

# Makro- és mikroelemek felszívódása ásvány- és gyógyvizekből

## Szakirodalmi áttekintés

Összeállította: Dr. Biró György

### ÖSSZEFOGLALÓ

AZ ÁSVÁNY- ÉS GYÓGYVIZEK ELFOGYASZTÁSÁNÁL, IVÓKÚRÁKNÁL AZ EMÉSZTŐRENDSZERTŐL TÖRTÉNŐ FELSZÍVÓDÁS AZ ELSŐ LÉPCSŐJE ANNAK, HOGY A VÍZBEN LÉVŐ MAKRO- ÉS MIKROELEMEK BEKERÜLJENEK AZ EMBER SZERVEZETÉNEK ANYAGCSERÉJÉBE, ÉS KIFEJTHESSÉK JELLEMZŐ ÉLETTANI HATÁSUKAT. NYILVÁNVÁLÓ, HOGY A FELSZÍVÓDÁS ENNEK A FOLYAMATNAK LÉNYEGI ELEME, AMELYRE AZ ÖSSZES TÖBBI BIOLÓGIAI JELENSÉG FELÉPÜLHET. AZ ÁSVÁNY- ÉS GYÓGYVIZEK KÉMIAILAG AZONOSÍTOTT KONPONENSEINÉL TÁJÉKOZÓDNI KELL A FELSZÍVÓDÁS JELLEMZŐIRŐL. A SZERZŐ IRODALMI ADATOK ALAPJÁN TEKINTI ÁT A LEGFONTOSABB MAKRO- ÉS MIKROELEMEK FELSZÍVÓDÁSÁT, ÉS A KÖVETKEZŐ ELEMekkel FOGLALKOZIK: NÁTRIUM, KÁLIUM, KALCIUM, MAGNÉZIUM, VAS, JÓD, RÉZ, CINK, FLUOR, MANGÁN, SZELÉN, KÉN, BÓR, VANÁDIUM, KRÓM, ARZÉN.

### INHALT

UM IHREN CHARAKTERISTISCHEN PHYSIOLOGISCHEN WIRKUNGEN DER MAKRO- UND MIKROELEMENTE DURCH KONSUMPTION ODER TRINK – KUR DER MINERAL – BZW. HEILWÄSSER AUSÜBEN ZU KÖNNEN DIE ERSTE STUFE IST DIE AUFSAUGUNG DER HINEINGERATENEN VOM VERDAUUNGSAPPARAT IN DEM METABOLISMUS DES MENSCHEN. OFFENSICHTLICH IST DIE AUFSAUGUNG DAS SUBSTANTIELLE REICHENGLIED DES VORGANGES. VORAN KÖNNEN ALLE ANDEREN BIOLOGISCHEN EFFEKTE

BERUHEN. ÜBER DER SPEZIFISCHEN AUFSAUGUNG DER CHEMISCH IDENTIFIZIERTEN KOMPONENTEN DER MINERAL – BZW. HEILWÄSSER SOLL MAN AUF DEM LAUFENDEN SEIN. AUF GRUND DER ANGABEN DER FACHLITERATUR ÜBERSCHAUT DER AUTOR DIE AUFSAUGUNG DER MAKRO- UND MIKROELEMENTE, UND BESCHÄFTIGT SICH MIT FOLGENDEN ELEMENTEN: NATRIUM, KALIAM, KALZIUM, EISEN, JOD, KUPFER, ZINK, FLUOR, MANGAN, SELEN, SCHWEFEL, BOR, VANADIUM, ARSEN.

### SUMMARY

TO ENABLE THE INGESTION OF WATER SOLUBLE MACRO- AND MICROELEMENTS INTO THE HUMAN METABOLISM WHILE DRINKING MEDICINAL AND MINERAL WATERS AND TO ACHIEVE THEIR ADVANTAGEOUS PHYSIOLOGICAL EFFECTS THE ABSORPTION FROM THE DIGESTIVE SYSTEM IS THE FIRST STEP. OBVIOUSLY THE ESSENTIAL MOTIVE OF THIS PROCESS IS THE ABSORPTION ALL OTHER BIOLOGICAL EFFECTS REST UPON THIS. ONE SHOULD EXPLORE THE CHARACTERISTIC OF THE ABSORPTION FOR ALL INDIVIDUAL, CHEMICALLY IDENTIFIED COMPONENTS OF MEDICINAL AND MINERAL WATERS. ON THE BASIS OF LITERARY INFORMATION SURVEYS THE AUTHOR THE ABSORPTION OF MOST IMPORTANT MACRO- AND MICROELEMENTS AND PAYS ATTENTION TO THE FOLLOWING ELEMENTS: SODIUM, POTASSIUM, CALCIUM, MAGNESIUM, IRON, IODINE, COPPER, ZINC, FLUORINE, MANGANESE, SELENIUM, SULPHUR, BORATE, VANADIUM, CHROMIUM, ARSENIC.

