

## Problematika obsahu jódu v požívatinách, najmä v mlieku. I.

FRIDRICH GÖRNER — JÁN KNOPP — BOŽEVOJ HAVELKA

Súhrn. Denná potreba jódu u ľudí sa udáva v rozmedzí 100 až 400  $\mu\text{g}$ . Za nežiadúce sa pokladá, aby pravidelný denný príjem jódu prekročil 700  $\mu\text{g}$ .

Obsah celkového fyziologického jódu v mlieku je spravidla nižší ako 100  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ . Zvýšený obsah spôsobujú kŕmne suplementy, dezinfekcia strukov dojníc a dekontaminácia náradia zariadenia v prvovýrobe mlieka roztokmi jodoformov. Zvýšený obsah celkového jódu v mlieku sa do 300  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  pokladá za neškodný. Mlieko s nižším obsahom celkového jódu ako 25  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  poukazuje na možný nedostatok jódu v krmovinách.

Mlieko je v našej strave významným zdrojom jódu. Vo Veľkej Británii a Fínsku v posledných rokoch jeho celkový prívod mliekom bol 36 % [82, 78].

Najvýznamnejším zdrojom fyziologického obsahu celkového jódu v mlieku sú krmoviny; objemové ho dodávajú až asi 90 %. Jadrové krmoviny, mladá tráva a kŕmne obilie dodávajú málo jódu. Nízky obsah jódu v krmovinách má nepriaznivý vplyv na zdravotný stav dojníc a ich dojivosť.

Podľa prevažného počtu prác je priemerne 3,5 % jódu v mlieku viazaného na tuk, na bielkoviny 16,4 % a anorganického jódu je v ňom priemerne 80,1 %. V bielkovinách sa jód viaže prednostne na tyrozínové zvyšky, pričom sa tvorí monojódtirozín.

Na obsah celkového jódu v mlieku majú významný vplyv aj jodofory používané pri dezinfekcii vemien a ceckov dojníc, ako aj na dekontamináciu náradia a zariadenia pri získaní, prvom ošetrovaní a mliekárenskom spracovaní mlieka.

Na monitorovanie obsahu celkového jódu v mlieku sa používajú najmä dva druhy analytických metód: pri tepelne neupravenom mlieku jodoselektívne

---

Prof. Ing. Dr. Fridrich Görner, DrSc., Katedra technickej mikrobiológie a biochémie, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Jánska 1, 812 37 Bratislava.

Ing. Ján Knopp, DrSc. Ústav experimentálnej endokrinológie CFV SAV, Limbová 14, 833 06 Bratislava.

MUDr. Božejov Havelka, CSc., Ústredný štátny veterinárny ústav SSR, nábr. arm. gen. L. Svobodu 3, 842 13 Bratislava.

elektrody a pri ostatných produktoch mikrochemická katalytická metóda podľa Sandella a Kolthoffa [62, 63] v úprave podľa Štolca a Németha [69].

## 1. Stopové prvky

V súčasnosti poznáme asi 26 v prírode sa vyskytujúcich prvkov, ktoré sú esenciálne pre život a normálne funkcie živočíšnych organizmov. Z týchto sa podľa Jarretta [36] 15 pokladá za stopové prvky. Ide o arzén, cín, fluór, chróm, jód, kobalt, kremík, mangán, meď, molybdén, nikel, selén, vanádium, zinok a železo. Okrem týchto sa za esenciálny pokladá aj bór, ale jeho význam je zjavný najmä pri vyšších rastlinách. Iné stopové prvky, ako hliník, báryum, bróm, kadmiu, olovo, rubídium, ortuť a striebro sa nepokladajú za esenciálne. Do tkanív živočíšneho organizmu sa dostávajú kontaktom s vonkajším prostredím a posudzujú sa ako kontaminanty, hoci sa v organizmoch nachádzajú pravidelne, ale vo variabilných koncentráciách.

