

Udio mikroelemenata u početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad, te hrani na bazi žitarica

Microelement content in infant formula, follow-on milk and cereal-based infant food

Jasna Bošnjir, Ivana Filipović Vrhovac, Aleksandar Racz, Slavko Antolić, Dinko Puntarić*

Sažetak

Usprkos preporuci o dojenju kao optimalnom obliku prehrane za dojenčad do 6. mjeseca života, više od 75% djece u Hrvatskoj biva hranjeno i zamjenskim industrijskim proizvodima. Cilj rada je ispitati udio mikroelemenata u početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i hrani na bazi žitarica, dostupnima na tržištu Hrvatske, usporediti prikladnost proizvoda s obzirom na preporučeni dnevni unos, te s unosom pri prehrani isključivo majčinim mlijekom. Drugi cilj rada je ispitati utjecaj različitih temperatura vode za rehidraciju pripravaka na mikroelementarni sastav. Za kvantifikaciju je korištena multielementarna tehnika masene spektrometrije s induktivno spregnutom plazmom. Količine željeza, mangana i seleno znatno variraju, dok je udio bakra i cinka prilično ujednačen. Prijelazno adaptirano mlijeko sadrži statistički značajno veće količine željeza od početnog adaptiranog mlijeka, dok prosječni dnevni unos adaptiranoga mlijeka i jednoga obroka hrane na bazi žitarica, osigurava 75% potreba dojenčadi za željezom tijekom drugih šest mjeseci života. Dnevni unos cinka premašuje prihvatljivi gornji dnevni unos, dok je dnevni unos mangana kod dojenčadi starosti 3 mjeseca za 40 puta veći od adekvatnoga. Trećina proizvoda ne osigurava niti polovinu preporučenog dnevnog unosa seleno za dojenčad do 6 mjeseci. Statistički nije potvrđen utjecaj temperature na smanjenje količine mikroelemenata.

Ključne riječi: hrana za dojenčad, mikroelementi, dnevni unos, ICP-MS

Summary

Contrary to the recommendation of breastfeeding as the best type of infant feeding up to 6 months of age, more than 75% of children are also being given industrial substitute products. The purpose of this paper is to examine the microelement contents in infant formula, adapted infant milk and cereal-based infant food available on the Croatian market; to compare the suitability of products concerning the recommended daily intake with the daily intake solely through breastfeeding. The other purpose is to examine the influence of different temperature values used for product rehydration. The multielemental analytical technique of inductively coupled plasma mass spectrometry was used for quantification. The levels of iron, manganese and selenium vary considerably while the levels of copper and zinc are fairly uniform. Follow-on milk statistically contains considerably higher levels of iron than infant formula, while the average daily intake of follow-on milk and one meal of cereal-based infant food satisfies 75% of infant need for iron in the following six months. Daily intake of zinc exceeds the highest tolerable daily intake level while the daily intake of manganese in 3 months old infants is 40 times higher than what is considered tolerable. A third of the products do not ensure half of the recommended daily intake of selenium for infants up to 6 months old. The influence of temperature on the decrease of microelement levels has not been statistically confirmed.

Key words: infant formula, microelements, daily intake, ICP-MS

Med Jad 2013;43(1-2):23-31

* **Zavod za javno zdravstvo Dr. Andrija Štampar, Zagreb** (Prof. dr. sc. Jasna Bošnjir, dipl. ing.; Mr. sc. Ivana Filipović Vrhovac, dipl. ing.; Prof. dr. sc. Dinko Puntarić, dr. med.); **Zdravstveno veleučilište, Zagreb** (Dr. sc. Aleksandar Racz, dr. med.; Slavko Antolić, dr. med.)

Correspondence address / Adresa za dopisivanje: Dr. sc. Aleksandar Racz, dr. med., Zdravstveno veleučilište, Mlinarska 38, 10000 Zagreb; e-mail: aleksandar.racz@zvu.hr

Primljeno / Received 2012-03-12; Ispravljeno / Revised 2012-04-11, Prihvaćeno / Accepted 2012-10-11

Uvod

Kvaliteta prehrane tijekom dojenačke dobi od ključne je važnosti za daljnji rast i razvoj djeteta.¹ Višestruke koristi majčinoga mlijeka prepoznate su i dokazane, temeljem čega je i Svjetska zdravstvena organizacija (*World Health Organisation* – WHO) donijela preporuku o prehrani dojenčadi temeljenoj na isključivom dojenju tijekom prvih 6 mjeseci života.^{2,3} Suprotno tome, podaci govore da je svega 19% dojenčadi središnje i istočne Europe prvih 5 mjeseci isključivo dojeno,⁴ što pokazuje da je konzumiranje zamjenskih mlijeka uobičajeno i vrlo često.

