



Kémiai anyagok az ember szolgálatában

IV. rész

A Firka múlt tanévben megjelent számaiban sorozatban foglalkoztunk a tápanyagokkal. Részletesebben tárgyaltuk az úgynevezett makroelemeket tartalmazókat. Az esszenciális mikroelemekről annyit mondtunk, hogy ezek az enzimműködésben játszanak jelentős szerepet.

Növekvő rendszámuk szerint sorolva a következő elemeket tekintjük esszenciális mikroelemnek: F, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Sn, I.

Bebizonyosodott, hogy ezeknek az elemeknek a felszívódását döntően meghatározza az, hogy a táplálékban kémiaiilag hogyan kötődnek, ugyanakkor a különböző mikroelemeknek milyen a mennyiségi aránya.

Az emberi szervezet számára az egyik legjelentősebb mikroelem a vas. A szervezetben lévő összes vasnak a 70-80%-a az ún. „aktív vas”, ennek kb. 80%-a a hemoglobinban, 20%-a a mioglobinban van. Egy kis mennyisége a vasnak enzimekben és kofaktorokban található (ezek a sejtek energiaforgalmában játszanak szerepet). A vaskészletnek a 20-30%-a a vasraktárakban (máj és csontvelő) található. A raktározott vas ferritin és hemosziderin fehérjékhez kötött, de könnyen aktív vassá alakulhat, ha a szükség úgy kívánja. Születéskor az újszülött vasraktárai majdnem üresek, a vérének hemoglobin tartalma nagyon magas. Az első hetekben a hemoglobin jelentős része lebomlik, s a vas a vasraktárakba kerül. A vastartalék a növekedés során csökken, s fél éves korra a vasraktár megint kiürül, tovább a vasutánpótlást a táplálékból felszívódó vassal kell biztosítani. A szervezet vastartalma férfiaknál 3,5-5,0g, nőknél 2,5-3,0g. A napi vasvesztés (a vasürítés nagyobb része széklettel történik) 1mg, nőknél 1,5mg átlagértéket is elérhet.

A vasanyagcserét a szervezet szabályozni képes az enterális felszívódás mértékének változtatásával. Így terhesség alatt, vashiány esetén a szervezetbe táplálékkal bejutó vasnak nagyobb hányada szívódik fel mint normális állapotban. A felszívódás feltétele, hogy a vas oldott állapotban legyen a vékonybélben. Ezt a bélnedv kémhatása szabályozza. A gyengén lúgos közegben a Fe^{2+} ionok egy része még oldatban van, a Fe^{3+} ionok kicsapódnak. Savas közegben mind a két féle ion oldatban van. A gyomorsav biztosítja a vas oldatban maradását. Ez az oka, hogy a savhiányos és csonkolt gyomrú embereknél rossz a vafelszívódás.

Bebizonyosodott, hogy a vas hasznosíthatósága nem az egyes élelmiszerektől függ, hanem az étkezés során az elfogyasztott ételek keverékének összetételétől. Pl. a C-vitamintartalmú élelmiszerek nagy mértékben fokozzák a nem hemhez kötött vas felszívódását, míg nem befolyásolják a hem vas felszívódását. A húsfogyasztás a hemhez és a nem hemhez kötött vas felszívódását is fokozza. (feltételezik, hogy a húsfogyasztás során felszabaduló cisztein tartalmú peptidok segítik elő a nem hemkötésű vas felszívódását). Azt is kimutatták, hogy a tannatok (pl. a csersav) csökkentik a nem hemhez kötött vas hasznosulását. (pl. a reggelenél fogyasztott tea kb. 60%-al csökkenti a vafelszívódást a reggeliből, a feketekávé hasonló hatású). A fitátoknak is nagy a gátló hatása a vafelszívódásra. A gátló hatás jelentősebb növelt Ca és Mg bevitel esetén. A

kenyérből hasznosuló vas kevesebb, ha azt nagy korpatartalmú lisztből sütik. A szójafehérje csökkenti a nem hemhez kötött vas felszívódását és fokozza a hemhez kötött vasét. A hemhez kötött vas a húst tartalmazó ételekben fordul elő, a hús vastartalmának kb. 40%-a, aminek kb. 25%-os a hasznosíthatósága.

Vashiány esetén az ember fizikai és szellemi munkavégző képessége, fertőző betegségekkel szembeni védekezőképessége csökken.

