



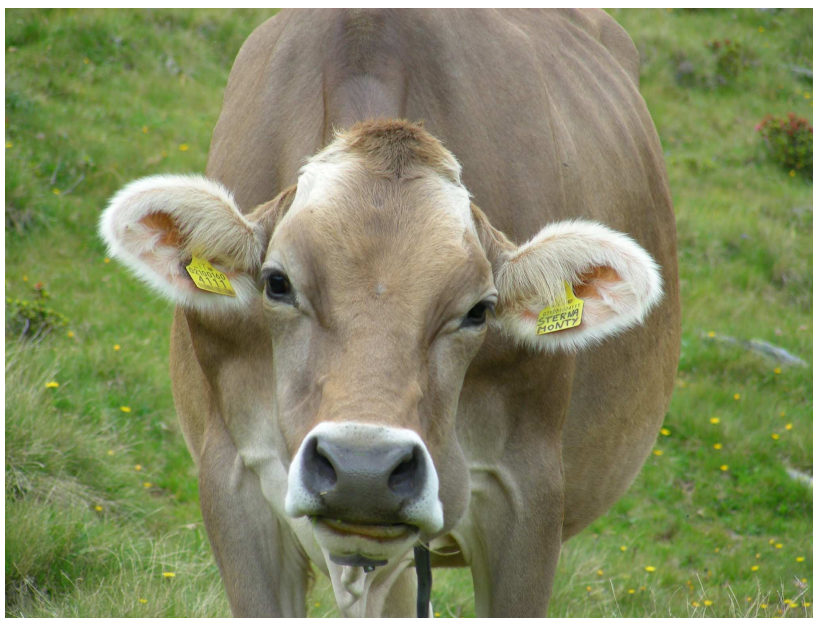
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích



Agrovýzkum Rapotín s.r.o.

# OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉCE

Jan Trávníček, Vlasta Kroupová,  
Hana Dušová, Jana Krhovjácová, Roman Konečný



České Budějovice

2011

# OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

## Kolektiv autorů:

prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.<sup>1</sup>  
prof. RNDr. Vlasta Kroupová, CSc.<sup>1</sup>  
Ing. Hana Dušová<sup>1</sup>  
Ing. Jana Krhovjáčková<sup>2</sup>  
Ing. Roman Konečný<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

<sup>2</sup> Agrovýzkum Rapotín s.r.o.

## Dedikace výsledků typu „N“

### Uplatněná certifikovaná metodika vznikla za podpory:

výzkumných projektů MZe NAZV č. QH81105 „Patofyziologické důsledky alimentárního přebytku jodu u skotu a ovcí“ a č. QH92040 „Geobiochemický transport jodu z půdy do rostliny v marginálních (LFA) oblastech“

## Určení publikace:

Publikace je určena pro chovatele hospodářských zvířat, veterinární lékaře, poradce pro výživu hospodářských zvířat, producenty minerálních krmných doplňků, kompetentní pracovníky Ministerstva zemědělství ČR, Ministerstva zdravotnictví ČR, případně dalších pracovišť zabývajících se životním prostředím, obchodem a potravinářským průmyslem. Rovněž představuje vhodný zdroj informací pro studenty všech typů škol se zemědělským, potravinářským, veterinárním, zdravotnickým a chemickým zaměřením.

## Oponovali:

prof. MVDr. Ing. Pavel Suchý, CSc., Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno  
Ing. Petr Zajíček, Ministerstvo zemědělství ČR

© Jan Trávníček, 2011

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

ISBN 978-80-7394-328-8

## OBSAH

I	CÍL METODIKY .....	5
II	VLASTNÍ POPIS METODIKY .....	6
II.1	Výskyt a environmentální cyklus jodu, vymezení fyziologického významu jodu a rizik jeho neúměrného příjmu .....	6
II.1.1	Výskyt a environmentální cyklus jodu.....	6
II.1.2	Vymezení fyziologického významu jodu a rizik jeho neúměrného příjmu.....	7
II.2	Potřeba jodu, jeho zdroje a faktory využití ve výživě dojnic.....	7
II.2.1	Potřeba jodu ve výživě dojnic.....	7
II.2.2	Zdroje jodu.....	8
II.3	Obsah jodu v mléce, závislost na jeho příjmu, obsah jodu v mléčné surovině a v konzumním mléce, chronologický vývoj obsahu jodu v mléce v ČR, požadavky na příjem jodu u lidí, metodiky stanovení obsahu jodu v mléce .....	17
II.3.1	Obsah jodu v syrovém mléce jako ukazatele jeho příjmu u dojnic.....	17
II.3.2	Obsah jodu v mléčné surovině a v konzumním mléce.....	22
II.3.3	Chronologický vývoj obsahu jodu v syrovém kravském mléce na území ČR .....	24
II.3.4	Požadavky na příjem jodu u lidí .....	27
II.3.5	Metodiky stanovení obsahu jodu v mléce .....	28
II.4	Optimalizace obsahu jodu v mléce, kontrola příjmu jodu výpočtem, analyticky a analýzou moče a výkalů .....	33
II.4.1	Optimalizace příjmu jodu dojnic krmnou dávkou.....	33
III	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ .....	38
IV	POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY .....	40
V	EKONOMICKÉ ASPEKTY.....	41
VI	SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY .....	43
VII	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE A BYLY PUBLIKOVÁNY.....	49
VIII	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	54

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Obsah jodu v objemných krmivech ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) v jihozápadních Čechách (Trávníček et al., 2004).....	9
Tabulka 2	Obsah jodu v pastevním porostu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) v závislosti na ročním období (Trávníček et al., 2004).....	9
Tabulka 3	Obsah jodu v minerálních doplňcích a jeho podílu na denním příjmu jodu u dojnic.....	11
Tabulka 4	Obsah jodu v minerálních lizech a jejich podílu na denním příjmu jodu u dojnic.....	12
Tabulka 5	Příklady preparátů k ošetření mléčné žlázy obsahujících jod.....	13
Tabulka 6	Příklady veterinárních preparátů obsahujících jod.....	14
Tabulka 7	Přehled denního příjmu jodu z MKP a aplikace dezinfekčních prostředků mléčné žlázy v 16 chovech dojených krav v Jihočeském kraji v roce 2009.....	15
Tabulka 8	Koncentrace jodu ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) v mléce krav jako indikátoru jeho příjmu a dopadu na zdravotní stav krav.....	19
Tabulka 9	Zvětšení štítné žlázy zjištěné palpací u telat při nedostatku jodu u březích krav.....	20
Tabulka 10	Vliv suplementace jodu na koncentraci jodu v mléce krav, koz a bahnic a na zdravotní stav mláďat.....	21
Tabulka 11	Obsah jodu v mléčné surovině ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) v průběhu jejího zpracování v roce 2006.....	22
Tabulka 12	Procentuální zastoupení bazénových vzorků mléka dle koncentrace jodu v letech 2003-2009.....	26
Tabulka 13	Doporučené dávky jodu v dietě člověka (Biesalski a Grimm, 1999).....	27

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

Tabulka 14 Průměrný příjem jodu z potravin živočišného původu na obyvatele v ČR .....	28
Tabulka 15 Letní krmná dávka při denním nádoji mléka 30 kg .....	34
Tabulka 16 Celoroční krmná dávka při denním nádoji mléka 29 kg.....	34
Tabulka 17 Vliv příjmu jodu v krmné dávce dojníc na úroveň jodurie v chovech dojených krav v jižních Čechách.....	36
Tabulka 18 Denní příjem jodu a jeho výdej výkaly u dojených krav v horské oblasti Šumavy v letech 2000-2002 (Srb, 2007) .....	37

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Obsah jodu v mléce ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) z jednotlivých svozných oblastí jihozápadních Čech v roce 2005.....	23
Graf 2	Změny obsahu jodu v mléce v jihozápadních Čechách v roce 2005 .....	23
Graf 3	Obsah jodu v syrovém kravském mléce v ČR v letech 1988-2010.....	26

# I CÍL METODIKY

Cílem předkládané práce je poskytnout chovatelům jednoduchou metodu spolehlivé orientace o aktuálním příjmu jodu u laktujících krav a spotřebitelům mléka o jeho obsahu v tomto produktu.

Optimální příjem jodu představuje prioritní podmínku stabilizace látkové přeměny živočichů a zajištění jeho dostatku ve výživě je celosvětově aktuální. Po závazku WHO z roku 1990 eliminovat celosvětově zdravotní poruchy z nedostatku jodu do roku 2000, ke kterému se přihlásilo též Československo, se poslední dekáda minulého století stala obdobím mimořádného úsilí a investic pro dosažení tohoto cíle. Vlády postižených zemí, ve spolupráci s WHO, UNICEF a za technické podpory Mezinárodní rady pro kontrolu poruch z nedostatku jodu (ICCIDD) mobilizovaly značné zdroje pro uskutečnění programů kontroly chorob z nedostatku jodu (IDD).

V programu ICCIDD (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders) se nedostatek jodu řeší především jodizací soli a úpravou obsahu jodu v živočišných produktech především v mléce. Regulace analyticky stanoveného obsahu jodu v mléce na základě podrobné znalosti jeho příjmu na pozadí strumigenně působících komponentů se stává významným faktorem zajištění optimálního příjmu jodu u dojnic i lidské populace v konkrétních životních podmínkách regionu.

## II VLASTNÍ POPIS METODIKY

### II.1 Výskyt a environmentální cyklus jodu, vymezení fyziologického významu jodu a rizik jeho neúměrného příjmu

#### II.1.1 Výskyt a environmentální cyklus jodu

Jod původně obsažený v zemském povrchu byl působením klimatických vlivů vyplaven z povrchových vrstev do moří a oceánů. Současný cirkulující jod pochází z vod oceánů ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) ve formě jodidů, které se účinkem slunečního záření oxidují na elementární jod unikající do atmosféry, z níž se vrací na zemský povrch prostřednictvím srážek (Hetzel, 1989).

V půdách je množství jodu závislé na geologickém podloží, na vzdálenosti stanovišť od oceánu a na exploataci půd. Podzolové a písčité půdy obsahují jodu méně než černozemní, půdy intenzivně obdělávané a bohaté na humus. Koncentrace jodu nižší než  $4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  půdy lze považovat za deficitní (McGrath et al., 1990). V podmínkách České republiky neobsahuje žádný typ hornin takové množství jodu, které by zabezpečovalo jeho dostatečný vstup do potravního řetězce (Oliveriusová, 1997). Průměrné hodnoty ( $0,8\text{-}5,20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suché zeminy) na území trvalých travních porostů z oblastí Šumavy a Jeseníků potvrzují mimořádně nízký obsah jodu v půdě na většině území ČR (Trávníček et al., 2010).

Obsah jodu v pitné a napájecí vodě se nejčastěji pohybuje v rozmezí  $5\text{-}10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (McDowell, 1992; Underwood a Suttle, 2001) a v horských oblastech ČR (Šumava a Jeseníky) klesají pod  $2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  vody (Trávníček et al., 2010). Do stávajícího koloběhu jodu stabilně vstupuje roční produkce (těžba) jodu v množství 12 500 tun. Využíváním jodu v chemickém průmyslu, k dezinfekci a výrobě repelentů, při používání jodových preparátů u lidí a hospodářských zvířat se zvyšuje obsah jodu v odpadních vodách a výkalech.

## II.1.2 Vymezení fyziologického významu jodu a rizik jeho neúměrného příjmu

Jodid procházející štítnou žlázou se na membráně folikulárních buněk z 20% zachycuje a podléhá oxidaci na  $I_2$  nebo volný radikál  $I_0$  a v buňkách se využívá k jodaci tyrozinu v molekulách tyreoglobulinu za vzniku monojodtyroninu a diiodtyroninu. Jejich kondenzací vzniká tetrajodtyronin - tyroxin ( $T_4$ ) a aktivní trijodtyronin ( $T_3$ ). Část tyroxinu a trijodtyroninu se uvolňuje z tyreoglobulinu do krevní plazmy. Mobilizace tyreohormonů z koloidu je funkcí tyreostimulujícího hormonu hypofýzy (TSH). Jod se po dejodaci hormonu opět uvolňuje do jodové rezervy a je částečně vylučován močí, trusem a mlékem. Volné  $T_4$  a  $T_3$  se vážou na receptory všech tělních buněk a tyroxin se mění na trijodtyronin. Metabolický účinek  $T_3$  spočívá ve stimulaci jaterní glykogenolýzy, glukoneogeneze, vstřebávání glukózy a metabolismu cholesterolu. Poruchy tvorby hormonů štítné žlázy podmíněné neúměrným příjmem jodu se projevují buď sníženou funkcí štítné žlázy (hypotyreózou) nebo nadprodukcí hormonů (hypertyreózou). V souvislosti s rozvojem plošné suplementace jodu u hospodářských zvířat je nutno zamezit i riziku nadbytečného příjmu jodu projevujícího se snížením funkce tyreocytů a postupnou involucí štítné žlázy. Při intoxikaci krav jodem dochází k jeho prudkému vzestupu v mléce, ke zkrácení gravidity a snížení odolnosti. Laktující zvířata jsou vůči nadbytku I odolnější.

