

KÖZLEMÉNY A BERLINI EGYETEM I. CHEMIAI INTÉZETÉBŐL.

Igazgató: FISCHER EMIL tnr.

## A gyapotmag edestinjének mesterséges emésztése hasnyállal.\*

ABDERHALDEN EMIL mtr.-tól és REINBOLD BÉLA dr.-tól.

Előbbi közleményünkben<sup>1</sup> már rámutattunk arra, hogy a fehérje egyes aminosavai hasnyál behatása alatt igen különböző gyorsasággal válnak ki a fehérje molekulájából. A tyrosin pl. igen rövid emésztés után teljes mennyiségében található meg szabad állapotban az emésztési keverékben, más aminosavak azonban, mint a leucin, alanin stb. hosszabban maradnak összetettebb vegyületek alakjában és ezekből csak lassanként szabadúlnak föl. Abból, hogy a mesterséges emésztés rendén egyes szabad aminosavak lépnek föl, nem volna helyes arra következtetni, hogy a fehérje ilyen körülmények között messzemenő, vagy talán teljes hydrolyticus bomláson megy keresztül.

Kísérleti sorozatunkat most szélesebb alapon tovább folytattuk; a tyrosin mellett a glutaminsav, glykokoll, pyrrolidin-carbonsav és phenylalanin magatartását is figyelemmel kísértük és pedig a lehetőség szerint mennyileges szempontból; minőleges vizsgálatokkal több más aminosavra is kiterjeszkedtünk.

\*Előadatott az E. M. E. orvos-természettudományi szakosztályának 1905 évi november hó 11.-én tartott orvosi szakülésén.

<sup>1</sup>ABDERHALDEN E. és REINBOLD B. A napraforgó-mag „edestin“-jének savhydrolysis és mesterséges emésztése hasnyállal. I. jelen Értesítő 1—10. lapjain. Die Monoaminosäuren des Edestins aus Sonnenblumensamen und dessen Verhalten gegen Pankreassaft. Zeitschr. für physiol. Chemie XLIV. k. 284 l.

Az egész kísérleti sorozatot nagyjában ugyanazon terv szerint végeztük, mint előbbi kísérleteinket. A kiindulási anyag ezúttal gyapotmagból készült edestin volt, mely 100°-nál szárítva súlyából 9·3%-nyit veszített és 1·9% hamut tartalmazott. Ez a készítmény nem volt olyan tiszta, miut az, melyet együnkünk Rostoski O.-val<sup>1</sup> savhydrolysis útján megvizsgált, ezért szükség volt arra, hogy benne a kísérleteinknél tekintetbe jövő aminosavak mennyiségét meghatározzuk.

Edestinünköl 200 gr.-ot 25%-os kénsavval teljesen hydrolyszáltunk. A hydrolyszált folyadékban a kénsav eltávolítása után bepárolás és kikristályosítás útján pontosan meghatároztuk a tyrosin mennyiségét. A tyrosin anyalúgját erősen bepároltuk és sósavgázzal telítettük. A glutaminsav ilyen kezelésre chlorhydrátja alakjában kicsapódik és mennyisége mérés útján meghatározható. Miután a glutaminsavchlorhydrát anyalúgját szörpsűrűsége bepároltuk, alkohollal és sósavgázzal többször elesteresítettük, az estereket Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-mal szabaddá tettük és aetherrel kivontuk, az aethert lepároltuk és sósavban felfogtuk, végül az estereket a szokásos módon szakaszonként lepároltuk. A lepárolt aethertől elválasztott sósavban, valamint az első ester-részletben (65° C vízfürdő hőmérsék, 10 mm. Hg nyomás) ki lehetett mutatni a glykokollt esterechlorhydrátja alakjában. A többi esterfrakciókban alanint, aminosvaleriansavat, leucint,  $\alpha$ -pyrrolidincarbonsavat, asparaginsavat, phenylalanint és serint találtunk. Reánk nézve csupán a tyrosin, glutaminsav és glykokoll mennyiségének ismerete volt lényeges.

Száraz, hamumentes edestinre számítva találtunk:

2·3% tyrosint

14·5% glutaminsavat

1·8% glykokollt.

Ebből az edestinből öt egyforma nagy edénybe lemértünk 200—200 gr.-ot (mi 177·6 gr. víz- és hamu-mentes fehérjének felelt meg) és ezt 2—2 lit. vízben elosztva, 20—20 cm<sup>3</sup> has-

<sup>1</sup>E. ABDERHALDEN u. O. ROSTOSKI. Die Monoaminosäuren des Edestins aus Baumwollsamem und dessen Verhalten gegen Magensaft. Zeitschr. für physiol. Chemie XLIV. k. 265 l. (1905)

nyállal kevertük. A hasnyálat, melyet Pawlow tanár szívessége nek köszönhetünk, rövid idővel a kísérlet megkezdése előtt 5%-nyi bélnedv hozzáadása által tettük hatékonyná.

