

JIHOČESKÁ UNIVERSITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Všeobecné zemědělství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

OBSAH JODU V MLÉCE A MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH

IODINE CONTENT IN MILK AND MILK PRODUCTS

Autor:

Lucie Davidová

Vedoucí práce:

prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

České Budějovice

2009

Tato diplomová práce s názvem „Obsah jodu v mléce a mléčných výrobcích“ je vypracována v rámci projektu NAZV s názvem „Patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jodu u skotu a ovcí“, evidenční číslo QH 81105. Projekt v rámci NAZV má za cíl zhodnotit patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jodu u skotu a ovcí, dále analyticky ověřit úroveň saturace dojených krav jodem a eliminovat rizika jeho nadbytku v mléce. Všechny hodnoty jodu byly získány analýzou konzumního mléka a jogurtů ve specializované laboratoři pro stanovení jodu na Katedře anatomie a fyziologie hospodářských zvířat na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Děkuji prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. a pracovníkům laboratoře Katedry anatomie a fyziologie hospodářských zvířat za cenné rady a pomoc při realizaci mé diplomové práce.

Dále děkuji své rodině a přátelům, kteří mě v průběhu této životní etapy podporovali.

Prohlašuji, že diplomovou práci s názvem „**Obsah jodu v mléce a mléčných výrobcích**“ jsem vypracovala samostatně, na základě vlastních zjištění a z materiálů uvedených v seznamu literatury.

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 Zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 30. dubna 2009

Anotace:

Předmětem diplomové práce bylo zjistit a zhodnotit obsah jodu v mléčných výrobcích v distribuční síti České republiky. Práce přináší aktuální informace o obsahu jodu v konzumním mléce a bílých jogurtech, které jsou běžnou součástí stravy většiny lidské populace. Odběr vzorků byl prováděn v prodejní síti v průběhu let 2007 a 2008. Bylo odebráno celkem 43 vzorky konzumního mléka a 59 vzorků bílých jogurtů. Obsah jodu byl ve výrobcích stanovován kolorimetrickou metodou podle Sandell-Kolthoffa. Průměrný obsah jodu v konzumním mléce v roce 2007 byl $300,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a $310,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v roce 2008. Maximální koncentrace obsahu jodu v mléce dosahovaly úrovně $404,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (rok 2007) a $732,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (rok 2008). Nejnižší hodnota obsahu jodu v roce 2007 byla $205,4 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a $92,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v roce 2008. Průměrný obsah jodu v bílých jogurtech v roce 2007 byl na úrovni $406,0 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a $422,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v roce 2008. Ve srovnání s lety 2005 a 2006 byl zaznamenán mírný pokles obsahu jodu v mléčných výrobcích. Rozdíly v jeho obsahu byly též zaznamenány u různých výrobců mléčných výrobků a určitý vliv má i sezónnost. Jestliže celková průměrná denní spotřeba mléka a mléčných výrobků činí 0,64 litru na osobu, pak je denní doporučená dávka kryta ze 130 %.

Klíčová slova:

Jod, mléko, jogurt

Annotation:

The subject of the dissertation was to find out and evaluate the iodine content in milk products in a distribution network in the Czech Republic. The dissertation brings update information about the iodine content in consumer milk and white yogurt which are a common part of alimentation for the majority of human population. Sampling was carried out in a sale network during 2007 and 2008. Altogether, 43 samplers of consumer milk and 59 samplers of white yogurt were taken. The iodine content in products was determined with colometric method by Sandell-Kolthoff. The average iodine content in consumer milk in 2007 was $300,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ and $310,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ in 2008. The maximal iodine content in milk reached the level of $404,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (2007)

and $732,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (2008). The lowest level of iodine content in white yogurt in 2007 was at the level of $406,0 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $422,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ in 2008. Comparing years 2005 and 2006 there was recorded a slight decrease at these products. Some differences were recorded at different milk product producers and as well as the season has got a considerable influence. If the overall average milk and milk products consumption makes 0,64 litre per person then the daily recommended portion is covered by 130 per cent.

Key words:

iodine, milk, yogurt

OBSAH:

1. ÚVOD	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2. 1. Význam jodu	11
2. 1. 1 Výskyt jodu	11
2. 1. 2. Zdroje jodu pro lidského konzumenta.....	11
2. 1. 3. Potřeba jodu pro skot a jeho zdroje	13
2. 2. Nedostatek a nadbytek jodu	15
2. 2. 1. Zdravotní poruchy vyvolané nedostatek jodu u lidí.....	15
2. 2. 2. Průběh profylaxe jodového deficitu v ČR.....	16
2. 2. 3. Zdravotní poruchy vyvolané nadbytkem jodu u lidí	18
2. 2. 4. Zdravotní poruchy při snížené a zvýšené funkci štítné žlázy u zvířat.....	18
2. 3. Štítná žláza	19
2. 3. 1. Stavba a funkce štítné žlázy	19
2. 3. 2. Hormony štítné žlázy.....	21
2. 4. Látky ovlivňující obsah jodu v těle	22
2. 5. Mléko jako zdroj jodu	24
2. 6. Obsah jodu v mléce a mléčných výrobcích.....	25
2. 7. Obsah jodu v ostatních živočišných produktech	27
3. MATERIÁL A METODIKA PRÁCE	28
3. 1. Odběr vzorků.....	28
3. 1. 1. Vzorky konzumního mléka	28
3. 1. 2. Vzorky jogurtů	28
3. 2. Stanovení jodu v mléce a jogurtech	29
3. 2. 1. Reagencie	29
3. 2. 2. Postup stanovení.....	29
3. 2. 3. Hodnocení	30
3. 2. 4. Stanovení sušiny jogurtů	30
3. 2. 4. 1. Princi stanovení a využití metody.....	30
3. 2. 4. 2. Zjištěné hodnoty.....	31

4. VÝSLEDKY	32
4. 1. Vyhodnocení obsahu jodu v konzumním mléce v roce 2007	32
4. 2. Vyhodnocení obsahu jodu v konzumním mléce v roce 2008	35
4. 2. 1. Obsah jodu v měsících březen duben a květen.....	35
4. 2. 2. Obsah jodu v měsících září, říjen a listopad.....	36
4. 3. Vyhodnocení obsahu jodu v jogurtech v roce 2007	39
4. 3. 1. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů.....	39
4. 3. 2. Obsah jodu v jogurtech přepočítaný na 100% sušinu	40
4. 4. Vyhodnocení obsahu jodu v jogurtech v roce 2008.....	43
4. 4. 1. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v měsících březen až květen.....	43
4. 4. 2. Obsah jodu v měsících březen až květen přepočítaný na 100% sušinu	44
4. 4. 3. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v měsících září až listopad	45
4. 4. 4. Obsah jodu v měsících září až listopad přepočítaný na 100% sušinu	46
4. 5. Porovnání výsledků získaných v roce 2007 a 2008	49
4. 5. 1. Obsah jodu v mléce	49
4. 5. 2. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů.....	49
4. 5. 3. Obsah jodu v jogurtech přepočítaný na 100% sušinu	50
5. DISKUZE	51
6. ZÁVĚR	58
7. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	60
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	65

1. ÚVOD

Problematika jodu je v České republice v centru pozornosti již řadu let. Nejedna vědecká instituce se problematice přívodu jodu dietou věnuje dlouhodobě, a to z různých hledisek. Zdravotnické instituce studují zejména status a přívod jodu do organismu, zemědělské instituce pak míru zásobení stěžejních druhů hospodářských zvířat, včetně studia jejich produktů, zahrnujících i mléko (RUPRICH, ŘEHŮŘKOVÁ, 2007).

Světové zdravotnické shromáždění konané v Ženevě roku 1990 zhodnotilo eliminaci jodového deficitu jako jednu ze svých priorit. V tom samém roce byl při Světovém summitu Spojených národů pro děti předložen realizační plán eliminace jodového deficitu u dětí a mladistvých do roku 2000, ke kterému se přihlásila i Česká republika.

Primární a sekundární nedostatek jodu ohrožuje též lidské populace ve střední Evropě (EBER a kol., 1990). Patří sem i Česká republika (KIMLOVÁ, PROCHÁZKOVÁ, 1993).

K typickým endemickým oblastem s výskytem strumy v Čechách patřilo Sedlčansko, Českomoravská vysočina, Českokrumlovsko a Železná Hora. Na Moravě Beskydy a Jeseníky (POHŮNKOVÁ, NĚMEC, 1988). Koncem 20. století zjistili kliničtí endokrinologové, že výskyt projevů nedostatku jodu u nás opět narůstá (HNÍKOVÁ, 1995). Významné je také zjištění, že se vedle vzniku a rozvoje primární jodopenie uplatňují faktory zhoršující využití jodu v organismu (STÁRKA, 1995).

Dále se prokazuje, že důsledky nedostatečného příjmu jodu jsou mnohem závažnější. I když nejčastější tyreopatií z těchto příčin je struma, deficit jodu a s tím spojená funkční nedostatečnost štítné žlázy, ovlivňuje nepříznivě také kojeneckou a novorozeneckou úmrtnost, fertilitu, fyzické a psychické vlastnosti postižené populace (ZAMRAZIL, 1995).

Vlivem změn životního prostředí a dietetických zvyklostí se snižují přirozené zdroje jodu i pro hospodářská zvířata. Jejich následkem je nejen pokles užitkovosti a narušení zdravotního stavu, ale i úbytek jodu v potravním řetězci člověka (RAMBECK a kol., 1997).

Profylaxe jodového deficitu je celosvětově zaměřena zejména na aditivní příjem jodu, nejčastěji formou jodizované soli nebo na suplementaci potravin jodem v průběhu

jejich výroby. Obohacení krmných dávek o jod umožňuje zvýšení jeho obsahu přirozenou cestou i v potravinách živočišného původu, především mléka (KROUPOVÁ, BROŽOVÁ, KURSA, 1997).

Kompletní pojetí profylaxe jodového deficitu je potřeba chápat i z hlediska omezení vlivu přirozených a antropogenních strumigenů.

V současné době přinesly poznatky hygieniků (RYŠAVÁ, 2005), ale i veterinárních pracovišť (TRÁVNÍČEK a kol., 2005) alarmující informace o narůstajícím až neúměrném obsahu jodu v nativním kravském mléce, ale také ve vzorcích konzumního mléka v distribuční síti.

Tuzemský výzkum určuje jako příčinu vysokého obsahu jodu v nativním kravském i konzumním mléce neregulovanou suplementaci dojnic jodem. Shromážděné poznatky informují, že vzestup jodu v mléce dosáhl v řadě případů nežádoucí hranice (maximální hodnota v bazénovém vzorku $2512 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$) a tím se vzdálil od optimálního rozmezí obsahu $100 - 200 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Koncentrace jodu v mléce $100 - 200 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ signalizuje dobrou a metabolicky únosnou úroveň příjmu jodu u krav a současně představuje významný zdroj jodu v lidské výživě, kombinovatelný s dalšími zdroji v potravinách.

Dlouhodobý nárůst obsahu jodu v mléce dojených krav v České republice přesahuje evropský standard a je z hlediska lidského zdraví neúnosný (TRÁVNÍČEK, 2007).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2. 1. VÝZNAM JODU

2. 1. 1. Výskyt jodu

Jod je prvek ze skupiny halogenů, jeho atomové číslo je 53 a relativní atomová hmotnost 126,904. Byl objeven roku 1811 francouzským chemikem Barnardem Courtoisem. Tvoří tmavě fialové destičkovité krystalky. Je to důležitý biogenní prvek, jehož přítomnost v potravě je nezbytná pro správný vývoj organismu. Jod je stopovým prvkem naprosto nezbytným pro tvorbu hormonů štítné žlázy a tím i pro normální vývoj mozku.

Na Zemi je jod přítomen pouze ve formě sloučenin, z nichž většina je rozpuštěna v mořské vodě. Je zde přítomen nejen jako jodid, ale také ve formě jodičnanu. Mineralogicky doprovázejí sloučeniny jodu analogické sloučeniny bromu a chloru, ovšem pouze ve velmi nízkých koncentracích.

Podzolovité a písčité půdy jej obsahují malé množství, zatímco černozem patří mezi půdy s vyšším obsahem tohoto mikroelementu. Výskyt jodu i ve vodách kolísá v širokém rozpětí. Jeho obsah závisí na různých faktorech, například na složení půdy a na atmosférických podmínkách (VELIKÝ, 1964).

Relativní zastoupení jodu v zemské kůře i ve vesmíru je velmi nízké. V zemské kůře je jod přítomen v koncentraci 0,1 až 0,5 mg · kg⁻¹. V mořské vodě, kde se vyskytuje většina jodu přítomného na Zemi, dosahuje jeho koncentrace průměrné hodnoty 0,06 mg · l⁻¹. Předpokládá se, že ve vesmíru na 1 atom jodu připadá 70 miliard atomů vodíku. Přírodní výskyt jodu jako minerálu je pochybný.

2. 1. 2. Zdroje jodu pro lidského konzumenta

Pokud jde o přirozenou potravu, velké množství jodu je pouze v mořských rybách (treska, filé, makrela, tuňák, losos, sardinky aj.) a v mořských řasách. Mořské produkty nám kromě již zmíněného jodu poskytují vitaminy, minerály a důležité látky obsažené v rybím tuku, chránící před onemocněním srdce a cév (BERANOVÁ, 1999).

Jod je také ve zvýšené koncentraci přítomen v některých minerálních vodách. V současné době se uměle přidává do řady mléčných výrobků (jogurtů, mléčných nápojů, mléčných krémů), které jsou pravidelně konzumovány dětmi. Obvykle se jedná o miligramová množství jodistanu sodného, která zajišťují pravidelný přísun potřebného množství jodu pro dospívající organismus.

Jod se nachází především v ovoci a zelenině (citron, rybíz, rajčata,..), mořských plodech, bylinách (jitrocel kopinatý, cibule, česnek, bazalka, semena lnu, fazolové lusky, řebříček obecný, šalvěj lékařská,..). Výskyt v rostlinách závisí na tom, jak je na jod bohatá půda, na níž rostou (KOŘENKOVÁ, 2007)

Potřebné množství jodu se odvíjí od věku, pohlaví, výživy, zdravotního stavu a hmotnosti. Bezpečné a dostatečné množství pro zdravé a dospělé jedince je 1 – 2 mikrogramy na kilogram hmotnost (KOŘENKOVÁ, 2007).

V tabulce č. 1 jsou uvedeny doporučené dávky pro lidského konzumenta v různém věkovém stádiu, kterými je pokryta jeho denní potřeba.

Tab. 1: Doporučená denní dávka jodu pro lidské konzumenty v μg jodu (BERANOVÁ, 1999)

Kojenci	50-80
Předškolní děti	100-120
Mladší školní děti	120-140
Starší školní děti	150-180
Dospívající	200
Dospělí	200
Těhotné ženy	230
Kojící matky	260

V tabulce č. 2 je uvedeno naplnění doporučené denní dávky jodu mlékem v České republice a Evropě při uváděných průměrných hodnotách obsahu jodu v mléce.

Tab. 2: Naplnění DDD jodu mlékem v ČR a Evropě (RYŠAVÁ a kol., 2005)

Stát	Průměrný obsah jodu v mléce ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Naplnění DDD mlékem (%)
Česká republika	472	126
Velká Británie	325	87
SR	240	64
Francie	207	55
Belgie	158	42
SRN	130	35
Polsko	90	24
Švýcarsko	90	24

2. 1. 3. Potřeba jodu pro skot a jeho zdroje

Nutriční požadavky hospodářských zvířat se liší v závislosti na kategorii zvířat, laktaci, fázi reprodukčního cyklu atd. Laktující samice mají vyšší požadavky na přísun jodu vzhledem k jeho 8 – 10% vylučování mlékem (MILLER, 1975).

