

Táplálkozástudomány és élelmiszerkémia

TARJÁN RÓBERT

Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest

A táplálkozástudomány tudománnyá alakulását nem csekély mértékben az élelmiszerkémianak köszönheti. *Lavoisier* felfedezései, majd *Justus Liebig* alapvető kémiai meghatározásai teremtették meg azt a biztos talajt, amelyre támaszkodva *Rubner*, *Voit* és a többiek táplálkozási ismereteiket tudományosan felülvizsgálták és lerakták az új tudományág: a táplálkozástudomány alapjait. A két tudományág kapcsolata azóta sem szakadt meg. A kémiai analízis fejlődésével mind többet és többet tudtunk meg (és tudunk meg ma is) azokról a nyersanyagokról, illetve ételekről, italokról, amelyek táplálékainkat alkotják. Ugyanakkor nem csekély az a tudományos befolyás, nem ritkán inspiráló hatás, amelyet állatkísérletek és emberi megfigyelések eredményei alapján a táplálkozástudomány közvetített az élelmiszerkémia művelői számára. E tudományos együttműködés eredményeinek köszönhető, hogy történelmileg nagyon rövid idő alatt a táplálkozástudomány és az élelmiszerkémia elérte azokat a hatalmas eredményeket, amelyek alapvetően megváltoztatták ismereteinket, nézeteinket elsősorban a táplálkozásról (illetve takarmányozásról), de amelyeknek hatása a mezőgazdaságra, állattenyésztésre, az élelmiszeriparra, sőt újabban az ételkészítési technológiára is számottevő. Nem volna teljes és őszinte a kép, ha ugyanakkor nem említenénk azokat a jelentős élettani és klinikai eredményeket, amelyeket az orvostudomány az élelmiszerkémianak köszönhet. Ezen eredmények legalább olyan mértékben megtermékenyítették és fejlesztették az orvostudományt, mint ahogy az élelmiszerkémiai ismereteink az egész élelmiszertermelést és feldolgozást.

Érdekes és tanulságos röviden áttekinteni azokat a tudományos korszakokat, amelyek az egyes felismerések, felfedezések után gondolkodásmódunkat meghatározták és szemléletünket kialakították. Az első korszak a fent már említett kutatók felfedezéseikkel kapcsolódva talán „kalória korszaknak” nevezhető. Ez az időszak a XIX. századtól a XX. század elejéig tartott és egyik oldalról az ételek és italok nyersfehérje-, zsiradék- és szénhidrát tartalmának meghatározása útján azok energiát adó értékének, más oldalról a szervezetben történő „elégés” az oxidáció és a termelt CO_2 mennyiségének mérésén keresztül a szervezet anyagcseréjének megismeréséhez vezetett. A szervezet energia (kalória) szükségletét ebben az időszakban határozta meg a kutatók széles köre. Megismerték a különböző életkor, különböző aktivitás energiaszükségletét. Ugyanakkor részben *ismerve* (részben — utólag már tudjuk — hogy *feltételezve*) a fogyasztott táplálék kalorikus tápanyagainak mennyiségét, matematikailag igazolható egyenleget, mintegy kalória mérleget tudtak készíteni. Megkezdték a tudományos táplálkozás kritériumának kialakítását.

A századforduló utáni években azok a régebbi megfigyelések, amelyek a tápláléknak a kalória tartalomtól kívül egyéb szerepére utaltak, lassanként tudományos igazolást nyertek. Kiváló vegyészek szívós munkával izolálták a legkülönbözőbb élelmi anyagokból azokat a kalóriát nem adó metabolitokat, amelyek élettani fontosságának felismerését azóta is a tudományos kutatás egyik döntő eredményének tartjuk. Talán ezért nem helytelen, ha ezt a korszakot