Ezen keverékeket, miután bakteriumok megtelepedésének megakadályozása céljából toluolt adtunk hozzájuk, zárt edényben különböző ideig testhőmérsékre fűtött költőkamrában tartottuk és állandóan kevertük. Az egyes részleteket, melyeket ezentúl A—E betűkkel fogunk jelölni, egyébként teljesen egyforma módon dolgoztuk föl. A módszer ismertetését, valamint az általános megfigyelések leírását tehát előrebocsátjuk, a részletek tárgyalásába azonban az egyes kísérletek leírása során fogunk kiterjeszkedni.

Az emésztési keveréket a hasnyál hozzáadása előtt testhőmérsékre melegítettük, hogy az emésztő nedv hatását ne késleltessük. Az edestin már az első napon kezdett feloldódni, az oldás fokozatosan haladt tovább, miközben a folyadék lassanként barnára színeződött. Azon részletekből, melyek hosszabb ideig voltak a költőkamrában, az emésztés 7—8-ik napján fehér, tűalakú kristályokban tyrosin vált ki. Ez a kristályos kiválás a második hét folyamán megint eltűnt.

Az egyes részletek emésztődését különböző idő és pedig 1, 2, 4, 8, ill. 16 nap múltán rövid felfőzés útján megakasztottuk,<sup>1</sup> a még meleg oldatot az emésztetlen részekről, illetőleg a felfőzés által coagulálható anyagokról leszűrtük és bőséges mennyiségű toluol hozzáadása után dialysisnek vetettük alá. A dialysist 36° C hőmérséken, légmentesen zárt edényekben állandó keverés mellett pergamentesövekben végeztük. A dialysáló vizet naponta felújítottuk, mindaddig, míg egy próba bepárolásnál csak elenyészően csekély maradékot hagyott maga után. Ezt k. b. 8—10 napi dialysis után értük el. A dialysis befejezése után a pergamentesövek tartalmát toluollal keverve, elittük, a dialysatumot pedig 10 literre bepároltuk és ebből 2 litert phosphorwolframsav lehetőleg csekély fölöslegével kezeltük. Előző próbák mutatták, hogy phosphorwolframsavunk a monoaminosavakat ilyen hígításban keverékekből sem csapja ki. Cél-

<sup>1</sup>Előzetesen meggyőződünk arról, hogy a keverék rövid felfőzése teljesen elég a hasnyál hatékonyságának megszüntetésére.

szerű minden egyes phosphorwolframsav készítményt használat előtt ilyen irányban megvizsgálni, minthogy az egyes készítmények a monoaminosavakkal szemben igen különböző módon viselkedhetnek.

A bőséges phosphorwolframsavas csapadék szűredékét, miután belőle a phosphorwolframsav fölöslegét bariumhydroxyddal kiesaptuk, ennek fölöslegét pedig kénsavval pontosan eltávolítottuk és a csapadékokat víznyomásos sajtón 300 atm. nyomással kisajtoltuk, vízfürdőn erősen bepároltuk, mire a tyrosin kiválott. Ezt most szűrőre gyűjtöttük, hideg vízzel kimostuk, megszáritottuk, jégeeztettel mostuk, újból megszáritottuk és megmértük. Az anyalúgot, mely MILLON-féle reagenssel többé nem színeződött, vízfürdőn még jobban bepároltuk, sósavgázzal telítettük és jég között állani hagytuk. Hosszabb-rövidebb állás után kikristályosodott a glutaminsav chlorhydrátja, mely többnyire még ásványos anyagokkal volt szennyezve. A kristályokat ezért kiválasztás után lehetőleg kevés vízben feloldottuk, az oldat sósavgázzal telítése útján újból kiesaptuk, calciumoxyd fölött légüres térben megszáritottuk és megmértük. A glutaminsav-chlorhydrát anyalúgját most teljesen szárazra bepároltuk, vízmentes alkoholban elosztottuk, száraz sósavgáz bevezetése útján elesteresítettük, állati szénnel szintelenítettük és újból besűrítettük. A besűrített oldatból hosszabb állás után sem váltak ki kristályok, daczára annak, hogy erősen lehűtöttük és glykokoll-aethylesterechlorhydráttal be is oltottuk. Ezért újból bepároltuk és az elesteresítést ismételtük. Erős lehűtéssel sikerült kristályos csapadékot nyerni, ez azonban nagyobb részét ásványos anyagból állott, benne glykokollestert kimutatni nem sikerült. Sósavas glykokollestert az anyalúg ismételt erős bepárolása, hűtése és glykokoll-esterechlorhydráttal beoltása daczára sem sikerült nyerni.