A makro- és mikroelemek (továbbiakban: elemek) felszívódása a gyomor-bélrendszerből az ivókúrák hatékonyságának döntő láncszeme. Rendkívül bőségesen lelhető fel adatok az elemek felszívódására a táplálékból, sokkal szegényebbek a vízre vonatkozó források, holott a biológiai hasznosulásnak ez az alapja.

### Mi a biológiai hasznosulás?\*

A biológiai hasznosulás (továbbiakban: hasznosulás) fogalmát a táplálkozástudomány kiterjedten alkalmazza. A kifejezés magában foglalja a táplálék alkotóelemeinek emésztését, felszívódását, bekerülését az anyagcsere folyamatokba. A hasznosulás ezeken a jellemzőkön túlmenően bemutatja a fogyasztó élettani választát, a további fejleményeket. Ezért a hasznosulás a táplálkozástudományban részben a táplálék, vagy még átfogóbban az étrend sajátosságait jelenti, részben azokat a változásokat, amelyek eredményeként az ingrediensek megközelíthetővé válnak az emberi biológiai folyamatok számára, valamint a fogyasztó reakcióját. Van külön meghatározás a mikro-tápanyagok hasznosulására: „Az élelmiszerben, ételben, étrendben lévő nyomelem azon hányada, amely felhasználódik a szervezet normális működéséhez,

és függ elsőként attól a kémiai formától, amely a bélcsonnában kapcsolatba kerül a felszívódást végző sejttel – tehát a felszívhatóságától; az adott elemnek olyan formában kell jelen lenni, amelyet fel tud venni a nyálkahártya sejteje” (*Fair-weather-Tait*). Nyilvánvalóan ez a definíció kiterjeszhető az ivókúráknál alkalmazott vízre, illetve az ebben fellelhető elemekre.

Említést érdemel, hogy a biológiai hasznosulás fogalma a farmakológiában gyökerezik, a gyógyszerhatástani tanulmányokban.

A víz vonatkozásában jelentős eltérés, hogy kimaradnak az emésztési folyamatok, az elemek általában valódi oldatban, vagy kolloid rendszerekben, de mindenképpen jól hozzáférhető formában vannak jelen (*Szalontai*). Azonban az anyagcsere továbbiakban megnyíló élettani folyamatai párhuzamba állíthatók, hozzáteve, hogy mindenkor figyelemmel kellene kísérni a víz fogyasztásának körülményeit: étkezéshez közeli időpontban (előtte, utána), netán az étkezés alatt történt a vízivás, milyen ételeket fogyasztottak; az éhomi vízivás mennyi idővel előzött meg, vagy követett egy étkezést; milyen körülmények között, lassan, kortyolgatva, vagy gyorsan itták meg a vizet, milyen volt annak a hőmérséklete stb.

Ezeknek a befolyásoló tényezőknek a teljes körű, részletes tudományos analízise sajnálatos módon még várat magára.

### Az ásvány- és gyógyvizekben található elemek felszívódása

Jóllehet az ivókúrák alkalmazása, elfogadottsága az elmúlt évtizedekben csökkent, a természetes gyógymódok iránti igény felélénkülése várhatóan ezen a téren is éreztetni fogja hatását (*Nádasi & Udud*). A következőkben az elemek felszívódásának általános jellemzőivel foglalkozunk, mert a hasznosulás megítélésében ez a témakör képezi a kiindulás pontot.

