

## Pri la analizo de proteinoj el nutradologia vidpunkto

Ilona Emma Gál (Hungario)\*

## 1. Enkonduko

Al la plej gravaj problemoj de nia jarcento apartenas la fenomeno de monda malsato. Pro tio prezentigis la projekto, ke la ĉi-riktaj esploradoj kaj fortostreĉoj okupu emfazitan lokon kadre de planata Universitato de Unuigintaj Nacioj (la rezidejo verŝajne estos en Tokio) inter la "premaj tutmondaj problemoj de homa pluvivado, evoluado kaj bonfarto" tiel nomataj laŭ la Ĉarto de tiu ĉi Universitato. Temas antaŭ ĉio pri la ekkono de bazaj nutraj bezonoj en la dieto de homoj, kiuj loĝas en diversaj regionoj kun variaj klimatoj, altitudoj kaj ĉirkaŭaĵoj, kaj pri la aplikado de la scio al praktikaj demandoj, kiujn frontas la homoj ĉiutage.

Estas sciante, ke la malsatado nuntempe havas plejofte ne kvantan, sed specialan, kvalitan karakteron, do fontas el parta manko de gravaj por la sano komponantoj, precipe el tiu de la proteinoj.

Ĉar ĉiaspeca orientiĝo kaj praktika aplikado koncerne la protein-problemon baziĝas sur detala ekzamenado de nutraj-proteinoj rilate al la procenta enhavo, ĥemia konsisto kaj biologia valoro, mi opinias ke, estos interese mal-longe trarigardi la ĉefajn analizmetodojn el nutradologia vidpunkto kaj kelkajn koneksajn demandojn.

Antaŭ ĉio jen kelkaj bazaj scioj pri nutraj-proteinoj:

La proteinoj estas — kiel konate — nitrogenhavaj organikaj kombinaĵoj kun molekula maso inter kelkmil kaj plurmilionoj. La konstruado de tiuj makromolekuloj partoprenas ĝenerale 20 "konstru-brikoj", aminoacidoj, jenaj:

alanino (ALA)	fenilalanino (FE)	izoleŭcino (ILEU)	serino (SER)
arginino (ARG)	glicino (GLI)	leŭcino (LEU)	tirozino (TIR)
asparaginacido (ASP)	glutaminacido (GLU)	lizino (LIZ)	treonino (TRE)
asparagino (ASN)	glutamino (GLN)	metionino (MET)	triptofano (TRI)
cisteino (CIS)	histidino (HIS)	prolino (PRO)	valino (VAL)

\* Dr. fil., kandidato de la ĥemiaj sciencoj, emerita sekciestrino, Budapeŝto.

MASUDA, Y. (1974): *Study of wave-activated generator for island power and land power.* 11<sup>e</sup> Colloque International sur l'Exploitation des Océans, Bordeaux, Francio, 1-4 okt. 1974, vol. 2, 119-127.

MILLER, E. (1977): Privata informo. Wimpey Laboratories Ltd., Hayes, Middlesex (Anglio).

MOLLISON, D. k.a. (1976): *Wave power availability in the N. E. Atlantic.* Nature, vol. 263, 16. sep. 1976, 223-226.

NEW SCIENTIST, anon. (1977): Notico, New Scientist, 24 mar. 1977, p. 702.

PLANERINGSGRUPPEN... (1976): *Vågenergi i Sverige. Rapport från planeringsgruppen för vågenergi — NEPÖ/V.* Göteborg, 29 dec. 1976. (Del av planeringsrapport NE 1977:4, Nämnden för energiproduktionsforskning).

RICHARDS, A. F. (1976): *Extracting energy from the oceans.* Marine Technology Society Journal, vol. 10, n-ro 2, feb.-mar. 1976, 5-24.

SALTER, S. H. (1974): *Wave power.* Nature, vol. 249, 21 jun. 1974, 720-724.

TÖRNKVIST, R. (1975): *Havvågskraftverk och effektgenererande vågbrytare.* Svenska Tekniska Vetenskapsakademien i Finland. Meddelande nr. 28, Helsingfors 1975.

TÖRNKVIST, R. (1976): *Havets vågor.* Teknisk Tidskrift, n-ro 1-2, 1976, 15-19.

WALTON SMITH, F. G. (1973): *The seas in motion.* Thomas Y. Crowell Co., New York, 1973, 228-229.