Az összes részletek elesteresített maradékait összegyűjtve, együttesen újból bepároltuk és vízmentes alkoholban elosztva, állati szénnel elszintelenítés után újból elesteresítettük. Az esterek oldatát alacsony nyomáson 40° C-on alúli hőmérsékelen a fölös sósav eltávolítása céljából lehetőleg erősen besűrítettük, a maradékot vízmentes aethylalkoholban feloldottuk és

az oldat mennyiségét pontosan megmértük. Egy tetszőleges részben meghatározván a sósav mennyiségét, az egészhez épen annyi natriumaethylatot adtunk, a mennyi az összes sósav megkötésére, illetve az összes esterek felszabadítására szükséges volt. A konyhasót, mi ezen folyamatnál képződött, aetherrel kiesaptuk, a folyadékot róla leszűrtük és a benne foglalt estereket az aether és alkohol nagyobb részének eltávolítása után a szokásos módon szakaszonként lepároltuk. A párlat egyes részleteit a már leírt módon szintén elszappanosítottuk és feldolgoztuk. Figyelmünket főleg a glykokollra,  $\alpha$ -pyrrolidincarbonsavra és phenylalaninra irányítottuk. Glykokollt, illetőleg glykokollesterchlorhydrátot hiában próbáltunk az első részletből leválasztani. A prolin kimutatása czéljából a három első párlatrészt, melyek 11 mm., illetőleg 0.2 mm. Hg. nyomással legfönnebb 105°C. hőmérsékű olajfürdőben párolódtak át, elszappanosítás után szárazra bepároltuk és vízmentes alkohollal kivontuk. Az alkoholos kivonat elpárologtatása után csekély maradékot kaptunk, mely hajszálesőben hevítve 285°C körül bomlott el. Prolint tehát nyomokban sem találtunk.

Ezzel szemben sikerült leucint és alanint tisztán előállítani. Ezek tehát a hasnyál-emésztés során számbavehető mennyiségben hasadnak le a fehérje molekulából. Meg kell azonban jegyezni, hogy a talált leucin és alanin, legalább részben, összetettebb — talán peptidszerű — de phosphorwolframsavval ki nem csapódó vegyületek alakjában is lehetett az emésztési keverékben, minthogy eljárásunk rendjén másodlagos hydrolysis nem volt kizárható.

A tisztán előállított leucin 297° C.-on (jav.) bomlás közben olvadt meg.

0.1474 gr. anyag adott 0.2954 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0.1310 gr. H<sub>2</sub>O-t.

Találtunk tehát: 54.68% C-t és  
9.89% H-t.

C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>2</sub> tartalmaz 54.9 % C-t és  
9.92% H-t.

Tisztán különválasztott alaninunk bomlással 295° C.-on (jav.) olvadt meg.

0·1884 gr. anyag adott 0·2792 gr.  $\text{CO}_2$ -t és 0·1347 gr.  $\text{H}_2\text{O}$ -t.

Találtunk tehát: 40·41% C-t és  
7·9 % H-t.

$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$  tartalmaz 40·4 % C-t és  
7·9 % H-t.

Aminovaleriansavat nem lehetett biztosan kimutatni, jelenléte azonban nagyon valószínű.

A  $105^\circ$ — $200^\circ$  C.-ig 0·2 mm. Hg. nyomással átpárolt részletből legelőször a phenylalanin-estert igyekeztünk különválasztani. A párlatrész vízzel gondosan mosott aetheres kivonatának lepárolása után kaptunk ugyan csekély maradékot, ez azonban sósavval elszappanosítva és ammoniakkal kezelve, az ammoniumchlorid kioldása után nem úgy viselkedett, mint a phenylalanin és 25%-os kénsavban oldva és kevés kettedehromsavas kaliummal főzve phenylacetaldehyd szagának nyomát sem adta.

Ebből a párlatrészből sikerült kis mennyiségű asparaginsavat előállítani. Serint nem találtunk.

A monoaminosavak minőleges kimutatására irányuló kísérletünket még egyszer megismételtük. Az előbb leírt kísérleti tervtől csak annyiban tértünk el, hogy valamennyi emésztési részlet dialysatumából egy-egy litert lemértünk, ezeket egyesítettük és az így nyert keveréket phosphorwolframsavval kezeltük. A phosphorwolframsavról leszűrt folyadékot ugyanúgy dolgoztuk fel, mint az előbbi kísérlet során. Tyrosin és glutaminsav mellett itt is találtunk alanint, leucint és asparaginsavat. Valószínűleg aminovaleriansav és serin is volt jelen. Prolint nyomokban sem sikerült találni, sem pedig glykokollt. Phenylalanin nyomaira mutatott az a körülmény, hogy a megfelelő párlatrész aetheres kivonatának maradéka kénsavas oldatban kettedehromsavas kaliummal oxydálva gyenge phenylacetaldehyd szagot adott. A phenylalanint magát nem tudtuk tisztán előállítani; eredménytelen volt a phenylalanin phenylisocyanátjának, illetve hydantoinjának előállítására irányított kísérletünk is.

Az aminosavesterek párlatának első részéből sósavval telítés után — mely kezelésre glykokollaethylesterchlorhydrát kicsapódását vártuk volna, — kis tűk és lapocskák alakjában fehér

kristályok váltak ki. Az anyag mennyisége további tisztításhoz és elemzéshez, sajnos, igen kicsiny volt; olvadáspontját 220—223° C.-on (jav. nélk.) találtuk.

