37,2 g za den) a ostatních mléčných výrobků $243,3 \pm 338,0$ g (34,8 g za den). V porovnání s muži zkonsumovaly ženy za týden o 85,9 ml (9 %) více mléka, o 67,4 g (16 %) více jogurtů a o 83,0 g (34 %) více ostatních mléčných výrobků. Spotřeba sýrů byla u žen nepatrně nižší (o 1 %). Na základě těchto výsledků lze říci, že ženy zkonsumovaly celkově více mléka a mléčných výrobků než muži. Pokud stejně jako u mužů vypočítáme u žen průměrnou roční spotřebu mléka - 47,6 litrů na osobu, je patrné, že i u žen byla roční spotřeba

mléka nižší než celorepublikový průměr (57,3 litrů), a to o 9,7 litru, tj. o 17 %. Z tabulky č. 2a vyplývá, že během sledování 35 % žen nekonzumovalo ostatní mléčné výrobky, 15 % žen nejedlo jogurty, 13 % žen nespotřebovalo žádné sýry a 5 % žen nepilo mléko. Na rozdíl od mužů, byla po rozdělení žen dle věku (tabulky č. 7a, 8a), zjištěna průměrná spotřeba mléka i mléčných výrobků za týden vyšší u žen starších 30 let, a to přibližně o 20 % mléka, 49 % jogurtů, 53 % sýrů a 55 % ostatních mléčných výrobků. Celkový příjem jodu z mléka a mléčných výrobků byl u žen vyšší než u mužů, a to v průměru 93,4 μg za den, což představuje přibližně 62 % jeho doporučeného denního příjmu 150,0 μg dle ZAMRAZILA (2012). Z toho samotné mléko tvořilo téměř 31 %.

Podle výsledků studenti a zaměstnanci JČU (muži i ženy) sice zkonsumovali méně mléka než je celorepublikový průměr, ale i přes to průměrný příjem jodu z mléka a mléčných výrobků pokryl přes polovinu (58 %) jeho denní potřeby. Na základě těchto údajů lze říci, že mléko a mléčné výrobky patří mezi významné zdroje jodu ve výživě člověka.

6.2 OBSAH JODU V MOČI STUDENTŮ A ZAMĚSTNANCŮ JČU JAKO UKAZATEL ZÁSOBENÍ JODEM

Nejpřesnějším způsobem hodnocení zásobení organismu jodem používaným v jednotlivých studiích je stanovení obsahu jodu v jednotlivých součástech tzv. potravinového koše, ale protože je tato metoda pracná, nehodí se pro rozsáhlejší epidemiologické průzkumy (ZAMRAZIL, 2012). Proto pro běžné stanovení úrovně saturace jodem používáme obsah jodu v moči, tj. jodurii, která je nejpoužívanější a nejspolehlivější metodou, jelikož močí se vylučuje průměrně 80 - 90 % přijatého jodu a údaje jsou tedy spolehlivé (ZAMRAZIL, 2013). Za optimální hladinu jodu v moči je u lidí považováno rozmezí hodnot 100 - 300 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (RYŠAVÁ et al., 2013b).

Individuální obsah jodu ve vzorcích moči mužů a žen uvádí tabulky č. 1a, 2a. Průměrný obsah jodu v moči a další statistické charakteristiky u všech osob, mužů a žen je uveden v tabulce č. 18. Hodnocení jodurie uvádí tabulka č. 9a.

Podle výsledků dosáhla průměrná koncentrace jodu v moči všech vyšetřených osob (mužů i žen) hodnoty $230,4 \pm 171,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Pokud tuto hodnotu porovnáme s údaji RYŠAVÉ et al. (2013), může říci, že průměrný obsah jodu v moči všech respondentů dosáhl fyziologické hodnoty a poukazuje na jejich dostatečnou saturaci jodem.

Vyhodnocením jodurie dle parametrů (tabulka č. 13), které uvádí ZAMRAZIL (2013), bylo zjištěno, že normální hladině jodu v moči odpovídalo celkem 34 osob (55 %) z celkového počtu (62) vyšetřených. Nedostatečný příjem jodu byl zjištěn u 12 osob (19 %), přičemž těžká jodopenie (nedostatek jodu) nebyla zaznamenán ani v jednom případě, závažná jodopenie u 5 osob (8 %) a lehká jodopenie u 7 osob (11 %). U 16 vyšetřených (26 %) dosáhl obsah jodu v moči hladiny nad 299 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ vypovídající o jeho nadbytku. RYŠAVÁ a KŘÍŽ (2013) uvádějí výsledky hodnocení jodurie z roku 2005, kde ze souboru 405 dospělých osob nebyl zjištěn žádný případ těžké jodopenie, u 3 % osob dosáhl obsah jodu v moči hodnot odpovídajících jodopenii závažné, u 12 % jodopenii lehké, u 32 % nadměrnému přívodu jodu a normální saturace byla zjištěna u 52 % vyšetřených. Pokud tedy porovnáme výsledky jodurie z roku 2005 s našimi hodnotami, zjistíme, že se výrazně neliší, tj. v roce 2005 byl zjištěn nižší výskyt závažné jodopenie pouze o 5 % a vyšší výskyt nadměrného příjmu jodu o 6%. Normální saturaci odpovídalo téměř shodné procento osob (rozdíl 2 %).

Ve vzorcích moči mužů byl zjištěn průměrný obsah jodu $244,6 \pm 195,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, který je dle RYŠAVÉ et al. (2013b) hodnocen za optimální. Po jejich rozdělení dle věku dosáhli vyšší průměrnou koncentraci jodu v moči muži ve věku do 30 let, přičemž u mužů starších byla hladina přibližně o 36 % nižší (ovšem stále v normě). Po zhodnocení výsledků dle ZAMRAZILA (2013) nebyl ani u jednoho muže zjištěn případ těžké jodopenie, u 3 jedinců (14 %) odpovídala koncentrace jodu v moči závažné jodoponii a stejně (14 %) tak lehké jodoponii. U devíti (43 %) vzorků byl stanoven obsah jodu v moči v rozmezí $100 - 299 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, hodnocený jako optimální. Nadbytečný přívod jodu, a jeho následné vylučování močí, byl stanoven u 6 mužů (29 %).

U žen se výsledky oproti mužům výrazně nelišily. V moči jod dosáhl též optimální průměrné hladiny ($223,2 \pm 159,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Při porovnání průměrného obsahu jodu v moči mužů a žen, byla hladina jodu u žen pouze nepatrně nižší (o 9 %). Lze tedy usuzovat, že množství jodu vyloučeného močí se výrazně nelišilo ve vztahu k pohlaví respondentů. Po rozdělení žen dle stáří, dosáhla průměrná koncentrace jodu v moči vyšší hladiny (o 27 %) u žen ve věku do 30 let, než u žen starších. Pokud stejně jako u mužů vyhodnotíme výsledky jodurie dle ZAMRAZILA (2013), zjistíme, že těžká jodopenie nebyla zaznamenána u žádné ženy a závažná jodopenie pouze ve dvou případech (5 %). U čtyř vzorků (10 %) dosáhl obsah jodu v moči hodnot $50 - 99 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (lehká jodopenie). Stejně jako u mužů bylo u žen nejvíce (61 %) vzorků moči, jejichž koncentrace jodu odpovídala rozmezí $100 - 299 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, které je hodnoceno jako normální stav. Hladina jodu nad $299 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (nadbytečný přívod) byla zjištěna u deseti vzorků (24 %).

Na základě výsledků, získaných v našem pokuse, byl u převážné většiny (55 %) studentů a zaměstnanců JČU v Českých Budějovicích zjištěn optimální obsah jodu v moči poukazující na jeho dostatečný příjem do organismu. Ovšem vzhledem k tomu, že u 45 % osob dosáhl jod v moči hodnot odpovídajícím jeho neúměrnému příjmu (19 % nedostatek a 26 % nadbytek), je nutné této problematice i nadále věnovat trvalou pozornost v zájmu prevence nežádoucího dopadu nutričního nedostatku nebo nadbytku jodu.

