

vzorek v 63 % případech. Ani v případech jogurtů nebyly rozdíly statisticky významné a vliv pohlaví a věku tedy nebyl prokázán.

Jedním z důvodů zjištěných rozdílných preferencí mohlo být odlišné nutriční složení obou vzorků – výrazně nižší podíl sacharidů (3,8 vs. 4,5 %) a nižší podíl bílkovin (3,5 vs. 3,7 %) v případech bio varianty. To, zda převážné preference bio jogurtů byly ovlivněny rozdílným nutričním složením, však nelze s jistotou potvrdit. Ostatně k nejednoznačným závěrům v senzoričném hodnocení bílých konvenčních a ekologických jogurtů dospěli i *Toschi et al. (2012)* a *Bartošová (2020)*.

Závěr

Výsledky senzoričného hodnocení ve sledované skupině hodnotitelů neprokázaly významné rozdíly v preferencích vzorků z ekologického a konvenčního zemědělství. Při hodnocení párovým preferenčním testem bylo preferováno polotučné trvanlivé mléko konvenční a selský jogurt bílý v bio variantě.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 028/2019/Z) a Ministerstva zemědělství ČR (NAZV KUS QJ1510336).

Seznam literatury

- BARTOŠOVÁ R. (2019): *Produkce a spotřeba biopotravin s ohledem na životní prostředí a lidské zdraví*. [Bakalářská práce]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 69 s.
- BUTLER G., NIELSEN J.H., SLOTS T., SEAL CH., EYRE M.D., SANDERSON R., LEIFERT C. (2008): Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1431–1441.
- ČAPOUNOVÁ K. (2016): Biomléko: rozdíly v mastných kyselinách i množství jódu. *Potravinářská revue*, 12, 21–23.
- FISBERG M., MACHADO R. (2015): History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews*, 73, 4–7.
- GARCÍA-BURGOS M., MORENO-FERNÁNDEZ J., ALFÉREZ J.M.M., DÍAZ-CASTRO J., LÉPEZ-ALIAGA I. (2020): New perspective in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059.
- KLÁNOVÁ E. (2020): Čerstvost jako nutná podmínka úspěchu. *RetailNews*, 10, 14–15.
- KOPÁČEK J. (2020): Nákup a zpracování mléka ČR 2019. *Mlékařské listy - Zpravodaj*, 179, 3–5.
- MZe ČR (2019): *Ročenka 2018 – ekologické zemědělství v České republice*, Praha: Ministerstvo zemědělství ČR; Olomouc: Bioinstitut, o.p.s., 76 s., ISBN 978-80-7434-536-4 (MZe); ISBN 978-80-87371-37-4 (Bioinstitut).
- MZe ČR (2020): *Zemědělství 2019* [online]. Ministerstvo zemědělství ČR: © 2020 [cit. 29. 10. 2020]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/654505/Zemedelstvi_2019_web.pdf
- OUPADISSAKOON G., CHAMBERS D.H., CHAMBERS E. (2009): Comparison of the sensory properties of ultra-high-temperature (UHT) milk from different countries. *Journal of Sensory Studies*, 24, 427–440.
- DE PONTI T., RIJK H.C.A., VAN ITERSUM M.K. (2012): The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1–9.

SAMKOVÁ E., KOUBOVÁ J., HASONOVÁ L., HANUŠ O., KALA R., KVÁČ M., PELIKÁNOVÁ T., ŠPIČKA J. (2018): Joint effects of breed, parity, month of lactation, and cow individuality on the milk fatty acids composition. *Mljekarstvo*, 68, 98–107.

SCHWENDEL B.H., WESTER T.J., MOREL P.C.H., TAVENDALE M.H., DEADMAN C., FONG M., SHADBOLT N.M., THATCHER A., OTTER D.E. (2015): Invited review: Organic and conventionally produced milk—An evaluation of factors influencing milk composition. *Journal of Dairy Science*, 98, 721–746.

ŠEJNOHOVÁ H., BABÁČKOVÁ J., HLAVÁČKOVÁ J. (2020): *Zpráva o trhu s biopotravinami v roce 2018*. Brno: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 50 s.

