OBSAH JÓDU V MLÉCE Z TRŽNÍCH ZDROJŮ V OBLASTI PRAHY

IODINE CONTENT IN MILK FROM MARKET SOURCES IN PRAGUE

RADOVAN BÍLEK, JAROSLAVA JÍCHOVÁ

Endokrinologický ústav, Praha, Česká republika

SOUHRN

Cíle: Zhodnotit obsah jódu v mléce z tržních zdrojů v oblasti Prahy.

Metody: Pomocí Sandell-Kolthoffovy reakce byl analyzován jód v 26 mlécích různého typu (plnotučné, polotučné, odstředěné, čerstvé a trvanlivé), která pocházela ze 7 obchodních řetězců působících v Praze. Mléka byla dodávána 8 mlékárnami identifikovanými podle registračního čísla CZ.

Výsledky: Průměrná hodnota $\pm$ směrodatná odchylka (rozmezí) byly ve sledovaném souboru rovny 234 ± 56 (125–364) $\mu\text{g/l}$. Tento výsledek se blíží doporučenému limitu 200 $\mu\text{g/l}$. Polotučná mléka měla nevýznamně vyšší ($p = 0,085$) obsah jódu 250 ± 52 $\mu\text{g/l}$ v porovnání s 217 ± 62 $\mu\text{g/l}$ u plnotučných mlék. Naproti tomu koncentrace jódu u čerstvých mlék 251 ± 57 $\mu\text{g/l}$ byla statisticky významně vyšší ($p = 0,015$) v porovnání s 201 ± 41 $\mu\text{g/l}$ u trvanlivých mlék. Obsah jódu v mléce jednotlivých mlékáren s danými oblastmi svozu se v řadě případů statisticky významně lišil.

Závěry: Námi nalezené hodnoty koncentrace jódu v tržním mléce z oblasti Prahy rovné 234 ± 56 (125–364) $\mu\text{g/l}$ se blíží doporučené hodnotě obsahu jódu v mléce odpovídající 200 $\mu\text{g/l}$.

Klíčová slova: jód – stanovení, mléko, Praha

SUMMARY

Objectives: To evaluate the iodine content of milk from market sources in Prague.

Methods: Using the Sandell-Kolthoff reaction, iodine was analyzed in 26 different types of milk (full-fat, semi-skimmed, skimmed, fresh and long life) from seven retail chains operating in Prague. Milk was supplied by eight dairies identified by the CZ registration number.

Results: The mean $\pm$ standard deviation (range) iodine concentration in milk samples was 234 ± 56 (125–364) $\mu\text{g/L}$. This result is close to the recommended limit of 200 $\mu\text{g/L}$. Semi-skimmed milk had a statistically insignificantly higher ($p = 0.085$) iodine content of 250 ± 52 $\mu\text{g/L}$ compared to 217 ± 62 $\mu\text{g/L}$ in whole milk. In contrast, the iodine concentration of 251 ± 57 $\mu\text{g/L}$ in fresh milk was statistically significantly higher ($p = 0.015$) compared to 201 ± 41 $\mu\text{g/L}$ in long life milk ($p = 0.015$). The iodine content in the milk from individual dairies with their collection areas differed significantly in a number of cases.

Conclusions: The iodine concentrations of 234 ± 56 (125–364) $\mu\text{g/L}$ found in market milk from the Prague area are close to the recommended iodine content in milk of 200 $\mu\text{g/L}$.