Niektoré stopové prvky sa zvyknú označovať ako toxické (negatívne biologicky účinné). Myslí sa tu najčastejšie na arzén, olovo, kadmiu a ortuť. Arzén súčasne vystupuje ako esenciálny (pozitívne biologicky účinný), ale aj ako toxický prvok. Táto zdanlivá diskrepancia sa odstráni, ak sa zamyslíme vedľa prvku samého aj nad jeho konzumovaným množstvom a zlúčeninami, v ktorých sa konzumuje. Podľa Ohnesorgeho [54] má každá biologicky aktívna látka prah svojej účinnosti (výnimku tvoria kancerogénne látky). To znamená, že biologický účinok (pozitívny alebo negatívny) tej-ktorej látky sa prejaví až po prekročení príslušného prahu v organizme. Okrem toho prvky v biológii a vo výžive vystupujú vždy vo forme zlúčenín. Ich biologickú účinnosť determinuje preto okrem prvku aj jeho príslušná zlúčenina. Ak sa vrátíme k arzénu (myslíme na jeho konkrétnu zlúčeninu), môžeme povedať, že v koncentráciách alebo v množstvách, ktoré nepresahujú prah jeho účinnosti, je úplne neúčinný, keď sa táto koncentrácia alebo množstvo prekročí, prejaví sa najprv jeho pozitívny a až pri ďalšom zvyšovaní dávky jeho negatívny biologický účinok (toxická).

Z toho vyplýva, že pri optimálnej výžive ľudí a zvierat sú pre niektoré stopové prvky potrebné dva numerické limity. Najprv je to spodný, ktorý udáva, aké najmenšie množstvo tohto prvku vo forme vhodnej zlúčeniny musí byť dodané do organizmu, aby sa prejavil jeho pozitívny účinok, a potom horný, ktorý udáva, aké množstvo sa nemá prekročiť, aby sa neprejavil jeho negatívny biologický účinok.

Situácia so stopovými prvkami v požívatinách sa v dôsledku chemizácie poľnohospodárstva významne zmenila a v prírode nastali niektoré nerovnovážne stavy. V minulosti, keď sa zvyšky rastlinných, ako aj živočíšnych potravín

vracali vo forme maštalného hnojiva do pôdy, bol zachovaný prirodzený kolobeh stopových prvkov v prírode. V súčasnosti je tento cyklus do značnej miery narušený a stretávame sa so situáciou, pri ktorej sa rastlinami odňaté prvky z pôdy do nej nevracajú, lebo sa hnojí priemyselnými hnojivami. Na druhej strane sa v dôsledku chemizácie dostávajú do pôdy alebo priamo do potravín niektoré stopové prvky v nadbytočnom množstve. Tieto skutočnosti podnietili potravinársky výskum, aby sa v doteraz nebývanej miere zaoberal problematikou stopových prvkov. Ďalej budeme venovať pozornosť stopovému prvku jódu, najmä v mlieku.

## 2. Význam a potreba jódu

Podľa Hemkena a kol. [32] záujem o jód v požívatinách vyvolala potreba kontroly jeho príjmu v strave ľudí v dôsledku opatrení na zamedzenie ochorení ľudí a zvierat na poruchy funkcie štítnej žľazy. Podľa Podobu [57] ich môžu vyvolať tak príliš nízke, ako aj príliš vysoké dávky jódu v strave.

Podľa Underwooda [76] je jód stopový prvok so špecifickými biofunkciami. Je nepostrádateľný v štítnej žľaze ako súčiastka jej hormónov. Pri syntéze účinných hormónov sa naviaže na aminokyselinu tyrozín, pričom vznikajú prekursori monojódtirozín a dijódtirozín, ich kopuláciou vznikajú vlastné hormóny — tyroxín a trijódtironín. Tyroxín je tyroidný hormón, ktorý sa zo štítnej žľazy dostáva krvou do orgánov a tkanív organizmu a riadi procesy rastu, kolobehu vody, sacharidový metabolizmus, je v spojení s nervovou činnosťou a s funkciami endokrinných žliaz. V organizme je rezerva tohto hormónu a je viazaný na glykoproteínovú molekulu tyreoglobulínu. Obsah jódu v ľudskom organizme je asi 25 mg, z čoho 8—10 mg je v štítnej žľaze a je na 99 % viazaný vo forme organických zlúčenín. V krvi je z celkového obsahu jódu v organickej forme iba 60—75 %.