A múlt század elején már kimutatták, hogy az emlos szervezetek számára esszenciális mikroelem a réz. A század második felében végzett kutatások igazolták, hogy a réz számos enzim alkotóeleme (Pl.: hemokuprein, cöruoplazmin, tirozináz, citokróm-c-oxidáz, hisztamináz, stb). A szervezet réztartalmának kb. 90%-a cöruoplazminhoz kötődik. Ez a rézkötő fehérje jelentős szerepet játszik a vasraktárakból a csontvelőbe irányuló vas-transzportban, katalizálja a Fe(II) – Fe(III) átalakulást. Ezzel magyarázható, hogy a rézhiány anémiát okoz. A rézhiányos állatoknál vérszegénység mellett kötőszöveti károsodást, idegrendszeri zavarokat, pigmentáció hiányt, szorképződési zavarokat is észleltek. Embereknél rézhiányt nem észleltek, ami azt igazolja, hogy a táplálék réztartalma elegendő.

Egy másik jelentős mikroelem a *cink*, melynek szükségességét a szervezet számára kb. hetven éve jelezték a kutatók, de hiánybetegség fellépését csak alig negyven éve (Iránban, ahol húst nem, csak nagy korpatartalmú lisztből készített ételeket fogyasztottak) jelezték.

A cink a szervezetben – a csontrendszer kivételével – főleg sejtekben, kisebb mennyiségben az extracelluláris térben található. A vörösvértestek és fehérvérsejtek, az írisz, az ideghártya, érhártya, a prosztatanedv és spermiumok cinktartalma nagy. Hetven enzim ismert, melyek működéséhez cinkre van szükség (aldolázok, dehidrogenázok, peptidáz, foszfatáz, stb).

Egy felnőtt szervezetben 2-3g cink található. A szükséges cinktartalom biztosítására napi 15mg cinkfogyasztást javasolnak a szakemberek. Ezt a mennyiséget cinktartalmú táplálékból szívja fel a szervezet kb. 5-25%-os hasznosítási fokkal. Az élelmiszerek cinktartalma arányos a fehérjetartalmukkal. Megállapították, hogy az állati eredetű élelmiszerekből jobb hatásfokkal szívódik fel a cink, mint a növényi eredetűekből. A legjobb cinkforrások a máj, tojás, húsok, tengeri állatok húsa. Nagy réz- és vasbevitel csökkenti a cink hasznosulását, ugyanakkor fölös cinkbevitel rézhiányt okoz.

A *mangán* – ion sok enzim aktivátora, de mangán-tartalmú enzim is ismert. Felnőtt ember testében lévő 12-20 mg mangán nagy része a mitokondriumokban gazdag szövetekben található (a vérérumban literenként 0,6-1,4 µg). Az élelmiszerek közül leggyazdagabbak mangánban a dió és mogyorófélek, a gabona magvak. Az állati eredetű táplálékok mangántartalma alacsony. Az élelmiszerből a mangán a vékonybélben szívódik fel, a felesleg az emésztőnedvekkkel ürül. Napi 25-5 mg mangánfogyasztást tartanak szükségesnek egy felnőtt szervezet számára.

A *króm* is esszenciális elem. Funkciója a szervezetben még csak részlegesen tisztázott. Azt bizonyították, hogy a normális glukóz – anyagcseréhez szükséges, s az inzulin kofaktora lehet. A szervezetben kis mennyiségben található szövetekben, testnedvekben. A vérplazmában a mennyisége ng-nyi milliliterenként. Az élelmiszerek közül krómban leggyazdagabbak a kagylófélek, tojássárga, sörelesztő, sajtok, gabona-örlemények, húsok. A króm kötődési módjának, felszívódás mechanizmusának, biológiai funkcióinak tisztázását nehezíti a nagyon kis mennyiségben való előfordulása.

A *molibdén* kimutatták, hogy minden szövetben megtalálható, a húgysavanyagcserében van jelentős szerepe. A xantin-oxidáz, az aldehid-oxidáz és a szulfid-oxidáz enzimek alkotó eleme. Bélcsatornából szívódik fel, vizelettel ürül. Hiánybetegségét nem észlelték. Fokozott molibdén bevitellel a rézürítés nő, s rézhiány léphet fel. Orosz kutatók megfi-

gyelték, hogy olyan vidéken ahol a talaj, s így a növényzet molibdén-tartalma magas (a napi molibdén-bevitel tízszerese a javalltnak), gyakori a köszvényes megbetegedés.

