

## A fehérje biológiai érték meghatározásának problémái\*

LINDNER KÁROLY

Kereskedelmi és Vendéglátóipari Főiskola, Budapest.

Amíg a fehérje, illetve még egyszerűbben a nitrogén szükséglet kérdésében a felismerések kezdetén voltunk, a fiziológusok és élelmiszeranalitikusok egyaránt csupán a mennyiség kérdésével foglalkoztak. Így a múlt század 50-es éveiben, *Playfair* kórházi betegek és nehéz testi munkások étrendjén végzett megfigyelések alapján, — amelyek Liebig kémiai vizsgálatainak eredményeivel is összhangban voltak — azt tartotta, hogy a 60–190 g fehérje napi elfogyasztása a különböző nagyságú izommunka fűtőanyagául szolgál és az igénybevételt tükrözi (1. táblázat). Voit 1881-ben a korábbi tapasztalatok és a saját kísérletei alapján hasonlóan sok, — az átlagosan nehéz munkát végző felnőtt számára, — a napi 118 g fehérjét tartotta szükségesnek. Évszázadunk első éveiben számos kutató, mint például *Chittenden* 1905-ben elvetette a változó mennyiségű fehérje szükségességét, mert katonákon és atlétákon végzett kísérletek alapján megállapította, hogy nagy fizikai munka esetében sincs szükség több fehérjére, mint 50–55 g-ra. Ez a mennyiség szerinte nemcsak, hogy fenntartja az egészséget és a fizikai erőnlétet, hanem még kimondottan hasznosnak is mondható. Nem sokkal tértek el ettől az értéktől a különböző országokban évszázadunk derekán megadott fehérje szükségleti értékek, amelyek általában az 1 g/testsúly kg mennyiséget jelentették.

Időközben pedig megszűnt az egyenlőséggel fehérje és fehérje között, amikor 1909-ben először *Thomas* a N egyensúly segítségével mérte a különböző fehérjék biológiai értékét, majd kevéssel később, 1914-ben *Osborne és Mendel* patkány-növekedési értékekkel bizonyította az egyes táplálékfehérjék biológiai hatásának különbözőségét. Ezeknek az eltéréseknek részletes tudományos magyarázatát végül a 30-as évektől kezdve *Rose* adta meg, amikor is a táplálék fehérjék egyes esszenciális aminosavainak fontosságát, esszencialitását hangsúlyozta. Bizonyos mértékben ennek figyelembevételével alakultak ki az újabb nemzetközi FAO/WHO fehérje szükségleti értékek, amelyek biztonsági szinten is jelentősen alacsonyabbak voltak, mint a 30-as 40-es évek 1 g/testsúly kg/nap értékei.

Ekkor már a szükségleti értékek megadásánál feltételezték a jóminőségű fehérjét, tehát szükség volt a mennyiségi adatokon kívül a fehérjék minőségi értékmérőjére is. Ezt *Thomas* (1909) az első fehérje biológiai érték (B. É.) definíciójával úgy jellemezte, hogy a táplálék 100 résznyi nitrogénje mennyi test nitrogént eredményez.

$$\text{B. É.} = \frac{N(\text{beépült})}{N(\text{felvett})} \cdot 100$$

\* Elhangzott a Lengyel Tudományos Akadémia Élelmiszeranalitikai Módszertani Konferenciáján Szezinben (Lengyelország) 1973. szeptember 23–29. (Szerk.)

Év	Forrás	Fehérje szükséglet	Megjegyzés
1850–60 1881 1905	Liebig Playfair Voit Chittenden	60–190 g 118 g 50–55 g	az izom munkától függ közepes izom munka nehéz fizikai munka esetén is
1930–45 1930	Népszöv. USA Tápl. Tanács Rose	1 g/testsúly kg 1 g/testsúly kg 8 essz. am. sav	nehéz fizikai munka esetén is
1957	FAO/WHO	0,66 g/testsúly kg	Faktorok: csecsemő gyermek terhesség szoptatás trópus stb.
1971	FAO/WHO	ffi 0,57 g/testsúly kg nő 0,55 g/testsúly kg	Faktorok csecsemő gyermek terhesség szoptatás trópus stb.