U posljednjih 25 godina sastav hrane za dojenčad uvelike je napredovao kako bi što je moguće bolje oponašao sastav majčinoga mlijeka, te zamjenska mlijeka i hranu za dojenčad na bazi žitarica učinio adekvatnim izvorom minerala u prehrani dojenčadi.^{5,6} Novija istraživanja vezana za praćenje kvalitete hrane za dojenčad usredotočena su uglavnom na određivanje sastava proteina, energetski unos, vitamine, dok podaci o elementima u tragovima zaokupljaju manju pažnju. Za njih 8 od 13 reguliranih propisima nedostaju određeni podaci potrebni za procjenu rizika izloženosti dojenčadi tim mineralima.⁷ Od strane FAO (Organizacija za hranu i poljoprivredu – engl. *Food and Agriculture Organisation*), WHO i ESPGHAN (Europsko udruženje za dječju gastroenterologiju, hepatologiju i prehranu – engl. *European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition*) donesene su preporuke o dozvoljenim količinama mikroelemenata u dojenačkoj hrani, koji su zamijenili prijašnje opsolentne.⁸ Navedene preporuke preuzete su i u Europskoj uniji (Direktiva 2006/141/EC, Direktiva 2006/125/EC), a u Republici Hrvatskoj kroz Pravilnik o hrani za dojenčad i malu djecu, te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu.^{9,10} Osim neadekvatnog udjela mikroelemenata, dodatan negativan utjecaj može imati i temperatura pripreme obroka. Potaknuta slučajevima smrtonosnih infekcija bakterijom *Enterobacter sakazakii*, Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) je donijela vodič za sigurnu pripremu dojenačkih zamjenskih mlijeka i pohranu pripremljene hrane, u kojem se preporučuje priprema zamjenskih mlijeka s prokuhanom vodom ohlađenom na temperaturu veću od 70°C, kako bi se izbjegla mogućnost infekcija i osigurala visoka sigurnost za dojenčad.⁸ To je izazvalo prijepore Europskog udruženja za pedijatrijsku gastroenterologiju, hepatologiju i prehranu (*European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition* – ESPGHAN), prema kojima takva temperatura može utjecati na smanjenje nutritivne vrijednosti hrane za dojenčad,

što za pothranjenu djecu u siromašnim regijama može, pokaže li se točnim, imati dodatni negativni utjecaj. Međutim, samo nekoliko studija bavilo se utjecajem pasterezacije na udjel minerala i oligoelemenata. U literaturi se navode podaci o smanjenju koncentracije selena, te promjeni u distribuciji cinka u različitim frakcijama mlijeka sa smanjenjem u serumu.¹¹ Rezultati tih istraživanja ukazuju na to da primjena temperature iznad 60°C može imati za posljedicu smanjenje udjela elemenata u tragovima u mlijeku, međutim podaci o smanjenju količine mikroelemenata nisu do kraja potvrđeni.

Cilj

Cilj rada bio je ispitati udio mikroelemenata (Fe, Zn, Cu, Mn, Se) u početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i hrani na bazi žitarica, dostupnima na tržištu Republike Hrvatske, te usporediti prikladnost proizvoda s obzirom na preporučeni dnevni unos praćenih mikroelemenata, te isti usporediti s unosom pri prehrani isključivo majčinim mlijekom. Drugi cilj rada bio je, pripremom obroka na dva načina: prema preporukama proizvođača i sukladno tradicionalnoj praksi korištenjem mlake vode (37-50°C), te prema uputama WHO korištenjem vode temperature > 70°C, ispitati utjecaj različitih temperatura pripreme na mikroelementarni sastav.

Materijal i metode

Istraživanjem je obuhvaćeno 76 uzoraka hrane za dojenčad u praškastom obliku dostupnih na hrvatskom tržištu u trgovinama i ljekarnama, te sakupljenih u razdoblju od 2010. do 2011. godine. Od ukupnoga broja uzoraka, 22 uzorka pripadaju grupi početne hrane za dojenčad, 25 prijelaznoj hrani za dojenčad i 29 uzoraka hrani za dojenčad na bazi žitarica.

Nakon rehidracije uzoraka deioniziranom vodom i mokrog spaljivanja, uz mikrovalnu razgradnju korištenjem aparata Anton Paar – Multiwave 3000, analizirani su elementi u tragovima tehnikom ICP-MS na uređaju ICP-MS Perkin Elmer (induktivno spregnuta plazma-masena spektrometrija – engl. *Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry*) po standardnoj metodi.¹²

Za rehidraciju se koristila deionizirana voda. Radi provjere utjecaja temperature na sastav, svi obroci pripremani su vodom temperature preporučene od strane proizvođača (37-50°C), te vodom temperature prema preporuci FAO/WHO (> 70°C). U daljnjem tekstu slovom „a” označeni su uzorci pripremljeni prema uputi proizvođača, a slovom „b” oni prema preporuci FAO/WHO.

