

Fehérjék és egyéb nitrogéntartalmú anyagok elektroforézises vizsgálata*

VARGA JÁNOS

Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémia Tanszék

Az elektroforézises vizsgálatok története elválaszthatatlan a fehérjéktől. Tulajdonképpen az elektroforézis egyik legrégebb felhasználása a fehérjék homogenitásának vizsgálata volt. Ezután fokozatosan, az elektroforézis módszereinek kibővítésével számos egyéb N-tartalmú vegyületcsoport vizsgálata is megindult és ma már szinte áttekinthetetlenül nagy e vegyületek elválasztásával kapcsolatos irodalom. Az aminosavak, peptidek, fehérjék mellett a purin és pirimidinszármazékok, heterociklusos N-tartalmú vegyületek, antibiotikumok nagy része, a B-vitamincsoport és rokon vegyületek elektroforézises vizsgálata eléggé elterjedt. Előadásomban elsősorban az aminosavak, peptidek, fehérjék vizsgálatának kérdéseivel foglalkozom.

1. A vizsgálatokhoz szükséges anyagok előkészítése

Az elektroforézises vizsgálat sikerességének alapvető követelménye a vizsgálni óhajtott vegyületcsoport kivonása élelmiszerekből és megtisztításuk a zavaró, kísérő anyagoktól. Általánosságban elmondható, hogy ez valamilyen extrakciós eljárással történik megfelelő előkészítés után. Az előkészítés homogenizálással (malmi, ultrahangos stb.) kezdődik. Ezt követi a vizsgálatra kerülő anyag kinyerése megfelelő extrahálószerrel. Az extraktumok tisztítása nehéz és sokszor bonyolult feladat, bár ma már számos korszerű eljárás alkalmazható erre a célra (ioncsere, oldószeres kicsapás, dialízis, molekulaszűrés stb.).

1.1. Aminosavak kinyerése és tisztítása

Attól függően, hogy szabad aminosavakat akarunk biológiai anyagokból elkülöníteni (pl. hús, gabona, zöld növényi részek stb.) és vizsgálni vagy peptidben, fehérjékben kötésben levő aminosavakat vizsgálunk, más és más az előkészítés módja.

Szabad aminosavak, egyéb alkotórészekhez viszonyítva, csak kis mennyiségben fordulnak elő biológiai anyagokban, élelmiszerekben. Ezért szükséges az analizálandó oldat mind teljesebb tisztítása a kísérő anyagoktól. Szabad aminosavak extrakciójára deszt. vizet, etanolt alkalmazhatunk. Vizes extrakciónál sók, szénhidrátok, karbamid, kistagszámú peptidek, vízdoldható fehérjék zavarnak. Az alkoholos extrakciónál 80–90%-os etanolt használnak. Zavaró anyagok itt a lipidok, esetleg ásványi sók.

A fehérjementesítést triklórecetsavval, nehézfém sókkal végezhetjük, de célszerűbb az abszolút etanollal, acetonnal történő kicsapás, mivel így nem kerül az oldatba újabb só.

* A IV. Élelmiszervegyész ankéton 1968. május 10-én elhangzott előadás.

Lipoidjellegetű anyagok az aminosavfoltok szétterülését segítik elő. Ilyen anyagoktól vagy extrakció előtt magát az extrahálni kívánt anyagot zsírtalanítással megszabadítjuk, vagy az extraktumot szárazra pácoljuk és ebből vonjuk ki éteres vagy petroléteres oldással ezeket a vegyületeket.

Sók eltávolítására *Conden* és munkatársai által leírt elektrodiálízis módszere alkalmazható eredményesen. Kevesebb mintamennyiség esetén papírionofórezis is használható. Gyakran alkalmazott eljárás H^+ ciklusú kationcserélő oszlopon történő aminosavtisztítás (1).

Ha peptidok, fehérjék aminosavösszetételét vizsgáljuk, akkor az előkészítést ezek hidrolízise. Leggyakoribb a sósavas hidrolízis.

Ha triptofánt is vizsgálni akarjuk, a $Ba(OH)_2$ -os hidrolízist alkalmazzuk.