„vitamin korszaknak” nevezzük. Szemléletünket, gondolkodás módunkat az egyes vitaminok felfedezése, de még inkább jelenlétük, vagy hiányuk megbízható kimutatása alapvetően megváltoztatta. A legutóbbi évtizedekig úgy gondolták, hogy a táplálék csak oly módon okozhat ártalmat, ha vele valamely mérgező vagy más károsító hatást okozó anyag kerül a szervezetbe. Fel sem merült annak a lehetősége, hogy táplálkozási eredetű ártalmat negatívum, tehát hiányos táplálkozás is okozhat. Az olyan táplálék, melynek kalória tartalma, sőt benne a kalorikus tápanyagok aránya is megfelelő, az akkori felfogás szerint nem lehet ártalmas. Ezt a nézetet a vitaminok felfedezése változtatta csak meg. A nagy földrajzi felfedezések, az Északi-sarki expedíciók során és az első világháború hadifogolytáboraiiban is százával, sőt ezrével pusztultak el emberek, akik az akkori tudás szerint elegendő kalóriát, nem ritkán elegendő fehérjét fogyasztottak, mert táplálékuk vitaminmentes volt. A vitaminok bomlékonyságának felismerése, mennyiségük változásának pontos követése a nyersanyagtól egészen a fogyasztásig valósággal forradalmi változást okozott az élelmiszerek tartósítása, feldolgozása területén. Világszerte megindult a törekvés olyan élelmiszerek, ételek és italok előállítására, amelyek értékes hatóanyagaikat egészen a fogyasztásig megőrzik.

A vitamin korszakot rövidesen követte az új korszak, melyhez az alapokat már a táplálkozástudományi szakemberek és élelmiszervegyészek együttes munkája teremtette meg.

A fehérjét alkotó aminosavak közül a kutatók egyeseket nélkülözhetetlennek találtak, míg másokról bebizonyították, hogy azokat a szervezet pótolni tudja. Ezután a legkülönbözőbb fehérje források aminosav analízisével a fehérjék „biológiai értékét” kísérelték meghatározni, elsősorban esszenciális aminosav tartalmuk alapján. Így a harmadik korszak a „biológiai érték” kutatásának korszaka lehetne és ez a korszak napjainkban sem tekinthető lezártnak. A növény-nemesítők világszerte törekednek kedvezőbb aminosav összetételű élelmianyagok előállítására és termelésére. Az élelmiszeripar fehérje keveréket kombinál és az aminosav összetétel alapján bírálja el azok „biológiai értékét”. A fehérjéket alkotó aminosavak eltérő biológiai hatása ráirányította a figyelmet a zsíradékot alkotó zsírsavak biológiai hatása vizsgálatának szükségességére. Mint ismeretes, itt is figyelemre méltóak azok az eredmények, amelyek a többszörösen telítetlen zsírsavak kalória értékétől független élettani hatásának tisztázásához vezettek. A kalorikus tápanyagok harmadik csoportja: a szénhidrátok sem maradtak ki a kutatók érdeklődési köréből. Az egyes mono- és di-szaharidok egymástól eltérő felszívódásának a kristályos és kolloid szénhidrátok egymástól eltérő anyag-cseréjének megismerése a „biológiai érték” fogalmát – éppen a pontos kémiai összetétel ismeretének birtokában – ezen a területen is továbbfejlesztette (1).

Jól követhető tehát a bevezetőben már említett szinbiosis az élelmiszerkémia és táplálkozástudomány között és nem csekélyek azok az eredmények, amelyek egyes korszakokon át mindkét szakterület kutatóinak gondolkodás módját, szemléletét fokozatosan kialakították és fejlesztették. Valamennyi tudományágban, így saját területünkön is talán a legnagyobb veszély a problémák leegyszerűsítése, vulgarizálása. Ez a veszély nemcsak az ismeretek hiánya, vagy korlátozott volta miatt fenyegethet, mint ahogy arra a kalória korszak „tudományosan összeállított” és mégis súlyos következményekkel járó étrendjei mutattak. Az alábbiakban a táplálkozástudományi kutatások néhány kiragadott példáján keresztül szeretném megvilágítani, hogy az utolsó néhány évtizedben elért számottevő eredményeink mellett bőven akad még kutatásra, tisztázásra váró feladat, amely mind az élelmiszeranalitika, mind a táplálkozástudomány további erőfeszítéseit és további szoros együttműködését követeli.

Ismereteink az egyes tápanyagok emészthetőségéről, felszívódásáról, uti-
zációjáról jelentősen bővültek és nem ritkán a kémiai analízis alapján várt bio-

lógiai értéktől eltérő eredményt mutattak. Ezek a tények újabb élettani, illetve kémiai kutatások eredményeinek ismeretében váltak csak megmagyarázhatóvá.

