

Mirowski A.

Iodine is an essential trace element. Most foods are low in dietary iodine. Iodised salt and seafoods are the richest dietary sources of this nutrient. Milk and dairy products consumption can be an important element of iodine prophylaxis. Iodine concentrations in cow's milk have increased in the last decades in many countries including Poland. The iodine concentration in milk is strongly correlated with cows' daily iodine intake. Iodine udder disinfection and iodine teat dipping can also increase milk iodine content. Chemical form of supplemental iodine, naturally occurring goitrogens, breed and stage of lactation are other factors influencing the iodine concentration in cow milk. Optimal iodine concentration in drinking milk ranges between 100 and 300 µg/L (it should not exceed 500 µg/L). The aim of this paper was to present the aspects connected with iodine in dairy cows nutrition.

Keywords: veterinary nutrition, iodine, dairy cow.

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. Szczególną uwagę należy zwrócić na odpowiednią podaż mikroelementów, między innymi jodu. Omawiając zagadnienia związane z jodem w żywieniu krów mlecznych na pierwszy plan wysuwa się kwestia znaczenia mleka i przetworów mlecznych jako źródła jodu w żywieniu człowieka.

Jod w żywieniu bydła. Część II. Krowy mleczne

Adam Mirowski

Głównym czynnikiem wpływającym na stężenie jodu w mleku jest jego zawartość w diecie krów. Istnieje istotna zależność między ilością jodu pobieranego przez stado krów mlecznych a zawartością tego pierwiastka w pozyskiwanym mleku. W mniejszym stopniu zależność ta dotyczy poszczególnych krów, co może świadczyć o różnicach w metabolizmie jodu i stopniu przenikania go do wydzieliny gruczołu mlekowego (1). Z punktu widzenia żywienia człowieka optymalne stężenie jodu w mleku wynosi od 100 do 300 µg/l (nie powinno przekraczać 500 µg/l). Duży wpływ podaży jodu w diecie krów na jego stężenie w mleku sprawia, że między poszczególnymi fermami mogą występować znaczne różnice. Potwierdzają to badania przeprowadzone w kanadyjskich fermach bydła mlecznego. Według tych obserwacji krowy trzymane w fermach produkujących mleko o najniższej zawartości jodu (średnio 146 µg/kg) są żywione dawkami pokarmowymi, w których stężenie tego pierwiastka wynosi średnio 1,20 mg/kg suchej masy. Dla porównania średnia zawartość jodu w dawkach pokarmowych stosowanych w fermach produkujących mleko najbogatsze w jod

(średnio 487 µg/kg) przekracza 1,80 mg/kg suchej masy (2). Różnice w zawartości jodu w mleku spożywczym z różnych regionów Polski mogą dochodzić do 30%. Najwyższą zawartością jodu charakteryzuje się mleko z Wielkopolski i regionu kujawsko-pomorskiego. Najmniej jodu wykryto w mleku na Mazowszu (3).

Stężenie jodu w mleku może zmieniać się w zależności od pory roku. Może to być związane ze sposobem żywienia zwierząt i fazą laktacji, która ma wpływ na ilość wytwarzanego mleka. Zielonka pastwiskowa często jest uboga w jod. Dodatkowo na pastwisku mogą rosnąć rośliny zawierające substancje zaburzające metabolizm tego pierwiastka. Niemniej jednak substancje te mogą występować także w komponentach paszowych stosowanych w okresie żywienia oborowego, głównie w rzepaku. Brak tych komponentów w dawce pokarmowej sprawia, że mleko zawiera więcej jodu. Ponadto w okresie żywienia oborowego krowy mogą otrzymywać więcej jodu w postaci dodatków mineralnych (4). Pewne różnice w zawartości jodu w zależności od pory roku występują w mleku spożywczym dostępnym na polskim rynku. Stężenie jodu

w próbkach mleka pobranych w różnych regionach Polski w latach 2011–2012 wynosiło średnio 143 i 183 $\mu\text{g}/\text{kg}$, odpowiednio w sezonie letnim i zimowym. Wartości te były wyższe niż cztery lata wcześniej odpowiednio o 43 i 24% (3).