Úgy látszik tehát, hogy glykokoll,  $\alpha$ -prolin és phenylalanin a hasnyálemésztés során nem hasadnak le a fehérje molekulából olyan alakban, mely phosphorwolframsavval nem csapható ki. Csupán azzal a lehetőséggel kell még számolnunk, hogy ezek az aminosavak a phosphorwolframátok szüredékében összetettebb vegyületek alakjában mégis jelen lehettek, de mint ilyenek az elesteresítés és az esterek lepárolása után az át nem párolt részben maradtak.

Ennek a maradéknak feldolgozása az említett és esetleg jelenlevő összetettebb vegyületek különválasztása ezéjából nem kecségtetett eredménynyel, főleg pedig nem lehetett a termékek pontos azonosítását remélni, minthogy erre a célra már maga a kiindulási anyag igen kevés lett volna. Kísérleteinket azonban szándékozunk hasonló módszerek felhasználásával, mint a minőt nem rége Fischer Emil és Abderhalden Emil<sup>1</sup> egyfelől az aminosavak, másfelől a di-, tri- és magasabb peptidek különválasztására ajánlottak, ebben az irányban is kiterjeszteni. Egyes minőleges reakciókra, valamint az oldatok száraz maradékainak és a belőlük phosphorwolframsavval nyerhető csapadékoknak mennyileges meghatározására a dialysatumok, a nem dialysált maradékok és phosphorwolframsavas csapadékok külön részleteit használtuk fel. Első sorban a dialysatumok száraz maradékát határoztuk meg, egyszerűen a 10 liternyi térfogatra hozott dialysatum 100 cm<sup>3</sup>-ének bepárolása útján. A dialysatum szilárd anyagainak phosphorwolframsavval ki *nem* csapható részét úgy határoztuk meg, hogy a dialysatum 50 cm<sup>3</sup>-ét phosphorwolframsavval kezeltük és megszürtük. A pontosan összegyűjtött szüredékből a phosphorwolframsav csekély fölöslegét bariumhydroxyddal, ennek fölöslegét pedig kénsavval pontosan eltávolítottuk; az összegyűjtött szüredéket előbb az eredeti 50 cm<sup>3</sup>-nyi térfogatra besűrítettük, 5 cm<sup>3</sup>-t belőle minőleges próbákhoz kivettünk, a többit pedig szárazra bepároltuk, maradékát megmértük,

<sup>1</sup> Zeitschr. für physiol. Chemie XLVI. k. 52. 1. 1905.

elhamvasztottuk és hamujának súlyát meghatároztuk. A dialysatum phosphorwolframsavval ki nem esapható anyagainak mennyiségét az így nyert száraz maradék súlyából a hamu mennyiségének levonásával és a minőleges próbák ezéljából kivett  $\frac{1}{10}$  rész figyelembe vételével számítottuk ki.

A nem dialysálódó részben, a szilárd anyagok mennyiségét szintén egy tetszőleges rész bepárolása és a maradék súlyának megállapítása útján határoztuk meg. A minőleges tulajdonságok megállapítására itt is külön részletek szolgáltak. Ezeket a reakziók összehasonlíthatósága ezéljából bepároltuk, vagy hígítottuk abban az arányban, mely szükséges lett volna ahhoz, hogy az egyes emésztési próbáknál kapott nem dialysálódó részek valamennyijét ugyanazon — 10 liternyi — térfogatra hozzuk.

Az egyes emésztési próbákra vonatkozólag a következő adatokat jegyeztük föl:

#### A.

Az emésztés ideje V. 12. d. e. 10 órától V. 13. d. e. 10 óráig (1 nap).

Az emésztetlen maradék és a főzéssel coagulálható rész súlya k. b. 40 gr.

A dialysis tartott V. 13.-tól V. 22.-ig.

A dialysatum szalmasárga, erősen savanyú kémhatású; MILLON-reakziót és biuret-reakziót ad, úgy a bromvíz reakzió, mint a glyoxylsav-kénsav reakzió tryptophan jelenlétére mutat.

A dialysatum száraz maradéka 142·5 gr.

Phosphorwolframsav a dialysatum  $\frac{1}{6}$ -éből (2 lit.) 92·0 gr.-nyi phosphorwolframátot csap ki, mely NaOH-dal és ecetsavas ólommal főzve, kifejezett ólomsulfid reakziót ad.

A folyadék a phosphorwolframsavas kezelés után szintelen, a biuret-reakzió erősen kékes árnyalatot mutat, a bromvíz-reakzió gyengébb, egyéb reakziói azonban olyanok, mint a kezelés előtt.

A dialysatum száraz maradéka a phosphorwolframsavas (Ba [OH]<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>) kezelés után 41·7 gr.