Denná potreba jódu pre dospelého človeka je podľa Underwooda [76] 100—400  $\mu\text{g}$ , pričom prívod a vylučovanie jódu má byť v rovnováhe. Minimálna denná potreba jódu je u dospelých podľa amerických odporúčaní [50] 50—75  $\mu\text{g}$ . Podľa britských odporúčaní [51] je optimálna denná potreba jódu u dospelých medzi 114—357  $\mu\text{g}$ , čo je v zhode s predchádzajúcim údajom [76].

Vyššiu potrebu majú rastúce deti, tehotné ženy a dojčiace matky. Podľa citovaných britských odporúčaní [51] je u nich spodná hranica denného prívodu jódu 150  $\mu\text{g}$ . Materinským mliekom kŕmené dojčča skonzumuje denne okolo 850 ml mlieka s obsahom jódu 70—140  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , a preto prijme denne iba 60 až 120  $\mu\text{g}$  jódu bez negatívnych príznakov [50]. V tejto súvislosti je zaujímavý údaj Lahesmaa a Vilkkiho [44], podľa ktorých 18 matiek z oblasti s nízkym výskytom strumy malo v mlieku 53,3  $\mu\text{g.l}^{-1}$ .

O skúmaní prívodu jódu stravou do organizmu ľudí sa v súčasnosti referuje vo viacerých prácach. Podľa Varoa a spol. [78] bol vo Fínsku priemerný denný príjem jódu v strave na hlavu  $340\text{ }\mu\text{g}$ , pri sezónnej variabilite od  $280\text{ }\mu\text{g}$  v lete po  $400\text{ }\mu\text{g}$  v zime. Podľa týchto vyšetrení bol citovaný priemerný príjem jódu štvornásobne až päťnásobne vyšší ako roku 1950, keď bol vo Fínsku ešte rozšírený výskyt strumy. Do dennej stravy Fínov sa jód v najvyššej miere dostáva mliekom a mliečnymi výrobkami, a to v lete 36 % a v zime až 57 %. Vyšší podiel príjmu jódu mliekom v zime spôsobovalo krmivo obohatené jódovými preparátmi, ktoré sa v zime podávalo dojniciam na zvýšenie ich dojivosti a fertility. Druhým významným zdrojom jódu bola jodidovaná kuchynská soľ (24 a 16 %) a tretím vajcia (18 a 12 %).

Wenlock a spol. [82] publikovali výsledky prieskumu spotreby jódu v strave občanov Veľkej Británie. Priemerná denná spotreba jódu na hlavu bola  $255\text{ }\mu\text{g}$ . Na nej sa zúčastňovalo mlieko 92  $\mu\text{g}$ , t. j. 36 %, mäso a mäsové produkty 14 %, cereálie a cereálne produkty 12 %, ryby síce na jód bohaté, iba 5 %. Najväčšiemu kolísaniu počas roka podliehal obsah jódu v mlieku. V lete bol v ňom priemerný obsah  $70\text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$  a v zime  $370\text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$ , zrejme z rovnakého dôvodu ako u Fínov. Uvedení autori upozornili, že potravinárske farbivo erytrozín obsahuje 577 mg jódu. $\text{g}^{-1}$ . Ním farbené potraviny a pochutiny obsahujú preto nadmerné množstvo jódu. Do priemernej spotreby jódu  $255\text{ }\mu\text{g}$ , jód pochádzajúci z erytrozínu nepočítali. S erytrozínom by bola priemerná spotreba až  $323\text{ }\mu\text{g}$  na hlavu na deň.

Podľa Rennera [59] sa pokladá za nežiadúce, aby denný príjem jódu prekročil  $700\text{ }\mu\text{g}$ . Podľa Podobu [57] by občasne zvýšený príjem jódu u zdravých ľudí v ich normálnej strave nemal byť zdraviu škodlivý, ale akékoľvek neprimerané trvalé zvýšenie prívodu jódu by mohlo škodiť ľuďom s tyreopatiami, so sezónnou precitlivosťou, pri alergických stavoch vyvolaných jódom, ako aj pri strumách, najmä uzlovitých.