#### Nátrium

A nátrium felszívódása aktív, energiafüggő transzportrendszer segítségével történik. Élelmiszerekben a nátrium szorosan kapcsolódik a glükóz, a galaktóz és az aminosavak felszívódásához. Ebben az esetben a sejtmembránon kötődik az ezeket szállító fehérje. A nátrium a nyálkahártya sejteibe egy elektrokémiai gradiens mentén tud bejutni, mert ezekben a sejtekben a nátrium-kálium pumpa mindig alacsony szinten tartja a nátriumot, és a béllumennel szemben negatív potenciált érvényesít (*Elmadfa & Leitzmann*). A nátrium más utakon keresztül is bejut a szervezet-

\*Az angol nyelvű szakirodalomban használatos kifejezések: bioavailability, biodisponibility, availability; bioaccessibility (ásványi anyagoknál, inkább a felszívódás jelzésére) (*Dufresne & Farnworth; Southgate; Sahugrillo*).

be. Az előbbieken vázolt folyamat főként a vékonybél kezdeti szakaszán zajlik. A vékonybél további részén és a vastagbélben nátrium/hidrogén, illetve klorid/bikarbonát cseréhez kötött a felszívódás elektroneutrális folyamata, amely fehérje-hordozót is magában foglal. A vastagbél végső szakaszában jellemző az elektrokémiai gradiens szerepe (*Schlenker & Long*). Más kutatók kimutatták, hogy a nátrium a vékonybél középső szakaszán mérsékelt koncentrációs gradiens ellenére szívódik fel, viszont a glükóz, galaktóz és bikarbonát drámaian befolyásolja. A vékonybél végső szakaszán az elektrokémiai gradiens kifejezett, nem hat rá az előbbi három tényező. Ez azt a következtetést engedi meg, hogy itt hatékony, aktív, nátrium transzport van a nátrium számára relatív impermeabilitást jelentő membránon keresztül. Összességében a nátrium abszorpció nagyobb része az ozmotikus nyomási gradiens eredménye (*Fordtran et al.*). Normál körülmények között a nátrium 99%-a felszívódik, 90–95% a vékonybélben (*Stipanuk*).

### Kálium

A béltraktusba jutó kálium több, mint 90%-a a vékonybél felső szakaszából szívódik fel, főként passzív abszorpcióval, részben aktív transzport segítségével, az inzulin közreműködésével (*Elmadfa & Leitzmann; Mann & Truswell*). Az aktív transzport a vastagbéle jellemző, a szig-mabélben (a vastagbél végbél előtti szakasza), K/H<sup>+</sup> mechanizmussal (*Eastwood*). A kálium az emésztőnedvekkel kiválasztódik a bélben, majd onnan ismét felszívódik, tehát egy belső körforgás is megvalósul (*Schlenker & Long*).

### Kalcium

A kalcium felszívódása jelentős mértékben a szervezet kalcium- és D-vitamin-státuszától, kortól, szülőképes nőknél a terhességtől, szoptatástól, illetve táplálkozásnál a táplálék összetételétől függ. A legaktívabb felszívódás a vékonybél kezdeti szakaszán (duodenum), illetve a vékonybél végső részén (ileum), mert a béltartalom itt hosszabb ideig tartózkodik.

A kalcium felszívódása egyrészt aktív, telíthető sejtranszport útján következik be, amelyhez kalcium-kötő fehérje (calbindin) szükséges. Ez a forma a duodenumra és következő vékonybélszakaszra, a jejunumra jellemző. Ennek képződését a D-vitamin indukálja. A felszívódásnak ezt a formáját egyenes arányban befolyásolja a szükséglet, és D-vitamin hiányánál nem valósul meg. Másrészt létezik egy D-vitamin- és energia-függet-

len, nem telíthető, koncentráció-függő, sejtek közötti, paracelluláris passzív transzport is, amely lényegében a felszívódás céljából rendelkezésre álló kalcium mennyiségétől függ, és annak mintegy háromnegyedét foglalja magában. Van olyan vélemény is, amely szerint az aktív felszívódás a domináns (*Eastwood*). Ezt meghatározza az oldhatóság (kalcium-oxalát, fitát és kalciumszippan nem szívódik fel, a galakturonsav és a cellulóz ugyancsak oldhatatlan komplexet képez). A vízben rosszul, de híg sávakban jól oldódó kalciumvegyületek (kalcium-karbonát, ~-foszfát) jól felszívódnak. Csökkent kalciumbevitelnél is növekszik a felszívódás hatékonysága (*Elmadfa & Leitzmann; Stipanuk; Geissler & Powers*). A kalcium felszívódása 20–60% között mozog, a korral csökken, csecsemőkorban még nagyobb is lehet (*Schlenker & Long*), leggyakrabban 30% körüli (*Mann & Truswell*).