Mezi krmiva rostlinného původu, která jsou nejchudší na obsah jodu, patří sójový a řepkový šrot, píce a zrninové koncentráty (GROPPEL a kol., 1991).

V průběhu let 1997 – 2001 analyzoval TRÁVNÍČEK a kol. (2007) 304 vzorků objemných krmiv, a to pastevní porost, kukuřičnou siláž, seno a travní siláž. Nejvyšší obsah jodu s průměrnou hodnotou $213,3 \pm 169,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny zjistil u siláží z lučních porostů. Naopak nejnižší koncentrace jodu byla stanovena v kukuřičné siláži s průměrnou hodnotou $110,0 \pm 97,2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny a v senu $112,1 \pm 93,9 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Pastevní porost obsahoval průměrně $148,9 \pm 105,1 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

TRÁVNÍČEK a kol. (2007) dále prokázali statisticky významný rozdíl v obsahu jodu v závislosti na období pastvy. Pastevní porost, který byl spásán v období května až července obsahoval pouze 47,2% jodu ve srovnání s měsíci srpnem až říjnem ($101,3 \pm 73,6$ oproti $214,5 \pm 107,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny).

Důležitým zdrojem jodu pro hospodářská zvířata je pestrý sortiment minerálních krmných přísad. Ty se podávají samostatně nebo ve směsných krmných dávkách. V minerálních krmných přísadách je jod nejčastěji obsažen jako jodičnan vápenatý, méně jako jodid draselný. Většina minerálních krmných přísad tuzemských výrobců obsahuje 100 mg jodu v kg přísady a průměrná denní dávka pro dojnici při denním nadoji 20 litrů je 100 g. Obsah jodu v minerálních krmných přísadách se pohybuje od 100 do 400 mg na kg.

K možným exogenním nutričně necíleným zdrojům jodu pro dojené krávy přichází v úvahu i desinfekční prostředky určené k desinfekci struků mléčné žlázy. Při plošném šetření 71 chovů zjistil TRÁVNÍČEK a kol. (2007), že chovy provádějí desinfekci pouze po dojení a z toho v 80% desinfekčními prostředky, z nichž pouze 3% obsahovaly jod.

Povolenými formami suplementace jsou jodid draselný, jodid sodný, jodičnan vápenatý bezvodý, jodičnan vápenatý hexahydrát, jodičnan vápenatý monohydrát a jodované nenasycené mastné kyseliny (ČERMÁK a kol., 2000).

Podle GRAHAMA (1991) by se měl denní příjem jodu u dojnic při jeho obsahu $0,2 - 2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny krmiva a průměrném příjmu 13 kg sušiny pohybovat v rozmezí 2 – 27 mg na dojnici.

V tabulce č. 3 jsou uvedeny doporučené obsahy jodu v krmné dávce skotu pro různé věkové kategorie.

Tab. 3: Doporučený obsah jodu v krmné dávce skotu (mg I na kg sušiny)

Dojnice	0,8
Jalovice chov	1,0
Jalovice výkrm	0,8
Výkrm mléčných plemen	0,5
Výkrm kombinovaných plemen	0,5
Výkrm masných plemen	0,5
Telata chov	0,4
Telata výkrm	0,4
Telata mléčný výkrm	0,4

2. 2. NEDOSTATEK A NADBYTEK JODU

2. 2. 1. Zdravotní poruchy vyvolané nedostatkem jodu u lidí

Extrémní nedostatek jodu se označuje jako **jodopenie**. Zvětšuje se při ní štítná žláza a vzniká takzvaná struma. Nadměrně zvětšená štítná žláza přestává správně fungovat a její práci musejí přejmout nadledvinky. Ty jsou tím pádem přetíženy a lavinovitě začínají trpět další tělesné orgány.

Při nedostatku jodu u plodu a kojence dochází k poškození vývoje centrální nervové soustavy a k nepříznivému ovlivnění duševního i tělesného vývoje člověka. **Kretenismus** je mentální porucha, která se při vážnějším nedostatku jodu může objevit u plodu a u kojenců. Tato nemoc je u nás ale již naprosto výjimečná, přesto absence jodu ve stravě může mít vliv na nižší inteligenci a poruchy sluchu.

U dospívajících dětí a u dospělých se nedostatek jodu projevuje kromě strumy také únavou, zimomřivostí, suchostí a zhruběním kůže a vlasů, tloušťnutím, sklonem k depresím, poruchami sexuálního vývoje, poruchou plodnosti a vyšší potratovostí u žen. Nedostatek jodu je u žen příčinou častějšího výskytu nádorového bujení prsu a štítné žlázy (KOŘENKOVÁ 2007).

Obsah jodu i dalších stopových prvků v naší potravě úzce souvisí s jejich obsahem v prostředí. Pokud se tyto prvky v prostředí nevyskytují nebo jen v omezeném množství, není odkud by vstoupily do potravního řetězce přirozenou cestou. Naše území je vzhledem ke svému geologickému složení a geografické poloze oblastí s výrazným nedostatkem jodu v prostředí. Nejméně jodu je v západních, jižních a jihovýchodních Čechách, v části jižní Moravy, Jeseníkách a ve velkých sídelních a průmyslových aglomeracích (BERANOVÁ, 1999).

V tabulce č. 4 jsou uvedena kritéria hodnocení přívodu jodu dle WHO/UNICEF/ICCIDD. Posuzování přívodu jodu je založeno na hodnotě mediánu obsahu jodu v moči.

Tab. 4: Kritéria hodnocení přívodu jodu (jodurie)

Medián obsahu jodu v moči ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Klasifikace přívodu jodu	Hodnocení přívodu jodu
< 20	nedostatečný	vážný nedostatek
20 – 49	nedostatečný	střední nedostatek
50 – 99	nedostatečný	malý nedostatek
100 – 199	adekvátní	optimální
200 – 299	více než adekvátní	riziko hypertyreoidizmu u citlivých jedinců
> 300	nadměrný	riziko škodlivého efektu jodu (hypertyreoidizmus, autoimunitní onemocnění štítné žlázy)

2. 2. 2. Průběh profylaxe jodového deficitu v ČR

Jodový deficit patří k nejpočetnějším pandemiím, t.č. ohrožující více než 2 miliardy osob (ZAMRAZIL, 2007).

Jodací jodlé soli v 50. letech se situace v zásobování lidského organismu jodem výrazně zlepšila, ale v průběhu 80. let začal výskyt strumy znovu stoupat, a to i u dětí. Proto byl zahájen systematický průzkum zásobení jodem a stavu štítné žlázy v naší populaci. Výsledky získané do poloviny 90. let ukázaly, že zásobení jodem není u nás dostatečné. Podle studie, kterou prováděl Endokrinologický ústav Praha, byl průměrný příjem jodu (hodnocený pomocí vyšetřování koncentrace jodu v ranní moči) v některých oblastech České republiky snížený a asi u 20% dospělé populace a u 10% dětí dosáhlo toto snížení kritické hodnoty $50 \text{ mg I} \cdot \text{l}^{-1}$ moči. Při ultrazvukovém vyšetření byl prokázán zvětšený objem štítné žlázy. V posledních dvou letech však výzkumy endokrinologů a pediatriů ukazují, že díky úspěšným aktivitám pro zvýšení přísunu jodu se v naší republice začíná situace měnit k lepšímu (BERANOVÁ, 1999).

Po nepříznivém vývoji stavu štítné žlázy v 80. letech, byl systém profylaxe upraven, takže příjem jodu pro lidskou populaci dosáhl hodnot, které se považují za adekvátní - jodový deficit byl tedy začátkem 21. století v České republice kompenzován (ZAMRAZIL, 2007).

Od roku 1995 působí v České republice pod záštitou Státního zdravotního ústavu Meziresortní komise pro řešení jodového deficitu, jejímž cílem je iniciovat, koordinovat a hodnotit dostupné přístupy k prevenci jodového deficitu. Komisi se podařilo prosadit opatření vedoucí ke zvýšení obsahu jodu v soli, obohacení výrobků náhradní mléčné dětské výživy jodem, podávání tablet s jodidem těhotným a kojícím ženám. Členy komise jsou přední odborníci z oblasti endokrinologie, pediatrie, výživy, hygieny, farmacie, veterinárního lékařství i zástupci výrobních a obchodních firem (BERANOVÁ, 1999).

Snad s výjimkou přímořských států s vyšší spotřebou ryb jsou všechny země západní a střední Evropy, nebo alespoň jejich části, postiženy až středním jodovým nedostatkem. Na základě těchto údajů bylo oblastními úřady WHO (Světová zdravotnická organizace) doporučeno všem evropským vládám zaměřit preventivní opatření k edukaci patřičných stravovacích návyků a zlepšení jodace jodlé soli.

Mezi prioritní programy WHO a UNICEF (Dětský fond OSN) patří odstranit nedostatek jodu ve výživě dětí. Na Světovém summitu dětí v roce 1990 byla představiteli zúčastněných států podepsána (v roce 1993 ji schválila i Česká republika) „Deklarace o přežití, ochraně a zdravém vývoji dětí do roku 2000“, podle níž by měl být celosvětově vyřešen jodový deficit a choroby z nedostatku jodu do konce století (BERANOVÁ, 1999).

Jodový deficit zůstává i v současné době jedním z hlavních programů preventivních opatření Světové zdravotnické organizace (WHO) a UNICEFu. Důvodů je celá řada. V prostředí s nedostatkem jodu žije asi 2,0 – 2,2 miliardy osob, takže se jedná o nejrozšířenější rizikový faktor. Nedostatek jodu vede ke zdravotním problémům prakticky ve všech částech světa. Česká republika patří mezi regiony historicky postižené nedostatkem jodu (ZAMRAZIL, 2007).

Vnitrozemské a rozvojové státy jsou, co se týče nedostatku jodu, nejrizikovější skupinou. Na celém světě nedostatkem jodu trpí asi 600 milionů lidí. Desítky milionů dětí jsou postiženy chorobou zvanou kretenismus (KOŘENKOVÁ, 2007).

Určité riziko s neřízenou profylaxí jodového deficitu vede k výraznému zvyšování obsahu jodu v krmné dávce. Důvodem mohou být minerální krmné přísady s různým obsahem jodu, které jsou často zařazovány do krmných dávek a není brán ohled na další příjem jodu ze sušiny objemných a jaderných krmiv (TRÁVNÍČEK, 2007).

Efekt plošné suplementace hospodářských zvířat jodem vedl ke zvýšení obsahu jodu v mléce z $20 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v letech 1992 - 1994 na $380 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v roce 2005 (TRÁVNÍČEK, 2007). Průzkumy hygieniků (RYŠAVÁ, 2005) a veterinárních pracovišť (TRÁVNÍČEK a kol., 2005) přinesly poznatky o narůstajícím až neúměrném obsahu jodu v nativním kravském mléce, a také ve vzorcích mléka v distribuční síti.

2. 2. 3. Zdravotní poruchy vyvolané nadbytkem jódu u lidí

Při hypertyreóze (tyreotoxikóze) se zvyšuje bazální metabolismus. V játrech se urychluje glykogenolýza, postižení jedinci nápadně hubnou i při dostatečné úrovni výživy. Zvyšuje se diuréza a zjišťuje se negativní dusíkatá bilance. Srdeční frekvence, tělesná teplota, dráždivost a neklid se také nápadně zvyšují. Pro tyreotoxikózu je typický exoftalmus (vyboulení očí). Uváděné příznaky charakterizují Graves-Basedowovu chorobu, kterou trpí nejenom lidé, ale i skot, ovce a psi (JELÍNEK, KOUDELA a kol., 2003).

2. 2. 4. Zdravotní poruchy při snížené a zvýšené funkci štítné žlázy u zvířat

Při hypofunkci štítné žlázy u mláďat je značně postižen vývoj a funkce centrální nervové soustavy, zvláště korové části. Dochází k oslabení podmíněných i nepodmíněných reflexů. Celkový tělesný růst je zpomalen a předčasně se zastavuje. Příčinou je nedostatečný anabolismus bílkovin a porucha ve vývoji kostí. U většiny zvířat špatně roste srst, která také vypadává. Ve shodě se snížením celkového metabolismu klesá i tělesná teplota. Při hypofunkci bývá nápadné ukládání tekutiny v podkoží na určitých místech těla, tzv. myxedém, následkem zvýšené hydrofilie tkáňových koloidů.

Pro dospělé zvíře má sice štítná žláza také velký význam, ne však takový jako u vyvíjejícího se organismu. Změny, které nastávají při hypofunkci štítné žlázy, jsou podobné změnám při vývoji s výjimkou změn souvisejících s růstem (BOĎA, LEBEDA a kol., 1972).

U hospodářských zvířat může hypotyreóza probíhat od těžkých poruch až po lehké projevy latentní hypotyreózy. Jsou popsána masová hynutí selat při nedostatku jodu v potravě matek. Telata se nezřídka rodí již se strumou. Struma, vznikající z nedostatku jodu, nemusí být vždy způsobena nedostatkem jodu v endemických

oblastech. Nedostatek jodu může mít endogenní příčiny, jako je nedostatečná absorpce jodu ve střevě způsobená střevní mikroflórou, která váže jod, nebo nadbytek vápenných a hořčkových solí v pitné vodě (BOĎA, LEBEDA a kol., 1972).

Zvýšená činnost štítné žlázy – hypertyreóza je provázena formou inkompletních tyreotoxióz, k nimž se počítá nemoc Gravesova-Basedowova a toxický adenom. Při Basedowově nemoci je štítná žláza zvětšená, značně vaskularizovaná, spíše mikrofolikulární a chudá na koloid. Tyroxinu a jodu obsahuje méně než žláza normální. Hypertyreóza se vyskytuje vzácně u skotu, ovcí, jednokopytníků a masožravců. Při Gravesově-Basedowově chorobě je látková přeměna zvýšena až o 100%, zvyšuje se termogeneze, kůže je teplá s vazodilatovanými cévami a vlhká. Srdeční činnost je zrychlená a dusíková bilance je negativní. Při hypertyreóze dochází ke zvýšené dráždivosti centrální nervové soustavy, tremoru a změnám vyšší nervové činnosti.

Vlastní tyreogenní hyperfunkcí je toxický adenom. Štítná žláza je zvětšená, uzlovitá, zbytek štítné žlázy je téměř nefunkční a atrofický. Celá činnost štítné žlázy je soustředěna do adenomu, látková přeměna je zvýšená, srdeční činnost je zrychlená a méně často je provázená exoftalmem (BOĎA, LEBEDA a kol., 1972).

2. 3. ŠTÍTNÁ ŽLÁZA

2. 3. 1. Stavba a funkce štítné žlázy u skotu

Štítná žláza patří k největším endokrinním žlázám fylogeneticky postavených obratlovců a je jedinou endokrinní žlázou, která svůj sekreční produkt ve velkém množství schraňuje, a to až v množství sto denních potřebných dávek (JELÍNEK, KOUDELA a kol., 2003). Štítná žláza je uložena v krajině hrdla na průdušnici, v úrovni 2. - 8. prstence. Tvoří dva laloky (u skotu spojené ventrálním můstkem), obalené vazivovým pouzdem. Má červenohnědou barvu a tuhou konzistenci. Pod pouzdem se nacházejí váčky, jejichž epitel podle nároků organismu na štítnou žlázu přechází u kubického na cylindrický a naopak. Váčky jsou opředeny hustou sítí krevních vlásečnic, neboť štítná žláza patří mezi nejlépe prokrvované orgány těla. V dutinách váček se nachází koloid s obsahem bílkoviny tyreoglobulinu (MIHOLOVÁ, 1999).