Za statističku obradu podataka koristio se programski paket MINITAB 14. Nakon provjere normalnosti distribucije podataka, korišteni su statistički testovi ANOVA i Kruskal-Wallis test. Dobivene p-vrijednosti ispod 0,05 smatrane su statistički značajnima u svim analizama.

Osiguranje kvalitete rezultata

Eksperimentalna mjerenja za potrebe ovoga rada izvršena su u laboratorijima koji su akreditirani pri Hrvatskoj akreditacijskoj agenciji (HAA) prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 za ispitne laboratorije. Metode određivanja teških metala u određenoj vrsti hrane više godina su akreditirane, te su rezultati u ovom radu kao i validacijski protokoli urađeni u svrhu osiguranja kakvoće pripadajućih rezultata. S ciljem osiguranja kvalitete dobivenih rezultata koncentracija elemenata koji su predmet istraživanja ovoga rada, obavljane su redovite provjere standardnih otopina prije samih mjerenja uzoraka. Dobiveni rezultati morali su biti u skladu s kontrolnim baždarnim pravcem, a dozvoljeno odstupanje za pojedinu koncentraciju standardne otopine nije smjelo prelaziti vrijednosti od $\pm 1\%$. Također su uzastopno mjerene otopine uzoraka po tri puta. Konačni rezultat izražen je kao srednja vrijednost dobivenih pojedinačnih rezultata od tri mjerenja.

Preciznost metode određena je kroz ponovljivost mjerenja uzoraka s tri uzastopna mjerenja, te je

iskazana kao RSD (%). Naime, na temelju dobivenih podataka o srednjoj vrijednosti mjernog rezultata, izračunata je relativna standardna devijacija (RSD) koja se koristi za utvrđivanje je li mjerni rezultat u prihvatljivim granicama s obzirom na koncentraciju analita. Budući da se omjer mase analita i ukupne mase u ovom radu kreće u rasponu od 10^{-6} do 10^{-10} , prihvatljiva gornja granica RSD u navedenim slučajevima iznosi 11% za vrijednost masenog udjela analita do 10^{-6} , 15% za 10^{-7} , te 21% za 10^{-8} . Izračunata RSD (%) za pojedine elemente u ovom radu iznosile su za Fe 1,3; Cu 0,6; Zn 0,8; Mn 1,1; i Se 2,2, dakle svi elementi bili su unutar prihvatljive gornje granice.¹³

Rezultati

Deskriptivna statistika rezultata udjela mikroelemenata u analiziranoj početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad, te hrani za dojenčad na bazi žitarica prikazana je u Tablicama 1 – 3.

Rezultati dobiveni rehidratacijom vodom temperature niže od 50°C, uspoređeni su s onima dobivenim rehidratacijom vodom na temperaturi od 70°C, a statističkom obradom pokazano je da nema statistički značajnog smanjenja koncentracije mikroelemenata niti za jedan ispitani parametar. Izračunate p-vrijednosti za usporedbu utjecaja temperature na udio analiziranih elemenata prikazane su u Tablici 4.

Tablica 1: Udio mikroelemenata u početnoj hrani za dojenčad
Table 1 Microelement content in infant formula

Element	Temp. vode za rehidrataciju Water temperature for rehydration a – 50°C b – 70°C	N	Sr. vrij. Average value	SD Standard deviation	Min. Min.	Maks. Max.	Percentili / Percentiles		
							25-tni Kvartil Q1 25 th percentile Q1	50-tni k. (medijan) Q2 50 th percentile (median) Q2	75-tni Kvartil Q3 75 th percentile Q3
Fe (mg/L)	a	22	6,31	1,64	4,51	10,45	4,94	5,58	7,53
	b	22	5,92	1,45	4,35	8,47	4,71	5,22	7,20
Cu (µg/L)	a	22	401,40	98,75	278,22	607,11	336,32	365,21	468,35
	b	22	415,70	100,41	288,51	627,83	331,21	394,51	477,61
Zn (mg/L)	a	22	5,92	1,28	4,08	8,50	4,70	5,74	6,76
	b	22	5,51	1,358	3,49	8,35	4,29	5,27	6,56
Mn (µg/L)	a	22	149,02	104,61	56,55	456,76	77,10	107,31	160,31
	b	22	146,71	97,52	70,81	494,56	90,50	115,82	169,34
Se (µg/L)	a	22	12,97	7,13	2,30	37,50	8,87	12,31	15,29
	b	22	12,28	4,78	2,02	20,92	8,60	12,66	15,27

Tablica 2. Udio mikroelemenata u prijelaznoj hrani za dojenčad
 Table 2 Microelement content in weaning foods