1.2. Peptidok kivonása és tisztítása

Peptidok származhatnak biológiai anyagokból és hidrolízissel nyert mesterséges peptidkeverékből.

Kivonásukra alkalmas a 60–70%-os alkoholos, vizes, sóoldatos ($NaCl$) eljárás. Természetesen a peptidok vizsgálatát is megelőzi oldataik tisztán történő előállítás. A peptidok tulajdonságaikban átmenetet képeznek, az őket felépítő aminosavak és nagyobb aminosavszámú fehérjék között, ezért utóbbiaktól történő elválasztásuk nagyon nehéz. Jól alkalmazható frissen desztillált fenollal történő ismételt kirázás. A fenolos oldat bepárlása után 50%-os alkoholos oldatban vesszük fel a maradékot és az elektroforézishez ebből cseppentünk fel. Ennél az eljárásnál az aminosavak is oldódnak részben, és zavarosak. Alkalmazzuk különleges, szulfonált polisztirol típusú ioncserélőket is (2). Újabban alkalmazott módszer az erősen térhálósított szerkezetű (Sephadex G–10, G–15) dextrángéleken történő peptidszűrés (3).

1.3. Fehérjék kivonása és tisztítása

A fehérjék kivonásánál fontos követelmény a lehető legenyhébb körülmények biztosítása (oldószer, hőmérséklet stb.), tekintettel e vegyületcsoport könnyű denaturálhatóságára. Első lépésként az extraháláshoz jó támpont az egyszerű fehérjék oldhatóság szerinti felosztása. Természetesen konkrét fehérjék esetében az extrahálás mindig igényel valamilyen fogást, melynek segítségével a lehető legjobb eredmény érhető el. Példa erre az intézetünkben is folyó búzafehérjekutatás, melynek során számtalan frakcionálási módot alkalmaztunk. Az extrakció után kapott fehérjeoldat tisztítására a leginkább alkalmazott eljárások: az ismételt újraoldás és kicsapás; sómentesítésre, szabad aminosavak eltávolítására a dialízis cellofán, vagy speciális dializáló hártán keresztül. A molekulaszűrés biokémiai alkalmazása óta igen jól bevált a fehérje tisztán történő előállítására fehérjeoldatokból. A legnagyobb problémát itt is és az elektroforézisnél is a megfelelő puffer-oldószer kiválasztása okozza. Bonyolult fehérjék esetében, mint amilyenek a búzafehérjék is, nem lehet univerzális puffert alkalmazni. Szinte azt lehet mindani, hogy ahány fehérje, ahány fehérjefrakció, annyi pufferösszeállítás szükséges.

2. Tulajdonképpeni elektroforézis

2.1. Aminosavak elektroforézises vizsgálata

Közismert, hogy bonyolult aminosavkeverékek vizsgálatára még ma is a legalkalmasabb módszer a papírkromatográfia. Még a sok területen jól bevált vékonyrétegekromatográfia sem tudja pótolni jelenleg. Ennek ellenére rengeteg

vizsgálat, kísérlet történik elektroforézissel is. A papírelektroforézises vizsgálat mellett szól a rövid idő és így keverékekből a gyors tájékozódás lehetősége. Előjáróban le kell azonban szögezni, hogy bonyolult aminosavkeverékeknel egyedül a papírelektroforézis nem szolgáltat kielégítő eredményt. Ezért rendszerint kromatografiával kombinálva alkalmazzák.

Aminosavak papírelektroforézises vizsgálatára kis-, közép- és nagyfeszültségű horizontális és vertikális készülékeket használnak. A horizontális készülékek rendszerint hűthető papírfelfekvési felülettel rendelkeznek.