## Energi frå havbolgjer

*Den naturlege energien som bolgjene forer inn mot alle kystar, er av same storleiksorden som elektrisitets-produksjonen i verda no. Det blir kort gjort greie for omlag eit dusin ulike prosjekt, mellom dei fire nordiske, som er i gang med tanke på ei framtidig utnytting av bolgjeenergien. Forskningsinnsatsen er storst i Japan og i Storbritannia. Arbeidet no og framover med utvikling av bolgjekrafterk blir drofta til slutt.*

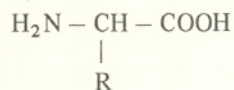
## Komputoro

SCIENCAJ KOMUNIKAĴOJ, eldonataj de Budapeŝta Teritoria Komitato de HEA, publikigis artikolon de A. MÜNNICH (1978, 14-18), kiu akre eĉ ofende kritikis la direktoron de TC-IISAE, R. EICHHOLZ. La redaktoro de SK, d-ro O. Haszpra, konfesas (l. ĉ.p. 13), ke li iom hezitis, ĉu publikigi la tekston de ing. Münnich sensaĝe. Fine li decidiĝis, enkonduki ĝin per saĝaj vortoj kaj garni per trafaj glosoj. En la nomo de ISAE mi dankas lin kaj samtempe defendas la TC-direktoron. Ĉiu aŭtoro ja rajtas ne konsenti kun ajna opinio, tamen li honeste klopodu regi sian emocijon kaj diskuti laŭeble sur strikta scienca bazo. Ekz. la bruskan aserton, ke la termino "komputoro" estas "lingve erara", apenaŭ povos subteni seriozaj lingvosciencistoj, kompetentaj prijuĝi etimologian, semantikan, morfologian kaj leksikologian aspektojn de la koncerna vorto. Maksimume oni rajtas aserti, ke el iuj vidpunktoj ĝi ŝajnas ne konveni.

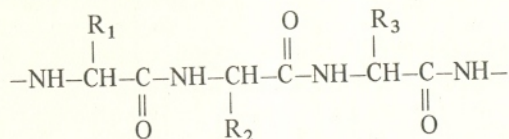
Mi ne emas malŝpari la paĝojn de nia revuo per detala lingva analizo de la termino "komputoro", sed inklinas — laŭ miaj nun disponeblaj scioj — preferi kaj rekomendi ĝin antaŭ "komputero", "komputilo" aŭ aliaj.

La ĉefredaktoro

La ĝenerala formulo de aminoacidoj estas:



Ĉiu aminoacido havas amfoteran karakteron; pro amino-grupo ( $-\text{NH}_2$ ) ĝi estas bazo, kaj pro karboksil-grupo ( $-\text{COOH}$ ) acido. Per tiuj du grupoj ligiĝas la aminoacidoj, formante t.n. peptid-ligojn ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) kaj estigas pli malpli longajn polipeptidajn ĉenojn:



En la formulo  $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3 \dots$  reprezentas diversajn radikalojn de la unuiĝintaj molekuloj.

Laŭ nutra valoro ne ĉiu proteino estas samvalora. Por la homo 8 aminoacidoj pruviĝis esencaj, do nemalhaveblaj en la proteino por certigi la normalan metabolon, kaj krome en juna organismo la kreskadon. La biologia valoro de proteino ĉefe dependas de la kvanto kaj proporcio de ĝiaj esencaj aminoacidoj.

Tab. 1 denombrias la ok esencajn aminoacidojn kaj informas pri la ĉiutaga bezono (v. C. *SIEKMANN-STEFFENS* 1974, p. 19).

Tab. 1: Minimuma bezono de esencaj aminoacidoj (g/tago)

	viroj	virinoj	infanoj kaj gejunuloj
valino	0,8	0,46 – 0,65	1,6
leŭcino	1,1	0,17 – 0,62	2,2
izoleŭcino	0,7	0,25 – 0,45	1,4
metionino	1,1	0,35 – 0,55	2,2
fenilalanino	1,1	0,12 – 0,22	1,0
treonino	0,5	0,10 – 0,30	1,6
lizino	0,8	0,4 – 0,5	0,25
triptofano	0,25	0,08 – 0,16	0,5

Videblas, ke la bezono de diversaj aminoacidoj malsamas laŭ aĝo kaj sekso.

Tab. 2 montras enhavon de kelkaj gravaj nutraĵoj je proteinoj kaj esencaj aminoacidoj (indikoj laŭ R. *TARJÁN* – K. *LINDNER* 1974).

Por la homa organismo la animaldevenaj proteinoj plejofte valoras pli ol la vegetaldevenaj. Nome, en pluraj el inter ĉi-lastaj unu aŭ alia aminoacido troviĝas en multe pli eta kvanto ol estus bezonata. La esenca aminoacido ĉe-

Tab. 2: Enteno de kelkaj nutraĵoj je proteinoj kaj esencaj aminoacidoj

nutraĵo	protein- enhavo %	aminoacido (g en 100 g da proteino)								
		FE	ILEU	LEU	LIZ	MET	TRE	TRI	VAL	
bovviando	20,6	5,7	6,3	7,7	8,9	3,4	5,7	1,3	5,8	
bovo-hepato	20,9	5,0	5,5	8,4	8,3	2,5	4,7	1,1	5,8	
bovinlakto	3,5	5,3	6,2	11,3	7,5	3,3	4,6	1,6	6,6	
tuta ovo	13,5	5,1	5,1	9,2	7,4	3,0	4,9	1,0	6,9	
tritikfaruno	14,0	5,0	4,5	8,6	2,7	2,4	4,0	1,1	4,5	
terpomo	2,5	4,8	5,4	9,9	10,1	2,0	6,5	1,9	5,6	
pizo (seka)	22,7	3,5	6,7	7,8	7,0	0,8	4,0	0,6	6,2	
sojo	41,5	4,6	6,2	7,3	6,4	1,5	4,2	1,1	4,5	
rizo (polurita)	8,0	5,5	4,5	8,1	3,0	3,3	4,1	1,2	6,0	