Element	Temp. vode za rehidrataciju Water temperature for rehydration a – 50°C b – 70°C	N	Sr. vrij. Average value	SD Standard deviation	Min. Min.	Maks. Max.	Percentili / Percentile		
							25-tni Kvartil Q1 25 th percentile Q1	50-tni k. (medijan) Q2 50 th percentile (median) Q2	75-tni Kvartil Q3 75 th percentile Q3
Fe (mg/L)	a	25	8,95	2,14	5,01	13,53	7,23	9,19	10,06
	b	25	8,81	2,31	5,03	13,75	6,96	8,85	10,14
Cu (µg/L)	a	25	361,32	81,71	263,71	537,66	281,45	328,53	435,07
	b	25	365,80	72,13	251,82	525,74	304,55	363,43	402,34
Zn (mg/L)	a	25	6,53	1,24	4,50	9,15	5,70	6,22	7,67
	b	25	5,89	1,26	3,87	8,25	4,73	5,84	6,87
Mn (µg/L)	a	25	118,70	47,39	58,89	235,08	80,21	109,19	146,87
	b	25	119,81	54,18	61,82	283,54	74,54	108,56	149,87
Se (µg/L)	a	25	14,47	6,98	6,08	37,50	9,50	12,54	17,98
	b	25	13,74	5,65	5,05	30,55	9,83	12,75	16,65

Tablica 3. Udio mikroelemenata u hrani na bazi žitarica
 Table 3 Microelement content in cereal-based infant food

Element	Temp. vode za rehidrataciju Water temperature for rehydration a < 50°C b > 70°C	N	Sr. vrij. Average value	SD Standard deviation	Min. Min.	Maks. Max.	Percentili / Percentile		
							25-tni Kvartil Q1 25 th percentile Q1	50-tni k. (medijan) Q2 50 th percentile (median) Q2	75-tni Kvartil Q3 75 th percentile Q3
Fe (mg/L)	a	29	11,03	7,23	3,57	36,86	6,55	8,55	12,36
	b	29	10,44	6,92	3,61	35,25	6,20	8,74	11,55
Cu (µg/L)	a	29	351,71	186,78	73,93	731,03	222,24	289,52	478,07
	b	29	354,11	190,67	61,12	742,11	232,91	300,91	509,34
Zn (mg/L)	a	29	7,37	1,76	2,97	9,84	6,74	7,66	8,72
	b	29	6,99	1,69	2,45	9,22	6,01	7,29	8,42
Mn (µg/L)	a	29	763,21	693,12	187,19	3366,09	434,08	520,43	811,15
	b	29	781,12	759,32	165,31	3627,11	445,03	555,44	769,74
Se (µg/L)	a	29	17,31	9,59	4,28	40,54	9,81	13,96	24,43
	b	29	16,49	8,85	4,40	37,82	9,74	13,23	23,93

Tablica 4. Izračunate p-vrijednosti za usporedbu utjecaja temperature na udio analiziranih mikroelemenata
 Table 4 Calculated p-values for comparing the influence of temperature on analysed microelement content

	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
p-vrijednost / p-value	0,635	0,066	0,768	0,941	0,543

Na temelju literaturnih podataka o dnevnoj količini konzumiranja majčinoga mlijeka i adaptiranog mlijeka, koja je nešto viša u odnosu na majčino,¹⁴ te veličini porcije hrane za dojenčad na bazi žitarica navedenoj na deklaraciji proizvoda, izračunati su dnevni unosi mikroelemenata i prikazani u Tablici 5. Dnevni unosi računati su sa srednjom vrijednosti udjela mikroelemenata u pojedinoj vrsti hrane za dojenčad, dok su u zagradama navedeni rasponi računati s najmanjom i najvišom izmjerenom količinom. Izračunati unosi uspoređeni su s adekvatnim unosom (eng. *Adequate*

Inatake – AI) za mikroelemente prema US National Academy of Science,¹⁵ te s preporučenim dnevnim unosom prema preporuci WHO za Zn i Se.¹⁶

U Tablicama 6 – 8 uspoređene su dobivene količine mikroelemenata s propisanim minimalnim i maksimalnim količinama prema Pravilniku o hrani za dojenčad i malu djecu, te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu.^{9,10} Izmjerene količine mikroelemenata izražene su na energetske vrijednosti pripremljenog obroka, kako propisuje navedeni Pravilnik.