6.3 OBSAH JODU V BAZÉNOVÝCH VZORCÍCH MLÉKA

Obsah jodu v syrovém kravském mléce je ovlivněn celou řadou faktorů jako plemeno, užitkovost, fyziologický stav, pořadí laktace, stav životního prostředí či roční období (JELÍNEK a KOUDELA et al., 2003; TRÁVNÍČEK et al., 2011b). Přitom rozhodující uplatnění na koncentraci jodu v mléce má jeho příjem z krmiva (TRÁVNÍČEK et al., 2011b). NIEDOBOVÁ (2013) uvádí, že mezi obsahem jodu v mléce a kompletní krmné dávce byla vysledována korelační závislost $r = 0,88$. Také TRÁVNÍČEK et al. (2010a) uvádí vysokou závislost mezi příjmem jodu u dojnic a jeho množstvím v mléce (korelačním koeficient $r = 0,6 - 0,7$). Ovšem i přes tyto skutečnosti je obsah jodu v mléce přežvýkavců používán vedle jodurie jako běžný ukazatel zásobení organismu jodem (KURSA et al. 1997; HERZIG et al. 1999).

Vymezení optimální hladiny jodu v mléce vyplývá nejenom z potřeby krav, telat a plodů v raném stádiu vývoje, ale také z potřeby lidí, u nichž jod v mléce a mléčných produktech představuje jeho rozhodující zdroj ve výživě, a to především u dětí, těhotných a kojících žen (RYŠAVÁ a KOCIÁNOVÁ, 1997; LÍMANOVÁ et al., 2008; ZAMRAZIL, 2010).

Individuální obsah jodu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů České republiky v letech 2011 - 2013 uvádí tabulka č. 10a. Průměrný obsah, směrodatnou odchylku, medián, minimum, maximum a variační koeficient ze všech vybraných chovů za jednotlivé roky je uveden v tabulce č. 19 a vývoj jeho průměrného obsahu za sledované období (2011 - 2013) znázorňuje graf č. 4. Průměrnou koncentraci jodu v bazénových vzorcích mléka a ostatní statistické charakteristiky ve vybraných okresech a krajích ČR uvádí tabulky č. 20, 21 a znázorňují grafy č. 5, 6.

Podle výsledků dosáhl jod, ze všech analyzovaných bazénových vzorků mléka vybraných chovů, průměrné koncentrace $321 \pm 337,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v roce 2011, $298,8 \pm 290,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v roce 2012 a $234,7 \pm 166,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v roce 2013. Při porovnání s údaji TRÁVNÍČKA et al. (2011b), který uvádí, z hlediska potřeby dojnic i spotřebitele mléka, optimální obsah jodu v mléce v rozmezí $100 - 200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, jsou naše hodnoty vyšší o $121 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (61 %) v roce 2011, o $98,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (49 %) v roce 2012 a o $34,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (17 %) v roce 2013. Přitom maximální individuální hodnota jodu v mléce za celé sledované období ($1486 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), zjištěná v chovu Černov v roce 2011, převyšuje jeho optimální hladinu dokonce o $1286 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (643 %). Minimální hodnota $21 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (H.

Dvořiště, rok 2011) je naopak nižší o $79 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (79 %). Ovšem optimální obsah jodu v mléce se liší dle autora. Například KURSA et al. (2005) uvádí širší fyziologické rozpětí, a to $80 - 250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Z grafu č. 4 je zřejmé, že nejvyšší průměrná hladina jodu v mléce ze všech chovů byla stanovená v roce 2011 a v dalších letech postupně klesala, a to v roce 2012 o $22,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (7 %) a v roce 2013 o $86,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (27 %) oproti roku 2011. Srovnáním roku 2012 a 2013 došlo ke snížení průměrného obsahu jodu v mléce o $64,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (22 %).

Jak uvádí tabulka č. 10a, byla za období let 2011 – 2013, zjištěna největší průměrná koncentrace jodu ($911 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) v chovu Cizrkrajov (okres J. Hradec) převyšující jeho optimální množství o 356 %. Naopak nejnižší obsah jodu ($44 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) v chovu Dešov II. (okres Třebíč) je o 56 % menší, než spodní hranice jeho optimálního rozmezí. Ovšem průměrné hladiny jodu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů (tabulka č. 10a) vykazují poměrně velké rozdíly, což vypovídá o různém obsahu jodu v krmných dávkách jednotlivých chovů krav, regionálních rozdílech a lokálním vlivu distributorů MKP.

TRÁVNÍČEK et al. (2011b) uvádí, že mezi lety 2003 - 2009 byla zjištěna nadbytečná koncentrace jodu v syrovém kravském mléce (nad $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) stejně jako v roce 2010, kdy TRÁVNÍČEK et al. (2011a) stanovil v bazénových vzorcích mléka 102 chovů průměrný obsah jodu $489,5 \pm 301,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Pokud tuto hodnotu porovnáme s našimi výsledky (tabulka č. 19), lze konstatovat, že v letech 2011 - 2013 průměrné množství jodu v mléce oproti roku 2010 výrazně kleslo, tj. o $168,5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (34 %) mezi rokem 2010 a 2011, o $190,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (39 %) mezi rokem 2010 a 2012 a o $254,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (52 %) mezi rokem 2010 a 2013. Přestože se tedy průměrná koncentrace jodu pohybovala ve sledovaném období nad hranicí jeho optimálního množství, což podle TRÁVNÍČKA et al. (2011b) signalizuje různý stupeň nadbytečného příjmu jodu krmnou dávkou a s tím spojenou nežádoucí zátěž dojených krav i konzumentů kravského mléka, v porovnání s rokem 2010 se jeho množství v mléce podstatně snížilo, a to v roce 2013 dokonce až o polovinu.

Tabulka č. 10a uvádí obsah jodu v mléce ve dvou ročních obdobích (rok 2012), tj. při krmení dojníc letní krmnou dávkou a zimní krmnou dávkou. Vyšší průměrné množství jodu v mléce (o 6,6 %) bylo zjištěno při krmení dojníc zimní krmnou dávkou, což vypovídá o vlivu ročního období na jeho obsah. Tyto sezónní změny jsou způsobeny kumulací jodu v listech rostlin a následnou změnou jeho obsahu při jejich

konzervaci. Proto se seno a silážovaná krmiva vyznačují vyšším obsahem jodu, ve srovnání se zelenou hmotou, tj. vyšší hladinou jodu v zimních krmných dávkách (HERZIG a SUCHÝ, 1996).

Rozdíly v průměrné koncentraci jodu v mléce mezi jednotlivými okresy České republiky uvádí tabulka č. 20. Nejvyšší průměrný obsah ($558,0 \pm 0 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v okrese Žďár nad Sázavou, ovšem tento výsledek je ovlivněn tím, že pod tento okres spadal pouze jeden ze všech vyšetřených chovů. Také v okresech České Budějovice, Tábor, Pelhřimov a Prachatice bylo stanoveno poměrně vysoké množství jodu v mléce (nad $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Naopak nejnižší průměrná hladina ($135,8 \pm 34,2 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$) byla stanovena v okrese Písek a dále v okresech Klatovy, Jihlava a Č. Krumlov. Naše výsledky se pouze částečně shodují s údaji TRÁVNÍČKA et al. (2012), podle kterého patří mezi chovy s nízkou koncentrací jodu v mléce dojníc chovy v okresech Český Krumlov, Tábor, Písek a Klatovy a naopak u chovů v okresech Kolín, Břeclav, Třebíč či České Budějovice byla zjištěna koncentrace vyšší. Pokud naše výsledky opět porovnáme s údaji TRÁVNÍČKA et al. (2011b), pouze v 5 okresech z 12 dosáhl jod optimální hladiny ($100 - 200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), zatímco v 7 okresech byl stanoven jeho nadbytek a tedy ani v jednom případě nebyl zjištěn jeho nedostatek.