Key words: iodine determination, milk, Prague

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1752>

Úvod

Nadměrný příjem jódu (jodurie $> 200\text{--}300$ $\mu\text{g/l}$) je obecně dobře tolerovaný, ale u některých vnímavých jedinců a jedinců s již existujícím onemocněním štítné žlázy, u starších osob, plodů a novorozenců, nebo u pacientů s jinými rizikovými faktory může nadměrný příjem jódu zvýšit riziko subklinických až klinických poruch štítné žlázy, které se projevují jak nadměrnou (hypertyreóza), tak i nedostatečnou (hypotyreóza) funkcí štítné žlázy (1). K nejvýznamnějším expozičním zdrojům jódu patří mléko (2). Denně konzumuje mléko a mléčné výrobky v České republice celkem 79,9 % dětí a 56,8 % dospělých (3). V letech 2004–2011 se u dětí ve věku 4–6 let podí-

lelo mléko (kromě mléčných výrobků) na příjem jódu ze 41,4 %, u seniorů nad 66 let z 24,9 % (4).

Obsah jódu v mléce je závislý zejména na jeho suplementaci do krmných směsí podávaných dojnícím (5). Např. ve Švýcarsku jód v mléce dosahoval ustálené hladiny po 3 týdnech krmení dojníc kontrolovanou krmnou směsí. Při obsahu 0–2 mg/kg jódu v suché hmotě krmné směsi se mediány koncentrace jódu v mléce pohybovaly od 17 do 302 $\mu\text{g/l}$ (6). Po roce 2000 byl zaznamenán vzestup hladin jódu v mléce způsobený vysokými dávkami jódu v krmných směsích (7). V roce 2005 dosahoval obsah jódu v mléce z transportních tanků, kde byl jód v mléce na žádost Meziřesortní komise pro řešení jódového deficitu monitorován, v prů-

měru 442 µg/l a 82 % vzorků mělo více než 250 µg/l (8). V pěti ze svozových území Jihozápadních Čech byl obsah jódu v mléce vyšší než 500 µg/l (9). Mezi přídatné zdroje jódu patří v chovech krav prostředky užívané pravidelně k dezinfekci struků mléčné žlázy před nebo po dojení, popř. i další veterinární přípravky sloužící hlavně jako antimikrobiální činidla (10). Podle Herziga a kol. (11) došlo po aplikaci 20% dezinfekčního přípravku Jodonal B (obsahoval 1,7–1,8 % aktivního jódu) na mléčné žlázy dojníc po pěti dnech k vzestupu obsahu jódu v mléce pokusné skupiny o 335 µg/l a v moči o 93 µg/l. Trend zvyšování obsahu jódu v mléce byl zaznamenán i v rámci Evropské unie a reakcí na tuto skutečnost bylo upravené nařízení komise Evropského společenství č. 1459/2005, které závazně snižovalo limit jódu v krmných směsích na polovinu (maximálně 5 mg/kg kompletního krmiva s obsahem vlhkosti 12 %). Úsilím Meziresortní komise pro řešení jódového deficitu ve spolupráci se Zemědělskou fakultou v Českých Budějovicích a s Ministerstvem zemědělství se přibližně od roku 2010 podařilo snížit obsah jódu v mléce (7) a podle výsledků Centra potravinových řetězců Státního zdravotního ústavu byly na konci roku 2012 koncentrace jódu v mléce 226–258 µg/l (8). V roce 2015 byl medián (rozmezí) obsahu jódu v mléce ze 150 bazénových vzorků svozné oblasti mlékárny Madeta a. s. roven 243 (35–688) µg/l (5).

V našem výzkumu prováděném koncem roku 2019 jsme zkoumali obsah jódu v mléce pocházejícím z tržních zdrojů v oblasti Prahy s cílem zjistit, zda se podstatným způsobem nezměnil.

Metodika

Koncem roku 2019 bylo zakoupeno v 7 supermarketech v pražské oblasti (Albert, Billa, Globus, Kaufland, Lidl, Penny, Tesco) celkem 26 balení mléka pocházejícího podle registračních čísel CZ z 8 různých mlékáren v České republice. Jednalo se o 8 čerstvých plnotučných mlék (obsah tuku 3,5–4 %), 9 čerstvých polotučných mlék (obsah tuku 1,5 %), 4 trvanlivá plnotučná mléka (obsah tuku 3,5 %), 3 trvanlivá polotučná mléka (obsah tuku 1,5 %) a 2 trvanlivá odstředěná mléka (obsah tuku 0,5 %). Detailně jsou vzorky popsány v tab. 1. Mléka byla uskladněna v lednici při 4 °C a obsah jódu byl max. do 1 týdne od nákupu analyzován, tj. ani v jednom případě nebyla překročena expirační doba uvedená u daných balení mléka.