Intézetünkben, a megalakulást követő években intenzíven vizsgáltuk a szervezet kalcium anyagcseréjét. Ismeretes, hogy a kalcium sók vízben oldhatóssága nagymértékben különböző. Egyesek, így pl. a kalcium oxalát, mint vízben teljesen oldhatatlan és ennek következtében emészthetetlennek tartott vegyület, a kalcium forraslan között nem szerepelt. Állatkísérletekben részben természetes eredetű, részben kristályos oxálsavat megfelelő mennyiségben az étrendhez adagolva azt a megfigyelést tettük, hogy a kísérleti állat rövid adaptációs periódus után a kalcium oxalátot is hasznosítani tudja (2, 3). Megfigyeléseink egybevágtak angolszász kutatók által tett megfigyelésekkel, akik a jelentős phytinsav tartalmú cereáliák oldhatatlan kalcium phytát tartalmát a szervezet által értékesíthetőnek találták, de csak azon embereken, akik hozzászoktak a zabpelyh rendszeres fogyasztásához (4). Azóta a szervezet enzimermelésének nagyfokú adaptációs készségét más esetekben is megismertük. A fent említett állatkísérletek, illetve emberi megfigyelések ösztönzőleg hatottak ezekre a kutatásokra. Ugyanakkor szükséges mértékben megingatták a biztonság hitét a kémiai analízis eredményeiből számított és a tényleges biológiai érték között rendszeresen és állandóan egyenlőség jelet tenni kívánó kutatók szemléletében.

Ismeretes, hogy kontinentális országokban, így hazánkban is a szervezet A-vitamin szükségletét túlnyomó részt provitaminjaiból, a növényi eredetű karotinokból biztosítja. Jó néhány évvel ezelőtt munkatársaimmal vizsgáltuk a különböző hazai eredetű élelmi anyagok karotin tartalmát. Ezután állatkísérlet-sorozatot kezdtünk, amelyben a különböző eredetű karotin forrásokból azonos karotin mennyiséget adtunk az állatoknak és bizonyos idő után az állatokat leölve meghatároztuk a májukban raktározódott A-vitamin mennyiségét. A várokozással ellentétben igen eltérő A-vitamin tartalmat találtunk. Tehát azonos mennyiségű, kémiaiilag pontosan meghatározott β -karotin tartalmú élelemből az állatok eltérő mennyiségű A-vitamint nyertek, vagyis azonos mennyiségű karotin répából vagy paradicsomból származva egymástól nagymértékben eltérő „biológiai értéket” mutatott (5).

Gyorsan romló és bakteriális fertőzéssel fenyegető élelmi anyagok esetében, állatkísérletekben – a komplikációk megelőzése érdekében – a takarmány hősterilizése széles körben elterjedt kísérleti módszer. Hevített tejpor etetése esetén (az elpusztult vitaminokat utólag pótolva) az állatok között gyakori elhullást figyeltek meg, ezt friss tej vagy nyers tej etetésével ki lehetett küszöbölni. Itt nem vitaminhiány okozta a táplálkozási zavarokat – holott kezdetben a kutatók arra gondoltak –, hanem a cukrok és aminosavak együttes hevítése következtében létrejövő vegyületek, a Maillard által régebben leírt aminosav-cukrok keletkezése, amelynek következtében néhány esszenciális aminosav az emésztőnedvek számára hozzáférhetetlenné vált. Azóta a túlhevített termékek biológiai értékének megítélésakor nemcsak az esszenciális aminosavak kémiaiilag kimutatható mennyiségének, hanem azok szabad, vagy kötött voltának megállapítását is szükségesnek tartják (6).

A többszörösen telítetlen (esszenciális) zsírsavak vérkoleszterin szintet csökkentő hatása sok élelmiszervegyészt és táplálkozástudományi szakembert arra a gondolatra ébresztett, hogy a scleroticus érfaldegenerációk rendszeres kísérő jelenségét: az emelkedett szérum koleszterint esszenciális zsírsavak fokozott etetésével gyógyítsák, illetve megelőzzék. A legkülönbözőbb élelmezési célra szolgáló zsiradékokat vizsgálva egyes növényi olajok, így különösen a Magyarországon is hozzáférhető napraforgóolaj kedvező hatását megfigyeléseik alapján bizonyítottan tekintették. A Közép-Európában széles körben elterjedt és népszerű étkezési zsiradékot, az olvasztott disznósírt károsnak, egészségre ártalmasnak tartották. A kémiai analízis a két zsiradék között elsősorban az esszenciális