## II.2 Potřeba jodu, jeho zdroje a faktory využití ve výživě dojnic

### II.2.1 Potřeba jodu ve výživě dojnic

Nároky organismu na přísun jodu stoupají v souvislosti se zvýšeným metabolismem v období růstu, pohlavního dospívání, březosti a laktace. Vyšší úroveň příjmu jodu vyžaduje i rostoucí užitkovost, technologické a klimatických zátěže, interakce jodu s jinými minerálními látkami. Vymezení optimální úrovně příjmu jodu v současné době zohledňuje i požadavky na obsah



jodu v mléce, jako významného přirozeného zdroje jodu v lidské výživě (Hetzel 1989; Bobek 1998; Kursá et al., 2005). Potřeba jodu se zvyšuje narůstajícím inhibičním uplatněním strumigenních faktorů především dusičnanů (Pandav a Rao, 1997; Bobek, 1998), glukosinolátů (Pailan a Singhal, 2007), izoflavonů obsažených v sóji (Doerge a Sheehan, 2002), huminových kyselin (Huang et al., 1994), perchlorátů (Leung et al., 2010) a produktů bakteriálního znečištění napájecích vod. Vzhledem k uplatnění strumigenních faktorů kolísají normy potřeby jodu v rozmezí 0,2 - 2,0 mg jodu v 1 kg sušiny KD. Komise Evropského společenství ve svém Nařízení č. 1459/2005 uvádí 5 mg jodu v 1 kg 88% sušiny kompletní krmné dávky jako maximální povolené množství jodu. Současné normy potřeby živin uplatňované v České republice (Sommer et al., 1994; Jeroch et al., 2006) doporučují pro dojnice 0,8 mg jodu v 1 kg sušiny KD případně 0,6 mg jodu na 1 kg vyprodukovaného mléka. National Research Council (NRC) (2001) doporučuje 0,4-0,5 mg l<sup>-1</sup>kg<sup>-1</sup> sušiny krmné dávky. Podle experimentů provedených rámcově v letech 1930-1980 zabývajících se toxickým účinkem vysokého příjmu jodu (Paulíková et al., 2002) se klinické příznaky nadbytku jodu dostávají teprve při dávkách mnohonásobně převyšujících horní hranici doporučení EU (Nařízení č. 1459/2005).

### II.2.2 Zdroje jodu

Dojnice přijímají jod především alimentární cestou z krmné dávky, napájecí vody a v menší míře dýcháním z ovzduší a z exogenních nutričně necílených zdrojů (veterinární a desinfekční prostředky). V podmínkách ČR je rozhodující nutriční příjem.

#### II.2.2.1 Obsah jodu v objemných krmivech

Koncentrace jodu v objemných krmivech na území České republiky kolísá v rozmezí 0,1-0,9 mg·kg<sup>-1</sup> sušiny a závisí na rostlinném druhu, hnojení, geologických a klimatických podmínkách. Na půdách s vyšším obsahem jodu (aluviální půdy v povodí řek, naplavené hlíny a písky) se vegetace vyznačuje vyšším obsahem jodu. Nejnižší koncentraci jodu vykazují rostliny na půdách s podložím žuly (McDowell, 1992). Nejvyšším obsahem jodu až 900 mg·kg<sup>-1</sup> sušiny se vyznačují mořské řasy.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

V listech se jod hromadí a při jejich konzervaci dochází ke změnám jeho obsahu. Seno a silážovaná krmiva se vyznačují ve srovnání se zelenou hmotou vyšším obsahem jodu (Herzig a Suchý, 1996). Podle Sommra et al. (1994) obsahuje luční porost 0,41-1,10, jetelotravní seno 0,09-0,40 a kukuřičná siláž 0,16-0,26 mg l·kg<sup>-1</sup> sušiny. V jihozápadních Čechách (viz tabulka 1) vykazovala nejnižší koncentraci jodu kukuřičná siláž a nejvyšší travní siláž. Z tabulky 2 vyplývá, že obsah jodu v pastevních porostech s postupující vegetací na loukách a pastvinách se významně zvyšuje až na úroveň fyziologické potřeby v podzimním období.

Tabulka 1 Obsah jodu v objemných krmivech (mg·kg<sup>-1</sup> sušiny) v jihozápadních Čechách (Trávníček et al., 2004)

Krmivo	n	$\bar{x}$	s <sub>x</sub>	Min.	Max.	Median
Pastevní porost	93	0,149 <sup>1,2</sup>	0,105	0,027	0,555	0,119
Seno	118	0,112 <sup>1,3</sup>	0,094	0,023	0,523	0,078
Travní siláž	67	0,213 <sup>2,3,4</sup>	0,169	0,025	0,945	0,148
Kukuřičná siláž	26	0,110 <sup>4</sup>	0,097	0,034	0,463	0,078

Poznámka: <sup>1,2,3,4</sup>t-test  $P < 0,01$

Tabulka 2 Obsah jodu v pastevním porostu (mg·kg<sup>-1</sup> sušiny) v závislosti na ročním období (Trávníček et al., 2004)

Období	n	$\bar{x}$	s <sub>x</sub>	Min.	Max.	Median
květen - červen	51	0,101 <sup>1</sup>	0,074	0,027	0,376	0,078
srpen - říjen	39	0,214 <sup>1</sup>	0,107	0,085	0,550	0,181

Poznámka: <sup>1</sup>t-test  $P < 0,01$

### II.2.2.2 Doplnkové zdroje jodu

Zajištění potřeby jodu u dojnic pouze z objemných krmiv a napájecí vody nelze docílit v zemích střední Evropy bez jeho suplementace ani při respektování meziroční proměnlivosti jeho obsahu v objemných krmivech. Suplementace jodu je prioritně zaměřena na prevenci jeho deficitu a na funkční posílení látkového metabolismu.

### II.2.2.2.1 Chemické sloučeniny používané k suplementaci jodu

Mezi anorganické sloučeniny jodu v MKP patří jodidy, jodičnany draselný, sodný a především stabilní jodičnan vápenatý. Z organických sloučenin se používají etylendiamindihydrojodid (EDDI), jodované nenasycené mastné kyseliny, jodované tuky, mořské, případně sladkovodní řasy kultivované ve vodě obohacené jodem (Trávníček et al., 2011). Z hlediska stability se jako problematické jeví jodidy v porovnání s jodičnany a organickými sloučeninami jodu (McDowell, 1992). Jodid draselný je citlivý na teplotu, vlhkost, pH a sluneční záření. Při dlouhodobém skladování směsí a lizů obsahujících jodid draselný, při zvlhčování a prosliňování lizů se obsah jodu snižuje (Bobek, 1998). V současnosti se z anorganických sloučenin využívá nejčastěji jodičnan vápenatý a z organických sloučenin EDDI, vyznačující se výraznější účinností i vyšším rizikem nadbytečného příjmu jodu (Bekeová et al., 1998).

### II.2.2.2.2 Minerální doplňky

Mezi nejběžnější doplňkové nutriční zdroje jodu patří minerální krmné přísady (MKP), minerálně vitaminové směsi, premixy makroprvků a mikroprvků. Při pastvě představují nejběžnější formu suplementace jodu minerální lizy. Jejich výhodou je jednoduchá aplikace, nevýhodou značné individuální rozdíly jejich příjmu.

Obsah jodu v MKP nabízených v ČR (viz tabulka 3) je 39 až 400 mg na kg. Příjem jodu z dávek minerálních doplňků doporučených výrobcem často převyšuje jeho potřebu a doporučené množství 0,8 mg na kg sušiny krmiva pro dojené krávy.

Uvedené minerální doplňky jsou využívány především ve velkokapacitních chovech ke krytí celého spektra nepostradatelných makro a mikroprvků. Vyšší koncentrace jodu v MKP pro skot výrazně nezvyšuje cenu minerálních doplňků a při jejich aplikaci většinou nepřesahuje horní limit obsahu 5 mg jodu v kg 88 % sušiny krmné dávky, vymezený Nařízením Komise (ES) č. 1459/2005.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 3 Obsah jodu v minerálních doplňcích a jeho podíl na denním příjmu jodu u dojnic

Výrobce	Název minerálního doplňku	Typ minerálního doplňku	Jod mg·kg <sup>-1</sup> doplňku	Dávka krmiva g/kus/den	Příjem jodu g/kus/den
Biofaktory Praha s.r.o.	Nutri Mix pro dojnice a mladý skot	vitamino-minerální	105	100-200	10,5-21,0
Mikrop Čebín, a.s.	M1	minerální krmivo	110	150-300	16,9-33,0
Mikrop Čebín, a.s.	M2	minerální krmivo	200	150-300	30,0-60,0
Mikrop Čebín, a.s.	BK ROZDOJ	bílkovinný koncentrát	39	1000-2000	39,0-78,0
Sano	Camisan, Profisan, Topsan	minerální krmivo	400	200-400	80,0-160,0
Schaumann ČR s.r.o.	Rindamin J 2006	do základních KD	60-80	100-200	6-16
Schaumann ČR s.r.o.	Rindamin J 2006T	do základních KD	60-80	150-350	9-28
Schaumann ČR s.r.o.	Rindamin LE-2006, GIM-2006 Plus	do TMR KD k vyrovnání DCAB bilance	100-250	150-450	15-112,5
Tekro s.r.o.	Turmix-S1 B	MKP	40	200-300	8-12
VVS Verměřovice	MKP	MKP	100-120	150-300	15-36
Agros v.o.s.	Premix M1až 5	MKP	100	150-300	15-30
Závod bioch. služeb Slušovice	MKP B-E,4B	MKP	80-120	150-300	12-36

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 4 Obsah jodu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) v minerálních lizech a jejich podíl na denním příjmu jodu u dojnic

Výrobce	Název lizu	Typ lizu	Jod v lizu	Spotřeba lizu g/kus/den	Příjem jodu mg/kus/den
Mikrop Čebín, a.s.	ML0, ML3	minerální	70-85	50-150	4,0-12,8
Mikrop Čebín, a.s.	ML2,ML3ML4,ML5	minerální	100-110	50-150	5,0-16,5
Tekro s.r.o.	Turmix-L1 liz B	minerální	53	50-150	2,7-8
Trewit s.r.o.	Liz PP	minerální	90	100	9
Animo.cz Říčany	Liz Mikro Mg (skot)	krmná sůl s ML	80 - 100	-	4-10
Animo.cz Říčany	Biosaxon	solný	120	-	6-12
Animo.cz Říčany	Salit Mineral	solný	55	-	3-8,3
Animo.cz Říčany	Salit Prem.	solný	70	-	3,5-10,5
Animo.cz Říčany	Liz Ce-SE	solný	100	-	5-15

### II.2.2.3 Exogenní nenutriční zdroje jodu

Mezi přídatné zdroje jodu patří v chovech krav dezinfekční prostředky obsahující jod užívané pravidelně k desinfekci struků mléčné žlázy před nebo po dojení. Podle Herziga et al. (1999) dochází po aplikaci 20% roztoku Jodonalu B s 1,7-1,8% aktivního jodu (Biochemie Bohumín) na kůži mléčné žlázy dojnic po pěti dnech k vzestupu obsahu jodu v mléce u pokusné skupiny o 334,5  $\mu\text{g}$  a v moči o 93  $\mu\text{g}$  v litru. Ke zvýšení koncentrace jodu v mléce dochází i při výplachu dělohy dezinfekčními preparáty obsahujícími jod (Carleton et al., 2008). Příklady desinfekčních preparátů a veterinárních preparátů obsahujících jod je uveden v tabulkách 5 a 6.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 5 Příklady preparátů k ošetření mléčné žlázy obsahujících jod

