

# Fehérjeemésztési folyamatok követése polarográfiás alfa-aminonitrogén meghatározással

LINDNER KÁROLY

Országos Élelmezés és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest.

Érkezett: 1964. január 3.

Az élelmiszerfehérjék táplálkozási minősítésére, gyógyszerpreparátumok hatóképességének megállapítására, élelmiszeradalékok és szennyezések enzimgátló hatásának megítélésére gyakran szükséges in vitro fehérje emésztési vizsgálatok lefolytatása. Az in vitro emésztést még akkor is el szokták végezni, ha megvan a lehetőség később az emésztési kísérleti állaton vagy emberen in vivo lefolytatására, mivel a tendenciák és az aktuális koncentrációk megállapítására a jobban ellenőrizhető in vitro emésztés során jobb lehetőség van.

Az emésztés folyamatainak fokozottabb vizsgálata már a múlt évszázad második felében megindult, s a fehérjék biológiai jelentőségének felismerése e tápanyag emészthetőségi viszonyainak kísérleti tanulmányozását vonta maga után. Ennek folyamányaként bekerült a tudományos ismerettárba a fehérjék emészthetőségi mértékének fogalma is.

Az élelmiszerekkel és terményekkel már több mint 50 esztendeje folynak úgyszólván szabványosított vizsgálatok, az emészthető és a nem emészthető nitrogén ill. az emészthető és nem emészthető nyers, vagy tiszta fehérje-tartalom megállapítására. (1, 2) Ezeknek a vizsgálatoknak lényege az, hogy egy proteolitikus fermenttel, pl. pepszinnel, tripszinnel, vagy újabban papainnal jól definiált körülmények között emésztést hajtanak végre, a vizsgálandó anyagon. Így pl. *Wedemeyer* (3) pepszinnel 37 – 40 C°-on 48 órán át végez emésztést és az oldhatatlan rész nitrogénjét határozza meg. *Alten, Rauterberg és Knippenberg* (4) pankreatinnal emészt 30 C°-on 40 – 42 órán át és ugyancsak az oldhatatlan fehérje mennyiségét állapítja meg. Az újabb közlemények közt olvasható *Cariusnak* (5) sokkal bonyolultabb eljárása, amely szerint az emésztendő anyagokat pl. kenyeret egyidőben, ill. egymás után háromféle fermentum hatásának teszi ki, és így mond ítéletet azok emészthetőségéről. Ezek az eljárások nyilvánvalóan meglehetősen statikus megközelítések bélyegeit viselik magukon, mert távolról sem biztosítanak a szervezetben fennálló körülményeket az emésztéshez. A szervezetben ugyanis a bomlástermékek felszívódása következtében dinamikus folyamat zajlik le a teljes emésztés irányában. Ezzel szemben az eddig ismertetett in vitro emésztéseknél a bomlástermékek jelenléte a fermentatív tevékenység gátlójává válik és a teljes emésztéshez képest korai egyensúlyhoz vezet. Viszont, ha az emésztési időtartamot, ill. a ferment koncentrációt az átlagoshoz képest jelentősen megnöveljük, mint azt *Melnick és Oser* (6) megállapították, a nehezen emészthető fehérjék, ha lassan is, de csaknem teljesen megemészthetők. Ilyen körülmények között viszont nehéz eldönteni, hogy milyen mértékű az emésztés gátlása.

Az újabb emésztési irodalom tanulmányozása néhány igen érdekes szempontra hívja fel a figyelmet, amelyeket a további vizsgálatok irányának kijelölésére hasznosan lehet gyümölcsoztetni.

*Heintze* (7) állati és növényi eredetű fehérjék viselkedését figyelte meg savas hidroliziskor. Megállapította, hogy ha a hidrolízis közben különböző nyomást alkalmaz, akkor az állati és növényi fehérjék hidrolizálhatósága közt jellegzetes különbség tapasztalható. Ehhez a felismeréshez csatlakozik *Masch és Huchting* (8) azon megfigyelése is, hogy a pepszin emésztés lefolyása nemcsak az aktuális hőfoktól, pH-tól, és ion miliótól függ, hanem attól is, hogy az azonos mennyiségben jelenlevő fehérjék milyen fajtájúak. *Szabolcsiné és Szőrényi* (9) a tripszinnek fajspecifitási vizsgálatokor még azt is kimutatta, hogy valamely állatfaj tripszinje kevésbé emészt meg ugyanannak a fajnak fehérjéit, mint egyéb fajokét.