Komponenty roślinne stosowane w żywieniu bydła często są ubogie w jod, co stwarza potrzebę suplementacji. Suplementacja jodu jest skuteczną metodą zwiększenia zawartości tego pierwiastka w mleku. Można przytoczyć badania przeprowadzone na krowach żywionych paszą z dodatkiem jodu w ilościach wynoszących 0,2; 1,3; 5,1 lub 10,1 mg/kg suchej masy. Stężenie jodu w mleku tych krów wynosiło odpowiednio 101, 343, 1215 i 2762 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (5). Warto podkreślić, że stężenie jodu w mięsie nie ulega większym zmianom po zastosowaniu suplementacji (6). Według badań przeprowadzonych przez polskich naukowców dzięki lizawkom solnym zawierającym jod w stężeniach 150–300 mg/kg można pozyskiwać mleko zawierające 65–85 μg jodu/l, czyli o 21–57% więcej niż bez takich lizawek. Zastosowanie lizawek solnych spowodowało zwiększenie dziennego pobrania jodu z 6,2 mg do 13,7 i 21,1 mg (7). Do najbogatszych naturalnych źródeł jodu należą glony morskie, które stosuje się w niektórych krajach jako źródło składników mineralnych. Wykazano, że dodawanie wzrastających ilości alg do diety krów (0, 57, 113 lub 170 g dziennie) powoduje liniowy wzrost zawartości jodu w mleku (z 178 do 1370 $\mu\text{g}/\text{l}$). Stężenie jodu w tych algach przekraczało 800 mg/kg suchej masy (8).

Pewien wpływ na stężenie jodu w mleku ma rasa krów. W jednych badaniach średnie stężenie jodu w mleku krów rasy holsztyńskiej wynosiło prawie 840 $\mu\text{g}/\text{kg}$, a u krów guernsey było niższe o ponad 280 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Odnotowano wzrost stężenia tego pierwiastka wraz z upływem laktacji (9). Zawartość jodu w mleku może wzrosnąć na skutek stosowania preparatów jodowych do higieny wymienia i urządzeń udojowych (7). Przetwarzanie mleka może spowodować zmiany zawartości jodu. W jednych badaniach pasteryzacja w temperaturze przekraczającej 73°C przez ponad 15 sekund spowodowała obniżenie stężenia jodu w mleku z 466 do 349,5 ng/ml (10, 11).

Jod jest niezbędny do prawidłowego rozwoju intelektualnego. Z tego względu szczególną uwagę zwraca się na prawidłową podaż tego pierwiastka w żywieniu dzieci. Mleko ma duże znaczenie w żywieniu dzieci, dlatego dodawanie jodu do dawek pokarmowych dla krów mlecznych jest skuteczną metodą poprawy stopnia zaopatrzenia tej grupy społeczeństwa. Można przytoczyć badania przeprowadzone przez hiszpańskich naukowców dotyczące

spożycia jodu przez dzieci w wieku szkolnym, mieszkające na obszarze, na którym dwadzieścia lat wcześniej powszechnie występował niedobór tego pierwiastka. Oceniłono, że dzieci są prawidłowo zaopatrzone w jod, niezależnie od tego, czy w ich domach używa się jodowanej soli. Zwrócono uwagę na zmiany stężenia jodu w moczu w zależności od pory roku. Zimą stężenie to jest wyższe o ponad 50% niż w miesiącach letnich. Może to wynikać z różnic w zawartości jodu w mleku, co z kolei ma związek z pobieraniem większych ilości tego pierwiastka przez krowy w okresie żywienia oborowego (12). Duże znaczenie mleka jako źródła jodu w diecie dzieci w wieku szkolnym potwierdzają badania przeprowadzone we Włoszech. Odnotowano istotny związek między stężeniem jodu w moczu a spożywaniem mleka. Mediana stężenia jodu w mleku wynosiła prawie 280 $\mu\text{g}/\text{l}$. W przypadku mniej więcej 70% dzieci mleko dostarczało od 50 do 100 μg jodu dziennie (13). Kilka lat temu opublikowano badania nad znaczeniem produktów mlecznych jako źródła jodu w diecie dzieci w wieku przedszkolnym z Poznania. Oszacowano, że produkty mleczne zaspokajają zapotrzebowanie tych dzieci na jod w 34%, a najważniejszym źródłem tego pierwiastka jest mleko (14). Na podstawie wyników badań próbek mleka UHT pobranych w latach 2011–2012 w różnych regionach Polski stwierdzono, że 0,2 litra mleka wytworzonego w miesiącach zimowych zaspokaja mniej więcej 62% zapotrzebowania dzieci na jod. W przypadku nastolatków i osób dorosłych wartości te wynoszą odpowiednio 37 i 25%. Wartości te są niższe w miesiącach letnich odpowiednio o 14, 8 i 6 punktów procentowych (3).

