

Biológiaiilag aktív mikroelemek meghatározása néhány hazai élelmiszerben atomabszorpciós eljárással*

LINDNERNÉ, SZOTYORI KATALIN** és EUTROPIA LLERENA***

A világszerte kiterjedt urbanizáció, valamint a népességszaporulat megnövekedése következtében sürgetővé vált intenzív mezőgazdasági formák elterjedése számos olyan környezeti tényező megváltoztatását hozta magával, amely közvetlen, vagy közvetett formában kihatással van az ember egészségére.

Az egyik ilyen hatás élelmi anyagaink összetételének megváltoztatása, amely súlyozottan kifejezésre jut a mikroelem-tartalomban. Az intenzív műtrágyázás egyfelől a talaj mikroelem koncentrációjának relatív elszegényedését okozhatja, másfelől a termelés növelésre ma már számos helyen alkalmazott különféle mikroelem műtrágya kiegészítők is nemkívánatos eltolódáshoz vezethetnek az egyes fémeknek egymás közötti arányában, végezetül egyes ipari centrumok közelében a levegő, a talaj és a vizek mikrofém-tartalmának megnövekedése egészségkárosító mértékben okozhat feldúsulást növényi és állati eredetű élelmi anyagainkban.

A mikroelemek napi szükségletéről

Az élő szervezet mintegy 98%-át kitevő ún. makroelemek mellett, a csak 10^{-4} , vagy ennél kisebb koncentrációban előforduló mikro- és ultramikro-elemek között egyesek igen fontos biológiai jelentőségűek, amit az utóbbi évek analitikai módszereinek tökéletesedése és az enzimológia tudományának eredményes fejlődése alapján sikerült igazolni. Ezek az anyagok a szervezetben meghatározott szerepet töltenek be és hiányuk egyes biológiai funkciók károsodásának következtében a fejlődés visszamaradásában, valamint különféle, az illető fém adagolásával kivédhető hiánybetegségek megjelenésében nyilvánul meg. (1, 2, 3).

A jelenleg még nem teljes biztonsággal kialakult szükségleti értékeket ma már néhány mikroelem esetében balance vizsgálatok (4) és egyes megbetegedések gyakorisága segítségével is próbálják alátámasztani. E témakört összefoglaló, 1973-ban megjelent munkájában *Pokrowskij* (5) néhány fontosabb mikroelemre az alábbi értékeket adja meg napi szükségletként

Zn	8,0–10,0 mg	Mo	450–500 μ g
Cu	2,0– 2,2 mg	Se	450–500 μ g
Cr	2,0– 2,5 mg	Co	100–200 μ g
Mn	0,5– 1,5 mg		

* A MÉTE Vitamin Munkabizottságának 1974. március 12-i ülésén elhangzott előadás alapján (Szerk.)

** Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest

*** Kubai Tudományos Akadémia, Élelmiszerkémiai Intézete, Havanna, (Kuba).

E szükségleti mennyiségek biztosítására törekedve, számos, a mikrofémek szervezetbe jutását befolyásoló tényező hatását is figyelembe kell vennünk. Így például túl nagy kalciumtartalmú étrend egyes mikroelemek hasznosulását gátolja. A vas és réz kedvező aránya 4 : 1 és 6 : 1 között van, a Zn : Cu megközelítőleg 5 : 1 arányban kedvező (6), de nem esszenciálisnak, sőt toxikusnak tartott fémek mennyisége is befolyásolhatja a szükségletet. Egyes fémek esetében a relatív koncentrációk fontosságát az eltolódásuk esetében bekövetkező kóros folyamatok jelzik. Így például a Zn : Cd arányának 300 : 1 alá csökkenése a Cd feldúsulása miatt cinkhiányt és hipertenziós jelenségeket okozhat (7).

Jelentősen befolyásolja a mikrofémek felszívódását a tápanyag fehérjetartalma is (8, 9). Míg állati fehérje mellett pl. a Zn 80–90%-ban szívódik fel, növényi fehérje esetében ez az érték csak 45–50% (10). Se esetében fordított jelenséget tapasztaltak, a gabona szeléntartalmának 85%-a, a szójaének 65%-a, míg a halból és egyéb állati eredetű Se forrásokból csak mintegy 33% szívódik fel (11). Természetesen számos egyéb tényező, így a klíma, a táplálék többi komponensei, egészségi állapot, kor, stb. is befolyásolják a felszívódást, így a szükségleti értékek megállapításánál igen körültekintően kell eljárni, nem hagyva figyelmen kívül, hogy a vitaminokhoz hasonlóan nagy mennyiségben fogyasztva, a mikrofémek is toxikus hatásúak.