Po rozdělení jednotlivých chovů do krajů (tabulka č. 21) byl v letech 2011 - 2013 zjištěn nejvyšší průměrný obsah jodu ($315,6 \pm 305,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) v Jihočeském kraji, zatímco v kraji Vysočina dosáhl jod nižší průměrné hladiny (o 10 %), stejně jako v Plzeňském kraji, kde bylo množství jodu v mléce menší dokonce až o 54 % oproti kraji Jihočeskému a o 49 % oproti kraji Vysočina. V roce 2010 stanovil TRÁVNÍČEK et al. (2012) průměrnou koncentraci jodu v mléce v Jihočeském kraji $504,2 \pm 305,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v kraji Vysočina $551,7 \pm 309,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a v Plzeňském kraji $352,9 \pm 279 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Pokud tedy naše výsledky porovnáme s rokem 2010, můžeme říci, že v letech 2011 - 2013 byl ve všech krajích zaznamenán významný pokles obsahu jodu v mléce, a to konkrétně o 37 % v Jihočeském kraji, o 48 % v kraji Vysočina a o 59 % v Plzeňském kraji. TRÁVNÍČEK et al. (2012) v roce 2010 také uvedl průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka několika dalších krajů (Středočeský, Praha, Jihomoravský a Olomoucký), přičemž ve všech dosáhl jod hodnoty nad $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a ve Středočeském kraji dokonce hodnoty nad $600 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$, což svědčí o velkých rozdílech v průměrném obsahu jodu v mléce mezi jednotlivými kraji a vypovídá o již zmíněných regionálních odlišnostech.

Jak uvádí tabulka č. 22: relativní zastoupení bazénových vzorků mléka podle obsahu jodu, hodnotám pod $80 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$, související s velmi nízkým příjmem jodu (TRÁVNÍČEK et al. 2011b), odpovídalo nejvíce vzorků (15 %) v roce 2011, přičemž v roce 2012 došlo k výraznému poklesu na 5 % a v roce 2013 k mírnému vzestupu na 8 % vzorků. Množství jodu v mléce $80 - 250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, které dle KURSY et al. (2005) odpovídá optimálnímu zásobení dojnic jodem, vykazovalo ve sledovaných letech stále větší procento vzorků: v roce 2011 38 %, v roce 2012 54 % a v roce 2013 63 % vzorků. Srovnáním roku 2011 a 2013 se naopak snížil podíl chovů s vysokým obsahem jodu v mléce (nad $250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$): o 4 % ubylo chovů s obsahem $250 - 500 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$ a o 14 % s obsahem nad $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. TRÁVNÍČEK et al. (2012) uvádí, že v roce 2010 bylo zjištěno 1 % bazénových vzorků mléka s nedostatkem jodu (pod $80 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), 25 % vzorků s jeho optimální hladinou a 74 % vzorků s nadbytkem jodu. Pokud porovnáme tyto údaje s našimi výsledky z roku 2013, lze konstatovat, že oproti roku 2010 byl zjištěn o 7 % vyšší výskyt bazénových vzorků mléka s nedostatečným obsahem jodu, výrazně (o 38 %) přibýlo vzorků s optimální hladinou jodu v mléce a ubylo vzorků (o 45 %) s jeho nadbytečným množstvím.

Uvedená zjištění signalizují, že i když ve sledovaných letech vzrostlo množství chovů s optimálním obsahem jodu v mléce, stále se vyskytuje poměrně velký počet chovů s jeho nedostatkem či nadbytkem, a proto je nutné nadále provádět pravidelné kontroly obsahu jodu v mléce jako ukazatele zásobení dojnic jodem.

7 ZÁVĚR

Z průzkumu spotřeby mléka a mléčných výrobků u studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v dubnu 2013 vyplývají následující závěry:

- studenti a zaměstnanci Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích zkonsumovali za týden průměrně $883,8 \pm 795,3$ ml mléka (126,3 ml za den), jogurtů $406,0 \pm 358,9$ g (58,0 g za den), sýrů $261,1 \pm 229,2$ g (37,3 g za den) a ostatních mléčných výrobků $215,6 \pm 316,4$ g (30,8 g za den);
- průměrná roční spotřeba mléka všech respondentů byla o 11,2 litrů nižší, tj. o 20 % než celorepublikový průměr pro rok 2012;
- v porovnání s muži zkonsumovaly ženy za týden o 85,9 ml (9 %) více mléka, o 67,4 g (16 %) více jogurtů, o 83,0 g (34 %) více ostatních mléčných výrobků a pouze nepatrně (o 1 %) méně sýrů;
- ze spotřebovaného mléka a mléčných výrobků přijali muži průměrně 81,6 μg a ženy 93,4 μg jodu za den, čímž byla pokryta denní potřeba jodu u mužů z 54 % a u žen z 62 %, přičemž samotné mléko představovalo u mužů přibližně 28 % a u žen 31 % jeho doporučeného denního množství;
- průměrný denní příjem jodu z mléka a mléčných výrobků pokryl přes polovinu (58 %) jeho denní potřeby;
- na základě výsledků lze říci, že mléko a mléčné výrobky patří mezi významné zdroje jodu ve výživě člověka.

Na základě výsledků obsahu jodu v moči studentů a zaměstnanců Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (duben 2013) lze konstatovat:

- průměrná koncentrace jodu v moči studentů a zaměstnanců JČU v Českých Budějovicích dosáhla fyziologické hladiny $230,4 \pm 171,3 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$;
- u více jak poloviny (55 %) osob byl zjištěn optimální obsah jodu v moči, poukazující na jeho dostatečný příjem do organismu
- vzhledem k tomu, že u 45 % vyšetřených dosáhl jod v moči hodnot odpovídajícím jeho neúměrnému příjmu (19 % nedostatek a 26 % nadbytek), je nutné této problematice i nadále věnovat trvalou pozornost v zájmu prevence nežádoucího dopadu nutričního nedostatku nebo nadbytku jodu.

Ze zjištěného množství jodu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů Jihočeského kraje, Plzeňského kraje a kraje Vysočina v průběhu let 2011 - 2013 vyplývají závěry:

- v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů v České republice byl zjištěn průměrný obsah jodu $321 \pm 337,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v roce 2011, $298,8 \pm 290,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v roce 2012 a $234,7 \pm 166,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v roce 2013;
- vysoké průměrné množství jodu v mléce (nad $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) bylo stanoveno v okresech Žďár nad Sázavou, České Budějovice, Tábor, Pelhřimov a Prachatice a naopak nižší průměrné množství (pod $150 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) bylo stanoveno v okrese Písek, Klatovy, Jihlava a Č. Krumlov;
- nejvyšší průměrné koncentrace dosáhl jod v mléce v Jihočeském kraji, v kraji Vysočina byla jeho průměrná hladina o 10 % a v Plzeňském kraji o 54 % nižší oproti kraji Jihočeskému;
- v roce 2013 bylo zjištěno 8 % bazénových vzorků mléka s nedostatečným obsahem jodu, 63 % vzorků s optimální hladinou jodu v mléce a 29 % vzorků s jeho nadbytečným množstvím;
- průměrné hladiny jodu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů vykazovaly poměrně velké rozdíly vypovídající o různém obsahu jodu v krmných dávkách jednotlivých chovů krav, regionálních rozdílech a lokálním vlivu distributorů MKP;
- průměrná koncentrace jodu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů České republiky se sice pohybovala ve sledovaném období nad hranicí jeho optimálního obsahu, ale ve srovnání s rokem 2010 se hladina jodu v mléce podstatně snížila, a to v roce 2013 dokonce až o polovinu;
- zjištěný nadbytek obsahu jodu v mléce signalizuje u dojnic různý stupeň nadbytečného příjmu jodu krmnou dávkou a s tím spojenou nežádoucí zátěž dojených krav i konzumentů kravského mléka, a proto je nutná trvalá potřeba sledování suplementace jodu do krmných dávek dojnic.