Tablica 5. Usporedni prikaz dnevnoga unosa esencijalnih mikroelemenata iz majčinoga mlijeka i putem analizirane hrane za dojenčad (u zagradama su navedeni rasponi unosa računati s najnižom i najvišom dobivenom količinom elementa)

Table 5 Comparative presentation of daily intake of essential microelements from breast milk and from analysed infant formula (intake range from the lowest and the highest element levels is shown in brackets)

Element	AI - AGE		MAJČINO MLIJEKO 700 ml dnevni unos <i>BREAST MILK</i> 700 ml daily intake	POČETNO MLIJEKO <i>INFANT FORMULA</i>		PRIJELAZNO MLIJEKO dnevni unos 600 ml <i>WEANING FORMULA</i> daily intake 600 ml	HRANA NA BAZI ŽITARICA porcija 200g <i>INFANT CEREALS</i> portion 200 g
	0-6 mjeseci <i>months</i>	7-12 mjeseci <i>months</i>		3 mj. dojenčad (dnevni unos 900 ml) <i>3 month old infants</i> (daily intake 900 ml)	6 mj. dojenčad (dnevni unos 600 ml) <i>6 month old infants</i> (daily intake 600 ml)		
Fe (mg)	0,27	11	0,21	5,68 (4,05-10,45)	3,79 (2,7-6,27)	5,37 (3,0-8,12)	2,2 (0,72-7,38)
Cu (µg)	200	220	175	261,3 (250,4-546,4)	240,84 (166-364,26)	216,78 (158,22-322,56)	70,34 (14,78-146,2)
Zn (mg)	2	3	0,56	5,31 (3,69-7,65)	3,54 (2,46-5,1)	3,92 (2,7-5,49)	1,47 (0,594-1,967)
Mn (µg)	3	600	2,2	134,1 (50,85-411,03)	89,4 (33,9-274,02)	71,22 (35,34-141,05)	152,6 (37,4-673,2)
Se (µg)	15	20	9,1	11,7 (2,07-33,75)	7,78 (1,38-22,5)	8,68 (3,65-22,5)	3,46 (0,86-8,11)

Tablica 6. Udio mikroelemenata u početnom adaptiranom mlijeku izražen na energetske vrijednosti pripremljenoga obroka i uspoređen s propisanim vrijednostima iz Pravilnika o hrani za dojenčad i malu djecu, te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu^{9,10}

Table 6 Microelement content in infant formula shown in energy value of a prepared meal and compared to regulated values by Ordinance on baby foods for infants and young children and processed cereal-based foods for infants and young children^{9,10}

Element	Pravilnikom propisane min. i maks. količine mikroelemenata <i>Min. and max. levels of microelements as regulated by Ordinance</i>	Izmjerene količine u početnoj hrani za dojenčad <i>Measured levels in infant formula</i>	Broj uzorka u suprotnosti s Pravilnikom <i>Number of samples non-conforming to Ordinance</i>
Fe (mg/100 kcal)	0,3-1,3	0,6-1,5	2
Zn (mg/100kcal)	0,5-1,5	0,6-1,25	/
Cu (µg/100kcal)	35-100	40-80	/
Mn (µg/100kcal)	1-100	8-67	/
Se (µg/100kcal)	1-9	0,33-5,5	2

Tablica 7. Udio mikroelemenata u prijelaznom adaptiranom mlijeku izražen na energetska vrijednost pripremljenog obroka i uspoređen s propisanim vrijednostima iz Pravilnika o hrani za dojenčad i malu djecu, te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu^{9,10}

Table 7 Microelement content in follow-on milk shown in energy value of a prepared meal and compared to regulated values by Ordinance on baby foods for infants and young children and processed cereal-based foods for infants and young children^{9,10}

Element	Pravilnikom propisane min. i maks. količine mikroelemenata <i>Min. and max. levels of microelements as regulated by Ordinance</i>	Izmjerene količine u početnoj hrani za dojenčad <i>Measured levels in infant formula</i>	Broj uzorka u suprotnosti s Pravilnikom <i>Number of samples non-conforming to Ordinance</i>
Fe (mg/100 kcal)	0,6-2	0,9-1,9	/
Zn (mg/100kcal)	0,5-1,5	0,66-1,35	/
Cu (µg/100kcal)	35-100	38-79	/
Mn (µg/100kcal)	1-100	8,7-34,6	/
Se (µg/100kcal)	1-9	0,89-4,23	1

Tablica 8: Udio mikroelemenata u hrani na bazi žitarica izražen na energetska vrijednost pripremljenoga obroka i uspoređen s propisanim vrijednostima iz Pravilnika o hrani za dojenčad i malu djecu, te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu^{9,10}

Table 8: Microelement content in infant cereals shown in energy value of a prepared meal and compared to regulated values by Ordinance on baby foods for infants and young children and processed cereal-based foods for infants and young children^{9,10}

Element	Pravilnikom propisane maks. koncentracije mikroelemenata <i>Max. concentration of microelements as regulated by Ordinance</i>	Izmjerene količine u početnoj hrani za dojenčad <i>Measured concentration in infant formula</i>	Broj uzorka u suprotnosti s Pravilnikom <i>Number of samples non-conforming to Ordinance</i>
Fe (mg/100 kcal)	3	0,45-3,51	1
Zn (mg/100kcal)	2	0,49-0,94	/
Cu (µg/100kcal)	40	7,03-69,62	6
Mn (µg/100kcal)	600	32-320	/

Rasprava

Rezultati praćenja udjela mikroelemenata u hrani za dojenčad pokazuju široki raspon njihovih koncentracija u svakoj analiziranoj vrsti hrane za dojenčad, odražavajući različiti sastav sirovina za proizvodnju, ali i obogaćivanje hrane od strane proizvođača.