estanta en plej malgranda kvanto nomiĝas **limiga aminoacido**, ĉar la organismo povas utiligi la aliajn esencajn aminoacidojn nur proporcie al ĝi, do ĝi grave efikas sur la kvaliton, biologian valoron de la proteino. Tiel limige funkcias ekz. la lizino en la tritiko, la metionino en la pizo. Prenante la nutran valoron de la ovoproteino 100%, tiu de la tritiko-proteino estus nur ĉirkaŭ 50%, kaj tiu de la pizo-proteino ĉ. 60%.

Por eviti tiun malavantaĝon, la plej simpla metodo estas konsumi mankantajn proteinojn kune kun plenvaloraj, ekz. terpomon kun ovo (optimuma proporcio 64:36), aŭ rizon kun lakto k.t.p., ĉar la "superabundaj" aminoacidoj de plenvaloraj proteinoj efikas kompletige sur la malpli valorajn. Aliflanke, oni povas ankaŭ ĥemie kompletigi proteinojn per aldono de zorge kalkulitaj kvantoj de mankantaj aminoacidoj.

## 2. Analizmetodoj por determino de la ĥemia konsisto de proteinoj.

Ĉar la procenta enteno de la nutraĵo je proteinoj povas esti tre diversa (v. tab. 2), la unua paŝo ĉe la analizo ĝenerale estas la determino de la **tuta protein-enhavo**. La analizisto uzas por tiu celo plejofte iun freŝdatan varianton de la klasika metodo de *Kjeldahl* (1883). Tiu metodo baziĝas sur la fakto, ke el organikaj kombinaĵoj, enhavantaj nitrogenon – okaze de ilia malkomponado per varmega, koncentrita sulfuracido – la ligita nitrogeno reduktiĝas al amoniako, kaj tiu ligiĝas kun la superabunda sulfuracido je nevolatila amoniosulfato  $(\text{H}_4\text{N})_2\text{SO}_4$ . El tiu kombinaĵo amoniako estas liberigebla per forta lesivo (kuite  $\text{NaOH}$ ), kaj estas transdistilebla en precize konatan kvanton da acido; ties superabundon oni reentitras.

La **prikalkulado** baziĝas sur la ĝenerale akceptita supozo, ke la enhavo de protein-miksaĵo je nitrogeno estas 16%. Sekve, se oni multobligas la nitrogen-

enhavon per la faktoro ( $100/16 =$ ) 6,25, oni ricevas la tutan protein-entendon de la provaĵo.

En certaj okazoj povas esti necese ekstrakti la tuton de proteinoj el nutraĵoj kaj apartigi la unuopajn komponantojn. Ĉi tiun procedon antaŭas dispecetigo kaj homogenigo de la provaĵo; oni frakasas la ĉelojn plejofte per alterna frostigo kaj degeligo, aŭ per ultrasono. Poste sekvas la desolvo kaj **divido en frakciojn**, kelkfoje ankoraŭ laŭ la klasika metodo de *Osborne* (1907) surbaze de la **solvebleco**. Laŭ tiu distingigas la **konataj grupoj**: albuminoj (solveblaj en akvo, diluitaj sal-solvaĵoj, acidoj kaj lesivoj), globulinoj (nesolveblaj en akvo, jes en diluitaj sal-solvaĵoj, acidoj kaj lesivoj), glutelinoj (nesolveblaj en neŭtralaj solviloj, jes en diluitaj acidoj, lesivoj), prolaminoj (solveblaj en 50-90%-a alkoholo), kaj skleroproteinoj (nesolveblaj). Menciindas, ke sur la solveblecon grave efikas temperaturo kaj pH.

Ĝisdata procedo por frakcii proteinojn en komponantojn estas la t.n. **jon-interŝanĝa ĥromatografio** (v. sube).

Por esplori la ĥemian konsiston de proteino aŭ -miksaĵo, oni devas malkombini ĝin per **hidrolizo**, ĝis la "konstrubrikoj", aminoacidoj. Al tiu celo servas acidoj, lesivoj aŭ enzimoj. En la praktiko oni plejofte uzas 20%-an ĥloridan acidon, kaj varmigas la protein-miksaĵon kun la acido dum 18-24 horoj. Per tiu ĉi longa acid-efiko kelkaj aminoacidoj (precipe triptofano) difektiĝas. Se gravas, precize determini ties kvantojn, oni aplikas paralele ankaŭ aliajn oportunajn metodojn. — La superfluan acidon oni forpelas per ripetita distilado en vakuo. La postrestinta seka substanco servas kiel bazmaterialo por la analizo.

La analizado de aminoacidoj nuntempe okazas plej ofte per ĥromatografio, kiu estas unu el la plej elstaraj plenumaĵoj de la analiza ĥemio.