8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

1. **ANKE M. K.:** Iodine. In: *Elements and their compounds in the Environment*. Weinheim: Wiley - VCH, 2004, s. 1457 - 1493.
2. **ANKE M., GROPPÉL B., BAUCH K.H.:** Iodine in the food chain. In: *Iodine deficiency in Europe*. New York-London: Plenum Press, 1993, s. 151 - 158.
3. **ATOMOVÁ SPEKTROSKOPIE - ANALYTICKÝ PRINCIP** [online]. 2013, citováno dne: 25. 9. 2013. Dostupné na: http://www.merckmillipore.cz/chemicals/the-analytical-principle/c_K2eb.s1OFCYAAAEdye1RbT2M
4. **BADER N., MILLER U., LEITERER M., FRANKE K., JAHREIS G.:** Tendency of increasing iodine content in human milk and cow's milk. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 2005, 113, s. 8 - 12.
5. **BEDNÁŘ J., RÖHLING S., VOHNOUT S.:** Příspěvek ke stanovení proteinového jodu v krevním séru. *Československá farmacie*, 1964, 13, s. 203 - 209.
6. **BENEŠOVÁ M., SATRAPOVÁ H.:** *Odmaturuj z chemie*. 1. vyd. Brno: Didaktis, 2002. 208s. ISBN 80-86285-56-1.
7. **BIESALSKI H. K., GRIMM P.:** *Taschenatlas der Ernährung*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1999, 342s. ISBN 3-13-115351-2
8. **BOBEK S.:** Profilaktyka jodowa u zwierząt. *Medycyna Weterinaria*, 1998, 54 (2), s. 80 - 86.
9. **BORKOVCOVÁ I., ŘEHŮRKOVÁ I.:** Study of iodine exposure in foodstuffs. *Report of the National Institute of Public Health*, 2001, 6, s. 5 - 8.
10. **ČERMÁK B., KADLEC J., MUDŘÍK Z., LÁD F., SUCHÝ P., ŠOCH M., ZEMAN L.:** *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000. 165 s. ISBN 80-7040-422-1.
11. **ČESKOMORAVSKÝ SVAZ CHOVATELŮ:** *Chov skotu v České republice - Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2012* [online]. 2013, citováno dne: 29. 9. 2013. Dostupné na: <http://www.cmsch.cz/store/rocenka-chovu-skotu-2012.pdf>

12. **ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD:** *Spotřeba potravin e nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok)* [online]. 2012, citováno dne: 1. 3. 2014. Dostupné na: [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/21002D4619/\\$File/21391301.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/21002D4619/$File/21391301.pdf)
13. **DAHL L., OPSAHL J.A., MELTZER H.M., JULSHAMN K.:** Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *British Journal of Nutrition*, 2003, 90 (3), s. 679 - 685.
14. **D-A-CH.:** *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*. 1. Auflage., 3. Korr. Nachdruck. Umschau Braus GmbH. Frankfurt: Verlagsgesellschaft, 2008, s. 179 - 184.
15. **DELANGE F.M., DUNN J.T.:** Iodine deficiency. In: *Werner and Ingbar's The Thyroid 9th Edition*. Philadelphia - New York: Lippincott-Raven Publishers, 2005, s. 264-287.
16. **DRBOHLAV J., VODIČKOVÁ M.:** *Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků*. 2. vyd. Praha: ÚZPI, 2001, 83 s. ISBN 80-7271-005-2.
17. **DUŠOVÁ H., TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., PEKSA Z.:** Obsah jodu v potravinách živočišného původu. In: *Mikroelementy 2012 : sborník přednášek XLIV. semináře o metodice stanovení a významu stopových prvků v biologickém materiálu a životním prostředí*, Český Těšín: 2 THETA, 2012, s. 86 - 89. ISBN 978-80-86380-63-6.
18. **FERENČÍK M., ŠKÁRKA B., NOVÁK M., TURECKÝ L.:** *Biochémiá*. 1. vyd. Bratislava: Slovak Academic Press, 2000. 924 s. ISBN 80-88908-58-2.
19. **FUGE R.:** Iodine deficiency: an ancient problem in a modern World. *Ambio*, 2007, 36 (1), s. 70 - 72.
20. **GRANNER D.K., MURRAY R.K., MAYES P.A., RODWELL V.W.:** *Harperova biochemie*. 2. vyd. Jinočany: H&H, 1998. 870 s. ISBN 80-85787-38-5
21. **GREENWOOD N., EARNSHAW A.:** *Chemie prvků, svazek II*. 1.vyd. Praha: Informatorium, 1993. 1635 s. ISBN 80-85427-38-9.
22. **GROPPEL B., KÖHLER B., SCHOLZ E.:** *Aktuelle interdisziplinäre Probleme des Iodmangels, der Iodoprophylaxe, des Iodexzesses und antithyreoidaler Substanzen*. Leipzig: Karl - Marx - Universität, 1989, s. 69 - 73.

23. **HEMKEN R.W.:** Milk and meat iodine content: relation to human health. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1980, 176, s. 1119 - 1121.
24. **HERZIG I., PÍSAŘÍKOVÁ B., KURSA J., ŘÍHA J.:** Defined iodine intake and changes of its concentration in urine and milk of dairy cows. *Veterinarni medicina*, 1999, 44 (2), s. 35 - 40.
25. **HERZIG I.; SUCHY P.** Actual experience of importace iodine for animals. *Veterinarni medicina*, 1996, 41 (4), s. 97 - 101.
26. **HETZEL B.:** The iodine deficiency: their nature and prevention. *Annual Review of Nutrition*, 1989, 9, s. 21 - 38.
27. **HNÍKOVÁ O.:** Jodový deficit u dětí a dospívajících. *Vesmír*, 1995, 74 (4), s. 196.
28. **JAHREIS G., HAUSMANN W., KIESSLING G., FRANKE K., LEITERER M.:** Bioavailability of iodine from normal diets rich in dairy products results of balance studies in women. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 2001, 109, s. 163 - 167.
29. **JELÍNEK P., KOUDELA K., DOSKOČIL J., ILLEK J., KOTRBÁČEK V., KOVÁŘŮ F., KROUPOVÁ V., KUČERA M., KUDLÁČ E., TRÁVNÍČEK J., VALENT M.:** *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 414 s. ISBN 80-7157-644-1.
30. **JEROCH H., ČERMÁK B., KROUPOVÁ V.:** *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2006. 170 s. ISBN 80-7040-873-1.
31. **JOD A ŠTÍTNÁ ŽLÁZA – SOUČASNÁ SITUACE V ČESKÉ REPUBLICĚ** [online]. 2003, citováno dne: 28. 11. 2013. Dostupné na: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/jod-a-stitna-zlaza-soucasna-situace-v-ceske-republice-155817>
32. **JONES S.D., TRUESDALE V.W.:** Dissolved iodine species in a british fresh-water systém. *Limnol Oceanogr*, 1984, 29 (5), s. 1016 - 1024.
33. **KAJABA I.:** Význam jodu vo výžive obyvateľstva. *Výživa a zdravie*, 1995, 40 (1-2), s. 3 - 4.