Különösen nagy jelentőségű *Hamm*-nak és *Graunak* (10, 11) eredetileg analitikai célzattal megindított cikksorozata, amely a húskészítmények intartalma meghatározását kívánta megoldani. A nagyszámú emésztési kísérlet eredményeképpen alapvető tanulságokat is levontak. Többek között azt, hogy 4 óra alatt pepszin-sósavval az elasztin tartalmú inaknak csak mintegy 15%-a emészthődik meg, míg főtömege csak 24 órás emésztés után. Az is megállapítást nyert, hogy a bomlástermékek az emésztés további folyamatát gátolják, továbbá, hogy a nagy kollagén tartalmú húsféléknél a kollagénrostok pepszindiszozpciója is csökkenti az emésztés hatásfokát.

Az emésztés végső hatékonyságát, a fehérje biológiai érték érvényesülését nagymértékben befolyásolhatja az aminosavak felszabadulási sorrendje. Ismeretes, hogy a triptofán és a tirozin a fehérjéből leghamarabb felszabaduló aminosavak közé tartozik. *Frazier*, *Cannon* és *Hughes* (12) vizsnt megállapították, hogy a hővel kezelt fehérjék lizintartalmát a pankreasznedv csak nehezen tudja felszabadítani, ezért a lizin egy része már nem képes résztvenni a korábban megemésztett és felszívódott aminosavak, pl. a triptofán és a tirozin kiegészítésében. Az esszenciális aminosavak beépülésének időfaktorát illetően *Geiger* (13) megfigyelései, *Lamm*-nak (14) intermítettáló fehérje etetési kísérletei, továbbá saját búzakomplettálási kísérleteink (15) is számos bizonyítékkal szolgáltak. A tejpor biológiai értékének vizsgálatát *De Baun* (16) is a tripszin emésztés segítségével felszabadítható lizin mennyiségének mérésére alapította.

A tejpor előállításánál mesterséges gátló tényezők lépnek előtérbe az emésztésnél. *Mecham* és *Olcott* (17) száraz hővel kezelt fehérjéknél a proteolitikus fermentumok emésztő hatásának csökkenését állapították meg. Gyakrabban vizsgálták az érzékenyebb fehérjék, a tejfehérje és húsfhérje emészthetőségnek módosulását különböző élelmiszteripari, konyhatechnikai beavatkozások esetében. *Lembke*, *Kaufmann* és *Schmidt* (18) vizsgálatai szerint a főtt soványtej tripszinnel jobban bontható, mint a nyers. Pepszinnel vizsnt éppen a fordítottját tapasztalták, a denaturált fehérjét tartalmazó tejet nehezebben emésztette a pepszin. Ultraibolya besugárzásra már olyan elváltozásokat szenved a tejfehérje, hogy mindkét fermentummal egyaránt nehezebben emészthető.

A közönséges és homogenizált tej in vitro emésztését *Ilgner* és *Thurau* (19) folytatta le. Homogenizált tejnél a zsír emészthetőségének 100%-kal való megjavulása mellett, a tejfehérjék pepszines emészthetősége jelentősen, tripszines emészthetősége kismértékben javult. *Schober* és *Hetzel* (2) friss és steril (100 °C fölé hevített) tejen hasnyálmirigy kivonattal és bélnyálkahártya extraktummal végeztek in vitro emésztéseket. A kétféle tej emészthetősége közt nem találtak különbséget. Ezek a tapasztalatok összhangban vannak *Schober* és munkatársainak (21) kutyákon végzett kísérleti eredményével. A kutyák véna portéjába beköttött kanül segítségével meghatározták az aminosavakat, peptideket és arra az eredményre jutottak, hogy az aminosavak koncentrációjának időgörbéje a nyers és hevített tejnél teljesen azonos volt.