Ebből tyrosin 3·2 gr. (az elméleti érték <sup>1</sup> 78·4%-a), glutaminsav 1·1 gr. (az elméleti érték 4·3%-a), más dialysálható, phosphorwolframsavval ki nem esapódó anyagok 37·4 gr.

A dialysatumból phosphorwolframsavval kiesapható szilárd anyag 100·8 gr.

<sup>1</sup> A savhydrolysis eredményét véve alapúl.



A folyadék nem dialysálódó része alig sárgás, erősen savanyú kémhatású. Szép vöröses árnyalatú biuret-reakciót ad; a bromvíz-, glyoxylsav-kénsav és MILLON-próbák nemleges eredménnyel járnak. Az oldat besűrített próbája NaOH-dal és ecetsavas ólommal főzve, erős ólomsulfid-reakciót ad.

A nem dialysálódó rész száraz maradéka 8·6 gr.

A dialysált és nem dialysálódó rész maradékainak összege (nem számítva a dialysis előtt elkülönített csapadékot) 151·9 gr.

### B.

Az emésztés ideje V. 12.—V. 14. (2 nap).

Az emésztetlen maradék és a főzéssel coagulálható rész súlya k. b. 16 gr.

A dialysis tartott V. 14.—V. 23.

A dialysatum sötétebb sárga, mint A-nak megfelelő részlete, gyengén savanyú kémhatású, MILLON-, biuret-, bromvíz-, glyoxylsav- és ólomsulfid-reakciót ad.

A dialysatum száraz maradéka 161·5 gr.

Phosphorwolframsav a dialysatum  $\frac{1}{5}$ -éből (2 lit.) 106·0 gr. phosphorwolframatot csap ki, mely NaOH-dal bontás után MILLON-féle reagenssel egész gyengén színeződik, ecetsavas ólommal pedig jól kifejezett kénreakciót ad.

A phosphorwolframatok szüredéke olyan reakciókat ad, mint A-nak megfelelő részlete.

A dialysatum száraz maradéka a phosphorwolframsavas (Ba [OH]<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) kezelés után 46·1 gr.

Ebből tyrosin 4·0 gr. (az elméleti érték 97·9%-a).

(Glutaminsav 1·9 gr. (az elméleti érték 7·4%-a).

Más dialysálható, phosphorwolframsavval ki nem csapódó anyagok 40·2 gr.

A dialysatumból phosphorwolframsavval kicsapható szilárd anyag 100·8 gr.

Az emésztési keverék nem dialysálható része gyengén savanyú kémhatású. Minőleges tulajdonságait, illetőleg csupán annyiból tér el A hasonló részletétől, hogy glyoxylsavval csak igen gyöngye, kékes árnyalatú színreakciót ad.

A nem dialysálódó rész száraz maradéka 16·2 gr.

A dialysált és nem dialysálódó rész maradékainak összege 177·7 gr.

### C.

Az emésztés ideje: V. 12.—V. 16. (4 nap).

Az emésztetlen maradék és a főzéssel coagulálható rész súlya k. b. 18 gr.

A dialysis tartott V. 16—V. 25.

A dialysatum sötétebb, mint *B*-nek megfelelő részlete, bromvíz-reakciója gyöngébb, egyébként pedig ugyanúgy viselkedik.

A dialysatum száraz maradéka 172·1 gr.

Phosphorwolframsav a dialysatum  $\frac{1}{5}$ -éből (2 lit.) 131·5 gr. phosphorwolframátot csap ki, mely NaOH-dal felbontás után MILLOX-féle reagenssel egészen gyöngé színeződést, eczetsavas ólommal pedig jól kifejezett kénreakciót ad.

A phosphorwolframátok Ba(OH)<sub>2</sub>-dal és kénsavval kezelt szüredéke gyengén sárgás színű, savanyú kénhatású. Bromvízzel valamivel kifejezettebb színreakciót ad, mint *A* és *B* megfelelő részletei, MILLOX-, biuret- és glyoxylsav-reakciója megegyezik *B* megfelelő részleteinek hasonló reakcióival.

A dialysatum száraz maradéka a phosphorwolframsavas (Ba [OH]<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>) kezelés után 69·8 gr.

Ebből tyrosin 4·0 gr. (az elméleti érték 97·9 $\frac{1}{3}$ -a); glutaminsav 2·8 gr. (az elméleti érték 10·9 $\frac{1}{6}$ -a); egyéb dialysálható, phosphorwolframsavval ki nem csapható anyag 63·0 gr.

A dialysatumból phosphorwolframsavval kicsapható szilárd anyagok súlya 102·3 gr.

Az emésztési keverék nem dialysálódó része halványsárga, gyengén savanyú kémhatású. Épen olyan jellegű és annyira kifejezett biuret-reakciót ad, mint *A* és *B* megfelelő részletei. Az ólom-sulfid reakció azonban sokkal gyöngébb, a MILLOX-, bromvíz- és glyoxylsav-reakciók pedig teljesen nemleges eredményűek.

A nem dialysálódó rész száraz maradéka 9·5 gr.