2. táblázat

## A szervezet napi N vesztesége

N veszteség módja	mg N/kg testsúly	mg N/Kcal
Vizelet .....	37	1,4
Széklet .....	12	0,4
Bőr .....	3	0,13
Egyéb (nyál, menstr., légzés) .....	2	0,08
Összesen .....	54	2,0

Ilyen biológiai vizsgálatoknál az egyik oldalon (illetve a nevezőben) szereplő N-t kémiai laboratóriumi analízissel megállapítani viszonylag könnyűnek látszik, akár elementáris analízissel, akár más (pl. *Kjeldahl*) módszerrel történik a vizsgálat, és ha csupán fehérje alakban levő és homogénen eloszlott nitrogénről van szó. Az utóbbi eljárásokhoz a fehérje átszámítási faktort is könnyen meg lehet állapítani és fel lehet használni a meghatározott N-nek a fehérjére való átszámítására.

Sokkal nehezebb azonban az embereken végzett vizsgálatoknál a számlálóban levő, tehát a szervezetben visszamaradó N-nek a meghatározása, illetve a fehérjék, nitrogén tartalmú anyagok biológiai hatásának regisztrálása. (Egy

hosszú ideig tartó kísérlet alatt ugyanis az egyén meglehetősen súlyos személyiség korlátozás alá kerül és így a kapott eredmények egyáltalán nem mondhatók fizioiógiasoknak, azaz reálisnak.) Általában az így elért eredmények  $\pm 30\%$ -os, tehát igen nagy ingadozást mutatnak. Ebben természetesen szerepet játszik az is, hogy a kísérlet során gyűjtött vizelet és széklet mellett az egyéb nitrogén veszteségeket rendszerint nem veszik figyelembe. A FAO/WHO Exp. Com. beszámolója (1973) (1) szerint kb. 15%-os variációs koefficiens mellett a 2. táblázatban feltüntetett napi nitrogén veszteségekkel kell számolni egészséges egyén esetében.

Lényegileg a nehézség az ilyen típusú, embereken végzett kísérleteknél abban van, – pl. még a jól reprodukálható és kisebb hibahatárral dolgozó *Kofrányi* és munkatársai (1967) (2) (3) módszerénél is – hogy egy-egy fehérje biológiai értékének meghatározása legalább 4 hetet vesz igénybe és ez a vizsgált egyéntől állandó intézetben való tartózkodást követel meg. A jól reprodukálható eredmények gyakorlati alkalmazhatóságával kapcsolatban így meglehetősen sok kétség merülhet fel, ha az ezalatt fellépő kényszerű, tartós fizikai és szellemi korlátozásokat figyelembe vesszük, mert az ilyen körülmények, ember esetében, súlyosan afiziológias hatásnak számítanak.

Tiszta fehérjék vizsgálata esetében jól reprodukálható eredményeket kaphatunk a *Mitchell*-féle patkánynövekedési kísérletekkel. Azonban ezek biológiai értékei teljesen nem vihetők át emberre, mert a patkányok többféle esszenciális aminosavat igényelnek, másrészt pedig különösen a kén tartalmú aminosavakban lényegesen nagyobb az igényük, mint az emberé, hiszen testfelületüket szőrzet borítja, s ez tudvalevően sok ilyen aminosavat igényel.

Ezzel szemben egyaránt teljesen elfogadottak és legújabbban is használatosak a patkányokon és gyermekeken szerzett Net Protein Utilization (NPU) fehérje biológiai minősítési értékelések, a kémiai analízis segítségével szerzett Chemical Score (CS) értékelés mellett (FAO/WHO 1973.). Azonban a gyermekeken megállapított NPU értékek alapján rendszerint túlbecsülik a felnőtt szervezet fehérje szükségletét mind minőségi, mind pedig mennyiségi vonatkozásban.

Az abszolút biológiai érték megadására és a közvetlen összehasonlításra az említett NPU és az új, megreformált aminosav szükséglet alapján megállapított CS módszerek nem alkalmasak és csupán a táplálék fehérjék bizonyos biológiai érték szerinti rangsorolását teszik lehetővé. A 3. táblázatból kitűnik, hogy a

### 3. táblázat

#### Néhány élelmiszerfehérje CS – NPU értékének összehasonlítása

Fehérje	Uj CS	NPU gyermek	NPU patkány
Teljes tojás .....	100	87	94
Női tej .....	100	95	87
Tehéntej .....	95	80	82
Búza .....	53	49	48
Rizs .....	67	63	59
Szója .....	74	72	65
Földi-mogyoró ...	65	54	47
Kukorica .....	49	36	52

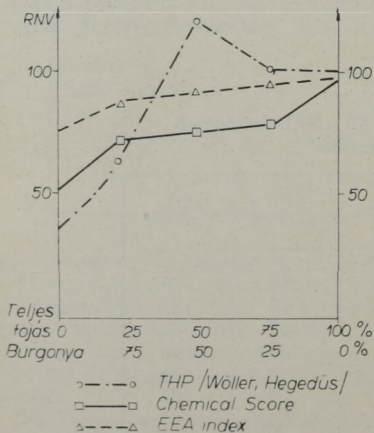
különböző módszerekkel meghatározott rangsorolás meglehetősen nagy szórást mutat.