Vzorky byly 4krát naředěny deionizovanou vodou (0,25 ml mléka a 0,75 ml deionizované vody) tak, aby výsledky spadaly do rozmezí kalibrační křivky 12,5–125 µg/l jódu. Vzorek zředěného mléka byl mineralizován pomocí alkalického tavení. Jodid obsažený v mineralizátu byl stanoven na základě jeho katalytického účinku na průběh oxidačně-redukční Sandell-Kolthoffovy reakce, při které dochází k redukci ceřičitého iontu zabarvujícího roztok do žluta na bezbarvý ceritý iont za současné oxidace arsenitanu na arseničnan. Fotometricky měřené odbarvení roztoku při vlnové délce 430 nm bylo mírou koncentrace jodidu v mineralizátu. Postup stanovení je detailně popsán v literatuře (12). Statistické výpočty byly provedeny pomocí Studentova t-testu.

Laboratoř je akreditována pro stanovení jódu v moči (stejný postup byl použit při analýze mléka) podle kritéria ČSN EN ISO 15189.

Výsledky

Jednotlivé výsledky jsou detailně uvedeny v tab. 1. a na obr. 1. Celkově byly v 26 vzorcích naměřeny hodnoty [průměr ± SD, medián (minimální–maximální hodnota)] rovné 234 ± 56, 235 (125–364) µg/l. V čerstvém mléce (n = 17) byly nalezeny statisticky významně vyšší (p = 0,015) hodnoty jódu 251 ± 57, 249 (147–364) µg/l než v trvanlivém mléce (n = 9) s hodnotami 201 ± 41, 202 (125–257) µg/l. Naproti tomu polotučné mléko (n = 13) mělo statisticky nevýznamně vyšší (p = 0,085) hodnoty 250 ± 52, 249 (172–364) µg/l ve srovnání s plnotučným mlékem (n = 11) s hodnotami 217 ± 62, 218 (125–339) µg/l.

Nejvyšší obsah jódu byl nalezen v čerstvém polotučném mléce (n = 9) s hodnotami 262 ± 59, 255 (172–364) µg/l. V pořadí druhé následovalo čerstvé plnotučné mléko (n = 8) s hodnotami 239 ± 56, 236 (147–339) µg/l, třetí bylo trvanlivé polotučné mléko (n = 4) s hodnotami 224 ± 24, 220 (199–257) µg/l, čtvrté místo připadlo trvanlivému odstředěnému mléku (n = 2) s hodnotami 221 ± 28, 221 (202–241) µg/l. Poslední místo s nejnižším obsahem jódu zaujímalo trvanlivé plnotučné mléko (n = 3) vykazující hodnoty 158 ± 36, 153 (125–197) µg/l.

