

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 - Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka

Autor diplomové práce: Bc. Lada Sojková

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

České Budějovice

2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎEJOVICÍCH

Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lada ČERMÁKOVÁ** *prov. SOJKOVÁ*
Osobní číslo: **Z13493**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka**
Zadávající katedra: **Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů**

Zásady pro vypracování:

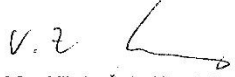
Mléko je přirozeným potravinovým zdrojem jódu v lidské výživě a současně i objektivním ukazatelem saturace dojených krav jódem. Mléko a mléčné výrobky se v současné době významně podílí na zásobení obyvatel ČR jódem. Bazénové vzorky odrážejí úroveň obsahu jódu v krmné dávce dojených krav konkrétního chovu.

Cílem diplomové práce je zpracovat přehled o obsahu jódu v bazénových vzorcích mléka z chovů dojených krav ve svozném obvodu mlékárny Madeta a.s. Z výsledků získaných v letech 2013-2015 zpracujete přehled o obsahu jódu v mléce podle období, regionů, počtu dojených krav v chovu. Posuďte vztah mezi obsahem jódu v bazénových vzorcích a jakostními ukazateli mléka. Zhodnoťte dynamiku obsahu jódu v mléce ve sledovaných regionech s využitím výsledků laboratoře od roku 2010. Jód v mléce bude analyzován spektroskopicky po alkalickém spálení vzorku. Výsledky vyhodnoťte statisticky, uveďte v tabulkách a grafech.

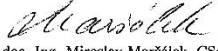
Rozsah grafických prací: 10 tabulek, 5 grafů
Rozsah pracovní zprávy: 35 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Hejtmánková, A. a kol.: Iodine concentrations in cows' milk in Central and Nord Bohemia. Czech Journal of Animal Science, 51, 2011, 189-195.
Kursa, J. a kol.: Milk as food of iodine for human consumption in the Czech Republic. Acta Veterinaria Brno, 74, 2005, 255-264.
Trávníček, J. a kol.: Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce. Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích. 2011, 56 s. ISBN 978-80-7394-328-8.
Trávníček, J. a kol.: Iodine content in raw milk. Veterinární Medicína, 51, 2006, 448-453.
Sborník referátů z X. konference u příležitosti Dne jódu: Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. JU v Č. B. 15.5.2013. SZÚ Karviná, 2013, 58 s.
Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Agroweb, Agris, Scopus, Česká zemědělská a bibliografická databáze, příslušné odborné a vědecké časopisy.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů
Datum zadání diplomové práce: 18. března 2014
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2015


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

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


doc. Ing. Miroslav Maršátek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. března 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své 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:

Podpis:.....

Bc. Lada Sojková

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu prof. Ing. Jan Trávníčkovi, CSc. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnoval. Mé poděkování patří též pracovníkům laboratoře Madeta a.s. za spolupráci při získávání údajů pro výzkumnou část práce. Dále bych chtěla poděkovat svému manželovi za jeho podporu.

Abstrakt

Práce se zabývá obsahem jódu v bazénových vzorcích mléka. Přináší informace o obsahu jódu v České republice v rámci roků a okresů. Mléko bylo získáno ve spolupráci se společností Madeta a.s. Jód byl následně stanoven spektrofotometricky po alkalickém spalování vzorku (metodou Sandell-Kolthoffa). Celkem bylo vyhodnoceno 149 vzorků mléka (2013-2015). V roce 2013 byl průměrný obsah jódu v bazénových vzorcích mléka $289,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V roce 2014 činil průměrný obsah jódu v bazénových vzorcích mléka $222,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Z hlediska potravinového zdroje jódu v mléce TRÁVNÍČEK et al. (2011) uvádějí optimální hodnotu pro obsah jódu v mléce mezi $100\text{-}200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Výsledky jsou tedy mírně zvýšené, než je optimum. V rámci okresů byla zjištěna nejvyšší průměrná hodnota v roce 2013 v okrese Tábor ($398,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Nejnižší obsah jódu byl zjištěn v okrese Písek ($139,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Nejvyšší naměřený průměrný obsah v roce 2014 byl zjištěn v okrese Prachatice ($357,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), zatímco nejnižší naměřená průměrná hodnota byla zjištěna v okrese Třebíč ($163,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$).

Klíčová slova: mléko, jód, obsah, bazénový vzorek

Abstrakt

The work deals with the content of iodine in pools samples cow's milk. It provides information about the content of iodine in the Czech Republic within years and districts. Milk was obtained in collaboration with Madeta a.s. Iodine was subsequently determined by spectrophotometry after alkaline combustion of the sample (Sandell-Kolthoff method). A total were evaluated of 149 samples milk (2013-2015). In 2013, the average iodine content in bulk milk samples $289,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. In 2014, the average iodine content in bulk milk samples $222,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. In terms of food source of iodine in the milk TRÁVNÍČEK et al. (2011) reported the optimal value for the content of iodine in the milk of between 100 to $200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. The results are thus slightly higher than the optimum. Within the districts was found the highest average in 2013 in the district of Tábor ($398,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). The highest average content measured in 2014 was found in the district Prachatice ($357,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), while the lowest average value measured was found in the district Třebíč ($163,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$).

Key words: milk, iodine, content, pool sample

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled.....	11
2.1	Význam a složení kravského mléka	11
2.2	Mléko jako významný zdroj jódu.....	12
2.3	Objevení a pojmenování jódu.....	13
2.4	Charakteristika a vlastnosti jódu	14
2.5	Environmentální cyklus jódu.....	15
2.6	Výskyt jódu	17
2.6.1	Výskyt jódu v horninách a půdě	17
2.6.2	Výskyt jódu v rostlinách	18
2.6.3	Výskyt jódu ve vodě	19
2.6.4	Jód v organismu	20
2.7	Zdravotní význam jódu	21
2.8	Metabolismus jódu	21
2.9	Zdroje jódu	22
2.9.1	Zdroje jódu pro dojnice.....	22
2.9.2	Zdroje jódu pro člověka	26
2.10	Požadavky na příjem jódu u lidí.....	28
2.11	Požadavky na příjem jódu u zvířat	28
2.12	Rizika neúměrného příjmu jódu	29
2.12.1	Hypothyreóza	30
2.12.2	Hyperthyreóza.....	31
2.13	Faktory ovlivňující obsah jódu v mléce	32
2.14	Optimální obsah jódu v mléce.....	37
2.15	Zmapování obsahu jódu v mléce v České republice	37
2.16	Zmapování obsahu jódu v mléce ve světě.....	39
3	Cíl práce	42
4	Materiál a metodika.....	43
4.1	Odběr vzorků mléka pro stanovení obsahu jódu.....	43
4.2	Stanovení obsahu jódu v mléce spektrofotometricky po alkalickém spalování.	43
4.3	Statistické vyhodnocení.....	44

5	Výsledky	45
5.1	Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka v roce 2013	45
5.2	Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka pro rok 2014	46
5.3	Zhodnocení dynamiky vývoje obsahu jódu v mléce	49
5.4	Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014.....	51
5.5	Vyhodnocení závislosti mezi obsahem jódu v mléce a syrovátkou	55
5.6	Vyhodnocení závislosti mezi obsahem jódu v mléce a parametry mléka ..	57
5.7	Obsah jódu ve vzorcích mléka v roce 2015.....	59
6	Diskuze.....	60
7	Závěr	62
8	Seznam použité literatury.....	63
9	Seznam použitých zkratk.....	72

1 Úvod

Mléko je přirozeným potravinovým zdrojem jódu v lidské výživě a současně i objektivním ukazatelem saturace dojených krav jódem. Mléko a mléčné výrobky se v současné době významně podílí na zásobení obyvatel ČR jódem. Mléko odráží úroveň obsahu jódu v krmné dávce dojených krav. Důsledkem rozdílnosti v krmné dávce a úrovni chovu je velmi vysoká variabilita v obsahu jódu v mléce, a proto je nutné sledovat a korigovat jeho obsah. Nedostatečná saturace krav jódem může mít za následek hypothyreózu v lidské populaci, jež vede k četným zdravotním problémům. Naproti tomu nadbytečná saturace může způsobit nadměrnou zátěž štítné žlázy. Česká republika leží v oblasti nedostatečného přirozeného přísunu jódu a v minulosti se u nás vyskytovaly i nejtěžší projevy jeho nedostatku. Díky intenzivní činnosti Mezirezortní komise prořešení jódového deficitu ve spolupráci se zdravotníky, představiteli státní správy i podnikatelskými sektory, došlo k úspěšnému vyřešení jódového deficitu. Nezbytnou nutností je zaměřit se na optimalizaci obsahu jódu v živočišných produktech, zejména v mléce, edukaci a opatření k uváženému používání potravních doplňků ve výživě lidí a zvířat.

2 Literární přehled

2.1 Význam a složení kravského mléka

Mléko je jediným a nezbytným zdrojem výživy novorozených mláďat savců a velice hodnotnou potravinou pro člověka, obsahující téměř kompletní soubor látek, nezbytný pro normální vývoj organismu (JELÍNEK, 2003a). Základními složkami mléka jsou voda, bílkoviny, tuky, sacharidy, minerální látky a vitamíny (KOPŘIVA, 2011). Složení kravského mléka je uvedeno v tabulce 1. Kromě výživové funkce plní mléko i další významné fyziologické funkce, např. obrannou funkci (obsahuje imunoglobuliny, antimikrobiální látky), napomáhá trávení (enzymy, inhibitory enzymů, enzymy vázající proteiny), dále obsahuje růstové faktory a hormony (NAVRÁTILOVÁ, 2011).

Tabulka 1: Obsah hlavních složek v kravském mléce (%)

<i>Sušina</i>	<i>Tuk</i>	<i>Bílkoviny</i>	<i>Laktóza</i>	<i>Minerální látky</i>
12,7	3,7	3,4	4,8	0,7

Zdroj: FOX(2003)

Minerální látky ovlivňují výživovou hodnotu mléka, jeho chuť, fyzikální vlastnosti a stabilitu mléčných bílkovin (JELÍNEK, 2003a). Určité minerální látky (Ca, P, Na, Cl, K, Mg, S), jež je nutno dodávat do organismu ve vyšších dávkách, se nazývají makroprvky (REECE, 2011). Obsah makroelementů v mléce je uveden v tabulce 2. Minerální látky, jejichž koncentrace je v těle živočichů nízká, jsou označovány jako mikroprvky a této skupině náleží Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co, Se, I, F, Ni, Cr, Sn, Si, V (ILLEK, 2003), obsah těchto prvků je uveden v tabulce 3. Obsah minerálních látek v mléce není konstantní, ale je ovlivněn řadou faktorů, z nichž nejvýznamnější jsou stadium laktace, výživa, genetické faktory a faktory vnějšího prostředí (NAVRÁTILOVÁ, 2011).

Tabulka 2: Průměrný obsah makroelementů v kravském mléce(g·l⁻¹)

<i>Ca</i>	<i>P</i>	<i>Na</i>	<i>Cl</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>
1,21	0,95	0,47	1,03	1,50	0,12	0,32

Zdroj: GAJDŮŠEK (2003)

Tabulka 3: Průměrný obsah mikroelementů v litru kravského mléka ($\cdot l^{-1}$)

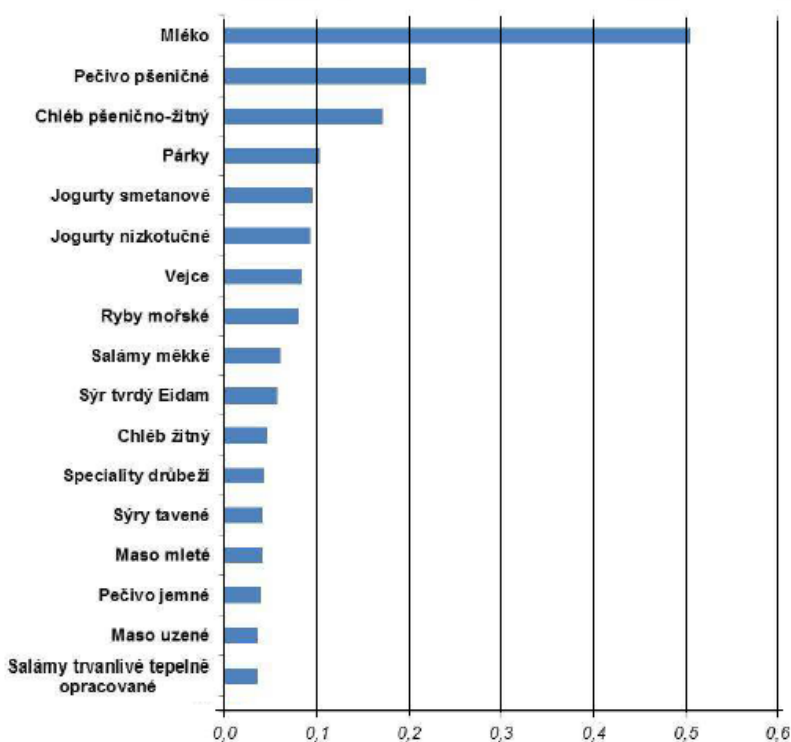
Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	Co	Se	I	F	Ni	Cr
0,5	30	0,09	3,9	50	0,05	10	100-770	20	26	2,0
mg	mg	mg	mg	μg	μg	μg	μg	μg	μg	μg

Zdroj: CASHMAN (2003)

2.2 Mléko jako významný zdroj jódu

Mléko se řadí vedle mořských ryb a darů moře, včetně mořských řas, k důležitým potravinovým zdrojům jódu (KOTRBOVÁ a KASTNEROVÁ, 2007). ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ (2014) uvádějí, že se mléko stává v posledních letech významným zdrojem, zejména pro děti. RYŠAVÁ a ŽOLTÁ (2010) uvádějí, že mléko a mléčné výrobky jsou významným zdrojem pro děti i seniorskou populaci. Naproti tomu, ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH (2013) konstatují, že nejdůležitější roli tvoří u všech populačních skupin mléko. Významnost mléka jako potravinového zdroje jódu je znázorněna v následujícím grafu.

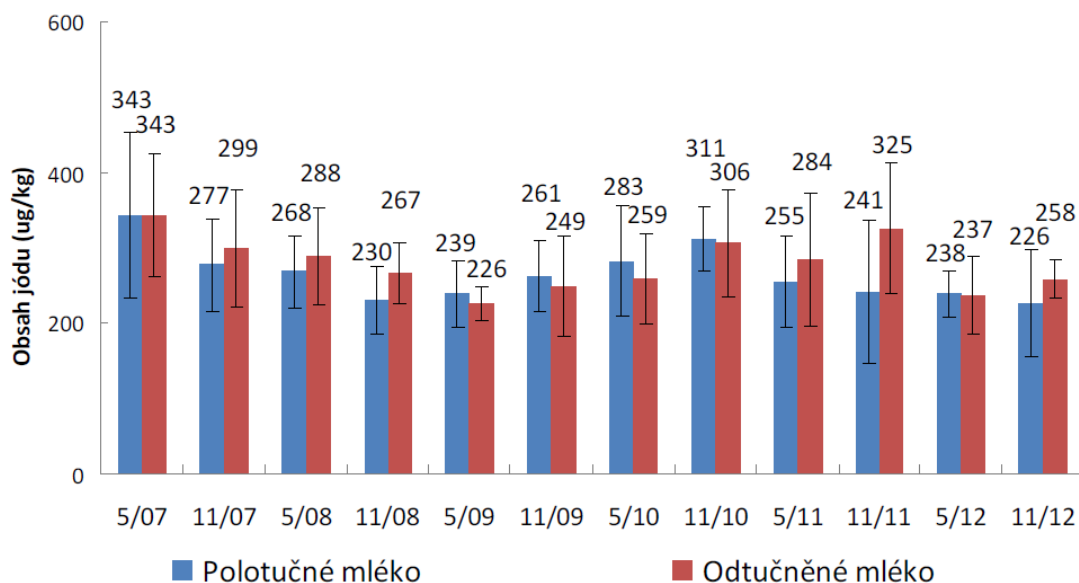
Graf 1: Hlavní zdroje jódu v ČR v letech 2010-2011, udáváno v μg I/kg tělesné hmotnosti/den



Zdroj: ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH (2013)

TRÁVNÍČEK et al. (2010) uvádějí, že při průměrné denní spotřebě 0,6 l na obyvatele se mléko stává významným zdrojem jódu, ale problematika mléka z hlediska obsahu jódu je taktéž významná (ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH, 2013). TRÁVNÍČEK et al. (2010) tvrdí, že v zájmu omezení rizik nadbytečného příjmu je nezbytné věnovat pozornost saturaci krav jódem. Velkou variabilitu v obsahu jódu v mléce potvrzuje i ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH (2013), kdy v rámci monitoringu expozice (polotučné a odtučněné mléko) z roku 2007 byla zjištěna průměrná hodnota dosahující téměř 350 µg/kg s velkou variabilitou jednotlivých hodnot. Tento rozptyl může znamenat problém jak pro běžného spotřebitele (nárazové zatížení štítné žlázy), tak pro výrobce (nelze spoléhat na ustálený obsah jódu při výrobě dalších produktů, např. kojenecké výživy). Variabilita v mléce je zobrazena v následujícím grafu.

Graf 2: Variabilita průměrného obsahu jódu v polotučném a odtučněném mléce v letech 2007-2012



Zdroj: ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH (2013)

2.3 Objevení a pojmenování jódu

Jód náleží VII. skupině v periodické tabulce prvků, jež je označována jako halogeny (HONZA a MAREČEK, 1998). Byl objeven v roce 1811 Bernardem Curtoisem při přípravě střelného prachu (KELLY, 1961). Curtoisovo objevení jódu bylo zapříčiněno mnoha vlivy. Ve Francii vláda řídila obchod s ledkem a tak výrobci začali využívat alternativní zdroje draselných solí z popela mořských řas

z Normandie a Bretaně. Tyto řasy obsahovaly mnohé neznámé chemické sloučeniny, do doby, než začal Curtois využívat řasy ve svém výrobním procesu. Curtois zaznamal korozi jeho měděných nádob a zpozoroval neobvyklé fialové páry (SWAIN, 2005). Dle SWAINOVÉ (2005) se Curtois jódem zabýval po dobu několika měsíců a určil většinu jeho vlastností, včetně jeho reakce s amoniakem za vzniku třaskavého prášku. Podrobnější výzkum ovšem prováděli v roce 1813 Clément a Desormes, Gay Lussac a Davy (REMY, 1971), na požádání samotného Bernarda Curtoise, jež byl pracovním vyčerpán. Přestože je požádal, aby vedli a navázali na jeho výzkum už v květnu roku 1812, teprve 29. listopadu roku 1813 oznámil profesor chemie Clément objev v Národní konzervatoři umění a řemesel (SWAIN, 2005). J. L. Gay-Lussac poznal analogii jódu s chlórem (REMY, 1971) a roku 1813 navrhl název pro nový prvek, jež odvodil z řeckého *ioeids*, tj. fialový (GREENWOOD a EARNSHAW, 1993). První dokument, jenž zmiňoval objev jódu, byl publikován Clémentem 6. prosince 1813, kde byl Bernard Curtois zmíněn jako objevitel a hovořilo se v článku již jako o jódu (SWAIN, 2005). Gay Lussac pak 9. prosince roku 1813 oznámil své výsledky v časopise *Annales de Chimie* (KAIHO, 2014). Davy také vydal výsledky svých výzkumů v prosinci roku 1813, téměř ve stejný čas jako Lussac (SWAIN, 2005). Jednalo se tak o první tři dokumenty, jež zmiňovali a informovali veřejnost o objevení nového chemického prvku. Přítomnost jódu ve štítné žláze byla objevena až v roce 1895 (KVASNIČKOVÁ, 1998).

2.4 Charakteristika a vlastnosti jódu

Jód je černá pevná látka s lehkým kovovým leskem (COTTON a WILLKINSON, 1973), o atomové hmotnosti 126,9 Da (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2014). Elektronová konfigurace základního stavu činí ns^2np^5 (JURSÍK, 2001). Jód patří mezi prvky, které se mohou vykytovat ve více oxidačních stavech: jako jodistan IO_4^- (oxidační číslo +VII), jodičnan IO_3^- (oxidační číslo +V), jodnan IO^- (oxidační číslo +I), elementární jód I_2 (oxidační číslo 0) a jodid I^- (oxidační číslo -I) (ČLUPEK et al., 2014).