Az elektroforézisnél mindig szem előtt kell tartani, hogy jó elválast a pH érték állandósága, megfelelő felcseppentési koncentráció (megfelelő tisztaságban), hőmérsékletállandóság, optimális puffer együttesen biztosít csak. Ezért a vizsgálat előtt el kell tudni dönteni, hogy bonyolult aminosavkeverékről van-e szó, bázikus, semleges vagy savas jellegű aminosavakat akarunk-e szétválasztani. Amennyiben savas jellegű aminosavakat vagy származékokat (pl. ciszteinsav, metionin szulfoxid) akarunk vizsgálni, Whatman 1. vagy Schleicher-Schüll 2043/b. szűrőpapírt használunk. A készülék célszerűen a „Labor” által gyártott Mikeš-féle vertikális készülék. A puffer: piridin: ecetsav: víz 5,4 pH-jú oldata. A feszültség 800 V. Az elektroforézis ideje 3 óra. Glutaminsav, aszparaginsav, ciszteinsav jól elválik egymástól. Bázikus aminosavak elválasztása szintén megoldható fenti berendezésben. A puffer ebben az esetben piridin: ecetsav: Na-acetát: víz. Feszültség 900 V, elektroforézis ideje 2,5–3 óra. Lizin, hisztidin, arginin egymástól jól elválaszthatók 11,5 pH-jú Na-karbonát pufferben is 150 V-tal 16 óra alatt. Tájékozódásra alkalmas az 1. táblázat, melyben az egyes aminosavak és aminosavszármazékok elmozdulását láthatjuk a pH függvényében. A vonalkázott rész a semleges aminosavak elhelyezkedését mutatja.

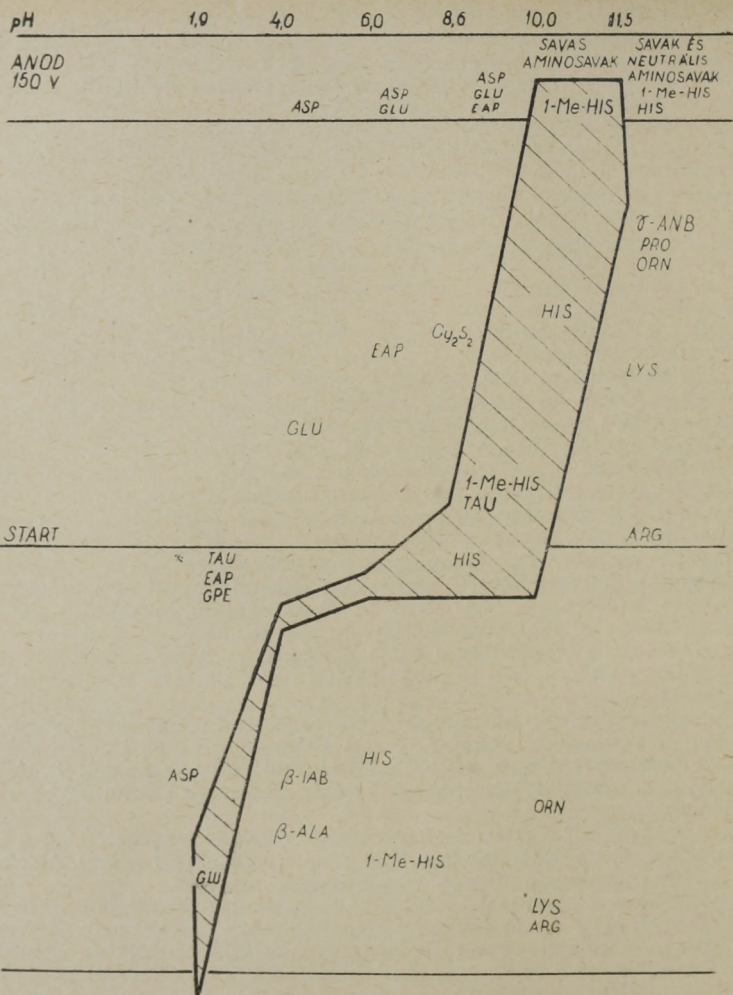
Bonyolult aminosavkeverék esetén csak elektroforézissel nem tudunk sem horizontális készülékben, sem vertikális berendezésben, kielégítő eredményt kapni. Ilyenkor a legcélszerűbb az elektroforézist papírkromatografiával kombinálni. Horizontális készülékben a papír Whatman 1–3. és –3 MM jelzésű. A puffer piridin + ecetsav + víz 6,5 pH-jú oldata. Az alkalmazott feszültség 1000–1500 V.