34. **KALACH P., MÍKA V.:** *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 317 s. ISBN 80-85120-96-8.
35. **KALVACHOVÁ B.:** Jod a štítná žláza v těhotenství a při kojení. In: *Sborník z IX. konference „Zásobení jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období thotenství a kojení“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010, s. 13.
36. **KOPÁČEK J.:** *Mléko: pít či nepít?* [online]. 2013, citováno dne: 28. 9. 2013. Dostupné na: <http://www.cmsm.cz/mleko-pit-ci-nepit/>
37. **KOPŘIVA V.:** *Mléko a mlezivo - hlavní rozdíly a nutriční význam mléka ve výživě* [online]. 2011, citováno dne: 28. 9. 2013. Dostupné na: http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_03.pdf
38. **KOTRBOVÁ K., KASTNEROVÁ M.:** Současný stav zásobení jodem u české populace. *Kontakt*, 2007, 1, s. 178.
39. **KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ M., BUČKOVÁ K., KLIMEŠ I., ŠEBOKOVÁ E.:** Iodine deficiency at alternative and traditional nutrition. *Bulletin of Food Research*, 2001, 40, s. 311 - 319.
40. **KROUPOVÁ V., HERZIG I., KURSA J., TRÁVNÍČEK J., THER R.:** Level of iodine intake by cows in the Czech Republic. *Veterinarstvi*, 2001, 51 (4), s. 155 - 158.
41. **KROUPOVÁ V., TRÁVNÍČEK J., STAŇKOVÁ M., RICHTEROVÁ J., DUŠOVÁ H.:** Vývoj obsahu jodu v mléce v prvovýrobě na území ČR. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dieární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 32 - 33.
42. **KROUPOVÁ V.; BROŽOVÁ V.; KURSA J.** Referenzwerte des jod status der Kuhmilch. In: *Spurenelement-symposium-Jod*. 1. vyd. Wiss : Jena, 1997, s. 117 - 120.
43. **KUPPER F.C., CARPENTER L.J., McFIGGANS G.B., PALMER C.J., WAITE TJ., BONEBERG E.M., WOITSCH S., WEILLER M., ABELA R., GROLIMUND D., POTIN P., BUTLER A., LUTHER G.W., KRONECK P.M.H., MEYER-KLAUCKE W., FEITERS M.C.:** Iodide accumulation

- provides kelp with an inorganic antioxidant impacting atmospheric chemistry. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008, 105 (19), s. 6954 - 6958.
44. **KURSA J., HERZIG I., KROUPOVÁ V., KRATOCHVÍL P., TRÁVNÍČEK J.:** Consequences of iodine deficiency in cattle in some regions of the Czech republic. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 1997, 28 (2), s. 105 - 117.
45. **KURSA J., HERZIG I., TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V.:** Milk as a food source of iodine for human consumption in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 2005, 74 (2), s. 255 - 264.
46. **KURSA J., HERZIG I., TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V.:** Obsah jodu v potravinách živočišného původu. In: *Sborník z VIII. konference „Jodový deficit a jeho prevence v ČR“*. Ostrava: Zdravotní ústav, 2007, s. 7 - 10.
47. **KURSA J., KROUPOVÁ V., KRATOCHVÍL P., TRÁVNÍČEK J., JEZDINSKÝ P.:** K diagnostice strumy skotu. *Veterinářství*, 1996, 46 (3), s. 90 - 96.
48. **KVÍČALA, J.:** Selen a jeho význam pro lidský organismus. In: *Mikroelementy 2010, Sborník přednášek XLIII. semináře o metodice, stanovení a významu stopových prvků v biologickém materiálu a v životním prostředí*. Valtice: 2 THETA, 2010, s. 14 - 24.
49. **LAMBERG B.A.:** Iodine Deficiency Disorders And Endemic Goiter. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1993, 47 (1), s. 1 - 8.
50. **LANGER P.:** Štítná žláza-Patofyziológia štítnej žlázy. In: KREZE A., LANGER P., KLIMEŠ I., STÁRKA L., PAYER J., MICHÁLEK (ed.): *Všeobecná a klinická endokrinológia*. 1. vyd. Bratislava: Academic Electronic Press s.r.o., 2004, s. 189 - 310. ISBN 80-88880-58-0.
51. **LEI X. G., CHENG W.H., McCLUNG J.P.:** Metabolic regulation and function of glutathione peroxidase - 1. *Annual Review of Nutrition*, 2007, 27, s. 41 - 61.
52. **LÍMANOVÁ Z., LAŇKOVÁ J., ZAMRAZIL V.:** *Funkční poruchy štítné žlázy*. 1. vyd. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2008. 16 s. ISBN 978-80-86998-24-4.

53. **LUTY-FRACKIEWICZ A.:** The role of selenium in cancer and viral infection prevention. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2005, 18 (4), s. 305 - 311.
54. **LYONS G.H., STANGOULIS J.C., GRAHAM R.D.:** Exploiting micronutrient interaction to optimize biofortification programs: the case for inclusion of selenium and iodine in the HarvestPlus program. *Nutrition Reviews*, 2004, 62 (6), s. 247 - 252.
55. **MACKOWIAK C.L., GROSSL P.R., COOK K.L.:** Iodine toxicity in a plant-solution system with and without humic acid. *Plant and Soil*, 2005, 269 (1 - 2), s. 141 - 150.
56. **MARKALOUS B., GREGOROVÁ M.:** *Nemoci štítné žlázy*. 1. vyd. Praha: TRITON, 2007. 197 s. ISBN 80-7254-961-8.
57. **McDOWELL L. R.:** *Minerals in animal and human nutrition*. 1. vyd. London: Academic Press, 1992. 524 s. ISBN 0-12-483369-1.
58. **McGRATH D., POOLE D.B.R., FLEMING G.A.:** Health implications of soil iodine content. *Farm and Food Research*, 1990, 1, s. 20 - 21.
59. **MILLER J. K., SWANSON E., SPALDING G.E.:** Iodine Absorption, Excretion, Recycling and Tissue Distribution in the Dairy Cow. *Journal of Dairy Science*, 1975, 58 (10), s. 1578 - 1593.
60. **MLÉKO JAKO ZDROJ JODU** [online]. 2013, citováno dne: 25. 9. 2013. Dostupné na: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/75/153113/15_05.pdf
61. **MLYNÁŘ P., ŠRÁMEK D.:** Jod a jeho sloučeniny v magistraliter přípravě. *Edukafarm*, 2011, 3, s. 15 - 16.
62. **MURAMATSU Y., YOSHIDA S., FEHN U., AMACHI S., OHMOMO Y.:** Studies with natural and anthropogenic iodine isotopes: iodine distribution and cycling in the global environment. *J Environ Radioact*, 2004, 74 (1 - 3), s. 221 - 232.
63. **NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) Č. 1459/2005** ze dne 8. září 2005, kterým se mění podmínky pro povolení některých doplňkových látek v krmivech, které patří do skupiny stopových prvků [online]. 2005, citováno dne: 30. 10. 2013. Dostupné na: http://www.agroporadenstvi.cz/attachments/Narizeni_Komise_1459-2005.pdf