Rozpustnost ve vodě je malá (0,33 g/l při 25°C) (COTTON a WILLKINSON, 1973). Avšak rozpustnost ve vodě lze zvýšit přidáním sodíku, či jodidu draselného (KAIHO, 2014). Lépe se rozpouští v glycerinu, snadno v ethanolu, etheru a jiných organických rozpouštědlech (MLYNÁŘ a ŠRÁMEK, 2011). V nepolárních rozpouštědlech se rozpouští na fialové roztoky, v polárních rozpouštědlech na hnědočervené

(MLYNÁŘ a ŠRÁMEK, 2011), roztoky v nenasycených uhlovodících, kapalném SO₂, alkoholech a ketonech jsou hnědé barvy, zatímco v benzenu růžovohnědé (COTTON a WILLKINSON, 1973). Změna barvy těchto roztoků, je způsobena tím, že v roztocích dochází ke slabým donor-akceptorovým interakcím, které pak vedou ke vzniku komplexů mezi rozpouštědlem (tj. donorem) a I₂, (tj. akceptorem) a tyto komplexy pak mají různé energie optického přechodu (GREENWOOD a EARNSHAW, 1993). Teplota tání jódu činí 113,6°C, teplota varu 185,2 °C (GREENWOOD a EARNSHAW, 1993). Hustota jódu činí 4,98 g jódu/cm³ (KAIHO, 2014). Při pokojové teplotě sublimuje (MLYNÁŘ A ŠRÁMEK, 2011). Páry jódu silně leptají sliznice (HONZA a MAREČEK, 1998), mají charakteristický zápach, jsou jedovaté a způsobují prudký zánět nosní a oční sliznice, jež se označuje jako tzv. jódová rýma (REMY, 1972). Vzhledem k tomu, že mají halogeny lichá atomová čísla, očekává se, že budou mít i několik přirozených izotopů. Jód má pouze jeden přirozený izotop (GREENWOOD a EARNSHAW, 1993), jež se označuje jako izotop I¹²⁷ (COTTON a WILLKINSON, 1973). Hlavních radioaktivních izotopů je 14, přičemž nejzávažnějším izotopem je I¹²⁹, jehož poločas rozpadu činí 16 miliónů let. Poločasy rozpadu všech ostatních radioaktivních izotopů jsou kratší 60 dní (PETERSON et al., 2007).

2.5 Environmentální cyklus jódu

Jód je přítomen v přírodě v různých materiálech, v půdě, v horninách a ve všech živých organismech (PETERSON et al., 2007). Je přirozenou složkou zemské kůry a je všudypřítomný v celém zemském povrchu (RISHER et al., 2004).

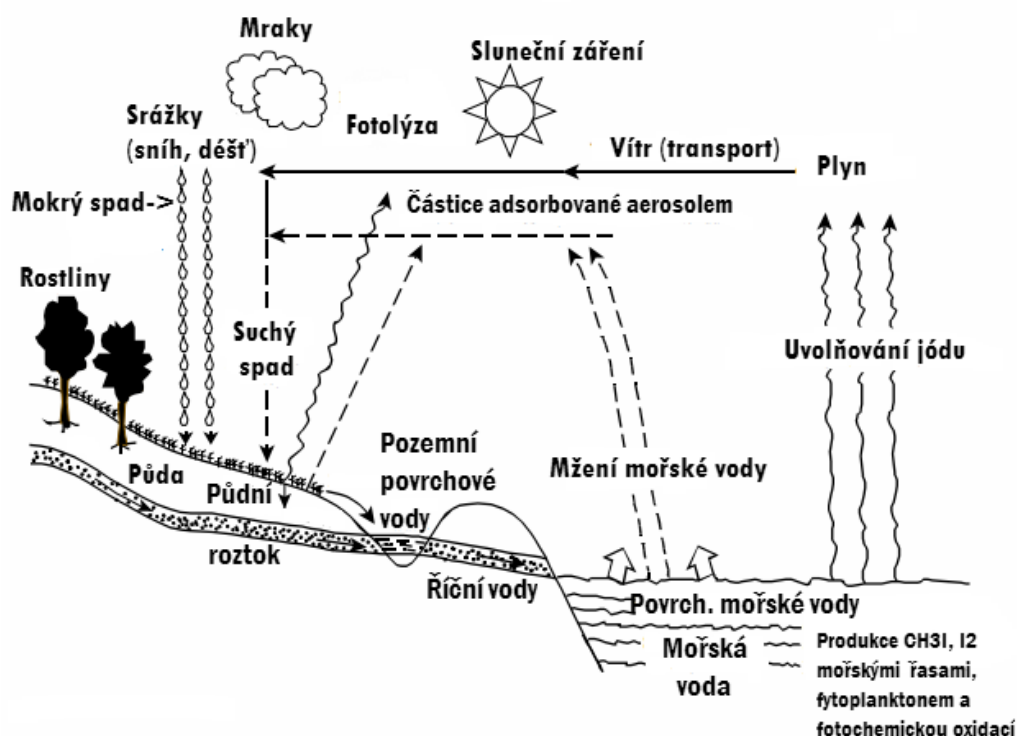
Úniky jódu do životního prostředí mohou být způsobeny jak lidskými činnostmi, tak přírodními zdroji. Z přírodních zdrojů se jedná o vypařování jódu z oceánů a moří, zvětrávání hornin a vulkanickou činnost. Lidskou činností se rozumí uvolňování radioaktivního jódu z testů jaderných zbraní a jaderného paliva, z odpadních vod ze závodů na zpracování rostlin, ze spalování odpadů a fosilních paliv (RISHER et al., 2004). V případě, že dojde k uvolňování radioaktivního jódu do životního prostředí, bude se také podílet na environmentálním cyklu jódu (AMACHI, 2008). Většina prvků v půdě a vodě, jsou odvozeny ze zvětrávání litosféry. Toto ale není případ jódu (FUGE, 2007). MURAMATSU et al.(2004) uvádí, že obsah jódu v litosféře je nízký, přičemž FUGE (2007) uvádí průměrný obsah 0,25 mg.kg⁻¹. Většina jódu (až 68%) pochází z oceánských sedimentů. Ze sedimentů je jód

uvolňován do oceánské vody a pouze 0,8% jódu je v ní rozpuštěno (DARAOUI et al., 2012). Jód se uvolňuje z oceánů do atmosféry v elementární formě (TAGAMI a UCHIDA, 2006) nebo ve formě organických sloučenin, jimiž jsou: methyljodid (CH_3I), dijódmethan (CH_2I_2), chlórjódmethan (CH_2ClI), jódethan ($\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$) a jódpropan ($\text{C}_3\text{H}_7\text{I}$) (AMACHI, 2008). Dominantní roli hraje methyljodid (TAGAMI a UCHIDA, 2006), který je podle nejnovějších poznatků uvolňován nejen z oceánů, ale i z půd, hub, rostlin a bakterií (AMACHI, 2008).

K uvolňování jódu z oceánů dochází buď biochemickými pochody, nebo fotochemickou oxidací (MURAMATSU et al., 2004). Oběma pochody se jód dostane do atmosféry. Jód v atmosféře může způsobit destrukci ozónu, stejně jako ostatní halogeny (AMACHI, 2008). V atmosféře se jód může vyskytovat v několika formách, v plynné anorganické, v plynné organické a ve formě částic (RISHER et al., 2004).

Jód v plynných formách v atmosféře je přenášen na suchozemské prostředí (FUGE, 2007). Různé formy jódu jsou vysráženy z atmosféry suchou a mokrou depozicí. Depozice je ovlivněna velikostí částic, povětrnostními podmínkami a chemickou formou jódu (RISHER et al., 2004). Během přenosu jódu vzdušnými proudy nad pevninu, dochází k transformaci větší části methyljodidu na jodidové a jodičnanové anionty, vlivem působení slunečního záření (MURAMATSU et al., 2004). Spadem a srážkami se jód přenáší na zemský povrch, přičemž platí, že čím blíže je zdroj (oceán), a čím vyšší bude obsah srážek, tím více jódu se na zemský povrch dostane (FUGE, 2007). Půda adsorbuje srážky obsahující jód, čímž dochází k transportu jódu do povrchových a podzemních vod (DARAOUI et al., 2012). Prostřednictvím povrchových a podzemních vod je jód nakonec dopraven do oceánů (RISHER et al., 2004). Environmentální cyklus jódu je znázorněn na obrázku 1.

Obrázek 1: Environmentální cyklus jódu



Zdroj: YUITA (1994)

2.6 Výskyt jódu

2.6.1 Výskyt jódu v horninách a půdě

Obsah jódu v horninách se liší. V ultramafických horninách (dunit, peridotit, pyroxenit) od 0,01-0,05 mg.kg⁻¹ do 2-6 mg.kg⁻¹. Největší množství bylo zjištěno v břidlici, která je bohatá na organickou hmotu. Oproti tomu mafické horniny (čediče) obsahují 0,08-0,50 mg.kg⁻¹, žula a rula obsahuje 0,2-0,5 mg.kg⁻¹, pískovce 0,5-1,5 mg.kg⁻¹, vápence a dolomity 0,5-1,0 mg.kg⁻¹ (ANKE, 2004). Množství jódu v půdách je závislé na geologickém podloží, vzdálenosti od oceánu a na exploataci půd (MCGRATH et al., 1990). FUGE (2007) uvádí, že množství jódu v půdě je také ovlivněno schopností udržet dodaný jód. Retence jódu v půdě je ovlivněna typem půdy. Písčité půdy mají nízkou schopnost udržet dodaný jód, zatímco u železitých a jílovitých půd, je tato schopnost vysoká (FUGE, 2007). Nejčastější obsah jódu v půdě se pohybuje od <0,1 do přibližně 10 mg.kg⁻¹ suché zeminy. Průměrná hodnota jódu v půdě je 2,8 mg.kg⁻¹ (ANKE, 2004). MCGRATH et al. (1990) uvádějí, že pokud je obsah jódu v půdě nižší než 4 mg.kg⁻¹, lze tuto půdu považovat za deficitní. Podle OLIVERIUSOVÉ (1997) není v České republice žádný typ hornin s takovým množstvím jódu, který by zabezpečoval jeho dostatečný vstup

do potravníhořetězce. To potvrzují i výsledky průměrného obsahu jódu naměřené v roce 2011 v CHKO Jeseníky, které byly $0,97 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suché zeminy. Oproti tomu průměrný obsah jódu ve vzorcích půdy lučních porostů z lokality v CHKO Šumava byl v roce 2011 $5,11 \pm 0,65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suché zeminy (TRÁVNÍČEK et al., 2013).

2.6.2 Výskyt jódu v rostlinách

Obsah jódu v rostlinách je ovlivněn geologickým podložím půdy, vzdáleností od moře, věkem rostliny, druhem a částí rostliny (ANKE, 2004). ANKE (2004) dále uvádí, že obsah jódu v rostlinách je rovněž ovlivněn obsahem jódu ve vodě. Platí, že vnitrozemské rostliny mají menší obsah jódu, než rostliny v přímořských a mořských oblastech.

Jód není pro rostliny esenciálním prvkem (ANKE et al., 1993), přesto je příjem jódu kořeny rostlin poměrně efektivní. K příjmu jódu rostlinami z atmosféry může dojít buďto kořeny nebo jinými částmi rostliny. Přímé zachycení atmosférického jódu na listech nebo přímý příjem přes průduchy se zdá být celkem efektivní. Výpočty prokázaly, že 60 % příjmu elementárního jódu přichází průduchy a zbylých 40 % sorpcí z vnější části rostlin (TRÁVNÍČEK et al., 2013). RISHER et al. (2004) uvádějí, že některé mořské rostliny, i někteří živočichové, dokáží ve svých tkáních akumulovat jód. Velké množství jódu bylo zjištěno v mořských řasách (chaluách) (REMY, 1971), zejména v hnědých chaluách rodu *Laminaria* a menší míře *Fucus* (GREENWOOD a EARNSHAW, 1993). ANKE (2004) uvádí obsah jódu v těchto dvou řasách v rozmezí $300\text{--}4500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. KÜPER et al. (1998) popsal proces hromadění jódu v *Laminaria digitata*. Odhalil, že jodid v mořské vodě je nejdříve oxidován na kyselinu jodnou (HIO, oxidační stav +I) pomocí haloperoxidázy v buněčné stěně, přičemž pak tato forma jódu může volně prostupovat buňkami usnadněnou difúzí. Analýzu obsahu jódu v rostlinách v České republice provedli TRÁVNÍČEK et al. (2013), jež uvedli, že ve vzorcích lučního porostu v lokalitě CHKO Šumava byl v roce 2011 obsah jódu $319,9 \pm 160,5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny, oproti tomu, vzorky lučního porostu z lokality CHKO Jeseníky obsahovaly v průměru $160,0 \pm 70,0 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. TRÁVNÍČEK et al. (2013) se domnívají, že vzhledem k nízkému obsahu jódu v půdě obou sledovaných oblastí, lze předpokládat, že k významnějšímu přestupu jódu do rostlin dochází při jeho obsahu v půdě 6 a více $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Obsah jódu v rostlinných produktech je znázorněn v následující tabulce.

Tabulka 4: Obsah jódu v rostlinných produktech v mg.kg⁻¹

<i>Pšenice</i>	0,024-0,043*
<i>Jetel luční (červený)</i>	0,042-0,074*
<i>Kukuřičná píče</i>	0,044-0,088*
<i>Tuřín (list)</i>	0,099-0,293*
<i>Borovice (jehlice)</i>	0,240-0,410
<i>Mořské řasy</i>	4,8-320
<i>Mrkev</i>	0,013
<i>Brambory</i>	0,018-0,037
<i>Houby</i>	0,013

Zdroj: ANKE et al. (1993); MURAMATSU et al. (2004); VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ (2009a)

Poznámka: *=údaje v mg.kg⁻¹/kg sušiny

2.6.3 Výskyt jódu ve vodě

Většina jódu v pedosféře a hydrosféře pochází z mořského prostředí (FUGE, 2007). Největší zásobárnou je zřejmě magma a oceánské sedimenty (MURAMATSU et al., 2004). Oceánské vody obsahují přibližně 60 mg.l⁻¹(FUGE, 2007). Jód se z nich uvolňuje v elementární formě a též jako jódované deriváty uhlovodíků, a to vlivem biochemických pochodů, fotochemické oxidace a snadné těkavosti jódu. Jód se ve vodním prostředí vyskytuje ve formě jodidových a jodičnanových iontů a také jako organicky vázaný jód. Obecně platí, že ve vodách převažuje výskyt jodidových aniontů (ŠEDA et al., 2011).

RISHER et al. (2004) uvádějí, že k převodu jódu do povrchových a podzemních vod ve vnitrozemských státech dochází prostřednictvím dešťové vody, zatímco ve státech v blízkosti pobřeží dochází k transportu jódu do vody kombinací dešťových vod a aerosolů. Další způsob transportu jódu do vody, může být způsoben zvětráváním hornin v blízkosti vodních toků (ANKE, 2004), či vulkanickou činností (RISHER et al., 2004). To potvrzují i výsledky, jež v roce 2010 vykazují vyšší obsah jódu ve srážkových vodách v CHKO Šumava. Zvýšené hodnoty, lze odůvodnit spadem jódu po erupci sopky Eyjafjallajökul na Islandu (TRÁVNÍČEK et al., 2013).

Obsah jódu v podzemních vodách v oblastech Hangjinhouqi, the Hetao Plain, Inner Mongolia činil od 27,3 do 1638,0 µg.l⁻¹, kdy 65 % vzorků překročilo standardy pitné vody 150 µg.l⁻¹v Číně (XU et al., 2013). Někteří autoři se domnívají, že zvýšený

obsah jódu může být způsoben nejen v důsledku vyplavování jódu do půdy, ale také důsledkem druhohorního cyklu Yanshanian (WEN et al., 2013), který ovlivnil oblast zvrásněného terénu na jihu Číny (VAŠUTOVÁ, 2010). V USA průměrná pitná voda obsahuje $4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ jódu (WHO, 1989). Průměrný obsah jódu v pitné vodě v Německu se pohybuje od $1,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (ve vnitrozemních regionech v Alpách) do $8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (v blízkosti Severního a Baltského moře) (ANKE, 2004).

Obsah jódu v povrchových vodách v České republice obvykle nepřekračuje hodnotu $5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V pitné vodě v České republice je průměrný obsah jódu přibližně $1,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Minerální vody jsou bohaté na obsah jódu a mohou obsahovat několik desítek až stovek $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (PITTER, 1999).

ŠEDA et al. (2011) analyzovali obsah jódu v povrchových vodách v České republice. Výsledkem bylo zjištění, že Živný potok (okr. Prachatice) obsahuje $6,77 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, průměrný obsah jódu v přítocích řeky Blanice byl $2,52 \pm 1,63 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Průměrný obsah jódu ve vodě vlastního toku Blanice činil $1,89 \pm 0,38 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. TRÁVNÍČEK et al. (2013) uvádí obsah jódu v čistícíce odpadních vod v Prachaticích. Výsledek $57,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ vykazuje velmi vysoký obsah jódu. PITTER (1999) doplňuje, že koncentrace sloučenin jódu není limitována, ani omezena v pitné a povrchové vodě, stejně tak jako v kanalizačním řádu.

2.6.4 Jód v organismu

Jód je obsažen ve všech buňkách, tkáních a tekutinách organismu ve značně rozdílných koncentracích. Z celkového množství jódu obsaženého v těle je 80 % ve štítné žláze, 10-15 % je obsaženo ve svalovině, zbytek pak v kůži, skeletu a ostatních orgánech (ILLEK, 2003). Oproti tomu SOVA et al. (1990) uvádí, že 20 % veškerého jódu je uloženo ve štítné žláze, 50 % ve svalovině a zbytek je uložen v ostatních tkáních. SOVA et al. (1990) dodávají, že štítná žláza činí pouze 0,02-0,05 % z celkové hmotnosti organismu a tak je obsah jódu ve žláze hodnocen jako velmi významný. FRANKE et al. (2008) se zabývali výzkumem, jenž odhalil obsah jódu v těle prasat. Zjistili, že štítná žláza obsahuje 80 % celkového jódu v těle, vnitřnosti a krev 14 % jódu, svalovina a tuk 5 %, zatímco kosti pouze 1 %. KVASNIČKOVÁ (1998) uvádí, že jód v těle je obsažen také ve slinných a prsních žlázách, žaludeční mukóza v ledvinách. Množství jódu v krvi je velmi nízké a tvoří je převážně hormony štítné žlázy (ILLEK, 2003). Dospělý organismus za normálních podmínek obsahuje asi 10-20 mg jódu, z toho obsah ve štítné žláze činí přibližně

8-15 mg. Obsah jódu v organismu je ovlivněn příjmem jódu (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2014).

2.7 Zdravotní význam jódu

Jód je esenciální stopový prvek pro lidi a zvířata (FLACHOWSKY et al., 2014) a je součástí hormonů štítné žlázy, tyroxinu a trijódthyroninu (RYŠAVÁ et al., 2008). Hlavní význam hormonů štítné žlázy tkví v regulaci metabolických reakcí (RACEK, 2008). Thyreoidní hormony stimulují metabolické aktivity většiny tkání těla, vyjma mozku, plic, sítnice, varlata sleziny (REECE, 2011). Hormony štítné žlázy jsou nezastupitelné pro správnou činnost centrální nervové soustavy, zejména pro její vývoj a diferenciaci (JELÍNEK, 2003b). Vliv hormonů štítné žlázy nelze podceňovat zejména v období těhotenství a kojení, kdy je plod závislý na příjmu thyreoidálních hormonů od matky. Jeho nedostatek může způsobit velice těžké postižení dítěte s růstovou a mentální retardací, dříve nazývané kretenismus (VÍTKOVÁ a POTLUKOVÁ, 2013).

Hormony mají rovněž účinek kalorigenní, tj. stimulace spotřeby kyslíku (PORŠOVÁ-DUTOIT, 1996). JELÍNEK (2003b) zmiňuje i jiné významy hormonů, jimiž jsou: vazodilatační účinky na drobné cévy a krevní vlasečnice, pigmentace kůže a kožních derivátů, potenciace působení jiných hormonů, tvorba somatostatinu, stimulace tvorby mléka a zvýšení obsahu mléčného tuku. Kromě toho však oba hormony působí na celou řadu dalších životně důležitých funkcí, jako je např. sexuální vývoj, syntéza bílkovin, střevní absorpce glycidů (PORŠOVÁ-DUTOIT, 1996). Přiměřené množství hormonů štítné žlázy je nutné pro správnou funkci všech orgánů a tkání organismu po celý život (JISKRA, 2011).