Talán a életet legjobban megközelítő in vitro emésztési kísérlet beállításáról számolt be *Baldwin*, *Lowry* és *Thiessen* (22), akik a Maillard reakciótermékekkel modellvizsgálatokat állítottak be. Az emésztéseknél felhasznált modell Maillard-termék különböző hőfokra felmelegített kazein és dextróz elegye volt. Eljárásuk, mivel patkánynövekedéssel is kontrollálták eredményeiket, messze túlmegy az előbb említett vizsgálatok statikus szemléletén. Az emésztés lebonyolítására olyan készüléket állítottak össze, mely lehetővé tette dialízis segítségével az emésztési bomlástermékek folyamatos eltávolítását és ezáltal a ferment folyamatoknak a bomlástermékek gátlóhatásától mentes megfigyelését. Vizsgálták szénhidrátok fehérjéhez való kötődésének erősségét, az aktív karboxil és amino csoportokat festék kötési eljárással és az összes alfa-aminonitrogént *Pope* és *Stevens* módszerével, valamint a szabaddá vált esszenciális aminosavakat.

Az élelmiszerekhez juttatott különböző adalékanyagoknak, vagy szennyező-ként jelentkező alkotórészeknek az emésztő fermentekre gyakorolt hatását még akkor is indokoltnak látszik in vitro vizsgálat alá vetni, ha toxikológiailag azok kifogása alá nem esnek. Az élelmiszerszínezékeknek a pankréász enzimek tevékenységére gyakorolt hatását úttörő módon vizsgálták *Diemair* (23) és hazánkban *Telegdy-Kováts* (24).

Az in vivo vizsgálatok, mint pl. *Schober* és munkatársainak fent említett vizsgálatai is néha ellentmondanak az in vitro emésztések eredményeivel. Az in vivo végzett vizsgálatokat tehát nem lehet helyettesíteni az in vitro kísérletekkel, azonban továbbra sem nélkülözhetők az ilyenfajta vizsgálatok. Az in vivo végzett emésztések ugyanis sokkal bonyolultabbak és kevésbé kézben tarthatóak, továbbá legtöbbször csak végeredményekről nyerhetünk általuk adatokat. Az emésztés végeredményeinek analizálásával, vagy egyéb biológiai értékeléssel nem állapítható meg számos olyan gátló tényező, amely fellép ugyan, de hatását az élő szervezet kompenzálja. Az élő szervezet a gátló hatásokat csak több-kevesebb energia felhasználásával vagy nagyobb mennyiségű fermentum elválasztással esetleg a táplálék emésztőrendszerben való tartózkodási idejének meghosszabbításával tudja kikapcsolni. Ezeknek a körülményeknek az élő szervezetben való fokozottabb figyelemmel kísérése csak az előzetesen elvégzett in vitro kísérletek alapján történhet.

Intézetünk feladatainak ellátása közben feltétlenül szükség van a konzerváló szerek, az élelmiszerek szennyező különböző anyagok és a szokásostól eltérő élelmiszeripari technológiák elbírálásánál a fehérjék emészthetőségi viszonyainak in vitro tanulmányozására is. Megfelelő módszert és vizsgálati menetet kívántunk kidolgozni annál is inkább, mert még az egyes táplálékfehérjék emészthetősége sem eléggé ismert és ezt is feltétlenül megvizsgálandó feladatnak éreztük.

### Vizsgálati eljárás

Kiindulva *Baldwin*, *Lowry* és *Thiessen* munkájából (22) az emészthetőség jellemzésére a következő anyagok meghatározását tartottuk szükségesnek:

1. A kiindulási anyag (fehérje és ferment) teljes hidrolízise utáni alfa-aminonitrogén mennyisége,
2. A felszabaduló alfa-aminonitrogén mennyisége,
3. Az oldatba kerülő fehérjék és aminosav származékok mennyisége.

A különböző szerzők, mint ismeretes a fehérjék és fehérje származékok mennyiségi jellemzésére minden egyébnél jobbnak tartják az aktuális alfa-aminonitrogén megadását. Ezzel egyaránt jellemezhető a fehérje anyag mennyisége és a szabaddáváló alfa-amino gyökök ismeretében a lebomlás nagysága. A különböző alfa-aminonitrogén mennyiségek meghatározásához kézenfekvő volt a mikroanalitikai mértékben is nagyon pontosan ( $\pm 3\%$  hiba) keresztülvihető rézaminosav-komplex polarográfiás eljárás alkalmazása. A módszer lényege, hogy a gyakorlatilag oldhatatlan rézfoszfatból a kísérletben megadott körülmények közt az aminosavak, di- és tripeptidek annyi rezet visznek komplex-oldatba, hogy 2 alfa-aminonitrogénre 1 Cu atom esik. A részletekre vonatkozóan bővebbet a korábbi közleményeink tartalmazznak (25, 26, 27).