La principo de **ĥromatografio** estas jena: Komponentoj de miksaĵo, inversigeble ligitaj al (plejofte solida) portilo (**stabila fazo**) postrestas sur ĝi en individuaj diversa grado, se trafluas ĝin solvilo, eluanto (**mobila fazo**), sekve disigas je apartaj makuloj.

La plej konata varianto de la metodo baziĝas sur la diversa **adsorbopovo** de komponantoj. Tiel apartigis la ellaborinto *Cvet* (1906) vegetalajn kolorigilojn sur kolonoj el pulvoro de aluminio ( $Al_2O_3$ ).

Tamen, por hidrofilaĵ (en akvo solveblaj) substancoj, kiaj estas la aminoacidoj, plie taŭgas la **paperĥromatografio** (*Consden, Gordon, Martin* 1944). Ĉi tie la stabilan fazon reprezentas la papero, pli precize tegaĵo el hidratoj (do akvo), elformiĝinta ĉirkaŭ la (celulozo)-molekuloj de la papero. Sekve, la aminoacidoj **dividiĝas** — laŭ sia materiala kvalito — **inter du likvaj fazoj**.

La teĥniko estas simpla. Oni uzas striojn de filtropapero. Proksime al unu ekstremo oni surmetas gluteton da apartigenda hidrolizaĵo. Post sekiĝo de la guteto oni permesas al konvena solvilo (ekz. miksaĵo el n-butanolo, aceta acido kaj akvo 4:1:5) sorbiĝi de tiu ekstremo en la paperon kaj kuri kiel mobila fazo ĝis certa distanco. Poste oni sekigas la paperon, kaj por riveli (videbliĝi) la

ĥromatogramon, oni aspergas ĝin per reakciilo, oportune per diluita solvaĵo de ninhidrino. Post varmigo, la aminoacidoj aperas kiel bluetaj-violaj makuloj sur la papero, liverante **unu-dimensian** ĥromatogramon (ĉar la mobila fazo kuris en nur unu direkton).

Plietigi la disig-povon oni povas helpe de ĥromatogramo **du-dimensia**, nome tiel, ke oni turnas la paperon post la sekiĝo (sed antaŭ la rivelo) je 90 gradoj kaj kurigas alian solvilon tra ĝi. Post denova sekiĝo sekvas la rivelo. Tiamaniere eĉ 20 aminoacidoj estas disigeblaj.

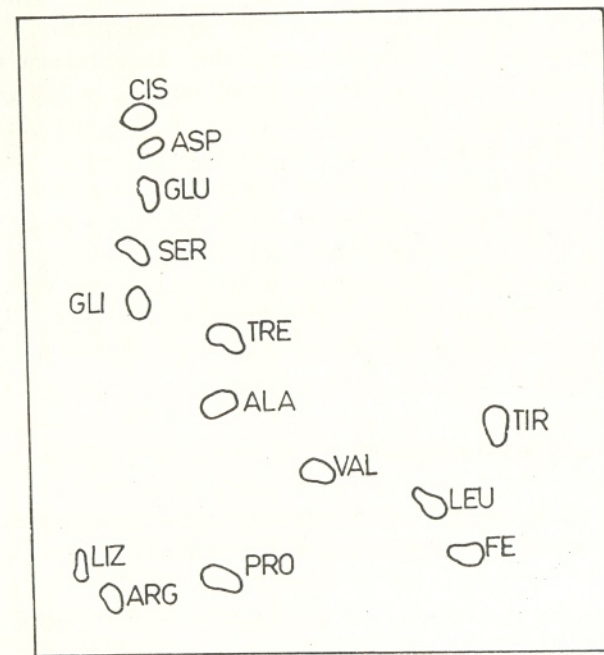


Fig. 1: Du-dimensia paperĥromatogramo de aminoacidoj.

La paperĥromatografio ebligas ne nur identigon de la unuopaj komponantoj, sed ankaŭ taksadon de kvantaj valoroj, surbaze de grandeco aŭ intenso de la makuloj, aŭ mikroanalizo de substancoj, el ili desolvitaj.

Por rapida identigo kaj taksado oni prefere laboras per **ĥromatografio** sur minca tavolo (*Stahl* 1958): Sur glaso-plato oni preparas mincan (ĉ.  $250\mu$  m-ojn dik) tavolon el taŭga, plejofte neorganika adsorbilo. Aplikante la teĥnikon de dividiĝo inter du likvaj fazoj (stabila fazo estu hidrat-tegaĵo) oni pretigas bonkvalitan ĥromatogramon — anstataŭ dum pluraĵ horoj — dum 15-20 minutoj.