### 3. Obsah jódu v mlieku

Všimnime si teraz, aké sú podľa literárnych údajov obsahy jódu v mlieku. Podľa Németa a kol. [48] bol na Slovensku v neendemickej oblasti strumy priemerný obsah jódu v mlieku  $89,2\text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$ , v nížinnej endemickej oblasti  $52,6\text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$  a v horskej endemickej oblasti  $31,0\text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$ . Obsah jódu v mlieku bol teda v negatívnej korelácii s početnosťou výskytu ochorenia štítnej žľazy. Na zvýšenie obsahu jódu v mlieku v endemickej oblasti odporúčali na základe vlastných pokusov skrmovanie dobytčej soli s obsahom  $400\text{ mg kJ.kg}^{-1}$ . Toto opatrenie zvýšilo obsah jódu v mlieku priemerne o  $100\text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$ . Z tejto skutoč-

nosti možno uzatvárať, že podľa endokrinológov obsah jódu v mlieku vo výške asi  $200 \mu\text{g.l}^{-1}$  možno pokladať za normálny.

S týmito experimentálne zistenými údajmi je v súčasnosti v rozpore požiadavka Smerníc pre cudzorodé látky v potravinách [52], ktoré u nás povoľujú maximálny obsah jódu v mlieku  $100 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Hemken a kol. [32] uvádzajú, že v USA sa obsahy jódu v mlieku pred rokom 1970 pohybovali všeobecne pod  $100 \mu\text{g.l}^{-1}$ , aj keď sa výnimočne zaznamenali aj vyššie hodnoty. Podobný údaj uvádzajú aj Dunsmore a Luckhurstová [12]. Podľa nich kolísal fyziologický obsah jódu v mlieku v celosvetovej literatúre v rozmedzí  $0\text{--}300 \mu\text{g.l}^{-1}$ , ale 91 % hodnôt bolo nižších ako  $100 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Aj v prehľade publikovanom Stöckelom a Leskovou [66] sa uvádzajú podobné hodnoty:  $24 \pm 8,5 \mu\text{g.l}^{-1}$  ( $5\text{--}57 \mu\text{g}$ ),  $5\text{--}66 \mu\text{g.l}^{-1}$  [4],  $9\text{--}70 \mu\text{g.l}^{-1}$  [65],  $20\text{--}65 \mu\text{g.l}^{-1}$  [56].

V rokoch 1978—1982 vždy vo februári a marci sa robili rozborý vzoriek zmiešaného bratislavského pasterizovaného mlieka s obsahom tuku 2 %; obsahy jódu v ňom kolísali v rozmedzí 79,0 až  $117,0 \mu\text{g.l}^{-1}$  a nebolo možné v nich nájsť nijakú tendenciu v závislosti od času [26]. Kalous a Olivieriusová [38] našli v rokoch 1974 a 1975 v Prahe v zmiešanom pasterizovanom konzumnom mlieku priemerný obsah jódu v zime  $79,0 \mu\text{g.l}^{-1}$  a v lete  $174,0 \mu\text{g.l}^{-1}$ .

V zahraničných údajoch o obsahu jódu v zmiešanom konzumnom mlieku možno nájsť aj tieto hodnoty: v Tasmánii (Austrália) našiel Connally [8] hodnoty v rozmedzí 113 až  $346 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Hemken a spol. [32] stanovili v USA roku 1972 v mlieku fariem v štáte Illinois priemerne  $425 \mu\text{g.l}^{-1}$  a v štáte Maryland  $457 \mu\text{g.l}^{-1}$  s krajnými hodnotami  $63\text{--}1610 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Dunsmore [11] stanovil v mlieku v závislosti od procesov technologického postupu jeho spracovania v Austrálii v surovom mlieku pred jeho mliekárenským ošetrením priemerne  $570 \mu\text{g}$  jódu. $\text{l}^{-1}$  ( $370\text{--}1070 \mu\text{g}$ ) a vo vzorkách mliekárensky ošetreného mlieka priemerne  $706 \mu\text{g.l}^{-1}$  ( $320\text{--}1120 \mu\text{g}$ ). Vzorky mlieka odobrané v obchodnej sieti mesta Lexington (USA) obsahovali roku 1976 priemerne  $317 \mu\text{g.l}^{-1}$  [32].