Také inervace je mohutná. Parasympatická i sympatická nervová vlákna končí v bezprostřední blízkosti folikulárního epitelu, což napomáhá nervovým regulacím činnosti štítné žlázy. Připouští se i přítomnost přímých sekretorických vláken (JELÍNEK, KOUDELA a kol., 2003).

U skotu se štítná žláza vyvíjí již v 75. - 90. dni intrauterinního života a nachází se v rozsahu 2. - 8. tracheálního prstence. Žláza má folikulární uspořádání, fyziologicky dosahuje velikosti vlašského ořechu – její hmotnost se pohybuje od 21 do 36 g (SOVA, 1981). KOLB a kol. (1989) uvádějí hmotnost štítné žlázy 15 – 65 g. Podle JELÍNKY, KOUDELY a kol. (2003) je velikost štítné žlázy ovlivněna jak fyziologickými procesy v organismu, tak úrovní výživy, obsahem jodu v krmivu i pitné vodě, teplotními podmínkami, ročním obdobím, pohlavím, věkem živočicha aj. V těsném anatomickém spojení se štítnou žlázou jsou přštítná tělíska (SOVA, 1981). Štítná žláza se vyvíjí ze spodiny embryonálního hltanu. Epitel tvoří dva druhy buněk - folikulární epitelové buňky (90%) a světlé parafolikulární buňky – C buňky (MARVAN, 1998).

Koloid je složen z glykoproteinu tyreoglobulinu, na něž jsou vázány molekuly jodového tyrozinu. Velikost folikulů a výška folikulárních buněk jsou ovlivněny funkční aktivitou. Funkčně nejvíce aktivní folikuly mají malý průměr a jsou vystlány cylindrickým epitelem (JELÍNEK, F. a JELÍNEK, K., 2002). Koloid má podobu želatinózní tekutiny (MARVAN, 1998). Epitel postrádá bazální membránu a epiteliální buňky se dotýkají přímo koloidu, druhým pólem pak řídkého vaziva a sítě krevních vlásečnic, které folikuly obklopují (JELÍNEK, KOUDELA a kol., 2003). S postupující akumulací koloidu se zvětšuje průměr folikulu a klesá výška tyreocytů. Pod vlivem TSH resorbují folikulární buňky koloid, enzymaticky odštěpují trijodtyrosin a trijodtyronin a tyto hormony uvolňují do krevních a lymfatických kapilár (JELÍNEK, F. a JELÍNEK, K., 2002).

Funkce buněk folikulů ve štítné žláze spočívá ve vylučování a transportování jodu, v syntéze tyreoglobulinu a v jeho ukládání v koloidu a dále v odebrání tyreoidálních hormonů z tyreoglobulinu a v jejich vylučování do krevního oběhu (SOVA a kol., 1990).

Funkce štítné žlázy je plně závislá na přítomnosti jodu ve vodě a potravě. Její epitel vstřebává jod z krve a ukládá jej v koloidu, kde se s aminokyselinou tyrozinem stává podkladem pro tvorbu hormonů štítné žlázy (štítná žláza dokáže nahromadit při vysoké aktivitě až 500 krát více jodu, než obsahuje krev) (MIHOLOVÁ, 1999).

Jod obsažený v potravě, je téměř kompletně vstřebán, 15 – 45% je zachyceno štítnou žlázou, zbytek je z těla vyloučen, a to především močí (ANKE a kol., 1993).

Štítná žláza obsahuje asi 20% veškerého jodu v těle zvířat, při 0,02 – 0,05% hmotnosti organismu (SOVA, 1981).

2. 3. 2. Hormony štítné žlázy

Hormony štítné žlázy ovlivňují metabolismus (látkovou výměnu), množení a diferenciaci buněk a tím růst a vývoj celého organismu. Při jejich nedostatku či nadbytku dochází k řadě onemocnění a u vyvíjejících se organismů vznikají především poruchy růstu a vývoje nervové a kosterní soustavy (JELÍNEK, F. a JELÍNEK, K., 2002). MARVAN (1998) uvádí, že hormony štítné žlázy ovlivňují funkci buněk, tkání i orgánů celého těla. Ovlivňují především látkový metabolismus, růst a diferenciaci buněk, zvýšený příjem kyslíku ve tkáních, stimulují tvorbu bílkovin, ovlivňují růstové a vývojové procesy těla. Při jejich nedostatku dochází k vývojovým a růstovým poruchám nervové a kosterní soustavy.

BOĎA a kol. (1990) uvádí, že hlavní účinek tyroxinu a tryjodtyroninu je energetický a metabolický. Hormony štítné žlázy stimulují spotřebu kyslíku a tvorbu tepla tkání, zvyšují celkový metabolismus, zasahují do regulace metabolismu lipidů a sacharidů a jsou důležité pro růst a vývoj organismu. Při nedostatku hormonů se snižuje rezistence k chladu. Zpomalují se mentální a fyzické děje. Dalšími příznaky nedostatku jsou stahy a celkové snížení užítkovosti hospodářských zvířat.

Podstatnou stavební složkou hormonů štítné žlázy je jod. Zvířata získávají jod především z krmiva, vody a z desinfekčních prostředků vstřebáváním přes kůži a sliznici. Hormony štítné žlázy stimulují spotřebu kyslíku ve většině buněk těla. Aktivují a indukují respirační soustavy v mitochondriích, zasahují do látkové výměny vody a solí (SOVA, 1981).

V tyreoglobulinu se syntetizují dva hormony štítné žlázy – tyroxin a trijodtyronin.

Tyroxin je v krvi vázán na specifickou bílkovinu, z níž se uvolňuje do buněk tkání a orgánů. Štěpí se ve všech tkáních, hlavně v játrech a ledvinách, podporuje celkový metabolismus tkání, a tím se rovněž zvyšuje produkce energie a tvorby tepla. Je nezbytný pro běžnou činnost nervové soustavy (mozku), aktivizuje činnost srdce, vstřebávání ve střevním traktu. Zpětně ovlivňuje vylučování růstového hormonu

hypofýzy a podporuje jeho vliv ve tkáních. Dále ovlivňuje pigmentaci a ochlupení kůže, u dojnic zvyšuje laktaci a obsah tuku v mléce.

Trijodtyronin působí stejně jako tyrozin, jen poněkud rychleji, protože kromě vazby na specifickou bílkovinu se nachází v krvi také volně.

Kromě uvedených hormonů vylučuje ještě štítná žláza z buněk mezi váčky hormon kalcitonin, který reguluje hladinu vápníku v krvi. Činnost štítné žlázy je řízena tyreotropním hormonem hypofýzy, mechanismem zpětné vazby (zvýšené množství tyrozinu v krvi brzdí další tvorbu TSH v hypofýze) a kromě toho je ovlivněna množstvím získaného jodu (MIHOLOVÁ, 1999).

2. 4. LÁTKY OVLIVŇUJÍCÍ OBSAH JODU V TĚLE

Obsah jodu v těle závisí na úrovni jeho příjmu, 80% jodu je uloženo ve štítné žláze, zbytek v krvi, mozku, kůži a dalších tkáních. Jod je resorbován ve střevech, jeho stravitelnost zde snižuje vápník, hořčík a železo. Jod nezachycený štítnou žlázou a uvolněný při dejodaci thyroideálních hormonů je vylučován především močí, zčásti i žlučí. Hladina jodu v moči je základním ukazatelem úrovně jeho příjmu a je využívána k zajištění případného deficitu. Vzhledem k poměrně značnému vylučování jodu mlékem je nutné zabezpečení vyššího příjmu jodu u laktujících dojnic (ČERMÁK a kol., 2000).

ČERMÁK a kol. (2000) dále uvádějí, že přirozenými zdroji jodu pro hospodářská zvířata jsou rybí moučka, mořské řasy, seno, siláže, zelená píče a napájecí voda. Obsah jodu v rostlinách je tedy závislý na jeho zastoupení v půdě a vzdálenosti lokality od moře.

Příjem jodu zvířaty je ovlivňován jeho obsahem v potravě, u hospodářských zvířat především v rostlinách a napájecí vodě, či v podávaném minerálním doplňku. Takto přijatý jod je vstřebáván ve střevě (VRZGULA a kol., 1990).

Podle KALAČE A MÍKY (1997) je přísun jodu do organismu omezován tzv. strumigeny. Jsou to látky různého chemického složení a kromě nedostatečného přívodu jodu krmivem mohou být příčinou vzniku strumy. Mezi strumigeny patří chloristany, chlorečnany, dusičnany a produkty hydrolýzy glukosinolátů.

Ke strumigenům mohou dále patřit také deriváty tiazolů, thiouracilu a thiomocoviny jako antagonisté tyroxinu (HRNČIAR a kol., 1982).

Strumigeny inhibují zabudovávání jodu do molekul tyrozinu nebo tyroxinu. Mezi krmiva obsahující strumigenní látky patří například kapusta, hořčice, řepka a luštěniny obsahující thiokyanáty a thinythioxolidon. Léčiva jako sulfonamidy a některá antibiotika mohou mít za určitých podmínek také strumigenní účinky (KRATOCHVÍL, 1992).

K přírodním strumigenům patří také kyanogenní glykosidy, které vznikají biosyntézou z aminokyselin. V trávicím traktu dochází k jejich hydrolyze a produkci HCN a jeho následné konverzi v játrech na thiokyanát (WILLIAMS, 1962).

Dále ke strumigenním látkám patří glukosinoláty, jejichž příjem vede ke zvýšení činnosti štítné žlázy a ke snížení hladiny jejích hormonů cirkulujících v krvi. Rozsah změn závisí na celkovém příjmu glukosinolátů, jejich složení a na délce doby, po kterou je zvíře přijímalo. Při nízkém příjmu glukosinolátů se zvětšují buňky folikulárního epitelu a objevuje se napěněná cytoplazma. Při dlouhodobějším příjmu glukosinolátů následuje hypertrofie štítné žlázy, kdy se její hmotnost zvýší dvakrát až pětkrát. Tyto histologické změny jsou provázeny změnami ve funkci štítné žlázy, především klesá podíl jodu zachyceného štítnou žlázou. Na narušení činnosti štítné žlázy se zřejmě podílejí všechny hlavní štěpné produkty glukosinolátů, tj. nitrily, isothiokyanáty, thiokyanáty a oxazolidinthiony, i když v různé míře. Nejvýznamnější jsou oxazolidinthiony, které interferují se syntézou hormonů, přičemž jejich účinek nelze překonat zvýšením obsahu jodu v krmivu (KALACĚ a MÍKA, 1997).

K další významné skupině strumigenů patří tzv. antropogenní strumigeny zejména nitráty, polychlorované bifenyly, pesticidy a insekticidy. K akumulaci nitrátů dochází v rostlině, pokud příjem dusičnanového N je rychlejší než jeho konverze na N organický. Zastoupení dusičnanového N je asi 3 – 6% u trav, jetelovin a brukvovitých a to především v mladých rostlinách. Dusičnany se více hromadí v lodyhách a řapících než v listových čepelích (PRUGAR a HADAČOVÁ, 1994). Z plodin nejintenzivněji kumulují dusičnany vodnice, dále pak krmná řepka, oves a tetraploidní jílky, a to z důvodů jejich vysokého příjmu nebo v podmínkách, které redukuje tvorbu sušiny, což je za nízké teploty a sucha (KALACĚ a MÍKA, 1988). Obsah NO₃ narůstá při nedostatku vláhy při vyšších teplotách a následně silné deště podporují jejich příjem rostlinami (EL BAHRI a kol., 1997).

2. 5. MLÉKO JAKO ZDROJ JODU

Mléko je zemědělský produkt zvláštního významu a to jak pro výrobce, tak i pro spotřebitele. Je jedním z mála živočišných produktů, které se hodí bez dalšího zpracování k přímé konzumaci. Vzhledem k produkci mléčného tuku, bílkovin, cukrů, minerálií a vitamínů, je pro lidskou výživu zvláště plnohodnotnou potravinou ve velmi dobře využitelné formě a je významně důležitá (DOLEŽAL a kol., 2000).

Minerální látky včetně stopových prvků jsou integrálními složkami všech živých organismů. Organismus získává minerální látky a esenciální stopové prvky výživou, tzn. exogenně. Minerální látky se nacházejí v mléce ve formě pravých roztoků, koloidně dispergované fáze a více či méně jsou pevně vázané na bílkoviny (DRBOHLAV a VODIČKOVÁ, 2001).

Stopové prvky se vyznačují nerovnoměrnou schopností přechodu z krmiva do mléka. Zejména železo, ale i nikl a měď nejsou ovlivněny obsahem v krmné dávce, zatímco naopak obsah jodu, kobaltu, zinku a molybdenu pozitivně koreluje s jejich příjmem (PEŠEK, 1997).

Mléko a mléčné výrobky jsou významným donátorem jodu v lidské výživě, variabilita obsahu jodu v syrovém kravském mléce je však značná (DRBOHLAV a VODIČKOVÁ, 2001). V letech 2003 – 2004 zjistili například KURSA a kol. (2006) rozmezí obsahu jodu v kravském mléce od 15,6 do 1000 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Obsah jodu v mléce je výrazně ovlivněn dietou. Vztah obsahu jodu v potravě k jeho množství v mléce je možné vyjádřit korelačním koeficientem $r = 0,66$ (MAAS, 1989). Podle DABURONA a kol. (1989) je množství jodu v mléce závislé na stadiu laktace. Koeficient přenosu jodu do mléka je v přímé korelaci s produkcí mléka.

Dle HERZIGA a KURSY (2005) jsou mléko a mléčné výrobky významnou skupinou potravin s poměrně vysokým obsahem jodu. Jako zdroj jodu je tato skupina potravin v našich podmínkách a s ohledem na jeho spotřebu a výživové zvyklosti v České republice mimořádně významná. Nezapomenutelná je zvláště pak pro ty skupiny populace, kterým je doporučen zvýšený přívod jodu a zároveň je doporučen ze zdravotních důvodů omezený příjem soli, tedy i soli jodované. Také ŘEHŮRKOVÁ a kol. (2000) uvádí, že z hlediska dietární expozice patří mléko a mléčné výrobky mezi nejvýznamnější zdroje jodu pro humánní populaci.

K. ISAAC - OLIVE a kol. (2008) uvádějí, že mléko zabezpečuje 16 – 30% přísun jodu potravou. WHO doporučuje denní příjem jodu pro dospělé v rozmezí 100 – 300 μg .

2. 6. OBSAH JODU V MLÉCE A MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH

HEJTMÁNKOVÁ a kol. (2006) uvádí průměrný obsah jodu v mléce dojnic ze sedmi různých farem ve středních a severních Čechách v období od dubna 2000 do srpna 2001 na hranici $251 \pm 110 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v rozmezí od 147 do $605 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v zimním období a průměrnou hodnotu $212 \pm 104 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s rozmezím hodnot $35 - 484 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v letním období. Dále uvádí, že byly zjištěny statisticky významně nižší hodnoty obsahu jodu v mléce dojnic krmených s přidavkem řepkových výlisků ve srovnání s obsahem jodu v mléce dojnic krmených bez tohoto přídatku. Dojnice krmené v zimě kukuřičnou siláží bez přídatku řepkových výlisků, měly v zimním období statisticky vyšší obsah jodu v mléce ve srovnání s letním obdobím, kdy byly krmeny čerstvou pící. Tím lze předpokládat, že čerstvá píce obsahuje strumigenní látky.