TOSCHI T.G., BENDINI A., BARBIERI S., VALLI E., CEZANNE M.L., BUCHECKER K., CANAVARI M. (2012): Organic and conventional non-flavored yogurts from the Italian market: study on sensory profiles and consumer acceptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2788–2795.

Korespondující autor: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Zemědělská fakulta, Studentská 809,
370 05 České Budějovice, e-mail: samkova@zf.jcu.cz

Přijato do tisku: 2. 11. 2020

Lektorováno: 12. 11. 2020

OBSAH JÓDU V KRAVSKÉM MLÉCE Z EKOLOGICKÝCH A KONVENČNÍCH CHOVŮ

Marcela Klimešová¹, Hana Zachovalová², Lenka Vorlová², Aleš Dufek¹, Hana Nejeschlebová¹, Radoslava Jedelská¹, Jaroslav Kopecký¹

¹ Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o., Praha

² Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno

Iodine concentration in cow milk from conventional and organic farms

Abstrakt

Byly testovány bazénové vzorky mléka z dvanácti konvenčních a sedmi ekologických farem a celkem tak bylo vyšetřeno 97 a 37 vzorků syrového mléka. Následně byl hodnocen možný vliv na obsah jódu podle typu chovu, sezóny, velikosti stáda, plemene, způsobu ustájení a krmení bez pastvy a s pastvou. Průměrný obsah jódu u všech vzorků byl $128 \pm 60 \mu\text{g/L}$. Obsah jódu v konvenčních chovech byl sice vyšší než u ekologických, nicméně rozdíl nebyl významný, stejně jako u plemene, sezónního vlivu a pastvy. Hladina jódu v kravském mléce byla z velkých farem ve srovnání se středními a malými farmami vyšší a rozdíly mezi velikostmi stád byly statisticky významné ($P < 0,001$). Rozdíly mezi vazným a volným ustájením nebyly velké, nicméně byly také statisticky významné ($P < 0,05$).

Klíčová slova: bazénové mléko, konvenční a ekologické chovy, jód

Abstract

There were tested the bulk milk samples from twelve conventional and seven organic farms. A total of 97 and 37 samples of raw milk were examined. Subsequently, the possible influence on the iodine content was evaluated according to the type of breeding, season, herd size, breed, housing and feeding method without grazing and with grazing. The average iodine content of all samples was $128 \pm 60 \mu\text{g/L}$. The iodine content of conventional farms was higher than that of organic, but the difference was not significant, as was breed, seasonal and grazing. The iodine level in cow's milk was higher from large farms compared to medium and small farms and the differences between herd sizes were statistically significant ($P < 0.001$). The differences between free-stall and tie-stall housing weren't large, but they were also statistically significant ($P < 0.05$).

Keywords: bulk milk, conventional and organic farms, iodine

Úvod

Jód se vyskytuje převážně v oceánech, zatímco kontinentální půda a podzemní voda dostatek jódu nemají (Gartner, 2016). Zásoby jódu v půdě proto hrají v zemích bez mořského přístupu důležitou roli a ovlivňují obsah jódu v krmivu, a tím i hladiny jódu v mléce (Hejtmánková a kol., 2006). Oliveriusová (1997) je toho názoru, že v České republice je primárním determinantem obsahu jódu složení skalního podloží. V tomto ohledu lze Českou republiku rozdělit do tří geologických skupin: žula a rula s téměř nulovým jodem, sopečná hornina v západních Čechách s vyšším obsahem jódu a čtvrtohorní sedimenty včetně panonských jílu na jižní Moravě s relativně nejvyšším obsahem jódu. Žádná z těchto hornin však neobsahuje dostatek jódu, aby byl zajištěn dostatečný vstup do potravinového řetězce. Tuto skutečnost potvrzuje i studie Trávníček a kol. (2013), kde autoři stanovili obsah jódu v půdě, luční vegetaci a objemném krmivu v České republice. Krmiva a pastevní porosty původem z podhorských oblastí západních Čech (geologické podloží krystalické břidlice a vyvřeliny starší žuly) obsahovala více jódu, než krmiva z podhorských oblastí jižních Čech (geologické podloží v převaze krystalické břidlice).