Název preparátu	Výrobce	Obsah jodu	Charakteristika a účinek preparátu
Mikasan JD	Mika a.s.	< 4 %	bariérový produkt, obsahuje glycerin působí na houby, plísňe a viry
IO-Shield	Ecolab Hygiene s.r.o.	< 5 %	emulze k ošetření pokožky mléčné žlázy, působí proti bakteriím a kvasinkám, udržuje prodyšnost, pružnost a vláčnost pokožky
Kenostart	Pharmed s.r.o.	3000 ppm	dezinfekce struků s nízkou agresivitou vůči pokožce a vysokou stabilitou
Dezi JODIN	Elagro s.r.o	< 3%	širokospektrální dezinfekce struků po dojení

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 6 Příklady veterinárních preparátů obsahujících jod

Název preparátu	Výrobce	Koncentrace I (%)	Účinek preparátu
Alfadin	Bioveta a. s.	10 %	povrchová dezinfekce
Betadine	EGIS Pharmaceuticals Ltd. Budapešť	10 %	povrchová dezinfekce
Mastimol medicamenta	Medicamenta Vysoké Mýtoa. s.	6,5 %	mastitidní onemocnění u skotu akutní i chronické, katarální i parenchymatozní, nekrózy kůže, abscesy, zhmožděninny chronické perioritidy a tendovaginitidy
Jodouter	Bioveta a. s.	10 %	antimikrobiální, hydratační, hojivé a uterotonické účinky
PVP Jod spray	Bioveta a. s.	10 %	širokospektrální dezinfekce

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 7 Přehled denního příjmu jodu z MKP a aplikace dezinfekčních prostředků mléčné žlázy v 16 chovech dojených krav v Jihočeském kraji v roce 2009

Chov	Denní dodávka mléka (hl)	Jod v mléce ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ )	MKP	Příjem jodu z MKP (mg/ks/den)	Desinfekční prostředek
1	10	73	DZM 6UP Trewit	10,0	Mikasan JD +I
2	10	988	Rindavit LF 10 Schaumann	54,0	0
3	12	55	MO - 3 Mikrop Čebín	0	Mikasan JD +I
4	25	696	Rindamin Gim 2006 Schaumann	19,5	Lacto dip -I
5	27	877	VDZ -10 Mikrop Čebín Camisan Sano	23,2	Lacto dip -I
6	30	307	M8 Z Mikrop Čebín	11,0	IO Shield +I
7	30	232	M8 Z Mikrop Čebín	11,0	Filmadine -I
8	52	199	Camisan Sano	18,0	Dezifilm barrier -I
9	60	233	M7 H Mikrop Čebín	27,0	0
10	90	309	Camisan Sano	32,0	Calgonit EX -I
11	90	944	M8 Mikrop Čebín	52,8	Kenostart +I
12	90	529	Rindavit TMR Schaumann	15,0	Dermisan -I
13	100	333	MP2- VVS Verměřovice	14,5	Mikasan JD +I
14	100	2276	Rindamin Gim Schaumann	33,8	HM VIR FILM -I
15	150	851	Bov vital Ceses Biomín Ceses	29,0	IO SHIELD +I



Z přehledu v tabulce 7 je patrné široké užití desinfekčních prostředků na příkladu 17 chovů dojených krav v Jihočeském kraji v roce 2009. Z uvedených hodnot vyplývá, že rozhodující vliv na obsah jodu v mléce, zejména v chovech s velkou dodávkou mléka má nutriční příjem jodu. V chovech s denní dodávkou do 6000 litrů mléka byl průměrný doplňkový příjem 13,2 mg jodu a průměrný obsah jodu v mléce 348,4  $\mu\text{g l}^{-1}$ . V chovech s denní dodávkou mléka nad 6 000 litrů byl průměrný příjem doplňkového jodu 31,5 mg na ks a obsah jodu od 233 do 2276  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Příkladem nežádoucího uplatnění desinfekce mléčné žlázy prostředkem obsahujícím jod na vzestup jeho obsahu v mléce je porovnání chovů č. 6 a 7.

### II.2.2.4 Faktory ovlivňující využití jodu

#### II.2.2.4.1 Strumigeny

Ve vysokoprodukčních chovech dojených krav s vysokou intenzitou rostlinné produkce a obohacováním krmných směsí o řepkové a sojové pokrutiny se uplatňuje riziko vyššího příjmu dusičnanů a glukosinolátů. Klinický příznak deficitu jodu – strumu – může vyvolat řada strumigenních faktorů snižujících využití jodu ve štítné žláze (thiokyanáty, dusičnany, dusitany, chloristany, chlorečnany) pro syntézu trijodtyroninu a tyroxinu. Riziko vyššího příjmu uvedených strumigenů v krmných dávkách hospodářských zvířat-herbivorů přispělo k preventivnímu zvyšování normy potřeby jodu. Podle zjištění Tripathi a Mishra (2007) se přežvýkavci vyznačují nižší citlivostí na glukosinoláty. Z hlediska využití koncentrace jodu v mléce pro posouzení úrovně jeho příjmu je nutno respektovat, že thiokyanáty a dusičnany zvyšují jeho vylučování ledvinami na úkor mléčné žlázy. Podle Groppe (1993) je ve vztahu k hypotyreoidnímu stavu riziková koncentrace dusičnanů nad 10 g na kilogram krmiva při příjmu jodu méně než 0,2 mg. K nutričnímu použití dvounulových řepok je dle MZE ČR 256/97 Sb. k zákonu o krmivech č.91/96 v kilogramu sušiny stanovena mezní hodnota pro goitrin 3500  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  extrahovaných šrotů. Antityreoidální působení glukosinolátů je ireversibilní a nelze je kompenzovat na rozdíl od thiokyanátových iontů ( $\text{SCN}^-$ ) zvýšenou

suplementací jodu. Podle Pailan a Singhal (2007) se pod vlivem glukosinolátů zvyšuje v mléce obsah thiokyanátů a koncentrace jodu se v mléce snižuje.

Hypothyreoidní stav při zařazení velkého množství sójového šrotu dojnícím (Ghargariu et al., 1994) se přisuzuje přítomnosti izoflavonů v sójových produktech. Izoflavony-genistein a daidzein blokují tyreoidální peroxidázu při jodaci tyrozylových zbytků. Huminové kyseliny-hlavní organická součást půd a vod snižují biodostupnost jodu a inhibují tyreoidální peroxydázu.

Vysoký příjem vápníku zvyšuje nároky na přívod jodu do organismu, zatímco vysoký obsah draslíku v dietě zvyšuje ztráty jodu močí. Mezi strumigeny se dále řadí i polychlorované bifenyly, benzpyren, DDT, metation a PVC, z něhož se vlhkostí uvolňují ftaláty.

### II.2.2.4.2 Selen

Limitujícím faktorem pro využití jodu je selen a hypothyreoidní stav se prohlubuje při současném deficitu jodu a selenu, což je aktuální na území ČR nacházejícího se na křižovatce dvou pásů na selen chudého podloží. Tento jev byl potvrzen nízkým obsahem Se v srsti skotu a v půdě v oblasti Šumavy a nízkou koncentrací Se v krevním séru a moči obyvatel jižních Čech.

## II.3 Obsah jodu v mléce, závislost na jeho příjmu, obsah jodu v mléčné surovině a v konzumním mléce, chronologický vývoj obsahu jodu v mléce v ČR, požadavky na příjem jodu u lidí, metodiky stanovení obsahu jodu v mléce

### II.3.1 Obsah jodu v syrovém mléce jako ukazatele jeho příjmu u dojníc

Mezi obsahem jodu v kompletní krmné dávce a jeho množstvím v bazénových vzorcích mléka byla Trávníčkem et al., (2011) zjištěna závislost vyjádřena korelačním koeficientem  $r = 0,6-0,7$

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

v souladu se staršími údaji (Miller et al., 1975; Larson et al., 1983, Kursa et al., 1997, McCoy et al., 1997) o vztahu mezi příjmem jodu u dojených krav a jeho koncentrací v mléce. Průměrně 8 -10 % přijatého jodu přechází do mléka (Bobek, 1998).

Závislost obsahu jodu v mléce na jeho denním příjmu lze vyjádřit rovnicemi:

a) u skotu podle Alderman a Stranks (1967)

$$\text{Obsah jodu v } \mu\text{g} \cdot 100 \text{ ml}^{-1} \text{ mléka} = 2,13 x + 3,1$$

x = denní příjem jodu v mg

b) u ovcí podle Azuolas a Caple (1984)

$$\text{Obsah jodu v } \mu\text{g l}^{-1} \text{ mléka} = 0,37 x + 53,3$$

x = denní příjem jodu v  $\mu\text{g}$

Rozhodující uplatnění příjmu jodu na jeho koncentraci v mléce potvrzují i další práce (Herzig et al., 1999, 2001; Kursa et al., 1997).

Sezónní změny obsahu jodu v mléce jsou podmíněny jeho nižším obsahem v letních krmných dávkách. Ke zvyšování obsahu jodu v mléce dochází u dojníc na první laktaci (Berg et al., 1988) a v pokročilejších stádiích laktace (Miller et al., 1975). Naproti tomu Larson et al. (1983) nepozorovali žádné rozdíly v obsahu jodu v mléce v závislosti na pořadí laktace.

Přes výše uvedené skutečnosti je koncentrace jodu v mléce přežvýkavců, vedle jodurie (Kursa et al., 1997; Herzig et al., 1999; 2001), používána jako běžný indikátor zásobení organismu jodem.

Vymezení optimálního obsahu jodu v mléce vyplývá z potřeby:

- krav, telat a plodů v ranném vývojovém stádiu,
- lidí v mléčných produktech jako rozhodujícího zdroje jodu ve výživě především dětí, těhotných a kojících žen (Ryšavá a Kociánová, 1997; Límanová et al., 2008; Zamrazil, 2010).

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 8 Koncentrace jodu ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) v mléce krav jako indikátoru jeho příjmu a dopadu na zdravotní stav krav

Obsah jodu v mléce ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ )	Dopad na zdravotní stav	Poznámka	Autoři
< 10-30,8	kongenitální strumy u telat	-	Kursa et al. (2000)
< 20	kongenitální strumy u telat	-	Kroupová et al. (2001),
30,0	-	extenzivní a ekologické chovy	Trávníček et al. (2010)
50-80	mírné projevy jodopenie u vysokoprodukčních krav	současná zátěž glukosinoláty	Kroupová et al. (2001)
250-500	nadbytečný příjem jodu bez zjevných klinických příznaků	dávka v USA a Austrálii považována za přijatelnou	Berg et al. (1988)
595±178	Nadbytečný příjem jodu bez zjevných klinických příznaků	2,5 násobný příjem jodu	Třináctý et al. (2001)
209,4±145,3	nadbytečný příjem jodu bez zjevných klinických příznaků	2,5 násobný příjem jodu s denní dávkou 270 g řepkového extrahovaného šrotu	Třináctý et al., (2001)
519± 346,2	nadbytečný příjem jodu bez zjevných klinických příznaků	vysokoprodukční chovy	Trávníček et al. (2010)
352,0	-	konzumní mléko v USA	Pearce et al. (2004)

Na základě vztahů mezi obsahem jodu v mléce, jeho příjmem a klinickým stavem štítné žlázy, lze vymezit následující úrovně obsahu jodu v mléce dojníc a jejich diagnostický význam:

a) Obsah jodu < 20  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  mléka lze považovat za kritickou hranici hlubokého jodového deficitu s rizikem výskytu strum (viz tabulka 9) u narozených telat (Kursa et al., 1997).

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 9 Zvětšení štítné žlázy zjištěné palpací u telat při nedostatku jodu u březích krav

Skupina	Stupeň zvětšení	Palpační nález štítné žlázy
1.	0	nehmatná
2.	+ -	oba laloky hmatatelné
3.	+	hmatatelná, mírně zvětšená, velikost 3 x 2,5 x 1 cm
4.	++	hmatatelná, zvětšená, velikost 5 x 4 x 1,5 cm
5.	+++	viditelné zvětšení, příznaky překrvení a venostáze

b) Obsah jodu 50 – 80  $\mu\text{g}$  jodu v litru mléka představuje nízkou úroveň příjmu jodu vzhledem k současným nárokům na činnost štítné žlázy.

c) Obsah jodu v rozmezí 100 – 200  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  se z hlediska potřeby dojníc i spotřebitele považuje za optimální. Mléko s koncentrací 250  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  odráží příjem jodu, který je jak pro dojnici, tak pro spotřebitele již nadbytečný.

d) Koncentrace 250-500  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  a  $>500 \mu\text{g l}\cdot\text{l}^{-1}$  signalizují různý stupeň nadbytečného příjmu jodu krmnou dávkou.

e) Mlezivo i mléko ovcí a koz obsahuje při stejném dietním příjmu více jodu než mléko kravské. Hladiny jodu u těchto druhů domácích přežvýkavců pod 79, res. 62  $\mu\text{g l}\cdot\text{l}^{-1}$  jsou již pokládány za projev jodové karence.