Správu o výsledkoch jódového programu z Kalifornie podali Bruhn a kol. [6]. Cieľom bolo upraviť obsah celkového jódu v mlieku na primerané hodnoty. Roku 1980 zistili pri monitorovaní obsahu jódu v konzumnom mlieku  $474 \pm \pm 304 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , ktorý sa roku 1981 v dôsledku poradenskej činnosti znížil na  $256 \pm 234 \mu\text{g.kg}^{-1}$ .

#### 4. Väzba jódu v mlieku a jeho obsah v mliečnych produktoch

Chemickú povahu väzby jódu na súčiastky mlieka študovali viacerí autori. Informácie o distribúcii jódu na jednotlivé súčiastky mlieka vykazujú však značný rozptyl. Závisia od druhu vyšetrovaného mlieka (napr. či išlo o surové

alebo tepelne upravené, o sladké alebo kyslé mlieko a pod.). Všetci autori sa domnievajú, že podiel jódu, ktorý je viazaný na lipidickú frakciu, je najmenší a pohybuje sa v rozmedzí 2 až 4,5 %, v priemere 3,5 %. Oveľa väčšie rozdiely nachádzame v údajoch o podiele jódu viazaného na bielkoviny alebo s nimi sa nachádzajúcom vo voľnej asociácii; udávajú sa hodnoty 1—73 %, v priemere 16,4 %. Najväčší podiel jódu v mlieku je zrejme anorganický s rozmedzím 27 až 99 %, v priemere 80,1 % [12].

Stöckel a Lesková [66] študovali obsah celkového, bielkovinového a anorganického jódu v kravskom mlieku, ako aj v kolostrálnom kravskom mlieku. Natívny obsah jódu sa v mlieku menil aj počas dojenia. V prvých strekoch našli priemerne 37  $\mu\text{g}$  celkového, 28  $\mu\text{g}$  bielkovinového a 9  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  anorganického jódu; v hlavnom pôdoji 26, 19, resp. 7  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  a v dodojkoch 21, 15, resp. 6  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Z týchto vyšetrení vyplýva, že v natívnom mlieku bolo viac bielkovinového ako anorganického jódu. Scheybal a kol. [64] zistili pomocou značkovania jódu ( $^{131}\text{I}$ ) pri dezinfekcii strukov vemien dojnic prípravkami Ujosan a Incozan W v nadojenom mlieku takúto distribúciu jódu: viazaný na tuk 7,3—16,7 %; viazaný na bielkoviny 11,5—18,5 % a anorganický 64,8—81,2 %.

Z citovaných prác možno uzatvárať, že údaje o distribúcii jódu na hlavné zložky mlieka závisia aj od použitej analytickej metódy. Stöckel a Lesková [66] pracovali s jódo selektívnou elektródou, s ktorou pracovali aj Wheelerová a Ashley [83] a zistili, že ju ovplyvňujú bielkoviny.

Podľa viacerých prác sa zdá, že väzba jódu na bielkoviny sa uskutočňuje reakčným katalyzovaným enzýmami xantínoxidáza a peroxidáza, ktoré sú stálou súčiastkou natívneho mlieka. V bielkovinách sa jód prednostne viaže na tyrozínové zvyšky, pričom sa tvorí monojódtyrozín a menej dijódtyrozín.

Jód, ktorý sa dostane do mlieka po jeho nadojení vo forme jodoforov alebo ako jodid, ostáva prakticky celý v anorganickej forme [12, 6].