Kromě obsahu jódu v moči (UIC) se obvykle používá jako indikátor saturace jódu v mléce přežvýkavců (Kursa a kol., 2005). Mléko a mléčné výrobky jsou považovány za dobrý zdroj selenu a jódu - minerálů kritických pro správnou funkci štítné žlázy (Kvíčala, 2010; Rodríguez-Rodríguez a kol., 2002). Vzhledem k nízkým hladinám jódu ve volně ložených krmivech místního původu nebylo kravské mléko v první polovině dvacátého století hlavním zdrojem jódu ve stravě středoevropských oby-

vatel. Protože krmivo nebylo doplněno jodem, průměrný obsah jódu v kravském mléku v České republice mezi lety 1988 a 1996 klesl až na $31 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Kroupová a kol., 2013). Jak již bylo zmíněno, geologie České republiky je taková, že žádná z hornin zde neobsahuje dostatek jódu k zajištění adekvátního vstupu do potravního řetězce (Oliveriusová, 1997), a tak bylo v roce 2000 zavedeno komplexní výživové doplňování minerálů včetně jódu, zejména u dojnic s vysokou užitkovostí (Kroupová a kol., 2013; Trávníček a kol., 2013; Hejtmánková a kol., 2006). Toto opatření přispělo k prudkému nárůstu obsahu mléčného jódu a v roce 2003 dosáhlo průměrně $310 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, přičemž Hejtmánková a kol. (2006) zjistili v letech 2000 – 2001 obsah jódu v mléce $225 \pm 109 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Nárůst obsahu jódu pokračoval až do roku 2010 až do průměrné hodnoty $490 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ mléka. Tato hodnota je považována za kritickou a nese sebou potenciální riziko abnormalit štítné žlázy. Ve snaze eliminovat rizika nadměrného příjmu jódu (hypertyreóza, zvýšený výskyt chronické autoimunitní tyreoiditidy) byl v letech 2011 a 2012 snížen obsah jódu v syrovém kravském mléce na průměrně $402 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (medián $267 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; Kroupová a kol., 2013).

Na doplňování minerálů se rovněž vztahuje nařízení (EU) 2015/861, kterým se stanoví doporučený maximální obsah jódu v kompletním krmivu pro všechny přežvýkavce na $2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (EU, 2015). Maximální limit se v ČR obecně uvádí 60 mg na krávu za den, pro dojnice se doporučuje $0,8 \text{ mg}$ jódu na kg sušiny krmiva, případně $0,6 \text{ mg}$ na kg nadojeného mléka. Podle Irského úřadu pro zemědělství a rozvoj potravin je doporučena úroveň doplňování jódu $0,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ v sušině denně na krávu nebo $12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ za den na krávu (O'Brien a kol., 2013). Anke (2004) uvádí, že $200 - 300 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ přídatku jódu do krmiva může uspokojit požadavky na jód pro hospodářská zvířata, a v důsledku toho navrhuje spotřebiteli $1 \mu\text{g}$ jódu na 1 kg tělesné hmotnosti.

Práce byla zaměřena na sledování výskytu jódu v kravském mléce, srovnání mezi konvenčními a ekologickými farmami a na studium možného vlivu velikosti stáda, sezóny, plemene, ustájení a krmného režimu s a bez pastvy na obsah jódu v kravském mléce.

Materiál a metody

Původ a odběr vzorků

Vzorky bazénového kravského mléka byly odbírány z farem v České republice v letech 2013-2015. Odběr vzorků se prováděl v pravidelných intervalech během laktačního období a z každé farmy se odebralo 5-8 vzorků. Farmy byly vybrány tak, aby pokryly celou plochu České republiky. Vedle dvanácti konvenčních farem (počet vzorků $n = 97$) bylo zastoupeno i sedm ekologických farem ($n = 37$). Celkem bylo odebráno 134 vzorků syrového mléka.

Farmy byly následně pro statistické hodnocení rozděleny dle velikosti stáda na malé ($n = 4$) s počtem zvířat ≤ 99 , střední ($n = 4$) se 100-299 zvířaty a velké

s počtem ≥ 300 ($n = 4$). Zastoupení plemen bylo následující: Holštýn a jeho kříženci (1), Český strakatý skot a jeho kříženci (2), Jersey a Montbeliard (3). Pro statistické vyhodnocení bylo pak rozdělení plemen na: Český strakatý skot ($n = 17$), Holštýn ($n = 77$) a ostatní plemena se sloučila do jedné skupiny – Ostatní ($n = 40$). Průměrná krmná dávka dojníc se skládala z kukuřičné siláže, sena, slámy a 0,3 kg jádra na 1 litr mléka.