Megjegyzendő, hogy fokozza a biológiailag meghatározott értékek egymáshoz való közelítését, ha alacsonyabb fehérjeszint mellett bőséges a kalória-fogyasztás. Az eltérések azonban még így is igen jelentősek, viszont az állatkísérletekben mindig tapasztalható biológiai szórást is figyelembe véve már a CS értékek is elegendő közelítéssel és elfogadhatóan jó objektív minősítést nyújtanak, egyúttal a vizsgálatok költségei is mindenképpen a CS módszer javára billentik a mérleget.

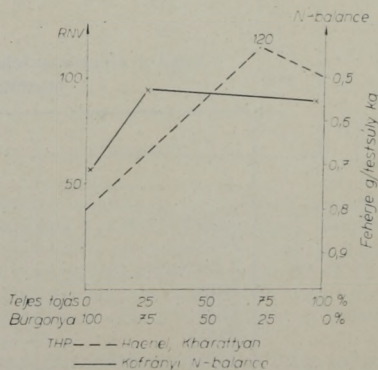
A fehérje biológiai érték meghatározására még az igen jól kidolgozott mikrobiológiai analitikai eljárásokat is használják, amelyek egyszerűbb szervezetek (mikroorganizmusok, protozoonok) által történő felhasználás alapján teszik lehetővé a fehérjék biológiai érték mérő rangsorolását. Igaz ugyan, hogy a korábban általános fehérje biológiai érték vizsgálatára alkalmazott *Streptococcus zimogenes* ma már csupán egyes aminosavak – pl. methionin – tesztorganizmusául lehet alkalmazni, tekintettel abban is, hogy az ember számára nagyon lényeges lizint nem igényli. Ezért választották újabban tesztorganizmusul a *Tetrahymena pyriformis*-t, amelynek hátránya csupán az, hogy az ember számára nem létfontosságú aminosavat, a szerint is esszenciálisan igényli. Továbbá eltér a magasabbrendű szervezetektől abban is, hogy a kisebb peptid vegyületeket is közvetlenül tudja hasznosítani, de a teljesen lehidrolizált aminosavakból álló táptalajon, az ugyanolyan aminosav-összetételű fehérje nitrogén forráshoz képest esetleg már csak 50–60%-os RNV-t (relatív nutritive value, viszonylagos tápérték) ad. Emellett figyelembe kell venni azt is, hogy a szükséges táptalaj sterilizése céljából végzett autoklavozás már jelentősen csökkentheti a fehérjék eredeti biológiai értékét.

Ezzel a jelenséggel magyarázható az a tény is, hogy egyes szerzők keverék fehérjékkel a teljes tojásfehérjénél is nagyobb RNV-t kapnak. Ugyancsak a steri-

A teljes tojásfehérje és a burgonyafehérje keverékeinek biológiai értéke



1. ábra



2. ábra

lezés hőhatásának tudható be továbbá az is, hogy a keverék fehérje megnövekedett RNV értékének maximuma a különböző szerzőknél (Wöller és Hegedüs (4), Haenel és Kharatyan (5)) nem azonos fehérje keverék arányoknál jelentkezik. (Lásd az 1. és 2. ábrát.)

Az ábrákból – amelyek egyéb fehérje biológiai értékmérő módszerekkel is összehasonlítást tesznek – kitűnik, hogy az egyik eljárással a teljes tojásfehérjét a burgonyafehérjével 1 : 1 arányban keverve kapjuk a maximális RNV értéket, míg a másik kísérletben kb. 1 : 2 arányban elegyítve a burgonyafehérjét a tojásfehérjével érjük el a legnagyobb értéket, ami meglehetősen nagy különbség. Maximumot mutat a biológiai hatás szempontjából az emberen végzett „N-balance” vizsgálat is, de ebben az esetben az utóbbihoz képest fordított keverék aránynál, az 1 : 2 = tojásfehérje : burgonyafehérje elegynél mutatkozik a maximum. Tehát különböző kísérletekben, vagy pedig embereken végzett megfigyelésekkel sem lehet biztonságos, összehasonlításra alkalmas a protozoonokkal történő fehérje értékelési módszer.

A fontosabb fehérje biológiai értékmérő eljárások e rövid áttekintése is már bőséges alapot nyújt arra, hogy levonjuk azt a következtetést, hogy egy-egy vizsgálati módszer mindig csak az adott körülményekre, a megválasztott feltételek mellett mutatkozó relatív rangsorolást teszi lehetővé.