2.8 Metabolismus jódu

Do těla vstupuje jód potravou, nebo vodou ve formě jodidového nebo jodátového iontu (GREENSPAN a BAXTER, 2003) avgastrointestinálním traktu se snadno a úplně vstřebává (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a). Jodid procházející štítnou žlázou se na membráně folikulárních buněk z 20 % zachycuje a podléhá oxidaci na I_2 nebo volný radikál I_0 (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Denně štítná žláza zachytí asi 60 μg jódu ve formě jodidu (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a). V buňkách se jodid využívá k jodaci tyrozinu v molekulách thyreoglobulinu za vzniku monojódtyrozinu

(MIT) a dijódyrozinu (DIT) (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Jejich kondenzací dochází k tvorbě trijódyroninu (T_3), jež vzniká spojením MIT a DIT, zatímco k tvorbě tyroxinu (tj. tetrajódyronin, T_4) dochází spojením dvou DIT (JELÍNEK, 2003b). Ovšem v obou případech dochází k ztrátě jedné molekuly vody a aminokyselinového zbytku, glycinu (REECE, 1998).

Část hormonů trijódyroninu a tetrajódyroninu se uvolňuje z thyreoglobulinu do krevní plazmy. Mobilizace thyreohormonů z koloidu je funkcí thyreostimulujícího hormonu hypofýzy, tj. TSH (TRÁVNÍČEK et al., 2011). MIT a DIT vzniklé během syntézy thyreoidálních hormonů jsou dejódovány dejodásou. Enzym působí pouze na MIT a DIT, nikoliv na T_3 a T_4 . Uvolněný jód je částečně znovu využíván pro hormonální syntézu, přičemž malé množství jódu uniká ze štítné žlázy do tělních tekutin (GREENSPAN a BAXTER, 2003), kdy je částečně vylučován močí, trusem a mlékem (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Enzym dejodáza je uložen taktéž ve štítné žláze a dokáže konvertovat T_4 na T_3 , což je využíváno při deficitu jódu, kdy aktivita dejodázy zapříčiní zvýšené množství T_3 (GREENSPAN a BAXTER, 2003). T_3 oproti T_4 je účinnější, ovšem jeho biologický poločas je kratší (REECE, 1998). Účinek T_3 spočívá ve stimulaci jaterní glykogenolýzy, glukoneogeneze, vstřebávání glukózy a metabolismu cholesterolu (TRÁVNÍČEK et al., 2011).

Sekrece štítné žlázy je citlivě regulována (JELÍNEK, 2003b) mechanismem zpětné vazby přes hypotalamus a adenohipofýzu (REECE, 2011). Řídícím hormonem je adenohipofyzární thyreotropin (TSH), jehož syntézu a sekreci nadřazeně ovlivňují stimulačně hypotalamický thyreoliberin (JELÍNEK, 2003b) (TRH-tj. thyreotropin releasing hormon) (REECE, 2011) a inhibičně se pak uplatňuje somatostatin (JELÍNEK, 2003b).

2.9 Zdroje jódu

2.9.1 Zdroje jódu pro dojnice

Dojnice přijímají jód především alimentární cestou z krmné dávky, napájecí vody a v menší míře dýcháním z ovzduší a z exogenních nutričně necílených zdrojů, jako jsou například veterinární a dezinfekční prostředky (TRÁVNÍČEK et al., 2011).

2.9.1.1 Obsah jódu v krmivech

Obsah jódu kromě geologického původu půdy, vzdálenosti od moře, věku a druhu rostliny (ANKE, 2004), je ovlivněn také hnojením (TRÁVNÍČEK et al., 2011), případně kontaktem rostliny během sklizně se zemí. Tento kontakt lze považovat za vysoce významný s ohledem na obsah jódu v krmení zvířat (ANKE, 2004). Konzervací takovéto píce dochází k zachování vyššího obsahu jódu v silážích (ANKE, 2004). K snižování obsahu jódu v rostlinách dochází během vegetace a při sušení a skladování dochází k jeho ztrátám (KROUPOVÁ et al., 2000). Obsah jódu v objemných krmivech je rovněž ovlivněn dobou sklizně. Variabilita v obsahu jódu v objemných krmivech je také způsobena klimatickými změnami, které se značně liší během roku (TRÁVNÍČEK et al., 2004). Obsah jódu v pastevním porostu v závislosti na ročním období je zaznamenán v tabulce 7.

Podle SOMMERA et al. (1994) trávy obsahují 200-400 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, jeteloviny 300-400 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, luční porost obsahuje 0,41-1,10 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, jetelotravní seno 0,09-0,40 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny a kukuřičná siláž 0,16-0,26 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny. Dle HERZIGA a SUCHÉHO (1996) se seno a silážovaná krmiva vyznačují ve srovnání se zelenou hmotou, vyšším obsahem jódu. ANKE (2004) se zabýval rozdíly mezi obsahem jódu v zeleném a silážovaném krmení, jeho výsledky jsou uvedeny v následující tabulce 5 a potvrzují tvrzení HERZIGA a SUCHÉHO (1996).

Tabulka 5: Porovnání obsahu jódu v zeleném krmení a siláži v $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny

Rostlinný produkt	Stav rostlinného produktu	
	Čerstvý	Silážovaný
Jetel luční	58	111
Vrchol tuřínu	196	383
Trávy	59	104
Zelená kukuřice	66	91

Zdroj: ANKE (2004)

Dle TRÁVNÍČKA et al. (2011) se obsah jódu v objemných krmivech v České republice pohybuje mezi 0,1-0,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. TRÁVNÍČEK et al. (2004) analyzovali obsah jódu v objemných krmivech v jihozápadních Čechách, přičemž dosáhli těchto výsledků: viz tabulka 6.

Tabulka 6: Obsah jódu v objemných krmivech v mg·kg⁻¹ sušiny v JZ Čechách

Krmivo	n	\bar{x}	s _x	Min.	Max.	Medián
Pastevní porost	93	0,149 ^{1,2}	0,105	0,027	0,555	0,119
Seno	118	0,112 ^{1,3}	0,094	0,03	0,523	0,078
Travní siláž	67	0,213 ^{2,3,4}	0,169	0,025	0,945	0,148
Kukuřičná siláž	26	0,110 ⁴	0,097	0,034	0,463	0,078

Zdroj: TRÁVNÍČEK et al. (2011)

Poznámka: ^{1,2,3,4}t-test P<0,01

Tabulka 7: Obsah jódu v pastevním porostu v mg·kg⁻¹ sušiny v závislosti na ročním období

Období	n	\bar{x}	s _x	Min.	Max.	Medián
Květen-červen	51	0,101 ¹	0,074	0,027	0,376	0,078
Srpen-říjen	39	0,214 ¹	0,107	0,085	0,550	0,181

Zdroj: TRÁVNÍČEK et al. (2004)

Poznámka: ¹t-test P<0,01

Optimální hladina jódu v krmné dávce je stanovena NAŘÍZENÍM KOMISE (ES) č. 1459/2005. Z důvodu rizika překročení horní hranice jódu pro dospělé a mladistvé NAŘÍZENÍ KOMISE usneslo, že musí být snížen obsah jódu v kompletní krmné dávce. Došlo tak ke snížení maximálního obsahu prvku v kompletním krmivu s obsahem vlhkosti 12 % pro dojnice z 10 mg·kg⁻¹ na 5 mg·kg⁻¹. V roce 2008 provedl ÚKZÚZ sledování obsahu jódu v kompletní krmné dávce, přičemž byly zjištěny následující výsledky uvedené v tabulce 8.

Tabulka 8: Průměrný obsah jódu v krmné dávce v mg·kg⁻¹

Parametr	Česká republika	Střední a severní Čechy	Severní Morava
Průměr	2,17	1,39	3,04
Medián	1,49	1,18	2,23
Min.	0,11	0,22	0,70
Max.	9,39	3,44	9,39

Zdroj: ŠÍMA (2009)

Z uvedených výsledků vyplývá, že maximální povolený obsah jódu v kompletní krmné dávce pro dojnice z nařízení Komise (ES) č. 1459/2005 (5 mg I·kg⁻¹ při 88 % sušiny) byl překročen pouze u jednoho zemědělského podniku na severní Moravě (ŠÍMA, 2009).

2.9.1.2 Doplnkové zdroje jódu

Zajištění potřeby jódu u dojnic pouze z objemných krmiv a napájecí vody nelze docílit v zemích střední Evropy bez jeho suplementace, ani při respektování meziroční proměnlivosti jeho obsahu v objemných krmivech (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Jód je zvířatům do krmné dávky dodáván v jodidu draselném (KI), jodidu sodném (NaI) nebo jodičnanu vápenatém Ca(IO₃)₂ (ZEMAN et al., 2006). Jodičnan vápenatý může být použit ve dvou formách, buď bezvodý Ca(IO₃)₂, nebo jako jodičnan vápenatý hexahydrát Ca(IO₃)₂ · 6 H₂O (NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1459/2005, 2005). TRÁVNÍČEK et al., 2010 uvádí, že lze jako zdroj jódu využít i etylendiamindihydrojodid, který je označován jako EDDI. Jodidy jsou silnější redukční látky a silnější oxidační činidla než jodičnany (WINGER et al., 2008), což je problematické z hlediska stability (McDOVELL, 1992). Při souběžném používání může dojít k redox reakci, následkem které může dojít k ovlivnění vlastností krmiv, trvanlivosti a stability (EFSA, 2013). Mezi nejběžnější doplňkové nutriční zdroje jódu patří minerální krmné přísady (MKP), minerálně vitamínové směsi, premixy makroprvků a mikroprvků. Obsah jódu v MKP dostupných v ČR se pohybuje v rozmezí 39-400 mg·kg⁻¹. Při pastvě představují nejběžnější formu suplementace minerální lizy (TRÁVNÍČEK et al., 2011), viz tabulka 9.

Tabulka 9: Obsah jódu v minerálních lizech a jeho podíl na denním příjmu jódu u dojnic

Název lizu	Typ lizu	Obsah jódu v lizu v mg·kg ⁻¹	Dávka krmiva g/ks/den	Příjem jódu mg/ks/den
<i>ML 0, ML 3</i>	<i>minerální</i>	<i>70-85</i>	<i>50-150</i>	<i>4,0-12,8</i>
<i>ML 2, 3, 4, 5</i>	<i>minerální</i>	<i>100-110</i>	<i>50-150</i>	<i>5,0-16,5</i>
<i>Turmix-L1 liz B</i>	<i>minerální</i>	<i>53</i>	<i>50-150</i>	<i>2,7-8</i>
<i>Liz PP</i>	<i>minerální</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>9</i>
<i>Liz Mikro Mg (skot)</i>	<i>krmná sůl s ML</i>	<i>80-100</i>		<i>4-10</i>
<i>Biosanox</i>	<i>solný</i>	<i>120</i>		<i>6-12</i>
<i>Salit mineral</i>	<i>solný</i>	<i>55</i>		<i>3-8,3</i>
<i>Salit prem.</i>	<i>solný</i>	<i>70</i>		<i>3,5-10,5</i>
<i>Liz Ce-SE</i>	<i>solný</i>	<i>100</i>		<i>5-15</i>

Zdroj: TRÁVNÍČEK et al. (2011)

Zdrojem jódu mohou být i prostředky užívané k dezinfekci struků mléčné žlázy (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Vliv dezinfekce obsahující jód na obsah jódu v mléce je podrobněji probrán v kapitole "2.13.3 Diping struků v dezinfekci obsahující jód".

2.9.2 Zdroje jódu pro člověka

Obsah jódu v potravinách rostlinného původu je nižší, než v potravinách živočišného původu (ANKE, 2004). Obsah jódu v potravinách živočišného nebo rostlinného původu závisí především na obsahu jódu v půdě a je proto velmi proměnlivý (KVASNIČKOVÁ, 1998). Hlavním dodavatelem jódu do potravního řetězce, kromě jodizace soli, jsou vejce, mléko, mléčné produkty, spolu s mořskými rybami, zajišťující zhruba 74 % z celkového příjmu, zatímco 16 % zajišťují potraviny rostlinného původu a zbylých 10 % zajišťují nápoje (ANKE, 2004). Obsah jódu v potravinách rostlinného původu je uveden v následující tabulce 10, přičemž obsah jódu v potravinách živočišného původu v tabulce 11.

Tabulka 10: Obsah jódu v potravinách rostlinného původu v mg·kg⁻¹

<i>Zelí</i>	<0,01	<i>Pudink</i>	0,018*
<i>Květák</i>	<0,005	<i>Rýže</i>	0,021*
<i>Špenát</i>	0,022-0,028	<i>Káva</i>	0,023*
<i>Hlávkový salát</i>	<0,01-0,018	<i>Pšeničný a žitný chléb</i>	0,024*
<i>Rajčata</i>	<0,01	<i>Houska</i>	0,038*
<i>Hrášek</i>	0,047	<i>Semolina</i>	0,038*
<i>Cibule</i>	0,025	<i>Těstoviny</i>	0,043*
<i>Arašídý</i>	0,11	<i>Kroupy</i>	0,042*
<i>Jablka</i>	0,002-0,007	<i>Ovesné vločky</i>	0,039*
<i>Pomeranče</i>	0,008	<i>Kakao</i>	0,052*
<i>Banány</i>	<0,005	<i>Med</i>	0,035*
<i>Jahody</i>	0,09	<i>Cukr</i>	0,0076*

Zdroj: ANKE (2004); VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ (2009a)

Poznámka: *=údaje v mg·kg⁻¹ sušiny

Tabulka 11: Obsah jódu v potravinách živočišného původu v mg·kg⁻¹

<i>Mléko plnotučné</i>	0,016-0,075 ^{b)}	<i>Maso vepřové</i>	0,009-0,016
<i>Tvaroh</i>	0,084-0,32 ^{b)}	<i>Maso hovězí</i>	0,015-0,019
<i>Sýry</i>	0,06-0,069	<i>Maso kuřecí</i>	<0,005
<i>Eidam sýr</i>	0,05	<i>Maso skopové*</i>	0,102
<i>Camembert sýr*</i>	0,076	<i>Mořské ryby</i>	0,28-1,75
<i>Jogurt</i>	0,022-0,26 ^{b)}	<i>Sladkovodní ryby</i>	0,02-0,06
<i>Veje slepičí</i>	0,029-0,73 ^{b)}	<i>Pstruh*</i>	0,404
<i>Vepřová játra*</i>	0,140	<i>Sled'</i>	0,520
<i>Játrová paštika*</i>	0,091	<i>Makrela</i>	0,750
<i>Jelito*</i>	0,077	<i>Losos</i>	2,0
<i>Tlusté párky*</i>	0,632	<i>Treska</i>	2,430

Zdroj: KURSA et al. (1994); KVASNIČKOVÁ (1998); ANKE (2004); MARKALOUS a GREGOROVÁ (2007); VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ (2009a)

Poznámka: *=údaje v mg·kg⁻¹ sušiny

^{a)}Není-li uvedeno jinak, údaje o obsahu jódu pochází z USA; ^{b)}údaje z České republiky

2.10 Požadavky na příjem jódu u lidí

Denní dávka jódu, která zabrání příznakům deficitu jódu se odhaduje na 50-75 µg. Pro zajištění určité rezervy se však doporučují vyšší dávky (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a). Za normálních okolností je nutný denní přívod 150-200 µg, v těhotenství a při rychlém růstu, například v období puberty, asi 200-250 µg (ZAMRAZIL, 1999). Doporučený denní příjem jódu a pravděpodobný bezpečný horní limit příjmu jódu

je znázorněn pro jednotlivé věkové kategorie v následující tabulce 12.

Tabulka 12: Doporučený příjem jódu a horní limit příjmu jódu v µg/kg/den

	Doporučený příjem jódu µg/kg/den	Horní limit příjmu jódu µg/kg/den
<i>Předčasně narozené děti</i>	30	100
<i>Děti 0-6 měsíců</i>	15	150
<i>Děti 7-12 měsíců</i>	15	140
<i>Děti 1-6 let</i>	6	50
<i>Školáci 7-12 let</i>	4	50
<i>Dospívající a dospělí (12 a více let)</i>	2	30
<i>Těhotné a kojící ženy</i>	3,5	40

Zdroj: NANTEL a TONTISIRIN (2001)

2.11 Požadavky na příjem jódu u zvířat

Potřeba jódu pro živočišný organismus závisí na mnoha faktorech, jako je druh zvířat, plemeno a fyziologický stav (TVRZNIK a ZEMAN, 2005). FLACHOWSKY (2007) zpracoval z německé Společnosti pro fyziologii výživy požadavky zvířat určených k produkci na obsah jódu, jež jsou uvedeny v následující tabulce 13.

Tabulka 13: Požadavky zvířat určených k produkci, na obsah jódu v mg·kg⁻¹ sušiny krmné dávky

<i>Dojnice</i>	0,5
<i>Skot na výkrm</i>	0,3
<i>Prasata na výkrm</i>	0,15
<i>Chovné prasnice</i>	0,5-0,6
<i>Kuřata</i>	0,4
<i>Nosnice</i>	0,5
<i>Brojleři</i>	0,5
<i>Krocani</i>	0,5

Zdroj: FLACHOWSKY (2007)

Současné normy potřeby živin uplatňované v České republice doporučují pro dojnice 0,8 mg jódu v 1 kg sušiny krmné dávky, případně 0,6 mg jódu na 1 kg vyprodukovaného mléka (TRÁVNÍČEK et al., 2011).

2.12 Rizika neúměrného příjmu jódu

Pro hodnocení jódového deficitu u lidí je nejdůležitějším parametrem úroveň jodurie a objem štítné žlázy (ZAMRAZIL, 1999). Objem štítné žlázy, je spíše pomocným ukazatelem stavu zásobení jódem, pokud se provádí palpačně, přesnější je hodnocení na základě sonografického vyšetření (ZAMRAZIL et al., 2003).

Jodurie, neboli vylučování jódu močí, (ZAMRAZILA ČEŘOVSKÁ, 2014) slouží k zhodnocení saturace jódem (ZAMRAZIL, 1999). Při běžném hodnocení saturace jódem za pomoci jodurie se za optimální považuje hodnota mezi 100 a 199 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Jako bezpečné optimum se považuje rozmezí hodnot jodurie 100-299 $\mu\text{g}/\text{den}$ (ZAMRAZILA ČEŘOVSKÁ, 2014). Kategorie jodurie podle WHO je znázorněna v následující tabulce 14.

Tabulka 14: Kategorie jodurie

Hodnota jodurie	Kategorie
$< 19 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Těžká jodopenie</i>
$20-49 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Závažná jodopenie</i>
$50-99 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Lehká jodopenie</i>
$100-199 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Optimální saturace</i>
$200-299 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Zvýšená saturace</i>
$300-499 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Nadměrná saturace</i>
$> 500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	<i>Excesivní saturace</i>

Zdroj: ZAMRAZILA ČEŘOVSKÁ (2014)

2.12.1 Hypothyreóza

Snížená funkce štítné žlázy se označuje jako hypothyreóza a může být zapříčiněna nedostatečným příjmem jódu či nedostatečnou biosyntézou hormonů vlivem antithyreoidních látek (goitrogenů) (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a). Goitrogeny jsou také označovány jako strumigeny, patří mezi ně např.: brukvovité rostliny, maniok, kukuřice, bambusové výhonky, proso a sladké brambory (KVASNIČKOVÁ, 1998). Vliv strumigenů na obsah jódu v mléce je dále probrán v kapitole "2.13.2 Strumigeny". Nedostatečný přísun jódu se projevuje širokým spektrem onemocnění, od velice nápadných forem, jako je např. endemický kretenismus, až po postižení zjistitelná pouze metodami klinicko-psychologickými, jimiž jsou např. změna chování a prospěchu u školních dětí (ZAMRAZIL, 1999). U dospělých nedostatek jódu vede k omezení produkce thyroidních hormonů T_3 a T_4 , jež vede k aktivaci sekrece TSH v plazmě, který způsobí zvětšení velikosti i počtu buněk štítné žlázy. Zvětšená štítná žláza se nazývá struma a její výskyt je především u jedinců, jejichž denní příjem jódu je nižší než $50 \mu\text{g}/\text{den}$ (KVASNIČKOVÁ, 1998). Stupeň postižení závisí na tíži jódového deficitu (ZAMRAZIL, 1999). Spektrum chorob z nedostatku jódu je znázorněno v následující tabulce 15.