Raspon količine Fe u početnoj hrani za dojenčad je od 4,5-10,5 mg/L, a statistički je značajno viši udio Fe ($p < 0,001$) u prijelaznoj hrani za dojenčad u kojoj je raspon koncentracija od 5,0-13,5 mg/L.

Izmjerene koncentracije bakra u adaptiranom mlijeku od svih analiziranih elemenata najmanje variraju. Koncentracija u početnom adaptiranom mlijeku iznosi $401,4 \pm 98,7$ µg/L, a malo je niža u

prijelaznom i iznosi $361,3 \pm 81,7$ µg/L. Približna koncentracija zabilježena je i u hrani na bazi žitarica $351,7 \pm 186,7$ µg s nešto širim rasponom koncentracija. Izmjerene koncentracije podudaraju se s objavljenim podacima u kojima se navode koncentracije 350-500 µg/L (18).

Koncentracija cinka u početnom adaptiranom mlijeku iznosi $5,92 \pm 1,28$ µg/L, u prijelaznom $6,53 \pm 1,24$ µg/L, te u hrani na bazi žitarica $7,37 \pm 1,76$ µg/kg. U usporedbi s udjelom cinka u majčinom mlijeku (Tablica 9), u adaptiranom ga je oko 8 puta više. Dobiveni rezultati u skladu su s objavljenim podacima analizirane hrane za dojenčad u Poljskoj¹⁸ i Švedskoj.¹⁸

Izmjerene koncentracije mangana u adaptiranom početnom mlijeku u rasponu su od 56,5-456,7 µg/L.

Tablica 9. Usporedba sastava početnog adaptiranog mlijeka i literaturnih podataka o sastavu majčinoga mlijeka¹⁶

Table 9 Comparison of infant formula composition and the composition of breast milk as described in professional literature¹⁶

Esencijalni element <i>Essential element</i>	Majčino mlijeko (SR. VRIJ. ± SD (16)) <i>Breast milk</i> (AV. VALUE. ± SD (16))	Početno adaptirano mlijeko (SR. VRIJ. ± SD) <i>Initial adapted infant milk</i> (AV. VALUE ± SD)
Fe (mg/L)	0,3 ± 0,02	6,31 ± 1,64
Cu (µg/L)	250 ± 15	401,4 ± 98,7
Zn (mg/L)	0,8 ± 0,05	5,91 ± 1,28
Mn (µg/L)	3,2 ± 0,27	149,0 ± 104,6
Se (µg/L)	13 ± 0,90	12,97 ± 7,13

Niže vrijednosti zabilježene su u prijelaznom mlijeku od 58,9-235,1 µg/L, dok su koncentracije u hrani na bazi žitarica višestruko veće i iznose čak do 3366 µg/kg gotovoga proizvoda.

Koncentracije selena u analiziranoj hrani u sličnom su rasponu za sve tri vrste hrane za dojenčad i značajno variraju. U početnoj hrani za dojenčad koncentracije su u širokom rasponu od 2,3-37,5 µg/L, u prijelaznoj 6,1-27,5 µg/L i u hrani na bazi žitarica 4,3-40,6 µg/kg.

Uspoređujući sastav majčinoga mlijeka i koncentracija elemenata dobivenih u ovom istraživanju (Tablica 9), vidljiv je višestruko veći udio esencijalnih elemenata, naročito Fe, Mn i Zn, u hrani industrijske proizvodnje.

Na temelju dobivenih rezultata, prosječan dnevni unos željeza kod dojenčadi starosti 3 mjeseca, koja prosječno unosi 900 ml adaptiranoga mlijeka dnevno,¹⁴ iznosi 5,7 mg, što je 28 puta više od dojene dojenčadi. S obzirom da adekvatni unos Fe kod dojenčadi do 6 mjeseci starosti iznosi 0,27 mg,¹⁵ iz dobivenih rezultata udjela Fe može se zaključiti da dojenčad hranjena početnim adaptiranim mlijekom unosi i do 20 puta više Fe od adekvatnog. S druge strane, od 6. mjeseca starosti dojenčadi do prve godine života, kada preporučeni dnevni unos iznosi 11 mg, prosječna dnevna konzumacija mlijeka i jedan obrok žitarica za dojenčad osigurati će prosječno oko 8 mg Fe. Navedena količina pokriva oko 75% potreba dojenčadi te dobi, što znači da dohrana treba osigurati preostali dio.