V pořadí mlékáren nejvyšší průměrný obsah jódu ± SD = 323 ± 51 µg/l (2 polotučná čerstvá mléka, 1 plnotučné čerstvé mléko) měla mlékárna Moravia Lacto a. s., Jihlava, s registračním číslem CZ602. Druhé místo zaujala mlékárna Bohemilk a. s., Opočno, reg. č. CZ507, s hodnotou 278 ± 32 µg/l (2 čerstvá polotučná a 2 čerstvá plnotučná mléka), třetí v pořadí byla mlékárna Čejtičky, spol. s r. o., reg. č. CZ233, s hodnotou 260 ± 20 µg/l (1 čerstvé plnotučné mléko, 1 čerstvé polotučné mléko), čtvrtá byla mlékárna Madeta a. s., České Budějovice, reg. č. CZ218, jejíž mléka obsahovala 247 ± 16 µg/l (1 čerstvé plnotučné mléko, 1 čerstvé polotučné mléko, 1 trvanlivé polotučné mléko). Na pátém místě byla mlékárna Olma a. s., Zábřeh, reg. č. CZ71850708, s hodnotou 216 ± 24 µg/l (2 čerstvá polotučná mléka, 2 čerstvá plnotučná mléka), šestou pozici zaujala mlékárna Pragolaktos a. s., Praha 9, reg. č. CZ12586, s hodnotami 210 ± 18 µg/l (2 trvanlivá odstředěná mléka, 2 trvanlivá polotučná mléka, 1 trvanlivé plnotučné mléko). Na sedmém místě byla Mlékárna Hlinsko, a. s., reg. č. CZ7 s hodnotami 190 ± 52 µg/l (1 trvanlivé polotučné mléko, 1 trvanlivé plnotučné mléko) a osmé místo obsadila mlékárna Kunín a. s., Martinov, reg. č. CZ5751 s hodnotami 148 ± 24 µg/l (1 čerstvé polotučné mléko, 1 čerstvé plnotučné mléko, 1 trvanlivé plnotučné mléko).

Diskuse

Obsah jódu v mléce v rozmezí 100–200 µg/l je jak z hlediska zásobení dojníc jódem, tak i z hlediska konzumenta mléka, považován za optimální (5). Námi naměřené průměrné hodnoty koncentrace jódu v mléce 234 ± 56 (125–364) µg/l jsou o něco vyšší než doporu-

Tab. 1: Obsah jódů v čerstvém nebo trvanlivém mléce zakoupeném v sedmi pražských obchodních řetězcích. Mlékárny dodávající do řetězců byly identifikovány podle registračních čísel CZ.

n	Řetězec	Název mléka	Mlékárna	Reg. čís. CZ	Mléko	Tuk (%)	Expirace	Obsah I (µg/l)
1	Albert	Albert	Moravia Lacto, a. s., Jihlava	602	čerstvé polotučné	1,5	9. 11. 2019	364,0
2	Albert	ah Basic	Pragolaktos, a. s., Praha 9	12586	trvanlivé plnotučné	3,5	16. 3. 2020	214,0
3	Billa	Olma	Olma, a. s., Zábřeh	71850708	čerstvé polotučné	1,5	24. 10. 2019	248,9
4	Billa	Pragolaktos	Pragolaktos, a. s., Praha 9	12586	trvanlivé plnotučné	3,5	2. 12. 2019	196,5
5	Globus	Opočno	Bohemilk, a. s., Opočno	507	čerstvé polotučné	1,5	6. 11. 2019	299,9
6	Globus	BoheMilk	Bohemilk, a. s., Opočno	507	čerstvé plnotučné	3,5	10. 11. 2019	242,8
7	Kaufland	Madeta	Madeta a. s., České Budějovice	218	čerstvé polotučné	1,5	2. 11. 2019	255,1
8	Kaufland	Madeta	Madeta a. s., České Budějovice	218	čerstvé plnotučné	3,5	24. 10. 2019	228,6
9	Kaufland	Kunín	Kunín, a. s., Martinov	5751	čerstvé polotučné	1,5	25. 10. 2019	172,0
10	Kaufland	Kunín	Kunín, a. s., Martinov	5751	čerstvé plnotučné	3,8	5. 11. 2019	147,2
11	Kaufland	Olma	Olma, a. s., Zábřeh	71850708	čerstvé plnotučné	3,9	3. 11. 2019	218,0
12	Kaufland	K-Classic	Čejjetický, spol. s r. o.	233	čerstvé plnotučné	3,5	30. 10. 2019	274,2
13	Kaufland	K-Classic	Pragolaktos, a. s., Praha 9	12586	trvanlivé odstředěné	0,5	23. 12. 2019	201,5
14	Kaufland	Tatra	Mlékárna Hlinsko, a. s.	7	trvanlivé polotučné	1,5	23. 2. 2020	226,6
15	Kaufland	Pragolaktos	Pragolaktos, a. s., Praha 9	12586	trvanlivé polotučné	1,5	9. 2. 2020	199,3
16	Kaufland	Madeta	Madeta a. s., České Budějovice	218	trvanlivé polotučné	1,5	11. 12. 2019	256,7
17	Kaufland	Kunín	Kunín, a. s., Martinov	5751	trvanlivé plnotučné	3,5	23. 1. 2020	124,6
18	Kaufland	Tatra	Mlékárna Hlinsko, a. s.	7	trvanlivé plnotučné	3,5	1. 3. 2020	153,2
19	Lidl	Pilos	Olma, a. s., Zábřeh	71850708	čerstvé polotučné	1,5	1. 11. 2019	193,4
20	Lidl	Pilos	Moravia Lacto, a. s., Jihlava	602	čerstvé polotučné	1,5	8. 11. 2019	266,5
21	Lidl	Krajanka	Čejjetický, spol. s r. o.	233	čerstvé polotučné	1,5	3. 11. 2019	246,0
22	Lidl	Pilos	Moravia Lacto, a. s., Jihlava	602	čerstvé plnotučné	3,5	7. 11. 2019	339,4
23	Penny	Pragolaktos	Pragolaktos, a. s., Praha 9	12586	trvanlivé odstředěné	0,5	13. 4. 2020	241,0
24	Tesco	Tesco	Bohemilk, a. s., Opočno	507	čerstvé polotučné	1,5	1. 11. 2019	309,3
25	Tesco	Tesco	Bohemilk, a. s., Opočno	507	čerstvé plnotučné	3,5	1. 11. 2019	258,7
26	Tesco	Olma	Olma, a. s., Zábřeh	71850708	čerstvé plnotučné BIO	4,0	28. 10. 2019	203,1