Pro vymezení zdravotních rizik nedostatku jodu lze využít experimentálních poznatků vlivu nízkého příjmu jodu a strumigenní zátěže u krav, koz a bahnic uvedených v tabulce 10.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 10 Vliv suplementace jodu na koncentraci jodu v mléce krav, koz a bahnic a na zdravotní stav mláďat

Obsah jodu v mléce	Výskyt strumy	Suplementace I a příjem strumigenů	Autoři
8,5 - 23,3	kongenitální struma u kůzlat	bez suplementace I u koz	Trávníček a Kursa (2001)
<10,0 až 30,8	kongenitální struma u telat	bez suplementace I u krav	Kursa et al., (2000)
26,1	neonatální struma	strumigeny (4 g dusičnanů, 4,2 mmol glukosinolátů) v KD bahnic	Trávníček et al., (2001)
10	-	chovy s extenzivním systémem hospodaření	Trávníček et al., (2009)
47	bez strumy u jehňat	bez suplementace I u bahnic	Trávníček a Kursa (2001)
142,1	bez strumy u kůzlat	krmná sůl s jodem	Kursa et al., (2000)
165	bez strumy u kůzlat	jodizovaná krmná sůl u koz	Trávníček a Kursa (2001)
198,2	bez strumy u jehňat	strumigeny (4 g dusičnanů, 4,2 mmol glukosinolátů) v KD bahnic + 250 µg I	Trávníček et al., (2001)
209,4 ± 145,3	bez strumy u telat	dieta převyšující 2,5 x potřebu I a 270 g ŘEŠ	Třináctý et al., (2001)
243,3	bez strumy u jehňat	minerální liz s jodem u bahnic	Trávníček a Kursa (2001)
519 ± 346,2	bez strumy u telat	chovy ČR s významným podílem na produkci	Trávníček et al., (2010)
594,8 ± 178,1	bez strumy u telat	dieta převyšující 2,5 x denní potřebu I	Třináctý et al., (2001)
1126,0 ± 262,5	bez strumy u jehňat	dieta se zvýšeným obsahem organicky vázaného I (1,3 mg·kg <sup>-1</sup> sušiny KD)	Trávníček et al., (2010)

### II.3.2 Obsah jodu v mléčné surovině a v konzumním mléce

Obsah jodu v mléčné surovině, v konzumním mléce a mléčných výrobcích je podmíněn množstvím jodu v syrovém mléce a ovlivněn technologií mlékárenského zpracování. V tabulce 11 jsou uvedeny změny obsahu jodu v mléčné surovině po odstředění mléka, pasteraci a opětovného doplnění smetany na celkový obsah tuku 1,5%. Tendence ke zvýšení koncentrace svědčí o vazbě jodu na mléčné bílkoviny.

Tabulka 11 Obsah jodu v mléčné surovině ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) v průběhu jejího zpracování v roce 2006

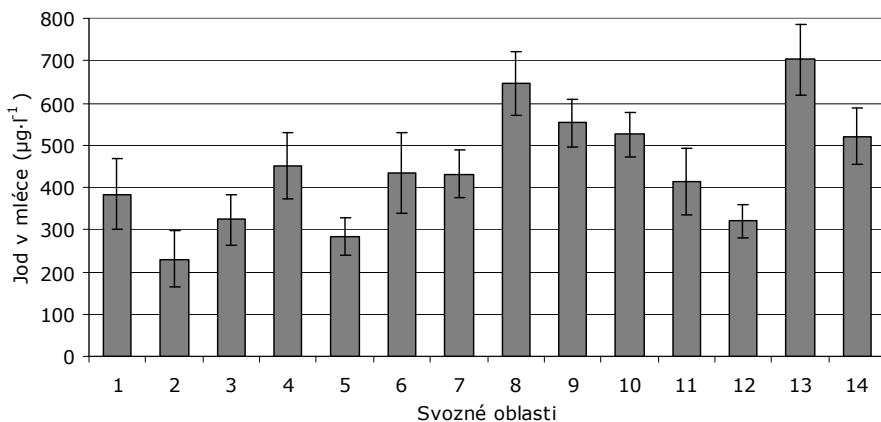
Surovina	n	$\bar{x}$	$s_x$	V%	Min.	Max.	Median	75 percentil
Směsné syrové mléko – velkobjemové zásobníky	38	567,0 <sup>a</sup>	187,7	33,1	223,8	968,9	560,5	692,4
Pasterované odstředěné mléko – mléčná směs	43	663,8 <sup>b</sup>	192,6	29,0	297,3	1018,5	673,4	829,0
Výrobek – odstředěné konzumní mléko s 1,5 % tuku	42	672,6 <sup>c</sup>	197,0	29,3	327,0	1097,3	662,6	828,8

*a:b, a:c P<0,05*

Statisticky významné regionální rozdíly jsou zřetelné z grafu 1, který znázorňuje obsah jodu ve vzorcích mléka z transportních cisteren o objemu 11-13 tisíc litrů, které svážejí mléko z jednotlivých svozných oblastí jihozápadních Čech. Sezónní rozdíly obsahu jodu v mléčné surovině jsou znázorněny v grafu 2.

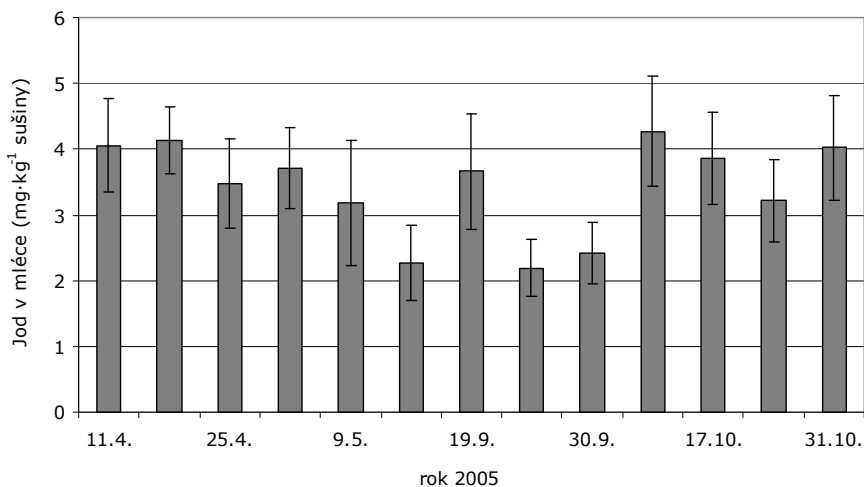
## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Graf 1 Obsah jodu v mléce z jednotlivých svozných oblastí jihozápadních Čech v roce 2005



<sup>12:13</sup>  $P < 0,05$

Graf 2 Změny obsahu jodu v mléce v jihozápadních Čechách v roce 2005





### **II.3.3 Chronologický vývoj obsahu jodu v syrovém kravském mléce na území ČR**

Obsah jodu v mléce krav je v České republice systematicky sledován od roku 1980. V letech 1988-1996 došlo k výraznému prohloubení nedostatku jodu u krav, který byl vyvolán úsporným omezením suplementace jodu do minerálních krmných přísad a zvýšením příjmem strumigenních látek, zejména zkrmováním řepky a jejích produktů. Jodový deficit se projevil plošným poklesem obsahu jodu v mléce pod  $100 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (viz graf 1) a četnými nálezy strum narozených telat (Kursa et al., 1996). Odezvou na nedostatek jodu v krmných dávkách dojených krav byl rychlý nástup suplementace jodu širokou nabídkou minerálních krmných přísad a premixů s vyšším obsahem jodu, který přispěl od roku 1999 k prudkému zvýšení obsahu jodu v mléce.

Mnohé práce z posledních let však upozorňují na neregulovaný nárůst obsahu jodu v kravském mléce (Jahreis et al., 1999, Bader et al., 2005, Trávníček et al., 2006) v souvislosti se zkrmováním minerálních krmných přísad a jiných minerálních doplňků s vysokým obsahem jodu (Jahreis et al., 2001). Při nízkém příjmu jodu z objemných a jadrných krmiv je jeho obsah v krmných dávkách ovlivněn především úrovní jeho doplňkového příjmu. Také v USA došlo po zvýšené suplementaci jodu (EDDI) dojeným kravám letech 1965-1980 k nárůstu obsahu jodu o 300-500 % (Hemken, 1980). Podle Pearce et al. (2004) byla v zájmu snížení rizika nadbytečného příjmu jodu, především organicky vázaného, omezena suplementace jodu v USA v roce 1986 u dojených krav na 10 mg na kus a den.

Nadbytečná suplementace jodu v krmné dávce se po roce 2000 do jisté míry přehlížela vzhledem k dřívějším zkušenostem s jeho nedostatkem (Kroupová et al., 2001). Únosného příjmu jodu u krav bylo dosaženo v mezidobí let 1999-2003 při průměrné koncentraci jodu v mléce v rozsahu  $129-310 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Při této koncentraci jodu v mléce v kombinaci s vyšším příjmem jodu v jodované soli a dalších potravinách byl u obyvatel ČR odstraněn deficit jodu. Zvyšování koncentrace jodu v syrovém kravském mléce v období 2003-2009 nad  $300 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  představuje nežádoucí zátěž laktujících krav a konzumentů kravského mléka nadbytečným příjmem jodu.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

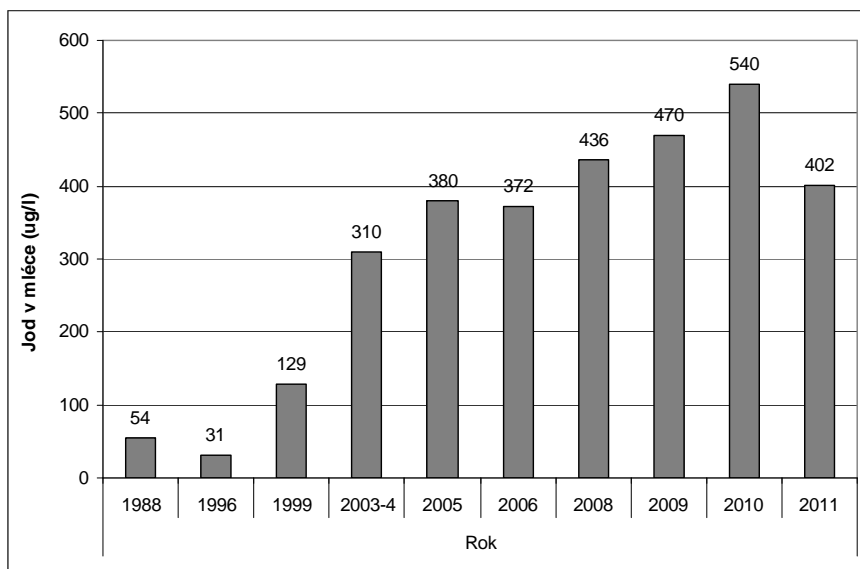
Poslední plošné vyšetření obsahu jodu v syrovém kravském mléce provedené v roce 2009 potvrdilo trvalý trend nárůstu obsahu jodu v mléce (viz graf 3). Průměrný obsah jodu v bazénových vzorcích mléka získaných vyšetřením 123 chovů byl  $470,3 \pm 312,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Velmi široké rozmezí od 32,9 do  $1713,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  poukazuje však na značné rozdíly v saturaci dojených krav jodem. Nejnižší hodnoty odpovídají jodovému deficitu a potvrzují nezbytnost řízené suplementace jodu do krmných dávek minerálními doplňky. Naopak nejvyšší koncentrace souvisí s neúměrným přebytkem jodu v krmných dávkách. Výsledky uvedené v tabulce 12 potvrzují nárůst počtu chovů s obsahem jodu v mléce odpovídající jeho nutričnímu nadbytku ( $>250 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ).

Trvalý nárůst jodu v mléce i po vyřešení plošného nedostatku jodu u obyvatel ČR v roce 2000 (Kříž, 2003), lze považovat za jednoznačný důvod ke snížení koncentrace jodu v některých minerálních krmných přísadách a premixech.

Vzhledem k riziku nadbytečného příjmu jodu mlékem a mléčnými výrobky došlo Nařízením Komise (ES) č. 1459/2005 ke snížení maximálního povoleného obsahu jodu v kompletní krmné dávce pro dojnice z  $10 \text{ mg}$  na  $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  krmné dávky o sušině 88 %. Současné normy potřeby živin uplatňované v České republice doporučují pro dojnice pouze  $0,8 \text{ mg}$  jodu na  $1 \text{ kg}$  sušiny krmiva, respektive  $0,6 \text{ mg}$  na  $1 \text{ kg}$  nadojeného mléka (Sommer et al., 1994).