Obsah jódu v mliečnych výrobkoch závisí od koncentrácie jódu v mlieku použitom na ich prípravu alebo výrobu, ako aj od hlavného podielu zložky mlieka, ktorý v produkte prevláda. Produkty s vysokým obsahom bielkoviny by mali byť na jód najbohatšie a s vysokým obsahom tuku najchudobnejšie. Bruhn a Franke [5] vyšetrovali obsah jódu v surovom mlieku a v mliečnych prípravkoch alebo výrobkoch, pričom stanovili v mlieku priemernú hodnotu 357  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (58—4250  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ), v mliekárenskej vyrobenej kyslej smotane napr. 284  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , v mrazenom smotanovom kréme 387  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  a v emare 370  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Pomocou týchto hodnôt nemožno potvrdiť uvedený názor, pravda, významnú úlohu tu mal aj veľký rozptyl obsahu jódu v základnom mlieku.

Zo súhrnu starších prác, ktoré zozbierali Dunsmore a Luckhurstová [12] a Dunsmore [11], sa zdá, že zahrevom mlieka sa v ňom obsah jódu znižuje. Udáva sa 20 % zníženie pri pasterizácii kravského a kozieho mlieka, 17,2 % zníženie pri dlhodobej a 14,1 % pri vysokej pasterizácii mlieka. Za zmienku

stojí práca Raymonda a Williamsa [58], ktorí pri zahusťovaní mlieka vo vákuových odparkách nezistili nijaký úbytok jódu, ale pri kontaktnom sušení mlieka na valcoch a sušení vzduchom v rozprášenom stave zaznamenali až 40 % straty jódu. Sami sme v exaktných pokusoch tieto straty nemohli potvrdiť [26].

## 5. Zdroje jódu v mlieku

5.1. *Krmoviny*. So stúpajúcim obsahom jódu v krmovinách sa mení koncentrácia jódu v mlieku približne úmerne s množstvom jódu, ktoré prijímú dojnice v krmovinách. Koncentrácia jódu v krmovinách je odrazom obsahu a povahy jódu v pôde, ale s týmto faktorom interferuje schopnosť rastlín podľa ich druhu akumulovať a koncentrovať jód vo svojich tkanivách. Krmoviny dodávajú u pasúcich sa dojníc až asi 90 % jódu a zvyšok pochádza z vody [2]. Niektoré rastliny obsahujú strumigénne látky (izotiokyanáty), ktoré interferujú v jódovom metabolizme dojníc. Túto vlastnosť má mať aj zvýšený obsah dusičnanu v krmovinách ako následok neprimeraného hnojenia pôdy priemyselnými dusíkatými hnojivami [27]. Pravdepodobne je aj variabilita obsahu strumigénov v krmovinách významným faktorom sezónnej variability obsahu jódu v mlieku. Mlieko s obsahom jódu nižším ako  $25 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  poukazuje na možný nedostatok jódu v krmovinách (Hemken [31]).

Obsah jódu v krmovinách má priamy vplyv aj na zdravotný stav, fertilitu a dojivosť dojníc. Vyššie dávky jadrových krmovín, mladej trávy a kŕmneho obilia v oblasti s nízkym obsahom jódu v pôde mali za následok pôrody strumových teliec, nízku fertilitu po prvom pripúšťaní, dlhšie intervaly medzi oteleniami, vyššiu frekvenciu abortov, resp. úmrtnosti teliat bezprostredne po pôrode [27].

5.2. *Obohacovanie krmovín jódom*. Z uvedených dôvodov sa podľa potreby alebo niekedy aj bez nej pridávajú do krmovín jódomové preparáty, ako jodid draselný, sodný, vápenatý, jodičnan draselný, Lugolov roztok a organické preparáty, napr. etyléndiamíndihydrojodid (EDDI) [61]. Mliečna žľaza má do istej miery schopnosť brániť prechodu nefyziologických dávok, napr. železa, medi, kadmia, dusičnanu a iných látok do mlieka. Naproti tomu nemá schopnosť významne ovplyvniť prechod jódu do mlieka. Nadbytočné dávky jódomových kŕmnych suplementov vedú k nadmernému obsahu jódu v mlieku; jednorazový prídavok jódu 164 mg, resp. 16 mg zvýšil obsah jódu v mlieku na  $2200 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ , resp.  $370 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  [10].