Analytické metody

Vzorky mléka byly převezeny v chladicích boxech (5 ± 1 °C) do laboratoře VFU Brno a uchovány do doby analýzy při teplotě -18 °C. Bezprostředně před analýzou byly vzorky rozmrazeny při pokojové teplotě 22 ± 2 °C a homogenizovány. Jód byl stanoven spektrofotometrickou metodou dle Sandell-Kolthoffa, založenou na katalytickém působení jodidových iontů na oxidoredukční reakci Ce^{4+} a As^{3+} . Průběh reakce je funkcí koncentrace jódu v roztoku, což umožňuje stanovení jódu z měření úbytku Ce^{4+} . Katalytická reakce byla ukončena přidáním brucinu, který tvoří s Ce^{4+} načervenalé chinoidní formy, jejichž absorbance se měřila spektrofotometricky při 430 nm na přístroji Specord 200 Plus, ANALYTIK JENA AG, Německo.

Statistické metody

Vliv všech faktorů byl testován pomocí zobecněných lineárních modelů s gama distribucí pro nevysvětlenou variabilitu a s logaritmickou link-funkcí. Modely byly vytvořeny v softwaru R, verze 3.6.1 (R, 2019) s doplňkem MASS (Venables a Ripley, 2002). Microsoft Excel 2013 byl použit k vytvoření boxplotu a výpočtu základních popisných statistik (průměr, směrodatná odchylka, střední, minimální a maximální hodnoty). Výběr signifikantních vlivů byl uskutečněn tzv. forward selection zkoumaných faktorů, tj. postupným přidáváním faktorů do počátečního prázdného nulového modelu, který neobsahoval žádný faktor a porovnáváním hodnoty AIC – Akaike information criterion tohoto nulového modelu s hodnotou AIC následujícího rozšířeného modelu, který byl rozšířen o zkoumaný faktor. V případě, že došlo po přidání testovaného faktoru ke snížení hodnoty AIC, byl k tomuto rozšířenému modelu přidán další faktor a opět byly porovnány hodnoty AIC předchozího a následného, rozšířeného modelu. K výběru kombinace, vedoucí k nejlepšímu modelu – s nejnižší hodnotou AIC byla použita funkce stepAIC, která je součástí doplňku MASS k programu R. V případě pozitivního signifikantního vlivu dle AIC a F-testu, byl pro následné statistické hod-

Tab. 1 Přehled obsahu jódu v mléce podle typu chovu, plemene, velikosti stáda, sezóny, ustájení a pastvy

Faktor	Hladina faktoru	Počet vzorků	Průměr	Směrodatná odchylka	Medián	Minimum	Maximum
Celkem		134	127,8	59,7	123	15	336
Typ chovu	EKO	37	115,3	66,8	101	19	254
Typ chovu	K	97	132,6	56,4	125	15	336
Plemeno	1	17	134,5	39,5	134	68	200
Plemeno	2	77	130,0	60,8	123	19	336
Plemeno	3	40	120,9	64,9	109	15	254
Velikost farmy	Malá	54	111,5 ^A	55,6	103	15	234
Velikost farmy	Střední	32	130,4 ^B	65,7	130	25	254
Velikost farmy	Velká	48	144,6 ^C	56,0	134	43	336
Sezóna	Jaro	41	134,5	66,7	134	29	254
Sezóna	Léto	36	120,9	59,3	121	23	336
Sezóna	Podzim	40	123,9	49,5	117	19	228
Sezóna	Zima	17	135,8	67,3	154	15	210
Ustájení	volné	114	127,3 ^a	61,4	123	15	336
Ustájení	vazné	20	131,0 ^b	49,7	126	60	234
Pastva	ano	86	123,5	55,1	124	15	254
Pastva	ne	48	135,7	67,0	122	25	336

Vysvětlivky: Holštýn a jeho kříženci (1), Český strakatý skot a jeho kříženci (2), Jersey a Montbeliard (3); A,B,C P < 0,001; a,b P < 0,05

nocení významnosti uvnitř sledovaného faktoru použit nepárový t-test.