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Graf 3 Obsah jodu v syrovém kravském mléce v České republice



v letech 1988-2010

Tabulka 12 Procentuální zastoupení bazénových vzorků mléka dle koncentrace jodu v letech 2003-2009

Jod v mléce (µg·l <sup>-1</sup> )	2003-4 % vzorků	2005 % vzorků	2006 % vzorků	2008 % vzorků	2009 % vzorků
< 80	19	6	6	5	6
80-250	38	33	32	30	30
250-500	27	45	35	31	24
>500	16	16	27	34	40

### **II.3.4 Požadavky na příjem jodu u lidí**

Doporučený denní přívod jodu je podle FAO/WHO 100-140  $\mu\text{g}$  na osobu, s horní mezí 8-10  $\mu\text{g}$  na kg tělesné hmotnosti. Provizorní maximální tolerovatelný denní přívod jodu (PMTDI) je 17  $\mu\text{g}$  jodu na kg tělesné hmotnosti. Vyhláškou MZ ČR č. 446/2004 Sb., která stanovuje požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin potravními doplňky. Význam mléka jako rozhodujícího zdroje jodu je ve výživě lidí - vyplývá z tabulky 13. Na základě těchto údajů lze považovat současnou nabídku jodu mlékem a mléčnými výrobky za luxusní.

Obsah jodu v syrovém kravském mléce 80-250  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  je na základě experimentálně ověřených poznatků a klinických zkušeností pokládán za odraz optimální saturace krav jodem a přijatelný z hygienického hlediska. Uvedená koncentrace nevylučuje příjem jodu i z jiných zdrojů, například jodizované soli. Podle Stránského a Ryšavé (1997) může být při dosažení hodnoty nad 200  $\mu\text{g}$  jodu v litru mléka denní potřeba jodu u člověka (150-300  $\mu\text{g}$ ) pokryta pouze z tohoto zdroje. Koncentrace vyšší než 500  $\mu\text{g l}\cdot\text{kg}^{-1}$  je v některých zemích z potravinářského hlediska pokládáno za nežádoucí. V tabulce 14 je uvedena spotřeba potravin živočišného původu a následná spotřeba jodu. Je patrné, že mléko je z živočišných potravin hlavním zdrojem jodu v ČR.

Tabulka 13 Doporučené dávky jodu v dietě člověka (Biesalski a Grimm, 1999)

<b>Věk</b>	<b>Dávka</b>
0 – 4 měsíců	50 $\mu\text{g}/\text{den}$
4 – 12 měsíců	80 $\mu\text{g}/\text{den}$
1 – 4 roky	100 $\mu\text{g}/\text{den}$
4 – 7 let	120 $\mu\text{g}/\text{den}$
7 – 10 let	140 $\mu\text{g}/\text{den}$
> 10 let	200 $\mu\text{g}/\text{den}$
Těhotné, kojící ženy	230 - 260 $\mu\text{g}/\text{den}$

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 14 Průměrný příjem jodu z potravin živočišného původu na obyvatele v ČR

Potravina	Spotřeba potravin (osoba/rok)	Spotřeba jodu ( $\mu\text{g}/\text{osoba}/\text{rok}$ )	Denní spotřeba jodu ( $\mu\text{g}$ )
Mléko	221 kg	110 500	302
Vejce	250 ks	4 825	13
Maso*	78 kg	1 270	3

\* průměr z hovězího, vepřového a drůbežího masa

### II.3.5 Metodiky stanovení obsahu jodu v mléce

Pro stanovení koncentrace jodu v biologickém materiálu lze využít různých analytických principů. V ČR se v současnosti nejčastěji jedná o hmotnostní spektrometrii a kolorimetrii. Méně se využívá metod potenciometrických, neutronové aktivační analýzy, plynové chromatografie, polarografie, atomové absorpční spektrofotometrie.

#### II.3.5.1 Odběr vzorků mléka pro stanovení obsahu jodu

Pro posouzení obsahu jodu v syrovém kravském mléce dodávaného k mlékárenskému zpracování se odebírají tzv. bazénové vzorky mléka. Jde o vzorky mléka získané odběrem z chladících bazénů (tanků) přímo v zemědělských provozech. Před odběrem je žádoucí obsah mléka v bazénu důkladně promíchat. Vlastní odběr se provádí pomocí nerezové či plastové naběračky. Vzorek mléka o objemu 25 ml se naplní do plastické vzorkovnice, 2 cm pod základnu zátky. Vzorky mléka, které se neanalyzují v den odběru se zamrazí a uchovávají bez konzervace při  $-18$  až  $-20^\circ\text{C}$ . Před vlastní analýzou se vzorky rozmrazí v místnosti o laboratorní teplotě a promíchají.

Po kontrole zdravotního stavu mléčné žlázy dojníc je nutno provést odstředění mléka ze všech struků mléčné žlázy.

### II.3.5.2 Stanovení obsahu jodu v mléce metodou ICP - MS

#### Princip metody:

Sloučeniny jodu jsou extrahovány silným alkalickým činidlem TMAH (tetramethylamonium hydroxid) při teplotě 90°C v teflonových autoklávech. Po separaci nerozpustných složek se čirý roztok doplní demineralizovanou vodou na definovaný objem. Extrakt je zmlžován, atomizován a ionizován v indukčně drženém plazmatu. Ionty jodu jsou extrahovány z plazmatu vakuem systémem štěrbin, odděleny v hmotnostním spektrometru na základě jejich poměru hmota/náboj. Uvolněné I<sup>-</sup> jsou stanoveny detektorem záchyty elektronů. Čistota všech uvedených chemikálií musí odpovídat požadavkům na ultrastopovou analýzu. ICP - MS (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) poskytuje řádově nižší detekční limity než tradiční spektrofotometrické a elektroanalytické metody (polarografie, coulometrie).

#### Příprava vzorku:

Vzorek mléka v množství 0,5-1,0 ml se ve zkumavce smísí s 5 ml TMAH. Vzniklá sraženina se centrifugací a filtrací oddělí od supernatantu. Čirý supernatant se naředí demineralizovanou vodou (podle předpokládaného obsahu jodu ve vzorku) nejčastěji v poměru 1:5-100. Takto připravený zředěný vzorek se použije k vlastní analýze.

#### Pracovní postup:

Vlastní postup stanovení jodu v mléce metodou ICP-MS je předepsán normou: Česká technická norma ČSN EN 1511, kterou vydal Český normalizační institut, 2007.

### II.3.5.3 Stanovení obsahu jodu v mléce spektrofotometricky po alkalickém spalování

#### Princip metody:

Spektrofotometrická metoda podle Sandell-Kolthoffa (Sandell a Kolthoff, 1937) modifikovaná Bednářem et al., (1964) je založena na redukci Ce<sup>4+</sup> na Ce<sup>3+</sup> v prostředí kyseliny sírové

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

za účasti  $\text{As}^{3+}$  a katalytického účinku jodu ( $\text{I}^-$ ). Mineralizace vzorku probíhá spalováním (suchou cestou) v alkalickém prostředí při  $600^\circ\text{C}$ . Uvedenou metodou se stanovuje celkový jod (anorganický i vázaný na bílkoviny).

### Přístrojové vybavení:

- Spektrofotometr
- Muflová pec s možností postupné regulace teploty
- Horkovzdušná sušárna
- Vodní lázeň s přídavným chladicím zařízením
- Vodní lázeň s regulací teploty
- Odstředivka

### Materiál:

- Spalovací zkumavky z těžkotavitelného skla (např. výrobce Technosklo Držkov)
- Tenkostěnné zkumavky
- Běžný laboratorní materiál

### Chemikálie:

- Referenční materiál s definovaným obsahem jodu  $3,2 \pm 0,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
- Deionizovaná voda -  $15\text{-}18 \text{ M}\Omega\text{cm}^{-1}$
- 10 % síran zinečnatý ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ) - vodný roztok
- 4 M hydroxid draselný (KOH) - vodný roztok
- Chlorečnan draselný
- Kyselá směs - roztok chloridu sodného (116,9 g NaCl se rozpustí ve 400 ml deionizované vody) a roztok metaarzenitanu sodného (13 g 98% metaarzenitanu sodného se rozpustí ve 40 ml 7% KOH) se smíchají se zředěnou kyselinou sírovou (241 ml 96,08%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se smísí s 1000 ml deionizované  $\text{H}_2\text{O}$ ) a směs se doplní deionizovanou vodou do celkového objemu 2 000 ml
- Roztok síranu ceričitoamonného - 6,325 g síranu ceričitoamonného dihydrátu se rozpustí v 1000 ml deionizované  $\text{H}_2\text{O}$ , k roztoku se přidá 161 ml 96,08%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a směs se doplní deionizovanou vodou do 2000 ml.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

- Roztok octanu brucinu - 0,5 g brucinu se suspenduje v odměrné baňce v 10 ml deionizované vody, přidá se 0,6 ml 100% ledové kyseliny octové a doplní se do 50 ml deionizovanou vodou a nechá se rozpustit (promíchává se).
- Základní roztok jodidu draselného - 130,8 mg jodidu draselného se rozpustí v 1000 ml deionizované vody.

Pro přípravu roztoků se používají chemikálie určené pro analýzy (p.a) například od fa Merck, 98% metaarzenitan sodný od fa Aldrich.

### Pracovní postup:

Do spalovací zkumavky se odměří 1 ml mléka, přidá se 1 ml 10%  $\text{ZnSO}_4$ , 1 ml 4 M KOH a několik krystalků  $\text{KClO}_3$ . Souběžně s duplikáty vzorků mléka se zpracovávají kalibrační vzorky jodidu draselného v koncentracích 150, 100, 50, 25, 12,5, a 0  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Obsah zkumavek se po dobu 24 h vysouší v horkovzdušné sušárně při teplotě 115°C. Po vysušení se obsah zkumavek spaluje v muflové peci dle harmonogramu: teplota v peci se postupně zvyšuje po 30°C od 120 do 250 °C a po 50°C od 250 do 500°C. Tato teplota v peci se udržuje půl hodiny, poté se zvýší na 600°C. Při této teplotě se obsah ve zkumavkách spaluje po dobu 1 hodiny. Během spalování se pec po 5, 20 a 40 minutách vždy na 15 vteřin otevře a ventiluje.

Po skončení spalování a vychladnutí zkumavek se do spalovací zkumavky ke zbytku po spálení přidá a promíchá 6 ml deionizované vody. Následuje centrifugace obsahu zkumavek po dobu 10 minut při 3000 otáčkách za minutu. Z čirého supernatantu se do tenkostěnných zkumavek odpipetují 2 ml, ke kterým se přidají 2 ml kyselé směsi. Následuje protřepání zkumavek a inkubace v ledové lázni - ledové tříšti (teplota 4°C) po dobu 10 minut. Po vyjmutí z ledové lázně se přidají 2 ml síranu ceričitoamonného, následuje inkubace 20 minut v lázni při teplotě 40°C a potom v ledové lázni 10 minut. Po vyjmutí z ledové lázně se obsah zkumavek převrství 0,5 ml octanu brucinu. Po promíchání následuje 15 minutová inkubace v horkovzdušné sušárně při 105°C. Po vyjmutí ze sušárny se zkumavky na 30 minut odstaví při pokojové teplotě. Následuje měření absorbance při 430 nm proti deionizované vodě. Z absorbance kalibračních vzorků sestrojíme kalibrační křivku, odečteme absorbanci vzorků a výslednou hodnotu koncentrace jodu v  $\mu\text{g l}^{-1}$  mléka. Přesnost analýzy



## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

se průběžně kontroluje stanovením jodu ve vzorku připraveného z referenčního materiálu (sušené mléko) o známé koncentraci jodu kupříkladu standard firmy NIST (1549 Non-Fat Milk Powder, U. S. department of commerce national institute of standards and technology Gaithersburg, MD 20899).

Uvedená metoda patří v České republice mezi nejčastější a dosud užívané spektrofotometrické metody (Bílek, 2000, Fiedlerová; 1998, Trávníček a Kursa, 2001). Spektrofotometrické stanovení jodu v mléce zůstává zatím v program organizace ICCIDD podílejícího se na celosvětovém ústupu jodové deficiencie.