A papírt, hűtésének intenzívebbé tételére, célszerű vékony habszivacsréteggel, majd plexi lemezzel lefedni. 3–4 órás elektroforézis után a papírt megszáritjuk (a fenti puffer előnyös, mert maradék nélkül eltávozik a papírról). Ezután leszálló kromatografálást alkalmazunk butanol-ecetsav-víz (20:30:150) rendszerben 48 órán át.

Semleges aminosavak elválasztására horizontális technikával, 0,025 n ecetsavban végezzük az elektroforézist, 100 V-tal 6 órán át (pH = 2,6). Alkalmazható 2,2 pH-jú hangyasav-jégecet-víz elektrolit is.

Aminosavak elválasztására kitűnően alkalmas a nagyfeszültségű elektroforézis is. Előnye, hogy az elektroforézis ideje mindössze 20–130 perc. Hátránya, hogy csak jól méretezett és intenzív hűtéssel rendelkező készülékben vitelezhető ki, mely nem minden labor számára hozzáférhető. A nagyfeszültségű elektroforézis, összefüggésben a rövid idővel, igen jó felbontást eredményez. Az aminosavfoltok nem terülnek, élesen elkülönülve válnak el egymástól. Semleges és savas jellegű aminosavakat jó eredménnyel választhatunk el 40 V/cm-es feszültséggel, 10 °C-on, 2 óra alatt. Az elektrolit: hangyasav-jégecet-aceton-víz (30:120:150:700) (pH = 1,9). A papír Whatmann-1. és -3 MM. Bázikus aminosavak elválasztására ez a módszer nem ad elég jó eredményt.

A nagyfeszültségű papírelektroforézis, papírkromatografiával kombinálva kitűnő elválast ad bonyolult aminosavkeverékből is. 120 V/cm-es feszültséggel végezzük az elektroforézist hangyasav és ecetsav keverékében (1,5 m-os hangyasav és 2 m-os acetone 1:1 arányú keveréke) (pH = 2,0). Elektroforézis ideje 20 perc. Intenzív hűtést +4 °C-os hűtőkeverékkel biztosítunk. Az elektrofo-



rézist követő kromatografálás butanol-ecetsav-víz keverékében történik, 48 óras leszálló technikát alkalmazva. Papír: Whatman-1, -3 MM.

Természetesen más eljárásokhoz hasonlóan itt is alkalmazható ismételt elektroforézis, kétdimenziós elektroforézis, de ezek eredményessége nem jobb az ismertetett példakénál.

Aminosavszármazékok (pl. DNF-aminosavak) szintén eredményesen választhatóak el elektroforézissel (4,5,6,7,8).

2.2. Peptidek elektroforézises vizsgálata

A bevezetőben említettem, hogy átmeneti tulajdonságaiknál fogva részben az aminosavaknál ismertetett eljárások, részben a fehérjék elektroforézises vizsgálatánál említésre kerülő módszerek alkalmasak a peptidek vizsgálatára is.

Kistagszámú peptidek elektroforézises elválasztására nagyon jól bevált a piriden-ecetsav-Na-acetát puffer. Vertikális készülékben 900 V-tal $2\frac{1}{2}$ –3 órán át végezve az elektroforézist, gliadin parciális hidrolizisekor kapott peptidkeverékből jó elválást kaptunk a bázikus és savas jellegű peptidek esetében. Neutrális peptidek elválasztását pH = 2,0 pufferben lehet elvégezni. Alkalmazott papírok: Whatman 1., Schleicher-Schüll 2043/b. Nagyfeszültségű elektroforézis szintén használt eljárás peptidvizsgálatoknál.

Enzimés hidrolizátumok „fingerprint”-jét Ingram szerint lehet elkészíteni (9). Ez tulajdonképpen kétdimenziós eljárás: papírelektroforézis papirkromatografiával kombinálva. Először az elektroforézist végezzük el horizontális készülékben. A puffer 15 ml ecetsav 1000 ml-re hígítva (pH = 4,4–5,0). A feszültség 1500 V.