A kialakított vizsgálati menet vázlatosan a következő: A pepszines emésztést a kérdéses fehérjével úgy állítjuk be, hogy az emésztendő fehérje mennyisége a rendszerhez viszonyítottan 1%, a gyógyszerkönyvi előírásoknak megfelelő aktivitású pepszinkészítmény pedig a fehérjéhez viszonyítottan 1% legyen. Az oldat ezen kívül még annyi sósavat tartalmaz hogy az oldat pH-ja 1,5. A vizsgálandó rendszert annyi részre osztjuk, illetve annyi ismétlésben készítjük el, hogy minden vizsgálandó időpontban rendelkezésünkre álljon egy-egy emésztett minta. A polarográfiás aminonitrogén meghatározás olyan csekély anyagigényű,

hogy nagyobb térfogatú rendszerek (200 – 500 ml) esetében egy ugyanazon oldatból kivett aliquot részek is jól megfelelnek valamennyi vizsgálat céljára.

Az oldatokat azonos nagyságú és fajtájú lombikokban (Erlenmeyer, állólombik) helyezzük az erre a célra igen jól megfelelő ún. Wasserman vízfürdőbe, amellyel a szükséges  $38 \pm 1$  C°-ot könnyen biztosíthatjuk. Amennyiben a fehérje nem oldódik teljesen a sósavas rendszerben, akkor ikónkénti felkavarásról is gondoskodni kell.

A pankreatinos emésztés a fentiekől csak annyiban különbözik, hogy a gyógyszerkönyvi hatóképességű pankreatinból a fehérjére vonatkoztatva 4%-nyi mennyiséget mérünk be és a rendszert vegytiszta nátriumkarbonáttal 8,4 pH-ra állítjuk be.

Az emésztett részletek további feldolgozása legmegfelelőbbben úgy történik, hogy az emésztett oldat aliquot részeiben az emésztés folyamatát kellő időben azonos térfogatú, frissen készített 10%-os triklórecetsav hozzáadásával megszakítjuk. A keletkezett csapadékot 20 perces állás után lecentrifugáljuk.

A fehérje csapadékot ezután feliszapolás segítségével két ízben 5%-os triklórecetsavval megszabadítjuk a már fehérje tulajdonságokat nem mutató emésztési produktumoktól (aminosavak, peptidek) és a mosófolyadékot az első lecentrifugálásból nyert felül úszó résszel egyesítjük.

E triklórecetsavas oldat aliquot részében a szabad alfa-aminonitrogén tartalmat standard hozzáadásával (pl. ismert alfa-aminonitrogén tartalmú kazein, vagy alfakazein hidrolizátummal) határozzuk meg. A rézfoszfát-pufferrel való reagáltatás előtt az oldatból a triklórecetsavat peroxidmentes éterral (kénsavval megsavanyított 2%-os ferroszulfát oldat felett tartott éter) történő 3-szori kirázással eltávolítjuk. A meghatározásnál nyert szabad alfa-aminonitrogéntartalmat ábráinkban (Sz)-el jelöljük.

A triklórecetsavas oldat másik aliquot részét fehérjére számított, mintegy 150 – 200-szoros mennyiségű 20%-os sósavval visszacsépegő hűtővel ellátott kémcsövekben 24 órán át forró vízfürdőn elhidrolizáljuk. Ez a hidrolizátum tartalmazza az emésztés által feloldott de már fehérje tulajdonságokat nem mutató, emésztett fehérje töredékeket, felszabadított aminosavakat. Tehát ennek alfa-aminonitrogén meghatározásával jellemezhetjük az oldatba ment fehérjét, amelyet ábráinkban (O) jellel tüntetünk fel.

