

ZNAČAJ ISPITIVANJA SADRŽAJA MIKROELEMENATA U MLEKU *

Jeremija RAŠIĆ

Institut za prehrambenu industriju Novi Sad

Borivoje OBRADOVIĆ

Poljoprivredni fakultet Zemun

U novije vreme se sve više obraća pažnja kod ispitivanja kvaliteta mleka na hemijske elemente, koji se nalaze u vrloj maloj količini, te zbog toga i nazivaju mikroelementi. To su: gvožđe, bakar, kobalt, mangan, molibden, cink, nikl, jod, fluor, brom, aluminijum, olovo, arsen, barijum, hrom, srebro, silicijum, selen, stroncijum, kadmijum i dr. Neki se od njih smatraju normalnim sastojcima mleka, dok se drugi javljaju kao kontaminanti.

U mleko najčešće dolaze preko stočne hrane, odnosno zemljišta na kome rastu biljke kojima se stoka hrani. Kako se sadržaj mikroelemenata razlikuje u pojedinim zemljištima, to će se razlikovati i njihov sadržaj u stočnoj hrani odnosno u mleku dotičnih reona. Otuda se sreću i reoni u kojima je mleko deficitarno u pojedinim mikroelementima, kao što je jod, kobalt, bakar, mangan, gvožđe i dr., dok sa druge strane nije retko da se u nekim reonima nalaze pojedini mikroelementi u zemljištu odnosno u stočnoj hrani i u mleku u visokim koncentracijama, koje štetno dejstvuju na stoku, a takođe i na kvalitet mleka (selen, bakar, silicijum i dr.).

Pojedini mikroelementi mogu doći u mleko i iz drugih izvora, kao što je voda koja služi za napajanje stoke ili pranje sudova i uređaja (fluor, brom, bakar, gvožđe i dr.); rezidui pesticida (olovo, arsen i dr.) i sudovi i uređaji, koji se koriste za mleko na imanju, u transportu i u mlekari (bakar, gvožđe, cink, nikl, kalaj i dr.). Najnoviji podaci saopštavaju mogućnost kumulativne kontaminacije mleka s bakrom, a koje se vrši preko vode u procesu obrade i prerade mleka u mlekari. (1).

U čemu je značaj ispitivanja sadržaja mikroelemenata u mleku? Značaj ispitivanja mikroelemenata u mleku proističe iz korisne uloge koju vrše u metabolizmu domaćih životinja i ljudi; iz štetnog dejstva koje vrše kada su prisutni u većoj koncentraciji i iz značajnog efekta koji vrše u tehnologiji mleka odnosno u kvalitetu mleka i mlečnih proizvoda.

ULOGA MIKROELEMENATA. — Mikroelementi igraju značajnu ulogu u metabolizmu muznih krava odnosno domaćih životinja, učestvujući u procesima iskorišćavanja energije i sinteze proteina. Zbog toga svaka deficitarnost u ishrani mikroelementima dovodi do znatnog smanjenja iskorišćavanja hrane, slabog porasta, smanjenog apetita i vrlo slabih reproduktivnih kvaliteta. (2). Sastavni su delovi biokatalizatora fermenata, vitamina i hormona.

Tako je gvožđe sastojak hemoglobina i fermenata ksantin oksidaze i lakto-peroksidaze. Bakar je katalizator stvaranja hemoglobina i sastojak fermenata fenolaze, tirozinaze i oksidaze L-askorbinske kiseline, a učestvuje i u fotohemijskim procesima mrežnjače i stvaranja pigmenata kože.

* Referat sa IX Seminara za mljekarsku industriju, veljača 1971, Tehnološki fakultet, Zagreb.

Kobalt je satojak vitamina B₁₂, koji igra značajnu ulogu u porastu mladih životinja i lečenju perniciozne anemije kod ljudi.

Mangan se javlja kao koferment dipeptidaza, a satojak je fermenata jetrine arginaze i peroksidaze i aktivator fosfataze, fosforilaze i L-peptidaze.

Jod ulazi u sastav hormona tiroksina, a cink u sastav fermenata karboanhidraze, urikaze i fosfataze, a takođe je satojak insulina.

Molibden je satojak fermenta ksantin oksidaze, fluor je satojak kostiju i zuba, a bor katalizator oksidacionih procesa u organizmu.

Međutim, za mnoge mikroelemente, kao što su barijum, hrom, aluminijum, silicijum i dr., još uvek nije razjašnjena uloga, koju vrše u metabolizmu domaćih životinja, ili tehnologiji mleka, iako se smatraju normalnim sastojcima mleka.

Pojedini mikroelementi mogu imati i toksično dejstvo ako su prisutni u većoj koncentraciji u zemljištu, stočnoj hrani odnosno u mleku. Razume se da su te koncentracije različite za pojedine elemente. Neki su štetni i u vrlo malim količinama, pa ispitivanja njihovog sadržaja imaju značaj higijensko-zdravstvene kontrole. To je slučaj s olovom, živom, radioaktivnim stroncijumom i sl. U najnovije vreme saopštava se mogućnost prelaska olova u mlečne proizvode kao i u druge životne namirnice iz kanta i konzerva preko metala u čijem sastavu je zastupljeno i olovo (3). Prisustvo radioaktivnog stroncijuma pominje se u vezi nuklearnih proba, koje su i prouzrokovale prelazak ovog i drugih radionukleida u namirnice, pa i u mleko kao univerzalne namirnice.