64. **NEWTON G.L., CLAWSON A.J.:** Iodine Toxicity: Physiological Effects of Elevated Dietary Iodine on Pigs. *Journal Animal Science*, 1974, 39 (5), s. 879 - 884.
65. **NIEDOBOVÁ F.:** Konečné výsledky kontroly zvýšené hladiny jodu v krmivech. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dieární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 30 - 31.
66. **OLIVERIUSOVÁ L.:** Obsah jodu v prostředí v ČR. In: *Sborník „Jak řešit nedostatek jodu v naší výživě“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 1997, s. 8.
67. **PAILAN G.H., SINGHAL K.K.:** Effect of dietary glukosinolates on nutrient utilization, milk yield and blood constituents of lactating goats. *Small Ruminant Research*, 2007, 71 (1), s. 31 - 37
68. **PATRICK L.:** Iodine: deficiency and therapeutic considerations. *Alternative Medicine Review*, 2008, 13(2), s. 116 - 27.
69. **PAULÍKOVÁ I., KOVÁČ G., BÍREŠ J., PAULÍK Š., SEIDEK H., NAGY O.:** Iodine toxicity in ruminants. *Veterinarni Medicina*, 2002, 47 (12), s. 343 - 350.
70. **PAVELKA V., SCHÜTZ A.:** Prvky VII. skupiny periodického systému, In: *Anorganická chemie*. 1.vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1974. s. 227 - 243.
71. **PITTER P.:** *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: VŠCHT, 2009. 592 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
72. **PORŠOVÁ-DUTOIT I.:** *Endokrinologie v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996. 168 s. ISBN 80-7169220-4.
73. **REECE W.O.:** *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 480 s. ISBN 978-80-247-3282-4
74. **ROZENSKÁ L.:** *Studium faktorů ovlivňujících minerální složení kozího a ovčího mléka*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2013, 17s.
75. **RYŠAVÁ L., ČERVKOVÁ A., KUBÁČKOVÁ J., IRGLOVÁ Z.:** Obsah jodu a selenu v mléce v distribuční síti ČR a evropských státech [online]. 2005, citováno dne: 30. 1. 2014. Dostupné na: <http://www.zuova.cz/Content/files/video-a-prezentace/chl014.pdf>

76. **RYŠAVÁ L., HALÁSZOVÁ M., studentky 2.roč. ZSF obor nutriční terapeut JČU v Č. B.:** Nabídka kuchyňské soli a soli s jodem v malospotřebitelské tržní síti v ČR. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013a, s. 42 - 46.
77. **RYŠAVÁ L., KAŠPAROVÁ L., KRÍŽOVÁ T., ŽOLTÁ M.:** Saturace jodem a jodurie 11-12 letých dětí z 6 oblastí v ČR v r. 2012-2013. In: *Sborník z X.konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013b, s. 27 - 29.
78. **RYŠAVÁ L., KOCIÁNOVÁ S.:** Problematika přísunu jodu kuchyňskou solí a mlékem. *Výživa a potraviny*, 1997, 1, s. 27 - 29.
79. **RYŠAVÁ L., KRÍŽ J.:** Organizace a výsledky jodového deficitu z hlediska státní správy. In: *Sborník z IX. konference „Zásobení jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010, s. 5 - 6.
80. **RYŠAVÁ L., KRÍŽ J.:** Prevence jodového deficitu v ČR – historie a současný stav. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 6 - 8.
81. **RYŠAVÁ L.:** Současný stav prevence jodového deficitu v ČR. In: *Sborník z VIII. konference „Jodový deficit a jeho prevence v ČR“*. Ostrava: Zdravotní ústav, 2007, s. 1 - 3.
82. **RYŠAVÁ, L.:** Problematika přísunu jodu kuchyňskou solí a mlékem. *Výživa a potraviny*, 1997, 1, s. 27 - 29.
83. **ŘEHŮRKOVÁ I., RUPRICH J.:** Dietární expozice jodu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 13 - 24.
84. **SCHÖNE F., RAJENDRAM R.:** Iodine in Farm Animals. In: *Comprehensive Handbook of Iodine – Nutritional, Biochemical, Pathological and Therapeutic Aspects*. Oxford: Academic Press, 2009, s. 151 - 170.
85. **SCHREIBER V.:** *Hormony a lidská mysl*. 1. vyd. Praha: TRITON, 2004. 130 s. ISBN 80-7254-433-0.
86. **SOMMER A., ČEREŠŇÁKOVÁ Z., FRYDRYCH Z., KRÁLÍK O., KRÁLÍKOVÁ Z., KRÁSA A., PAJTÁŠ M., PETRIKOVIČ P., POZDÍŠEK**

- J., ŠIMEK M., TRÍNÁCTÝ J., VENCL B., ZEMAN L.:** *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce*. 1.vyd. Pohořelice: Výzkumný ústav výživy zvířat, 1994. 198 s. ISBN 80-901598-1-8.
87. **SPALLHOLZ J.E., BOYLAN L.M., LARSEN H.S.:** Advances in understanding selenium's role in the immune system. *Ann NY Academy of Science*, 1990, 587, s. 123 - 139.
88. **STRÁNSKÝ M., RYŠAVÁ L.:** Choroby z nadbytku jodu? *Výživa a potraviny*, 1997, 52, s. 119.
89. **ŠEDA M., ŠVEHLA J., TRÁVNÍČEK J., FIALA K., KRHOVJÁKOVÁ J., SVOZILOVÁ M.:** Stanovení stopových koncentrací jodu ve vodách metodou hmotnostní spektrometrie (ICP-MS). České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2011, 32s. ISBN 978-80-7394-329-5.
90. **ŠEDA M., ŠVEHLA J., TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V.:** Nové poznatky o koloběhu a stanovení jodu ve vodě. *Animal Physiology*, 2010, s. 409 - 414.
91. **TAGAMI K., UCHIDA S.:** Concentrations of chlorine, bromine and iodine in Japanese rivers. *Chemosphere*, 2006, 65 (11), s. 2358 - 2365.
92. **TRÁVNÍČEK J., FIALA K., ŠEDA K., DUŠOVÁ H., PEKSA M., KROUPOVÁ V.:** Výsledky sledování obsahu jodu v objemných krmivech, vodě a půdě. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dieární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 34 - 36.
93. **TRÁVNÍČEK J., HASOŇOVÁ L., KONEČNÝ R., KROUPOVÁ V., RANDÁKOVÁ D., RICHTEROVÁ J., ŠOCH M., STAŇKOVÁ M., VANDASOVÁ P., VÍTOVEC J.:** Patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jodu u skotu a ovcí. *Periodická zpráva projektu QH81105*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2012. 32 s.
94. **TRÁVNÍČEK J., HERZIG I., KROUPOVÁ V., PEŠINOVÁ H., RICHTEROVÁ J., STAŇKOVÁ M.:** Vývoj obsahu jodu v kravském mléce v České Republice. *Veterinářství*, 2009, 59 (9), s. 558 - 560.
95. **TRÁVNÍČEK J., HERZIG I., KURSA J., KROUPOVÁ V., NAVRÁTILOVÁ M.:** Iodine content in raw milk. *Veterinarni Medicina*, 2006, 51 (9), s. 448 - 453.
96. **TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., DUŠOVÁ H., KRHOVJÁKOVÁ J., KONEČNÝ R.:** *Optimalizace obsahu jodu v kravském mléce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2011b, 54 s. ISBN 978-80-7394-328-8

97. **TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., HANUŠ O., FIALA K., ZELENÝ R., KONEČNÝ R., STAŇKOVÁ M.:** Nutnost kontinuálního sledování suplementace dojených krav jodem. *Veterinářství*, 2011a, 61 (5), s. 273 - 275.
98. **TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., KONEČNÝ R., STAŇKOVÁ M., ŠŤASTNÁ J., HASOŇOVÁ L., MIKULOVÁ M.:** Iodine status in ewes with the intake of iodine enriched alga *Chlorella*. *Journal of Animal Science*, 2010a, 55 (2), s. 58 - 65.
99. **TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., KURSA J., ILLEK J., THÉR R.:** Effects of rapeseed meal and nitrates on thyroid functions in sheep. *Czech Journal of Animal Science*, 2001, 46 (1), s. 1 - 10.
100. **TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., STAŇKOVÁ M., KONEČNÝ R., CEMPÍRKOVÁ R., DUŠOVÁ H.:** Bilance jodu v krmné dávce pro dojnice. In: *Sborník z IX. konference „Zásobení jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010b, s. 14 - 15.
101. **TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., ŠOCH M.:** Iodine content in bulk feeds in western and southern Bohemia. *Journal of Animal Science*, 2004, 49 (11), s. 483 - 484.
102. **TRÁVNÍČEK J.:** *Geobiochemický transport jodu z půdy do rostlin v marginálních oblastech*. Závěrečná zpráva projektu NAZV, ev.č QH 92040, 2012, 52 s.
103. **TRIPATHI M. K., MISHRA A.S.:** Glukosinolate in animal nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 2007, 132, s. 1 - 27.
104. **TŘINÁCTÝ J., ŠUSTALA M., VRZALOVÁ D., KUDRNA V., LANG P.:** Milk iodine content in cows fed rapeseed meal iodine supplement. In: *Book of Abstracts of the 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal production*, 2001, 7, s. 106. ISBN 978-90-76998-01-5.
105. **UNDERWOOD E.J., SUTTLE N.F.:** *The Mineral Nutrition of Livestock*. London: Biddles Ltd, 2001, s. 47 - 63.
106. **UNDERWOOD E.J.:** *Trace Elements in Human and Animal nutrition*. New York: Academic Press, 1971, 543 s.
107. **VELIKÝ I.:** *Mikroelementy v teorii a praxi*. 1. vyd. Bratislava: SNPL, 1964, 302 s.
108. **VELÍŠEK J.:** *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-2-9.