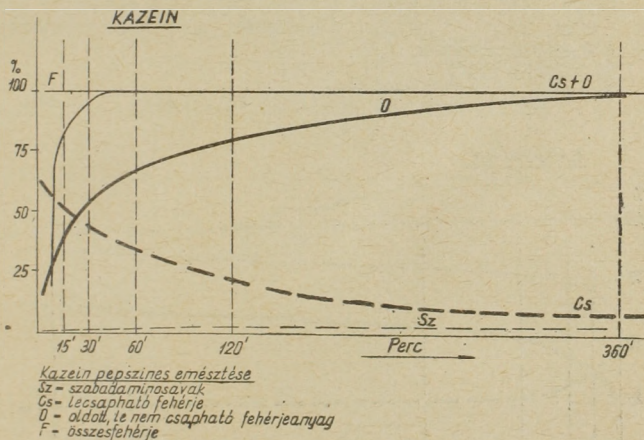
A csapadék a kiindulási anyag még emésztetlen vagy csak alig emésztett és még fehérjetulajdonságokat mutató része. Teljes hidrolízise után ennek alfa-aminonitrogénjével jellemezhető az emésztetlen fehérje mennyisége, jelölésünk szerint (Cs).

Természetszerűleg a hidrolizátumok közvetlenül nem reagáltathatók a rézfoszfát szuszpenzióval, hanem előbb a sósavat vízfürdőn elpárologtatjuk, és a maradékból desztilláltvízzel kétízbeni nedvesítés segítségével a sósavat teljesen elűzzük.

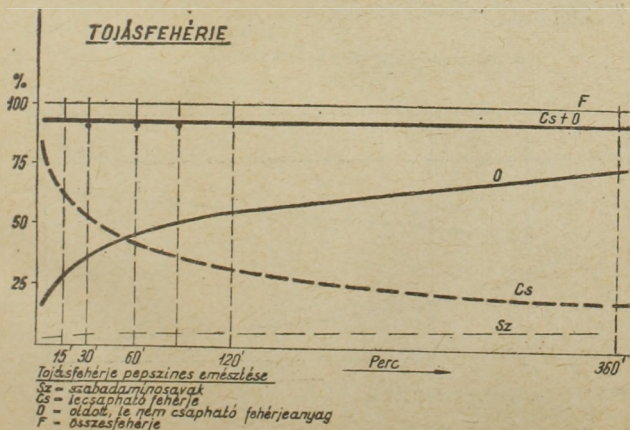
Ha egy emésztésre kerülő részlet fehérjéit teljesen elhidrolizáljuk, és annak az összes alfa-aminonitrogén tartalmát standard fehérje hidrolizátum segítségével meghatározzuk, akkor az összes fehérjeértéket kapjuk meg (F). Az Sz, O és Cs értéket célszerű az F érték %-ában kifejezni, mert ezek az értékek a valódi emésztésre adnak felvilágosítást.

Vizsgálatainkat különböző élelmiszerfehérjék – kazein, tojásfehérje, siker, babfehérje és burgonyafehérje modellekkel állítottuk be először. A fehérjéket az élelmianyagokból megfelelő oldószeres kivonás, triklórecetsavas lecsapás, újra feloldás és kicsapás segítségével állítottuk elő, illetőleg tisztítottuk meg. A fehérjéket nedves állapotban félórán át 100 C°-on tartottuk, denaturálás céljából. A vizsgálatra került fehérjék ugyanis a legtöbbször ilyen denaturált állapotban kerülnek fogyasztásra.

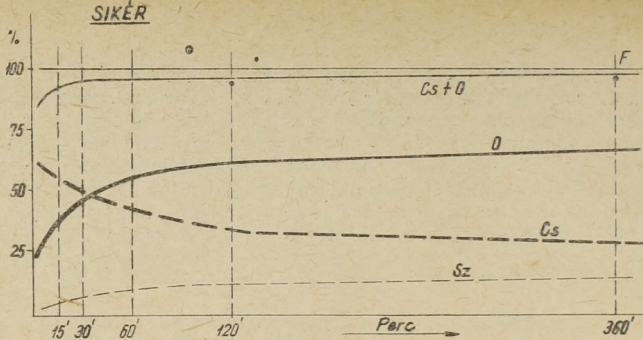
A fent vázolt módon végzett pepszin emésztés eredményeit mutatják be az 1., 2., 3., 4. és 5. ábrák az emésztés 15., 30., 60., 120. és 360. percében. Ezekből kiténik, hogy a különböző élelmiszerfehérje fajták közül a kazein emészthetősége a legkönnyebb, valamivel gyengébb – csaknem azonos mértékben – emészthetők a tojás és burgonyafehérje, míg a siker és a babfehérje nehezen megy oldtba a sósavpepszines közegben. E két utóbbi anyag közt talán azt a különbséget lehetne a sikerfehérje emészthetőségének javára kiemelni, hogy feloldása már 30 perc múlva eléri a 95%-ot, míg a bab még 6 óra múlva sem oldódik fel 90%-nyi mértékben.