Tabulka 15: Spektrum chorob z nedostatku jódu-IDD

Věkové období	Chorobný stav
Plod	<i>Abort, předčasný porod</i>
	<i>Vrozené vady</i>
	<i>Kretenismus</i>
	<i>Psychomotorické poruchy</i>
Novorozenec	<i>Zvýšená mortalita, perinatální a novorozenecká struma</i>
Dítě a adolescent	<i>Struma</i>
	<i>Juvenilní hypothyreóza</i>
	<i>Poruchy psychických funkcí (mentálních)</i>
	<i>Opožděný somatický vývoj, včetně sexuálního</i>
Dospělý	<i>Struma a její komplikace</i>
	<i>Hypothyreóza</i>
	<i>Porušení psychické (mentální) funkce</i>

Zdroj: ZAMRAZIL (1999)

ANKE (2002) uvádí, že k nedostatku jódu jsou náchylnější přežvýkavci, nežli masožravci. Všežravci jsou také náchylní k nedostatku jódu. Důsledkem nedostatku jódu u zvířat mohou být reprodukční, neurologické a jiné vady. Nedostatek jódu u hospodářských zvířat, např. uskotu a ovcí, může být příčinou selhání v reprodukci, může způsobit retardaci plodu, či zadržetí plodu s následnou resorpcí fetu, časnou fetální odúmrtí, spontánní potrat, mrtvě narozená mláďata, stejně jako prodlouženou graviditu a porod, zadržetí placenty a nízkou hladinu hormonů (SCF, 2002). KURSAET AL. (2000), uvádějí výsledky pokusu, jež upozorňují na nedostatek jódu v mateřském mléce krav. U telat, která se živila mlékem s obsahem jódu $<10,0-30,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, se vyskytovala kongenitální struma.

2.12.2 Hyperthyreóza

Hyperfunkce štítné žlázy se nazývá hyperthyreóza a je vyvolána nadprodukcí thyreotropinu (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a). Jde o stav, kdy sekrece hormonů štítné

žlázy neodpovídá aktuálním potřebám organismu, a nepřiměřeně zvýšená sekrece T_3 a T_4 vyvolává chorobný stav (ZAMRAZIL et al., 2003).

Hyperthyreóza je onemocnění způsobené velkým množstvím příčin. Hyperthyreóza vyvolaná nadměrným příjmem jódu vzniká pouze ojediněle, protože jód přijatý do organismu je snadno vylučován močí a proto je jeho nadbytek poměrně dobře tolerován (ILLEK, 2003). Pokud jodurie dosahuje vyšších hodnot než je 300 $\mu\text{g}/\text{den}$, jedná se o nadbytečnou saturaci, která je spojená s rizikem nadbytečného přívodu jódu. Hodnoty nad 500-600 $\mu\text{g}/\text{den}$ jsou nebezpečné (ZAMRAZILA ČEŘOVSKÁ, 2014).

2.13 Faktory ovlivňující obsah jódu v mléce

Obsah jódu v mléce je ovlivněn mnoha vlivy. Mezi faktory ovlivňující obsah jódu v mléce patří např. obsah jódu a suplementace jódu v krmivech, zdroj antagonistů jódu jako jsou glukosinoláty v krmivu, dipping struků dezinfekcí obsahující jód, management zemědělského podniku a zpracování mléka v mlékárně (FLACHOWSKY et al., 2014), limitujícím faktorem je také selen, roční období, fáze laktace, či použití veterinárních léčiv.

• Krmivo

Krmivo je hlavním a nejvýznamnějším zdrojem jódu v mléce. Vliv krmiva na obsah jódu v mléce je popsán v kapitole "2.9.1.1 Obsah jódu v krmivech".

• Strumigeny

Strumigeny jsou látky v potravě, jež narušují vstřebání a organifikaci jódu (VLČEK, 2010). Metabolismus jódu mohou narušit přirozeně se vyskytující látky v rostlinném krmivu, mezi něž patří např.: produkty štěpení glukosinolátů, kyanogenní glykosidy, fenoly a lektiny (MÍKA, 1997). Skupině strumigenů dále náleží dusičnany, dusitany, huminové látky, izoflavony (ILLEK, 2003), thiokynáty, chloristany a chlorečnany (TRÁVNÍČEK et al., 2011).

Dle působení strumigenů na organismus, lze strumigeny rozdělit do 4 následujících skupin:

- Strumigeny I. řádu

Znemožňují zachytávání jódu ve štítné žláze, patří sem např. dusičnany.

- Strumigeny II. řádu

Jsou obsaženy například v některé křížaté zelenině (růžičková kapusta, květák), nedovolí zabudovat atom jódu do tyrozinové molekuly bílkoviny thyreoglobulinu.

- Strumigeny III. řádu

Blokují tvorbu tyroxinu a zabraňují uvolňování tyroxinu navázaného na krevní bílkoviny, patří sem např. sulfonamidy.

- Strumigeny IV. řádu

Vytěsňují tyroxin a inhibují sekreci thyreotropního hormonu hypofýzy (patří sem dijódtirosin nebo analogy tyroninu s fluorem, bromem nebo chlorem, nahrazující jód) (KOTRBOVÁ a KASTNEROVÁ, 2007).

Z dalších sloučenin vykazují antithyreoidní aktivitu některé kongenery polychlorovaných bifenyly (PSB), řada pesticidů a některá veterinární léčiva, která obsahují v molekule zbytek thiomočoviny (thiouracily, aminothiazoly a merkaptoimidazily aj.) (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a).

Významnou roli hrají glukosinoláty (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009b), dříve nazývané thioglukosidy, či hořčičné oleje (KALÁČ, 1997a). Glukosinoláty jsou produkty výhradně dvouděložných rostlin (SUCHÝet al., 2007), přičemž se v jednotlivých druzích vyskytuje více glukosinolatů (KALÁČ, 1997a). Dominantní postavení má čeleď brukvovitých (*Brassicaceae*), která zahrnuje hospodářsky významné plodiny (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009b). Glukosinoláty jsou sami o sobě biologicky inaktivní, ale hydrolýzou se vytváří množství strumigenních a toxických sloučenin. Enzym myrosináza (thioglykosid glukohydroláza), která glukosinoláty hydrolyzuje, se přirozeně vyskytuje v semeni řepky a fyzikálními metodami je možné ji izolovat. Hydrolýza nastává v okamžiku, kdy jsou semena narušena, a dojde ke styku se vzdušnou vlhkostí (SUCHÝet al., 2007). Rychlost hydrolýzy je dána aktivitou enzymu, kterou ovlivňuje řada faktorů, jimiž jsou teplota a hodnota pH prostředí, druh a část rostliny, či přítomnost látek působících jako aktivátory, či inhibitory (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009b). Míra zamezení strumigenních účinků glukosinolatů závisí na co nejrychlejší inaktivaci enzymu myrosinázy (SUCHÝet al., 2007). Tento postup ale nedokáže zamezit vlivu glukosinolatů beze zbytku, jelikož ve střevech

je produkovaná bakteriální thioglykosidáza, která hydrolyzuje zbylé glukosinoláty přítomné v narušeném semeni (SUCHÝ et al., 2007).

Dle SUCHÉHO a STRAKOVÉ (2006) je vysoký obsah glukosinolátů v květenství, zejména pak v semenech. Dále uvádějí, že se stresem rostliny a použitím hnojiv s obsahem síry, dochází ke zvyšování obsahu glukosinolátů. KALAČ (1997a) toto vysvětluje tím, že klesne-li obsah využitelné síry v půdě, klesne hladina glukosinolátů a zvýší se aktivita myrosinázy v rostlině. Také bylo zjištěno, že jarní odrůdy řepky, mají obecně nižší obsah glukosinolátů, než zimní odrůdy (SUCHÝ et al., 2007). Podle typu glykosidu se mohou lišit účinky na zvíře. Vyvolávají palčivou chuť, zápach, leptají sliznice, zasahují do činnosti štítné žlázy, dochází k histomorfologickým změnám na vnitřních orgánech, snižuje se akumulace jódu a tvorba hormonů, vyvolávají dejodizaci tyroxinu, výsledkem je snížení užitkovosti (SUCHÝ a STRAKOVÁ, 2006), či krvácivost jater, či snížení plodnosti (KALAČ, 1997a). KALAČ (1997a) uvádí, že rozsah změn v organismu závisí na celkovém příjmu glukosinolátů, jejich složení a na délce doby, po kterou je zvíře přijímalo. Strumigenní působení glukosinolátů je ireversibilní a nelze je kompenzovat zvýšenou suplementací jódu (TRÁVNÍČEK et al., 2011).

• **Diping struků v dezinfekci obsahující jód**

Zdrojem jódu mohou být i prostředky užívané k dezinfekci struků mléčné žlázy, ať už před nebo po dojení (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Při použití jódové dezinfekce dochází ke zvýšení obsahu jódu v mléce, což může být využíváno k suplementaci jódu u lidí (FLACHOWSKY, 2007). V některých zemích jsou právě z tohoto důvodu jódové dezinfekce nahrazovány jinými (např.: chlorhexidin, glycerin, panthenol) (FLACHOWSKY et al., 2014). HEMKEN (1980) uvádí, že použití jódové dezinfekce sice přispívá ke zvýšení obsahu jódu v mléce, ale většinou nemá za následek vyšší obsah než $150 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ (2009a) uvádějí, že dalším možným způsobem může být i použití dezinfekčních prostředků obsahující jód k dezinfekci výrobního zařízení v mlékárnách. HEMKEN (1980) ovšem dodává, že k tomu dochází pouze při nesprávném používání, dále dodává, že frekvence tohoto problému je malá. TRÁVNÍČEK et al. (2010) uvádějí na základě experimentů vzestup obsahu jódu v mléce vlivem desinfekce struků o 10 %.

• Management zemědělského podniku

Forma zemědělství se zdá být dalším ovlivňujícím faktorem obsahu jódu v mléce. Různé faktory mohou být zodpovědné za nižší obsah jódu v mléce z ekologického chovu, v porovnání s mlékem z konvenčního chovu. Rozdíly v obsahu jódu v mléce mezi ekologickým a konvenčním chovem mléka mohou vysvětlit především rozdíly v postupech krmení. Snížené použití minerálních směsí obsahující jód a méně časté máčení struků v ekologických farmách mohou být důvodem pro nižší obsah jódu v mléce z ekologických chovů (FLACHOWSKY, 2014). TRÁVNÍČEK et al. (2011) porovnávali obsah jódu v bazénových vzorcích mléka z ekologických a konvenčních chovů. V mléce z ekologických chovů se v roce 2008 obsah jódu pohyboval v rozmezí 150-200 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ mléka, v konvenčních chovech převyšoval průměrný obsah jódu 400 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

• Zpracování mléka v mlékárně

Pasterizace je nejdůležitější krok při ošetřování mléka v mlékárně. Vlivem sublimace jódu může docházet k jeho ztrátám (FLACHOWSKY, 2014). Vlivem odstředění mléčného tuku se množství jódu v odstředěném mléce relativně zvyšuje (TRÁVNÍČEK et al., 2011).

• Selen

Selen je biogenní prvek, který je obsažen ve všech buňkách, tkáních i tekutinách živočichů (ILLEK, 2003). Je esenciálním prvkem pro zvířata, přičemž jeho obsah v krmivu by měl být 0,05-0,1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Naproti tomu obsah vyšší než 5-15 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ působí toxicky (KALAČ, 1997b). Právě přívod selenu velmi výrazně ovlivňuje metabolismus jódu ve štítné žláze i v organismu obecně (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2014). Dostatečný přívod selenu je nutný zejména pro správnou funkci dejodáz (JISKRA, 2011). V České republice je vzhledem ke stopovým koncentracím selenu v půdě (0,07-0,12 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) nízký obsah selenu v potravinách (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a). Obsah selenu v jednotlivých potravinách může být v rámci jedné země velmi rozdílný, což svědčí o významu geografického původu výrobku (KVASNIČKOVÁ, 1998). Kromě toho, existují rostliny s mimořádnou schopností akumulace selenu z půdy, tzv. selenomilné rostliny (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a), mezi něž patří například severoamerické druhy rodu kozinec (*Astralgus*) (KALAČ, 1997b). JISKRA

(2011) uvádí, že významným zdrojem selenu je především maso, vnitřnosti, mořské ryby, česnek a ořechy. VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ (2009a) uvádí jako potraviny bohaté na selen měkkýše a korýše (např. ústřice a krevety), ale i sladkovodní ryby, zatímco KVASNIČKOVÁ (1998) uvádí, že nejvydatnějšími zdroji selenu jsou obecně maso, droby, ryby, vejce, následují cereální výrobky, přičemž nejchudším zdrojem je ovoce a zelenina. Zdrojem selenu pro zvířata mohou být pokrutiny, vojtěška, pšenice, oves a kukuřice, přičemž závisina obsahu selenu v půdě (TVRZNIK a ZEMAN, 2005).

Projevy nedostatku selenu jsou u zvířat velmi rozmanité, způsobuje např. svalovou dystrofii u skotu, ovcí, koz, prasat, drůbeže, dále poruchy reprodukce, ovariální cysty, degenerativní procesy varlat, zadržetí lůžka a následné endometritidy aj. (ILLEK, 2003). Dle VELÍŠKA a HAJŠLOVÉ (2009a) se deficit selenu projevuje nekrózou jater a souborem příznaků, označovaných anglicky *white muscle disease*. Nadměrný přísun selenu způsobuje intoxikace, ztrátu chuti, nekoordinovaný pohyb, kolikové bolesti, končícími až úhynem zvířete (ILLEK, 2003). Otrava se v prvním stupni projevuje ztrátou srsti, žíní, deformacemi paznehtů, kopyt a pohybovými poruchami (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009a).

• **Fáze laktace**

Nezanedbatelný je rovněž vliv fáze laktace. Se snižující se produkcí mléka v pokročilejších stádiích laktace bylo pozorováno zvyšování obsahu jódu v mléce (MILLER et al., 1975). BERG et al. (1988) zjistili, že dojnice na první laktaci měly tendence ke značně vyšším koncentracím jódu v mléce než ostatní. Názory autorů se liší. FRANKE et al. (1983) zjistil nárůst obsahu jódu s rostoucí fází laktace, zatímco KROUPOVÁ et al. (1996) nezjistila žádné rozdíly. FLACHOWSKY (2014) uvádí, že mlezivo má výrazně vyšší obsah jódu, než mléko.

• **Veterinární léčiva**

CARLTON et al. (2008) uvádějí, že ke zvýšení obsahu jódu v mléce přispívá i výplach dělohy dezinfekčním preparátem obsahující jód.

• **Vliv ročního období**

Bylo zjištěno, že hladiny jódu se někdy mohou lišit v závislosti na ročním období. HEJTMÁNKOVÁ et al. (2006) naměřili v kravském mléce pocházejícím ze sedmi farem v České republice vyšší hodnoty jódu v mléce v zimním období

(říjen–březen, $251 \pm 110 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), než v letním období (duben–září, $212 \pm 104 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Vlivem ročního období na obsah jódu v mléce se zabýval i DAHL et al. (2003), přičemž zjistili, že v zimním období je dvojnásobné množství jódu v mléce, ve srovnání s letními měsíci ($127 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ oproti $60 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Sezónní změny v obsahu jódu v mléce jsou dávány do souvislosti s nižším obsahem jódu v letní krmné dávce. To potvrzují i HERZIG a SUCHÝ (1996) jenž uvádí, že seno a silážovaná krmiva mají ve srovnání se zelenou hmotou vyšší obsah jódu. TRÁVNÍČEK et al. (2004) uvádějí, že ke značné proměnlivosti obsahu jódu v objemných krmivech přispívají i klimatické vlivy, které podmiňují významné meziroční rozdíly.

• Plemenná příslušnost

Vliv plemene na základní složky mléka je známý. O vlivu plemene na obsah jódu v mléce je dosud málo informací (FLACHOWSKY, 2014).

2.14 Optimální obsah jódu v mléce

Dle TRÁVNÍČKA et al. (2011) lze na základě vztahů mezi obsahem jódu v mléce, jeho příjmem a klinickým stavem štítné žlázy, vymezit následující úrovně:

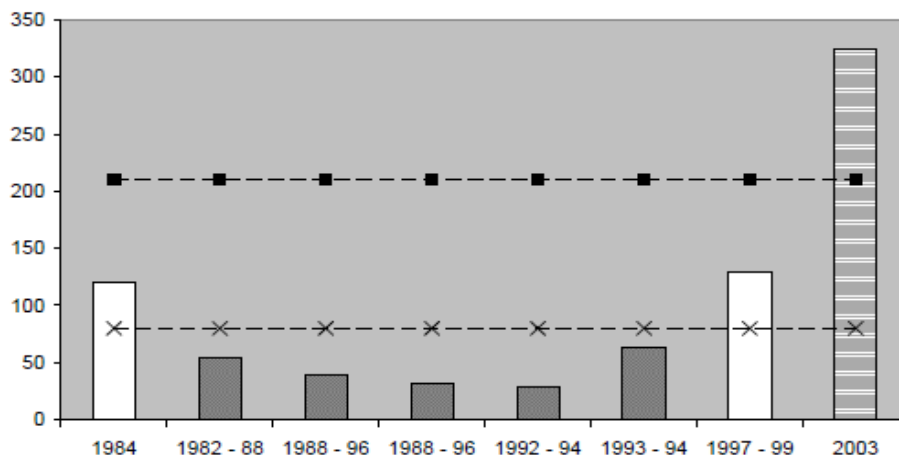
- a) Obsah jódu $< 20 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ lze považovat za kritickou hranici jódového deficitu.
- b) Obsah jódu mezi $50\text{-}80 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ představuje nízkou úroveň příjmu jódu, vzhledem k nárokům na činnost štítné žlázy.
- c) Obsah v rozmezí $100\text{-}200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ se považuje z hlediska spotřebitele za optimální.
- d) Obsah jódu $250\text{-}500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a $> 500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ signalizuje různý stupeň nadbytečného přísunu jódu.

2.15 Zmapování obsahu jódu v mléce v České republice

Obsah jódu v mléce krav je systematicky sledován od roku 1980 katedrou veterinárních disciplín a kvality produktů zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (TRÁVNÍČEK, 2012). V letech 1982-1988 byl příjem jódu u dojnic doplňován MKP a samostatný zdroj představovaly prostředky používané k desinfekci mléčné žlázy (KURSA et al., 1996). Obsahem jódu v mléce u krav chovaných extenzivně v horských oblastech Šumavy, se zabývali KROUPOVÁ et al., 2000, jenž odhalili nedostatečnou suplementaci jódem, přičemž zjistili,

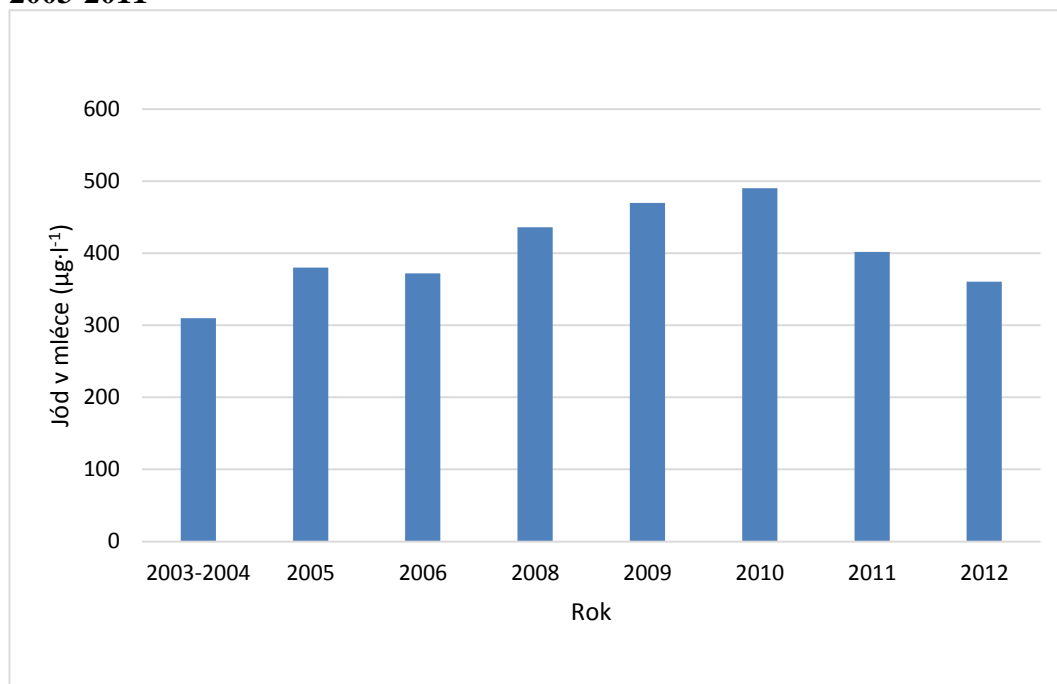
že bez suplementace jódem formou MKP obsahuje mléko pouze $18,5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Mezi roky 1982-1944 dosáhl průměrný obsah jódu v mléce pouze $53,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (KROUPOVÁ et al., 2001), který poukazoval na jeho nedostatek. V letech 1988-1996 došlo k prohloubení tohoto nedostatku v důsledku omezení suplementace jódu do MKP a vlivem zvýšeného příjmu strumigenních látek, zejména zkrmováním řepky a jejích produktů (KURSA et al., 1996). Tehdy průměrný obsah jódu v mléce činil pouze $28,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (KROUPOVÁ et al., 2001). Tento nedostatek korespondoval s výskytem endemických strum (kongenitálních strum u telat a jehňat) (TRÁVNÍČEK, 2012). Zvýšená suplementace jódu formou krmných přísad v letech 1997-1999 zapříčinila zvýšení průměrného obsahu jódu v mléce u krav na $128,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (KROUPOVÁ et al., 2001). Dle RYŠAVÉ a KRÍŽE (2013) průměrný obsah jódu v mléce v distribuční síti se na konci roku 2002 zvýšil až na $305 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, přičemž nejnižší naměřená hodnota činila $205 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Výrazný vzestup obsahu jódu v mléce zaznamenal mezi lety 2003-2004 i TRÁVNÍČEK (2012), jenž naměřil průměrný obsah jódu $310,4 \mu\text{g}$ jódu/l. V roce 2005 byl zjištěn opět nárůst obsahu jódu v mléce o $69,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V roce 2006 byl naměřen obsah jódu v mléce $371,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a v následujících letech 2008 a 2009 došlo ke zvýšení jeho obsahu na $435,6$ a $506,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (TRÁVNÍČEK a KROUPOVÁ, 2012). Je nutno poznamenat vyšší směrodatné odchylky v roce 2009, kdy hodnota činila $494,0$. Tato hodnota upozorňuje na velmi vysoký rozptyl hodnot obsahu jódu, kdy minimum činilo $13,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a maximální naměřená hodnota dosahovala $3298 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (TRÁVNÍČEK a KROUPOVÁ, 2012). V letech 2011-2012 byl zaznamenán mírný pokles průměrného obsahu jódu v mléce ($489,5$ a $402,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) (TRÁVNÍČEK, 2012). Rovněž vysoká směrodatná odchylka v roce 2012 ($426,3$) vykazuje velký rozptyl hodnot obsahu jódu. Naměřené minimum v roce 2012 činilo pouhých $22,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, zatímco maximální hodnota dosahovala $2140,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (TRÁVNÍČEK, 2012). Velmi názorně je zobrazen vývoj obsahu jódu v mléce v následujících grafech.