Az elektroforézis ideje 2–3 óra. A legjobb felbontóképességet +4 °C-on lehet kapni. Az elfogramot gondos szárítás után butanol-ecetsav-víz rendszerben 48 órán át kromatografáljuk leszálló technikát alkalmazva. Igen jó eredményt ad az i-amilalkohol-piridin-víz (35:35:30) oldószerrel végzett felszálló kromatografálás is. Célszerű a kromatografálást is alacsony (+10 °C alatt) hőmérsékleten végezni. Gliadin és glutenin „fingerprintjét” láthatjuk az 1. ábrán.



1. ábra. Glutenin (a) és gliadin (b) frakciók papainos hidrolizátumainak „fingerprintje”

Nagyobb tagszámú peptidek vizsgálatát papírelektroforézissel célszerűen 0,1 m-os 10 pH-jú borátpufferben, 8,6 pH-jú Na-dietilbarbiturát-dietil-barbitursav pufferben végezhetjük el kisfeszültség alkalmazásával. 110–150 V-tal, 12–16 óras időtartammal jó elválasztás nyerhető.

Peptidek elválasztására sokszor eredményesebb az ioncserélő kromatográfias módszer, vagy gelszűrés és utána következő elektroforézis alkalmazása. Ez utóbbi eljárással kapcsolatban tanszékünkön is biztató kezdeti eredmények vannak.

2.3. Fehérjék elektroforézises vizsgálata

A fehérjék elektroforézises vizsgálatára elsősorban papírelektroforézises és gélelektroforézises eljárásokat alkalmaznak. A papírelektroforézis korlátozott mértékben is csak bizonyos típusú fehérjék szeparálására alkalmas (pl. szérumfehérjék, hemoglobinek, lipoproteinek stb.). A reprodukálhatóság csak szigorúan azonos körülmények tartása mellett lehetséges. Általában kis feszültséget (100–350 V-ot) és minden esetben hűthető horizontális készüléket alkalmaznak. A papírok közül Whatman-1., 2., 3., 3 MM, Macherey Nagel-214, Schleicher-Schüll 2043/a. használatosak. Pufferként jól beváltak a 8,6 pH-jú, 0,05–0,1 közötti ionerősségű veronálpufferek. Veronálpufferek mellett Ca-laktát-tejsav, foszfát puffert is alkalmaznak. A pH-juk 7,2–9,5 között változik. A fehérjék papírelektroforézises vizsgálatáról jó összefoglalás található számos műben (8, 10).

Az élelmiszerkémiai szempontból jelentősebb izom-, tej-, gabonafehérjék stb. vizsgálatánál gélektroforézissel értek el jó eredményeket. Példaként a búzafehérjevizsgálatokkal foglalkozom, melyek jelentős helyet foglalnak el Intézetünk kutatási programjában.

A területi régebbi eredményeiről számos összefoglaló mű számol be (11, 12). E helyen elsősorban néhány tanszéki konkrét eredményt és tapasztalatot kívánok ismertetni a sikkéfehérjék vizsgálatával kapcsolatban.

A keményítő-gél-elektroforézises vizsgálat céljaira a tiszta burgonyakeményítő felel meg a legjobban. A keményítőt felhasználás előtt az oldható és túl finom szemcséktől megtisztítjuk. Ez úgy történik, hogy 1:3 arányban desztillált vízzel keverjük el. 60 percig állni hagyjuk, majd dekantáljuk. Ezt kétszer megismételjük. Ezután Büchner tölcséren leszűrjük és azzal a pufferrel mossuk, mellyel majd az elektroforézist végezzük. Végül desztillált vízzel mossuk és acetonnal víztelenítjük. Ily módon előkészített 250 gr száraz tisztított keményítőt 495 ml acetonban szuszpendálunk és 5 ml cc-HCl-at adunk hozzá, majd 1 óráig mágneses keverés közben 37 °C-on tartjuk. Ezután Na-acetáttal vagy Na-karbonáttal pH = 7-re állítjuk be, majd desztillált vízben szuszpendáljuk és Büchner tölcséren vízzel mossuk és legfeljebb 40 °C-on szárítjuk. A keményítő hidrolízise igen lényeges és a legalkalmasabb konzisztenciáját több mintán kell beállítani. A legkedvezőbb gélszerkezet megkeresése és az elektroforézis sikeressége szempontjából elengedhetetlen. Sajnos, a gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy valamennyi újonnan felhasználásra kerülő keményítőnél el kell ezt végezni.