A nagyszámú, ma már szinte áttekinthetetlen mennyiségű irodalmi adat további tanulmányozása ebben a véleményünkben csak megerősíthet.

Ebből a felismerésből kiindulva igyekeztünk az elmúlt 20 esztendőben elsősorban az élelmiszerek „fehérje-nitrogén tulajdonságú” anyagainak kémiai analitikai módszerekkel történő meghatározásával az összetételre, az élettani hatású összetevőkre vonatkozó törvényszerűségeket megállapítani és az in vivo biológiai értékelés számára kiindulási bázist nyújtani.

Mindjárt vizsgálataink kezdetén felmerült az elnevezésében nagyon általánosított növényi fehérje (rossz biológiai fehérje) kontra állati fehérje (jó biológiai értékű fehérje) felfogásnak az élelmianyagok elemzése alapján történő felülvizsgálatának szükségessége. A 4. táblázatban feltüntetjük néhány növényi és állati eredetű élelmianyag esszenciális aminosav tartalmát. Tehát a létfontosságú esszenciális aminosavak alapján, a fehérje forrásként számításba kerülő élel-

4. táblázat

Aminosavak							
Élelmiszer	Leucinok	Lizin	Metionin	Fenilal.	Treon.	Tript.	Valin
Marhafej-							
hús . . . . .	9,5	6,7	1,9	3,3	4,5	0,6	4,1
Inak . . . . .	9,6	2,5	1,0	4,0	1,8	0,2	7,7
Bőrke . . . .	7,0	3,0	0,8	2,9	1,0	0,2	5,4
Marhahús .	15,8	8,9	3,4	5,5	5,7	1,3	5,9
Burgonya .	15,3	10,1	2,0	4,8	6,5	1,9	5,6
Szója . . . . .	13,5	6,4	1,5	4,6	4,2	1,1	4,5
Gesztenye	15,0	8,2	1,6	4,3	5,4	1,3	6,5
Búza . . . . .	13,1	2,7	1,9	5,0	4,0	1,1	4,5

miszerek biológiai értékének kialakításában nem azok állati vagy növényi eredete, hanem a fehérjéket alkotó legfontosabb esszenciális aminosav tartalma az elsődleges szempont.

A másik vizsgált kérdés a növényfajták fehérje aminosav összetételének variációja, illetve megváltoztathatósága volt. Ezért a magyar növényneveléssel együttműködve olyan esetekben, amikor a növényfaj fehérjeje egyes aminosavakban hiányt mutatott, a különböző, sokszor külső megjelenésükben is eltérő növényfajtákkal összehasonlító vizsgálatokat végeztünk.

Az 5. táblázat tünteti fel néhány nagyobb számban vizsgált növényfajta fontosabb aminosavainak alsó és felső értékeit. Számos hazai élelmiszeripari végzett vizsgálataink eredménye szerint – amelyeket nemzetközi irodalmi adatok is megerősítenek –, aminosav összetételben csak kis különbségeket lehet tapasztalni egy növényfaj különböző fajtái között. Az 5. táblázatból látható, hogy a minimum és maximum értékek között a legnagyobb eltérés legfeljebb 20%, az esetek zömében azonban ennél lényegesen kisebb. Ezért az ilyen irányú növénynevelési munka eredményéhez nem szabad túlzott reményeket fűzni.

5. táblázat

**Növényfehérjék aminosav összetételének alsó és felső értékei**

Növényfaj	Leu + Ile.	Lys.	Met.	Phe.	Thr.	Try.	Val.
Búza ...	14,8 – 16,3	2,7 – 3,2	1,6 – 2,1	5,2 – 5,9	1,4 – 1,9	0,8 – 1,2	6,5 – 7,3
Zab ....	16,0 – 17,0	4,9 – 5,8	1,7 – 2,0	8,5 – 9,5	5,3 – 5,8	–	7,5 – 8,6
Lencse .	14,0 – 15,2	7,2 – 7,4	0,7 – 0,9	5,8 – 6,2	4,3 – 4,6	0,5 – 0,6	6,9 – 7,3
Napraforgó ..	12,1 – 13,0	3,7 – 4,1	2,1 – 2,3	5,2 – 5,3	4,7 – 5,0	1,5 – 1,6	4,9 – 5,0
Szárazbab ...	13,3 – 14,4	6,9 – 7,8	1,0 – 1,1	5,0 – 5,5	4,0 – 5,0	0,9 – 1,0	5,0 – 5,2
Szója ...	13,3 – 13,5	6,2 – 6,4	1,4 – 1,5	4,2 – 4,6	4,2 – 4,5	1,0 – 1,0	4,2 – 4,5
Földimogyoró	12,2 – 12,3	4,4 – 4,5	1,7 – 1,8	5,0 – 5,5	3,0 – 3,1	0,8 – 0,9	4,2 – 4,6