Por kvante, precize determini la ĉeestantajn en hidrolizaĵo aminoacidojn,

oni ĝenerale laboras per **jon-interŝanĝa kromatografio**. Ĉi tie la stabila fazo plejofte konsistas el plasto, ekz. artefarita rezino, kiu entenas acidajn (katjon-interŝanĝajn) aŭ bazajn (anjon-interŝanĝajn) grupojn, enkondukitajn per ĥemia procedo. Per tiu — kutime granulforma — portilo oni plenigas kolonon, poste malrapide tralasas solvaĵon, kiu enhavas la aminoacidojn. Tiuj ĥemie, salece ligiĝas al la portilo, laŭ sia elektra ŝarĝo. Se oni antaŭe acidigis la solvaĵon, kiel kutime ĉe aminoacidoj, ĉi tiuj ligiĝas kiel katjonoj. Nun sekvas la eluado (tralo per mobila fazo), plejofte per plialtigo de pH. En ties daŭro laŭvice liberigis la acidaj, neŭtralaj kaj bazaj aminoacidoj, aperas ĉe la malsupra finaĵo de la kolono kaj kolektiĝas en aŭtomataj frakcio-kolektiloj. Aldonante reakcion (ninhidrinon), oni determinas la koncentritecon kolorimetrie.

Se la primara celo ne estas kompleta analizo, sed determino de nur unu aŭ kelkaj aminoacidoj, ankaŭ **mikrobiologiaj metodoj** povas fari valorajn servojn. Ili baziĝas sur la biologia efiko de la determinenda substanco. Nome, por la vivaktiveco de kelkaj mikroboj (bakterioj, fungoj, protozooj), certaj aminoacidoj, vitaminoj kaj aliaj kombinaĵoj estas bezonataj. La principo de analizo: Se iu inter la substancoj, nemalhaveblaj por la test-tribo mankas el la nutra medio, ĝenerale tute ne okazas kreskado. Aldono de la mankanta komponanto — en pliiganta kvanto ĝis la optimumo — kondukas al proporcie ĉiam pli intensa evoluo, mezurebla per acidometrio, turbidimetrio aŭ alimaniere. El la akiritaj indikoj konstrueblas kalibra kurbo, de kiu la kvanto de la determinenda efikilo estas rekte legebla.

### 3. La determinado de la biologia valoro.

Biologia valoro nomiĝas la procenta utiligo de la nitrogeno, alprenita per la nutraĵo. La procedoj, ellaboritaj por ĝia determinado, estas metodoj ĥemiaj aŭ “en vivo”.

1) La **ĥemiaj metodoj** baziĝas sur la enhavo de aminoacidoj. Jen kelkaj karakterizaj variantoj:

“*Chemical Score*” (Mitchell kaj Block 1946). Ĝi komparas la procentan enhavon de esencaj aminoacidoj kun tiu de la ovoproteino. La procenta defikito en la **limiga** aminoacido (v. supre) egalas la biologian valoron. Ekz. en la tritiko-gluteno la limiga aminoacido estas la lizino, enhavo 2,1%. Komparite kun la lizino-enteno de la ovo-proteino 6,7%, la defikito, la “*Chemical Score*” kalkuligis al 68,7%.

La **EAA-indico**, esenca aminoacid-indico (*essential amino acid index* Oser 1951), diferencas de la “*Chemical Score*” nur tiurilate, ke ĝi konsideras ĉe la kalkulado ĉiujn esencajn aminoacidojn, kaj ne nur la limigan.

La **rilato E/T** (*E/T ratio*, FAO 1965) montras, kiom da gramoj da esencaj aminoacidoj estas alprenitaj — po unu gramo de tuta nitrogeno — per la koncerna nutraĵo. Ekz. per la ovo 3,09 g, per tritiko-gluteno 1,93 g.

La **rilato E/N** (*E/N ratio*, FAO 1965) iom simile montras la rilaton de la esencaj aminoacidoj al tiu de la ne esencaj. Ĝi estas ekz. en ovo 1:1,02, en la tritiko-gluteno 1:219.

Ĉiuj tiuj du lastaj kalkuladoj akordiĝas kun esplorrezultoj, laŭ kiuj ne nur la esencaj aminoacidoj havas efikon sur la biologian valoron, sed ankaŭ aliaj aminoacidoj (v. sube).

2) La **metodoj “en vivo”** baziĝas ĉefe sur mezurado de la metabolo de vivaj organismoj, plejofte de ratoj aŭ porkoj, kelkfoje de hundoj aŭ kortobirdoj. Remaĉuloj ne taŭgas por tiaspecaj eksperimentoj pro la granda diferenco de sia digesta sistemo. Ĉi tie menciindas ankaŭ la metodoj utiligantaj la metabolon de mikroboj.

La plej gravaj kriterioj de la pritaksado de nutra valoro “en vivo” estas jenaj:

— la **N-bilanco** (nitrogen-bilanco); laŭ ekvacio de FAO (1957)

$$B = a - (u + f) \quad \text{kie} \quad \begin{array}{l} a \dots \text{alprenado de N} \\ u \dots \text{urino} \\ f \dots \text{fekaĵo} \end{array}$$

Se malpli da nitrogeno ekskreciĝas ol iĝas alprenita, la N-bilanco estas pozitiva. Ju pli bone iu nutraĵo-proteino kontentigas la bezonojn de organismo, des pli malgranda estas la kvanto per kiu la bilanco egaligis.