Graf 3: Vývoj obsahu jódu v mléce ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) v České republice v období 1984-2003



Zdroj: HERZIG et al. (2005)

Graf 4: Obsah jódu v syrovém kravském mléce v České republice v letech 2003-2011



Zdroj: TRÁVNÍČEK et al. (2011), TRÁVNÍČEK a KROUPOVÁ (2012)

2.16 Zmapování obsahu jódu v mléce ve světě

Jak již bylo zmíněno v kapitole "2.6.1 Výskyt jódu v horninách a půdě", je obsah jódu v půdě závislý na geologickém podloží. Vlivem odlišného geologického podloží dochází k variabilitě obsahu jódu v půdě, přičemž jsou země, kde je jódu dostatečné

množství, nebo naopak země s velmi výrazným nedostatkem. Současný odhad uvádí, že v podmínkách s nedostatkem jódu žijí 2-2,2 miliardy lidí. Důsledkem přírodních podmínek, jež jsou v podstatě dané, je různý výskyt nedostatku jódu. Pro označení chorob z nedostatku jódu se používá mezinárodně přijatý termín IDD (*iodine deficiency disorders*), přičemž těmito chorobami trpí nejméně 800–900 milionů osob (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2014). V některých oblastech, např. Indie, Indonésie a Číny až 10% populace trpí endemickým kretenismem (KVASNIČKOVÁ, 1998). Světová zdravotnická organizace (WHO) proto vytvořila organizaci zaměřenou speciálně na řešení důsledků jódového deficitu – ICCIDD (*International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders*) (ZAMRAZIL a ČEŘOVSKÁ, 2014).

Nejnižší obsah jódu v půdě a potravinách jak rostlinného, tak živočišného původu, je ve Švýcarsku a Tyrolsku (KOTRBOVÁ a KASTNEROVÁ, 2007). S velmi významným nedostatkem jódu se rovněž potýkají na Novém Zélandě, kde byla nařízena povinná fortifikace chleba jódem (ÚZPI, 2008). V roce 2008 byl zmapován obsah jódu v mléce v 9 evropských zemích (RYŠAVÁ et al., 2008). Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce 16.

Tabulka 16: Obsah jódu v mléce (v $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) v evropských zemích

<i>Země</i>	<i>Obsah jódu v mléce</i>
<i>Česká Republika</i>	472
<i>Anglie</i>	325
<i>Slovensko</i>	240
<i>Francie</i>	207
<i>Belgie</i>	158
<i>Německo</i>	130
<i>Polsko</i>	90
<i>Švýcarsko</i>	90
<i>Rakousko</i>	74

Zdroj: RYŠAVÁ et al. (2008)

Nejvyšší průměrný obsah jódu byl zjištěn ve vzorcích z ČR, dále Anglie, Slovenska a Francie, nejnižší ve vzorcích z Polska, Švýcarska a Rakouska. RYŠAVÁ et al. (2008) uvádějí, že významný vzestup v obsahu jódu v mléce nastal v posledních letech i v Norsku, Švédsku a Anglii.

V Německu byl mezi roky 2007 a 2011 naměřen průměrný obsah jódu $122,0 \pm 36,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejvyšší naměřená koncentrace jódu v kravském mléce činila $207 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (KÖHLER et al., 2012).

3 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit obsah jódu v bazénových vzorcích mléka vybraných chovů v České republice. Dále cílem bylo posouzení vztahu mezi obsahem jódu v bazénových vzorcích mléka a jakostními ukazateli mléka. Na základě zjištěných hodnot obsahu jódu v mléce ve sledovaných regionech a hodnot výsledků laboratoře byla vyhodnocena dynamika vývoje obsahu jódu v České republice.

4 Materiál a metodika

4.1 Odběr vzorků mléka pro stanovení obsahu jódu

Pro stanovení obsahu jódu v syrovém kravském mléce dodávaného k mlékárenskému zpracování se odebírají tzv. bazénové vzorky mléka. Jedná se o vzorky mléka, o objemu 25 ml, jež jsou získané z chladících (bazénů) tanků přímo v zemědělských provozech. Bazénové vzorky mléka byly odebírány při svozu mléka pracovníkem mlékárny stejným způsobem, jako vzorky pro stanovení kvalitativních ukazatelů a somatických buněk. V případě, že se vzorky mléka neanalyzují v den odběru, uchovávají se zamražením při -18 až -20°C (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Celkem bylo ve spolupráci s laboratoří mlékárny Madeta a.s. odebráno 208 bazénových vzorků z 13 okresů České republiky.

Obsah jódu v mléce je vyhodnocován k ostatním parametrům mléka, jakými jsou: tuk, bílkovina, laktóza a průměrná denní dávka.

4.2 Stanovení obsahu jódu v mléce spektrofotometricky po alkalickém spalování

Obsah jódu v biologickém materiálu lze stanovit pomocí různých analytických metod. V České republice se nejvíce využívá metoda hmotností spektrometrie a spektrofotometrie (TRÁVNÍČEK et al., 2011). V laboratoří pro stanovení obsahu jódu katedry zootechnických věd se využívá spektrofotometrické metody po alkalickém spalování vzorku. Tato metoda je rovněž známá jako metoda Sandell–Kolthoffa. Princip metody je založen na katalytickém působení jódu na redoxní reakci $\text{As}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$.

Pracovní postup metody je následující:

Pro stanovení jódu v mléce se odměří vzorek o množství 1 ml, přidá se 1 ml 10% síranu zinečnatého, 1 ml 4M hydroxidu draselného a několik krystalků chlorečnanu draselného. Současně s duplikáty vzorků mléka se zpracovávají kalibrační roztoky jodidu draselného s koncentracemi jódu 150; 100; 50; 25; 12,5; a $0,0 \mu\text{g I}\cdot\text{l}^{-1}$. Zkumavky jsou poté vloženy do horkovzdušné sušárny po dobu 24 hodin při teplotě 115°C . Po vysušení se obsah zkumavek spaluje v muflové peci. Spalování v peci probíhá dle harmonogramu, přičemž teplota v peci se postupně zvyšuje od 120°C do 500°C . Ve chvíli, kdy teplota dosáhne 500°C , je nutno ji udržet

po dobu 30 minut a následně se zvýší na 600°C. Vysušený vzorek byl žihán cca 1 hodinu při teplotě 600°C, přičemž se během spalování pec po 5, 20 a 40 minutách vždy na 15 minut otevře a ventiluje. Po vychladnutí zkumavky a jejího obsahu se přidá 6 ml deionizované vody a obsah se promísí. Následuje vzorku centrifugace vzorku po dobu 10 minut při 3000 otáčkách za minutu. Ze získaného čirého supernatanu se do tenkostěnných zkumavek odpipetují 2 ml vzorku, k němuž se přidají 2 ml kyselé směsi. Obsah se protřepe. Následuje inkubace v ledové lázni, přičemž teplota dosahuje 4°C. Inkubace probíhá 10 minut. Po vyjmutí z lázně se přidají 2 ml síranu ceřičito-amonného a opět inkubujeme, tentokrát v teplé lázni při 40°C, po dobu 20 minut. Vyjmutý vzorek opět vložíme do ledové lázně na 10 minut. Po vyjmutí z ledové lázně se vzorek převrství 0,5 ml octanu brucinu, promíchá a inkubuje 15 minut v horkovzdušné troubě při teplotě 105°C. Po ukončení inkubace se zkumavky vyjmou a nechají se stát 30 minut při laboratorní teplotě a následně je provedeno měření absorbance při 430 nm proti deionizované vodě. Z absorbance kalibračních vzorků sestrojíme kalibrační křivku, odečteme absorbanci vzorků a vypočte se výsledná hodnota koncentrace jódu v $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

4.3 Statistické vyhodnocení

Hlavní statistické analýzy použité pro interpretaci výsledků zahrnují: průměrné hodnoty obsahu jódu v mléce (\bar{x}), směrodatnou odchylku (s_x), variační koeficient (V%), minimální a maximální naměřené hodnoty (Min. a Max.), medián, tj. středovou hodnotu souboru, v některých případech i korelační koeficient. Ke statistickému zhodnocení jsem využila program STATISTICA 12. Také byl proveden Studentův T- test statistické významnosti rozdílů průměrů v letech 2013 a 2014.

5 Výsledky

5.1 Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka v roce 2013

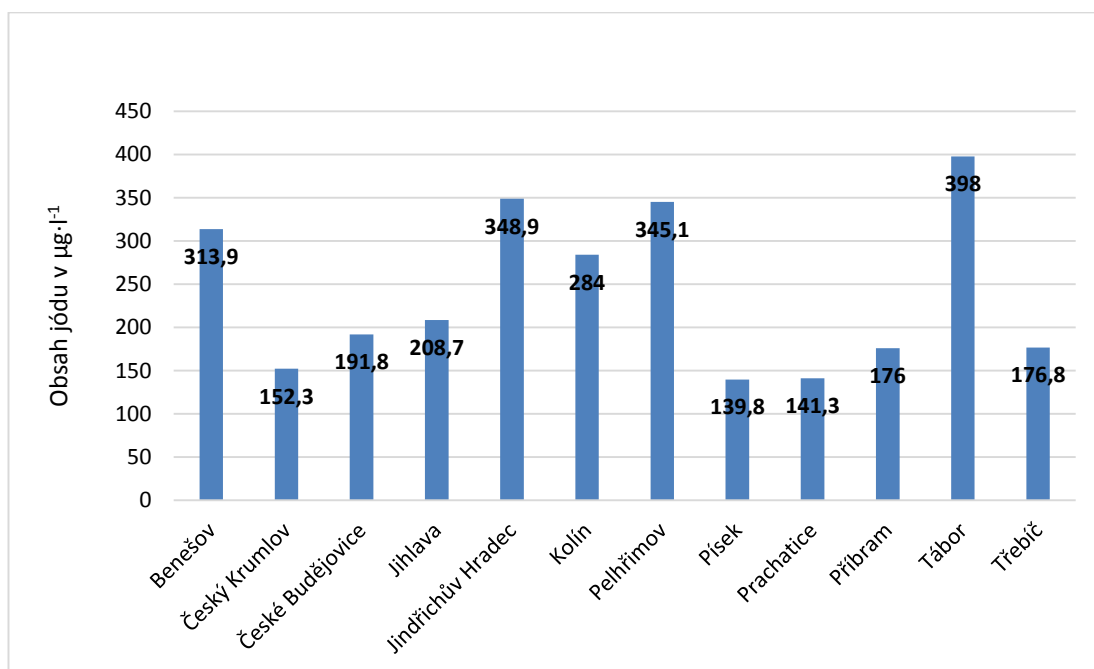
Ve spolupráci s laboratoří mlékárny Madeta a.s. bylo v roce 2013 odebráno celkem 91 bazénových vzorků mléka. V zimním období (únor 2013) bylo odebráno 49 vzorků, zatímco zbylých 42 vzorků mléka bylo odebráno v letním období (srpen 2013). Obsah jódu byl zjišťován ve 49 chovech dvanácti okresů. Výsledky obsahu jódu v bazénových vzorcích mléka pro rok 2013 jsou uvedeny v následující tabulce 17. Nejvyšší zjištěná průměrná hodnota byla naměřena v okrese Tábor a dosahovala hodnoty $398,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Maximální naměřená hodnota byla zjištěna ve 2 okresech, Benešov a Tábor, a činila $1200,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejnižší naměřená hodnota byla zjištěna v okrese Třebíč a byla stanovena na $24,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Průměrný obsah jódu v 91 bazénových vzorcích (49+42) byl v roce 2013 $289,3\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, medián $224,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Tabulka 17: Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), rozlišení podle okresů, rok 2013

Okres	n chovů	\bar{x}	s_x	V%	Max.	Min.	Medián
Benešov	7	313,9	301,7	96,1	1200,0	72,0	246,0
Český Krumlov	2	152,3	105,7	69,5	263,0	30,0	158,0
České Budějovice	2	191,8	129,2	67,4	376,0	74,0	158,5
Jihlava	3	208,7	53,6	25,7	284,0	154,0	192,5
Jindřichův Hradec	8	348,9	336,9	96,5	1136,0	90,0	232,0
Kolín	1	284,0	16,9	5,9	296,0	272,0	284,0
Pelhřimov	9	345,1	280,8	81,4	1076,0	70,0	249,0
Písek	2	139,8	62,4	44,6	222,0	73,0	132,0
Prachatice	2	141,3	84,6	59,9	234,0	55,0	138,0
Příbram	1	176,0	67,9	38,6	224,0	128,0	176,0
Tábor	8	398,0	332,6	83,6	1200,0	132,0	260,0
Třebíč	4	176,8	188,2	106,5	566,0	24,0	124,0
Celkem počet chovů	49	289,3	265,6	91,8	1200,0	24,0	224,0

Graf č. 5 znázorňuje průměrný obsah jódu v bazénovém vzorku mléka v rámci okresů pro rok 2013. Z výsledků je zřejmé, že nejvyšší obsah jódu byl naměřen v okrese Tábor, poté v okrese Jindřichův Hradec a Pelhřimov.

Graf 5: Průměrný obsah jódu v bazénových vzorcích mléka v rámci okresů České republiky pro rok 2013



5.2 Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka pro rok 2014

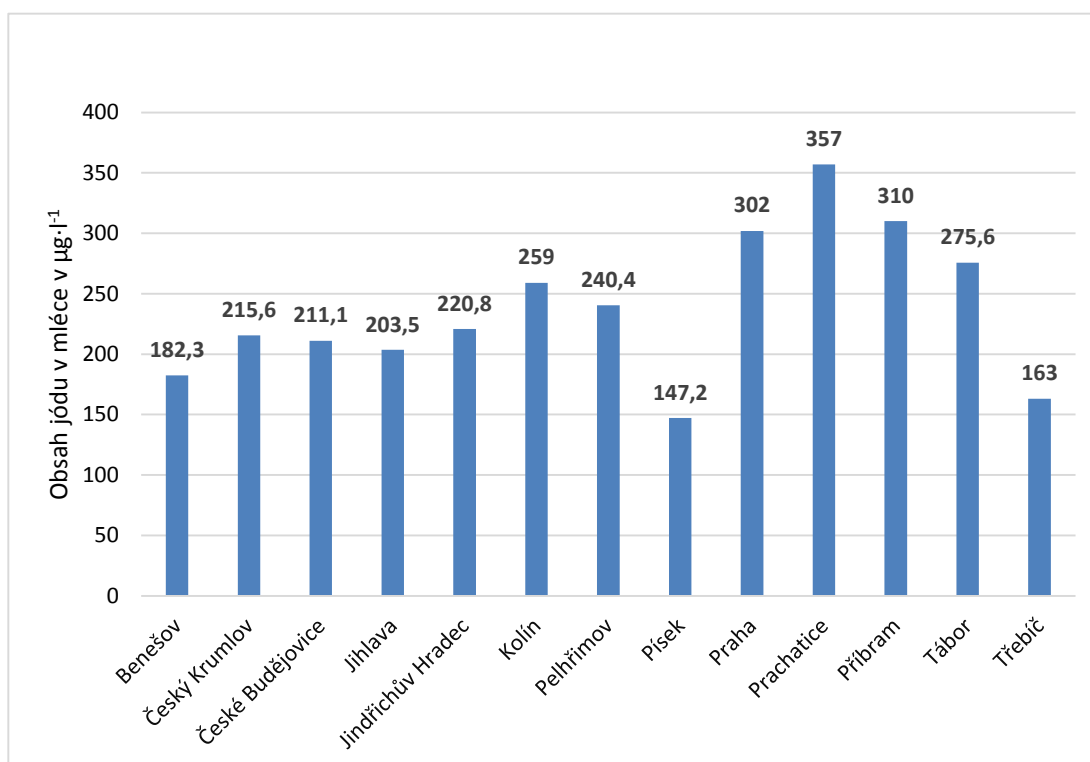
V roce 2014 byl obsah jódu měřen ve 13 okresech a 69 chovech. Celkový počet bazénových vzorků sestával ze 117 vzorků. V jarním období (duben 2014) bylo vyhodnoceno 52 vzorků, zatímco v podzimním období (listopad 2014), bylo vyhodnoceno 65 vzorků. Průměrný obsah jódu v bazénových vzorcích mléka v roce 2014 činil $222,2\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejvyšší naměřený průměrný obsah byl zjištěn v okrese Prachatice ($357,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Nejnižší naměřená průměrná hodnota činila $163,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a byla zjištěna v okrese Třebíč.

Nejvyšší naměřený obsah jódu v roce 2014 dosahoval $456,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v okrese Jindřichův Hradec. Oproti roku 2013, zde není jediný vzorek, jenž by přesahoval hodnotu $500,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejnižší naměřený obsah jódu byl naměřen v okrese České Budějovice a dosahoval hodnot $50,0\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Výsledky obsahu jódu v rámci okresů jsou uvedeny v následující tabulce a grafu.