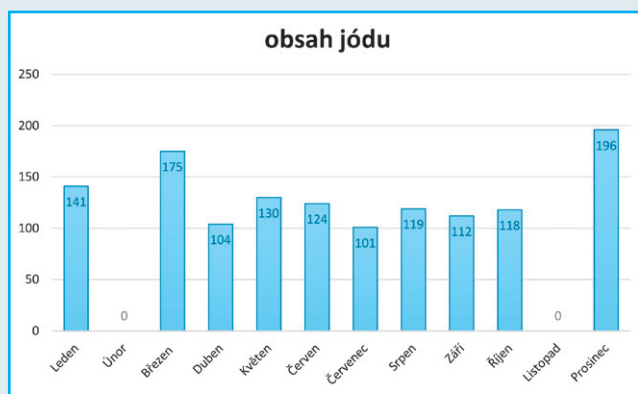
Výsledky a diskuse

Obsah jódu v mléce

V Tabulce 1 je uveden přehled výsledků obsahu jódu podle typu chovu, plemene, velikosti stáda a sezóny. Průměrný obsah jódu u všech vzorků byl $127,8 \pm 59,7$ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a byl nižší než průměr $259,6$ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (min 79 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; max. 409 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) naměřený Soriguerem a kol. (2011) a Waltherem a kol. (2018). Jejich vzorky ovšem pocházely z jiných zdrojů, převážně z tržní sítě. Naopak Řehůřková a Ruprich (2013) zjistili při mapování hladin jódu v mléce v roce 2013 v České republice jeho průměrný obsah 289 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, což je dvakrát vyšší hodnota než naše. Nicméně naše hodnoty jsou v souladu s experimentálně ověřenými znalostmi a klinickými zkušenostmi, které uvádějí, že obsah jódu v syrovém kravském mléce v rozmezí $100 - 200$ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ odráží optimální saturaci jódu u krav a je hygienicky přijatelný (Trávníček a kol., 2011). Široká variabilita koncentrací jódu je způsobena rozdíly v saturaci jódu u dojníc a je důsledkem několika vnějších a vnitřních faktorů – zdroje jódu, obsah jódu a doplňků jódu v krmivu, antagonisty jódu, jako jsou glukosinoláty v krmivu, řízení farmy, dezinfekce struků látkami obsahujícími jód a zpracování mléka v mlékárně (Flachowsky, 2014).

Vliv sledovaných parametrů na obsah jódu

Ze statistického hodnocení vyplývá, že nejlepší model, tzn. s nejnižší hodnotou AIC (1474,96), byl model pouze se dvěma faktory – velikost stáda a ustájení. Tyto dva faktory považujeme tedy za signifikantně související



Graf 1 Obsah jódu (v µg·L⁻¹) naměřený v jednotlivých měsících

s hladinou jódu. Přidáním dalších faktorů – typ, plemeno, sezóna – hodnotu AIC nesnížilo, tudíž nejsou průkazné, jak je ostatně vidět i z výsledků F-testů (Tabulka 2 a 3).

Hladina jódu v kravském mléce z velkých farem ($144,6 \pm 56 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) byla ve srovnání se středními a malými farmami vyšší ($144,6$, $130,4$ a $111,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) a rozdíly mezi velikostmi stád byly statisticky významné ($P < 0,001$). Vorlová a kol. (2014) porovnávali obsah jódu v syrovém mléce z ekologických a konvenčních mléčných farem různých velikostí. Potvrdili také rozdíl v obsahu jódu mezi malými mléčnými farmami ($116,8 \pm 46,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) a velkými mléčnými farmami ($173,7 \pm 35,4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), který byl statisticky významný na hladině $P < 0,05$.

Obsah jódu v konvenčních chovech byl sice vyšší $132,6 \pm 56,4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, než u ekologických $115,3 \pm 66,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, nicméně rozdíl nebyl významný, stejně jako u plemene, sezónního vlivu a způsobu pastvy (Tabulka 1). Walther a kol. (2018) našli podobné výsledky ve Švýcarsku, kde autoři rovněž zaznamenali mírný pokles jódu o 6 % u mléka z ekologických chovů. Stejně tak studie Bath a kol. (2012) a Rey-Crespo (2013) uvádí, že konvenční chovy dosahují vyšších hodnot jódu v mléce a podobně jako v naší práci nenalezli mezi typem chovu statisticky významné rozdíly.