1. ábra

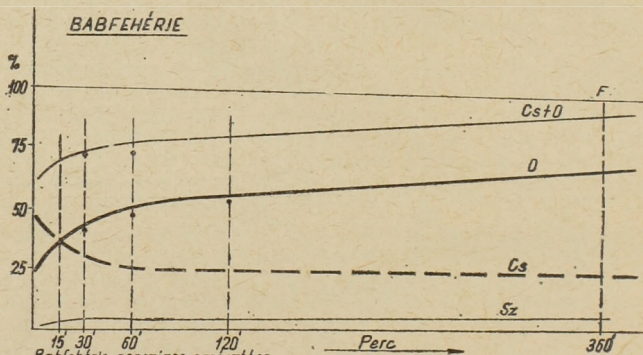


2. ábra



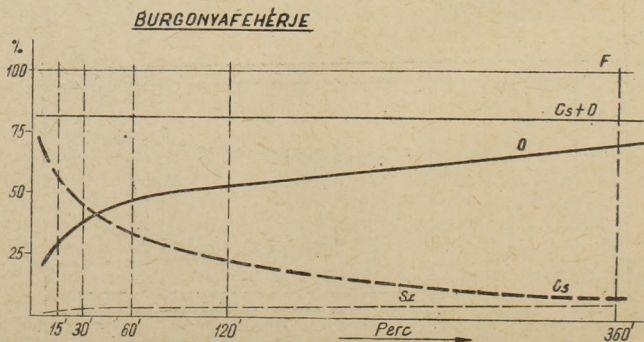
Sikér pepszines emésztése  
 Sz - szabadaminsavak  
 Cs - lecsapható fehérje  
 O - oldott, le nem csapható fehérjeanyag  
 F - összesfehérje

3. ábra



Babfehérje pepszines emésztése  
 Sz - szabadaminsavak  
 Cs - lecsapható fehérje  
 O - oldott, le nem csapható fehérjeanyag  
 F - összesfehérje

4. ábra

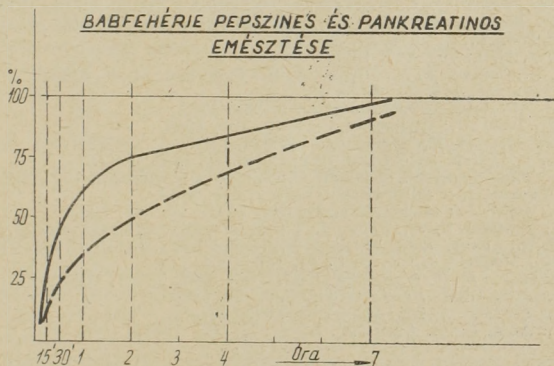


Burgonyafehérje pepszines emésztése  
 Sz - szabadaminsavak  
 Cs - lecsapható fehérje  
 O - oldott, le nem csapható fehérjeanyag  
 F - összesfehérje

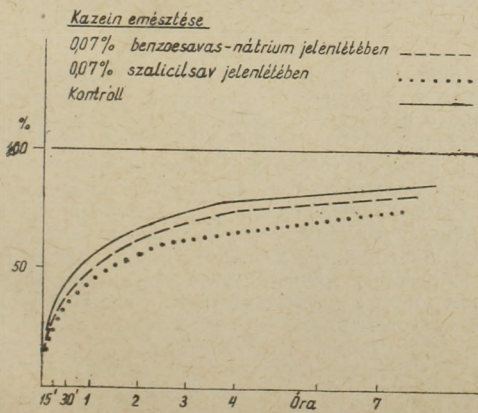
5. ábra

Jellegzetes különbség mutatkozik a babfehérje pepszines és pankreatinos emészthetősége között. A pepszines emésztés sebessége kezdetben a legnagyobb, majd az emésztődés lelassul. Ezzel szemben pankreatinnal kezdetben lassúbb az emésztés, majd az emésztett fehérje mennyisége megközelíti a pepszines emésztés mértékét, amint az a 6. ábrából látható.