6. táblázat

**A fehérjefrakciók arányai a búzafehérjében**

Búzafajták	Fehérje frakciók			
	Albumin	Globulin	Glutelin	Prolamin
Bánkúti 1201 .....	1	2	3	4
Bezostája .....	0,8	1,4	3,7	4,1
Szkoroszpelka .....	0,9	1,4	4,0	3,8
San Pastore .....	1,4	2	2	4,5
Autonomia .....	0,8	2,5	3	4

Megvizsgálva a lehetséges ingadozások okát, megállapítottuk pl., hogy a búzamazag raktár és a funkcionális fehérjei bizonyos fő frakciókat alkotnak és ezek éppen az aktuális biológiai feladatoknak megfelelően dúsulnak fel.

A klasszikus fehérje frakcionálással szétválasztott búzafehérjéket több fajta esetében a 6. táblázatban tüntettük fel. Ennek alapján könnyen belátható, hogy az ilyen mértékű ingadozások határain belül a többé-kevésbé eltérő aminosav összetételű fehérje frakciók aránya túlzott befolyást az összfehérje aminosav összetételére nem gyakorolhat. Ha viszont valamilyen eljárással jelentősebb nemesítési eredményt el is lehet érni, akkor rendszerint az élelmiszeri elkészítéskor a fehérje fizikai viselkedésében következik be olyan mérvű változás (pl. síkér mennyiség, rugalmasság), hogy a termék a szokásos élelmiszer, étel előállítására már nem felelhet meg. Ilyen eredményekről számoltak be a lizinre nemesített indiai búzafajták esetében, amelyek ugyan kiváló élelmezési és takarmánybúzákká minősülnek, de a magyar igényeknek megfelelő ízletes kenyér nem állítható elő belőlük.

Az említett vizsgálatok után szükséges volt, hogy az élelmiszereknek az analitikai irodalomban igen ritkán és nagyon hézagosan megadott szabad aminosav értékeiről megbízható adatokat szerezzünk. Általánosságban megállapítottuk, hogy amíg egyes érlelt (részben fermentált) tartós állati termékek, mint pl.: a szárazkolbász, a szalámi és a sajt-félék, a növényiek közül pedig a zöldségfélék szabad aminosavakban dúsak, addig a gyümölcsök szinte kivétel nélkül ebben szegények (7. táblázat).

A zöldségfélék szabad aminosavaival kapcsolatban megállapítottuk továbbá, hogy az érés bizonyos szakaszában a növényi termékre az egyes szabad aminosavak bizonyos szintje jellemző. Igazolják ezt, trópusi klímán – Kubában – tett megfigyeléseink eredményei is, amelyek szerint sem a fajta, sem pedig az éghajlatbeli eltérés nem befolyásolja lényegesen az azonos növényi termékek szabad aminosav összetételi képét, amint erről már korábban beszámoltunk.

Az eddig elért kémiai-analitikai eredményeket természetesen nem tarthatjuk elegendőnek, hanem az élettani megfigyelések fokozásával párhuzamosan, továbbá biológiailag aktív N alkotórészek vizsgálatát kell elvégeznünk. Az újabb élettani vizsgálatok többek között számos olyan jelenségre mutattak rá, amelyek a nem esszenciális aminosavak és egyéb nitrogén források hasznosulását bizonyítják és az eddigi merev fehérjebiológiai érték fogalomnak módosítására készítetnek.

Az új, fentemlített FAO/WHO ajánlás biztonsági okokból például, mintegy 10 g fehérjét javasol a terhes nők alapszükségletéhez hozzáadni. Ezzel szemben ismeretes az a jelenség, amelyet éppen terhes nőknél megállapítottak, hogy a terhesség alatt az élelmiszerek fehérjeinek „tisztá fehérje értékesítése” (NPU) megjavul. Tehát a terhes nő részére a fehérjék biológiai értéke látszólag megnövekszik. A folyamat lényegét állatkísérletesen is bizonyítani lehet, mivel a nitrogén anyagcsere megjavulása úgy jelentkezik, hogy már a terhesség első szakaszában a máj karbamid képző effektusa mintegy felére csökken, viszont miként a fehérje anabolizmus előtérbe helyeződésekor mindig, a vér aminosav szintje megnövekszik.