Výskyt jódu v mléce byl v jednotlivých sezónních období jaro – zima téměř vyrovnaný a pohyboval se v rozmezí 121 až $136 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Tabulka 1; Graf 1). Nejvyšší hodnota však byla potvrzena v zimním období, což koresponduje i s výsledky jiných autorů (Dahl a kol., 2003; Flachowsky a kol., 2014; O’Kane a kol., 2016; Walther a kol., 2018), kteří tuto skutečnost vysvětlují tím, že zvířata tráví v zimě více času ve stájích, kde mají přístup ke krmivu s vyšším obsahem minerálů. Hodnoty jódu u farem s pastvou a bez pastvy byly sice rozdílné v případě aritmetického průměru ($123,5 \pm 55,1$ a $135,7 \pm 67 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), avšak bez statistických významností, nicméně vyšší hodnota byla zjištěna u krmeného režimu bez pastvy (Tabulka 1). Podobně, tzn. lepším přístupem k obohacenému krmivu minerály, lze vysvětlit i rozdíly mezi vazným a volným ustájením ($127,3 \pm 61,4$ a $131,0 \pm 49,7 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), které sice nebyly velké, nicméně byly statisticky významné $P < 0,05$ (Tabulka 1 až 3).

Tab. 2 Výběr vlivů podle nejnižší hodnoty AIC ($1474,96 =$ hodnota pro model, který obsahoval dva konečné = významné faktory: velikost stáda a ustájení)

Odebrání/přidání vlivu z/do modelu	Stupeň volnosti	Reziduální deviance	AIC
- velikost stáda	2	36,4	1483,2
- ustájení	1	34,7	1477,3
+ typ chovu	1	33,5	1475,6
+ sezóna	3	33,3	1478,7
+ plemeno	2	33,7	1478,5
+ pastva	1	33,7	1476,5

Tab. 3 Výsledky analýzy významnosti faktorů podle F testů

	F	Pr (>F)
velikost stáda	3,8667	0,0235
ustájení	4,1530	0,0437
typ chovu	1,2635	0,2632
sezóna	0,6397	0,5909
plemeno	1,1263	0,3275
pastva	0,7077	0,4019

Rozdíly v obsahu jódu ve vztahu ke sledovanému plemeni byly zanedbatelné, a jak bylo již řečeno, bez statisticky významného vlivu (Tabulka 1 – 3). Nejvyšší obsah jódu byl naměřen v mléce od Holštýnského plemene – $134,5 \pm 39,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, nejméně pak od plemene Jersey a Montbeliard – $120,9 \pm 64,9 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Podobně Van der Reijden a kol. (2018) nepotvrdili vliv plemene (Hnědé švýcarské, Holštýnské, Červené holštýnské a Simentálské) na obsah jódu v mléce. Jejich výsledky však shodně s našimi potvrzují, že vyšší obsah jódu byl v mléce z konvenčních farem, v zimním období a při aplikaci dezinfekčních přípravků na struky s obsahem jódu po dojení.

Vzhledem k současné koncentraci jódu v mléce a roční spotřebě kravského mléka v České republice, která se

Tab. 4 Roční spotřeba konzumního mléka na osobu ve vybraných zemích (podle statistiky ZMB, Wohlfahrt, 2019)

	2016	2017	2018		2016	2017	2018
ČR	60,1	61,1	59,4	Portugalsko	72,9	72,2	73,3
Belgie	46,3	46,9	45,3	Slovensko	46,3	46,4	45,9
Dánsko	86,5	83,4	80,5	Finsko	121,6	115,7	109,6
Německo	52,6	52,2	50,6	Švédsko	81,7	78	76,7
Španělsko	78,4	78,7	78,9	UK	101,2	104,7	102,7
Francie	49,6	47,5	45,3	Estonsko	97,8	103,6	121,2
Irsko	115,6	116,6	114,7	Kypr	106,2	126,3	120,3
Itálie	47,7	46,5	45,9	Lucembursko	40,0	48,6	48,6
Lotyšsko	44,2	44,9	42,6	Švýcarsko	57,9	56,4	55,5
Litva	36,8	36,3	40,9	Rusko	34,2	33,7	33,7
Chorvatsko	72,6	71,5	-	Čína	19,8	20,6	21,4
Mad'arsko	53,0	53,8	52,2	Nový Zéland	103,4	103,5	101,8
Holandsko	49,0	42,2	41,5	USA	69,0	67,1	65,3
Rakousko	76,5	77,2	76,5	Japonsko	30,9	30,9	30,9
Polsko	39,0	40,0	40,9	Austrálie	103,4	103,5	101,8