Obr. 1: Obsah jódu v mlécích zakoupených v 7 pražských obchodních řetězcích z dodávek jednotlivých mlékáren identifikovaných podle registračního čísla CZ.

Mlékárny jsou vyznačeny písmeny A až H a jestliže je v daném typu mléka víc hodnot od jedné mlékárny, tato mléka byla zakoupena v odlišných obchodních řetězcích. Jednotlivé koncentrace jódu v různých typech mléka od individuální mlékárny jsou propojeny čarami.

čené a odpovídají výsledkům $243,7 \pm 129,2$ (35,0–688,0) $\mu\text{g/l}$, které byly v roce 2015 stanoveny v laboratoři pro stanovení jódu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (5) s tím rozdílem, že jsme měli podstatně nižší rozptyl hodnot stanovení a v našem souboru se nevyskytly extrémní koncentrace jódu v mléce.

Z hlediska zpracování mléka byly signifikantně vyšší koncentrace jódu v mléce nalezeny v čerstvém mléce v porovnání s trvanlivým mlékem a nesignifikantně vyšší koncentrace jódu mělo mléko polotučné ve srovnání s mlékem plnotučným. Větší odchylka byla nalezena jen u trvanlivého plnotučného mléka, které mělo nejnižší obsah jódu. Výsledky jsou patrné na obr. 1 a vyplývá z něj, že v porovnání se zpracováním mléka mají větší důležitost z hlediska obsahu jódu v mléce jednotlivé mlékárny se svými oblastmi svozu mléka. Koncentrace jódu v mléce se u jednotlivých mlékáren v řadě případů statisticky významně odlišovala. Nejnižší koncentrace v mléce byla nalezena u mlékárny Kunín a. s., Martinov (CZ5751) s hodnotami $148 \pm 24 \mu\text{g/l}$, naopak nejvyšší koncentrace, které dosahovaly $323 \pm 51 \mu\text{g/l}$, byly nalezeny v mlékárně Moravia Lacto a. s., Jihlava (CZ602).