109. **VERHAEGHE E.F., FRAYSSE A., GUERQUIN-KERN J.L., WU T.D., DEVES G., MIOSKOWSKI C., LEBLANC C., ORTEGA R., AMBROISE Y., POTIN P.:** Microchemical imaging of iodine distribution in the brown alga *Laminaria digitata* suggests a new mechanism for its accumulation. *J Biol Inorg Chem*, 2008, 13 (2), s. 257 - 269.
110. **ZAMRAZIL V., ČEŘOVSKÁ J.:** Jodový deficit a jeho důsledky. *Interní medicína pro praxi*, 2000, 2 (9), s. 400 - 414.
111. **ZAMRAZIL V., PELIKÁNOVÁ T., BROULÍK P., ČÁP J., CHARVÁT J., STÁRKA L., ZAMRAZIL JR. V.:** *Akutní stavy v endokrinologii a diabetologii*. 1. vyd. Praha: Galén, 2007. 177 s. ISBN 978-80-7262-478-2.
112. **ZAMRAZIL V.:** Existují rizika nadměrného přívodu jodu: benefit versus rizika. In: *Sborník z IX. konference „Zásobení jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období thotenství a kojení“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010, s. 20 - 23.
113. **ZAMRAZIL V.:** Jodový deficit – definice, epidemiologie a význam. In: *Mikroelementy 2012, Sborník přednášek XLIV. semináře o metodice, stanovení a významu stopových prvků v biologickém materiálu a v životním prostředí*. Valtice: 2 THETA, 2012, s. 5 - 7.
114. **ZAMRAZIL V.:** Rizika nadměrného přívodu jodu. In: *Sborník z X. konference „Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dieární expozice“*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 10 - 12.
115. **ZEMAN L.:** *Výživa a krmení prasat v programu PLEMHYB*. 2. vydání, Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. 104s. ISBN 80-238-3389-8.
116. **ZIMMERMANN M.B., KÖHRLE, J.:** The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: Biochemistry and relevance to public health. *Thyroid*, 2002, 12 (10), s. 867 - 878.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DIT - diiodotyrosin

MIT - monojodotyrosin

T₃ - trijodtyronin

T₄ - tyroxin, tetrajodtyronin

TSH - tyreoidu stimulující hormon, tyreotropin

TRH - tyreotropin-releasing hormon (tyreoliberin)

CNS - centrální nervová soustava

ICCIDD - International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders

WHO - World Health Organization - Světová zdravotnická organizace

MKJD - Meziresortní komise pro řešení jodového deficitu při SZÚ v Praze

MKP - minerální krmná přísada

ŘEŠ - řepkový extrahovaný šrot

KI - kalium iodatum

KD - krmná dávka

KKD - kompletní krmná dávka

CHKO - chráněná krajinná oblast

UNICEF - United Nations Children's Fund

NRC - National Research Council

FAO - Food and Agriculture Organization

ÚKZÚZ - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

DDD - doporučená denní dávka

ATPasa – adenosintrifosfatáza

NRC - National Research Council

3,4 DHP - 3,4 – dihydroxypyridinu

TRAK - protilátky proti TSH receptoru

10 DATOVÉ PŘÍLOHY

Tab. č. 1a: Individuální spotřeba mléka a mléčných výrobků za týden, obsah jodu v moči - muži

Věk (roky)	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výr. (g)	Celkem ml.vyr. (g)	Jod v moči ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)
18	2300	300	100	0	400	592
21	2300	670	260	100	1030	126,5
21	1500	0	160	0	160	22
21	110	0	45	265	310	460
22	2700	900	200	0	1100	76,5
23	500	0	350	0	350	137
24	650	150	600	1100	1850	291
25	210	0	40	0	40	338
25	60	750	50	0	800	584
27	1550	490	95	0	585	145
27	100	120	350	0	470	570
30	850	1500	0	325	1825	136
32	0	0	810	235	1045	260
35	100	250	450	50	750	534
38	900	0	800	50	850	23,5
47	300	750	250	230	1230	27,5
51	1050	0	250	0	250	92,8
53	700	390	20	450	860	271
55	650	500	250	400	1050	208
59	0	450	180	0	630	89,5
73	450	600	500	0	1100	152

Tab. č. 2a: Individuální spotřeba mléka a mléčných výrobků za týden, obsah jodu v moči - ženy

Věk (roky)	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost.ml. výr. (g)	Celkem ml. výr. (g)	Jod v moči ($\mu\text{g} \cdot \Gamma^{-1}$)
21	250	0	20	0	20	230
21	0	120	198	0	317,5	576
21	350	400	100	490	990	135
21	400	350	160	90	600	124
22	0	120	0	520	640	146
22	550	0	100	0	100	150
22	200	120	0	0	120	270
22	900	450	770	400	1620	44
22	1025	600	285	310	1195	148
22	1500	450	300	0	750	68
23	710	0	100	40	140	116
23	200	720	0	350	1070	119
23	2150	125	550	20	695	145
24	450	150	70	0	220	464
24	200	350	0	0	350	354
24	650	360	60	175	595	131
24	750	480	290	150	920	105,5
24	700	600	750	0	1350	340
25	2000	700	330	350	1380	137
25	1500	450	135	420	1005	450
25	300	0	100	20	120	600
26	750	137	100	0	237	139,5

26	450	475	350	0	825	121,5
27	1100	125	30	0	155	400
28	1000	0	330	140	470	150
29	1300	240	120	920	1280	530
30	3030	1125	190	280	1595	544
30	1300	640	0	330	970	85
32	100	740	560	175	1475	94
34	1750	1200	620	1380	3200	20
39	1350	550	200	300	1050	234
45	1600	450	95	200	745	150
46	500	550	390	280	1220	205
47	130	0	130	0	130	73
47	1000	400	300	0	700	290
48	350	1430	650	210	2290	126
53	1400	600	450	700	1750	118
55	3500	700	575	1350	2625	272
58	700	480	500	130	1110	150
66	400	750	500	0	1250	120
67	1400	1045	250	90	1385	476

Tab. č. 3a: Individuální spotřeba mléka a mléčných výrobků za týden, obsah jodu v moči - extrémní

Pohl.	Věk (roky)	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost.ml. výr. (g)	Celkem ml. výr. (g)	Jod v moči ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)
žena	21	6700	0	200	0	200	145
žena	22	240	0	0	0	0	1420
žena	23	750	530	250	0	780	1290
žena	26	300	480	155	350	985	1335
žena	26	1300	135	90	5	230	1135
žena	50	1500	122	180	2170	2472	930

Tab. č. 4a: Individuální spotřeba mléka a mléčných výrobků za týden, obsah jodu v moči - výjimky