Međutim, i drugi mikroelementi u većim koncentracijama od one, koje se smatraju normalnim u mleku, nepoželjne su i štetne (srebro, nikl, selen, arsen, bakar, gvožđe, kadmijum i dr.). Danas su npr. poznati selenijumovi reoni u nekim delovima SAD, pa se ne koriste za uzgoj stoke i proizvodnju mleka (4).

Mikroelementi mogu imati važnu ulogu i u tehnologiji mleka. Međutim, do danas je poznata uloga samo nekih mikroelemenata, kao što je bakar, gvožđe, nikl i mangan. Bakar i gvožđe katalizuju oksidacione promene mlečne masti, pa se tom prilikom javlja oksidativna užeglost mleka, pavlake (vrhnja), maslaca i drugih proizvoda s većim sadržajem masti. Bakar poseduje veće katalitičko dejstvo od gvožđa. Nikl katalizuje oksidacione procese u manjem obimu u poređenju s bakrom i gvožđem, dok mangan dejstvuje na usporenje ili sprečavanje ovih promena (5).

Smatra se da je moguće proizvesti praktično sterilni maslac u odnosu na oksidacione promene, čak i pri držanju na sobnoj temperaturi, ako potiče od mleka koje ne sadrži više od 5 µg/l bakra (6).

Oksidacija askorbinske kiseline katalizuje se takođe od bakra, gvožđa, nikla i hroma. Bakar pokazuje najjače dejstvo, pa pet delova bakra na bilion dejstvuje jače nego 100 delova gvožđa na bilion, ili 1000 delova nikla odnosno hroma na bilion. Katalitičko dejstvo ovih metala ograničava se na reverzibilnu oksidaciju askorbinske kiseline u dehidroaskorbinsku kiselinu, dok se ireverzibilna oksidacija dehidroaskorbinske kiseline u diketogulonsku kiselinu, koja ne poseduje vitaminska svojstva, vrši bez dejstva ovih metala (7).

Nedavno je pokazano da dodatak mangana u mleko za proizvodnju čistih kultura koje sadrže *Leuconostoc* vrste, stimuliše porast kultura i brzinu fermentacije limunske kiseline (8).

Saopštava se da korišćenje mleka za izradu sira sa smanjenim sadržajem gvožđa, utiče na smanjenje stvaranja gasa od strane bakterija *E. coli* i *Clostridium tyrobutyricum*-a (9), što je razume se važno kod proizvodnje polutvrdih i tvrdih sireva.

Prirodno je da možemo očekivati u budućnosti otkriće i razjašnjenje uloge i drugih mikroelemenata u procesu tehnologije mleka, kvalitetu i održivosti mleka i mlečnih proizvoda.

KOLIČINE MIKROELEMENATA U MLEKU — Sadržaj mikroelemenata u mleku različit je u zavisnosti od vrste elemenata, vrste stoke, stadija laktacije, zdravstvenog stanja stoke, tipa zemljišta i stočne hrane i drugih faktora. U tabeli 1 prikazan je prosečan sadržaj nekih mikroelemenata u kravljem mleku.

Tabela 1

SADRŽAJ MIKROELEMENATA U KRAVLJEM MLEKU (4)

(u $\mu\text{g/l}$)

gvožđe	450
bakar	130
kobalt	0,6
mangan	22
molibden	73
cink	3900
jod	43
fluor	150
bor	270
silicijum	1430
aluminijum	460
selen	40

Razume se da su to prosečne vrednosti, te mogu služiti za orijentaciju, a u praksi će vrednosti za svaki mikroelement zavistiti od niza faktora, o čemu je napred bilo reči, te se moraju dobiti ispitivanjem mleka s raznih reona.

Za druge vrste mleka, kao što je ovčije, kozije, bivolje i dr. postoji znatno manje podataka, a oni se međusobno dosta razlikuju.

Kao što se vidi iz tabele, sadržaj pojedinih elemenata se razlikuje u mleku, pa se kreće od blizu 1 $\mu\text{g/l}$ kod kobalta pa do preko 3000 $\mu\text{g/l}$ kod cinka. U kolostrumu je sadržaj mikroelemenata veći za nekoliko puta od onog koji se nalazi u mleku normalnog sastava. Važno je istaći takođe da se sadržaj pojedinih mikroelemenata u mleku povećava kod ishrane stoke obogaćenom hranom odgovarajućim elementom, dok je kod drugih mikroelemenata to bez efekta. Tako se sadržaj kobalta, mangana, molibdena, joda i cinka povećava prilikom ishrane krava hranom, koja je obogaćena tim elementima. Pri tome se izrazito povećava sadržaj joda (100—200 puta), zatim sadržaj mangana, molibdena i u manjoj meri cinka. Sadržaj gvožđa i bakra ne menja se u slučaju ishrane krava hranom, koja je obogaćena solima bakra ili gvožđa. Povećanje sadržaja bakra i gvožđa u mleku može nastati kontaminacijom preko vode ili sudova i uređaja na imanju ili u mlekari. Međutim, ako se pokaže nedostatak bakra u zemljištu odnosno u hrani, to će se odraziti i na njegov sadržaj u mleku.