MILLER (1975) také uvádí, že dojnice vylučují do mléka méně jodu než samice jiných druhů hospodářských zvířat.

RYŠAVÁ a kol. (2007) porovnávali obsah jodu v mléce v distribuční síti a hodnoty porovnávali s osmi okolními zeměmi v Evropě. V českých vzorcích byly zjištěny jedny z nejvyšších hodnot obsahu jodu (průměr z 5 vzorků $472 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), což při konzumaci 2 porcí mléka ($2 \times 0,2$ litru) představuje 126% z denní doporučené dávky $150 \mu\text{g}$ jodu na osobu a den. Autoři dále uvádějí, že se obsah jodu v porovnání s rokem 1997 zvýšil téměř trojnásobně.

KURSA a kol. (2007) považují mléko s obsahem $100 - 200 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ jako žádoucí z hlediska mléka jako potraviny. Toto množství bylo zjištěno zhruba u 1/3 chovů dojnic (rok 2004 – 38%, rok 2005 – 33%, rok 2006 – 32%). V tomto období se také zvýšil podíl chovů, které měly v mléce obsahy mezi $250 - 500 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. V roce 2004 – 27%, 2005 – 45% a 2006 – 32%.

Nejnovější průzkum týkající se obsahu jodu v konzumním mléce s tučností 1,5% provedl CHPŘ SZÚ (2007) na podnět Vědeckého výboru pro potraviny. V první polovině měsíce dubna 2007 bylo analyzováno 8 vzorků odebraných náhodně z tržní

sítě v České republice (hypermarkety). Ve výsledcích byly zjištěny hodnoty výrazně převyšující úroveň $200 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Výjimkou bylo pouze mléko označené původem z Belgie. Průměrná hodnota z analyzovaných vzorků byla $343,7 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to v rozmezí hodnot $136,1 - 418,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Oproti tomu v roce 2005 i 2006 se průměrné koncentrace v konzumním mléce pohybovaly kolem $500 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (v roce 2005 byla průměrná hodnota $543,5 \pm 74,4 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a $663,7 \pm 197,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v roce 2006).

KURSA a kol. (2005) provedli vyhodnocení 226 bazénových vzorků mléka a prokázali průměrnou koncentraci jodu $310,4 \pm 347,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ s variačním rozpětím <10 a $>1000 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Uvádějí, že zjištěné výkyvy jsou odezvou hlubokých rozdílů v saturaci dojníc jodem. Průměrná koncentrace jodu v mléce převyšuje nálezy zaznamenané před suplementací, která byla zahájena v letech 1997 - 1999 dvaapůlkrát a je vyšší než současný evropský standard.

PAULÍKOVÁ a kol. (2008) v letech 2002 až 2007 vyšetřovali 457 vzorků mléka dojníc z různých regionů Slovenska. Obsah jodu byl nižší než $50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u 114 vzorků (24,9%), 295 vzorků (64,3%) mělo obsah jodu v rozmezí $50 - 200 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, 19 vzorků (4,2%) vykazovalo hodnoty $200 - 500 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, u 17 vzorků (3,7%) se hodnoty pohybovaly mezi $500 - 1000 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a 13 vzorků (2,8%) se prokázalo obsahem jodu přes $1000 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Stanovením obsahu jodu v mléčných výrobcích se zabývala HEJTMÁNKOVÁ a kol. (2000). U modelově vyrobených jogurtů a u jogurtů z tržní sítě prováděli stanovení obsahu jodu pomocí metody HPLC. Modelové jogurty byly vyrobeny z kravského a kozího mléka s použitím různých mléčných kultur. U jogurtů z kravského mléka se hodnoty obsahu jodu pohybovaly v rozmezí $252,9 - 341,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Průměrné hodnoty obsahu byly $256,2 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ (mléčná kultura JK) a $309,2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (mléčná kultura WV2). U jogurtů z tržní sítě stanovovali obsah jodu u smetanového bílého jogurtu. Zde se hodnoty pohybovaly od $176,7$ do $332,8 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ s průměrnou hodnotou $239,7 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ a mediánem $232,4$.

V jogurtech také stanovoval obsah jodu CRESSEY (2003). Jím zjištěné hodnoty se pohybovaly v rozmezí $0,06 - 0,12 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$ s průměrnou hodnotou $0,09 \text{ mg I} \cdot \text{kg}^{-1}$.

2. 7. OBSAH JODU V OSTATNÍCH ŽIVOČIŠNÝCH PRODUKTECH

V letech 2004 – 2005 stanovil TRÁVNÍČEK a kol. (2006b) obsah jodu ve vejcích z 19 velkochovů a 21 malochovů v ČR. U velkochovů byl v roce 2004 průměrný obsah jodu $1014,1 \pm 356,6$ a v roce 2005 to byla hodnota $1638,8 \pm 1179,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty ($P < 0,01$). V roce 2004 byl obsah jodu ve žloutku z malochovů $307,1 \pm 555,7$ a $519,5 \pm 508,2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty ($P < 0,01$) v roce 2005. V bílku zjistili obsah jodu $16,2 \pm 9,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a jeho podíl na celkovém obsahu jodu ve vejci byl 2,6 – 5%. Na krytí denní potřeby jodu lidského konzumenta se vejce z malochovů podílejí z 2,2 – 4,4% a z velkochovů 7 – 14%. Dále zjistili, že nejvyšší koncentrace obsahu jodu ve žloutku byly mezi 32. a 60. dnem snášky.

HERZIG a kol. (2005) zjišťovali obsah jodu v mase. Ve vzorcích stehenní svaloviny jatečných prasat z 10 okresů v České republice autoři stanovili průměrnou koncentraci $25,6 \pm 15,5 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty s kolísáním hodnot od 8,5 do $66,2 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$. Rozdíly mezi některými chovy byly statisticky průkazné a odrážely úroveň suplementace jodem s možným uplatněním strumigenů a environmentálních faktorů. Při roční spotřebě vepřového masa 40,9 kg na osobu je zajištěna potřeba jodu na 2 – 10 dní (0,5 – 2,7%). TRÁVNÍČEK a kol. (2007) dále prováděli vyhodnocení obsahu jodu ve stehenní svalovině skotu (n 48, býci a krávy z 8 chovů v 6 okresech ČR). Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 30,9 do $83,3 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ s průměrem $56,7 \pm 16,7 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. Vyšší obsah jodu zjištěný v mase přisuzují prováděné suplementaci, která u krav po porodu dosahovala 10 až 15 mg na kus a den. V chovu býků byla potřeba kryta pouze z přirozených zdrojů.

HERZIG a kol. (2007) také stanovovali obsah jodu ve svalovině brojlerových kuřat. V prsní svalovině byla průměrná koncentrace jodu $18,9 \pm 6,7 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$ a ve stehenní svalovině průměr dosahoval hodnoty $37,2 \pm 19,3 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$. Statisticky významně vyšší obsah jodu ve stehenní svalovině ($P < 0,01$) přisuzují větší lokomoční zátěži a vyššímu stupni krevního zásobení.

3. MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

3. 1. ODBĚR VZORKŮ

Nákup vzorků byl prováděn v Hypermarketu Globus v Českých Budějovicích, a to od září 2007 do listopadu 2008. Celkem bylo odebráno 43 vzorky konzumního mléka s 1,5% tučností a 59 vzorků bílých jogurtů. Výrobky jsem nakupovala vždy v polovině měsíce a pouze v měsících září, říjen, listopad, březen, duben, květen.

3. 1. 1. Vzorky konzumního mléka

Z koupeného výrobku se vždy pipetou odměřilo 0,5 ml konzumního mléka do spalovací zkumavky. Obsah jodu se stanovoval metodou dle Sandell-Kolthoffa.

Vzorky konzumních mlék jsou od těchto výrobců: Madeta a.s. (Madeta jihočeské mléko polotučné), Mlékárna Hlinsko s.r.o. (Tatra mléko trvanlivé polotučné), Ehrman Stříbro s.r.o. (Dr. Halíř mléko polotučné trvanlivé), Olma a.s. (Olma čerstvé mléko polotučné), ALIMPEX-FOOD a. s. (Promil čerstvé mléko polotučné).

3. 1. 2. Vzorky jogurtů

U vzorků jogurtů se navažovala hmotnost 0,25 g. Dále se postupovalo jako u mléka.

Vzorky bílých jogurtů byly odebírány od těchto výrobců: Agro-LA s.r.o. (Madeta tradiční jogurt bílý), Choceňská mlékárna s.r.o. (Max-choceňský bílý jogurt), Ehrman Stříbro s.r.o. (Dr. Halíř bílý jogurt), Hollandia Karlovy Vary a.s. (Hollandia selský jogurt bílý), Olma a.s. (Olma silueta light jogurt natur), Danone a.s. (Danone Activia bílá), RAJO a.s. (Meggle classic jogurt bílý).

3. 2. STANOVENÍ OBSAHU JODU V MLÉCE A JOGURTECH

Jod se stanovoval alkalickou spalovací metodou obdobných způsobem jako při stanovení proteinového jodu v séru. Jelikož se jedná téměř výlučně o anorganický jod nebo v případě kontaminace cizí látkou jod nevázaný na bílkoviny, stanovoval se vlastně jod celkový.

3. 2. 1. Reagencie

- a) Roztok síranu zinečnatého 10%.
- b) Roztok hydroxidu draselného 4M.
- c) Kyselá směs (116,9 g NaCl se rozpustí ve 400 ml deionizované vody. 13 g metaarzenitanu sodného se rozpustí ve 40 ml 7% KOH. Připraví se zředěná kyselina sírová (241 ml kyseliny sírové a 1 000 ml deionizované vody). Připravený roztok NaCl a metaarzenitanu sodného se přidá ke zředěné kyselině sírové a směs se doplní neionizovanou vodou do 2 000 ml celkového objemu).
- d) Roztok síranu ceričito-amonného (Odváží se přesně 6,325 g síranu ceričito-amonného a rozpustí se v 1 000 ml deionizované vody. K roztoku se přidá 161 ml koncentrované kyseliny sírové a směs se doplní deionizovanou vodou do celkového objemu 2 000 ml).
- e) Roztok octanu brucinu (0,5 g brucinu se v odměrné baňce suspenduje v deionizované vodě, přidá se 0,6 ml ledové kyseliny octové a doplní se deionizovanou vodou do 50 ml).
- f) Základní standardní roztok KI (130,8 mg KI se rozpustí v 1 000 ml deionizované vody).

3. 2. 2. Postup stanovení

Do speciální spalovací zkumavky z těžkotavitelného skla se odměří vzorek mléka o objemu 0,5 ml nebo 0,25 g vzorku jogurtu. Přidá se 1 ml síranu zinečnatého, 1 ml M KOH a několik krystalků chlorečnanu draselného. Souběžně se vzorky se zpracovávají i kalibrační vzorky, připravené ze základního standardního roztoku a to v koncentracích 150, 100, 50, 25, 12,5 a 0 $\mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Analyzované vzorky souběžně

s kalibračními se vysouší 24 hodin při teplotě 115 °C. Po vysušení se zkumavky se vzorky (a také zpracované kalibrační standardy) žíhají v muflové peci. Spalování probíhá tak, že po dosažení teploty 500 °C se pec udržuje půl hodiny při této teplotě. Poté se teplota zvýší na 600 °C. Při této teplotě se zkumavky žíhají 1 hodinu, přičemž se pec krátce po 15 sec. ventiluje a to po 5, 20 a 40 minutách.

Po skončení spalování a vychladnutí zkumavek se zbytek po vyžívání suspenduje v 6 ml deionizované vody. Zkumavky se centrifugují 10 minut při 3 000 otáčkách za minutu. Z čirého supernatantu se do tenkostěnných zkumavek odpipetují 2 ml. Kalibrační standardy se zpracovávají v duplikátech.

Poté se přidají 2 ml kyselé směsi, zkumavky se protřepou a inkubují v ledové lázni 4 °C 10 minut. Dále se přidají 2 ml síranu ceričito-amonného a inkubuje se 20 minut v lázni 40 °C a potom v ledové lázni 10 minut.

Po vyjmutí z ledové lázně se obsah zkumavek převrství 0,5 ml octanem brucinu, promíchá a inkubuje v horkovzdušné sušárně 15 minut.

Po vyndání ze sušárny se zkumavky nechají stát 30 minut při pokojové teplotě.

3. 2. 3. Hodnocení

Po uplynutí inkubace se měří absorbance při 430 nm proti deionizované vodě. Z naměřených hodnot kalibračních roztoků se sestrojuje kalibrační křivka a odečítají se naměřené hodnoty absorbancí vzorků.

Výsledná hodnota udává množství $\mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty. U jogurtů jsem výsledek přepočítala na 100% sušinu.

3. 2. 4. Stanovení sušiny jogurtů

Sušina jogurtů se stanovuje vážkově s pomocí nasávací hmoty (písku). Stanovení sušiny jogurtů se používá k technologickým účelům a ke kontrole, zda jogurt odpovídá normě.

3. 2. 4. 1. Postup stanovení

Do hliníkové vysoušecí misky se nasype přiměřené množství písku a vysuší se při teplotě 102 °C cca 15 minut. Poté se z promíchaného vzorku jogurtu odváží do vysoušecí misky 5 g jogurtu s přesností na 0,01 g a vysuší se v sušárně

do konstantní hmotnosti. Po půl hodině se vysoušecí miska vyjme, popř. se vytvořený povlak na povrchu rozmělní a promísí tyčinkou a znovu vloží do sušárny. Po jednohodinovém sušení se vysoušecí miska opět vyjme a vloží do exsikátoru, v němž se nechá vychladnout. Po vyjmutí z exsikátoru se zváží a znovu vloží na půl hodiny do sušárny. Po opětovném vyjmutí a vychladnutí v exsikátoru se zváží a zjišťuje se, zda hmotnost zůstala nezměněna.

3. 2. 4. 2. Zjištěné hodnoty sušiny

- Madeta tradiční jogurt bílý – 24,8% sušiny
- Danone Activia bílá jogurt – 15,8% sušiny
- Dr. Halíř bílý jogurt – 16,4% sušiny
- Max-chocenský bílý jogurt – 18,7% sušiny
- Olma silueta light jogurt natur – 13,4% sušiny
- Meggle classic jogurt bílý – 14,5% sušiny
- Hollandia selský jogurt bílý – 14,4% sušiny

4. VÝSLEDKY

4. 1. VYHODNOCENÍ OBSAHU JODU V KONZUMNÍM MLÉCE V ROCE 2007

V tabulce č. 5 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu jodu ve vzorcích konzumního mléka, které byly odebrány v měsících září, říjen a listopad v roce 2007.

Tab. 5: Obsah jodu v konzumním mléce v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

Výrobek	IX / 2007	X / 2007	XI / 2007
Madeta mléko	354,4	---	330,7
Dr. Halíř mléko	256,6	286,4	---
Promil mléko	291,0	227,0	241,0
Olma mléko	404,8	310,0	---
Spar mléko	377,4	321,0	205,4
\bar{x}	336,8	286,1	259,0
Sx	54,9	36,3	52,7
Min	256,6	227,0	205,4
Max	404,8	321,0	330,7
Medián	354,4	298,2	241,0
Počet	5	4	3

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 5 se hodnoty jodu pohybují od 259,0 do 336,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 404,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a to v měsíci září u výrobku značky Olma a minimální hodnota 205,4 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Spar v měsíci listopad.