Nyilvánvalóan hasonlóan, az élelmiszerek megváltozott fehérje biológiai értékét lehetne urémias betegeknel is kimutatni, ugyanis krónikus urémia esetében megfelelő optimális esszenciális aminosav összetételű, de a szükségletnél jóval kevesebb nitrogént tartalmazó táplálékkal rá lehet kényszeríteni a szervezet nitrogén háztartását arra, hogy az egyébként végső fehérje lebontási terméket a karbamidot, újra felhasználja a szervezet nitrogén szükségletének részbeni fedezésére. (Ez utóbbi megfigyelések nem azonos mechanizmuson alapsznak természetesen, mint az állattenyésztésben alkalmazott karbamid takarmány N források, ahol a bélflóra végzi a fehérjére való átalakítást.)

Állati és növényi eredetű élelmianyagok szabad aminosav-tartalma mg/100 g

	ALA	ARG	ASP	PHE	GLY	GLU	LEU	LYS	MET	PRO	SER	TYR	THR	TRY	VAL
Csabai szalámi ..	35,0	40,0	10,0	15,0	25,0	28,0	50,0	12,0	15,0	30,0	50,0	5,0	40,0	—	22,0
Gyulai kolbász ..	25,0	15,0	3,0	7,0	7,0	11,0	25,0	5,0	8,0	12,0	9,0	4,0	4,0	—	15,0
Párizsi .....	8,0	5,0	2,0	1,0	0,4	6,0	5,0	1,0	1,0	3,0	4,0	1,0	2,0	—	2,0
Ementáli sajt ...	10,5	3,0	13,0	15,0	10,5	37,0	47,5	18,0	5,5	26,0	—	6,5	15,0	15,0	21,0
Hóvirág sajt ....	10,0	12,0	6,0	30,0	16,0	58,0	84,0	10,0	12,0	50,0	—	10,0	10,0	30,0	26,0
Juhtúró .....	11,6	5,3	3,0	13,3	5,3	14,6	37,2	10,0	9,3	27,5	—	8,6	9,6	13,3	18,6
Burgonya .....	7,0	11,0	16,0	7,0	7,0	17,0	9,0	9,0	10,0	20,0	—	9,0	6,0	13,0	14,0
Fejeskáposzta ...	11,0	5,0	30,0	15,0	5,0	25,0	18,0	7,0	6,0	22,0	—	4,0	18,0	5,0	16,0
Kelkáposzta ....	26,0	9,0	28,0	14,0	36,0	49,0	21,0	13,0	8,0	40,0	—	6,0	23,0	—	18,0
Paprika (zöld) ...	17,0	4,0	24,0	5,0	3,0	13,0	9,0	6,0	7,0	12,0	—	5,0	11,0	10,0	12,0
Paradicsom .....	25,0	5,0	25,0	6,0	3,0	120,0	9,0	7,0	2,0	—	—	5,0	13,0	—	3,0
Paraj .....	16,0	—	4,0	8,0	12,0	11,0	20,0	12,0	6,0	6,0	—	6,0	6,0	—	10,0
Zöldbab .....	24,0	4,0	22,0	9,0	10,0	41,0	22,0	2,0	8,0	6,0	—	8,0	40,0	9,0	22,0
Zöldborsó .....	36,0	9,0	3,0	7,0	9,0	27,0	6,0	ny.	4,0	12,0	—	12,0	54,0	25,0	5,0
Alma .....	2,0	1,0	8,0	ny.	1,0	13,0	1,0	ny.	—	ny.	—	1,0	5,0	3,0	ny.
Cseresznye .....	ny.	—	2,0	ny.	2,0	2,0	ny.	—	—	—	—	2,0	2,0	ny.	ny.
Kajsziбарack ....	4,0	—	3,0	1,0	—	10,0	1,0	—	—	—	—	3,0	—	12,0	ny.
Körte .....	ny.	1,0	9,0	1,0	ny.	5,0	1,0	ny.	ny.	2,0	—	ny.	3,0	1,0	5,0
Szamóca .....	3,0	ny.	ny.	—	—	2,0	—	ny.	—	—	—	—	2,0	—	—
Szilva .....	1,0	—	2,0	2,0	1,0	3,0	5,0	—	3,0	17,0	—	8,0	1,0	1,0	5,0