### Magnézium

A magnézium a vékonybél teljes hosszában felszívódik, sőt csecsemőknél a vastagbél elejéről is. A felszívódás alapvetően a kémiai formátumtól függ: a vízben oldhatatlan oxalátok, fitátok, foszfátok és a zsírsavas vegyületek nem szívódnak fel. A felszívódási arány általában 35–55% (*Kasper*). A magnézium kiválasztódik a bélbe az epével, a hasnyálmirigy váladékával és a bélnedvvel, de ez gyakorlatilag teljes egészében ismételt felszívódik (*Elmadfa & Leitzmann*). A felszívódás részben facilitált folyamat, részben egyszerű diffúzió (*Mann & Truswell*).

### Vas

A szerves, nem haem-kötésű vasat, amely főként ferri-vegyületek formájában kerül be a szervezetbe, a savas gyomornedv ferro-vassá (Fe<sup>2+</sup>) redukálja, amelynek oldatban-tartásában az esetleg jelenlévő aszkorbinsav, valamint kéntartalmú aminosavak segíthetnek. A gyomornedv savtartalmának csökkenése, amely különböző okokból jöhet létre, és az életkor előrehaladtával gyakran bekövetkezik, rontja a vas hasznosulását is. Amint a gyomortartalom átlép a vékonybélbe, lúgos vegyhatás érvényesül. A ferri-vegyületek gyorsan kicsapódnak, míg a ferro formájú vas átmenetileg, a nyálkahártya sejtjeibe történő belépéséig, elviseli a pH emelkedését. A felszívódás zöme a bélbe érkező első öt percben van (*Stipanuk*). A vasat a bélnyálkahártya sejtmembránjának speciális fehérjeje ferri-vassá (Fe<sup>3+</sup>) oxidálja és továbbítja a sejtbe, ott újból Fe<sup>2+</sup> formává alakul és a vérplazmába, egy transzport-

fehérjéhez továbbítódik, ahol ismét ferri-vasként folytatja útját (*Elmadfa & Leitzmann*). Vashiánytól a felszívódás jelentősen megnő. A szervezet vaskészlete a májban, lépben, csontvelőben raktárfehérjékhez kötve tárolódik. A vaskészletek állandósága a vas felszívódásának módosításával szabályozódik, mert a vas kiürítésének lehetősége meglehetősen korlátozott. A vas hasznosulását a felszívódás határozza meg (*Kasper*). Amennyiben a víz ivása valamilyen táplálék elfogyasztásához csatlakozik, figyelembe kell venni, hogy számos élelmiszer-összetevő befolyásolja a nem-haem vas felszívódását: a fitinsav, növényi fenol-vegyületek, szerves, vagy tejből származó kalcium (a kalcium mindkét vasformátummal interferál), egyes fehérjék (pl. tejfehérje), a szója és más növényi fehérjék emésztésénél keletkező peptidok, tojásalbumin, kazein (*Hallberg et al.; Hurrell; Rossander-Hultén et al.*).

### Jód

Az ivásra alkalmas vízben a jód zömmel szerves jodidként fordul elő. Ez a forma csaknem teljes egészében felszívódik. Ugyanez érvényes az emésztőnedvekkel kiválasztott és a bélbe jutott jódra is. Az esetlegesen szerves kötésben lévő jód lassan és sokkal kevésbé hatékonyan szívódik fel, mint a szerves jodid. A felszívódott jód laza fehérjekötésben transzportálódik a vérárammal (*Schlenker & Long; Elmadfa & Leitzmann*). Érdekes, hogy a jód volt az első nyomelemek egyike, amelyek nélkülözhetetlenségét az ember számára azonosították.

### Réz

A réz felszívódása – ha kis mértékben is – már a gyomorban megkezdődik, és a vékonybélben, leginkább annak kezdeti szakaszán fejeződik be. A nyálkahártya sejtjeibe passzív diffúzióval jut be, majd onnan hordozó-rendszerrel kerül tovább. Sajátos, hogy a bélnyálkahártyába felvett réz továbbjutása korántsem biztos, mert ott fehérjék, metalloproteinek kötik meg. Az említett hordozó-mechanizmus aktiválásában feltehetően a szervezet réz-ellátottsága játszik szerepet: ha szükséges, megindul a szállítás, amely egyben a cink és kadmium továbbítását is végzi, és versengés van közöttük. A réz 55–75%-a szívódik fel, de a cink ezt csökkenteni képes. A cupri-vegyületek jobban oldódnak és ezért jobban is szívódnak fel, mint a cupro-vegyületek, így a redukáló anyagok, (pl. az aszkorbinsav) gátolják a felszívódást, bár újabb vizsgálatok ezt cáfolják (*Eastwood, Elmadfa & Leitzmann; Stipanuk*).