Celkem bylo v tomto období odebráno 12 vzorků konzumního polotučného mléka.

Tab. 6: Obsah jodu v konzumním mléce podle výrobců v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

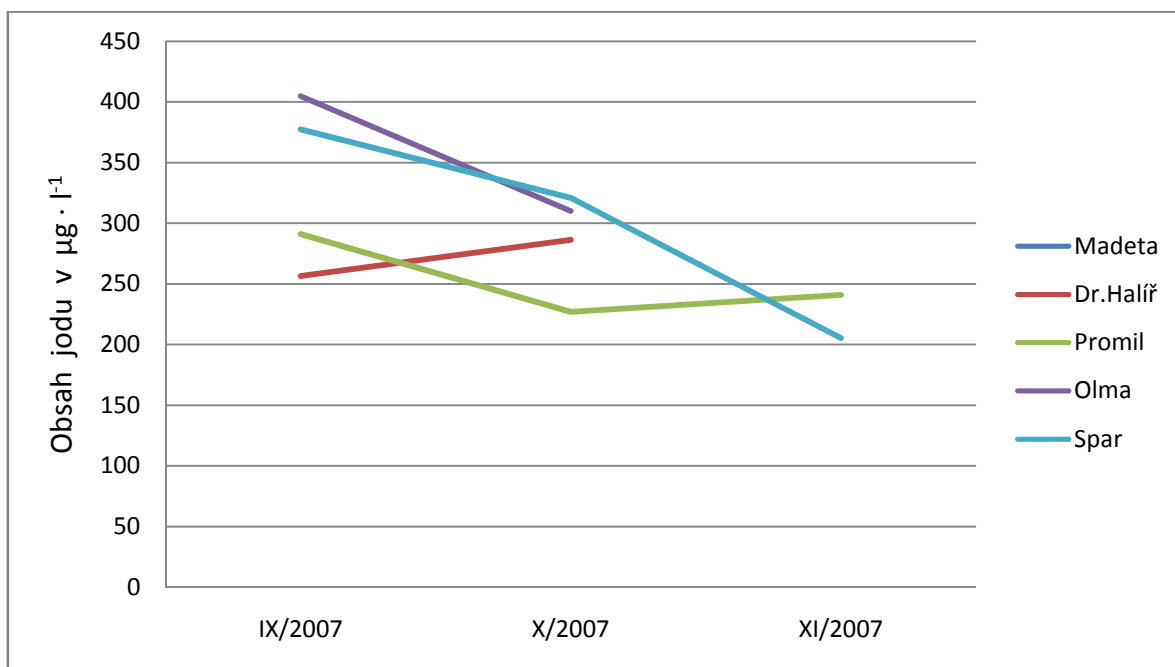
Výrobek	\bar{x}	Sx	Min	Max	Medián	Počet
Madeta mléko	342,5	11,8	330,7	354,4	342,5	2
Dr. Halíř mléko	271,5	14,9	256,6	286,4	271,5	2
Promil mléko	253,0	27,4	227,0	291,0	241,0	3
Olma mléko	357,4	47,4	310,0	404,8	357,4	2
Spar mléko	301,2	71,5	205,4	377,4	321,0	3

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 6 se hodnoty jodu pohybují od 253,0 do 357,4 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 404,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to u výrobku značky Olma a minimální hodnota 205,4 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Spar.

Celkem bylo v roce 2007 odebráno 12 vzorků konzumního polotučného mléka od pěti výrobců.

Graf 1: Obsah jodu v konzumním mléce v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)



Na grafu č. 1 je znázorněna dynamika obsahu jodu ve vzorcích konzumního mléka v průběhu třech měsíců (září, říjen, listopad) v roce 2007. U výrobku Madeta nebyl odebrán vzorek v měsíci říjnu a u výrobků Dr. Halíř a Olma v měsíci listopadu. Zjištěné hodnoty obsahu jodu v odebraných vzorcích se pohybovaly v rozmezí 200,0 až 405,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

4. 2. VYHODNOCENÍ OBSAHU JODU V KONZUMNÍM MLÉČE V ROCE 2008

4. 2. 1. Obsah jodu v měsících březen až květen

V tabulce č. 7 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu jodu ve vzorcích konzumního mléka, které byly odebrány v měsících březen, duben a květen v roce 2008.

Tab. 7: Obsah jodu v konzumním mléce v měsících březen až květen v roce 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

Výrobek	III / 2008	IV / 2008	V / 2008
Madeta mléko	311,6	203,8	370,2
Dr. Halíř mléko	324,8	217,8	366,6
Tatra mléko	226,0	245,8	294,0
Promil mléko	217,8	223,8	92,8
Olma mléko	470,0	213,8	333,0
Spar mléko	261,0	216,4	---
\bar{x}	301,8	220,2	291,3
Sx	85,03	12,89	102,9
Min	217,8	203,8	92,8
Max	470,0	245,8	370,2
Medián	286,3	217,1	333,0
Počet	6	6	5

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 7 se hodnoty jodu pohybují od 220,2 do 301,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 470,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a to v měsíci březnu u výrobku značky Olma a minimální hodnota 92,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Promil v měsíci květnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 17 vzorků konzumního polotučného mléka.

4. 2. 2. Obsahu jodu v měsících září až listopad

V tabulce č. 8 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu jodu ve vzorcích konzumního mléka, které byly odebrány v měsících září, říjen a listopad v roce 2008.

Tab. 8: Obsah jodu v konzumním mléce v měsících září až listopad roku 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

Výrobek	IX / 2008	X / 2008	XI / 2008
Madeta mléko	403,8	340,6	732,0
Dr. Halíř mléko	274,0	308,0	---
Tatra mléko	255,8	314,2	350,0
Promil mléko	282,4	266,0	640,4
Olma mléko	260,8	285,8	311,8
\bar{x}	295,3	302,9	508,5
Sx	55,0	25,4	181,0
Min	255,8	266,0	311,8
Max	403,8	340,6	732,0
Medián	274,0	308,0	495,2
Počet	5	5	4

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 8 se hodnoty jodu pohybují od 295,3 do 508,5 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 732,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to v listopadu u výrobku značky Madeta a minimální hodnota 255,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Tatra v měsíci září.

Celkem bylo v tomto období odebráno 14 vzorků konzumního polotučného mléka.

Tab. 9: Obsah jodu v konzumním mléce podle výrobců v roce 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

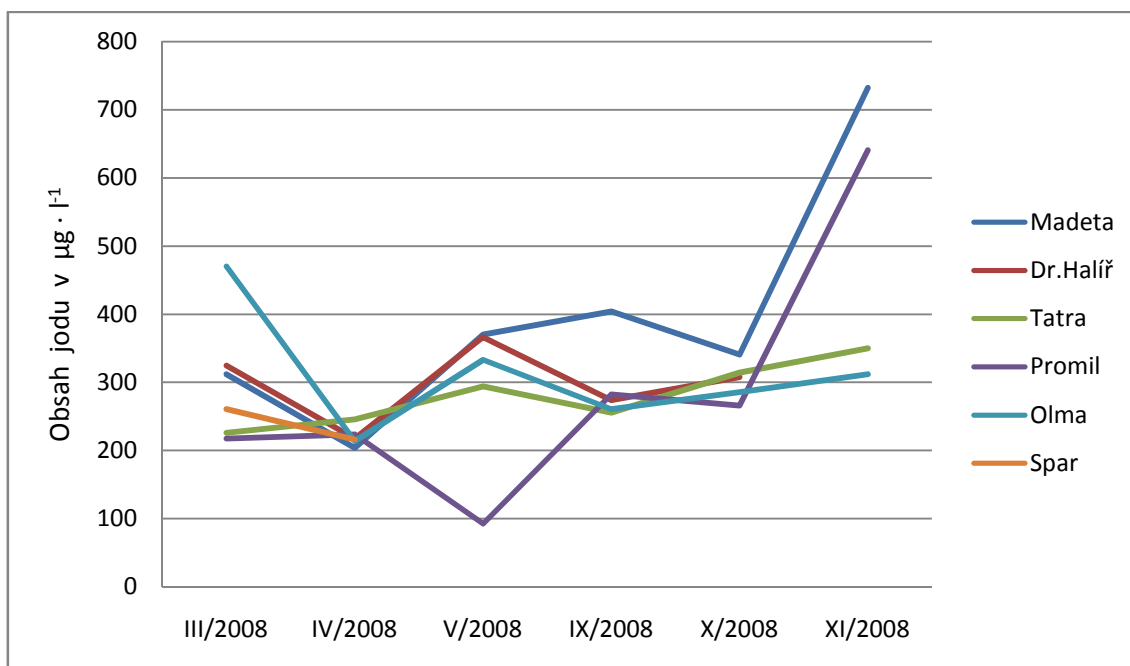
Výrobek	\bar{x}	Sx	Min	Max	Medián	Počet
Madeta mléko	393,6	163,6	203,8	732,0	355,4	6
Dr. Halíř mléko	298,2	50,0	217,8	366,6	308,0	5
Tatra mléko	280,9	42,6	226,0	350,0	274,9	6
Promil mléko	287,2	169,2	92,8	640,4	244,9	6
Olma mléko	312,5	79,9	213,8	470,0	298,8	6
Spar mléko	238,7	22,3	216,4	261,0	238,7	2

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 9 se hodnoty jodu pohybují od 238,7 do 393,6 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 732,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to u výrobku značky Madeta a minimální hodnota 92,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Promil.

Celkem bylo v roce 2008 odebráno 31 vzorků konzumního polotučného mléka od šesti výrobců.

Graf 2: Obsah jodu v konzumním mléce v roce 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)



Na grafu č. 2 je znázorněna dynamika obsahu jodu ve vzorcích konzumního mléka v průběhu šesti měsíců (březen, duben, květen, září, říjen a listopad) v roce 2008. U výrobku Spar byly vzorky odebrány pouze v měsících březem a duben. U výrobku Dr. Halíř nebyl odebrán vzorek v měsíci listopadu. Zjištěné hodnoty obsahu jodu v odebraných vzorcích se pohybovaly v rozmezí 92,8 až 732,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

4. 3. VYHODNOCENÍ OBSAHU JODU V JOGURTECH V ROCE 2007

4. 3. 1. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů

V tabulce č. 10 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů odebraných v měsících září, říjen a listopad v roce 2007. Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Tab. 10: Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

Výrobek	IX / 2007	X / 2007	XI / 2007
Madeta jogurt	633,7	602,1	596,7
Max-choceňský j.	495,3	405,9	349,5
Hollandia jogurt	243,8	200,2	---
Danone jogurt	503,5	519,3	357,3
Olma silueta jogurt	415,2	505,0	409,2
Meggle classic j.	289,9	384,2	229,2
Dr. Halíř jogurt	420,9	291,7	267,5
\bar{x}	428,9	415,4	368,2
Sx	122,9	177,2	118,1
Min	243,8	200,2	229,2
Max	633,7	602,1	596,7
Medián	420,9	405,9	353,4
Počet	7	7	6

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 10 se hodnoty jodu pohybují od 368,2 do 428,9 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 633,7 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to v září u výrobku značky Madeta a minimální hodnota 200,2 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia v měsíci říjnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 20 vzorků bílých jogurtů.

4. 3. 2. Obsah jodu v jogurtech přepočítaný na 100% sušinu

V tabulce č. 11 jsou uvedeny hodnoty obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů odebraných v měsících září, říjen a listopad v roce 2007. Pro objektivní vyhodnocení obsahu jodu jsou hodnoty z důvodů rozdílného obsahu sušiny v jogurtech (13 – 25%) přepočteny na 100% sušinu.

Tab. 11: Obsah jodu v jogurtech v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Výrobek	IX / 2007	X / 2007	XI / 2007
Madeta jogurt	2546,0	2418,0	2397,3
Max-choceňský j.	2647,2	2169,4	1867,9
Hollandia jogurt	1690,7	1388,3	---
Danone jogurt	3174,6	3274,2	2252,8
Olma silueta jogurt	3077,8	3743,5	3033,3
Meggle classic j.	1991,0	2638,7	1574,1
Dr. Halří jogurt	2563,3	1776,4	1629,1
\bar{x}	2527,2	2486,9	2125,7
Sx	496,5	759,6	505,1
Min	1690,7	1388,3	1574,1
Max	3174,6	3743,5	3033,3
Medián	2563,3	2418,0	2060,4
Počet	7	7	6

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 11 se hodnoty jodu pohybují od 2125,7 do 2527,2 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 3743,5 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a to v říjnu u výrobku značky Olma silueta jogurt a minimální hodnota 1388,3 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia jogurt také v říjnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 20 vzorků bílých jogurtů.

Tab. 12: Obsah jodu v jogurtech podle výrobců v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

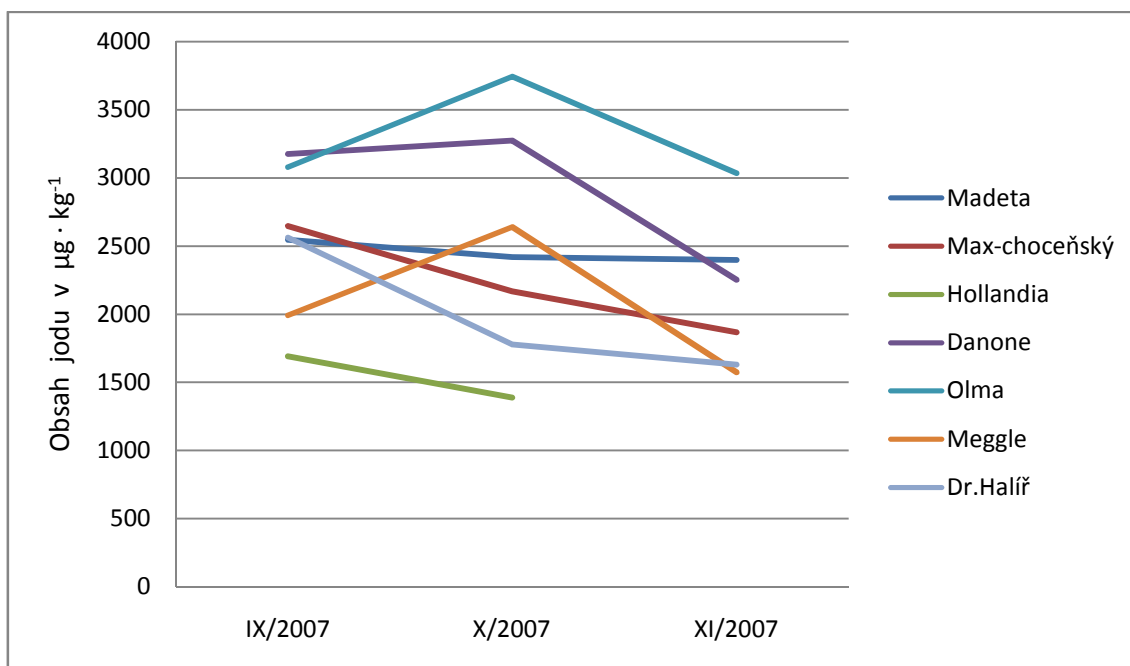
Výrobek	\bar{x}	Sx	Min	Max	Medián	Počet
Madeta jogurt	2453,8	65,7	2397,3	2546,0	2418,0	3
Max-choceňský jogurt	2228,2	320,8	1867,9	2647,2	2169,4	3
Hollandia jogurt	1539,5	151,1	1388,3	1690,7	1539,5	2
Danone jogurt	2900,5	459,8	2252,8	3274,2	3174,6	3
Olma silueta j.	3284,8	324,7	3033,3	3743,5	3077,8	3
Meggle classic j.	2067,9	437,9	1574,1	2638,7	1991,0	3
Dr. Halíř jogurt	1989,6	410,0	1629,1	2563,3	1776,4	3

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 12 se hodnoty jodu pohybují od 1539,5 do 3284,8 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 3743,5 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a to u výrobku značky Olma a minimální hodnota 1388,3 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia.