Sur la mezurado de la N-bilanco baziĝas pluraj gravaj metodoj kaj variantoj.

— La **kreskado** estas bone aplikebla kriterio ĉe junaj organismoj; ankaŭ ĝin utiligas pluraj variantoj.

Ekz. ĉe determino de la **relativa kreskada kurbo** (*Hegsted kaj Chang Yet* 1965) kurboj estis konstruitaj, montrantaj la kreskadon de bestoj (ratoj), nutritaj per diversaj test-proteinoj, kaj poste komparitaj kun similaj kurboj konstruitaj por bestoj, nutritaj per plenvolara proteino (albumino). Se la nutran valoron de ĉi-lastaj oni prenis 100%, la biologia valoro de kazeino pruvigis por ili 70%, tiu de sojoproteino 33,7 kaj tiu de la tritiko-gluteno 21,8%.

El inter **mikroboj** la plej ofte aplikitaj test-triboj estas **bakterioj**, ĉefe pro la relativa rapideco de ilia kulturado. Kaŭzas tamen iom da malfacilaĵo la fakto, ke la proteinojn ekzamenendajn pri kvalito, aldonitajn en la nutran medion, oni devas en ĉiu okazo prehidrolizi per enzimoj “en vitro”, krome, eventuale kompletigi la nutran medion per aliaj, por la bakterio bezonataj aminoacidoj. Ekz. la test-tribo *Leuconostoc mesenteroides* P<sub>60</sub> bezonas krom ĉiuj, por la homo esencaj aminoacidoj ankoraŭ 8 aliajn por sia evoluo. Kiel mezuro de la bakteria kreskado servas la laktoacido, produktita dum ĝia metabolo. Oni komparas la ricevitajn indikojn kun tiuj de plenvolara fonto (*Nehring kaj Wunsche* 1959).

Elstarajn proprecojn havas la **protozoo** *Tetrahymena pyriformis* kaj precipe ties **tribo W**. (*Rosen* k.a. 1958; *Teunison* 1961). Ĝi bezonas la samajn esencajn aminoacidojn, kiel la homo, ĝi posedas eksterĉelajn proteinazojn, per

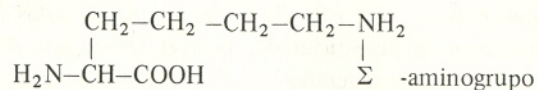
kiuj ĝi memstare hidrolizas la proteinojn, aldonitajn en la nutran medion, krome, ĝia kreskado estas proporcia al la nutra valoro de proteinoj, ĝi eĉ estas sentiva al ties difekto pro teĥnologiaj kaŭzoj. Tamen, pro la ege komplika kaj longdaŭra bredado kaj mezurado, la metodo nur malofte estas uzata en laboratorioj.

Antaŭ ol kompari la metodojn per kies helpo eblas determini aŭ taksu la kvaliton de proteinoj, ni devas okupiĝi pri kelkaj faktoroj, kiuj pli malpli grave povas efiki sur la nutran valoron, ties mezuradon kaj prijuĝon:

— Gravas la diferencoj inter la organismoj rilate al nutraj bezonoj. Ĉe eksperimentoj kun bestoj la rezultatoj ne estas senkondiĉe aplikeblaj al homoj, ĉefe se temas pri kreskantaj ratoj, kies bezono precipe koncerne la triptofanon estas multe pli granda ol tiu de adultaj homoj. Ankaŭ la nutra bezono de porkoj similas al tiu de ratoj. Por hundoj ankaŭ la histidino ŝajnas esti esenca. Ĉe kortobirdoj dum la plumiĝo pli multe da metionino estas necesa. Ĝenerale ankoraŭ pli granda estas — memkomprene — la diferenco inter la nutraj bezonoj de mikroboj kaj tiuj de la homo.

— Gravas la konsisto de la dieto, kiu efikas sur la utiligon de proteinoj kaj aminoacidoj precipe dum la kreskado. Se ĝi ne kontentigas la bezonon je energio, per liverado de sufiĉe multaj kalorioj el karbonhidratoj kaj grasoj, parto de alprenitaj proteinoj devas anstataŭi ilin. Samtiel ludas signifan rolon alprenado de sufiĉaj kvantoj da mineralaj substancoj kaj vitaminoj, male perdiĝas korpo-substanco, kio siaflanke efikas sur utiligon de proteinoj. Krome, ankaŭ abunda ĉeesto de neesencaj aminoacidoj pruviĝas grava, alimaniere la esencaj parte transformiĝas al neesencaj kaj malkreskas la kvanto de por la vivo nemalhaveblaj, esencaj aminoacidoj.

La teĥnologio povas efiki avantaĝe kaj malavantaĝe sur la nutran valoron. Kuireja varmigo ĝenerale plialtigas la digesteblecon, sed varmigo ĉe pli alta temperaturo, precipe per seka varmo plejofte malutilas, kaŭzas perdojn je esencaj aminoacidoj. Koncerne la lizinon oni supozas, ke ĝia t.n. Σ-aminogrupa



reagas kun —CO— grupo aŭ aliaj aktivaj grupoj, kaj elformiĝas kombinaĵoj rezistaj al digestaj enzimoj, sed ne al acidoj; do tiu difekto ĝenerale ne malkovriĝas.