zsírsavak mennyiségét tekintve valóban jelentős eltérést mutatott. Azonban a hazai sertés-takarmányozás mellett a disznózsír esszenciális zsírsav tartalma is olyan mennyiségű, amely a táplálkozásélettani vizsgálatok alapján az ember esszenciális zsírsav szükségletét fedezni tudja (7). A fenti okok alapján a kezdetben igen egyértelmű és határozott javaslatot a zsíradék cserére, tehát a disznózsír teljes felváltását növényi olajjal, táplálkozási szempontból nem tudtuk teljes mértékben elfogadni. A kérdés tisztázása érdekében egészséges, baleset következtében elhalt személyek szerveinek és zsírszövetének analizisét elvégezve összehasonlítottuk eredményeinket olyan külföldi adatokkal, amelyek csaknem kizárólag növényi eredetű zsíradékot fogyasztó lakosságra vonatkoztak. Vizsgálataink eredménye megerősített minket abban, hogy a disznózsír – legalábbis az atherosclerosis kifejlődése szempontjából – nem olyan ártalmas, mint ahogy egyesek állították és nincs elegendő tudományos bizonyíték arra, hogy a disznózsírt károsnak, a napraforgóolajat pedig egyértelműen hasznosnak tekintsük. (Az a tény azonban, hogy az összes zsíradék fogyasztás évről évre csaknem megállíthatatlanul növekszik és a zsírkalóriák százalékos aránya egyes lakosságcsoportok esetében a 40–50%-ot is meghaladja, a zsíradékforrástól függetlenül is kedvezőtlen néptáplálkozási tendenciának tekinthető (8, 9).

A fenti példa arra utal, hogy bizonyos esetekben az élelmiszervegyész módszereit nemcsak élelmiszerek, hanem biológiai anyagok, állati vagy emberi szervek, szövetek vizsgálatára is felhasználja és ezzel a táplálkozástudomány nyitott kérdéseihez értékes tényeket, adatokat szolgáltatva a megoldást elősegíti. Nem elegendő, ha ismerjük ugyan a nyersanyagok és fogyasztásra kész ételek, italok egyes tápanyag tartalmát, és azok felszívódását, beépülését, értékesülését a szervezetben inkább csak feltételezzük.

Anyatejen élő csecsemők ellátása szempontjából értékes megfigyeléseket tettünk a különböző vitamin tartalmú étrendet fogyasztó szoptató anyák teje vitamintartalmának meghatározásával. Ezen vizsgálataink eredménye a szoptató anyák étrendjének pontosabb összeállításához és ezen keresztül az anyatejen nevelt csecsemő jobb egészségi állapotához vezetett (10). Több éven át egészséges, baleset következtében elpusztult egyének szerveiben és szöveteiben, többek között a vitamintartalmat meghatározva, egyértelműleg és határozottan tudtunk állást foglalni – ismerve, illetve feltételezve a vitamin fogyasztást – a szervezet ellátottsága, vagy ellenkezőleg ellátatlansága mértékéről (11).

Az egyes tápanyagok az élelmi anyagokban nemcsak szabad formában találhatóak. A fehérjékhez vagy más molekulákhoz kémiaiilag kötött metabolitok emészthetőségének, felszívódásának megismerése speciális élettani kutatásokat igényel. Ahhoz, hogy a kutató ilyen problémákat tudomásul vegyen, az szükséges, hogy az élelmiszervegyész a szabad, a kötött, sőt a komplex kötésben levő metabolitok jelenlétét, illetve a szabad és kötött formában levők arányát megállapítsa. A kalcium és csaknem valamennyi makro, a legtöbb mikro és ultramikro elem szervezetünkben és a növényi, állati szervekben is mindhárom alakban előfordulhat. Biológiai értéküket a kalcium esetében már említett adaptációs lehetőség, tehát a bontáshoz szükséges enzimek jelenléte, aktivitása szabja meg. A komplex módon kötött vas a tapasztalat szerint nehezen szakad ki a komplex kötésből, holott a szervezet csak ionizált és redukált formában tudja a vasat ferritinhez kötve értékesíteni. A fenti ismeretek alapján a vérnek és a vérből készült ételeknek, mint vas forrásoknak az értéke erősen korlátozott.