### II.3.5.4 Méně využívané metody stanovení obsahu jodu

- Nepřímé stanovení jodu atomovou absorpční spektrofotometrií (vzorek mléka se mineralizuje alkalickým spalováním. V mineralizátu se stříbrnou solí vysráží jodid stříbrný (AgI), který se rozpustí v roztoku thiosíranu, jehož ekvimolární množství se stanoví technikou plamenové absorpční spektrofotometrie. Celý proces lze automatizovat a možné interference (Cl<sup>-</sup>) lze potlačit amoniakem. Citlivost metody je 0,011 – 0,35 µg·ml<sup>-1</sup> mléka.
- Párová vysokoúčinná kapalinová chromatografie s elektrochemickou detekcí (Hejtmánková et al., 2006). Po alkalické mineralizaci - Fiedlerová (1998) je jod stanoven kapalinovou chromatografií s elektrochemickou detekcí za použití NOVA-PAC C-18 reverzního fázového sloupce a modifikované metody technického standardu.
- Elektrochemické stanovení jodu (Carleton et al., 2008). Metoda spočívá v měření jodu pomocí referenční elektrody (Ag/AgCl) a specifické jod-kyanidové elektrody (I<sup>-</sup>/CN<sup>-</sup>).
- Fotometrické stanovení jodu vycházející z katalytické reakce NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/SCN<sup>-</sup> (Tušl, 1983)

## **II.4 Optimalizace obsahu jodu v mléce, kontrola příjmu jodu výpočtem, analyticky a analýzou moče a výkalů**

Obsah jodu v mléce případně mléčné surovině určené k mlékárenskému zpracování je zásadně ovlivněn jeho obsahem v krmné dávce laktujících krav (tabulka 8). Používání desinfekčních prostředků může být exogenním zdrojem jodu a je nutno tuto skutečnost při optimalizaci krmné dávky respektovat. Je nutné, aby regulace obsahu jodu v mléce byla založena v převaze na optimalizaci jeho příjmu krmnou dávkou, přičemž nelze opomíjet přidružené informace o potencionální vedlejší zátěži dojených krav jodem.

### **II.4.1 Optimalizace příjmu jodu dojníc krmnou dávkou**

#### **II.4.1.1 Kontrola obsahu jodu v krmné dávce výpočtem**

Nutriční příjem jodu u krav je při jeho nízkém obsahu v objemných i jadrných krmivech na území ČR významně ovlivněn úrovní jeho suplementace formou minerálních doplňků do krmných dávek. V následujících tabulkách jsou uvedeny příklady stanovení množství přijatého jodu v krmivech na základě jeho obsahu v sušině jednotlivých složek krmné dávky. Z uvedených tabulek 15 a 16 vyplývá, že příjem jodu z objemné a jadrné složky krmné dávky (na základě obsahu jodu v sušině krmiva, Sommer et al., 1994), nepřevyšuje 3-4 mg na kus a den a většinu jodu v krmných dávkách poskytují minerální doplňky.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Tabulka 15 Letní krmná dávka při denním nádoji mléka 30 kg

Krmivo	kg krmiva	100% sušina krmiva (kg)	Jod v 1 kg 100% sušiny krmiva (mg·kg <sup>-1</sup> suš.)	Jod v celkové sušině krmiva (mg)
Luční seno	2,0	1,7	0,01	0,02
Pastevní porost	50,8	11,4	0,15	1,71
Silážovaná drť ječmen jarní	9,7	3,4	0,20	0,68
Tritikale siláž vlhké zrn	4,5	1,3	0,20	0,26
Řepkový extr. šrot	1,5	1,22	0,51	0,62
MKP C/ VVS	0,3	0,2	100,00	20,0
Celkem	68,8	19,5		23,29

Příjem jodu z jadrné a objemné složky KD (mg)	3,3 mg
Příjem jodu z celkové krmné dávky (mg)	23,3 mg
Doporučený příjem jodu podle užitkovosti (0,6 mg na 1 kg mléka)	18,0 mg
Celkový příjem jodu v % (23,3:18 x 100)	129,4 %
Obsah jodu v 1 kg sušiny krmné dávky (23,3:19,5)	1,19 mg·kg <sup>-1</sup> suš.

Tabulka 16 Celoroční krmná dávka při denním nádoji mléka 20 kg

Krmivo	kg krmiva	100% sušina krmiva (kg)	Jod v 1 kg 100% sušiny krmiva (mg·kg <sup>-1</sup> suš.)	Jod v celkové sušině krmiva (mg)
Luční seno	1,0	0,9	0,01	0,01
Jetelová senáž	16,0	3,0	0,32	0,96
Kukuřičná siláž	16,3	9,8	0,11	1,08
Ječmen zrn	4,2	3,7	0,05	0,19
Pšenice zrn	2,0	1,7	0,06	0,10
Sojový extrahovaný šrot	2,4	2,2	0,15	0,33
Premin EX 5	0,4	0,36	100,00	36,00
Celkem	42,3	21,7		38,67

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

Příjem jodu z jadrné a objemné složky KD	2,67 mg
Příjem jodu z celkové krmné dávky	38,67 mg
Doporučovaný příjem jodu podle množství sušiny KD (0,8 mg na 1 kg 100% sušiny KD)	17,36 mg
Celkový příjem jodu v % (38,67:17,36x 100)	222,8%
Obsah jodu v 1 kg sušiny krmné dávky (38,67:21,7)	1,78 mg·kg <sup>-1</sup> suš.

### II.4.1.2 Kontrola analyticky stanoveného obsahu jodu v krmné dávce

Odběr a zpracování vzorků krmiv pro analytické stanovení jodu:

Odběr vzorků krmiv (250 g) do plastových sáčků z krmného vozu nebo přímo ze žlabu byl proveden dle vyhlášky č. 124/2001 Sb. Vzhledem k charakteru kompletní krmné dávky se doporučuje odebírat pouze jeden vzorek, který lze považovat současně za vzorek konečný (odstavec 3, § 3). Vzorek krmiva se suší na filtračním papíru při laboratorní teplotě. Suchý vzorek se rozmělní na prášek, před analýzou se uchovává v exsikatoru. Souběžně se stanoví sušina vzorku vázkovou metodou při 105°C.

Stanovení obsahu jodu v sušině krmiv:

- pro stanovení obsahu jodu v krmivu metodou ICP-MS se používá 0,1-0,5 g sušiny krmiva, které se po smísení s 5 ml tetrametylamonium hydroxidem stanoví dle České technické normy ČSN EN 1511 vydané Českým normalizačním institutem, 2007.
- pro stanovení obsahu jodu kolorimetrickou metodou po alkalickém spalování se do spalovací zkumavky přenesou 0,5 g rozmělněného suchého krmiva a po spálení suchou cestou se postupuje dle návodu v kapitole II.3.5.3.

### II.4.1.3 Kontrola příjmu jodu analýzou moče

#### Odběr vzorků moče pro stanovení jodu:

Moč se odebírá katetrizací močového měchýře nebo při spontánním močení v množství 20 ml do čistých odběrových nádob. Pokud se jod v moči nestanoví v den odběru, chrání se před teplem a v nejkratší době se zmrazí při -18 až -20 °C. Vzorky moče se chemicky nekonzervují. Bezprostředně před vlastní analýzou se vzorky rozmrazí při pokojové teplotě a promíchají.

#### Stanovení obsahu jodu v moči:

- a) Stanovení obsahu jodu v moči metodou ICP-MS dle návodu v kapitole II.3.5.2
- b) Stanovení obsahu jodu v moči kolorimetrickou metodou po alkalickém spalování: Do spalovací zkumavky se odměří 1,0 ml moči a následné spalování vzorku a analytické postupy jsou shodné se stanovením jodu v mléce (kapitola II.3.5.3).

Tabulka 17 Vliv příjmu jodu v krmné dávce dojníc na úroveň jodurie v chovech dojených krav v jižních Čechách

Zdroje jodu	Chovy dojených krav		
	Nemilkov	Nové Hutě	Posobice
Objemná krmiva (mg·kg <sup>-1</sup> )	1,52	2,09	0,82
Minerální doplňky (mg·kg <sup>-1</sup> )	16,45	12,70	4,46
Denní potřeba jodu (mg·kg <sup>-1</sup> )	13,10	11,90	10,48
Krytí potřeby jodu (%)	137,2	124,4	50,4
Jodurie (µg·l <sup>-1</sup> moče)	442,2 ± 282,1	295,0 ± 159,8	23,5 ± 6,9

Z tabulky 17 je patrná závislost jodurie především na suplementaci jodu v minerálních krmných přísadách. V porovnání s vylučováním jodu mlékem vykazuje jeho vylučování močí výrazně vyšší individuální variabilitu (tabulka 8) podmíněnou výraznými rozdíly v příjmu vody závislými na individuálním nádoji, spotřebě sušiny a termoregulaci. Z tohoto hlediska se u laktujících krav jeví

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

kontrola příjmu jodu stanovením jeho obsahu v mléce jako vhodnější než jodurie využívaná přednostně u lidí. Koncentrace jodu v moči v rozsahu 150-299  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  se považuje za optimální.

### II.4.1.4 Kontrola příjmu jodu analýzou výkalů

#### Odběr a vzorků výkalů pro stanovení jodu:

Odběr vzorků výkalů se provádí buď přímo z konečníku (ampule recti) nebo odběrem výkalů bezprostředně po vykání zvířat. Vzorky se ukládají do plastických vzorkovnic v množství 80-100 g. Pokud nejsou vzorky výkalů zpracovány v den odběru, přechovávají se přímo ve spalovacích zkumavkách v množství 0,4-0,5 g při teplotě -18 až -20°C.

#### Stanovení obsahu jodu ve výkalech:

- a) Stanovení obsahu jodu ve výkalech metodou ICP-MS dle návodu v kapitole II.3.5.2
- b) Stanovení obsahu jodu ve výkalech kolorimetrickou metodou po alkalickém spalování: Spalování vzorku a následné analytické postupy jsou shodné jako při stanovení jodu v mléce (kapitola II.3.5.3).

Tabulka 18      Denní příjem jodu a jeho výdej výkaly u dojených krav v horské oblasti Šumavy v letech 2000-2002 (Srb, 2007)

Chov	Denní příjem jodu		Plnění normy potřeby*	Jod ve výkalech	
	objemná a jaderná krmiva	minerální doplňky			
	mg	mg	%	$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny	
				$\bar{x}$	$S_x$
Posobice	2,2	7,8	80,0	1512,7	507,6
Nemilkov	3,1	7,9	84,0	2274,4	917,7
Čejkovy	1,6	12,5	102,2	2862,0	1112,0
Nové Hutě	5,9	4,0	89,9	3228,7	1294,9

\*Norma denní potřeby jodu dojených krav při průměrné hmotnosti 570 kg a nádoji 17 l je 13,0 mg (Sommer et al., 1994).

### III SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Moderní chov dojených krav zahrnuje především ve střední Evropě mimořádnou pozornost suplementaci jodu u dojených krav vzhledem k jeho nízkému obsahu v komponentech základní krmné dávky a potřebě konzumentů mléka. Systematická kontrola koncentrace jodu v kravském mléce představuje v tomto smyslu objektivní informaci o využití jodu u dojnic v zájmu jejich zdraví i spotřebitelů mléka. Analytické stanovení koncentrace jodu v mléce vylučuje riziko metod využívajících pouze výpočtu v tabulkách uvedené koncentrace jodu bez ohledu na potencionální přítomnost strumigenních faktorů.

Předností stanovení koncentrace jodu v mléce jako ukazatele jeho příjmu dojnicemi i zdroje pro lidskou výživu je možnost využití této informace v řízení a včasné regulaci doplňkových zdrojů jodu. Kontrola a včasná regulace koncentrace obsahu jodu v mléce je v ČR usnadněna možností využít k analýze vzorky mléka ze sítě podnikových laboratoří mlékáren.

Příručka uvádí přehled početného souboru použitých metod pro stanovení obsahu jodu v mléce v ČR i zahraničí. Hlavní pozornost je věnována kolorimetrickému stanovení jodu dle Sandell-Kolthoffa v modifikaci Bednáře et al., (1964) proveditelnému v běžných biochemických laboratořích s finančními náklady na jedno vyšetření v duplikátu 274 Kč. Souběžně je v práci popsána metoda stanovení jodu hmotnostní spektrofotometrií s indukčně vázanou plazmou (ICP-MS) doporučenou Nařízením Komise (ES) č. 1459/2005, jejíž náklady dosahují 550 Kč na jedno vyšetření.