5.3. *Dezinfekcia vemien a strukov jodoformi*. Mnohé práce poukázali na efektívnosť dezinfekcie vemien a strukov dojníc pri tlmení výskytu zápalov vemien dojníc v hromadných chovoch [1, 49, 55, 73, 18, 72]. U nás Havelka a kol. [28],



Kučera a kol. [41], Máász a Havelka [46], Havelka a kol. [29], Vasiľ [79], Vasiľ a kol. [80].

Na to sa používajú prevažne preparáty jódu, lebo jód je jedným z najúčinnjších antiseptík, pričom jeho mikrobičidnosť prevláda nad jeho toxicitou proti makroorganizmu. Za neprítomnosti organických látok devitalizuje väčšinu baktérií v koncentrácii  $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$  za 2 min a v koncentrácii  $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$  za 15 min. Má aj významný fungicídny a virucídny účinok. Sám jód je vo vode veľmi málo rozpustný, preto sa v medicíne používa jeho alkoholický roztok. Nie je však vhodný na dezinfekciu vemien, lebo porušuje ich pokožku. Preto sa vyvinuli preparáty, v ktorých je jód viazaný na nosiča, zvyšujúceho jeho rozpustnosť a stabilizujúceho vo vodnom systéme, tzv. jodofory.

Jodofory obsahujú okrem jódu ďalšie tri hlavné zložky. Povrchovo aktívne látky sú nosičmi jódu a majú vlastnosť, že vo vode prakticky nerozpustný elementárny jód premieňajú na vo vode rozpustný, pričom nestráca svoju mikrobičidnosť. Povrchové aktívne látky, obvyčajne neionogénne, napr. polyetylované nonylfenoly tu uplatňujú aj svoje detergentné vlastnosti. Kyseliny znižujú pH jodoforov pod 5, čo znižuje inaktiváciu mikrobičidných vlastností jódu organickými zlúčeninami, najmä bielkovinami. Kyseliny súčasne pomáhajú zmäkčovať na riedenie jodoforov použitú vodu a uplatňujú aj svoje detergentné vlastnosti. Najčastejšie sa na to používa kyselina fosforečná, ktorá sa vyznačuje dobrou tlmivou schopnosťou v požadovanej oblasti pH. Organické stabilizátory majú za úlohu brániť konverzii elementárneho jódu na mikrobičidne neaktívny jodidový a jodičnanový jód. Niektoré preparáty obsahujú napr. izopropylalkohol. Stabilizátory pomáhajú zriedovať jodofory bez úbytku mikrobičidného jódu, a to aj pri zvýšenej teplote. Niektoré preparáty, napr. u nás vyrábaný JODONAL-M, obsahujú aj kozmetické prísady chrániace pokožku vemena a strukov, v našom prípade je to glycerín. Obsah aktívneho jódu v rozličných komerčných jodoforoch býva v rozpätí 1,0 až 2,5 %. Uvedený prípravok obsahuje 1,6 % aktívneho jódu. Aplikujú sa v 5—30 % koncentrácii.

Pochopiteľne, že aplikácia týchto preparátov na vemeno má tiež za následok zvýšenie obsahu jódu v mlieku. Môže dôjsť k situácii, že v určitej oblasti s nedostatočným prívodom jódu v potravinách bude obyvateľstvo konzumovať jodidovanú soľ v množstve, ktoré endokrinológovia presne vypočítali, veriac, že je to jediný prídavný zdroj jódu vo výžive ľudí príslušnej oblasti.

U nás sa v minulosti vyrábalo maslo s tzv. technickým zákysom. V tomto zákysy bol aj nedeklarovaný obsah jodidu sodného, ktorý v kyslom prostredí uvoľňoval jód a tento pôsobil v masle vyrobenom s pridaním technického zákysu ako konzervačná látka. Analýzami sme zistili, že 50 g, čo možno pokladať za priemernú dennú spotrebu masla, obsahovalo 130—350  $\mu\text{g}$  jódu. Pritom denná spotreba jodidovanej soli 10 g mala dodávať iba 100  $\mu\text{g}$  jódu. Konzu-



мáция масла с tzv. **technickým** **zákysom** **dodávala** **nevedome** **väčšie** **množstvo** **jódu** **ako** **jodidovaná** **soľ** [19].