Tabulka 18: Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), rozlišení podle okresů, rok 2014

Okres	n chovů	\bar{x}	s_x	V%	Max.	Min.	Medián
Benešov	5	182,3	65,9	36,2	302,0	100,0	174,5
Český Krumlov	8	215,6	78,6	36,5	344,0	72,0	234,0
České Budějovice	10	211,1	84,8	40,2	368,0	50,0	224,0
Jihlava	3	203,5	85,4	42,0	300,0	95,0	210,0
Jindřichův Hradec	11	220,8	107,5	48,7	456,0	90,0	198,0
Kolín	1	259,0	41,0	15,8	288,0	230,0	259,0
Pelhřimov	13	240,4	74,8	31,1	368,0	120,0	253,0
Písek	3	147,2	28,8	19,5	192,0	124,0	132,0
Praha	1	302,0	-	-	302,0	302,0	302,0
Prachatice	2	357,0	75,0	21,0	410,0	304,0	357,0
Příbram	1	310,0	8,5	2,7	316,0	304,0	310,0
Tábor	6	275,6	54,9	19,9	350,0	152,0	296,0
Třebíč	5	163,0	109,0	66,9	366,0	72,0	120,0
Celkem počet chovů	69	222,2	87,3	39,3	456,0	50,0	224,0

Graf 6: Průměrný obsah jódu v bazénových vzorcích mléka v rámci okresů České republiky pro rok 2014



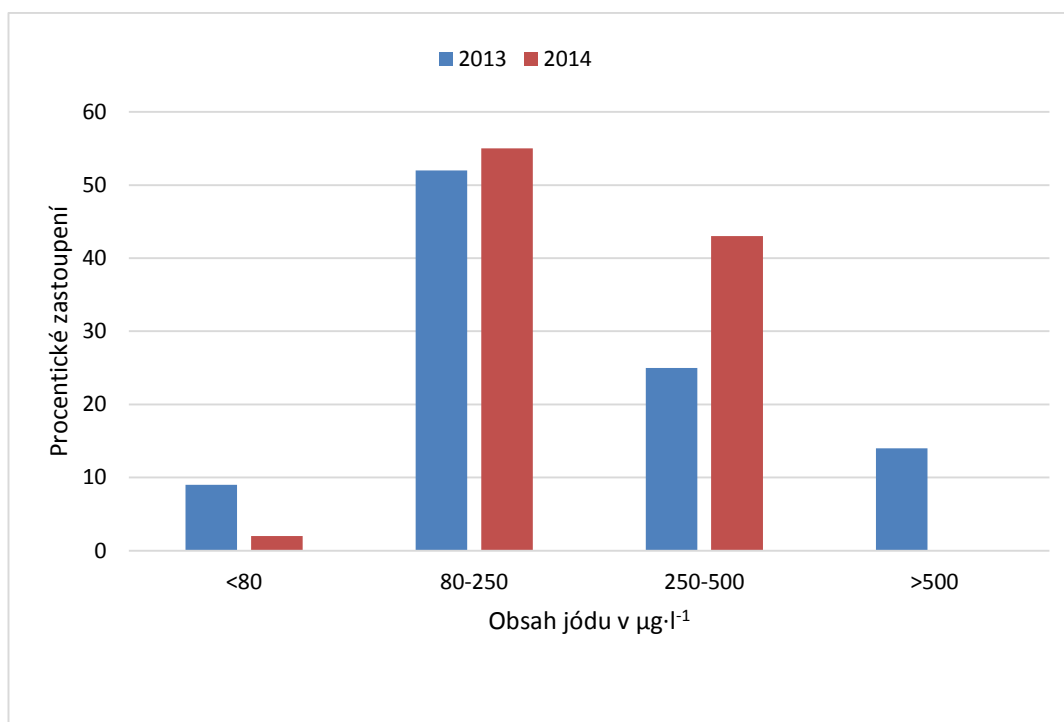
V následující tabulce 19 je vyjádřeno zastoupení bazénových vzorků mléka podle obsahu jódu pro roky 2013 a 2014.

Tabulka 19: Zastoupení bazénových vzorků mléka podle obsahu jódu pro roky 2013 a 2014

Jód v mléce ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	2013	2014
< 80	8	3
80-250	47	64
250-500	23	50
> 500	13	0
Celkem vzorků	91	117

Z grafu 7 jsou odlišnosti v zastoupení bazénových vzorků podle obsahu jódu v letech 2013-2014 patrnější.

Graf 7: Relativní zastoupení bazénových vzorků mléka podle obsahu jódu v letech 2013-2014



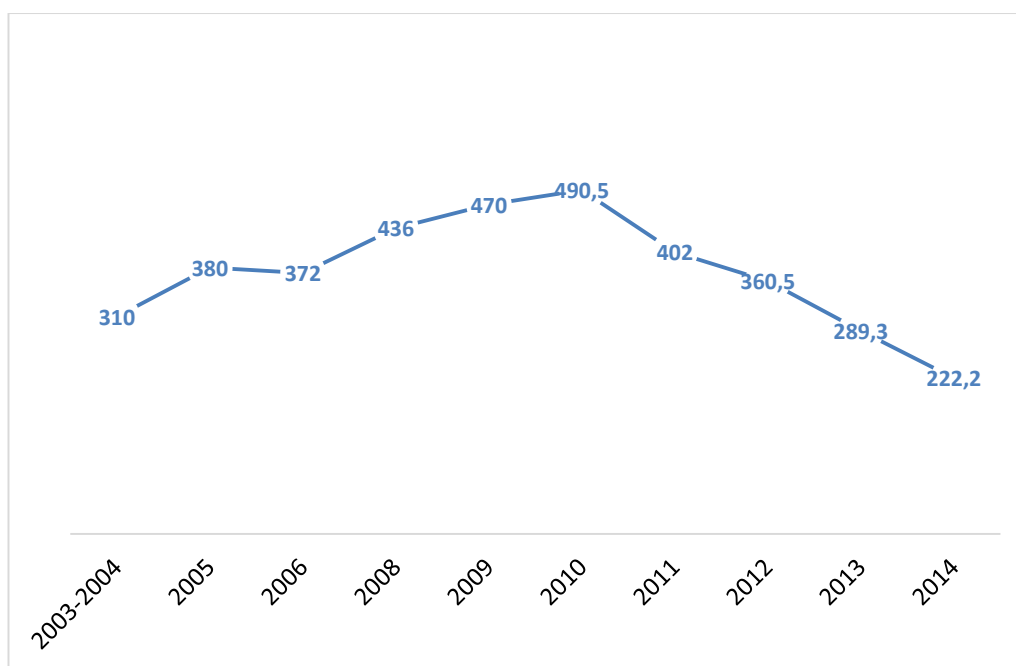
Z grafického znázornění jasně vyplývá, že nejvyšší četnost v roce 2013 i 2014 vykazují vzorky s obsahem jódu mezi 80-250 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Dále je patrné, že v roce 2013 bylo vyšší procento vzorků s obsahem jódu nižším než je 80 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, oproti roku 2014.

Takto nízký obsah jódu v mléce ukazuje nedostatečnou saturaci krav jódem. Oproti tomu v roce 2013 bylo zjištěno velké množství vzorků s obsahem vyšším než $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Naopak v roce 2014 nebyl naměřen jediný vzorek, který by překročil tento obsah. Je nutno konstatovat, že pokles procentického zastoupení vzorků mléka s takto vysokým obsahem je pozitivní, z hlediska zdroje jódu v mléce jako potravině.

5.3 Zhodnocení dynamiky vývoje obsahu jódu v mléce

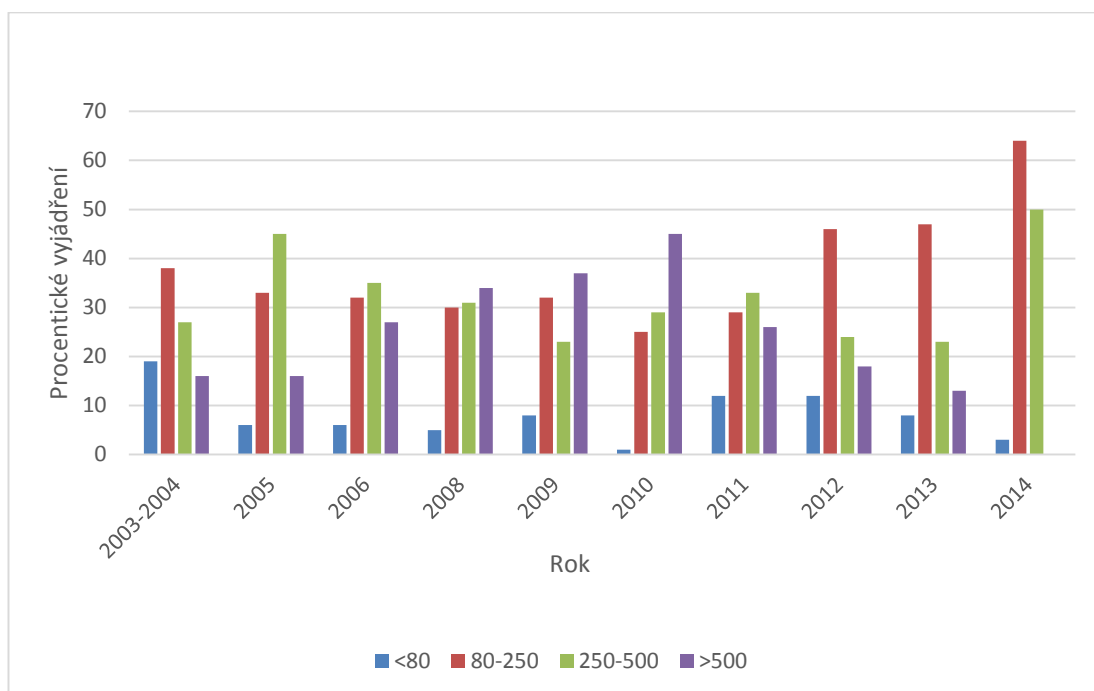
S využitím dat laboratoře Jihočeské univerzity a dat získaných v této práci, byl sestaven následující graf, jenž udává chronologický vývoj průměrného obsahu jódu v mléce. Z výsledků grafu jasně vyplývá optimalizace obsahu jódu v mléce.

Graf 8: Chronologický vývoj obsahu jódu v mléce v letech 2003-2014



S využitím výsledků z laboratoře Jihočeské univerzity bylo sestaveno následující grafické znázornění, jež porovnává obsah jódu v letech 2003-2014.

Graf 9: Procentické zastoupení průměrných hodnot obsahu jódu v letech 2003-2014



Z předchozího grafického znázornění vyplývá, že dochází v průběhu let (od roku 2010) k snižování obsahu jódu v mléce s obsahem vyšším $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V průběhu let (od roku 2011), rovněž dochází ke snižování obsahu jódu s obsahem nižší $80\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Z výsledků je tedy zřejmé, že dochází průběhem let a monitoringem obsahu jódu v chovech, ke stabilizaci jeho obsahu.

Detailnější porovnání obsahu jódu v mléce je shrnuto v následující tabulce 24, jež shrnuje nejdůležitější statistické ukazatele, v posledních pěti letech. K porovnání výsledků bylo využito výsledků katedry veterinárních disciplín Jihočeské univerzity a výsledků práce.

Tabulka 20: Obsah jódu v kravském mléce v letech 2010-2014

Rok	n	x	s _x	Min.	Max.	Medián
2010	103	489,5	301,3	57	1332	448
2011	42	402,2	380,8	21	1502	267
2012	94	360,5	426,3	22	2140	235
2013	91	289,3	265,6	24	1200	224
2014	117	222,2	87,4	50	456	224

5.4 Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014

Práce rovněž udává obsah jódu v mléce pro jednotlivé chovy, v rámci bývalých okresů v letech 2013-2014. V následujících tabulkách je znázorněn obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014.

Tabulka 21: Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014

Farma	Okres	Obsah jódu v mléce			
		Průměr rok 2013	Duben 2014	Listopad 2014	Průměr rok 2014
Čechtice	Benešov	246,0	-	205,0	205,0
Chotýšany	Benešov	254,0	-	-	-
Krhanice	Benešov	185,0	-	-	-
Loket	Benešov	714,0	100,0	142,0	121,0
Rataje	Benešov	118,5	-	-	-
Struhařov	Benešov	-	302,0	126,0	214,0
Trhový Štěpánov	Benešov	298,5	199,0	234,0	216,5
Zdislavice VKK	Benešov	252,0	-	150,0	150,0
Horní Dvořiště	Český Krumlov	66,0	160,0	302,0	231,0
Chodeč	Český Krumlov	-	-	234,0	234,0
Krásetín	Český Krumlov	-	138,0	128,0	133,0
Ločnice	Český Krumlov	-	344,0	128,0	236,0
Mojné	Český Krumlov	-	260,0	234,0	247,0
Mokrý Lom	Český Krumlov	-	265,0	240,0	252,5
Šítal Václav, Mojnë	Český Krumlov	238,5	290,0	224,0	257,0
Zubčice	Český Krumlov	-	-	72,0	72,0
Borovany	České Budějovice	-	116,0	210,0	163,0
Brloh	České Budějovice	-	300,0	160,0	230,0

Tabulka 22: Pokračování tabulky Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014

Farma	Okres	Obsah jódu v mléce			
		Průměr rok 2013	Duben 2014	Listopad 2014	Průměr rok 2014
Černý Dub	České Budějovice	-	288,0	50,0	169,0
Třebonín	České Budějovice	-	138,0	200,0	169,0
Horní Stropnice	České Budějovice	158,5	102,0	128,0	115,0
Kolný	České Budějovice	-	-	224,0	224,0
Munice	České Budějovice	-	-	295,0	295,0
Mříč	České Budějovice	-	368,0	240,0	304,0
Plav	České Budějovice	-	266,0	239,0	252,5
Rychnov	České Budějovice	225,0	-	264,0	264,0
Hodice	Jihlava	182,0	116,0	95,0	105,5
Kostelní Myslová	Jihlava	273,0	300,0	290,0	295,0
Růžená	Jihlava	171,0	200,0	220,0	210,0
Budiškovice VKK	Jindřichův Hradec	139,0	158,0	96,0	127,0
Cizkrajov	Jindřichův Hradec	848,0	456,0	326,0	391,0
Deštná	Jindřichův Hradec	-	-	198,0	198,0
Dolní Němčice	Jindřichův Hradec	698,0	424,0	290,0	357,0
Heřmaněč	Jindřichův Hradec	159,5	90,0	100,0	95,0
Okrouhlá Radouň	Jindřichův Hradec	101,5	138,0	200,0	169,0
Pluhův Žďár	Jindřichův Hradec	415,0	258,0	144,0	201,0
Strmilov	Jindřichův Hradec	-	-	256,0	256,0
Třebětice	Jindřichův Hradec	219,0	119,0	160,0	139,5
Velký Ratmírov	Jindřichův Hradec	211,5	262,0	192,0	227,0

Tabulka 23: Pokračování tabulky Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014

Farma	Okres	Obsah jódu v mléce			
		Průměr rok 2013	Duben 2014	Listopad 2014	Průměr rok 2014
Vnorovice	Jindřichův Hradec	-	-	328,0	328,0
Bečváry VKK	Kolín	284,0	288,0	230,0	259,0
Častrov VKK	Pelhřimov	-	-	120,0	120,0
Černov VKK	Pelhřimov	758,0	344,0	320,0	332,0
Hořepník	Pelhřimov	-	-	290,0	290,0
Koberovice VKK	Pelhřimov	225,0	256,0	290,0	273,0
Košetice VKK	Pelhřimov	389,0	166,0	160,0	163,0
Obrataň	Pelhřimov	-	-	300,0	300,0
Olešná VKK	Pelhřimov	158,0	250,0	220,0	235,0
Pacov I.	Pelhřimov	100,0	128,0	284,0	206,0
Počátky I.	Pelhřimov	447,0	368,0	326,0	347,0
Těšenov	Pelhřimov	582,0	182,0	198,0	190,0
Velká Chyška	Pelhřimov	-	-	198,0	198,0
Zhořec	Pelhřimov	192,5	208,0	120,0	164,0
Želiv VKK	Pelhřimov	254,0	260,0	300,0	280,0
Dmýštica	Písek	132,0	160,0	128,0	144,0
Hřejkovice	Písek	147,5	132,0	124,0	128,0
Klisinec	Písek	-	-	192,0	192,0
Hodkovice	Praha	-	-	302,0	302,0
Ktiš	Prachatice	122,5	304,0	-	304,0
Zbytiny VKK	Prachatice	160,0	410,0	-	410,0
Klučenice VKK	Příbram	176,0	304,0	316,0	310,0
Budislav	Tábor	718,5	350,0	302,0	326,0
Hlasivo	Tábor	187,0	-	296,0	296,0
Klouzovice VKK	Tábor	452,0	264,0	266,0	265,0
Kozmice	Tábor	274,5	302,0	304,0	303,0
Nová Ves	Tábor	268,0	-	-	-
Pořín	Tábor	254,0	306,0	152,0	229,0
Val	Tábor	566,0	288,0	202,0	245,0

Tabulka 24: Pokračování tabulky Obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014

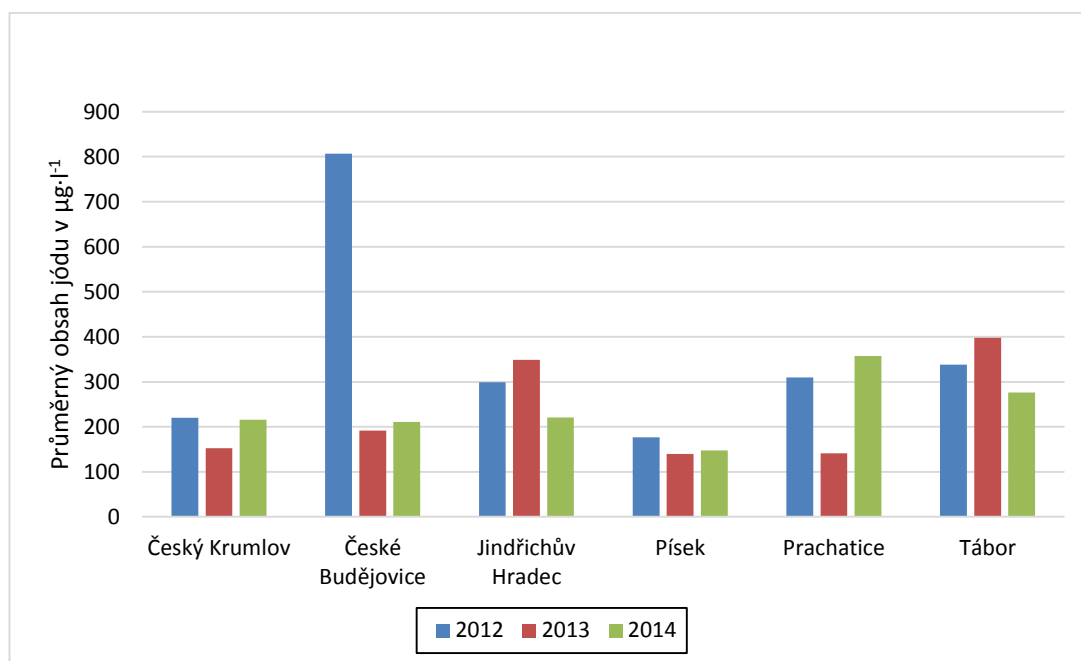
Farma	Okres	Obsah jódu v mléce			
		Průměr rok 2013	Duben 2014	Listopad 2014	Průměr 2014
Veselí nad Lužnicí	Tábor	188,0	-	-	-
Biskupice	Třebíč	-	130,0	120,0	125,0
Dešov	Třebíč	61,0	72,0	100,0	86,0
Hrotovice	Třebíč	136,0	92,0	120	106,0
Litohoř	Třebíč	27,0	-	-	-
Studenec	Třebíč	408,2	366,0	-	366,0
Valeč VKK	Třebíč	-	304,0	-	304,0
Počet vyšetřených chovů		49	52	65	117
\bar{x}		289,3 ^a	238,3	209,3	222,2 ^a
s_x		265,6	98,3	75,8	87,3
Min.		24,0	72,0	50,0	50,0
Max.		1200,0	456,0	328,0	456,0
Medián		224,0	260,0	210,0	224,0

^a $p < 0,01$

Mezi průměrnými hodnotami v roce 2013 a 2014 byl proveden Studentův t-test, kdy byl vyhodnocen rozdíl průměrů. Výsledek $p < 0,01$ ukázal, že se statisticky významně liší průměrné hodnoty v roce 2013 a 2014.

Z uvedených hodnot (rok 2013, 2014) v předchozí tabulce z výsledků laboratoře katedry veterinárních disciplín Jihočeské univerzity (rok 2012) byl zpracován přehled obsahující jód v chovech jednotlivých okresů Jihočeského kraje. Výsledky jsou uvedeny v následujícím grafu.