A nem specifikus nitrogén forrás, a karbamid mellett, amelyet a szervezet bizonyos körülmények között a specifikus fehérje és esszenciális aminosav források helyett is fel tud használni, néhány más, nem specifikus nitrogén forrás emberi táplálkozásban való értékesülésére is gondolkunk kell. Azok a megfigyelések, amelyekét korábban csecsemőknél tettek, nevezetesen, hogy bizonyos mennyiségű glicin, vagy diammóniumcitrát a táplálék fehérje egy részét minden ártalom nélkül helyettesíteni képes, az utánvizsgálatok során felnőtteknél is igazolást nyert. Példának okáért az emberi táplálkozásra egyébként sem adekvát 6 g tengeri fehérje nitrogén + 6 g glicinből és diammóniumcitrát keverékből származó nitrogén forrás, 57 napon át tökéletesen tudta biztosítani felnőtt férfi nitrogén egyensúlyát. Tehát a szükségletre vetítve vissza, mintegy 40 g megfelelő biológiai értékű, tehát elegendő fehérjének felelt meg ez a fehérje forrás, ugyanis ha a kukorica fehérjének a felét a nála jóval értékesebb tejfehérjével helyettesítették, akkor sem mutatkozott statisztikailag kimutatható javuló tendencia. A további kísérletek még arra is készítették a kutatókat, hogy bizonyos ekvivalencia értékeket is adjanak meg a diammóniumcitrát + glicin keverék és a tejfehérjék között. Ezek szerint felnőtteknél 6 g diammóniumcitrát + glicin nitrogén 2 g tejfehérje nitrogénnek felelt meg. De a további vizsgálatok során az is kiderült, hogy a nem esszenciális aminosavak keveréke, mint nem specifikus nitrogén forrás, mégiscsak jobb biológiai hatású, mint egymagában a glicin, vagy a diammóniumcitrát.

Ezzel kapcsolatban kíváncsiak az a megjegyzés, hogy az esetleg évszázadok, évezredek táplálkozási szokásainak, az adaptációnak a nitrogén szükségletre gyakorolt hatásával általában nem szoktak foglalkozni, pedig mint említettük, az adaptációnak az életen belüli rövid periódusban is biológiai jelentősége lehet.

A nitrogén egyensúly kérdésénél azonban egy dolgot semmiféleképpen sem szabad figyelmen kívül hagyni. A biológiai érték klasszikus megfogalmazása szerint az egész szervezet nitrogén egyensúlyát vesszük irányadóul a fehérjék biológiai értékének, hatásosságának megítélésére. Ma már ennél tovább kell lépünk, hiszen bizonyos körülmények között, mint például az életkornak megfelelően, az említett terheességben, vagy különböző betegségi állapotokban a test szövetei különböző megterheléseknek vannak kitéve. Ennek következtében ma már talán nem túlzott a fehérje biológiai érték témakörében azt kihangsúlyozni, hogy az egész szervezet globális nitrogén szükségletén belül az egyes szövetek nitrogén, vagy még pontosabban aminosav szükséglete egy adott időpontban nagymértékben eltérő lehet. Másképpen fogalmazva tehát, egyazon időben a táplálék fehérje biológiai értékére nézve az egyes test-szövetek más és más élet-tani választ adnának.

Eddig csak a többé-kevésbé pozitív hatású fehérje biológiai érték tényezőkről esett szó. Ezen kívül azonban vannak még olyan, az élelmiszer-fehérjékhez kötött élettani tulajdonságok is, amelyek kimondottan negatív irányban befolyásolják a fehérjék biológiai hatását. Ilyenek például a nem enzimatis barnulás (a Maillard reakció), amely különösen néhány esszenciális aminosav – főleg a lizin – felhasználhatóságát gátolja, továbbá a fehérjéket kísérő természetes toxikus fehérjeanyagok, vagy például a lathirogenek, cyanogének, valamint a tripszin inhibitorok. Hasonlóképpen negatív tulajdonságúnak tekintik a táplálék-fehérjéket kísérő, nagyobb mennyiségű nem fehérje természetű N anyagokat is, mint például a karbamidot, az ammóniát, a purinokat és a húgysavat (főleg tengeri szervezetekben).

Míg a toxikusokat csaknem mindig az élettani megfigyelések hozták napvilágra, addig az utóbbi vegyületek jelenlétét az analitikai munka finomításával bizonyították. Az ilyen részleteiben elemző kutatómunka nem már nélkülözhetetlen, mivel az állatkísérletes biológiai érték vizsgálatunknál nem elégséges a nyers-

fehérje adatok alapján történő takarmány összeállítás, hanem figyelembe kell venni a nem fehérje vegyületek mennyiségét és az élelmiszer valódi fehérjetartalmára kell a takarmány-fehérje szintet beállítani.