A konzerválószerrek emésztésgátló hatásának illusztrálására kazeinmodellen vizsgálatokat állítottunk be szalicilsavval és benzooesavval. Mindkét konzerválószer koncentrációja 0,07% volt. A kontroll – konzerválószer nem tartalmazó kazein emésztés igörbéjéhez viszonyítottan csökkent emészthetőséget olvashatunk ki a 7. ábrából a benzooesav esetében. Még ennél is jobban gátolt az emésztés, ha szalicilsavat tartalmaz a rendszer, mert a kontrollhoz képest a 4. és 7. órában 10 – 15%-kal kevesebb anyag emésztődik meg.



6. ábra



7. ábra

A kidolgozott módszer igen alkalmasnak látszik olyan kérdések tanulmányozására, amelyek a fehérjék emészthetősége csökkenésének lehetőségét vetik fel. A módszernek nagy előnye pontosságá mellett még az is, hogy az alfa-amino-nitrogén meghatározásokból 15–20-at is el lehet végezni egy óra alatt.

#### IRODALOM

- (1) Verb. Deutsch. Landw. Unters. Anst. Methodenbuch III. Verlag von J. Neumann, Neudamm u. Berlin. 1941.
- (2) Steudel, H.: Methoden der Stoffwechseluntersuchung. J. A. Barth Verlag. Leipzig. 1948.
- (3) Wedemeyer, K.: Landw. Versuchsstat. 57. 383, 1899. (Loc. cit. 1.)
- (4) Alten, T., Rauterberg, E., Knippenberg, E.: (Loc. cit. Verb. Deutsch. Landw. Unters. Anst. Methodenbuch IV. Radebeul u. Berlin. 1953.
- (5) Carius, C.: Getreide, Mehl u. Brot. 3, 209, 1949.
- (6) Melnick, D., Oser, B. L.: Food Technol. 3, 57, 1949.
- (7) Heintze, K.: Z. U. L. 100, 253, 1955.
- (8) Masch, L. W., Huchting, J.: Hoppe Seiler's Z. physiol. Chem. 301, 49, 1955.
- (9) Szabolcsi, G., Szörényi, E.: Acta Phys. Acad. Sci. Hung. 9, 293, 1956.
- (10) Grau, R., Hamm, R.: Z. U. L. 93, 201, 1951.
- (11) Hamm, R.: Z. U. L. 102, 417, 1955.
- (12) Frazier, L. E., Cannon, P. R., Hughes, R. H.: Food Res. 18, 91, 1953.
- (13) Geiger, E.: Science. 108, 42, 1948.
- (14) Lamm Gy.: Kísérletes Orvostudomány. 5, 289, 1953.
- (15) Lindner, K., Bedő M.: Élelmezési Ipar. 10, 100, 1956.
- (16) De Baun, R. M.: J. agric. Food Chem. 2, 524, 1954.
- (17) Mecham, D. K., Olcott, H. S.: Ind. Eng. Chem. 39, 1023, 1947.
- (18) Lembke, A., Kaufmann, W., Schmidt, H.: Milchwissenschaft. 8, 10, 1953.
- (19) Igner, G., Thurau, R.: Milchwissenschaft. 7, 378, 1952.
- (20) Schober, R., Hetzl, H.: Molkerzeitg. 19, 574, 1955.: 20, 649, 1955.
- (21) Schober, R., Jungblut, P. W., Prinz, J., Christ, W.: Milchwissenschaft. 10, 220, 1955.
- (22) Baldwin, R. R., Lowry, J. R., Thiessen, R. jr.: Food Res. 16, 107, 1951.
- (23) Diemair, W., Häusser, H.: Z. U. L. 92, 165, 1951.
- (24) Telegdy-Kováts L.: M. T. A. Kémiai. Tud. Oszt. Közl. 5, 567, 1955.
- (25) Lindner K.: Acta. Chim. Acad. Sci. Hung. 9, 353, 1956.
- (26) Lindner K.: ÉVIKE. 3, 145, 154., 164., 174, 1957.
- (27) Lindner K.: Acta. Chim. Acad. Sci. Hung. 26, 443, 1961.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВАРИВАНИЯ ЦЕЛКОВ МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛФА-АМИНО-АЗОТА ПОЛЯРОГРАФИЕЙ.