Egy-egy tápanyag kémiai kimutathatósága valamely élelemből tehát korántsem jelenti ezen metabolit szervezetben történő értékesülését. Az utóbbi évek egyik izgalmas felfedezése az antimetabolitok megismerése (12.) Ezek olyan kémiai összetételben, sőt fizikai szerkezetben az egyes metabolitokhoz nagymértékben hasonló vegyületek, amelyek gyakran a kémiai reakciókban a hatásos metabolitokhoz hasonlóan viselkednek. Biológiai hatásuk azonban nemcsak

kisebb a hatásos vegyületénél, hanem hatásuk gyakran negatív, tehát az étrendben levő valóban hatásos metabolitok hatásfokát is csökkentik. Antimetabolitok jelen lehetnek már a nyersanyagokban, de keletkezhetnek a nyersanyagok feldolgozása során is. Ennek következtében az egyes technológiai folyamatok már nemcsak mint metabolit csökkentők kárhóztathatók, hanem az antimetabolitok keletkezésének mértéke arányában hiánybetegséget okozók, kifejezetten károsító hatásúak lehetnek. Jól ismerjük az egyes esszenciális aminosavak és több vitamin antimetabolitját, amelyek közül néhány a természetben is előfordul, de sokat éppen táplálkozás-élettani kutatások céljaira állítanak elő.

A táplálkozástudomány szakemberei szemléletüket, módszereiket állandóan fejlesztve újabb és újabb megismerések birtokában új kérdéseket vetnek fel. Az élelmiszervegyészekkel szoros együttműködésben arra törekcsenek, hogy a természettudományban levő „fehér foltokat” csökkentsék. Az élelmiszervegysz is módszereit állandóan fejlesztve, finomítva újabb és újabb adatokat, ismereteket hoz napfényre. Ezek az adatok növelik ismereteinket táplálkozásunkról, de ugyanakkor ötleteket és kutatási igényeket hívnak életre a mezőgazdaságban, állattenyésztésben, biológiában, fiziológiában egyaránt. Alapvetően elhibázott lenne az egymással szorosan együttműködő szakterületek elsőbbségét, vezető helyét, irányító vagy vezetett voltát még csak felvetni is. Az utolsó néhány évtizedben elért jelentős eredmények azt bizonyítják, hogy további és még szorosabb együttműködés adta meg eddig is és adja meg a jövőben még inkább a lehetőségeket az újabb eredmények eléréséhez. Ezekre az eredményekre pedig az emberiségnek már tegnap is nagy szüksége lett volna. Közel 4 milliárd ember él földünkön és ebből talán 1 milliárd a jól táplált, kb. 1 1/2 milliárd a még elfogadhatóan táplálkozó és csaknem 1 1/2 milliárd az éhez, elégtelenül táplálkozó emberek száma. Szívós és kitartó munka szükséges ahhoz, hogy a gyorsan szaporodó emberiség számára jó és egészséges táplálékot tudjanak biztosítani, a táplálékot a romlástól, pusztulástól megóvni és elfogadható, jóízű, szívesen fogyasztott ételek, italok formájában előállítani. Az elmúlt néhány évtized tudományos eredményeinek birtokában tehát nem túlzás az az optimizmus, amely a világ táplálkozástudományi kutatóit és élelmiszervegyszeit az ez évben tartott Nemzetközi Kongresszuson eltöltötte. Az emberiséget fenyegető éhség leküzdésére a tudomány felkészült. Nem a tudósokon, szakembereken múlik, hogy a probléma megoldása a szükségesnél és kívánatosnál lassabban halad.

I R O D A L O M

- [1] Tarján R.: Élelmészési Ipar 10, 259, 1956.
- [2] Tarján R., Sándi E., Dénes Anna: Acta Phys. 5, 313, 1954.
- [3] Tarján R., Sándi E., Dénes Anna: Acta Phys. 5, 463, 1954.
- [4] McCance RA, Widdowson, EM: J. Physiol. 101, 304, 1942.
- [5] Krámer Magdalene, Tarján R.: Int. Z. Vitaminforsch. 30, 49, 1959.
- [6] Dworschák E., Morava E., Zsinka Ágnes, Antal Magda und Bedő Magda: Die Nahrung 13, 1, 1969.
- [7] Tarján R.: Orvosi Hetilap 100, 1971, 1959.
- [8] Tarján R., Krámer M., Szotyori K.: Fette Seifen Anstrichmittel 71, 272, 1969.
- [9] Tarján R.: Olaj—Szappan—Kozmetika IV, 1961.
- [10] Tarján R., Krámer M., Szőke K., Lindner K.: Gyermekgyógyászat, 14, 119, 1963.
- [11] Tarján R., Krámer M., Szőke K.: Int. Z. Vitaminforsch. 34, 326, 1964.
- [12] Sós J.: Orvosi Hetilap 19, 505, 1955.