Celkem bylo v roce 2007 odebráno 20 vzorků bílých jogurtů od sedmi výrobců.

Graf 3: Obsah jodu v jogurtech v roce 2007 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)



Na grafu č. 3 je znázorněna dynamika obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů v průběhu třech měsíců (září, říjen, listopad) v roce 2007. U výrobku Hollandia nebyl odebrán vzorek v měsíci listopadu. Zjištěné hodnoty obsahu jodu v odebraných vzorcích se pohybovaly v rozmezí 1300,0 až 3750,0 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

4. 4. VYHODNOCENÍ OBSAHU JODU V JOGURTECH V ROCE 2008

4. 4. 1. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v měsících březen až květen

V tabulce č. 13 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů odebraných v měsících březen, duben a květen v roce 2008. Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Tab. 13: Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v měsících březen až květen 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

Výrobek	III / 2008	IV / 2008	V / 2008
Madeta jogurt	592,6	636,0	845,5
Max-choceňský j.	251,8	313,4	388,4
Hollandia jogurt	133,3	327,0	195,5
Danone jogurt	320,4	385,8	553,9
Olma silueta jogurt	480,0	501,7	469,7
Meggle classic j.	334,1	202,0	383,7
Dr. Halíř jogurt	356,3	369,2	330,1
\bar{x}	352,6	390,7	452,4
Sx	138,0	130,1	190,8
Min	133,3	202,0	195,5
Max	592,6	636,0	845,5
Medián	334,1	369,2	388,4
Počet	7	7	7

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 13 se hodnoty jodu pohybují od 352,6 do 452,4 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 845,5 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to v květnu u výrobku značky Madeta a minimální hodnota 133,3 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia jogurt v měsíci březnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 21 vzorků bílých jogurtů.

4. 4. 2. Obsah jodu v měsících březen až květen přepočítaný na 100% sušinu

V tabulce č. 14 jsou uvedeny hodnoty obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů odebraných v měsících březen, duben a květen v roce 2008. Pro objektivní vyhodnocení obsahu jodu jsou hodnoty z důvodů rozdílného obsahu sušiny v jogurtech (13 – 25%) přepočteny na 100% sušinu.

Tab. 14: Obsah jodu v jogurtech v měsících březen až květen roku 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Výrobek	III / 2008	IV / 2008	V / 2008
Madeta jogurt	2380,8	2555,2	3396,9
Max-choceňský j.	1345,8	1675,0	2075,8
Hollandia jogurt	924,4	2267,6	1355,7
Danone jogurt	2020,1	2432,5	3492,4
Olma silueta jogurt	3558,1	3719,0	3481,8
Meggle classic j.	2294,6	1387,3	2635,3
Dr. Halíř jogurt	2169,9	2248,4	2010,3
\bar{x}	2099,1	2326,4	2635,4
Sx	775,0	688,5	790,3
Min	924,4	1387,3	1355,7
Max	3558,1	3719,0	3492,4
Medián	2169,9	2267,6	2635,3
Počet	7	7	7

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 14 se hodnoty jodu pohybují od 2099,1 do 2635,4 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 3719,0 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a to v dubnu u výrobku značky Olma silueta jogurt a minimální hodnota 924,4 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia jogurt v měsíci březnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 21 vzorků bílých jogurtů.

4. 4. 3. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v měsících září až listopad

V tabulce č. 15 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů odebraných v měsících září, říjen a listopad v roce 2008. Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Tab. 15: Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů v měsících září až listopad 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

Výrobek	IX / 2008	X / 2008	XI / 2008
Madeta jogurt	605,6	599,2	697,7
Max-choceňský j.	299,0	367,9	554,6
Hollandia jogurt	332,8	205,9	391,4
Danone jogurt	445,8	383,0	522,6
Olma silueta jogurt	275,0	380,7	741,8
Dr. Halíř jogurt	443,6	290,3	579,8
\bar{x}	400,3	371,1	581,3
Sx	112,9	119,7	115,1
Min	275,0	205,9	391,4
Max	605,6	599,2	741,8
Medián	388,2	374,3	567,2
Počet	6	6	6

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 15 se hodnoty jodu pohybují od 371,1 do 581,3 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mokré hmoty.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 741,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, a to v listopadu u výrobku značky Olma silueta jogurt a minimální hodnota 205,9 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia jogurt v měsíci říjnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 18 vzorků bílých jogurtů.

4. 4. 4. Obsahu jodu v měsících září až listopad přepočítaný na 100% sušinu

V tabulce č. 16 jsou uvedeny hodnoty obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů odebraných v měsících září, říjen a listopad v roce 2008. Pro objektivní vyhodnocení obsahu jodu jsou hodnoty z důvodů rozdílného obsahu sušiny v jogurtech (13 – 25%) přepočteny na 100% sušinu.

Tab. 16: Obsah jodu v jogurtech v měsících září až listopad roku 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Výrobek	IX / 2008	X / 2008	XI / 2008
Madeta jogurt	2433,1	2407,3	2803,1
Max-choceňský j.	1598,0	1966,3	2964,1
Hollandia jogurt	2307,9	1427,8	2714,2
Danone jogurt	2808,3	2414,8	3295,0
Olma silueta jogurt	2038,5	2822,0	5498,8
Dr. Halíř jogurt	2701,5	1767,9	3531,0
\bar{x}	2314,5	2134,4	3467,7
Sx	407,6	463,2	950,6
Min	1598,0	1427,8	2714,2
Max	2808,3	2822,0	5498,8
Medián	2370,5	2186,8	3129,6
Počet	6	6	6

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 16 se hodnoty jodu pohybují od 2134,4 do 3467,7 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 5498,8 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a to v listopadu u výrobku značky Olma silueta jogurt a minimální hodnota 1427,8 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia jogurt v měsíci říjnu.

Celkem bylo v tomto období odebráno 18 vzorků bílých jogurtů.

Tab. 17: Obsah jodu v bílých jogurtech podle výrobců v roce 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

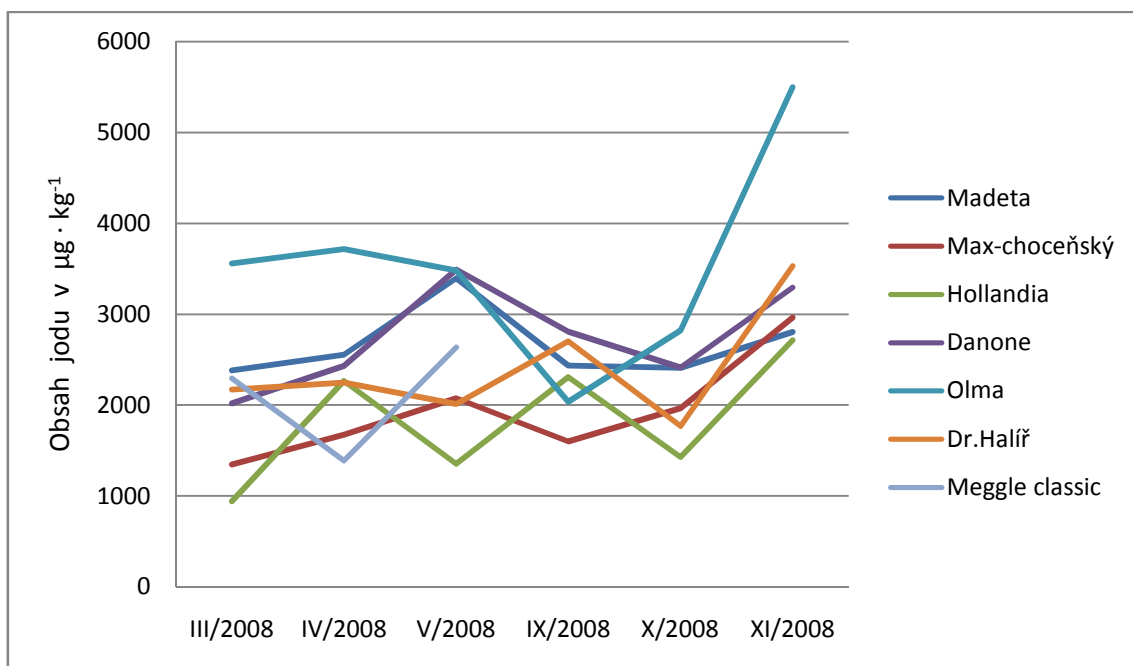
Výrobek	\bar{x}	Sx	Min	Max	Medián	Počet
Madeta jogurt	2662,7	357,7	2380,8	3396,9	2494,1	6
Max-choceňský jogurt	1937,5	517,7	1345,8	2964,1	1820,6	6
Hollandia jogurt	1832,9	633,5	924,4	2714,2	1847,7	6
Danone jogurt	2743,9	515,9	2020,1	3492,4	2620,4	6
Olma silueta j.	3519,7	1052,0	2038,5	5498,8	3520,0	6
Meggle jogurt	2105,7	526,6	1387,3	2635,3	2294,6	3
Dr. Halíř jogurt	2404,8	576,9	1767,9	3531,0	2209,1	6

Při porovnání průměrných hodnot v tabulce č. 17 se hodnoty jodu pohybují od 1832,9 do 3519,7 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Hodnoty jsou přepočteny na 100% sušinu.

Maximální hodnota obsahu jodu byla 5498,8 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a to u výrobku značky Olma a minimální hodnota 924,4 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ u výrobku značky Hollandia.

Celkem bylo v roce 2008 odebráno 39 vzorků bílých jogurtů od sedmi výrobců.

Graf 4: Obsah jodu v jogurtech v roce 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)



Na grafu č. 4 je znázorněna dynamika obsahu jodu ve vzorcích bílých jogurtů v průběhu šesti měsíců (březen, duben, květen, září, říjen a listopad) v roce 2008. U vzorku Meggle classic byly vzorky odebrány pouze v měsících března, dubna a květen. Zjištěné hodnoty obsahu jodu v odebraných vzorcích se pohybovaly v rozmezí 924,0 až 5500,0 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

4. 5. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ZÍSKANÝCH V ROCE 2007 A 2008

4. 5. 1. Obsah jodu v mléce

Tab. 18: Zjištěné hodnoty u konzumního mléka v roce 2007 a 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

hodnoty	rok 2007	rok 2008
\bar{x}	300,5	310,2
Sx	58,6	121,2
Min	205,4	92,8
Max	404,8	732,0
Medián	300,5	285,8
Počet	12	31

V tabulce č. 18 jsou uvedeny hodnoty za celé sledované období. V roce 2007 byla průměrná hodnota obsahu jodu v konzumním mléce $300,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a $310,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v roce 2008. Za sledované období bylo celkem odebráno 43 vzorků.

4. 5. 2. Obsah jodu v mokré hmotě jogurtů

Tab. 19: Zjištěné hodnoty u bílých jogurtů v roce 2007 a 2008 ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)

hodnoty	rok 2007	rok 2008
\bar{x}	406,0	422,7
Sx	126,2	157,4
Min	200,2	133,3
Max	633,7	845,5
Medián	407,5	383,7
Počet	20	39

V tabulce č. 19 jsou uvedeny hodnoty za celé sledované období. V roce 2007 byla průměrná hodnota obsahu jodu v bílých jogurtech $406,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a $422,7 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$

v roce 2008. V roce 2008 jsem zaznamenala v průměrné hodnotě nárůst o 4,2 % oproti roku 2007. Za sledované období bylo celkem odebráno 59 vzorků.

4. 5. 3. Obsah jodu v jogurtech přepočítaný na 100% sušinu

Tab. 20: Zjištěné hodnoty u jogurtů v roce 2007 a 2008 přepočtené na 100% sušinu ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

hodnoty	rok 2007	rok 2008
\bar{x}	2392,7	2485,3
Sx	628,9	842,6
Min	1388,3	924,4
Max	3743,5	5498,8
Medián	2407,7	2407,4
Počet	20	39

V tabulce č. 20 jsou uvedeny hodnoty jodu v jogurtech přepočtené na 100% sušinu za celé sledované období. V roce 2007 byla průměrná hodnota obsahu jodu v bílých jogurtech $2392,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a $2485,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v roce 2008. Za sledované období bylo celkem odebráno 59 vzorků.

5. DISKUZE

Výsledky uváděné v diplomové práci byly získány v rámci projektu NAZV, evidenční číslo QH 81105 s názvem „Patofyziologické důsledky nadbytečného příjmu jodu u skotu a ovcí“ (2008 - 2012), na jehož řešení se stále podílí kolektiv pracovníků Katedry anatomie a fyziologie hospodářských zvířat Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Analýzy obsahu jodu v konzumním mléce a jogurtech z prodejní sítě byly prováděny v letech 2007 – 2008 v laboratoři výše uvedené katedry.

Porovnání zjištěných hodnot s obsahem jodu v konzumním mléce v ČR

Obsah jodu v kravském mléce je velmi výrazně ovlivněn jeho příjmem krmnou dávkou. Vztah obsahu jodu v krmné dávce a v mléce lze vyjádřit korelačním koeficientem 0,66 (MAAS a kol., 1989). V souvislosti s podáváním minerálních krmných přísad s obsahem jodu 20 - 150 mg · kg⁻¹ sušiny zaznamenali například KROUPOVÁ a kol. (2001) vzestup jodu v mléce krav na hodnoty vyšší než 200 µg I · l⁻¹ s maximem 596,2 µg I · l⁻¹. TRĚNÁCTÝ a kol. (2001) při suplementaci jodu na úrovni 250% denní potřeby zjistili v mléce dojených krav 594,8 ± 178,1 µg I · l⁻¹. Podle MILLERA a kol. (1975) se za normálních podmínek mlékem vylučuje kolem 8% přijatého jodu.

Obsah jodu ve vzorcích konzumního mléka odebraného z obchodní sítě a analyzovaného v roce 2007 je uveden v tabulkách č. 5 a č. 6 a dynamika kolísání jeho obsahu v grafu č. 1. Tytéž údaje z roku 2008 jsou uvedeny v tabulkách č. 7, č. 8 a č. 9 a v grafu č. 2 opět jeho dynamika kolísání v průběhu celého roku. V roce 2007 byl průměrný obsah jodu v konzumním mléce o 1,5% tučnosti 300,5 ± 58,9 µg · l⁻¹ a 310,2 ± 121,2 µg · l⁻¹ v roce 2008. Uvedené průměrné hodnoty se téměř shodují s údaji RYŠAVÉ, KUBAČKOVÉ a kol. (2006), které v rámci programu zabývající se prevencí nedostatku jodu analyzovali v roce 2002 mléko dostupné v distribuční síti a zjistili v průměru 304,8 ± 50,3 µg I · l⁻¹. Jimi vyhodnocený vzorek výrobku mlékárny Madeta a.s. obsahoval 323,0 µg I · l⁻¹. Námi stanovená průměrná koncentrace jodu ve vzorku od stejného výrobce byla v roce 2007 o 6% a v roce 2008 dokonce o 22% vyšší (393,7 ± 163,7 µg · l⁻¹).