## Cink

A cink vékonybél egész hosszában felszívódik, mégis különösen gyorsan a duodenumból és a jejunum felső szakaszából. Amennyiben a béllumenben a cink koncentrációja nagyobb, a felszívódás paracellulárisan, passzív diffúzióval történik, míg kisebb koncentrációnál – amelyre a víznél is számítani lehet – hordozó közreműködésére van szükség. Az aktív felvételnél a sejtekben peptid hordozó rendszer viszi a cinket a sejthártyán keresztül. A sejtekben fehérjékhez kötődik. Az emésztőrendszerbe bejutott cinknek mintegy 20%-a szívódik fel (*Eastwood; Elmadfa & Leitzmann; Stipanuk*).

## Fluor

A vízben oldódó fluorvegyületek, szabad fluorid-ionok már a gyomorból jelentős mértékben (akár 40%-ban) felszívódnak. Különösen gyors ez a folyamat, ha a vizet éhgyomorral isszák meg. A felszívódási mechanizmus alapjának a passzív diffúziót tekintik. Nagyobb koncentrációban jelenlévő kalcium a fluoriddal oldhatatlan vegyületet képez, és így gátolja a felszívódást. A szervezetbe került fluorid szintje a vérszérumban fél órán belül eléri a maximumot. Mivel a fogzománc különleges affinitást mutat a fluoridhoz, a fogak erősítése, épségük megőrzése érdekében a világ számos helyén alkalmazták az ivóvíz fluorozását, ha a fluoridbevitel nem volt kielégítő. A felvett fluorid túlnyomó része beépül a csontozatba és a fogakba (a belső dentin állományba is) (*Takács; Elmadfa & Leitzmann; Stipanuk*).

## Mangán

A mangán a vékonybél teljes hosszában szívódik fel, azonban ennek mechanizmusa kevésbé felderített. Nagyobb mennyiségű kalcium és foszfát hátrányos a felszívódásra, továbbá a vas, a kobalt és a mangán kölcsönösen gátolják egymás felszívódását. A felszívódás után a  $Mn^{2+}$  oxidálódik, a  $Mn^{3+}$  transzportfehérjéhez kötve jut a szövetekhez. A mangán felszívódása a bélrendszerből általában alacsony (3–8, esetleg 10%), de vashiány esetében magasabb lehet (*Eastwood; Takács; Elmadfa & Leitzmann*).

## Szelén

A szelén a vékonybélből könnyen felszívódik, az abszorpció mértéke a szerves kötésű szelénből elérheti a 95%-ot is, általában 70% körüli. Szervetlen vegyületekből gyors, de kevésbé hatékony a felszívódás: a szelenitnél 48%. A szervetlen kötésű szelenit jellemzően passzív diffúzió útján jut be a bélnyálkahártya sejtjeibe, a koncentrációtól függően. Az aminosavhoz kapcsolódó szelén felvételéhez aktív transzport mechanizmus szükséges, a szelenáthoz nátrium-függő hordozó rendszer, bár van olyan vélemény is, hogy az utóbbinál is csak az egyszerű passzív diffúzió érvényesül. Az Amerikai Egyesült Államokban a szelénhiányos területeken az ivóvízhez adagolt szelénrel próbálták a szelénbevitelt növelni (*Mann & Truswell; Takács; Elmadfa & Leitzmann*).

## Kén

A kéntartalmú ásványvizekben a kén szulfidion, vagy szulfátion formájában van jelen. Rosszul szívódik fel, ezért a béltartalom felhígulását idézi elő, hashajtó hatású. Az elemi kén változás nélkül felszívódik. A kén számos tulajdonságában a szelénhez áll közel. A szulfátok – amennyiben felszívódnak – nem kapcsolódnak szállító mechanizmushoz (*Eastwood; Schlenker & Long; Szalontai*).

## Bór

Az emésztőrendszerbe került bór általában bórsavvá alakul. A bórsav könnyen, gyorsan és csaknem teljesen felszívódik (*Elmadfa & Leitzmann*).

## Vanádium

A vanádium felszívódása az emésztőrendszerből minimális (0,1–1,5%), a szövetekhez a redukált vanadil-iont ( $V^{4+}$ ,  $VO^{2+}$ ) a vaséval azonos transzportfehérje szállítja. A vanadat ( $VO_3^-$ ) felszívódása kissé jobb, mint a vanadilé (*Takács; Eastwood; Stipanuk*).