У. Линднер

Автор в больших чертах ознакомляет с вопросами переваривания белков находящихся в пищевых продуктах. Медь образует комплексное соединение известного состава с аминобстатком в алфа положении аминокислот. Автор применил этот принцип для полярографического определения аминокислот и пептидов освобождающих во время переваривания и для определения содержания amino-азота после полного кислого гидролиза других продуктов переваривания. Для характеризирования области применения и практического применения метода сообщает результаты исследования переваривания пепсином и панкреатином разных модельных пищевых продуктов (казеина, яичных, фасольных, картофельных белков, клейковины) и результаты исследования инaktivации ферментов разными консервирующими средствами.



## VERFOLGUNG VON EIWEISSVERDAUUNGSVORGÄNGEN MITTELS POLAROGRAPHISCHER BESTIMMUNG DES ALPHA-AMINO-STICKS- STOFFES

*K. Lindner*

Verfasser gibt eine schematische Übersicht über die mit der Verdauungsmöglichkeit der in Lebensmitteln vorhandenen Eiweissstoffe verbundenen Probleme. Kupfer gibt mit der in alpha-Stellung gebundenen Aminogruppe der Aminosäuren gut definierte komplexe Verbindungen. Verfasser wendete dieses Prinzip zur polarographischen Bestimmung des Amino-Nitrogen-Gehaltes der im Laufe der Verdauung frei werdenden Aminosäuren und Peptiden an sowie auch anderer Produkte der Verdauung nach vollständiger saurer Hydrolyse. Zur Illustrierung der Anwendungsgebiete und der praktischen Anwendbarkeit der Methode berichtet er über Verdauungsversuche mit Pepsin und Pankreatin an verschiedenen Eiweissstoff-Modellen in Lebensmitteln (Casein, Eier, Bohnen, Kartoffel, Klebereiweiss), sowie über den Nachweis der Enzymhemmung von Konservierungsmitteln.

## FOLLOWING PROTEIN DETERMINATION PROCESSES BY POLARO- GRAPHIC DETERMINATION OF $\alpha$ -AMINO-NITROGEN

*K. Lindner*

The problems emerging in connection with the digestibility of proteins present in foods are schematically enarrated. Copper forms a well defined complex compound with the  $\alpha$ -positioned amino group of aminoacids. This reaction has been utilized by the author for the polarographic determination of the content of  $\alpha$ -amino nitrogen in aminoacids and peptides liberated during digestion, and in other products of digestion, after their complete acidic hydrolysis. In order to prove the fields of application and the practical suitability of the method, the results of digestion studies carried out with pepsine and pancreatine on various models of food proteins (such as casein, egg protein, bean protein, potato protein, gluten) and the detectability of the inhibiting effect of various preserving agents are discussed.

## OBSERVATION DE LA MARCHE DE LA DIGESTION DES PROTÉINES PAR LE DOSAGE POLAROGRAPHIQUE DE LA FONCTION ALPHA- AMINO

*K. Lindner*

L'auteur résume brièvement les questions concernant la digestibilité des protéines présentes dans les denrées alimentaires. Le cuivre forme un composé complexe bien défini avec la fonction amino en position alpha. L'auteur a employé ce principe pour doser à l'aide du polarographe la fonction amino des aminoacides et des peptides libérés au cours de la digestion et des autres produits de la digestion après hydrolyse acide complète. Pour montrer le terrain et l'applicabilité pratique de la méthode l'auteur rend compte des essais de digestion à la pepsine et la panerectine faites sur divers modeles de protéines alimentaires (caseine, protéines d'oeuf, de fèves, de pommes de terre, glutine) et du décellement de l'inhibition des enzymes par les moyens conservateurs.