Dawniej niedobór jodu powszechnie występował w diecie mieszkańców różnych rejonów świata. W celu zapobiegania niedoborowi w niektórych krajach wprowadzono obowiązek jodowania soli kuchennej. Obecnie coraz większy nacisk kładzie się na wzbogacanie mleka w jod, poprzez dodawanie go do dawek pokarmowych dla krów mlecznych. W Anglii już w latach 80. ubiegłego wieku mleko i przetwory mleczne stały się głównym źródłem jodu. Dzięki dodawaniu go do paszy uzyskano ponad 2-krotny wzrost jego stężenia w mleku w ciągu dwudziestu lat. Najwyższe wartości notowano w lutym i marcu, a najniższe w czerwcu. Wykryto związek między zawartością jodu w mleku a jego stężeniem w moczu ludzi. Zwrócono uwagę, że wysoka zawartość jodu w mleku i przetworach mlecznych w miesiącach zimowych może stwarzać ryzyko zbyt dużej podaży tego składnika (15, 16).

Obecnie dąży się do uzyskania optymalnego stężenia jodu w mleku, które może chronić ludzi przed niedoborem tego

pierwiastka, a jednocześnie nie stwarza ryzyka pobierania nadmiernych jego ilości. Jednocześnie zwraca się uwagę na korzystny wpływ suplementacji jodu na stan racic. Zaczęto interesować się możliwością zwiększenia podaży jodu w diecie krów mlecznych bez nadmiernego zwiększenia jego stężenia w mleku. Amerykańscy naukowcy zastosowali w tym celu śrutę rzepakową zawierającą substancje zmniejszające przenikanie jodu do mleka. Według ich obserwacji krowy żywione dawką pokarmową zawierającą niecałe 14% śruty rzepakowej (w przeliczeniu na suchą masę) i wzbogaconą w jod w ilości 2 mg/kg suchej masy wytwarzają mleko, w którym stężenie tego pierwiastka wynosi niecałe 410 $\mu\text{g}/\text{l}$. Nieuwzględnienie śruty rzepakowej w dawce pokarmowej sprawia, że stężenie jodu w mleku przekracza 700 $\mu\text{g}/\text{l}$. Krowy otrzymujące śrutę rzepakową wytwarzają mleko uboższe w jod, a jednocześnie charakteryzują się wyższą zawartością tego pierwiastka we krwi (17). Stężenie jodu w surowicy krwi krów nie powinno być niższe niż 40 $\mu\text{g}/\text{l}$ i wyższe niż 200 $\mu\text{g}/\text{l}$ (18). Jod jest wydalany przede wszystkim w moczu (19). Stężenie jodu w moczu krów pobierających prawidłowe ilości tego pierwiastka wynosi ponad 100 $\mu\text{g}/\text{l}$. Suplementacja jodu może spowodować nawet kilkukrotny wzrost jego stężenia w moczu (20).

Podsumowanie

Większość pokarmów jest uboga w jod. Pierwiastek ten w dużych ilościach występuje w soli jodowanej oraz rybach i owocach morza. Mleko i przetwory mleczne zawierają mniej jodu, ale są spożywane w większych ilościach, dlatego mogą stanowić dobre źródło tego składnika. Zalecenia odnośnie do ograniczenia spożycia soli stwarzają potrzebę poszukiwania innych sposobów zapobiegania niedoborowi jodu w diecie człowieka. Można sądzić, że mleko i przetwory mleczne będą miały coraz większe znaczenie w profilaktyce jodowej. W ostatnich dekadach nastąpił znaczny wzrost stężenia jodu w mleku wytwarzanym w wielu krajach świata, między innymi w Polsce (3). Niemniej jednak problem niedoboru jodu w mleku wciąż jest aktualny i występuje nawet w niektórych krajach europejskich (21). Zawartość jodu w mleku zależy przede wszystkim od jego podaży w diecie krów. Inne czynniki to forma chemiczna, obecność substancji zaburzających jego metabolizm, rasa krów, faza laktacji, a także sposób dbania o higienę wymienia i urządzeń udojowych. Krowy żywione paszą bez dodatku jodu wytwarzają mleko zawierające od kilku do kilkudziesięciu μg jodu/l. Dzięki suplementacji można pozyskiwać mleko o optymalnej zawartości tego składnika (100–300 $\mu\text{g}/\text{l}$).

Nadmiar jodu jest szkodliwy. W praktyce podawanie krowom mlecznym zbyt dużych ilości jodu wiąże się przede wszystkim z ryzykiem przenikania nadmiernych ilości tego pierwiastka do mleka.