Ove konstatacije se moraju imati u vidu kod ispitivanja sadržaja mikroelemenata u mleku i interpretacije rezultata tih ispitivanja. Za praktične svrhe to je značajno, jer nam ukazuje kada je potrebno i korisno vršiti obogaćenje

stočne hrane mineralnim premiksima i u kome sastavu, a kada je to nepotrebno i predstavlja suvišan izdatak odnosno opterećenje troškova proizvodnje mleka.

U našoj zemlji relativno je malo obraćena pažnja mikroelementima u mleku i ispitivanju njihovog sadržaja, pa shodno tome postoji i malo podataka (10). Tako se saopštavaju podaci ispitivanja sadržaja kobalta u kravljem i ovčijem mleku u nekim reonima Srbije i Vojvodine, pri čemu je nađeno da su se vrednosti razlikovale u pojedinim reonima, zavisno od tipa zemljišta, ali su se kretale u granicama literaturnih podataka (16, 17).

U ispitivanju kvaliteta mleka, koja su izvršena u toku god. 1970. u reonu s. Banata na sadržaj bakra, mangana i cinka u kravljem, ovčijem i kozijem mleku, ustanovljeno je da se sadržaj ovih elemenata razlikovao u pojedinim vrstama mleka (11). Tako je sadržaj bakra bio najveći u kozijem mleku (11,78 $\mu\text{g/l}$), a najmanji u ovčijem mleku (48,90 $\mu\text{g/l}$). U poređenju s literaturnim podacima, sadržaj bakra u kozijem mleku u našim ispitivanjima bio je niži, dok se u kravljem i ovčijem mleku nalazio bliže minimalnim nego maksimalnim vrednostima (6,12). Sadržaj mangana bio je najveći u ovčijem mleku (75,0 $\mu\text{g/l}$), a najmanji u kozijem mleku (48,0 $\mu\text{g/l}$). Kod mangana je takođe u kozijem mleku sadržaj pokazao niže vrednosti u našim ispitivanjima, u poređenju s literaturnim podacima (13, 14, 15). Sadržaj cinka pokazao je najveće vrednosti u kravljem (4.400 $\mu\text{g/l}$), a najmanje u kozijem mleku (2.560 $\mu\text{g/l}$). U poređenju s literaturnim podacima, sadržaj cinka u ovčijem mleku pokazivao je veće vrednosti u našim ispitivanjima, dok se kod kravljeg i kozijeg mleka kretao u granicama literaturnih podataka (13, 15).

Ova ispitivanja su vršena u određenim reonima, pa je korisno da se prošire i na druge reone zemlje, kao i na druge mikroelemente. Rezultati ispitivanja imaju naučni značaj u pogledu pružanja podataka o količinama pojedinih mikroelemenata u mleku određenih reona, a takođe i praktični značaj u pogledu ukazivanja potrebe za korišćenje mineralnih premiksa određenog sastava ili izmene sastava u pojedinim mikroelementima. Osim toga, ispitivanje sadržaja pojedinih mikroelemenata u mleku, pružiće podatke o efikasnosti korišćenja pojedinih sudova i uređaja, vode i sl. u procesu dobijanja, obrade i prerade mleka, kao i uticaja pojedinih pesticida na kvalitet mleka, a koji se danas obimno koriste u poljoprivrednoj proizvodnji.

Zaključak

Razmatran je značaj ispitivanja sadržaja mikroelemenata u mleku. Pri tome je istaknuta korisna uloga koju pojedini mikroelementi vrše u metabolizmu domaćih životinja i ljudi, štetno dejstvo koje vrše kada su prisutni u većoj koncentraciji i značajni efekat koje neki elementi vrše u tehnologiji prerade mleka odnosno u kvalitetu i održivosti mleka i mlečnih proizvoda.

Prikazane su literaturne vrednosti sadržaja važnijih mikroelemenata u mleku, sa osvrtom na podatke ispitivanja sadržaja nekih mikroelemenata u mleku u našoj zemlji.

Istaknuta je potreba ispitivanja sadržaja mikroelemenata i u drugim reonima zemlje, kako na mestu proizvodnje mleka, tako i u mlekari.

Literatura

1. Duin, H. van, Brons, C. (1969.): Officeel Org. K. ned. Zuivelbond, 61 (14), 322. Dairy Sci., Abstr., 31, 3109.
2. Mills, C. F. (1965.): Trace element deficiency in livestock in Europe. Rep. Eur. omm. for cattle feeding. Int. Eur. cat. feed., Nordwijk.