## Króm

A háromvegyértékű króm ( $Cr^{3+}$ ) minimális mértékben már a szájüregből is felszívódik, a hatvegyértékű króm ( $Cr^{6+}$ ) valamivel jobban (2%). A gyomorból az utóbbi szívódik fel jobban, azonban a gyomorsav hatására átalakul,  $Cr^{3+}$  lesz belőle, amely viszont rosszabbul szívódik fel. Az egyszerű szervetlen vegyületekből a króm átlagosan 0,5–1,0%-ban abszorbeálódik. A krómvegyületek gyakran megtalálhatók az ivóvízben is (*Takács; Elmadfa & Leitzmann; Kasper*).

Az oldható szervetlen arzén az emésztőrendszerből gyorsan és hatékonyan felszívódik. A vízben rosszul oldódó arzéntrioxid oldódását a gyomorsav fokozza, felszívódását ezáltal elősegíti. A szerves kötésű arzén is könnyen, passzív diffúzió útján, felszívódik. Vízből az arzén mintegy 90%-a abszorbeálódik (*Elmadfa & Leitzmann; Takács; Stipanuk*).

## Arzén

Az oldható szervetlen arzén az emésztőrendszerből gyorsan és hatékonyan felszívódik. A vízben rosszul oldódó arzéntrioxid oldódását a gyomorsav fokozza, felszívódását ezáltal elősegíti. A szerves kötésű arzén is könnyen, passzív diffúzió útján, felszívódik. Vízből az arzén mintegy 90%-a abszorbeálódik (*Elmadfa & Leitzmann; Takács; Stipanuk*).

## Irodalom

- Dufresne, C. J. & Farnworth, E. R. (2001): A review of latest research findings on the health promotion properties of tea. *J. Nutr. Biochem.* 12, 404–421.
- Eastwood, M. (2003): Principles of human nutrition. Blackwell Publishing, Oxford.
- Elmadfa, I. & Leitzmann, C. (1998): Ernährung des Menschen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Fairweather-Tait, S. J. (1998): Trace element bioavailability. In: (Sandström, B., Walter, P. Eds.) *Role of trace elements for health promotion and disease prevention*. Karger, Basel etc., pp. 29–39.
- Geissler, C. & Povers, H. (Eds.) (2005): Human nutrition. Elsevier, Edinburgh, London etc.
- Hallberg, L., Rossander-Hultén, L., Brune, M. & Gleerup, A. (1993): Inhibition of haem-iron absorption in man by calcium. *Br. J. Nutr.* 69, 530–540.
- Hurrell, R. F. (1997): Bioavailability of iron. *Eur. J. Clin. Nutr.* 51, S4–S8.
- Kasper, H. (2000): Ernährungsmedizin und Diätetik. Urban & Fischer, München, Jena.
- Mann, J. & Truswell, A. S. (Eds.) (2002): Essentials in human nutrition. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Nádasi T. & Udud P. (2007): Ásványvizek könyve. Aquaprofit Zrt., Budapest.
- Rossander-Hultén, L., Gleerup, A., Hallberg, L. (1990): Inhibition effect of oat products on non-haem iron absorption in man. *Eur. J. Clin. Nutr.* 44, 783–791.
- Sahugrillo, A., Barberá, R. & Farré, R. (2003): Bioaccessibility of calcium, iron and zinc from three legume samples. *Nahrung/Food.* 47, 438–441.
- Schlenker, E. D. & Long, S. (2007): Williams' Essentials of nutrition & diet therapy. Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri.
- Southgate, D. A. T. (1989): Conceptual issues concerning the assessment of nutrient bioavailability. In: (Southgate, D., Johnson, I. & Fenwick, G. R. Eds.) *Nutrient availability: Chemical & biological aspects*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 10–12.
- Stipanuk, M. H. (2006): Biochemical, physiological, molecular aspects of human nutrition. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri.
- Szalontai G. (1979): A víz a természetben. In: (Borszéki B. Szerk.): *Ásványvizek és gyógyvizek*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 166–240 oldal.
- Takács S. (2001): A nyomelemek nyomában. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest.

Szerző: Dr. Biró György  
az orvostudomány doktora  
ny. egyetemi tanár

**HIRDESSEN FOLYÓIRATUNKBAN!**

**PUT YOUR AD IN OUR PERIODICAL!**

**WERBEN SIE IN UNSERER ZEITSCHRIFT!**