Přínosem k zavedení včasné a plošné kontroly obsahu jodu v mléce na celém území ČR je v metodice uvedený kontinuální nárůst průměrné koncentrace jodu v mléce v ČR z 53,9  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (v roce 1988) na 526,8  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (rok 2010) v zájmu zamezení zdravotních rizik souvisejících s aktivitou štítné žlázy.

Novost postupů systematické kontroly koncentrace jodu v kravském mléce spočívá v komplexním řešení optimální saturace dojnic a spotřebitelů kravského mléka v zájmu omezení zdravotního dopadu jak jeho nedostatku, tak i nadbytku u dojených krav, jejich telat a dalších spotřebitelů mléka.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

V práci uvedená dynamika koncentrace jodu v kravském mléce na území ČR v průběhu posledních 22 let může sloužit jako studijní materiál na všech úrovních vzdělávání v optimalizaci výživy na základě kontinuálního sledování stopových prvků ve výživě. Významné je využití metodiky v činnosti Meziresortní komise pro řešení jodového deficitu (MKJD), jejímž cílem je: koordinovat obohacování potravin jodem a předcházet jak zdravotním důsledkům nedostatku jodu, který historicky poznamenává přirozené prostředí v ČR, trvale sledovat vývoj situace a omezit případné riziko nadměrné nabídky jodu v potravinách, spolupracovat s mezinárodní organizací pro řešení jodového deficitu - ICCIDD, která je poradní institucí WHO (Světové zdravotnické organizace). MKJD představuje gremium, ve kterém jsou zastoupeni odborníci z resortů ministerstev zdravotnictví, zemědělství a potravinářského i farmaceutického průmyslu. Komplex opatření realizovaných v uplynulých patnácti letech formou propracovaného systému profylaxe jodového deficitu vedl ke zlepšení zásobení jodem české populace. Na základě vyhodnocení platných kritérií WHO komisí expertů WHO/ICCIDD je od roku 2000 příjem jodu s výjimkou těhotných žen v souvislosti s dosavadním využíváním metodiky optimalizace dostatečný a jodový deficit je v ČR pokládán za zvládnutý.



## **IV POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY**

Metodika je přednostně určena pro chovatele hospodářských zvířat, veterinární lékaře, poradce pro výživu hospodářských zvířat, producenty minerálních krmných doplňků, kompetentní pracovníky Ministerstva zemědělství, Ministerstva zdravotnictví případně dalších pracovišť zabývajících se životním prostředím, obchodem a potravinářským průmyslem. Zpracovaná metodika představuje vhodný zdroj informací pro studenty středních i vysokých škol se zemědělským, potravinářským, veterinárním, zdravotnickým a chemickým zaměřením.

## V EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomické přínosy (aspekty) předložené metodiky vyplývají jednak z charakteru jejího uplatnění (kontrola obsahu jodu v mléce a jeho optimalizace úpravou obsahu jodu v v krmných dávkách dojených krav) a souboru uživatelů, pro které je metodika určena. Stanovení koncentrace jodu v mléce dojených krav (v ČR v roce 2010 375 378 kusů) představuje významnou objektivní informaci o jejich zásobení jodem v zájmu prevence produkčních i finančních důsledků nedostatku jodu.

Kromě ekonomicky vyčíslitelných přínosů jsou nezanedbatelné a společensky mimořádně významné přínosy související s optimalizací jodu v mléce, jako nejvýznamnějším potravinovým zdroji jodu ve výživě lidí v České republice.

### Ekonomicky vyčíslitelné přínosy:

V případě úpravy krmné dávky s vysokým obsahem jodu náhradou minerální krmné přísady (MKP) s nižším obsahem jodu, lze předpokládat úsporu 3 % nákladů na MKP. Při dávce 300 g MKP na ks a den, představuje potřeba MKP na 1 dojnici za rok 109,5 kg. Při ceně 1800 Kč za 100 kg MKP jsou náklady na MKP na dojnici a rok přibližně 1971 Kč. Předpokládaná úspora na 1 dojnici (3 % z 1095 Kč) představuje 59 Kč. V přepočtu na 1000 dojnic je úspora 59000 Kč. V souvislosti se současným stavem zvýšeného obsahu jodu v mléce dojených krav (rok 2010 540 ± 286 µg/litr), lze hypoteticky zvažovat úpravu MKP u poloviny dojených krav v ČR, tedy přibližně u 187 700 dojnic. Úspora v přepočtu na uvedený počet dojnic by pak představovala přibližně 11 074 000 Kč.

Kontrola koncentrace jodu v mléce je u březích krav významným ukazatelem zásobení telat jodem v prenatalním i raně postnatalním období, jejichž cena je od narození do stáří 6 měsíců v rozmezí 3 000-13 000 Kč. V souvislosti s případným výskytem onemocnění z nedostatku jodu u 1 % narozených telat a nutností jejich vyřazení, lze ztráty u dojených krav (stav v roce 2010 375 378 ks) při průměrné natalitě 95,7 % a ceně vyřazeného telete 4000 Kč odhadnout

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

na částku 14 368 000 Kč. Optimalizací příjmu jodu u dojených krav na základě jeho obsahu v mléce lze uvedeným ztrátám předejít

Sledování koncentrace jodu v kravském mléce, jako jeho významném zdroji pro těhotné ženy (vzhledem k omezenému solení v dietě), představuje významný prvek v plošné optimalizaci kontroly příjmu jodu během těhotenství. Tím do značné míry nahrazuje předepsané individuální sledování jodurie v ceně 250 Kč za jedno vyšetření přibližně u 117 000 těhotných žen s celkovými náklady téměř 30 000 000 Kč.

### Ostatní přínosy:

Včasná prevence nedostatku jodu pomocí stanovení jeho koncentrace v mléce představuje významný příspěvek ke snížení nákladů na léčbu primárních a sekundárních důsledků nedostatku jodu v období nitroděložního.

Optimalizací obsahu jodu v mléce lze u predisponované populace lidí předcházet zdravotním důsledkům jeho nadbytku.

## VI SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Alderman G., Stranks M. H. (1967): The iodine content of bulk herd milk in summer in relation to estimated dietary intake of cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18, 151-3.

Azuolas J. K., Caple I. W. (1984): The iodine status of grazing wheel as monitored by concentrations of iodine in milk. *Australian Veterinary Journal*, 61, 223-227.

Bader N., Miller U., Leiterer M., Franke K., Jahreis G. (2005): Tendency of increasing iodine content in human milk and cow's milk. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 113, 8-12.

Bednář J., Röhling S., Vohnout S. (1964): Příspěvek ke stanovení proteinového jodu v krevním séru. *Československá farmacie*, 13, 203-209.

Bekeová E., Hendrichovský V., Krajničáková M., Siklenka P., Levkut M., Laciaková A., Kačmárik J. (1998): Thyroid gland and its functions in lambs after supply of chlorinated disinfectans. *Slovenský veterinársky časopis*, 5, 264-268.

Berg J. N., Padgitt D., McCarthy B. (1988): Iodine concentrations in milk of dairy cattle fed various amounts of iodine as ethylenediamine dihydroiodide. *Journal of Dairy Science*, 71, 3283-3291.

Biesalski H.K., Grimm P. (1999): *Taschenatlas der Ernährung*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 342.

Bílek R. (2000) Importance and results of determination of ioduria. *The Thyroid Gland*, 3, 69-75.

Bobek S. (1998): Profilaktyka jodowa u zwierząt. *Medycyna Weterinaria*, 54, 80-86.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

Carleton C. L., Threlfall W. R., Schwarze R. A. (2008): Iodine in milk and serum following intrauterine infusion of Lugol's solution. *Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 6, 121-129.

Doerge D.R., Sheehan D.M. (2002): Goitrogenic and estrogenic activity of soy isoflavones. *Environmental Health Perspectives*, 110, 349-353.

Fiedlerová V. (1998): Spectrophotometric determination of iodine and its content and stability in selected food raw materials and products. *Czech Journal of Animal Science*, 16, 163-167.

Ghergariu S., Rowlands G.J., Danielescu A.L., Pop N., Moldova A. (1984): A comparative study of metabolic profiles obtained in dairy herbs in Romania. *British Veterinary Journal*, 140, 600-608.

Groppe B. (1993): Jodmangel beim Tier. In: Anke M., Gürtler H. *Mineralstoffe und Spurenelemente in der Ernährung*. Verlag Media Touristik, Gersdorf, 127-156.

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

Hemken R.W. (1980): Milk and meat iodine content: relation to human health. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 176, 1119-1121.

Herzig I., Suchý P. (1996): Actual experience of importance iodine for animals. *Veterinarni Medicina*, 41, 379-386.

Herzig I., Písaříková B., Říha J. (1999): Defined iodine intake and changes of its concentration in urine and milk of dairy cows. *Veterinarni Medicina*, 44, 35-40.

Herzig I., Písaříková B., Diblíková I., Suchý P. (2001): Iodine concentrations in porcine blood, urine, and tissues after a single dose of iodised oil. *Veterinarni Medicina*, 46, 153-159.

Hetzel B. (1989): The iodine deficiency: their nature and prevention. *Annual Review of Nutrition*, 9, 21-38.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

Huang T.S., Lu F.J., Tsai C.W., Chopra I.J. (1994): Effect of humic acids on thyroidal function. *Journal of Endocrinological Investigation*, 17, 787-791.

Jahreis G., Leiterer M., Franke K., Maichrowitz W., Schöne F., Hesse V. (1999): Jodversorgung bei Schulkindern und zum Jodgehalt der Milch. *Kinderärztliche Praxis*, 16, 172-181.

Jahreis G., Hausmann W., Kiessling G., Franke K., Leiterer M. (2001): Bioavailability of iodine from normal diets rich in dairy products—results of balance studies in women. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 109, 163-167.

Jeroch H., Čermák B., Kroupová V. (2006): *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat*. 1st Ed. JU ZF in České Budějovice, České Budějovice, 170 s.

Kroupová V., Herzig I., Kursá J., Trávníček J., Thér R. (2001): Saturace krav jodem v České republice. *Veterinářství*, 51, 155-158.

Kříž, J. (2003): Jodový deficit; české a zahraniční poznatky a zkušenosti. *Praktický lékař*, 83, 575-579.

Kursá J., Kroupová V., Kratochvíl P., Trávníček J., Jez-dinský P. (1996): K diagnostice strumy skotu. *Veterinářství*, 3, 90–96.

Kursá J., Herzig I., Kroupová V., Kratochvíl P., Trávníček J. (1997): Consequences of iodine deficiency in cattle in some regions of the Czech republic. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 28, 105-117.

Kursá J., Kroupová V., Thér R., Krabačová I., Krása D. (2000): Efekt suplementace jodu u dojnic. Aktuální problémy šlechtění, chovu, zdraví a produkce skotu. *Proceedings of 8th Int. Conf. Current problems of breeding, health, growth and production of cattle*, České Budějovice, 235.

Kursá J., Herzig I., Trávníček J., Kroupová V. (2005): Milk as food of iodine for human consumption in the Czech republic. *Acta Veterinaria Brno*, 74, 255-264.

Larson L.L., Wallen S.E., Owen F.G., Lowry S.R. (1983): Relation of age, season, production, and health indices to iodine and beta-

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

carotene concentrations in cow's milk. *Journal of Dairy Science*, 66, 2257.

Leung A.M., Pearce E.N., Braverman L.E. (2010): Perchlorate, iodine and the thyroid. *Best Practise § Research Clinical Endocrinology § Metabolism*, 24, 133-141.

Límanová Z., Laňková J., Zamrazil V. (2008): Funkční poruchy štítné žlázy. Praha, Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 16 s.

McCoy M.A., Smyth J.A., Ellis W.A., Arthur J.R. Kennedy D.G. (1997): Experimental reproduction of iodine deficiency in cattle. *Veterinary Record*, 141, 544-547.

McDowell L.R. (1992): Minerals in animal and human nutrition. Academic Press, London, 524 s.

McGrath D., Poole D.B.R., Fleming G.A. (1990): Health implications of soil iodine content. *Farm and Food Research*, 1, 20-21.

Miller J.K., Swanson E.W., Spalding G.E. (1975): Iodine absorption, excretion, recycling, and tissue distributions in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 58, 1578-1593.

Nařízení komise ES č. 1459/2005 ze dne 8. září, kterým se mění podmínky pro povolení některých doplňkových látek v krmivech, které patří do skupiny stopových prvků, příloha.

NRC (2001): Nutrient Requirement in Dairy Cattle. 7th Ed. National Academies Press, 174 Washington, D.C.

Oliveriusová L. (1997): Obsah jodu v prostředí ČR. In: Jak řešit nedostatek jodu v naší výživě, Sborník, Státní zdravotní ústav Praha, 8 s.