A részlegesen hidrolizált keményítőt azután a pufferben (10–15:100 arányban) állandó keverés mellett szuszpendáljuk, melegítés mellett. Amikor a 90°C-t eléri, a lombik tartalmát levegőmentesítjük vákuumban (néhány mp-ig). Lényeges az azonos ideig történő levegőmentesítés, ha párhuzamos meghatározásokat végzünk. Ezután a lexi tartályba öntjük a még meleg géllé nem alakult keményítőoldatot. Az esetleges levegőbuborékokat a felület óvatossággal eltávolítjuk. 2–3 órai hűtött helyen tartás után a gél szerkezete kialakul. A kiszáradás megakadályozására paraffinnal lehet a felületet bevonni, ügyelve, hogy a paraffin hőmérséklete ne legyen 45 °C felett.

A vizsgálandó mintát (sikké, gliadin vagy glutenin) a pufferben oldjuk. A leggyakrabban alkalmazott pufferek: Tris-citrát puffer, pH = 8,6 (0,76 m Tris oldatot 8,6-ra állítunk be citromsavoldattal) 3 és 7 m karbamid tartalommal. Ennél jobban bevált puffer az Al-laktát puffer 3 m karbamiddal. Alkalmazott puffer még az Al-laktát és 7 m karbamid elegye is.

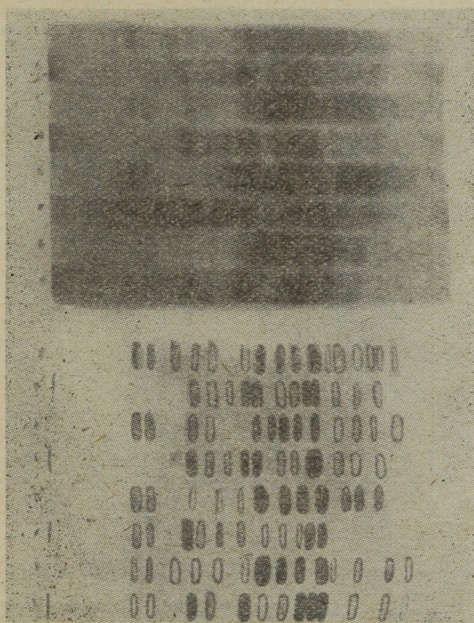
Újabbak jobbnak tartják a Na-laktát-3 m karbamid puffert (0,22 m Na-laktát oldat + 0,5 tejsavoldat tízszeres hígítású oldatát használják; pH = 3,5).

Ha a keményítő-gél elkészítésekor csak Al- vagy Na-laktát puffert használunk (vízoldható és globulin frakciókhoz), akkor 11% hidrolizált keményítőt, ha 3 m karbamidot oldunk benne (gliadin és glutenin frakciókhoz), akkor 10% keményí-

tőt használunk. A hűtés után a szilárd gélben sablonnal helyet-készítünk a fehérjeoldat részére. A fehérjeoldatot fenti pufferrel készítjük 1–1,5%-os koncentrációban.

Az elektroforézist horizontálisan készülékben végezzük. Ha szobahőmérsékleten dolgozunk, akkor 4–6 V/cm feszültségértéket kapcsolunk rá és az elektroforézis ideje 4–8 óra. Ha hűtött térben történik az elektroforézis, akkor lehet 3–4 V/cm feszültséggel 16 órás elektroforézist alkalmazni.

A gélen levő frakciók előhívása amidofeketével történik. Különböző búzafajták gliadin és glutenin frakcióinak jellegzetes elektroforézises képét a 2. ábrán láthatjuk.