Dnevni unos Cu izračunat na temelju podataka dobivenih u ovome radu kod tromjesečnog djeteta iznosi 260 µg, što je više od dostatnog unosa od 200 µg za dojenčad do 6 mjeseci života.

Za dojenčad koja se hrane industrijskim adaptiranim mlijekom i prehrana im se ne bazira većim

dijelom na hrani bogatoj fitatima, preporučeni dnevni unos Zn za dojenčad do 6 mjeseci starosti iznosi 2,8 mg, a za 7-12 mjeseci starosti 4,1mg,³ dok je Američka akademija znanosti preporučila nešto niži unos od 2 mg za dojenčad do 6 mjeseci i 3 mg za dojenčad 7-12 mjeseci starosti.¹⁵ Izračunati unos Zn na temelju dobivenih podataka u ovome radu, kod dojenčadi do 6 mjeseci premašuje preporučeni, i kod tromjesečnog djeteta iznosi 5,3 mg.

Uspoređujući sastav majčinoga i adaptiranog mlijeka (Tablica 9), vidljiv je značajno viši udio mangana u adaptiranom mlijeku. Adekvatni dnevni unos za dojenčad 0-6 mjeseci starosti iznosi 3 µg, dok je značajno viši kod dojenčadi starosti 6-12 mjeseci i iznosi 600 µg.¹⁵ Procijenjeni dnevni unos kod dojenčadi starosti 3 mjeseca, računajući sa srednjom dobivenom vrijednosti udjela mangana u početnom adaptiranom mlijeku, iznosi 134 µg, što je 40 puta više od adekvatnog unosa za dob dojenčadi do 6 mjeseci. U usporedbi s udjelom mangana u majčinom mlijeku, unos je prosječno veći za 60 puta.

Izračunata srednja vrijednost selena u adaptiranom mlijeku od oko 13 µg/L, slična je udjelu selena u majčinom mlijeku, koji prema literaturnim podacima varira od 10-20 µg/L.²⁰ Značajne varijacije u udjelu selena u početnom adaptiranom mlijeku i visoke koncentracije u pojedinim proizvodima koje pridonose prihvatljivoj prosječnoj vrijednosti udjela selena u adaptiranom početnom mlijeku, prikrivaju činjenicu da trećina ispitivanih proizvoda ne osigurava niti pola adekvatnog unosa od 15 µg, po preporuci Američke akademije znanosti.¹⁵

Udio mikroelemenata u hrani na bazi žitarica izražen na energetska vrijednost pripremljenoga obroka i uspoređen s propisanim vrijednostima iz Pravilnika o hrani za dojenčad i malu djecu, te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu

djecu^{9,10} pokazao je da 14,4%, odnosno 11 od 76 obrađenih uzoraka, ne odgovara odredbama pravilnika, s obzirom na udio Fe, Cu i Se, što ukazuje na potrebu za povećanom kontrolom sastava hrane za dojenčad prisutnoj na tržištu Republike Hrvatske.

Također, ovim istraživanjem provjeren je utjecaj različitih temperatura pripreme obroka na udio određivanih elemenata, na način da su se svi obroci hrane za dojenčad pripremali s vodom dviju različitih temperatura. Iz Tablice 4 vidljivo je da je dokazano da, iako je primjetan niži prosječni udio Fe, Zn i Se kod primjene vode više temperature (Tablice 1-3), statistički ta razlika nije značajna (Tablica 4). Iz rezultata ovoga istraživanja i na temelju sličnih istraživanja može se zaključiti da industrijska hrana za dojenčad koja je već prošla termičku obradu prilikom proizvodnje, kao i postupak sušenja koji dodatno utječe na smanjenje hlapivih spojeva nije podložna daljnjem smanjenju udjela mikroelemenata prilikom pripreme obroka rehidracijom s vodom temperature više od temperature pasterizacije.

Zaključak

Količine željeza, mangana i selenata znatno variraju u različitim proizvodima, dok je udio bakra i cinka prilično ujednačen u različitim proizvodima analizirane hrane za dojenčad. Prijelazno adaptirano mlijeko sadrži statistički značajno više količine željeza od početnog adaptiranoga mlijeka, što je u skladu s rastućim potrebama dojenčadi tijekom drugih šest mjeseci života. Prosječni dnevni unos adaptiranoga mlijeka i jednoga obroka hrane na bazi žitarica, osigurava 75% potreba dojenčadi za željezom tijekom drugih šest mjeseci života, dok ostala raznolika prehrana treba osigurati preostali dio. Dnevni unos cinka kod dojenčadi hranjene industrijski proizvedenom hranom, premašuje prihvatljivi gornji dnevni unos. Količina mangana u širokom je koncentracijskom rasponu s izmjenim višestruko većim količinama u hrani na bazi žitarica u odnosu na adaptirano mlijeko. Izračunati dnevni unos kod dojenčadi starosti 3 mjeseca veći je za 40 puta od adekvatnoga. Količina selenata u različitim proizvodima znatno se razlikuje, a trećina proizvoda ne osigurava niti polovinu preporučenog dnevnoga unosa za dojenčad starosti do 6 mjeseci. Proizvodi na bazi žitarica koji ne sadrže adaptirano mlijeko, nego se ono dodaje tijekom pripreme obroka, sadrže statistički značajno veću količinu željeza, bakra i cinka, te nižu količinu selenata, što znatno utječe na dnevne unose mikroelemenata i pokrivanje potreba dojenčadi. Dojenčad hranjena početnim adaptiranim mlijekom tijekom prvih šest mjeseci života, unosi