Az elmondottak figyelembevételével, egyre több komponensre kiterjedő, széles körű vizsgálatok segítségével dönthető csak el, hogy élelmianyagainkkal a szervezetbe jutó esszenciális tápanyag-alkotórészek mennyiségileg és arányaikban is képesek-e biztosítani a szervezet hiánytalan működését.

Jelen munkánkban azokat az eredményeket szeretnénk ismertetni, amelyeket a hazai élelmi anyagainak fent említett fontosabb mikroelem-tartalmának megismerésére indítottunk meg azzal a céllal, hogy az Intézet egyik fontos munkaterületén, a Tápanyagtáblázathoz folyamatosan végzett elemzéseket ez irányba is kiterjesszük és hogy a ma már esszenciálisnak ismert mikroelemek napi fogyasztásáról valamint azoknak a jövőben várható változásáról képet nyerhessünk.

Vizsgálati módszer és az eredmények ismertetése

Vizsgálatainkhoz részben az OÉTI és az OKI mintegy 500 főt ellátó konyhájáról, részben Budapest Nagyvásárcsarnokából származó élelmianyagokat használtunk fel. Mivel a valóban fogyasztásra kerülő fém mennyiségek meghatározása volt célunk, a vizsgálati anyagok mosása, tisztítása és aprítása a háztartásokban szokásos módon történt.

A szárazanyag-tartalmat 103 °C-ú szárítószekrényben határoztuk meg.

A vizsgálandó fémek kis koncentrációja miatt szükségessé vált dúsítást a 490–500 °C-on platinatégelyben végzett hamvasztás mellett, az optimális pH-kon előállított ammóniumpirolidin-ditiokarbamát komplexeknek metil-izobutilketonba történő átrázás biztosítottuk (12, 13).

A mennyiségi méréseket a *Welsh* (14) által 1955-ben kidolgozott atomabszorpciós spektrofotometriás eljárással végeztünk részben a Műszaki Egyetem Általános és Analitikai Kémia Tanszéken, részben a MTA Talajtani és Agrokémiai Intézetében *Pólos László* docensnek, *Bezúr László* tanársegédnek valamint *Ferencz Vilmos* osztályvezetőnek ezúton is köszönetünket fejezzük ki értékes segítségükért.

Az 1., 2. és 3. táblázatokban néhány állati eredetű, zöldségféle és gyümölcs Cu, Zn, Mn, Co és Cd tartalmát tüntettük fel 100 g friss élelmiszerre számítva.

Ha a különböző típusú élelmi anyagok mikrofém-tartalmát összevetjük, látható, hogy míg Cu tartalom szempontjából nincs lényeges különbség a növényi,

Állati eredetű élelmi anyagok mikroelem-tartalma 100 g ehető részben

	Cu	Zn	Mn	Co	Cd
	mg			µg	
Marhahús szélső értékek	0,097 0,075 – 0,115	5,30 4,13 – 6,00	0,015 0,009 – 0,020	0,261 0,19 – 0,33	0,27 0,09 – 0,46
Sertéshús szélső értékek	0,141 0,055 – 0,0387	3,21 1,70 – 5,20	0,009 0,008 – 0,010	–	–
Csirkehús szélső értékek	0,057 0,033 – 0,081	0,965 0,510 – 1,42	–	–	–
Tehéntej	0,022	0,448	0,016	0,160	0,200
Anyatej	0,034	0,280	0,006	0,042	0,053
Tojás sárgája	0,270	3,480	–	0,308	0,924
Tojás fehérje	0,101	1,230	–	0,108	0,218

Növényi eredetű élelmi anyagok mikroelem-tartalma 100 g ehető részben

	Cu	Zn	Mn	Co	Cd
	mg			µg	
Fehér kenyér	0,14	0,48	0,17	0,50	0,32
Barna kenyér	0,24	1,19	0,27	1,50	0,75
Burgonya	0,15	0,34	0,08	0,90	1,70
Karalábé	0,08	0,26	0,05	0,45	0,20
Káposzta	0,03	0,33	0,08	0,45	0,44
Kelkáposzta	0,23	0,55	0,09	—	—
Paprika (zöld)	0,11	0,20	0,04	3,00	0,43
Paradicsom	0,05	0,14	0,04	0,42	0,36
Petrezselyemgyökér	0,25	0,62	0,28	2,18	0,51
Sárgarépa	0,10	0,23	0,05	0,25	0,73
Vöröskáposzta	0,08	0,45	0,06	0,24	0,20
Zeller	0,12	0,49	0,07	0,24	5,40
Zöldbab	0,06	0,26	0,08	1,08	0,57