pohybuje kolem 60 litrů na osobu ročně, a při denní spotřebě na obyvatele asi 165 ml/den, je příjem jódu pouze prostřednictvím kravského mléka odhadem 15 % referenčního denního příjmu jódu, tj. pouhých 22 µg jódu/den (Wohlfahrt, 2019). Pro srovnání s jinými zeměmi je roční spotřeba mléka na osobu uvedena v Tabulce 4.

Závěr

Průměrná hodnota ($127,8 \pm 59,7 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) odpovídá doporučeným koncentracím obsahu jódu v syrovém kravském mléce, které se uvádí v rozmezí 100 – 200 µg·L⁻¹. Vyšší obsah jódu byl sice naměřen v mléce z konvenčních chovů, ale rozdíl nebyl statisticky významný, stejně jako u plemene, sezónního vlivu a pastvy. Hladina jódu v kravském mléce z velkých farem byla statisticky významně vyšší ($P < 0,001$) oproti farmám malým a středním, zřejmě z důvodu pečlivěji sestavené krmné dávky a dodržování přesných zásad chovu, oproti malým farmám, kde bývá volnější a variabilnější krmný plán. Snadnější přístup k fortifikovanému krmivu zřejmě vysvětluje také statisticky významný rozdíl mezi vazným a volným ustájením ($P < 0,05$).

Poděkování

Príspevek vznikl za podpory projektu MZe-RO1420, NAZV KUS QJ 1230044, a Internal Grant Agency of the UPVS Brno, grant no. 25/2014/ FVHE. Poděkování patří i panu Ing. Jiřímu Kopáčkovi, CSc., Českomoravský svaz mlékárenský, Praha.