Pailan G.H., Singhal K.K. (2007): Effect of dietary glucosinolates on nutrient utilization, milk yield and blood constituents of lactating goats. *Small Ruminant Research*, 71, 31-37.

Paulíková I., Kováč G., Bíreš J., Paulík Š., Seidel H., Nagy O. (2002): Iodine toxicity in ruminants. *Veterinarni medicina*, 47, 343-350.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

Pandav C.S., Rao A.R. (1997): Iodine deficiency disorders in livestock ecology and economics. Oxford University Press, New York, 228 s.

Pearce E., Pino S., He X., Bazrafshan H.R., Lee S.L., Braverman L.E. (2004): Sources of dietary iodine: Bread, cows' milk, and infant formula in the Boston area. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89, 3421-3424.

Ryšavá L., Kociánová S. (1997): Problematika přísunu jodu kuchyňskou solí a mlékem. *Výživa a potraviny*, 1, 27-29.

Sandell E.B., Kolthoff I.M. (1937): Micro determination of iodine by a catalytic method. *Microchemica Acta*, 1, 9-25.

Sommer A., Čerešňáková Z., Frydrych Z., Králík O., Králíková Z., Krása A., Pajtaš M., Petrikovič P., Pozdíšek J., Šimek M., Třináctý J., Vencel B., Zeman L. (1994): Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. *ČZS VÚVZ Pohořelice*, 196 s.

Srb J. (2007): Obsah jodu ve výkalech krav. Diplomová práce, ZF JU v Českých Budějovicích, 72 s.

Stránský M., Ryšavá L. (1997): Choroby z nadbytku jodu? *Výživa a potraviny*, 52, 119.

Trávníček J., Kursá J. (2001): Iodine concentrations in milk of sheep and goats from farms in south Bohemia. *Acta Veterinaria Brno*, 70, 35-42.

Trávníček J., Kroupová V., Kursá J., Illek J., Thér R. (2001): Effects of rapeseed meal and nitrates on thyroid functions in sheep. *Czech Journal of Animal Science*, 46, 1-10.

Trávníček J., Kroupová V., Šoch M. (2004): Iodine content in bulk feeds in western and southern Bohemia. *Czech Journal of Animal Science*, 49, 483-488.

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



Trávníček J., Kroupová V., Staňková, M., Konečný R., Cempírková R., Dušová H. (2010): Bilance jodu v krmné dávce pro dojnice. In: Zásobením jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení, Sborník z IX. konference u příležitosti Dne jodu, 11.3.2010 Lékařský dům, Sokolská 31, Praha 2, s. 30.

Tušl J. (1983): Fotometrické stanovení jodu v potravinách na základě katalytické reakce. Chemické listy, 77, 513-515.

Tripathi M.K., Mishra A.S. (2007): Glucosinolates in animal nutrition: A review. Animal Feed Science and Technology, 132, 1-27.

Třináctý J., Šustala 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, s. 106.

Underwood E.J., Suttle N.F. (2001): The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd Ed., Biddles Ltd, London. s. 47-63.

Zamrazil V. (2010): Existují rizika nadměrného přívodu jodu: benefit versus rizika. In: Zásobením jodem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení, Sborník z IX. konference u příležitosti Dne jodu, 11.3.2010, 20-23.

## VII SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE A BYLY PUBLIKOVÁNY

Herzig I., Kursa J., Trávníček J., Kroupová V. (2005): Milk, meat and eggs as food sources of iodine in the Czech Republic. In: Proceedings of the 5th. International symposium on trace elements in human: New perspectives. October, 13th-15th 2005, Athens, Greece, 669-675.

Herzig I., Trávníček J., Kursa J., Kroupová V. (2005): Milk as a source of iodine. (Mléko jako zdroj jodu.). In: Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí "Den mléka 2005", 12.5.2005, ČZU Praha, 45-47.

Herzig I., Trávníček J., Navrátilová M., Kursa J., Kroupová V. (2006): Iodine in food of animal origin as a reflection its content in feed dose. (Jod v potravinách živočišného původu jako odraz jeho obsahu v krmné dávce). In: Zborník prednášok „Days of nutrition and veterinary dietetics VII.“ UVL Košice 2006, 84-88.

Kursa J., Kroupová V., Kratochvíl P., Trávníček J., Jezdinský P. (1996): K diagnostice strumy skotu. Veterinářství, 46, 90-96.

Kursa J., Herzig I., Kroupová V., Kratochvíl P., Trávníček J. (1997): Consequence of iodine deficiency in cattle in some regions of the Czech Republic. In: Scientia Agriculturae Bohemica, 28, 105-147.

Kursa J., Kroupová V., Trávníček J., Kratochvíl P., Herzig I. (1998): Pomozte řešit poruchy vyvolané nedostatkem jodu. Farmář, 69-70.

Kursa J., Rambeck W.A., Kroupová V., Kratochvíl P., Trávníček J. (1998): Strumavorkommen bei Kälbern in der Tschechischen Republik. Tierärztliche Prax., 1998, 26, 326-331.

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

Kursa J., Herzig I., Trávníček J., Kroupová V. (2004): The effect of higher iodine supply in cows in the Czech republic on the iodine content in milk. Macro and Trace Elements. Mengen- und Spurenelemente, 22. Workshop 2004, Jena. 22, 1080-1086. 2004. Jena, SRN, Friedrich Schiller Universität Jena, SRN, Schubert - Verlag.

Kursa J., Herzig I., Trávníček J., Kroupová V. (2004): The contents of iodine in foodstuffs of animal origin. In: VII. Konference s mezinárodní účastí u příležitosti Dne jodu „Jodový deficit a jeho prevence v ČR a okolních zemích“. Praha 10.3.2004, 17-18.

Kursa J., Herzig I., Trávníček J., Kroupová V. (2005): Milk as a food source of iodine for human consumption in the Czech Republic. Acta Veterinaria Brno, 74, 255-264.

Kroupová V., Herzig I., Kursa J., Trávníček J., Thér R (2001): Saturace krav jodem v České republice. Veterinářství, 51, 155-158.

Peksa Z., Trávníček J., Dušová H., Konečný R., Hasoňová L. (2011): Morphological and histometric parameters of the thyroid gland in slaughter cattle. Journal of Agrobiology 28, 79-84

Trávníček J., Kursa J. (2001): Iodine concentration in milk of sheep and goats from farms in south Bohemia. Acta Veterinaria Brno, 70, 35-42.

Trávníček J., Kroupová V., Šoch M. (2004): Iodine content in bulk feeds in western and southern Bohemia. Czech Journal of Animal Science, 49, 483-488.

Trávníček J., Herzig I., Kursa J., Kroupová V. (2005): Actual content of iodine in food-stuffs of animal origin from the view of their safety and biological value. In: Sborník z mezinárodní konference "Risk Factors of Food Chain" vydaný na CD, October 6th, 2005, Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra, 346-350.

Trávníček J., Herzig I., Kursa J., Kroupová V., Navrátilová M. (2006): Iodine content in raw milk. Veterinární Medicína, 51, 448-453.

Trávníček J., Herzig I., Kroupová V., Kursa, J. (2006): Iodine, molybdenum, selenium, zinc and manganese in milk in Czech

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

Republic, s. 181-185. In: Mathias Seifert, Olivek Micke: Spurensuche. Über das wissenschaftliche Werk von Manfred Anke. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart. 245 s.

Trávníček J., Kroupová V., Herzig I., Kursá J. (2006): The contemporary state of iodine content in milk in regions of south and south-east Bohemia. In: Macro and Trace elements, Friedrich Schiller University Jena, 619-620.

Trávníček, J., Herzig, I., Kroupová V., Kursá J. (2006): Milk as a food source of iodine, molybdenum, selenium, zinc and manganese. In: Proceedings of the International symposium on Trace elements in the food chain. Budapešť 2006, 467-471.

Trávníček J., Kroupová V. (2009): Obsah jodu v mléce - ukazatel jeho příjmu. Krmivářství, 6, 28-30.

Trávníček J., Herzig I., Kroupová V., Pešinová H., Richterová J., Staňková M. (2009): Vývoj obsahu jodu v kravském mléce v České republice. Veterinářství, 59, 559-560.

Trávníček J., Kroupová V., Hanuš O., Fiala K., Zelený J., Konečný R., Staňková M. (2011): Nutnost kontinuálního sledování suplementace dojených krav jodem. Veterinářství, 61, 273-275.

### ABSTRAKT

Předkládaná práce poskytuje chovatelům dojených krav, poradcům ve výživě, veterináři a výrobcům minerálních krmných přísad podrobné vymezení fyziologického významu jodu, rizik jeho neúměrného příjmu a především metodiku kontroly optimální suplementace jodu dojeným kravám z hlediska zdraví dojnic a spotřebitelů kravského mléka. Vedle klasického výpočtu koncentrace jodu v krmných dávkách na základě tabulkové hodnoty jeho obsahu v jednotlivých krmivech je v práci podrobně popsáno stanovení jodu v mléce pomocí plošně využitelné kolorimetrické metody proveditelné v běžně zařízených biochemických laboratořích. Současně je rámcově popsána metoda stanovení jodu v mléce pomocí hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS) vymezená Nařízením Komise (ES) č. 1459/2005, okrajově jsou zmíněny další metody stanovení jodu (atomová absorpční spektrofotometrie, párová vysoko účinná kapalinová chromatografie s elektrochemickou detekcí, elektrochemická a potenciometrická stanovení).

Metodika přispívá k regulaci příjmu jodu u dojených krav v zájmu jejich zdraví a prevence zdravotních poruch u spotřebitelů kravského mléka.

**Klíčová slova:** kravské mléko, indikátor příjmu jodu, optimální koncentrace jodu v mléce

### ABSTRACT

The submitted work provides breeders of dairy cows, nutritional advisors, veterinarians and manufacturers of mineral feed ingredients with detailed definition of the physiological importance of iodine, the risks of its disproportionate intake and chiefly the methodology for inspecting optimum iodine supplementation of dairy cows from the aspect of their health and the health of consumers of cow's milk. Apart from classic calculation of iodine concentration in feed dosages on the basis of table values of iodine content in individual feeds, the work also

## OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE

---

provides a detailed description of determining iodine in milk using generally usable colorimetric methods, which can also be performed in standard biochemical laboratory facilities. At the same time a general description of the method of determining iodine in milk using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), as defined by Commission (EC) guideline no. 1459/2005, is given. Other methods for determining iodine are also mentioned briefly (atomic absorption spectrophotometry, paired high performance liquid chromatography with electrochemical detection, electrochemical and potentiometric determination).

The methodology contributes to regulation of iodine intake by dairy cows in the interests of their health and prevention of medical disorders in consumers of cow's milk.

**Key words:** cow's milk , an indicator of iodine intake , the optimal concentration of iodine in milk

## VIII SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DCAB	.....	kation-anionová bilance krmiva
DDT	.....	dichlordifenyltrichlormethylmethan
EDDI	.....	etylendiamindihydrojodid
FAO/WHO	.....	Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization
ICCIDD	.....	International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders
ICP-MS	.....	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem)
IDD	.....	Iodine Deficiency Disorders
KD	.....	krmná dávka
MKJD	.....	Meziresortní komise pro řešení jodového deficitu
MKP	.....	minerální krmné přísady
MVS	.....	minerálně vitaminové směsi
NRC	.....	National Research Council
PMTDI	.....	Provisional Maximum Tolerable Daily Intake (prozatímní maximální přijatelný denní příjem)
PVC	.....	polyvinylchlorid
TMAH	.....	tetrametylamonium hydroxid
TMR	.....	Total Mixed Kation (směsná krmná dávka)
TSH	.....	tyreostimulující hormon
T <sub>3</sub>	.....	trijodtyronin
T <sub>4</sub>	.....	tyroxin
ÚKZÚZ	.....	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
UNICEF	.....	United Nations Children's Fund
WHO	.....	World Health Organization



**Název: OPTIMALIZACE OBSAHU JODU V KRAVSKÉM MLÉČE**

**Autoři: Jan Trávníček, Vlasta Kroupová, Hana Dušová,  
Jana Krhovjáčková, Roman Konečný**

**Autor fotografií: Jana Krhovjáčková**

**Obálka: Jana Krhovjáčková**

**Sazba a graf. úprava: Jana Krhovjáčková**

**Tisk: KartoTISK s.r.o.**

**Náklad: 500 ks**

**Vydavatel: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Texty neprošly jazykovou úpravou**

**© Jan Trávníček, 2011**

**ISBN 978-80-7394-328-8**