A dialysált és nem dialysálódó rész maradékainak összege 181·6 gr.

#### D.

Az emésztés ideje V. 15—V. 23. (8 nap).

Az emésztetlen maradék és a főzéssel coagulálható rész súlya k. b. 12 gr.

A keverékből az emésztés tartama alatt fénylő fehér tücskék alakjában tyrosin kristályosodott ki. Ez a folyadék felfőzésekor megint teljesen feloldódott, a szüredékből pedig lehüléskor megint kiváltott. A dialysis megkezdése előtt szűrőre gyűjtöttük, megtisztítottuk és megmértük; súlyát 1·7 gr.-nak találtuk. A szüredék dialysise tartott V. 24.—VI. 2.

A dialysatum sötétebb, mint *C* megfelelő részlete, bromvíz-reakciója gyöngébb, glyoxylsav reakciója azonban kifejezettebb, mint *B* hasonló részleteé, egyébként úgy viselkedik, mint ez utóbbi.

A dialysatum száraz maradéka 174·9 gr.

Phosphorwolframsav a dialysatum  $\frac{1}{5}$ -éből (2 lit.) 129·5 gr. phosphorwolframátot csap ki, mely NaOH-dal bontás után MILLOX-

reagenssel gyenge vörös színeződést, eczetsavas ólommal pedig jól kifejezett ólomsulfid reakziót ad.

A phosphorwolframsavas kezelés után a folyadék olyan reakciókat ad, mint *C* megfelelő részlete.

A phosphorwolframsavval ( $\text{Ba}[\text{OH}]_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) kezelt dialysatum száraz maradékának súlya 69·0 gr.

Ebből tyrosin (a dialysis előtt kivált mennyiség betudásával) 4·3 gr. (az elméleti érték 105·2%-a); glutaminsav 8·0 gr. (az elméleti érték 31·1%-a); más dialysálható, phosphorwolframsavval ki nem csapható anyag 56·7 gr.

A dialysatumból phosphorwolframsavval kicsapható szilárd anyagok súlya 104·9 gr.

Az emésztési keverék nem dialysálható része valamivel sötétebb, mint *C* megfelelő részlete, kémhatása gyengén savanyú. Glyoxylsavval és kénsavval színeződés nyomait mutatja; bromvízzel és MILLON-féle reagenssel nem színeződik. A biuret-reakció színárnyalata és kifejezettsége ugyanolyan, mint az előbbi részleteknél. Az ólomsulfid-reakció az előbbi részletekkel ellentétben csaknem teljesen nemleges eredményt ad.

A nem dialysálódó rész száraz maradékának súlya 9·3 gr.

A dialysált és nem dialysálódó rész maradékainak összege 184·2 gr.

## E.

Az emésztés ideje V. 24.—VI. 9. (16 nap).

Az emésztés hatodik napján — épen úgy, mint az előbbi részletből — tyrosin vált ki; a kristályok az emésztés 10—12. napján megint teljesen feloldódtak és többé nem is sikerült azokat kiválasztani.

Az emésztetlen maradék és a főzéssel coagulálható rész súlya k. b. 3 gr.

A dialysis tartott VI. 12.—VI. 21.

A dialysatum sötétebb, mint *D* megfelelő részlete, gyengén savanyú kémhatású. Bromvízzel és glyoxylsavval nagyon gyenge színreakciókat ad, MILLON reagenssel azonban ép úgy színeződik, mint az előbbi részletek, biuret-reakciója is ugyanannyira kifejezett. Ólomsulfid-reakciója közömbös kénvegyületek jelenlétére mutat.

A dialysatum száraz maradékának súlya 170·1 gr.

Phosphorwolframsav a dialysatum  $\frac{1}{5}$ -éből (2 lit.) 125 gr. phosphorwolframátot csap ki, mely NaOH-dal bontás után MILLON-reagenssel szembenítőleg erősebb színeződést ad, mint az előbbi hasonló csapadékok. Ólomsulfid-reakciója olyan, mint az előbbi részleteké.

A phosphorwolframátok szüredéke  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  és  $\text{H}_2\text{SO}_4$  keze-

lés után szintelen, savanyú kémhatású, kifejezett MILLON-, biuret-, bromvíz- és glyoxylsav-reakciót ad.

A phosphorwolframsavval kezelt dialysatum száraz maradékának súlya 17·6 gr.