Literatura

- ANKE M.K. (2004): Iodine. In: *Elements and their compounds in the Environment*. Weinheim: Wiley – Vch., ps. 1457–1493. ISBN: 3-527-30459-2.
- BATH S.C., BUTTON S., RAYMAN, M.P. (2012): Iodine concentration of organic and conventional milk: implication for iodine intake. *British Journal of Nutrition*, Vol. 107, s. 935–940.
- DAHL L., OPSAHL J.A., MELTZER H.M., JULSHAMN K. (2003). Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *British Journal of Nutrition*, Vol. 90, No. 3, s. 679–685.
- FLACHOWSKY G., FRANKE K., MEYER U., LEITERER M., SCHONE F. (2014): Influencing factors on iodine content of cow milk. *European Journal of Nutrition*, Vol. 53, No. 2, s. 351–365.
- GARTNER R. (2016): Recent data on iodine intake in Germany and Europe. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, Vol. 37, No. 9, s. 85–89.
- HEJTMÁNKOVÁ A., KUKLIK L., TRNKOVÁ E., DRAGONOVÁ H. (2006): Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech Journal of Animal Science*, Vol. 51, No. 5, s. 189–195.
- KROUPOVÁ V., TRÁVNÍČEK J., STAŇKOVÁ M., RICHTEROVÁ J., DUSOVÁ H. (2013): Vývoj obsahu jódu v mléce v prvovýrobě. In *Sborník X. konference u příležitosti Dne jódu: Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice*. České Budějovice, 15. 5. 2013, s. 32–33.
- KURSA J., HERZIG I., TRAVNICEK J., KROUPOVA V. (2005): Milk as a food source of iodine for human consumption in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 74, No. 2, s. 255–264.
- KVÍČALA J. (2010): Selen a jeho význam pro lidský organismus. In: *Mikroelementy 2010 Sborník přednášek, XLIII. semináře o metodice, stanovení a významu stopových prvků v biologickém materiálu a v životním prostředí*. Valtice: 2 THETA, 10. - 12. 5. 2010, s. 14-24.
- O'BRIEN B., GLEESON D., JORDAN K. (2013): Iodine residues in milk, *Milk Quality Conference*, 4th December 2013 [online] <https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2014/BOBrien.pdf>
- O'KANE S.M., POURSHAHIDI L.K., MULHERN M.S., WEIR R.R., HILL S., O'REILLY J., KMIOTEK D., DEITRICH C., MACKLE E.M., FITZGERALD E., STRAIN J.J., YEATES A.J. (2016): An assessment of the iodine and selenium content of cow's milk produced in Northern Ireland. In *Proceedings of the Nutrition Society*. vol. 75 (OCE3), s. E120.
- OLIVERIUSOVÁ L. (1997): Obsah jódu v české republice. In: *Jak řešit nedostatek jódu v naší výživě, Sborník, Státní zdravotní ústav Praha*, 1997, s. 8.
- PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2015/861 ze dne 3. června 2015 o povolení jodidu draselného, jodičnanu vápenatého, bezvodého a jodičnanu vápenatého, bezvodého granulovaného, potahovaného jako doplňkových látek pro všechny druhy zvířat. (Text s významem pro EHP). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0861&from=CS>
- REY-CRESPO F., MIRANDA M., LÓPEZ-ALONSO M. (2013): Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 55, s. 513–518.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ E.M., SANZ ALAEJOS M., DÍAZ ROMERO C. (2002): Mineral content in goats' milks. *Journal of Food Quality*, Vol. 25, s. 343–358.
- ŘEHŮRKOVÁ I., RUPRICH J. (2013): Dietární expozice jódu populace v ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In *Sborník z X. konference: Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice*. České Budějovice, 15. 5. 2013, s. 13–19.
- SORIGUER F., GUTIERREZREPISO C., GONZALEZ ROMERO S., OLVEIRA G., GARRIGA MJ., VELASCO I., SANTIAGO P., DE ESCOBAR GM, GARCIA-FUENTES E. (2011): Iodine concentration in cow's milk and its relation with urinary iodine concentrations in the population. *Clinical Nutrition*, Vol. 30, No. 1, s. 44–48.
- TRÁVNÍČEK J., FIALA K., ŠEDA K., DUŠOVÁ H., PEKSA M., KROUPOVÁ V. (2013): Výsledky sledování obsahu jódu v objemných krmivech, vodě a půdě. In *Sborník z X. konference: Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice*. České Budějovice, 15. 5. 2013, s. 34–36.
- TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V., DUŠOVÁ H., KRHOVJÁKOVÁ J., KONEČNÝ R. (2011): Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce. Metodická příručka, s. 1–56.
- VAN DER REIJDEN O.L., GALETTI V., HULMANN M., KRZYTEK A., HALDIMANN M., SCHLEGEL P., MANZOCCHI E., BERARD J., KREUZER M., ZIMMERMANN M.B., HERTER-AEBERLI I. (2018): The main determinants of iodine in cows' milk in Switzerland are farm type, season and teat dipping. *British Journal of Nutrition*, Vol. 119, s. 559–569. doi:10.1017/S0007114517003798.
- VENABLES, W.N., RIPLEY, B.D. (2002): *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer-Verlag New York Inc., ps. 495. ISBN 0-387-95457-0.
- VORLOVÁ L., HODULOVÁ L., BORKOVCOVÁ I., PŘIDALOVÁ H., KOSTRHOVNOVÁ R., KLIMEŠOVÁ-VYLETĚLOVÁ M., ŠUSTOVÁ K. (2014): Iodine content in bulk tank milk samples in relation to dairy farm size. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 83, No. 10, s. 9–13.
- WALTHER B., WESCHLER D., SCHLEGEL P., HALDIMANN M. (2018): Iodine in Swiss milk depending on production (conventional versus organic) and on processing (raw versus UHT) and the contribution of milk to the human iodine supply. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, Vol. 46, No. 4, s. 138–143.
- WOHLFAHRT M. (2019): ZMB-Jahrbuch, Milch 2019, Berlin 12/2019.

Korespondující autor:

doc. RNDr. Marcela Klimešová, Ph.D.,
Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o., Ke Dvoru 12a,
160 00 Praha 6, e-mail: marcela.vyletelova@seznam.cz
Přijato do tisku: 30. 10. 2020
Lektorováno: 13. 1. 2021