Sur tiu supozo baziĝas sprita ĥemia metodo pri taksado de la proteinkvalito per determino de la “disponebla lizino” (Carpenter kaj Ellinger 1955). Ĝi utiligas la fakton, ke nur lizinmolekuloj kun reagemaj Σ-grupoj, do valoraj el nutra vidpunkto, formas koloran kombinon kun la reakciilo fluoro-dinitrobenzeno (FDNB), kolorimetrie mezureblan post hidrolizo per acido.

Superrigardante la metodojn pri la determino de la kvalito de nutraĵo-

proteinoj, oni povas konstati jenon:

La ĥemiaj metodoj havas la avantaĝon de relativa simpleco kaj rapideco, sed la malavantaĝon, ke ili ne konsideras, ĉu la organismo vere povas utiligi la aminoacidojn tiom, kiom rezultas el la diversaj kalkuladoj.

La biologiaj metodoj evitas ĉi tiun malavantaĝon, sed estas pli komplikaj kaj longdaŭraj. Inter ili plej fidindaj estas la metodoj, per kiuj mezureblas la N-bilanco, kvankam ankaŭ ili dependas en certa grado de provizore ne ĉiam precize kalkuleblaj faktoroj, precipe de la diferencoj inter la protein-utiligo de la test-organismo kaj la homo.

Laŭ ĝenerala praktiko de la lastaj jaroj oni kutimas kombini metodojn ĥemiajn kaj “en vivo”, pritaksante la nutran valoron surbaze de ambaŭ. Tio estas ege longdaŭra procedo.

Resume estas konstateble, ke por determino de la ĥemia konsisto de proteinoj la analizisto disponas pri pluraj rapidaj kaj precizaj metodoj, sed por ekzamenado de la biologia valoro ankoraŭ ne. El tiu situacio sekvas primara tasko de esploristoj: ellabori laŭeble simplajn rapidajn, por ĉiutaga rutinlaboro taŭgajn analizmetodojn, surbaze de kiuj oni fidine povu determini la kvaliton de proteinoj en niaj nutraĵoj.

#### 4. Literaturo

- GÁL, I. E. (1969): *A mikrobiológia szerepe élelmiszereink minőségvizsgálatában. — Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 15.
- GÁL, I. (1978): Enkonduko en la nutraĵo-sciencan. — *Sciencaj Komunikajoj. Budapest. HESTER, J.* (1977): Kiel praktiki la sciencan? — *Esperanto*, 70. *Rotterdam.*
- POMERANZ, Y. — MELOAN, C. E. (1971): *Food Analysis. — The AVI Publishing Company Inc. Westport.*
- SCHORMÜLLER, J. (1967): *Handbuch der Lebensmittelchemie, II. Bd, 2. Teil. Springer, Berlin-Heidelberg-New York.*
- SIEKMANN-STEFFENS, C. (1974): *Vergleich von Proteinbewertungsmethoden in ernährungsphysiologischem Aspekt. — Diss. Bonn.*
- TARJÁN, R. — LINDNER, K. (1974): *Tápanyagtáblázat 8. kiad Medicina. Budapest.*
- TELEGDY KOVÁTS, L. — HOLLÓ, J. (1957): *Élelmészési iparok I. — Tankönyvkiadó. Budapest.*

#### 5. Glosaro

nutradologio	nutradscienco, branĉo de la nutraĵo-scienco.	
fenilalanino	aminoacido	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_2-\text{COOH}$ esenca
izoleŭcino	aminoacido	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCHNH}_2\text{COOH}$ konstrubriko
lizino	aminoacido	$\text{CH}_2\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CHNH}_2\text{COOH}$ de
metionino	aminoacido	$\text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_2\text{CHNH}_2\text{COOH}$ la
treonino	aminoacido	$\text{CH}_3\text{CHOHCHNH}_2\text{COOH}$ organismo
valino	aminoacido	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCHNH}_2\text{COOH}$
arginino	aminoacido	$\text{COOHCHNH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{NHCNH}_2$
asparaginacido	aminoacido	$\text{COOHCH}_2\text{CHNH}_2\text{COOH}$
asparagino	aminoacido	$\text{CONH}_2\text{CH}_2\text{CHNH}_2\text{COOH}$

glutaminacido	aminoacido	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_2\text{CHNH}_2\text{COOH}$
glutamino	aminoacido	$\text{COOH}(\text{CH}_2)_2\text{CHNH}_2\text{CONH}_2$
histidino	aminoacido	$\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$ , heterocikla derivaĵo de alanino
serino	aminoacido	$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHNH}_2\text{COOH}$
glutelinaj	grupo de proteinoj	troviĝantaj en cerealoj; apud la prolaminaj, ĉefaj komponantoj de gluteno
ninhidrinaj	senkolora, kristala kombinaĵo	$\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$ , estiganta kun proteinoj, polipeptidoj kaj aminoacidoj karakterizan kolorreakcion
acidometrio	mezurado de koncentriteco de acido	
turbidimetrio	mezurado de malklaraĵo en likvaĵo	