Graf 10: Porovnání průměrných hodnot obsahu jódu v okresech kraje Jihočeského



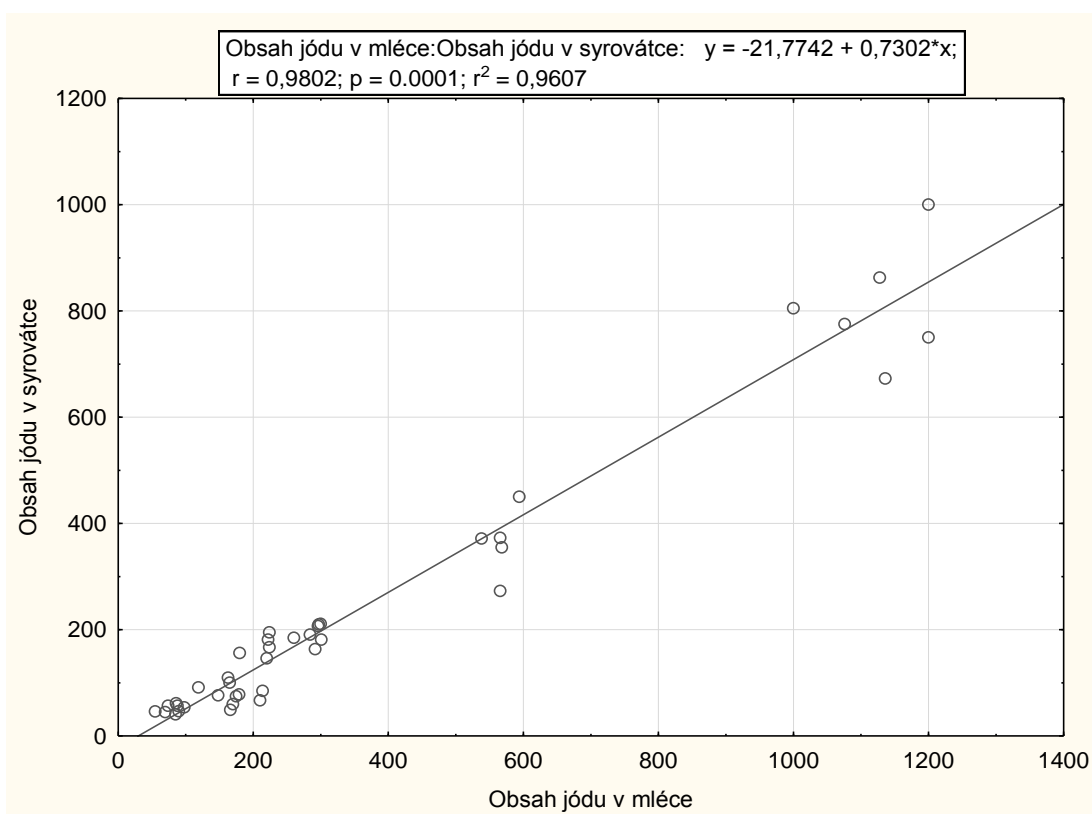
K okomentování grafu bylo rovněž využito výsledků katedry veterinárních disciplín Jihočeské univerzity. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že v chovech na Českobudějovicku v roce 2012 byly zjištěny velmi vysoké hodnoty obsahu jódu, přičemž průměrný obsah jódu činil $806,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Zvýšené hodnoty jsou způsobeny malým počtem vzorků pro analýzu. Nelze jim tedy přikládat velký význam. V okrese Prachatice došlo v roce 2012 a 2014 k výraznému zvýšení obsahu jódu. Vzhledem k tomu, že průměrný obsah jódu byl ve všech třech porovnávaných letech 2012-2014 proveden pouze u 2 vzorků, může být příčinou zvýšených hodnot neuvážené používání minerálních krmných přísad, či změny přípravků na dezinfekci vemene. Přestože jsou průměrné hodnoty v ostatních okresech vysoké, nedochází k výrazným změnám v obsahu jódu.

5.5 Vyhodnocení závislosti mezi obsahem jódu v mléce syrovátkou

Syrovátka vzniká při výrobě mléčných produktů tím, že dojde k vysrážení mléčné bílkoviny-kaseinu. Oddělením vytvořené sraženiny se získá žlutozelená tekutina, tj. syrovátka. Žlutozelené zbarvení je dáno obsahem vitaminů B₁, B₂, B₆ a B₁₂. Syrovátka není bohatým zdrojem pouze vitaminů skupiny B, ale je obohacená

i o bílkoviny, minerály, stopové prvky a tuk. TRÁVNÍČEK et al. (2011) uvádějí, že obsah jódu v mléčných výrobcích je podmíněn množstvím jódu v syrovém mléce. Tato závislost byla zjišťována z vzorků z druhé poloviny roku 2013. Analyzováno bylo 41 vzorků. Výsledky jsou znázorněny v následujícím grafu 11.

Graf 11: Závislost obsahu jódu v syrovátce na obsahu jódu v mléce



Korelační koeficient (r) udává těsnost závislosti. Z grafu lze vyčíst, že r se rovná 0,9802, z čehož vyplývá, že těsnost závislosti je velmi vysoká. P se rovná 0,0001, což znamená, že závislost obsahu jódu v syrovátce na obsahu jódu v mléce je statisticky průkazná. ROZENSKÁ, 2013 uvádí, že přibližně 70 % jódu z mléka přechází po jeho úpravě do syrovátky.

Procentuální přestup obsahu jódu z mléka do syrovátky je vyjádřen v následující tabulce, jež znázorňuje přestup jódu do syrovátky podle množství jódu obsaženého v mléce.

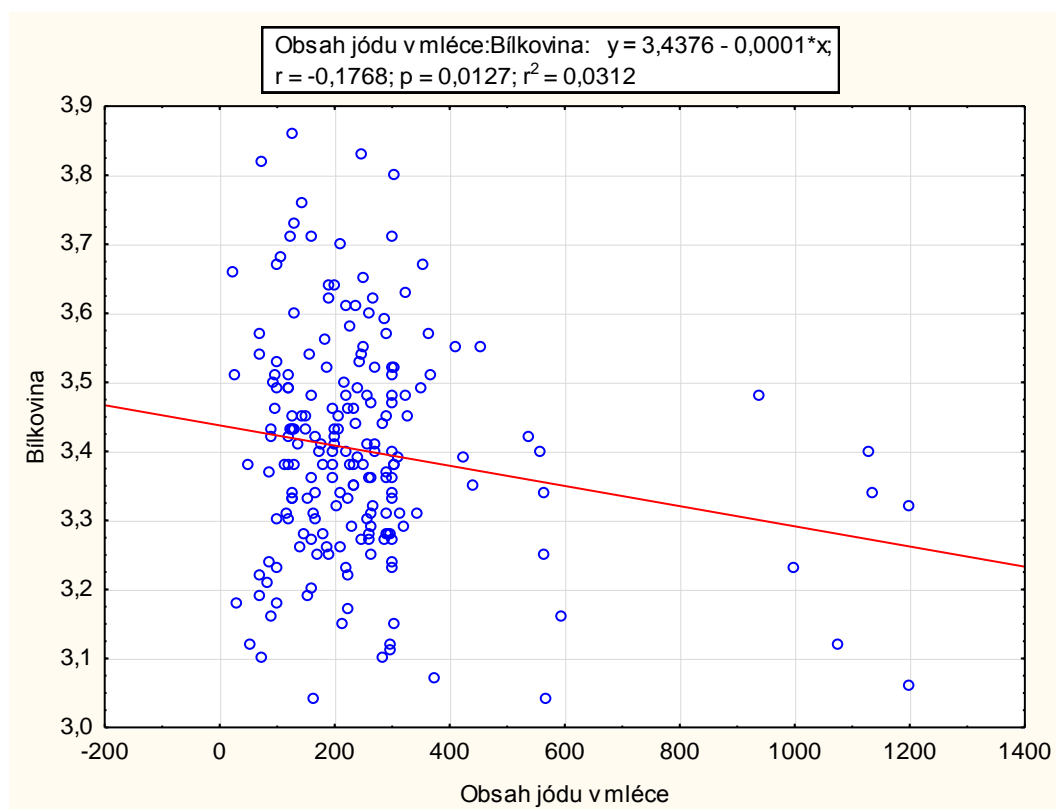
Tabulka 25: Přestup jódu z mléka do syrovátky

Obsah jódu v mléce	Přestup jódu do syrovátky (v %)
1000-1200	59-83
500-600	48-76
200-300	32-87
100-200	29-87
<100	51-84

5.6 Vyhodnocení závislosti mezi obsahem jódu v mléce a parametry mléka

Dále byla vyhodnocena závislost obsahu jódu v mléce na množství mléčné bílkoviny. Na základě výsledků $r = -0,1767$ bylo zjištěno, že obsah jódu v mléce negativně koreluje s množstvím mléčné bílkoviny. Klesající tendence je znázorněna v následujícím grafu 12.

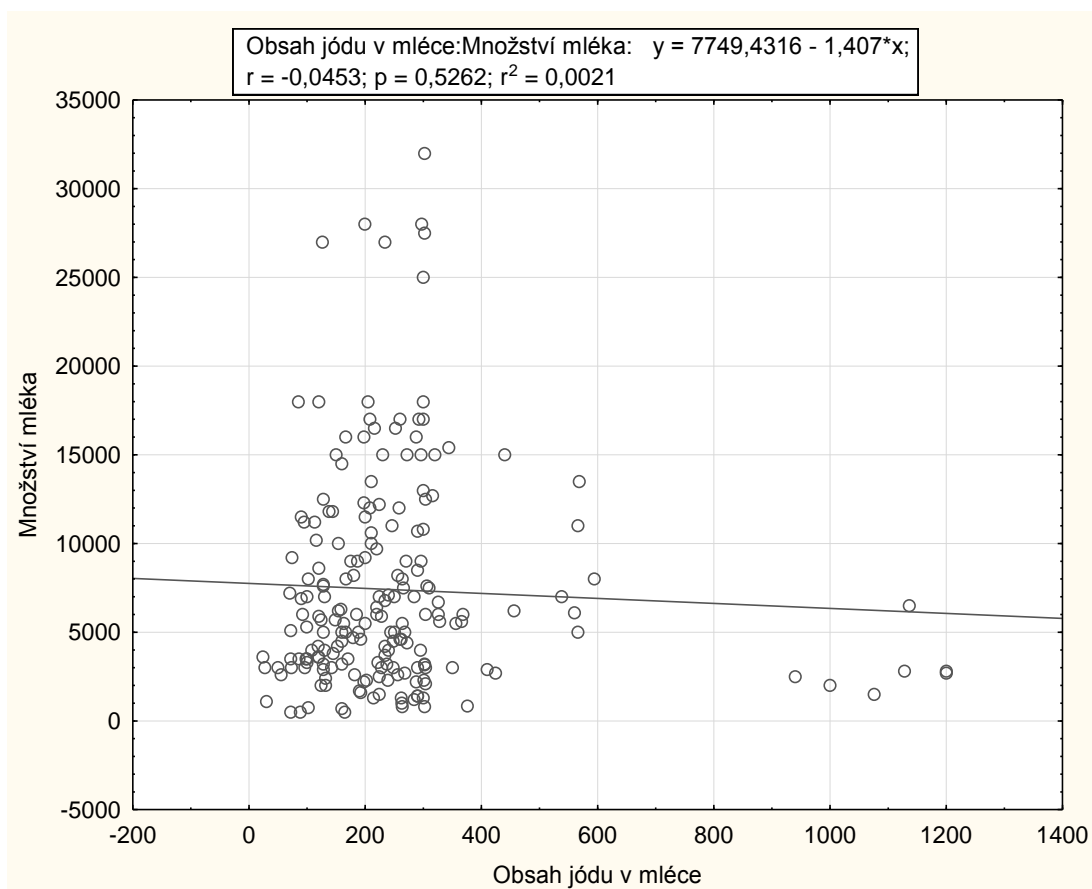
Graf 12: Závislost obsahu jódu v mléce na množství mléčné bílkoviny



Obsah jódu v mléce je ovlivněn i množstvím vyprodukovaného mléka, čili na jeho produkci, jež nám udává velikost podniku.

Závislost obsahu jódu v mléce na množství vyprodukovaného mléka je znázorněna v grafu 13. Mezi obsahem jódu a množstvím mléka byla zjištěna velmi mírná negativní korelace.

Graf 13: Závislost obsahu jódu v mléce na množství vyprodukovaného mléka



Na základě hodnot byla sestavena následující tabulka 26, jež ukazuje rozpětí hodnot obsahu jódu v mléce v souvislosti s množstvím produkovaného mléka v chovu.

Tabulka 26: Obsah jódu v mléce v závislosti na produkci mléka

<i>Chovy s produkcí mléka (l)</i>	<i>Rozpětí hodnot obsahu jódu (v $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)</i>	<i>Průměrný obsah jódu (v $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)</i>
<1000	72-376	199,1
1000-3500	27-1200	299,5
3500-5000	24-262	202,4
5000-10 000	70-1136	246,1
10 000-20 000	85-566	240,0
>20 000	126-302	251,4

5.7 Obsah jódu ve vzorcích mléka v roce 2015

V roce 2015 byl vyhodnocen obsah jódu v mléce u skupiny dojníc plemene holštýn v chovu v Haklových Dvorech, jež byly ve vzestupné fázi laktace. Obsah jódu v roce 2015 byl porovnán rovněž se skupinou dojníc ve vzestupné fázi laktace z loňského roku. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce 27.

Tabulka 27: Porovnání obsahu jódu v mléce u krav ve vzestupné fázi laktace ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

Období	x	s_x	Min.	Max.	Medián	V (%)
9/2014	202,3	65,0	110	295	181	32,2
11/2014	216,6	68,7	102	320	210	31,7
2/2015	187,4	61,2	89	287	162	32,7

Z výsledků vyplývá, že průměrné hodnoty obsahu jódu u skupiny krav ve vzestupné fázi laktace se nijak významně neliší.

6 Diskuze

Obsah jódu ve sledovaných letech (2013-2014) vykazoval ve srovnání s předcházejícími údaji, zjištěnými ve stejné analytické laboratoři, zjevné tendence poklesu, zejména ve srovnání s roky 2008-2010 (TRÁVNÍČEK a KROUPOVÁ, 2012). Vyšší obsah jódu v letech 2008-2010 odráží zřejmě vyšší suplementaci jódem, z důvodu nedostatku jódu v mléce v předchozích letech. Průměrný obsah jódu v roce 2013 ($289,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) se jeví z hlediska zabezpečení přísunu jódu pro člověka jako nadbytečný, protože optimální přísun jódu zabezpečuje mléko s obsahem jódu $100\text{-}200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Vyšší obsah je jak pro dojnici, tak i pro spotřebitele nadbytečný (TRÁVNÍČEK et al., 2011). Oproti tomu obsah jódu v roce 2014 ($222,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) se jeví jako optimální. Z výsledků práce, lze tedy dosažení průměrné hodnoty obsahu jódu v mléce v roce 2014 vyhodnotit jako neoptimálnější dosaženou hodnotu v posledních letech vůbec, což potvrzuje i graf 8.

Porovnání relativního zastoupení vzorků podle průměrného obsahu jódu v roce 2013 a 2014 (graf 7) jasně vykazuje změnu v procentickém zastoupení vzorků v roce 2014 s obsahem jódu vyšším než $500 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V roce 2014 nebyl oproti roku 2013 zjištěn jediný vzorek, jenž by překračoval tuto hodnotu. Zjevně je to v důsledku uváženého používání minerálních krmných přísad obohacených jódem. Pokles procentického zastoupení vzorků mléka s takto vysokým obsahem jódu je pozitivní, z hlediska zdroje jódu v mléce jako potravině.

Tabulka 20 shrnuje nejdůležitější statistické ukazatele v posledních pěti letech. Hodnoty maxima i minima poukazují na značnou variabilitu obsahu jódu v mléce. Ve srovnání výsledků práce s předchozími léty (2010-2012) (TRÁVNÍČEK a KROUPOVÁ, 2012), vykazují výsledky práce nižší variabilitu v obsahu jódu v mléce. Rovněž tabulky 21-24, jež zaznamenávají obsah jódu v bazénových vzorcích mléka jednotlivých chovů v letech 2013-2014, poukazují na značnou variabilitu obsahu jódu v mléce, kterou je možné dát do souvislosti s odlišným příjmem jódu v krmných dávkách jednotlivých chovů (ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH, 2013). To potvrzuje i výsledek Studentova t-testu, který zhodnotil rozdílnost průměrných hodnot v roce 2013 a 2014. Bylo zjištěno, že se průměrné hodnoty statisticky významně liší v roce 2013 a 2014. Rovněž zpracování přehledu průměrných obsahů jódu v Jihočeském kraji v grafu 10 poukazuje na nerovnoměrnou saturaci krav jódem. Příčina takto variabilních výsledků může být zapříčiněna nestejným používáním minerálních

krmných přísad, či změnou přípravků na dezinfekci vemene (FLACHOWSKY, 2007). Při vyhodnocení závislosti obsahu jódu v syrovátce na obsahu jódu v mléce byly zjištěny následující skutečnosti. Obsahu jódu v syrovátce je závislý na obsahu jódu v mléce, přičemž závislost je statisticky průkazná. ROZENSKÁ (2013), uvádí, že přechází z mléka do syrovátky přibližně 70 % jódu. Zjištěný procentický přesun jódu z mléka do syrovátky se pohyboval v intervalu od 29-89 %. Z výsledků práce je tedy zřejmé, že přesun jódu do syrovátky je velmi variabilní a je pravděpodobně ovlivněn mnoha faktory. Dále byla vyhodnocena závislost obsahu jódu v mléce na množství mléčné bílkoviny. Přestože TRÁVNÍČEK et al. (2011) udává, že jód je z větší části vázán na mléčné bílkoviny, výsledky ukázaly sice slabou, ale negativní korelaci. Výsledky práce, jež porovnávaly závislost obsahu jódu v mléce na množství vyprodukovaného mléka, rovněž odhalily slabou negativní korelaci. Tato negativní korelace je pravděpodobně způsobena mnoha vlivy, mezi nimiž hrají roli jak krmná dávka (ANKE, 2004), použití dezinfekčních prostředků obsahující jód (FLACHOWSKY, 2014), zdravotní stav zvířat a chovatelská péče o ně (NAVRÁTILOVÁ, 2011). Množství vyprodukovaného mléka nám v podstatě udává velikost podniku. Na základě toho, lze odvodit chovatelské podmínky a péči věnovanou zvířatům. Z grafu 13 a tabulky 26 lze vyvodit, že největší množství hodnot obsahu jódu je při produkci mléka

od 500-8000 l. Hodnoty se nejčastěji pohybují mezi 24-300 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nacházejí se ovšem v grafu i hodnoty 1200 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ s mléčnou produkcí 7000 l. Takto vysoké hodnoty jsou pravděpodobně způsobeny saturací krav minerálními lizy a krmnými doplňky s nadměrným obsahem jódu (FLACHOWSKY, 2014). Obsah jódu zjištěný v roce 2015 u krav ve vzestupné fázi laktace vykazuje podle TRÁVNÍČKA et al. (2011) optimální hodnoty jódu z hlediska obsahu v mléce jako potravinového zdroje jódu. Obecně lze říci, že veškeré zjištěné hodnoty v práci vykazují velkou variabilitu (ŘEHŮRKOVÁ a RUPRICH, 2013), proto by bylo vhodné zjistit další faktory, jež ovlivňují obsah jódu a eliminovat jejich vliv na obsah jódu v mléce. Jedině tím budeme moci řízeně ovlivňovat obsah jódu v mléce krmnými doplňky a minerálními lizy.

7 Závěr

Monitoring obsahu jódu v mléce prokázal, že saturace skotu v České republice je velmi variabilní. Průměrná hodnota obsahu jódu v roce 2013 činila $289,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, zatímco v roce 2014 činila $222,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, tudíž došlo k poklesu z roku 2013 na rok 2014 o $67,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Podle TRÁVNÍČKA et al., 2011 je optimální obsah jódu v mléce pro spotřebitele $100\text{-}200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Průměrné hodnoty vykazují nadměrnou saturaci krav jódem. V rámci okresů České republiky došlo k vyhodnocení průměrného obsahu. V roce 2013 byla naměřena nejvyšší hodnota obsahu jódu v mléce v okrese Tábor ($398,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Nejnižší obsah jódu v mléce v roce 2013 byl zjištěn v okrese Písek ($139,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Nejvyšší naměřený průměrný obsah v roce 2014 byl zjištěn v okrese Prachatice ($357,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), zatímco nejnižší naměřená průměrná hodnota byla zjištěna v okrese Třebíč ($163,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Výsledky potvrdily variabilitu v obsahu jódu v mléce napříč Českou republikou. Vzhledem k tomu, že saturace krav jódem je přímo závislá na jeho příjmu krmivem a krmnými doplňky, závisí na rozhodnutí chovatele o jejich užití v chovu. Pro zamezení nadbytečného, či naopak nedostatečného množství jódu v mléce, navrhuji tato opatření:

- Zajistit stanovení jódu a to zejména v potravinářských a zemědělských procesech.
- Pravidelné zjišťování jódu v jednotlivých chovech by poskytovalo lepší zmapování saturace krav jódem.
- Vhodným používáním krmných doplňků, minerálních přísad, ale i dezinfekčních přípravků, ustálit obsah jódu v mléce v optimální hodnoty, které nezpůsobují zdravotní komplikace.
- V případě, že by se podařilo ustálit obsah jódu v mléce, uvádět obsah jódu na potravinovém obalu, aby uživatel potravin, mohl regulovat svůj denní příjem jódu.
- Nadále se věnovat a optimalizovat obsah jódu v mléce a mléčných výrobcích.
- V budoucnosti provádět monitoring obsahu jódu v potravinách bohatých na jód.