dnevno višestruko veće količine željeza, cinka i mangana od dojene dojenčadi. S obzirom na udio željeza, bakra i selenata, 14,4% uzoraka (11/76) nije u skladu s Pravilnicima koji propisuju udio mikroelemenata, što ukazuje na potrebu za povećanom kontrolom sastava hrane za dojenčad prisutnoj na tržištu Republike Hrvatske.

Statistički nije potvrđen utjecaj temperature na smanjenje količine niti jednog analiziranog mikroelementa. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se preporuka WHO o sigurnoj pripremi obroka može i treba koristiti bez bojazni da će korištenje vode više temperature uzrokovati smanjenje udjela mikroelemenata.

Literatura

1. Robert SM, Kraisid T. Global burden of malnutrition and infection in childhood-2001. (Dostupno na: www.nestlenutrition-institute.org/library/45booklet.pdf pristupljeno 15. 1. 2012.)
2. Koletzko B, Hernell O, Michaelsen KF. Short and long term effects of breast milk feeding on child health. *Adv Exp Med Biol* .2000;248:261-270.
3. WHO Nutrient adequacy of exclusive breastfeeding for the term infant during the first six months of life. Geneva, Switzerland: World Health Organisation, 2002.
4. UNICEF The state of world's children 2009. (Dostupno na: www.unicef.org/sowc09 pristupljeno 15. 1. 2012.)
5. Heird WC. Progress in promoting breast-feeding, combating malnutrition, and composition and use of infant formula, 1981-2006. *J Nutr*. 2007;137:499-502.
6. Friel JK, Isaak CA, Hanning R, Miller A. Complementary food consumption of Canadian infants. *Open Nutr J*. 2009;3:11-16.
7. Codex Alimentarius Commission. Standard for infant formula and formulas for special medical purposes intended for infants Revised 2007. *Codex Standards*. 2007;72:1981.
8. FAO/WHO Guidelines for the safe preparation, storage and handling of powdered infant formula – 2007. (Dostupno na: <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/pif2007/en/index.html> pristupljeno 10. 1. 2012.)
9. Republika Hrvatska. Pravilnik o hrani za dojenčad i malu djecu te prerađenoj hrani na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu. *Narodne novine*. 2008:74.
10. Republika Hrvatska. Pravilnik o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani. *Narodne novine*. 2008:154.
11. Sanz Alaejos M, Diaz Romero C. Selenium in human lactation. *Nutr Rev*. 1995;53:159-166.
12. Thomas RA. Beginner's guide to ICP-MS. Part I. *Spectroscopy*. 2001;16:38-42.
13. Kazarić, K, Gašljević, V. Validacija analitičkih metoda, HMD, Zagreb, 2005.

14. Freeman V, van't Hof M, Haschke F. Patterns of milk and food intake in infants from birth to age 36 months: The Euro-growth study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2000;31 Suppl 1:S76-85
15. USA National Academy of Sciences, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. (Dostupno na: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309072794> pristupljeno 25. 11. 2011.)
16. WHO Food Safety. International workshop for total diet – 2006. (Dostupno na: <http://who.int/foodsafety/publications/chem/en/index.html> pristupljeno 25. 11. 2011.)
17. WHO (1989) Minor and trace elements in breast milk: Report of a Joint WHO/IAEA Collaborative study 1989. (Dostupno na: <http://whqlibdoc.who.int/publications/1989/9241561211.pdf> pristupljeno 1. 1. 2012.)
18. Ljung K, Palm B, Grander M, Vahter M. High concentrations of essential and toxic elements in infant formula and infant foods-A matter of concern. *Food Chem.* 2011;127:943-951.
19. Lesniewitz A, Wroz A, Wojcik A. Mineral and nutritional analysis of Polish infant formulas. *J Food Compos Anal.* 2010;23:424-431.
20. Foster LH, Sumar FC. Hydrid generation atomic absorption spectrometric (HGAAS) determination of selenium in term and preterm infant formulae available in the United Kingdom. *Food Chem.* 1996;55:293-298.