Gyümölcsök mikroelem-tartalma 100 g ehető részben

	Cu	Zn	Mn	Co	Cd
	mg			µg	
Alma	0,111	0,106	0,01	—	—
Körte	0,081	0,054	0,02	—	—
Banán	0,087	0,186	0,144	—	—
Cseresznye	0,005	0,083	0,020	0,120	0,210
Földieper	0,027	0,080	0,106	0,882	0,637
Málna	0,222	0,326	0,096	0,481	0,246
Sárgabarack	0,095	0,221	0,034	0,246	0,222
Szilva	0,049	0,095	0,032	0,129	0,182
Szőlő	0,173	0,083	0,038	0,090	0,120
Narancs (Algíri)	0,005	0,017	0,006	0,147	0,149
Narancs (Kubai)	0,004	0,012	0,005	0,260	0,510

Zn/Cd aránya néhány élelmiszernél

Húsfélék	20 000
Tehéntej	2 240
Anyatej	5 300
Tojás-sárga	3 780
Burgonya	200
Zeller	54

Állati eredetűek		Növényi eredetűek		Gyümölcsök	
Marhahús	55	Fehér kenyér	3,4	Alma	1,0
Sertéshús	23	Barna kenyér	5,0	Körte	0,7
Csirkehús	17	Burgonya	2,3	Banán	2,2
Tehéntej	20	Káposzta	16,5	Cseresznye	10,7
Anyatej	9	Karalábé	3,3	Földieper	3,0
Tojás sárgája	13	Kelkáposzta	2,4	Málna	1,5
Tojás fehérje	12	Zöldpaprika	2,0	Sárgabarack	2,3
		Paradicsom	3,0	Szilva	2,0
		Petrezselyemgyökér	2,5	Szőlő	0,5
		Sárgarépa	2,3	Narancs (algiri)	3,0
		Vöröskáposzta	5,6	Narancs (kubai)	3,0
		Zeller	4,0		
		Zöldbab	4,3		

és állati eredetűek között, kivéve a tejet és néhány gyümölcsöt, mint narancs cseresznye és eper, addig Zn tartalom szempontjából a húsfélék messze meghaladják, 10–50-szeresei a növényi eredetű élelmi anyagokban találhatóaknak és a fehérjetartalommal mutat arányosságot.

Mn-tartalomban leggazdagabbak a gabonafélék, 0,2–0,3 mg/100 g-mal, a húsfélék látszanak legszegényebbeknek 0,01–0,015 mg/100 g-mal, míg egyéb növényi eredetű élelmiszerek, a narancsok kivételével 0,02–0,08 mg%-ot tartalmaznak általában, egyesek azonban ennél nagyobb koncentrációt is mutatnak.

Co szempontjából a barna kenyér 1,5, a zöldpaprika 0,3, a petrezselyemgyökér 8,0 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ értékkel emelkedik ki, a burgonya és a zöldbab 1,0 μg -jától eltekintve az összes többi vizsgált anyag 0,04-től 0,1 μg -ot tartalmaz.

A Cd értékek arra hívják fel a figyelmet, hogy egyes anyagokban nálunk is meglehetősen feldúsul, így a burgonya, a tojássárgája és a zeller 0,64, 0,9 és 5,4 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ értékkel már a nagy ipari centrumok közelében található értékekhez esnek közel (15).

A Zn/Cd arányok (4. táblázat) az állati eredetű élelmi anyagoknál messze meghaladják az elfogadhatónak ítélt 300/1 arányt, azonban a burgonya 200-as és a zeller 54-es arányszáma figyelmeztető arra, hogy egyes anyagokban, főleg gumós növényeknél a szokásosnál nagyobb Cd koncentrációval is lehet számolni.

Ami a tápanyagszükségletnek megfelelő Zn : Cu arányt illeti (5. táblázat), az állati eredetű élelmi anyagokban talált értékek az elfogadott kb. 5 : 1-et jóval meghaladják, 10–50-szeres értékek között ingadozva. A növényi élelmi anyagokban a hányados 2–5 között változik, míg gyümölcsökénél 3 alatt van, egyedül a cseresznyénél találtunk 10-es hányadost. Megemlítendő, hogy egyes gyümölcsökénél, így az alma, körte és szőlőnél ez az érték 1, illetve az alá esik, amely feltehetően Cu tartalmú permetezőszerek felhasználásának tulajdonítható, mivel a Zn tartalomban nincs lényeges eltérés.