### *A fehérvék analizéséről táplálkozástani szempontból*

*Korunkban világszerte súlyos gondot jelent a táplálkozástani szempontból értékes fehérvékkel való hiányos ellátottság. Az alapvető táplálkozási szükségletek átfogó felmérése a szerzett ismeretek gyakorlati alkalmazása céljából – lesz egyik kiemelt feladata egy felállításra kerülő ENSZ-egyetemnek is. Minthogy a kérdés az érdeklődés homlokterében áll, az ilyenirányú kutatásokhoz pedig nélkülözhetetlen az élelmiszerfehérvék folyamatos vizsgálata és értékelése, a szerző – tájékoztatási szándékkal – rövid áttekintést ad a jelenleg alkalmazott fő vizsgálati módszerekről é az ezekkel kapcsolatos egyes problémákról.*

*Bevezetőből néhány alapfogalmat tárgyal és táblázatosan mutat be adatokat az esszenciális aminosavakra vonatkozólag, szükséges mennyiségüket az emberi szervezet számára, tényleges mennyiségüket néhány fontosabb élelmiszerben. Ezután rátér a kémiai összetétel vizsgálatára, foglalkozik az öszfehérjetartalom meghatározása, a frakcionálás, a hidrolízis alapelveivel, az aminosavak meghatározásának gyakoribb, elsősorban kromatográfiás változataival. A harmadik részben a biológiai érték megjártározásának alapelveit tárgyalja: kémiai eljárások és “en vivo” módszerek csoportosításban, utóbbiba beleértve a mikrobiológiai elemzést is. Külön foglalkozik azokkal a tényezőkkal, amelyek kisebb-nagyobb mértékben befolyásolhatják a kísérleti eredményeket.*

*Végül egybevetve a fehérjemínőség értékelésére szolgáló módszereket megállapítja, hogy ebben a vonatkozásban egyik legfontosabb kutatási feladat olyan egyszerű, gyors, rutinvizsgálati módszerek kidolgozása, amelyek a biológiai érték megeiető pontossággal való meghatározására alkalmasak.*

---

**SCIENCA REVUO**  
estas abominda de multnombraj  
institucioj en la tuta mondo!

---

## Hibridaj integritaj cirkvitoj

*František Hort (Ĉeĥoslovakio)\**

### 1. Enkonduko

La uzado de integritaj cirkvitoj (mallonge ICOj) akiris eksterordinaran amplekson en elektroteĥniko. La aplikado de ICOj estas tuŝanta preskaŭ ĉiujn sferojn de homa aktiveco, komencante per “konsuma elektroniko” (elektraj konstru-ludiloj por infanoj kaj gejunuloj, radioriceviloj, televidiloj, magnetofonoj, poŝkalkuliloj k.s.), mezur-teĥniko, medicina elektroniko kaj finante per kosma teĥniko. La uzado de ICOj signifas ne nur la akiron de novaj altkvalitaj parametroj de finaj fabrikaĵoj, sed ankaŭ ŝparojn dum produktado kaj muntado.

La disvastigon de ICOj akompanas miniaturigo kaj mikrominiaturigo unuavice en la aparata teĥniko kaj en la produktado de komputoroj. Tie ni povas klare kompari: se antaŭ dek jaroj por instalado de komputoro estis necesa ĉambro ampleksa dekojn da kvadratmetroj, hodiaŭ oni povas instali ĝin sur labortablon aŭ enmunti ĝin rekte en regan ŝrankon de maŝino aŭ produkt-linio. Ni povas konstati, ke per la enkonduko de ICOj la elektroteĥniko, telekomunika teĥniko kaj elektroniko faris kvalitecan salton signifantan rimarkindan gajnon sur la kampo de scienco kaj teĥniko.

### 2. Klasado de integritaj cirkvitoj

La integritajn cirkvitojn oni klasas kelkmaniere, ekzemple:

- 2.1. El vidpunkto de produkta teĥnologio ili estas
  - 2.1.1. monolitaj, t.s. kreitaj en unusola peco de duonkonduktanto per grada selektiva difuzo,
  - 2.1.2. hibridaj, t.s. kunmetitaj el pli ol unu monolita komponanto.
- 2.2. Laŭ funkcia amplekso kaj nombro da elementoj distingigas
  - 2.2.1. etgrada integreco (*SSI* – el la angla *Small Scale Integration*), temas pri simplaj kutime monolitaj ICOj,
  - 2.2.2. mezgrada integreco (*MSI* – *Medium Scale Integration*), temas pri monolitaj ICOj kun pli komplika strukturo,
  - 2.2.3. larĝgrada integreco (*LSI* – *Large Scale Integration*), temas pri monolitaj ICOj kun tre komplika strukturo,

\* projektisto en la entrepreno *TESLA LANŠKROUN*, kie estas fabrikataj pasivaj komponantoj por elektroniko.