Letmý průzkum, který provedl CHPŘ SZÚ (2007) v první polovině měsíce dubna roku 2007 analyzoval konzumní mléko z prodejní sítě v České republice. Například ve vzorku s názvem Jihočeské mléko polotučné trvanlivé (výrobce Madeta a.s.) zjistili průměrný obsah jodu $407,1 \pm 4,3 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. My jsme vzorek od tohoto výrobce na podzim v roce 2007 též analyzovali a náš výsledek obsahu jodu dosáhl hodnoty $342,6 \pm 11,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, což je hodnota o 16% nižší. Naopak u vzorku výrobce Olma a.s. nám v roce 2007 vyšla průměrná hodnota $357,4 \pm 47,4 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$, což je hodnota o 14% vyšší, než zjistil u vzorku odebraného od stejného výrobce CHPŘ SZÚ ($309,6 \pm 0,8 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$). Ve vzorcích analyzovaných CHPŘ SZÚ se průměrné hodnoty obsahu jodu pohybovaly od $136,1 \pm 2,2$ do $418,8 \pm 9,7 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, takže pouze jeden vzorek z osmi dosahoval doporučené hranice obsahu jodu, a to mléko původem z Belgie (Milky Up mléko polotučné).

Pro srovnání s našimi výsledky je možné použít i údaje TRÁVNÍČKA a kol. (2007), kteří v 10 vzorcích konzumního mléka v roce 2005 zjistili v průměru $543,5 \pm 82,1 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí $414,3 - 636,1 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$. Obsah v našich vzorcích se v roce 2007 pohyboval v rozmezí $205,4 - 404,8 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ a $92,8 - 732,0 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ v roce 2008. Námi zjištěné hodnoty jsou celkově nižší, jen maximální hodnota našeho vzorku v roce 2008 je o 15% vyšší, než maximální hodnota zjištěná TRÁVNÍČKEM a kol. (2007) v roce 2005. Tito autoři dále zjistili, že v rozmezí hodnot $250 - 500 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ se pohybovalo 40% vzorků a nad hranicí $500 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ to bylo 50% vzorků. V našich výsledcích se v rozmezí hodnot $250 - 500 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ objevilo 75% vzorků v roce 2007 a 71% vzorků v roce 2008. Nad $500 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ jsme v roce 2007 neměli ani jeden vzorek a v roce 2008 to byly 2 vzorky (6,5%). Méně jak $250 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ autoři nezjistili v roce 2005 ani v jednom vzorku na rozdíl od našich výsledků, neboť jsme měli pod touto hodnotou 25% vzorků v roce 2007 a 29% vzorků v roce 2008.

Také v roce 2006 analyzoval TRÁVNÍČEK a kol. (2007) vzorky konzumního mléka, které byly odebrány z obalu výrobku před distribucí do obchodní sítě. Průměrný obsah jodu ve vzorcích konzumního mléka byl $663,0 \pm 197,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Námi zjištěné hodnoty byly nižší, a to v roce 2007 o 46% a v roce 2008 o 47%. Maximální hodnota obsahu jodu v konzumním mléce se pohybovala nad $1000 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ ($1097,3 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Námi zjištěná maximální hodnota v roce 2007 byla opět nižší a to $484,8 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$, ale maximální obsah v roce 2008 již byl o trochu vyšší, a to $732,0 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$.

Porovnání našich hodnot s obsahem jodu v mléce zahraničních výrobců

Nižší obsah jodu v konzumním mléce v průměru $232,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ udává například DAHL a kol. (2003), kteří vyšetřovali obsah jodu v mléce z tzv. organických chovů v Norsku. Naopak vyšší hodnoty obsahu jodu v mléce prokázal svými analýzami HEMKEN (1979), který získal vzorky ze 114 mléčných farem a průměrná hodnota obsahu jodu byla $764,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Tato hodnota je o 154% vyšší než naše průměrná hodnota v roce 2007 a o 146% vyšší než v roce 2008.

Vyšší hodnoty obsahu jodu v mléce zjistili také REMINGTON a SUPPLEE (1934), kteří studovali obsah jodu v mléce v různých regionech Jižní Karoliny. Jejich zjištěné hodnoty se pohybovaly v rozmezí od $411,0 \pm 12,0$ do $744,0 \pm 71,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ s průměrnou hodnotou $572,0 \pm 16,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Jimi zjištěná průměrná hodnota obsahu jodu je o 91% vyšší než naše v roce 2007 a o 85% vyšší než v roce 2008.

Porovnání zjištěných hodnot s obsahem jodu v syrovém kravském mléce v ČR

Při srovnání obsahu jodu v mléce konzumním s hodnotami zjištěnými v mléce bazénovém, je třeba vzít v úvahu to, že bazénové mléko, mléko z chovů, je plnotučné, kdežto mléko konzumní nebo mléko prošlé mlékárenských zpracování obsahuje například pouze 1,5% tuku.

Při porovnání s výsledky KURSY a kol. (2005), kteří prokázali v roce 2003 až 2004 v souboru 226 bazénových vzorků mléka z 66 okresů České republiky průměrnou koncentraci jodu $310,4 \pm 347,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, dosahuje námi zjištěná hodnota obsahu jodu v roce 2007 poklesu o 3% a v roce 2008 o 0,08%.

KURSA a kol. (2007) vyhodnotili bazénové vzorky mléka i v roce 2005 a 2006 a pokračovali tak ve srovnávací analýze. Průměrný obsah jodu v mléce v roce 2005 byl $380,0 \pm 306,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Jimi naměřené hodnoty jsou oproti našim v roce 2007 vyšší o 27% a o 23% v roce 2008. V roce 2006 naměřili průměrnou hodnotu $371,8 \pm 235,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. V porovnání s jejich výsledky jsou naše opět nižší, v roce 2007 o 19% a v roce 2008 o 17%. Autoři dále uvádějí, že u mléka jako potraviny je žádoucí obsah jodu v rozmezí $100 - 200 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Toto množství jsme nezjistili v roce 2007 ani u jednoho vzorku, nejnižší hodnota dosáhla hranice $205,4 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. V roce 2008 toto rozmezí opět nesplňoval ani jeden vzorek, nejnižší hodnota dosáhla hranice $92,8 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, ostatní vzorky se pak pohybovaly nad hranicí $200 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

TRÁVNÍČEK a kol. (2006a) stanovovali v roce 2005 také obsah jodu ve vzorcích mléka odebíraných z transportních cisteren. Do šetření zařadili 14 svozových oblastí z regionu jihozápadních Čech. Celkem vyšetřili mléko ze 169 cisteren. Hodnoty obsahu jodu v analyzovaných vzorcích se pohybovaly v rozmezí od 68,6 do 1006,6 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a průměrný obsah byl $442,5 \pm 185,6 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$. Jimi uvedené hodnoty svědčí o pokračující tendenci nárůstu obsahu jodu v mléce, ale také potvrzují přetrvávající lokální i regionální rozdíly. Námi zjištěné průměrné hodnoty obsahu jodu v konzumním mléce byly nižší, a to o 33% v roce 2007 a o 30% v roce 2008. Vyšší průměrné hodnoty zjistili v období zimních krmných dávek, a to $494,3 \pm 176,4 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$.

V roce 2006 provedl TRÁVNÍČEK a kol. (2007) stanovení jodu ve vzorcích mléka, které byly získány ve výrobním provozu mlékárny Madeta a.s. České Budějovice. Vzorky byly odebrány z tanku, který slouží ke krátkodobému uchování mléka před jeho zpracováním. V průměru byly zjištěny hodnoty $567,0 \pm 187,7 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$. Uvedené rozdíly vznikající smícháním mléka od různých dodavatelů a vliv aktuálního obsahu jodu v krmných dávkách dojnic u rozhodujících producentů mléka, mohou ovlivňovat konečný obsah jodu v mléce v prodejní síti.

Vliv sezóny na obsah jodu v mléce

Nižší obsah jodu v konzumním mléce v průměru $232,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ udává například DAHL a kol. (2003), kteří vyšetřovali obsah jodu v mléce z tzv. organických chovů v Norsku. Také se zabývali vlivem sezóny na obsah jodu v mléce. Zjistili průměrný obsah $60,0 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ v letních měsících, v zimních měsících byl obsah téměř dvojnásobný, a to $127,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Vlivem sezóny se také zabýval TRÁVNÍČEK a kol. (2006). Analyzovali vzorky mléka z transportních cisteren (objem 11 – 13 tisíc litrů), které pravidelně svážely mléko ze svozových oblastí ke zpracování. Vyšší průměrné hodnoty obsahu jodu zjistili v dubnu ($540,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) a v říjnu ($539,9 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Rozdíl mezi průměrnými obsahy jodu v mléce ze všech svozových oblastí v září a v dubnu byl statisticky vysoce významný ($P < 0,01$). Proměnlivost obsahu jodu také ovlivňují klimatické vlivy, které podmiňují významné meziroční rozdíly (TRÁVNÍČEK, KROUPOVÁ, ŠOCH, 2004). I my můžeme svými vzorky potvrdit vliv sezóny na obsah jodu v mléce (průměrný obsah

jodu v květnu 2008 byl $291,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ oproti prosinci v tom samém roce, kdy hodnota jodu byla vyšší o 75% ($508,6 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$)).

Vliv regionu na obsah jodu v mléce

Obsah jodu v mléce může být také ovlivněn regionem. Důvodem může být přítomnost dominantních dodavatelů mléka v určitém regionu, kteří umožňují luxusní příjem jodu svým dojnícím ve formě minerálních krmných přísad. Tím je také ovlivněn obsah jodu v konzumním mléce, protože každý výrobce sváží mléko z jiné oblasti, popř. i z jiné země.

Například TRÁVNÍČEK a kol. (2007) analyzovali v roce 2006 průměrný obsah jodu ve vybraných chovech v České republice. V tomto souboru vzorků se průměrné hodnoty pohybovaly od $115,9 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v lokalitě Zlín do $904,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ v lokalitě Olomouc.

Obsah jodu v mléce z transportních cisteren stanovoval TRÁVNÍČEK a kol. (2006) v roce 2005, kdy bylo vyšetřováno mléko ze 14 svozných oblastí jihozápadních Čech. Obsah jodu se pohyboval od $68,6$ do $1006,6 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, což svědčí o výrazné regionální variabilitě obsahu jodu v mléce.

I my můžeme svými výsledky potvrdit vliv regionu na obsah jodu v mléce, který je ovlivněn především různými výrobci. Například průměrný obsah jodu v roce 2007 ve výrobku značky Olma a. s. (Olomouc) byl $357,4 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ oproti výrobku značky Promil (Praha) $253,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. V roce 2008 byl největší rozdíl mezi výrobkem značky Madeta (České Budějovice), kde byl průměrný obsah $393,7 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$ a výrobkem značky Promil (Praha) s průměrným obsahem $238,7 \mu\text{g I} \cdot \text{l}^{-1}$.

Obsah jodu v jogurtech a jeho porovnání s výsledky jiných výzkumů

Obsah jodu v jogurtech se v našich výsledcích v roce 2007 pohyboval v rozmezí od $200,2$ do $633,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s průměrnou hodnotou $406,0 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$. V roce 2008 byla průměrná hodnota o 5% vyšší ($422,7 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$). Minimální obsah jodu byl v roce 2008 o 22% ($633,7 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$) nižší než v roce 2007. Maximální hodnota byla naopak v roce 2007 vyšší o 34% ($845,5 \mu\text{g I} \cdot \text{kg}^{-1}$) než v roce 2008.

HEJTMÁNKOVÁ a kol. (2000) stanovovali obsah jodu u jogurtů z tržní sítě. V těchto vzorcích stanovili průměrný obsah jodu $239,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, což je o 41% méně než v našem vzorku v roce 2007 a o 44% méně než v roce 2008. Zvýšené výsledky

máme také oproti modelově vyrobeným jogurtům, které ke stanovení připravila HEJTMÁNKOVÁ a kol. (2000). Průměrná hodnota obsahu jodu u použité mléčné kultury JK byla $256,2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a u mléčné kultury WV2 $309,2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Stanovením obsahu jodu v jogurtech se také zabýval CRESSEY (2003), který zjistil průměrný obsah jodu $900,0 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Oproti našim výsledkům jsou jeho hodnoty vyšší o 122% v roce 2007 a v roce 2008 o 113%.

Ve srovnání s obsahem jodu v konzumním mléce obsahovaly jogurty v průměru o 36% více v roce 2007 a v roce 2008 více o 37%. Uvedený rozdíl lze vysvětlit rozdílnou sušinou obou výrobků.

Mezi jednotlivými výrobci jsme zaznamenali statisticky významné rozdíly ($P < 0,01$). Výrobky značky Olma a.s. lze zařadit mezi produkty s nejvyšším obsahem jodu (maximální hodnota v prosinci 2008 dosáhla hranice $5498,9 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny a minimální hodnota v celém sledovaném období neklesla pod $2000 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny), naopak výrobce Hollandia a.s. nepřekročil v průběhu celého pozorování hodnotu $2720,0 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny.

Významné rozdíly jsme také zjistili v průměrném obsahu jodu v různých měsících ($P < 0,01$). Vyšší průměrné hodnoty byly prokázány v zimním období (v prosinci $3467,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$), obsah jodu v letních měsících byl výrazně nižší (v dubnu $2326,4 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Spotřeba mléka a mléčných výrobků v ČR

Celková spotřeba konzumního mléka se v České republice pohybuje kolem 52 litrů na 1 obyvatele za rok, což odpovídá 0,15 litru na den. Při této denní spotřebě mléka s námi zjištěným průměrným obsahem jodu $300,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (rok 2007) by přijal člověk $45,1 \mu\text{g}$, což odpovídá 30% doporučené denní dávky. V roce 2008 by příjem byl $46,5 \mu\text{g}$ ($310,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) jodu a doporučená denní dávka by byla kryta z 32%.

Pro pokrytí doporučené denní dávky jodu by bylo potřeba vypít 0,49 litru konzumního mléka (rok 2007) a 0,48 litru (rok 2008). K výpočtu byla použita pouze spotřeba konzumního mléka dle Statistického úřadu z roku 2007.

Konzumací jednoho jogurtu s námi zjištěným průměrným obsahem jodu o hmotnosti 200 g by člověk přijal $81,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (rok 2007) a $84,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (rok 2008). Denní potřeba jodu by tedy byla kryta v roce 2007 z 55% a v roce 2008 z 57%.

Jestliže celková průměrná denní spotřeba mléka a mléčných výrobků činí 0,64 litru na osobu, pak je denní doporučená dávka jodu kryta ze 130%.

6. ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo stanovit a zhodnotit obsah jodu v mléčných výrobcích, které byly odebrány přímo z prodejní sítě. Zpracované a zde popisované výsledky jsou ve srovnání s výsledky předchozích let mírně nižší.