A *kobalt* a cianokobalamin, a B₁₂ vitamin alkotó elemeként fejt ki hatását a szervezetben. Az emberi szervezet 1mg-nyi kobaltot tartalmaz. Felszívódása a vaséhoz hasonló mechanizmussal történik, vizelettel ürül, nem halmozódik fel a szervezetben. Napi fogyasztása tizedmilligrammnyi mennyiség, ennek sokszorososa (20-30mg) toxikus hatást eredményez: pajzsmirigy növekedés, szívelégtelenség.

A *vanádium* emberi szövetben 1-40 µg kg-onként, nyirokcsomókban ennek tízszerese. Biológiai szerepe még nem tisztázott. Állatkísérletekből a koleszterinszintézisben való szerepére következtettek.

A *nikkel* biokémiai szerepe nem tisztázott eléggé. Azt tudják róla, hogy befolyásolja a sejtmembrán szerkezetét, a membránban lévő transzportcsatornák működését. Szerepe van a tejelválasztásban, stabilizálja a nukleinsavak és riboszómák szerkezetét. Nikkelhiány okozta betegségeket nem ismernek. Az élelmiszerek közül a leveles zöldségfélék és a kagylók gazdagok nikkellel.

Az *órnól* is állatkísérletekkel mutatták ki, hogy esszenciális mikroelem. Hiánya gátolja a növekedést. Feltételezik, hogy a biológiai rendszerek redox folyamataiban van szerepe, mivel az Sn²⁺/Sn⁴⁺ redoxpotenciál értéke megfelel a flavenzimek átalakulási potenciáljának. Toxicitása már rég ismert, ezért nem használják már az ónt konzervdobozok bevonására.

A nemfémes elemek közül a *fluor* a gyomorból szívódik fel, a csontrendszerbe és fogakba épül be, s a felesleg vizelettel ürül. Biológiai szerepe nem tisztázott teljesen. Szerepe lehet a kalcifikációban, csökkenti a csonttritkulás gyakoriságát, s véd a fogszuvasodás ellen. Ez utóbbi hatása sokrétuen nyilvánul meg: savas közegben csökkenti a fogzománc oldékonyságát, fokozza a zománcképződési hajlamot, gátolja a plakkokban lévő baktériumok enzimeinek aktivitását, csökkenti a savtermelést. Gátolja a jódszívódását, ezért golyvakelto lehet. A csonttritkulásos betegek kezelésére is használják kalcium adagolással kombinálva. A táplálékkal bevitt fluormennyiség napi javallt adagja felnotteknek 1,5-4 mg, három éven felüli gyermekeknek 1,5-2,5 mg. Huzamosabb ideig nagyobb mennyiség fogyasztása súlyos csontdeformációkat okozhat.

A *jód* a tiroxin és trijód-tiroxin alkotóelemeként a pajzsmirigyhormon képzésében játszik nélkülözhetetlen szerepet. A jódszűrés a pajzsmirigy funkcióval van szoros összefüggésben. Jódhiány esetében károsodik az energiatranszport, csökken az alapanyagcsere, fejlődési zavarok, idegrendszeri károsodások, bőr és szövetelváltozások lépnek fel, megnövekedik a pajzsmirigy, golyva fejlődik ki.

A jód a táplálékban ionos formában fordul elő, mennyisége a talaj jódtartalmától függ. Az élelmiszerek közül jódban leggazdagabbak a tengeri halak és kagylók. A felszívódása bélcsatornából, kiválasztása vizelettel, s veritékezés esetén bőrön át történik. A jódszűrés különböző fázisait a pajzsmirigyben többféle anyag gátolja, ezeket strumigén anyagoknak nevezik, ilyenek a tiourea, szulfocianid, szulfatiazol, tiouracil, fluoridok. Strumigén anyagokat tartalmazó élelmiszerek a kelkáposzta, kelbimbó, mustár, retek.

A jódhiányos golyva megelőzésére napi 0,15mg jódszűrés javasolt felnotteknek és serdülő korúaknak. Ez biztosítható a jódozott kenyhasó fogyasztásával.