Mimoriadne zložitou sa stala podobná situácia v inej súvislosti v Tasmánii (Austrália). V oblasti endemickej strumy roku 1966 rozhodli pridávať do chleba jodid draselný. Výskyt strumy sa znížil skoro na nulu, ale súčasne sa zaznamenalo významné zvýšenie výskytu tyreotoxikóz. Išlo najmä o ženy vo veku 40 až 60 rokov, ktoré trpeli na netoxickú formu strumy už viac ako 20 rokov. Podozrenie padlo na jodidovaný chlieb. Obsah jódu vo vzorkách moču príslušných osôb bol ale vyšší, ako mohol pochádzať z jeho známych zdrojov v potravinách a vo vode. Ďalšie vyšetrenia ukázali, že existuje ďalší významný, dovtedy nepovšimnutý zdroj jódu vo výžive postihnutých. Bol to zvýšený obsah jódu v mlieku a mliečnych produktoch ako následok nekontrolovaného používania jódových prípravkov na dezinfekciu vemien, strukov a na dekontamináciu náradia a zariadenia pri získaní a prvom, ako aj mliekárenskom ošetrovaní mlieka. Obsahy jódu stanovené v mlieku prekračovali  $1000 \mu\text{g.l}^{-1}$  [12, 11, 84, 45].

Tieto práce upriamili pozornosť na obsah jódu v mlieku. Dezinfekcia strukov po dojení sa robí ich ponáraním do rôzne koncentrovaných roztokov jodoforov. Tento spôsob dezinfekcie je známy pod anglickým názvom „teat dipping“ (ponáranie strukov). Iwarson a Ekman [35] dokázali, že mlieko štrnástich stád dojnic obsahovalo pred zavedením dezinfekcie  $16\text{--}171 \mu\text{g.l}^{-1}$  jódu. Po dvojtyždenej dezinfekcii po každom dojení obsahovalo ich mlieko  $74\text{--}392 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Zvýšenie obsahu jódu v mlieku jednotlivých stád sa pohybovalo v rozmedzí 55 až  $353 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Mlieko iného pokusného stáda obsahovalo priemerne  $191 \mu\text{g.l}^{-1}$  jódu s rozpätím 46 až  $334 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Ak u tohto stáda znížili koncentráciu aktívneho jódu v aplikačnom roztoku z 0,5 % na 0,25 %, znížil sa postupne aj priemerný obsah jódu v jeho mlieku na 50 až 60 %.

Pozn: Pokračovanie článku ako aj zoznam literatúry je v 2. čísle Bulletinu PV.

## Проблематика содержания йода в продуктах питания, в частности, в молоке I. часть

### Резюме

Ежедневное потребление йода дается в диапазоне 100—400 мкг. Нежелательным считается ситуация, когда регулярный ежедневный прием йода превысит 700 мкг.

Содержание общего физиологического йода в молоке, как правило, ниже, чем  $100 \text{ мкг.л}^{-1}$ . Повышенное содержание йода бывает вызвано добавками в кормах, дезинфекцией сосков дойных коров и обезвреживанием инструментов и оборудования в производстве молока растворами йодифоров. Повышенное содержание общего йода в молоке до  $300 \text{ мкг.л}^{-1}$  считается безвредным. Молоко с более низким содержанием общего йода, чем  $25 \text{ мкг.л}^{-1}$  указывает на возможный недостаток йода в кормах.

## Problems concerning iodine content in eatables — milk in particular I. part

### Summary

Normal daily amount of iodine consumed by one person ranges from 100 to 400  $\mu\text{g}$ . Regular daily amount of consumed iodine should not exceed 700  $\mu\text{g}$ .

The total content of physiological iodine in milk is usually smaller than 100  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Its increased content is mostly caused by supplements in fodder, disinfection of milk cows' teats and by decontamination of prior milk-production instruments using iodophor solutions. Increased total iodine content amounting to 300  $\mu\text{g l}^{-1}$  in milk is considered harmless. Total iodine content smaller than 25  $\mu\text{g l}^{-1}$  indicates a possible shortage iodine in fodder.