Ebből a folyadékából, daczára annak, hogy MILLON-reagenssel erősen színeződött, besűrítésre nem vált ki tyrosin. Ezen jelenség okának kikutatására a dialysatum egy másik részletét erősen bepároltuk és alkohollal ismételten kicsaptuk. Az alkoholban oldhatatlan anyagok MILLON-reagenssel vagy egyáltalában nem, vagy csak igen gyengén színeződtek. Végül szörpszerű, nem kristályosodó anyaghoz jutottunk, mely úgy alkoholban, mint vízben oldódott, a kék lakmuszt megvörösítette, MILLON-reagenssel szemben pedig úgy viselkedett, mint a tyrosin. Ebből az anyagból nem sikerült kristályos tyrosint nyerni sem kénsavhydrolysis-sal, melyet próbaképpen végeztünk, sem phosphorwolframsavas kezeléssel. Minthogy erre a tárgyra vonatkozólag kísérleteinket nem folytathattuk, nem tudtuk eldönteni, hogy a tyrosinnak valamely bomlástermékével van-e dolgunk, vagy pedig a fehérjéből fölszabaduló basisok sószerű vegyületek alakjában kötik meg a tyrosint. Hasonló észleletünk korábban is volt, csak hogy akkor csak 34. napi hasnyál-emésztés után kezdődött a tyrosin oldódása. Minthogy a hasnyál ily hosszú idő alatt hatékonyságából sokat veszít, nem lehet föltennünk, hogy a tyrosin ezen elváltozása a hasnyál tevékenységének tudandó be. Sokkal közelebb áll a föltevés, hogy az emésztési keverék toluol-tartalma a legnagyobb gond és folytonos ellenőrzés daczára — hacsak rövid időre is — a baktériumok távoltartására szükséges minimum alá szállhatott. Oxyphenylaethylamin képződése esetünkben kizártnak látszik. Még arra a lehetőségre kell gondolnunk, hogy valamely másodlagos szintetikus hatás folytán a tyrosin peptidszerű vegyületekbe ment át. Lehet, hogy ez adná magyarázatát annak a leletnek is, mely MILLON-reagenssel színeződő anyagok nagyobb mennyiségének jelenlétét mutatja a phosphorwolframsavas csapadékban. Ezen fölvétel ellen szól azonban az a körülmény, hogy savhydrolysis útján sem sikerült az ismeretlen termékből tyrosinhoz jutni.

A tyrosin mennyiségének meghatározásáról fönti okokból le kellett mondanunk.

A phosphorwolframsavval  $[Ba(OH)_2, H_2SO_4]$  kezelt dialysatum száraz maradékának súlya 77·6 gr.

Ebből glutaminsav 15·5 gr. (az elméleti érték 60·2%-a); más dialysálható, phosphorwolframsavval ki nem csapható anyag a tyrosinnal, illetőleg ennek bomlástermékével együtt 62·1 gr.

A dialysatumból phosphorwolframsavval kicsapható szilárd anyagok súlya 92·5 gr.

Az emésztési keverék nem dialysálódó része világosbarna, gyengén savanyú kémhatású, gyenge MILLON-reakciót ad. Olyan

biuret-reakciót ad, mint *A.—D.* megfelelő részletei. A bromvíz-, glyoxylsav-, ólomsulfid-próbák nemleges eredménnyel járnak.

A nem dialysálódó rész száraz maradékának súlya 13·5 gr.

A dialysált és nem dialysálódó rész maradékainak összege 183·5 gr.

Könnyebb áttekinthetőség kedvéért az emésztési keverékek megfigyelt minőleges tulajdonságait, valamint a meghatározott mennyileges adatokat a következő két táblázatban foglaljuk össze.

Ezek a táblázatok világosan mutatják, hogy az egyforma viszonyok között lefolyó mesterséges emésztés során az emésztés tartamával párhuzamosan szaporodnak a dialysálható, phosphorwolframsavval ki nem csapható termékek. A phosphorwolframsavval kicsapható termékek magatartása nem ily egyszerű; ezeknek mennyisége eleinte nő, később megint apad. A tyrosin teljes mennyiségében igen gyorsan lehasad a fehérje molekulából; már az emésztésnek második napján csaknem az összes tyrosint szabad állapotban lehetett a termékek között megtalálni. Egészen másképp viselkedik a glutaminsav. Lehasadó mennyisége lassanként növekszik az emésztés egész tartama alatt; a 16.-ik napon összes mennyiségének k. b.  $\frac{2}{3}$  részét találtuk meg az emésztés termékei között. Valószínűleg így viselkednek a leucin, alanin és asparaginsav is. A tryptophan a tyrosinéhoz hasonló magatartást mutat, a mennyiben gyorsan lehasad, azonban nyilván assanként másodlagos átalakuláson megy keresztül. A cystinre vonatkozólag azt látjuk, hogy az emésztésnek k. b. 4.-ik napjától kezdve egész mennyisége dialysálható formába megy át.

Jól tudjuk, hogy kísérleteink eredményei a természetes emésztésre vonatkozólag nem értékesíthetők közvetlenül. Szándékunkban van ezért gyomor- és bél-sipolyos kutyákon hasonló kísérleteket végezni, főleg pedig az emésztés összetettebb termékeit nemcsak a testen kívül vizsgálni, hanem kísérleteinket a természetes viszonyokra is kiterjesztve, lassanként tisztább bepillantást szerezni az emésztés folyamatának tulajdonképeni lényegébe.