Adataink csak tájékoztató jellegűeknek tekinthetők – mivel egy-egy fajta élelmi anyagból 3–5 minta átlagát képviselik –, azonban igen jó egyezést mutatnak Tölgyesi 1967-ben közölt széles körű vizsgálatainak eredményeivel (16), annak ellenére, hogy mind a szervesanyagok elroncsolásának, mind a meghatározások módja eltérő volt.

A jövőben nagyobb méretű vizsgálat-sorozatban az ország különböző területeiről származó minták elemzését tervezzük az időközben Intézetünkbe érkezett

Perkin-Elmer 403 típusú atomabszorpciós készülékkel, a lehetőségek szerint egyéb esszenciális és toxikus fémek meghatározására is kiterjedve, amelyekkel az ellátottság felmérése mellett, a különféle mikroelem-tartalmú műtrágyák és ipari szennyezések hatásának nyomonkövetéséhez is összehasonlítási alapot kívánunk nyújtani.

IRODALOM

- (1) McCall J. T., N. P. Goldstein, L. H. Smith: Fed. Proc., 30, 1011, 1971.
- (2) Hegsted D. H., J. T. Mertz: Physiol Rev., 49, 163, 1963.
- (3) Schütte K.: The role of the microelements in the nutrition. Intercience, 1961.
- (4) Engel R. W., N. O. Price, R. T. Miller: J. Nutr., 92, 197, 1972.
- (5) Pokrowskij A. A.: Die Nahrung, 17, 113, 1973.
- (6) Murphy E., L. Page, B. K. Watt: J. Am. Diet. Ass., 58, 115, 1971.
- (7) Schroeder H. A., J. J. Balassa, H. J. Tipton: J. Chron. Dis., 15, 941, 1962.
- (8) Tucker H. F., W. D. Salmon: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 88, 613, 1955.
- (9) Morrison A. B., H. P. Sarett: J. Nutr., 65, 267, 1958.
- (10) Forbes R. M., M. Joke: J. Nutr., 70, 53, 1960.
- (11) Scott M. L.: Nutr., 103, 803, 1973.
- (12) Glen K. G., Schwab: Z. angew. Chem., 62, 320, 1950.
- (13) Malissa H., E. Schöffman: Microchem Acta, 1, 187, 1955.
- (14) Walsh A.: Spectrochim Acta, 7, 108, 1955.
- (15) Kloke A.: Deutsche Lebensm. Rundschau, 69, 45, 1973.
- (16) Tölgyesi Gy.: A növények mikroelemtartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1969.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ МЕТОДОМ АТОМНОЙ АБСОРПЦИИ

К. Линднернэ – Сотьори и Эутропия Ллерена

На содержание микроэлементов пищевых продуктов из многочисленных факторов окружающей среды действует так же и применение интенсивных форм сельскохозяйственного производства, широкое применение средств защиты растений и удобрения. Авторы коротко ознакомили факторы влияющие на суточную потребность важнейших незаменимых микроэлементов. Испытали в Будапеште заготовленных нескольких важнейших продуктов питания растительного и животного происхождения и их содержание меди, цинка, марганца, кобальта и кадния. Содержание цинка определяли непосредственно из золы, а остальные металлы после превращения прилином аминия – дитиокарбаматом в комплексное соединение спектрофотометрическим методом атомной-абсорпции.

BESTIMMUNG VON BIOLOGISCH AKTIVEN MIKROELEMENTEN IN EINIGEN UNGARISCHEN LEBENSMITTELN MITTELS EINER ATOMABSORPTIONSMETHODE

K. Lindner – Szotyori und L. Eutropia

Unter einer Anzahl von Umweltfaktoren beeinflusst auch die Anwendung der intensiven Methoden der landwirtschaftlichen Produktion und die verbreitete Benutzung von Pflanzenschutzmitteln und Kunstdüngern den Mikroelementgehalt der Lebensmittel. Es wird eine kurze Übersicht über die den täglichen Bedarf der wichtigsten, als essentiell anerkannten Mikroelemente beeinflussenden Faktoren gegeben. Der Gehalt an Kupfer, Zink, Mangan, Kobalt und Cadmium (als Antagonist des Zinks) wurde in einigen wichtigeren, in Budapest erhaltbaren Lebensmitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs bestimmt. Der Zinkgehalt wurde unmittelbar in der Asche, während die anderen Metalle nach Umsetzen zu einer Komplexverbindung mit Ammoniumpyrrolidindithiocarbamat durch Atomabsorptionsspektrophotometrie bestimmt.