8 Seznam použité literatury

- ANKE M., GROPEL B., BAUCH K-H.: Iodine in the Food Chain. In: DELANGE F., DUNN J. T., GLINOER D.: *Iodine deficiency in Europe-A Continuing Concern*. New York: Plenum Press, 1993, s. 151-158.
- ANKE M.: Iodine. In: MERIAN E., ANKE M., IHNAT M., STOEPLER M.: *Elements and Their Compounds in the Environment*. Weinheim: Wiley-WCH, 2004, s. 1457-1493. ISBN 3-527-30459-2.
- AMACHI S.: Microbial Contribution to Global Iodine Cycling: Volatilization, Accumulation, Reduction, Oxidation, and Sorption of Iodine. *Microbes and Environments Journal*, 2008, 4 (23): 269-276.
- BERG J. N., PADGITT D., MCCARTHY B.: Iodine concentration in milk of dairy cattle fed various amounts of iodine as ethylenediamine dihydroiodide. *Journal of Dairy Science*, 1988, 71: 3283-3291.
- CARLTON C. L., THRELFALL W. R., SCHWARZE R. A.: Iodine in Milk and Serum Following Intrauterine Infusion of Lugol's Solution. *Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 2008, 6: 121-129.
- CASHMAN K. D.: Minerals in dairy products, macroelements, nutritional significance. In: ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F.: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. New York: Academic Press, 2003, s. 2051-2065.
- COTTON F., WILKINSON G.: *Anorganická chemie (souborné zpracování pro pokročilé)*. Praha: Academia, 1973, 1102 s.
- ČLUPEK M., KAŇA A., MESTEK O., ŠIŠKANOVÁ T., TATARKOVIČ M., VOLKA K.: *Dlouhodobý monitoring migračních procesů. Stanovení obsahu jodidů ve vzorcích podzemní vody*. Praha: Vysoká škola chemická a technologická v Praze, 2014, 24 s.
- DAHL L., OPSAHL J. A., MELTZER H. M., JULSHAMN K.: Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *British Journal of Nutrition*, 2003, 90: 679-685.
- EFSA: Scientific Opinion on the safety and efficacy of Iodine compounds (E2) as feed additives for all species: calcium iodate anhydrous (coated granulated

- preparation), based on a dossier submitted by Calibre Europe SPRL/BVBA. *EFSA Journal*, 2013, 11 (2): 3100-3135.
- FLACHOWSKY G.: Iodine in animal nutrition and Iodine transfer from feed into food of animal origin. *Lohmann Information*, 2007, 42 (2): 47-59.
- FLACHOWSKY G., FRANKE K., MAYER U., LEITERER M., SCHÖNE F.: Influencing factors on iodine content of cow milk. *European Journal of Nutrition*, 2014, 53: 351-365.
- FOX P. F.: Milk: introduction. In: ROGINSKI H., FUQUAY J. W., FOX, P. F.: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. New York: Academic Press, 2003, s. 1805-1812.
- FRANKE A. A., BRUHN J. C., OSLAND R. B.: Factors affecting iodine concentration of milk of individual cows. *Journal Dairy Science*, 1983, 66 (5): 997-1002.
- FRANKE K., SCHÖNE F., BERK A., LEITERER M., FLACHOWSKY G.: Influence of dietary iodine on the iodine content of pork and the distribution of the trace element in the body. *European Journal of Nutrition*, 2008, 47: 40-46.
- FUGE R.: Iodine deficiency: An ancient problem in a Modern World. *Ambio*, 2007, 36: 70-72.
- HEJTMÁNKOVÁ A., KUKLÍK L., TRNKOVÁ E., DRAGOUNOVÁ H.: Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech Journal of Animal Science*, 2006, 51: 189-195.
- HEMKEN R. W.: Milk and meat iodine content: relation to human health. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1980, 176(10): 1119-1121.
- HERZIG I., SUCHÝ P.: Actual experience of importance iodine for animals. *Veterinární medicína*, 1996, 41: 379-386.
- HERZIG I., TRÁVNÍČEK J., KURSA J., KROUPOVÁ V.: Mléko jako zdroj jódu. [online]. 2005, citováno dne 19. 1. 2015. Dostupné na: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/75/153113/15_05.pdf
- HONZA J., MAREČEK A.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia -1.díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998, 124 s. ISBN 80-7182-055-5.
- GAJDŮŠEK S.: *Laktologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, 78 s. ISBN: 80-7157-657-3.
- GREENWOOD N., EARNSHAW A.: *Chemie prvků*. Praha: Informatorium, 1993, s. 794-1635. ISBN 80-85427-38-9.

- GREENSPAN F. S., BAXTER J. D.: *Základní a klinická endokrinologie*. Jinočany: H & H, 2003, 843 s. ISBN 80-86022-56-0.
- DARAOUI A., MICHEL R., GORNY M., JAKOB D., SACHSE R., SYNAL H.-A., ALFIMOV V.: Iodine-129, Iodine-127 and Caesium-137 in the environment: soils from Germany and Chile. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2012, 112: 8-22.
- ILLEK J.: Funkce minerálních látek. In: JELÍNEK P., KOUDELA K., DOSKOČIL J., ILLEK J., KOTRBÁČEK V., KOVÁŘŮF., KROUPOVÁ V., KUČERA M., KUDLÁČE., TRÁVNÍČEK J., VALENT M.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, s. 173-188. ISBN 80-7157-644-1.
- JELÍNEK P.: Laktace. In: JELÍNEK P., KOUDELA K., DOSKOČIL J., ILLEK J., KOTRBÁČEK V., KOVÁŘŮF., KROUPOVÁ V., KUČERA M., KUDLÁČE., TRÁVNÍČEK J., VALENT M.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003a, s. 343-362. ISBN 80-7157-644-1.
- JELÍNEK P.: Endokrinologie. In: JELÍNEK P., KOUDELA K., DOSKOČIL J., ILLEK J., KOTRBÁČEK V., KOVÁŘŮF., KROUPOVÁ V., KUČERA M., KUDLÁČE., TRÁVNÍČEK J., VALENT M.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003b, s. 248-298. ISBN 80-7157-644-1.
- JISKRA J.: *Poruchy štítné žlázy*. Praha: Nakladatelství Mladá fronta a. s., 2011, 46 s. ISBN 978-80-204-2456-3.
- JURSÍK F.: *Anorganická chemie nekovů*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2001, 228 s. ISBN 80-7080-417-3.
- KAIHO T.: Overview. In: Kaiho T.: *Iodine Chemistry and Applications*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2014, s. 1-6. ISBN 978-1-118-46629-2.
- KALAČ P.: Glukosinoláty. In: KALAČ P., MÍKA V.: *Přírozně škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Praha: ÚZPI, 1997a, s. 53-80. ISBN 80-85120-96-8.
- KALAČ P.: Selenoaminokyseliny. In: KALAČ P., MÍKA V.: *Přírozně škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Praha: ÚZPI, 1997b, s. 183-185. ISBN 80-85120-96-8.
- KELLY F. C.: Iodine in medicine and pharmacy since its discovery - 1811-1961. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 1961, 54 (10): 831-836.

- KOPŘIVA V.: *Mléko a mlezivo-hlavní rozdíly a nutriční význam mléka ve výživě*. [online]. 2011, citováno dne 19. 1. 2015. Dostupné na: http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_07.pdf
- KOTRBOVÁ K., KASTNEROVÁ M.: Současný stav zásobení jódem u české populace. *Biomedicína*, 2007, 1: 172-178.
- KÖHLER M., FECHNER A., LEITERER M., SPÖRL K., REMER T., SCHÄFER U., JAHREIS G.: Iodine content in milk from German cows and in human milk: new monitoring study. *Trace Elements and Electrolytes*, 2012, 29: 119-126.
- KROUPOVÁ V., TRÁVNÍČEK J., KURSA J. et al.: Iodine content in milk and urine of cattle (in German). *Dokument z konference "Množství a stopové prvky"*, 1996.
- KROUPOVÁ V., KURSA J., MATOUŠKOVÁ E., ŠACHOVÁ E.: Nezbytnost suplementace jódu ve výživě krav v horské oblasti Šumavy. *Silva Gabreta*, 2000, 5: 179-186.
- KROUPOVÁ V., HERZIG I., KURSA J., TRÁVNÍČEK J., THÉR R.: Saturace krav jódem v České republice. *Veterinářství*, 2001, 51:155-158.
- KURSA J., KROUPOVÁ V., KRATOCHVÍL P.: Společně proti výskytu strumy: Jihočeské zkušenosti s řešením jodového deficitu u zvířat. *Zemědělec*, 1994, 6: 8-10.
- KURSA J., KROUPOVÁ V., KRATOCHVÍL P., TRÁVNÍČEK J., JEZDINSKÝ P.: K diagnostice strumy skotu. *Veterinářství*, 1996, 46 (3): 90- 96.
- KURSA J., KROUPOVÁ V., THÉR R., KRABAČOVÁ I., KRÁSA D.: Efekt suplementace jódu u dojnic. In: *Sborník z VIII. mezinárodní konference "Aktuální problémy šlechtění, chovu, zdraví a produkce skotu"*. České Budějovice, 2000, s. 235.
- KÜPER F. C., SCHWEIGERT N., GALL AR E., LEGENDRE J.-M., VILTER H., KLOAREG B.: Iodine uptake in Laminariales involves extracellular, haloperoxidase-mediated oxidation of iodide. *Planta*, 1998, 207: 163–171.
- KVASNIČKOVÁ A.: *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha: ÚZPI, 1998, 128 s. ISBN 80-85120-94-1.
- MARKALOUS B., GREGOROVÁ M.: *Nemoci štítné žlázy*. Praha: Triton, 2007, 197 s. ISBN 80-7254-961-8.
- MCDOWELL L. R.: *Minerals in Animal and Human nutrition*. London: Academic Press, 524 s. ISBN 978-0-444-51367-0.
- MCGRATH D., POOL D. B. R., FLEMING G. A.: Health implications of soil iodine content. *Farm and Food Research*, 1990, 1: 20-21.

- MILLER J. K., SWANSON E. W., SPALDING G. E.: Iodine Absorption, Excretion, Recycling, and Tissue Distribution in the Dairy Cow. *Journal of Dairy Science*, 1975, 58 (10): 1578-1593.
- MÍKA V.: Složky krmiv ovlivňující využitelnost minerálních látek. In: KALAČ P., MÍKA V.: *Přírozeně škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Praha: ÚZPI, 1997, 37-52 s. ISBN 80-85120-96-8.
- MLYNÁŘ P., ŠRÁMEK D.: Jód a jeho sloučeniny v magistraliter přípravě. *Edukafarm*, 2011, 3, 15-17.
- 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. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2004, 74: 221-232.
- NANTEL G., TONTISIRIN K.: *Human Vitamin and Mineral Requirements: report of a joint FAO/WHO expert consultation Bangkok, Thailand*. Rome: FAO, 2001, 303 s.
- NAVRÁTILOVÁ P., KRÁLOVÁ M., JANŠTOVÁ B., PŘIDALOVÁ H., CUPÁKOVÁ Š., VORLOVÁ L.: *Hygiena produkce mléka*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012, 129 s. ISBN 978-80-7305-625-4.
- OLIVERIUSOVÁ, L.: Obsah jódu v prostředí v ČR. In: *Sborník "Jak řešit nedostatek jódu v naší výživě"*. Praha: Státní zdravotní ústav, 1997, s. 8.
- PITTER P.: *Hydrochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 80-7080-340-1.
- PETERSON J., MaCDONNELL M., HAROUN L., MONETTE F.: Radiological and Chemical Fact Sheets to Support Health Risk Analyses for Contaminated Areas. *Human Health Fact Sheet, Argonne National Laboratory*, 2007, 133 s.
- PORŠOVÁ-DUTOITÍ.: *Endokrinologie v praxi*. Praha: Grada, 1996, 159 s. ISBN 80-7169-220-4.
- RACEK P.: Benigní onemocnění štítné žlázy. In: VLČEK P., VONDRA K., HAMPL R., HERESOVÁ J., KŘENEK M., RACEK P., VRBLÍKOVÁ J., ZAMRAZIL V.: *Učební texty k praktickým cvičením z endokrinologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2008, s. 22-39. ISBN 978-80-246-1571-4.
- REECE W. O.: *Fyziologie domácích zvířat*. Praha: Grada, 1998, 456 s. ISBN 80-7169-547-5.

- REECE W. O.: *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Praha: Grada, 2011, 473 s. ISBN 978-80-247-3282-4.
- RISHER J., DIAMOND G., SWARTS S. G., AMATA R.: *Toxicological profile for iodine*. Atlanta, Georgia: U. S. Department of Health & Human Services, 2004, 517 s.
- REMY H.: *Anorganická chemie*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1971, 862 s.
- ROZENSKÁ L.: *Studium faktorů ovlivňujících minerální složení koziho a ovčího mléka*. Praha, 2013. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Katedra chemie.
- RYŠAVÁ L., KUBAČKOVÁ J., STRÁNSKÝ M.: Jod- und Selengehalte in der Milch aus neun europäischen Ländern. *Ernährung*, 2008, 32 (2): 65-68.
- RYŠAVÁ L., KRÍŽ J.: Prevence jodového deficitu v ČR – historie a současný stav. In: *Sborník z X. konference "Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice"*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 6-8.
- RYŠAVÁ L., ŽOLTÁ M.: Saturace jódem a jodurie 7-10letých dětí a seniorů 60-75 let v ČR v r. 2007. In: *Sborník z IX. konference "Zásobení jódem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení"*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010, s. 24-25.
- ŘEHŮRKOVÁ I., RUPRICH J.: Dietární expozice jodu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In: *Sborník z X. konference "Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice"*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 13-24.
- SCF-SCIENTIFIC COMMITTEE ON FOOD: *Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine*. Brusel: European Commission, 2002, 25 s.
- SOMMER A., ČEREŠŇÁKOVÁ Z., FRYDRYCH Z., KRÁLÍK O., KRÁLÍKOVÁ Z., KRÁSA A., PAJTÁŠ M., PETRIKOVIČ P., POZDÍŠEK J., ŠIMEK M., TŘINÁCTÝ J., VENCL B., ZEMAN L.: *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce*. Pohořelice: ČZS VÚVZ, 1994, 196 s. ISBN 80-901598-1-8.
- SOVA Z., BUKVAJ J., KOUDELA K., KROUPOVÁ V., PJEŠČAK M., PODANÝ J.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, 469 s. ISBN 80-209-0092-6.

- SUCHÝ P., STRAKOVÁ E.: Látky antinutriční a škodlivé. In: ZEMAN L., et al.: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press, 2006, s. 33-50. ISBN 80-86726-17-7.
- SUCHÝ P., STRAKOVÁ E., HERZIG I.: *Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů, Část II – řepka a řepkové produkty*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2007, s. 112.
- SWAIN P. A.: Bernard Courtois (1777-1838), famed for discovering iodine (1811), and his life in Paris from 1798. *Bulletin for the history of chemistry*, 2005, 2 (10): 103-111.
- ŠEDA M., ŠVEHLA J., TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., FIALA K., SVOZILOVÁ M.: Optimalizace stanovení stopových koncentrací jódu v povrchových vodách metodou ICP-MS. *Chemické listy*, 2011, 105: 538-541.
- ŠÍMA P.: *Výsledky kontroly sledování obsahu jódu v kompletní krmné dávce pro dojnice*. Praha: ÚKZÚZ, 2009, 10 s.
- TAGAMI K., UCHIDA S.: Concentrations of chlorine, bromine and iodine in Japanese rivers. *Chemosphere*, 2006, 65: 2358-2365.
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., ŠOCH M.: Iodine content in bulk feeds in western and southern Bohemia. *Czech Journal of Animal Science*, 2004, 49: 483-484.
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., STAŇKOVÁ M., KONEČNÝ R., CEMPÍRKOVÁ R., DUŠOVÁ H.: Bilance jódu v krmné dávce pro dojnice. In: *Sborník z IX. konference "Zásobení jódem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení"*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010, s. 14-15.
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., DUŠOVÁ H., KRHOVJÁKOVÁ J., KONEČNÝ R.: *Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2011, 56 s. ISBN 978-80-7394-328-8.
- TRÁVNÍČEK J.: *Patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jódu u skotu a ovcí: závěrečná zpráva QH81105*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, nestr.
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V.: Zpráva o obsahu jódu v mléce v roce 2012. In: *Patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jódu u skotu a ovcí: závěrečná zpráva QH81105*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, nestr.
- TRÁVNÍČEK J., FIALA K., ŠVEHLA J., ŠEDA K., DUŠOVÁ H., PEKSA M., KROUPOVÁ V.:

- Výsledky sledování obsahu jódu v objemných krmivech, vodě a půdě. In: *Sborník z X. konference "Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice"*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013, s. 34-36.
- TVRZNIČEK P., ZEMAN L.: *Stopové prvky ve výživě zvířat*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2005, 52 s.
- ÚZPI–Ústav zemědělských a potravinářských informací: Nový Zéland zavádí povinnou fortifikaci chleba jódem. [online]. 2005, citováno dne 19. 3. 2015. Dostupné na: <http://www.agris.cz/infodroje.czu.cz/clanek/158210>
- VAŠUTOVÁ V.: *Charakterizace a chemická modifikace halloysitů*. Praha, 2010. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta přírodovědecká. Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů.
- VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J.: *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 2009a, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J.: *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS, 2009b, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9.
- VÍTKOVÁ H., POTLUKOVÁ E.: Suplementace jódu v období těhotenství a kojení. *FarmiNews*, 2013, 3: 24.
- VLČEK P.: Moderní endokrinologická diagnostika poruch štítné žlázy. *Klinická biochemie a metabolismus*, 2010, 3: 132-135.
- WEN D., ZHANG F., ZHANG E., WANG CH., HAN S., ZHENG Y.: Arsenic, fluoride and iodine in groundwater of China. *Journal of Geochemical Exploration*, 2013, 135: 1–21.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANISATION): *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants*. Geneva: WHO, 1989, 367 s. ISBN 0-521-38894-5.
- WINGER R. J., KOENIG J., HOUSE D. A.: Technological issues associated with iodine fortification of foods. *Trends Food Science & Technology*, 2008, 19 (2): 94-101.
- XU F., MA T., SHI L., ZHANG J. W., WANG Y. Y., DONG Y. H.: The hydrogeochemical characteristics of high iodine and fluoride groundwater in the Hetao Plain, Inner Mongolia. *Procedia Earth and Planetary Science*, 2013, 7: 908-911.
- YUITA K.: Overview and dynamics of iodine and bromine in the environment: 1. Dynamics and iodine and bromine in soil-plant system. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 1994, 28: 90-99.

ZAMRAZIL V.: In: STÁRKA L.: Aktuální endokrinologie: vybrané kapitoly ze současné aktuální problematiky endokrinologie. Praha: Maxdorf, 1999, s. 366-392. ISBN 80-85912-10-4.

ZAMRAZIL V., HOLUB V., KASALICKÝ P.: *Endokrinologie*. Praha: Triton, 2003, 127 s. ISBN 80-7254-380-6.

ZAMRAZIL V., ČEŘOVSKÁ J.: *Jód a štítná žláza-Optimální přívod jodu a poruchy z jeho nedostatku*. Praha: Nakladatelství Mladá fronta a. s., 2014, 49 s. ISBN 978-80-204-3302-2.

ZEMAN L., VESELÝ P., RYANT P., SKLÁDANKA J., ZELENKA J.: Živiny. In: ZEMAN L., et al.: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press, 2006, s. 11-31. ISBN 80-86726-17-7.

Legislativa:

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 19. 1. 2015. Dostupné na: http://www.agroporadenstvi.cz/attachments/Narizeni_Komise_1459-2005.pdf

9 Seznam použitých zkratk

ČR	Česká republika
DIT	Dijódtirozin
ES	Evropská směrnice
EDDI	Etylendiamindihydrojodid
IDD	Choroby z nedostatku jódu
ICCIDD	Organizace zaměřená na řešení důsledků jódového deficitu
JZ	Jihozápadní
MIT	Monojódtirozin
MKP	Minerální krmná přísada
TSH	Thyreotropní hormon
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
WHO	Světová zdravotnická organizace