Az emésztés tartalma	A	B	C	D	E
	1 nap	2 nap	4 nap	8 nap	16 nap
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	szalma-sárga	sötétebb, mint A	sötétebb, mint B	sötétebb, mint C	világos barna
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	szintelen				szintelen
Nem dialysálódó rész .	alig szinnes		hátvány-sárga	sötétebb, mint C	világos barna
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	erősen savanyú		egyongón savanyú		
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	savanyú				
Nem dialysálódó rész .	erősen sav.		egyongón savanyú		
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	Valamennyi részlet egyformán kifejezett kékes árnnyalatté reakciókat ad.				
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	Valamennyi részlet egyformán kifejezett erősen kékes árnnyalatté reakciókat ad.				
Nem dialysálódó rész .	Valamennyi részlet egyformán kifejezett vöröses árnnyalatté reakciókat ad.				
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	+	+	+	+	+
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	+	+	+	+	+
Nem dialysálódó rész .	—	—	—	—	nyomokban
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	meglehetőls erős színreakció	egyongóbb, mint A	egyongóbb, mint B.	egyongóbb, mint C.	egyongó, szoronyos színreakció
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	egyongóbb mint a kezelés előtt	mint A	erősebb, mint B	mint C	mint C
Nem dialysálódó rész .	—	—	—	—	—
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	kékes színreakció	erősebb, mint A	vöröses színreakció	erősebb, mint C	mint C
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	olyan, mint a kezelés előtt	mint A	mint A	—	mint C
Nem dialysálódó rész .	—	igen egyongó kékes	—	igen egyongó	—
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .	+	+	+	+	+
Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .	+	+	+	+	+
Nem dialysálódó rész .	+	+	egyongóan +	—	—

## Ólomsulfid reakció

Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés előtt . . . . .

Dialysátum a phosphor-wolframsavas kezelés után . . . . .

Nem dialysálódó rész .

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

## II.

1	Az emésztés tartalma . . . . .	A 1 nap	B 2 nap	C 4 nap	D 8 nap	E 16 nap	
2	Az emésztett fehérje súlya a víz- és hamutartalom levonásával gr.-okban . . . . .	177.6	177.6	177.6	177.6	177.6	
3	Emésztetlen maradék, ill. hővel coagulálható rész gr.-okban k. b. . . . .	40.0	16.0	18.0	12.0	3.0	
4	A nem dialysálódó rész száraz maradéka gr.-okban . . . . .	8.6	16.2	9.5	9.8	13.5	
5	A dialysátum száraz maradéka gr.-okban . . . . .	142.5	161.5	172.1	174.9	170.1	
6	4. és 5. rovat összege gr.-okban . . . . .	151.1	177.7	181.6	184.2	183.6	
7	A dialysátum phosphorwolframsavval ki nem csapható anyagainak súlya gr.-okban . . . . .	41.7	46.1	69.8	69.0	77.6	
8	A dialysátum phosphorwolframsavval ki-csapható anyagainak súlya (5. és 7. rovat különbsége) gr.-okban . . . . .	100.8	115.4	102.3	104.9	92.5	
9	A ki nem csapható részben talált tyrosin mennyisége	gr.-okban	3.2	4.0	4.0	4.3	
		az elméleti érték (4.1 gr.) %-ában	78.4%	97.6%	97.6%	105.2%	
10	A ki nem csapható részben talált glutaminsav mennyisége	gr.-okban	1.1	1.9	2.8	8.0	15.5
		az elméleti érték (25.7 gr.) %-ában	4.3%	7.4%	10.9%	31.1%	60.2%
11	A dialysátum phosphorwolframsavval ki nem csapható anyagából (6.) még meghatározatlanul maradt gr.-okban . . . . .	37.4	40.2	63.0	56.7	62.1	

Kétségtelen, hogy a fehérjék erjedésszerű hasadása nem egyedüli tényezője annak a folyamatnak, mely a nem diffundáló fehérjeféléket felszívódásra alkalmasakká teszi. Az egész fehérjemésztésnek sarkpontja nyilván a különböző idegen fehérjék assimilálhatóvá tétele. A fehérjék összetétele minőleges szempontból nagyon hasonló és ennél fogva jól elképzelhető az, — mint

egyikünk már régebben kifejtette<sup>1</sup> — hogy a különböző „idegen“ fehérjéknek az emésztés rendén nem kell teljesen szétbomolniok, hogy a „saját“ fehérje fölépítésére alkalmasokká váljanak. Másfelől azonban azt is tudjuk,<sup>2</sup> hogy az állati szervezet a fehérje igen messzemenő bomlásainak termékeit is képes saját fehérjének fölépítésére értékesíteni.

<sup>1</sup> E. ABDERHALDEN. Abbau und Aufbau der Eiweisskörper im tierischen Organismus. Zeitschr. f. physiol. Chem. XLIV. k. 17. l. (1905).

<sup>2</sup> E. ABDERHALDEN u. P. RONA. Über die Verwertung der Abbauprodukte des Caseins im tierischen Organismus. Zeitschr. f. physiol. Chem. XLIV. k. 189. l. (1905).