Piśmiennictwo

1. Berg J.N., Padgett D., McCarthy B.: Iodine concentrations in milk of dairy cattle fed various amounts of iodine as ethylenediamine dihydroiodide. *J. Dairy Sci.* 1988, **71**, 3283–3291.
2. Castro S.I., Lacasse P., Fouquet A., Beraldin F., Robichaud A., Berthiaume R.: Short communication: Feed iodine concentrations on farms with contrasting levels of iodine in milk. *J. Dairy Sci.* 2011, **94**, 4684–4689.
3. Śliwiński B., Brzóska F., Szybiński Z.: Iodine concentration in Polish consumer milk. *Ann. Anim. Sci.* 2015, **15**, 799–810.
4. Hejtmánková A., Kuklík L., Trnková E., Dragounová H.: Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech J. Anim. Sci.* 2006, **51**, 189–195.
5. Schöne F., Leiterer M., Lebzien P., Bemmann D., Spolders M., Flachowsky G.: Iodine concentration of milk in a dose-response study with dairy cows and implications for consumer iodine intake. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2009, **23**, 84–92.
6. Swanson E.W., Miller J.K., Mueller F.J., Patton C.S., Bacon J.A., Ramsey N.: Iodine in milk and meat of dairy cows fed different amounts of potassium iodide or ethylenediamine dihydroiodide. *J. Dairy Sci.* 1990, **73**, 398–405.
7. Śliwiński B., Brzóska F., Węglarzy K., Szybiński Z., Kłopotek E.: The effects of iodised salt licks and teat dipping on the iodine content of cow's milk and blood plasma. *Endokrynol. Pol.* 2015, **66**, 244–250.
8. Antaya N.T., Soder K.J., Kraft J., Whitehouse N.L., Guindon N.E., Erickson P.S., Conroy A.B., Brito A.F.: Incremental amounts of Ascophyllum nodosum meal do not improve animal performance but do increase milk iodine output in early lactation dairy cows fed high-forage diets. *J. Dairy Sci.* 2015, **98**, 1991–2004.
9. Franke A.A., Bruhn J.C., Osland R.B.: Factors affecting iodine concentration of milk of individual cows. *J. Dairy Sci.* 1983, **66**, 997–1002.
10. Nazeri P., Norouzi M.A., Mirmiran P., Hedayati M., Azizi F.: Heating Process in Pasteurization and not in Sterilization Decreases the Iodine Concentration of Milk. *Int. J. Endocrinol. Metab.* 2015, **13**, e27995.
11. Norouzi M.A.: Iodine in raw and pasteurized milk of dairy cows fed different amounts of potassium iodide. *Biol. Trace Elem. Res.* 2011, **139**, 160–167.
12. Arrizabalaga J.J., Larrañaga N., Espada M., Amiano P., Bidaurrezaga J., Latorre K., Gorostiza E.: Changes in iodine nutrition status in schoolchildren from the Basque Country. *Endocrinol. Nutr.* 2012, **59**, 474–484.
13. Girelli M.E., Coin P., Mian C., Nacamulli D., Zamboni L., Piccolo M., Vianello-Dri A., Gottardo F., Busnardo B.: Milk represents an important source of iodine in schoolchildren of the Veneto region, Italy. *J. Endocrinol. Invest.* 2004, **27**, 709–713.
14. Waszkowiak K., Szymandera-Buszcza K.: Produkty mleczne jako źródło jodu w diecie dzieci przedszkolnych z Poznania. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2009, **42**, 252–256.
15. Nelson M., Phillips D.L., Morris J.A., Wood T.J.: Urinary iodine excretion correlates with milk iodine content in seven British towns. *J. Epidemiol. Community Health* 1988, **42**, 72–75.
16. Phillips D.L., Nelson M., Barker D.J., Morris J.A., Wood T.J.: Iodine in milk and the incidence of thyrotoxicosis in England. *Clin. Endocrinol. (Oxf)* 1988, **28**, 61–66.
17. Weiss W.P., Wyatt D.J., Kleinschmit D.H., Socha M.T.: Effect of including canola meal and supplemental iodine in diets of dairy cows on short-term changes in iodine concentrations in milk. *J. Dairy Sci.* 2015, **98**, 4841–4849.
18. Launer P., Richter O.: Iodine concentration in the blood serum of milk cows from Saxony as well as in cows' milk and milk products (baby food). *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 2005, **118**, 502–508.
19. Miller J.K., Swanson E.W., Spalding G.E.: Iodine absorption, excretion, recycling, and tissue distribution in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 1975, **58**, 1578–1593.
20. Herzig I., Ríha J., Písaríková B.: Urinary iodine level as an intake indicator in dairy cows. *Vet. Med. (Praha)* 1996, **41**, 97–101.
21. Crnkčić Č., Haldimann M., Hodžić A., Tahirović H.: Variations of the iodine content in milk. *Mljekarstvo* 2015, **65**, 32–38.