Pohl.	Věk (roky)	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost.ml. výr. (g)	Celkem ml. výr. (g)	Jod v moči ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Poznámka
muž	1,5	3250	290	0	175	465	1435	mléko Hami
muž	1,5	1750	220	40	375	635	136	mléko Hami
muž	53	750	525	620	0	1145	444	bez štítné žl.
muž	58	1400	350	300	0	650	576	porucha fce št.žl.
žena	10	1450	0	0	1305	1305	845	celilakie
žena	23	400	0	20	110	130	380	hypothyreóza
žena	24	610	0	200	120	320	552	těhot. 24tt

Tab. č. 5a: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků - muži 18 - 30 let

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	12	12	12	12
Průměr	1069,2	406,7	187,5	149,2
Směrod.odchylka	966,2	472,3	176,2	320,4
Medián	750	225	130	0
Minimum	60	0	0	0
Maximum	2700	1500	600	1100
Var. koef. (%)	90,4	116,1	94,0	214,8

Tab. č. 6a: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků - muži nad 30 let

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	8	8	8	8
Průměr	462,5	292,5	376,3	176,9
Směrod.odchylka	416,4	279,1	289,4	179,4
Medián	475	320	250	140
Minimum	0	0	20	0
Maximum	1050	750	810	450
Var. koef. (%)	90,0	95,4	76,9	101,4

Tab. č. 7a: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků u žen 18 - 30 let

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	28	28	28	28
Průměr	847,0	331,7	194,2	178,8
Směrod.odchylka	706,4	278,5	210,0	228,5
Medián	705	350	110	65
Minimum	0	0	0	0
Maximum	3030	1125	770	920
Var. koef. (%)	83,4	84,0	108,1	127,9

Tab. č. 8a: Průměrná týdenní spotřeba mléka a mléčných výrobků - ženy nad 30 let

	Mléko (ml)	Jogurty (g)	Sýry (g)	Ost. ml. výrobky (g)
n respondentů	12	12	12	12
Průměr	1065,0	654,2	414,2	393,8
Směrod.odchylka	957,9	370,2	191,5	491,4
Medián	850	575	475	205
Minimum	100	0	95	0
Maximum	3500	1430	650	1380
Var. koef. (%)	89,9	56,6	46,2	124,8

Tab. č. 9a: Hodnocení jodurie u mužů a žen

	Muži (n=21)		Ženy (n=41)	
	počet osob	%	počet osob	%
do 19 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	0	0	0	0
20-49 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	3	14,3	2	4,9
50-99 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	3	14,3	4	9,8
100-299 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	9	42,9	25	61
nad 300 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	6	28,6	10	24,4

Tab. č. 10a: Individuální obsah jodu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů České republiky v letech 2011-2013

Farma	Okres	Obsah jodu v mléce ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)					
		rok 2011	rok 2012	rok 2012	rok 2012	rok 2013	rok 2011 - 2013
		zimní KD	letní KD	zimní KD	průměr	zimní KD	průměr
Dvůr Koroseky	Č. B.	858,0	-	-	-	-	858,0
Hor. Stropnice	Č. B.	240,0	2140,0	520,0	1330,0	154,0	574,7
Rychnov	Č. B.	152,0	440,0	127,0	284,0	376,0	270,7
V. Ratmírov	J. Hradec	80,4		125,0	125,0	244,0	149,8
Třebetice	J. Hradec	182,0	25,0	175,0	100,0	272,0	184,7
Dolní Nēmčice	J. Hradec	284,0	35,0	-	35,0	268,0	195,7
Budíškovice	J. Hradec	273,0	154,0	148,0	151,0	108,0	177,3
Heřmaneč	J. Hradec	66,0	32,0	162,0	97,0	99,0	87,3
Radouň	J. Hradec	112,0	96,0	137,0	117,0	113,0	114,0
Cizkrajov	J. Hradec	1114,0	116,0	2080,0	1059,0	560,0	911,0
Pluhův Žďár	J. Hradec	295,0	158,0	744,0	451,0	264,0	336,7
Kloužovice	Tábor	1029,0	158,0	194,0	176,0	310,0	505,0
Kozmice	Tábor	865,0	300,0	269,0	284,0	248,0	465,7
Budislav	Tábor	265,0	248,0	240,0	244,0	237,0	248,7
Pořín	Tábor	804,0	90,0	97,0	93,0	248,0	381,7
Choustník	Tábor	596,0	84,0	-	84,0	-	340,0
Meziříčí	Tábor	-	128,0	175,0	151,0	-	151,0
Val	Tábor	-	508,0	1900,0	1204,0	132,0	668,0
Rožmitál na Šump.	Č. Krum.	-	334,0	22,0	178,0	-	178,0
H. Dvořiště	Č. Krum.	21,0	468,0	56,0	262,0	102,0	128,3

Dmýštica	Písek	-	254,0	99,0	176,0	145,0	160,5
Hrejkovice	Písek	135,0	224,0	77,0	150,0	73,0	119,3
Ktiš	Prach.	596,0	116,0	214,0	165,0	190,0	317,0
Zbytiny	Prach.	168,0	316,0	592,0	454,0	234,0	285,3
Koberovice	Pelhřim.	183,0	38,0	256,0	147,0	270,0	200,0
Pacov I.	Pelhřim.	40,0	134,0	76,0	210,0	130,0	126,7
Černov	Pelhřim.	1486,0	550,0	860,0	705,0	440,0	877,0
Košetice	Pelhřim.	215,0	254,0	258,0	256,0	210,0	227,0
Olešná	Pelhřim.	259,0	380,0	249,0	314,5	228,0	267,2
Počátky	Pelhřim.	297,0	432,0	512,0	472,0	356,0	375,0
Želiv	Pelhřim.	269,0	-	200,0	200,0	216,0	228,3
Těšenov	Pelhřim.	-	454,0	592,0	523,0	940,0	731,5
Zhořec	Pelhřim.	-	530,0	-	530,0	300,0	415,0
Hrotovice	Třebíč	261,0	388,0	85,0	236,0	124,0	207,0
Litohoř	Třebíč	24,0	190,0	34,0	112,0	27,0	54,3
Vesce	Třebíč	302,0	160,0	-	160,0	-	231,0
Dešov II.	Třebíč	71,0	208,0	54,0	37,0	24,0	44,0
Studenec	Třebíč	254,0	464,0	279,0	371,0	250,0	291,7
Blížkov	Žďár nad Sáz.	-	440,0	676,0	558,0	-	558,0
Hodice	Jihlava	-	-	131,0	131,0	154,0	142,5
Růžená	Jihlava	-	-	107,0	107,0	167,0	137,0
Životice	Plzeň jih	-	250,0	-	250,0	-	250,0
Svéradice*	Klatovy	103,0	-	-	-	-	103,0
H. Staňkov*	Klatovy	60,0	-	95,0	-	-	60,0
Myslín*	Klatovy	284,0	-	-	-	-	284,0
Dražďovice*	Klatovy	213,0	-	273,0	273,0	-	243,0
Hlavňovice*	Klatovy	91,0	-	103,0	103,0	-	97,0

Flajšman*	Klatovy	33,0	-	83,0	83,0	-	58,0
Tachecí*	Klatovy	82,0	-	-	-	-	82,0
Krásňovice *	Klatovy	179,0	-	-	-	-	179,0
n chovů		40	37	40	44	35	-
průměr		321,0	305,3	326,9	298,8	234,7	-
směrod. odchylka		337,8	347,8	438,7	290,8	166,1	-
minimum		21,0	25,0	22,0	35,0	24,0	-
maximum		1486,0	2140,0	2080,0	1330,0	940,0	-
medián		227,5	248,0	175,0	189,0	228,0	-

* průměr z několika odběrů