Závěr

Námi nalezené hodnoty koncentrace jódu v tržním mléce z oblasti Prahy rovné 234 ± 56 (125–364) $\mu\text{g/l}$ se blíží doporučené hodnotě obsahu jódu v mléce odpovídající 200 $\mu\text{g/l}$. Práce při analýzách koncentrace jódu v mléce z tržních zdrojů by měly pokračovat, aby byla kontrola nad optimálním příjmem jódu především u dětí, pro které je mléko jedním z nejdůležitějších zdrojů jódu.

Poděkování:

Práce byla podpořena MZ ČR – RVO (Endokrinologický ústav – EÚ, 00023761).

Střet zájmů: žádný.

LITERATURA

1. Leung AM, Braverman LE. Consequences of excess iodine. *Nat Rev Endocrinol.* 2014 Mar;10(3):136–42.
2. Řehůrková I, Kavřík R, Dofková M, Nevrlá J, Blahová J, Ruprich J. Dietární expozice jódu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In: Ryšavá L, Žoltá M, editoři. XI. konference u příležitosti Dne jódu a 20ti let MKJD: zásobení jódem jako prevence tyreopatií: sborník; 4.4.2016; Praha. Praha: Státní zdravotní ústav; 2016. p. 19–24.
3. Hanzlíková L, Sochorová L, Kašparová L, Fialová A, Kubínová R, Černá M. Aktuální výsledky biomonitoringu - jodurie u české populace. *Hygiena.* 2018;63(3):84–8.
4. Řehůrková I, Ruprich J. Dietární expozice jódu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In: Ryšavá L, Žoltá M, editoři. X. konference u příležitosti Dne jódu: zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: sborník; 15.5.2013; České Budějovice. Praha: Státní zdravotní ústav; 2013. p. 13–24.
5. Trávníček J, Kroupová V, Hladký J, Křížová Z, Pražák J. Aktuální obsah jódu v kravském mléce. In: Ryšavá L, Žoltá M, editoři. XI. konference u příležitosti Dne jódu a 20ti let MKJD: zásobení jódem jako prevence tyreopatií: sborník; 4.4.2016; Praha. Praha: Státní zdravotní ústav; 2016. p. 26–8.
6. Kříž J. Jód v mléce ve Švýcarsku. *Hygiena.* 2019;64(4):178.
7. Nejedlá M. Prevence jódového deficitu v České republice. *Hygiena.* 2018;63(1):25–7.
8. Ryšavá L, Kříž J. Prevence jódového deficitu v ČR - historie a současný stav. In: Ryšavá L, Žoltá M, editoři. XI. konference u příležitosti Dne jódu a 20ti let MKJD: zásobení jódem jako prevence tyreopatií: sborník; 4.4.2016; Praha. Praha: Státní zdravotní ústav; 2016. p. 4–7.
9. Trávníček J, Herzig I, Kursa J, Kroupová V, Navrátilová M. Iodine content in raw milk. *Vet Med.* 2006;51(9):448–53.
10. Trávníček J, Kroupová V, Dušová H, Krhovjaková J, Konečný R. Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích; 2011.
11. Herzig I, Písaříková B, Říha J. Defined iodine intake and changes of its concentration in urine and milk of dairy cows. *Vet Med.* 1999; 44(2):35–40.
12. Bílek R, Bednár J, Zamrazil V. Spectrophotometric determination of urinary iodine by the Sandell-Kolthoff reaction subsequent to dry alkaline ashing. Results from the Czech Republic in the period 1994 - 2002. *Clin Chem Lab Med.* 2005;43(6):573–80.

Došlo do redakce: 27. 2. 2020

Přijato k tisku: 13. 5. 2020

*Doc. Ing. Radovan Bílek, CSc.
Endokrinologický ústav
Národní 8
116 94 Praha 2
Česká republika
E-mail: rbilek@endo.cz*