A *szelén* biokémiai szerepét alig harminc éve kezdték megismerni. Kimutatták, hogy a glutation peroxidáz enzim alkotó része és a peroxidok hatástalanításában van szerepe. Szelénre van szükség a vörösvértetek és izomsejtek épségének fenntartásához, a spermiumok mozgásképeségéhez, a nukleinsav-anyagcserehez, keratinképzéshez, hem-szintézishez, pankreasz működéséhez. Az első szelén hiánybetegségeket Kínában észlelték (kardiomiopátia gyermekeknél, izomgyengeség, melyek szelén adagolásra gyógyulnak).

Szeléntartalmú élelmiszerek: tengerihal, vese, máj, gabonamagvak, eheto gombák (a gombából rossz hatásfokkal szívódik fel). A boséges szelén-bevitel csökkenti a csontok hajlító-tőro szilárdságát, a fogzománc fehérjéihez kapcsolódva gátolja a zománcképződést.

A szilícium a kötőszöveti anyagcserében, csontkalcifikációban játszik szerepet . Feltételezhetően keresztkötéseket képez a muko-poliszacharid molekulák között, illetve ezen molekulák és a kötőszöveti fehérjék között. Nem valószínűsíthető szilíciumhiány-betegség.

Az arzénról is feltételezik, hogy esszenciális elem az ember számára, bár biokémiai hatásmechanizmusa még nem ismert. Az emberi szövetek tartalmaznak arzént (a kö-röm, haj ötszörös mennyiségét a többi szövetféleségének). A felszívódási hatásfoka jó, gyorsan ürül vizelettel. Az élelmiszerek általában kg-ként 05mg-nál kevesebb arzént tartalmaznak. Nagyobb mennyiségű arzén a szervezetben mérgezési tüneteket okoz (izomfájdalom, bélpanaszok, neuropátia, fejfájás, körmök lineáris pigmentációja). A jód és szelén felszívódását gátolja.

A cikksorozatot Máthé Eniko állította össze Morava Endre, Antoni Ferenc: *Az em-beri táplálkozás alapjai*, (Akad. Kiadó Bp. 1991.) és Gergely Pál, Vereb György: *Bioszervetlen Kémia*, (Egyetmi jegyzet, Debrecen 1991.) felhasználásával.

A Földet megközelítő kisbolygókról

– Urbeli látogatóinkról –

Föld-közeli kisbolygók ABC-je

Mintegy tizenöt évvel korábban a földpálya közelében keringo ún. Föld-közeli kisbolygók (near-Earth asteroids) csupán egy igen szuk köru szakembercsoport kutatási témáját képezték, míg a tömegtájékoztató nem is szerzett tudomást ezen égitestek létezéséről. Napjainkban ezek az aszteroidák már számos bolygókutató csillagász f-gyelmét keltették fel, és lázba hozták geológusok, biológusok, urkutatói szakemberek jelentos hányadát, nem is beszélve a médiáról a világ minden táján.

A tájékoztató révén a köztudatba is bekerült az a tény, hogy a Föld is bármikor ál-dozata lehet egy ilyen égitesttel való ütközésnek.

A bolygónkra leselkedo veszélyforrásokat ezen kisbolygók mellett kiegészítik azon üstö-kösök, amelyek esetenként ugyancsak közel jönnek hozzánk. A Shoemaker-Levy 9 üstökös darabjainak a Jupiterbe való becsapódása, ami 1994-ben a szemünk előtt játszódott le, még inkább bebizonyította azt, hogy egy kozmikus ütközés igencsak valóságos jelenség lehet.

A Föld-közeli kisbolygók néhány métertől néhány tíz kilométert is elérő átméruju olyan égitestek, amelyek a Nap körüli pályájuk mentén keringve olykor olyan közel kerülnek a Föld pályájához, hogy akár szabályosan vagy szabálytalanul ismétlodo idoszakokban bolygónkat néhány Föld-Hold távolságnyira is megközelíthetik. Ez olykor akár a holdpályán belüli szoros urrandevüt is eredményezhet. A legnagyobb Föld-közeli kisbolygó a Ganymed (1036), amelynek átméruje 41 km. Sorrendben a következő az Eros (433) a maga 23 km-es átmérujével, amelynek felszínére 2001-ben egy urszonda is leereszkedett.

Pályájuk geometriája szerint a csillagászok ezeket a kisbolygókat az Atens, Apollos és Amors csoportokba sorolják. Napjainkban az ismert Föld-közeli kisbolygók száma meghaladta a kétezret, de a becslések azt mutatják, hogy legalább százezer olyan Föld-közeli kisbolygó van, amelynek átméruje nagyobb mint száz méter. Mostanában havonta több