Végezetül megemlíthető, hogy bár egyes nem fehérje nitrogén vegyületek (karbamid, diammóniumcitrát) esetében az intermedier anyagcserében még pozitív hatás is tapasztalható, az ammóniával kapcsolatban azonban negatív tapasztalatok is vannak. A közelmúltban jelent meg *Rudman* és munkatársai (7) közleménye arról, hogy megvizsgálva 64 élelmiszert, nem egy élelmiszerben az összes N 10–20%-át teheti ki az ammónia N. Ez pedig már egyes betegségekben szenvedőknél hiperammonémiát okozhat.

Összefoglalva tehát, a fehérje biológiai értéknek meghatározásakor, illetve helyesebben annak megítéléséhez, ismeretlen fehérje esetében helyes mindig a kémiai meghatározásokkal párhuzamosan *in vivo* vizsgálatokat is elvégezni, mert csak ez adhat megnyugtató választ arra, hogy valamilyen negatív vagy toxikus biológiai tényező nem rontja-e le az esszenciális és nem esszenciális nitrogén források, adott esetre valószínű biológiai hatását, illetve egy adott állatfaj, illetve adott életkörülmények között a nitrogén források hasznosulása milyen mértékű.

Emellett csakis a további szisztematikus analitikai munka, amely a fehérjébe beépített, valamint a szabad aminosavak mellett a karbamid-, ammónia-, purin-, húgysav-nitrogén és egyéb, a fehérjeértékesülést befolyásoló élelmianyag összetevők megismerésére irányul, nyújthat reményt arra, hogy egyfelől az egyszerűbben kivitelezhető és egyértelműbb kémiai eljárásokkal közelebb kerülhessünk a fehérjék valódi biológiai értékének meghatározásához, másfelől magyarázatot nyerhessünk a különböző élettani módszerekkel kapott eltérések okainak biokémiai hátterére vonatkozóan is.

#### IRODALOM

- (1) FAO/WHO Rep. (1973), Energy and Protein Requirements, FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52. WHO Technical Report Series No. 522.
- (2) *Kofrányi E., Jekat F.*: Hoppe Seilers Z. Physiol. Chem., 348, 84, 1967.
- (3) *Kofrányi E.*: Nahrung 17, 863, 1967.
- (4) *Wöller L., Hegedüs M.*: ÉVIKE (közlés alatt)
- (5) *Haenal H., Kharattyan S. G. (loc. cit.) Porter J. W. G., Rolf B. A.*: Proteins in Human Nutrition. Academic Press. London—New York, 1973.
- (6) *Lindner K.*: ÉVIKE, 12, 309, 1966.
- (7) *Rudman D. et al.*: Am. J. Clin. Nutr. 26, 487, 1973.

#### ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ БЕЛКОВ

*К. Линднер.*

Автор схематически обобщает основные сведения касающихся белков и потребности азота. Для оценки эффективности питания источников азота, которые могут быть как положительным так и отрицательным-считает необходимым проводить биологические исследования. Для объяснения физиологических явлений в тоже время предлагает обязательно усилить исследования небелковых составных частей пищевых продуктов.

## PROBLEME BEI DER BIOLOGISCHEN WERTBESTIMMUNG VON PROTEINEN

*K. Lindner*

Das Wesen unserer Kenntnisse bezüglich des Bedarfs an Proteinen bzw. Stickstoff wird schematisch zusammengefasst. Nach der Meinung des Verfassers sind biologische Untersuchungen zur Abschätzung der ernährungskundlichen Wirkung der Stickstoffquellen – die sowohl positive wie auch negative Wirkungen sein können – vollkommen unentbehrlich. Zur Erklärung der physiologischen Erscheinungen wird jedoch vorgeschlagen, Untersuchungen der Komponenten nichtproteinischer Natur in unseren Nahrungsmitteln in unbedingt grösserem Mass durchzuführen.

## PROBLEMS AT THE BIOLOGICAL EVALUATION OF PROTEINS

*K. Lindner*

A schematic survey is given of our present main knowledge concerning protein and nitrogen requirement, respectively. In the opinion of the author, biological investigations are indispensable in the estimation of the effects of nitrogen sources from the aspect of nutrition science which effects may be both positive and negative ones. However, in addition to this, an increased study of the components of non-protein type in foods is suggested for the elucidation of physiological phenomena.

## LES PROBLÈMES DE LA DÉTERMINATION DE LA VALEUR BIOLOGIQUE DES PROTÉINES

*K. Lindner*

L'auteur donne un compte rendu sur les notions principales relatives aux besoins de protéines et d'azote. Afin d'évaluer les effets nutritionaux des sources d'azote – qui, d'ailleurs peuvent être positifs et négatifs – l'auteur considère les examens biologiques indispensables. Il propose, cependant, qu'à part de cela on s'occupe plus attentivement des composants non-protéiques des denrées, afin d'expliquer les phénomènes de la physiologie.