Ze zjištěných výsledků vyplývají následující závěry:

- v roce 2007 se obsah jodu v konzumním mléce pohyboval v rozmezí od 92,8 do 732,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ s průměrnou hodnotou 300,5 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, v roce 2008 byla průměrná hodnota mírně vyšší (310,2 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$); zjištěné hodnoty jsou oproti předchozím rokům nižší, přesto stále překračují doporučenou denní dávku 100 – 200 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$,
- mezi jednotlivými výrobci, jejichž produkty jsou běžně dostupné v prodejní síti, lze zaznamenat významné rozdíly obsahu jodu v mléce; maximální hodnota 732,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ byla naměřena u výrobku Madeta jihočeské mléko, minimální hodnotu 92,8 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ obsahovalo mléko Promil (ALIMPEX-FOOD a. s.),
- zjištěné výsledky potvrdily publikované údaje o vlivu sezónnosti na obsah jodu v mléce; hladina jodu v mléčných produktech je výrazně ovlivněna jeho obsahem v krmné dávce dojnic,
- v roce 2007 byl průměrný obsah jodu v mokré hmotě jogurtů 406,0 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, roku 2008 byla jeho hladina 422,7 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$; ve 100% sušině se minimální hodnota jodu pohybovala na hranici 924,4 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny, výše maximální hodnoty byla měřením stanovena na 5498,9 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny,
- významné rozdíly mezi výrobci se prokázaly také u vzorků jogurtů; průměrný obsah jodu u výrobku značky Olma (3519,8 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, rok 2008) byl oproti značce Hollandia s průměrnou hodnotou 1539,5 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (rok 2007) jodu ve vzorku výrazně vyšší,

- také u jogurtů byl potvrzen vliv sezónnosti; průměrná hodnota v měsíci květnu byla o 24% nižší než průměrná hodnota v prosinci,
- v současné době se celková průměrná denní spotřeba mléka a mléčných výrobků pohybuje na hranici 0,64 litru na osobu; podle zjištěných výsledků je tak doporučená denní dávka kryta ze 130 %.

Proto i nadále je nezbytné systematicky sledovat obsahu jodu ve vybraných potravinách a podle získaných poznatků upravovat doporučení pro regulaci jeho přívodu do organismu tak, aby se minimalizovaly možné negativní důsledky jeho nadměrného příjmu.

7. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

1. ANKE, M. – GROPPPEL, B. – SCHOLZ, E. (1993): Iodine in the food chain. In: Anke, M. et al.: Trace Elements in Man and Animals. Tema 8, Media Touristic Verlag, Gersdorf, s. 1049-1053.
2. BERANOVÁ, R. (1999): Bez jodu se neobejdeme. [online]. Publikováno 9. 11. 1999, dostupné na <http://www.rodina.cz/clanek371.htm>.
3. BOĎA, K. – LEBEDA, M. a kol. (1972): Patologická fyziologie hospodářských zvířat. Praha, Státní zemědělské nakladatelství.
4. BOĎA, K. – LEBEDA, M. a kol. (1990): Patologická fyziologie hospodářských zvířat. 1. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství.
5. CRESSEY, P. J. (2003): Iodine content of New Zealand dairy products. *Journal of Food Composition and Analysis* 16 (2003), 25 – 36.
6. ČERMÁK, B. a kol. (2000): Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. 1. vydání, JU České Budějovice.
7. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD: Spotřeba potravin v roce 2007, publikováno dne 28. 11. 2008, elektronický odkaz:
http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/publ/3004-08-v_roce_2007
8. DABURON, F. – FAYART, G. – TRICAUD, Y. (1989): Caesium and iodine metabolism in lactating cows under chronic administration. *Sci. Total. Environ.*, 85, 253 – 256.
9. DAHL, L. – OPSAHL, J. A. – MELTZER, H. M. – JULSHAMN, K. (2003): Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *British Journal of Nutrition*. 90, 679 – 685.
10. DOLEŽAL, O. a kol. (2000): Mléko, dojení, dojírny. Praha, Agrospoj
11. DRBOHLAV, J. – VODIČKOVÁ, M. (2001): Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků. Praha, ÚZPI.
12. EBER, O. – WAWSCHINER, O. – LANGSTEGGER, W. – LIND, P. – KLIMA, G. – PETEK, W. – SCHUBERT, B. (1990): Zur Jodversorgung in der Steinmark. *Wien. Med. Wschr.*, 140, 241 – 244.
13. EL BAHRI, L. – BELGUITH, J. – BLOUN, A. (1997): Toxikology of nitrates and nitrites in livestock. In: *Compendium on continuing education for the practising veterinarian*, 19 (5), 643.

14. GRAHAM, T. W. (1991): Trace element deficiencies in cattle. *Vet. Clin. Of North. Am: Food Anim. Pract.*, 7, 1991, 153 – 215.
15. GROPP, B. – RAMBECK, W. A. – GROPP, J. (1991): Iodanreicherung in organen und Gewelen von Mastkühen nach Iodsupplementation des Futters. In: Anke, M.: Mengen – und Spurenelemente, 11. Arbeitstagung, Jena, Verlag MTV Hammerschmid, s. 300 – 308.
16. HEJTMÁNKOVÁ, A. – ŽABOVÁ, V. – TRNKOVÁ, E. – LOUDA, F. (2000): Stanovení obsahu jodu v mléce a mléčných výrobcích metodou HPLC. Sborník konference „Den mléka 2000“. Česká zemědělská univerzita, Praha, s. 65 – 67.
17. HEJTMÁNKOVÁ, A. – KUKLÍK, L. – TRNKOVÁ, E. – DRAGOUNOVÁ, H. (2006): Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 2006 (5): 189–195.
18. HEMKEN, R. W. (1979): Factors that Influence the Iodine Content of Milk and Meat: a Review. *J. Anim. Sci.* 1979, 48, 981 – 985.
19. HERZIG, I. – TRÁVNÍČEK, J. – KURSA, J. – KROUPOVÁ, V. (2005): Milk as a Source of Iodine. VUVL Brno, JU České Budějovice.
20. HERZIG, I. – TRÁVNÍČEK, J. – KURSA, J. – KROUPOVÁ, V. (2005): The content of iodine in pork. *Vet. Med. – Czech*, 50, 2005(12), 521 – 525.
21. HERZIG, I. – TRÁVNÍČEK, J. – KURSA, V. – KROUPOVÁ, J. – ŘEZNÍČEK, I. (2007): Content of Iodine in broiler Meat. *Acta Vet. Brno* 2007, 76: 137 – 141.
22. HNÍKOVÁ, O. (1995): Jodový deficit u dětí a dospívajících. *Vesmír*, 74, 4, 196 – 197.
23. HRNČIAR, J. a kol. (1982): *Klinická endokrinologie*. 1. vydání, Martin, Osveta, 632 s.
24. ISAAC-OLIVE, K. – ACHARYA, R. – CHATT, A. (2008): Fractionation analysis of iodine in bovine milk by preconcentration neutron activation analysis. *Talanta* 77 (2008) 827–832.
25. JELÍNEK, F. – JELÍNEK, K. (2002): *Morfologie hospodářských zvířat*. 1. vydání, Jihočeská univerzita České Budějovice.
26. JELÍNEK, P. – KOUDELA, K. a kol. (2003): *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vydání, Brno, MZLU.
27. KALAČ, P. – MÍKA, V. (1988): *Přírodně škodlivé látky v rostlinných krmivech a jejich vliv na zdraví a užitkovost hospodářských zvířat*. 1. Vydání, České Budějovice, Ministerstvo zemědělství a výživy ČR, Výstavnictví zemědělství a výživy.

28. KALAČ, P. – MÍKA, V. (1997): Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. Praha, Ústav zem. a potravin. informací.
29. KIMLOVÁ, I. – PROCHÁZKOVÁ, Z. (1993): Screening některých biochemických parametrů v příměstské populaci. *Immunoassay*, 3, 14.
30. KOLB, E. a kol. (1989): *Lehrbuch der Physiologie der Haustiere*. Stuttgart, Gustav Fischer, Verlag.
31. KOŘENKOVÁ, Š. (2007): Jod [online].
Dostupné z <http://www.novyvek.cz/?sekce=maminka&pg=clanek&id=149>
32. KRATOCHVÍL, P. (1992): Písemná práce ke zkoušce z aspirantského minima. České Budějovice, JU Zemědělská fakulta.
33. KROUPOVÁ, V. – BROŽOVÁ, V. – KURSA, J. (1997): Referenzwerte des jodstatus der Kuhmilch. In: *Sborník 5. Spurenelementsymposium – Jod*. Jena, Wiss. Publ. F. Schiller Univ., 117 – 120.
34. KROUPOVÁ, V. – HERZIG, I. – KURSA, J. – TRÁVNÍČEK, J. – THÉR, R. (2001): Saturace krav jodem v České republice. *Veterinářství*, 51(č), Praha, 155 – 158.
35. KURSA, J. – HERZIG, I. – TRÁVNÍČEK, J. – KROUPOVÁ, V. (2005): Milk as Food Source of Iodine for Human Consumption in the Czech Republic. *Acta Vet. Brno* 2005, 74: 255-264.
36. KURSA, J. – HERZIG, I. – TRÁVNÍČEK, J. – KROUPOVÁ, V. (2007): Obsah jódu v potravinách živočišného původu. *Sborník VIII. konference „ Jodový deficit a jeho prevence v ČR“*, 6. 3. 2007, České Budějovice, s. 7 – 10.
37. MARVAN, F. (1998): *Morfologie hospodářských zvířat*. Praha, ČZU Praha a MZLU Brno.
38. MAAS, J. a kol. (1989): Serum distribution of iodine after oral administration of ethylenediamine dihydroiodide in cattle. *Am. J. Vet. Res.*, 50, 1758 – 1763.
39. MIHOLOVÁ, B. (1999): *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vydání, Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita.
40. MILLER, J. K. – SWANSON, E. W. – SPALDING, G. E. (1975): Iodine Absorption, Excretion, Recycling and Tissue Distribution in the Dairy Cow. *Journal of Dairy Science*, 58 (10), s. 1578 – 1593.
41. PAULÍKOVÁ, I. – SEIDEL, H. – NAGY, O. – KOVÁČ, G. (2008): Milk Iodine Content in Slovakia. *Acta Vet. Brno* 2008, 77: 533-538.
42. PEŠEK, M. (1997): *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů, část I.*, ZF JCU, České Budějovice.

43. POHŮNKOVÁ, D. – NĚMEC, J. (1988): Aktuální otázky endemické strumy a jodového deficitu. Čas. Lék. Čes., 127, 641 – 647.
44. PRUGAR, J. – HADAČOVÁ, V. (1994): Vliv výživy dusíkem na kumulaci dusičnanů v zelenině. Rostlinná výroba, 1. vydání, Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací.
45. RAMBECK, W. A. – KAUFMANN, S. – FENG, J. – HOLLWICH, W. – ARNOLD, R. (1997): Verbesserung der Jodversorgung des Menschen durch Jodierung von Schweinefutter. Tierärztl Praxis, 25, 312 – 315.
46. REMINGTON, R. E. – SUPPLEE, G. C. (1934): Studies on the iodine content of milk II. variations in the mixed milk of herds. Journal of Dairy Science Vol. 17 No. 1, s. 19 – 28.
47. RUPRICH, J. – ŘEHŮŘKOVÁ, I. (2007): Informace vědeckého výboru pro potraviny. Jod část I. Obvyklý dietární přívod pro populaci ČR. 4. 6. 2007, Brno, s. 9 – 13.
48. RYŠAVÁ, L. (2005): Zpráva o obsahu jodu v konzumním mléce distribuční sítě v ČR. Zasedání meziresortní komise pro řešení jodového deficitu. 22. 9. 2005, Státní zdravotní ústav Praha.
49. RYŠAVÁ, L. a kol. (2007): Způsoby a stav prevence nedostatku jódu v ČR. *Sborník VIII. konference „ Jodový deficit a jeho prevence v ČR“*, 6. 3. 2007, České Budějovice, s. 1 – 3.
50. RYŠAVÁ, L. – KUBAČKOVÁ, J. a kol. (2006): Výsledky programů a šetření k prevenci nedostatku jodu. Zdravotní ústav Ostrava, oddělení podpory zdraví, Odd. chem. laboratoří.
Publikováno 3. 11. 2006. Dostupné z <http://www.zuova.cz/informace/chl/chl007.pdf>.
51. ŘEHŮŘKOVÁ, I. – RUPRICH, J. – BORKOVCOVÁ, I. (2000): Sledování jodu v potravinách. Mikroelementy 2000, Sborník přednášek XXXIV. semináře o metodice stanovení a významu stopových prvků v biologickém materiálu, zámek Liblice, 5. - 7. 2000, 78 – 81.
52. SOVA, Z. a kol. (1981): Fyziologie hospodářských zvířat. Praha, Státní zemědělské nakladatelství.
53. SOVA, Z. a kol. (1990): Fyziologie hospodářských zvířat. 2. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství.
54. STÁRKA, L. (1995): Kreténismus v Čechách před 102 lety. Vesmír, 74, 197.

55. TRÁVNÍČEK, J. – KROUPOVÁ, V. – ŠOCH, M. (2004): Iodine content in bulk Leeds in western and southern Bohemia. Czech. J. Anim. Sci. Vool 49, s. 483 – 488.
56. TRÁVNÍČEK, J. – HERZIG, I. – KURSA, J. – KROUPOVÁ, V. (2005): Actual content of iodine in foodstuffs of animal origin from the view of their safety and biological value. In: Sborník abstraktů z mezinárodní konference „Risk Factors of Food Chain“, October 6th, 2005, Slovenská polohospodářská univerzita Nitra, 44-45. ISBN80-8069-593-8.
57. TRÁVNÍČEK, J. – HERZIG, I. – KURSA, J. – KROUPOVÁ, V. – NAVRÁTILOVÁ, M. (2006a): Iodine content in raw milk. Veterinarni Medicina, 51, 2006 (9), 448 – 453.
58. TRÁVNÍČEK, J. – KROUPOVÁ, V. – HERZIG, I. – KURSA, J. (2006b): Iodine content in consumer hen eggs. Veterinární Medicina, 51, 2006(3), 93 – 100.
59. TRÁVNÍČEK, J. (2007): Patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jódu u skotu a ovcí. Návrh projektu pro NAZV, ZF JU České Budějovice, 37 s.
60. TRÁVNÍČEK, J. a kol. (2007): Regulace obsahu jodu v potravinách živočišného původu. Projekt NAZV, evidenční číslo 1B44013, ZF JU České Budějovice.
61. TRĚNÁCTÝ, J. – SUSTALA, M. – VRZALOVÁ, D. – KUDRNA, V. – LANG, P. (2001): Milk iodine content in cows fed rapeseed meal iodine supplement. In: Book of Abstracts of the 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production., 26 – 29 August 2001, 7, 106 s.
62. VELIKÝ, I. (1964): Mikroelementy v teorii a praxi. Bratislava, 1. vydání, Vydavateľstvo pôdohospodárskej literatury.
63. VRZGULA, L. a kol. (1990): Poruchy látkového metabolismu hospodářských zvířat a ich prevencia. 2. vydání, Bratislava, Příroda.
64. WILLIAMS, R. H. (1962): Textbook of Endocrinology. 3rd Ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia – London.
65. ZAMRAZIL, V. (1995): Disease from iodine deficiency (in Czech). In : Límanová, Z. a kol.: Diseases of Thyroid Gland (in Czech). Praha, Galén. 85 – 88.
66. ZAMRAZIL, V. (2007): Profylaxe jodového deficitu a problematika s ní spojená. Praha, Výživa.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

WHO – Světová zdravotnická organizace

UNICEF – Dětský fond OSN

ICCIDD – Mezinárodní organizace pro řešení jodového deficitu

NAZV – Národní agentura pro zemědělský výzkum

CHPŘ SZÚ – Centrum Hygieny potravinových řetězců v Brně, Státní zdravotní ústav
v Praze

TSH - tyreotropin