2. ábra. Különböző búzafajtákból származó gliadin és glutenin frakciók keményítő-gél elektroforézise

A, C, E, E: gliadin
B, D, F, H: glutenin

Fehérjefrakcionálásra (főleg tejfehérjék esetében vált jól be) újabban elterjedten alkalmazzák a poliakrilamid gélelektroforézist is. Egy poliakrilamidgél összeállítását ismertetek a következőkben:

20 gr akrilamidot és 80 ml metilén-bis-akrilamidot (0,5 g/100 ml puffer) összekeverünk. Pufferoldattal 500 ml-re egészítjük ki. Az oldatot szűrjük. Gélkészítéskor 2 ml 10%-os perszulfatoldatot és 2 ml 10%-os dimetil-amino-propionitril oldatot adunk hozzá. A gél 2 óra alatt kialakul. Pufferként általában borát 0,03 m-os puffert vagy 0,05 m-os veronált használnak, 8–10 V/cm feszültséggel metlett.

A gélelektroforézist lefolytathatjuk vertikális gél elhelyezéssel is, de kevésbé jó eredményeket kapunk.

2.3. Egyéb N-tartalmú anyagok elektroforézise

Befejezésül egyéb N-tartalmú anyagok elektroforéziséről, ill. egy-egy jellegzetes képviselőjének elektroforéziséről a következő táblázatos összefoglalást kívánom bemutatni (2. táblázat).

2. táblázat

Egyéb N-tartalmú vegyületek elektroforézis körülményei

Vegyületcsoport	Puffer	Feszültség V/cm	Papír	Idő (óra)	Hivatkozás
Purin és pirimidin származékok	citrát-foszfát pH = 2,0 ammóniumformiát pH = 3,5	6–8	Whatman–1	2–8	13, 14
		30–40	Whatman–3	2	15, 16, 17
B ₉ , B ₆ -vitamin és nikotinsavamid csoport	Na-acetát pH = 5,1 Borát pH = 8,9	10	Munktell–20	10	18
		8–9	Whatman–1	1–2	19
Alkaloidek Curare alk.	Borax pH = 9,2 K–H-ftalát pH = 5,0	10	Whatman–1	1	20
Dohány alk.		25	Whatman–3	2	21
Antibiotikumok Streptomycin	Na-acetát pH = 5,0 Kollidin 7,0 Veronal pH = 8,6	10	Whatman–1	16	22
Kefalosporin		15	Whatman–3	1,5–3	23
Neomycin		6–7	Cellulóz-acetát	2	24

I R O D A L O M

- (1) Maček, K.–Hais, I. M.: A papirkromatográfia kézikönyve.
- (2) Harris, J. I.–Li, C.: J. Biol. Chem. 213, 499. 1955.
- (3) Gelotte, B.: Fractionation of proteins, peptides and aminoacids by gelfiltration. In edition James, A. T. and Morris, L. J.: New biochemical Separations, Chapter 6. Van Nostrend Co. London. 1964.
- (4) Wieland, T.–Schneider, K.–Fischer, E.–Maier-Leibnitz, H.: Naturwissenschaften. 36, 280. 1949.
- (5) Biserte, G.–Osteux, R.: Bull. Soc. Chim. Biol. 35, 50. 1951.
- (6) Lásztity, R.–Nedelkovits J.–Varga J.: Magyar Kém. Folyóirat. 72. 197. 1966.
- (7) Varga J.: ÉVIKE 12, 240. 1966.
- (8) Smith, I.: Chromatographic and Electrophoretic Techniques. Vol. II. London–New York. 1960.
- (9) Ingram, V. M.: Nature. 180, 326. 1957.
- (10) Wunderly, Ch.: Die Papier elektroforese, Aaran, Frankfurt–Main. 1959.
- (11) Mitidieri, E.–Alfonso, O. R.: Paper Electrophoresis. Amsterdam. 1961.
- (12) Pence, J. W.–Mecham, D. K.: J. Agric. Food Chem. 4, 712. 1956.
- (13) Burma, D. P.: Science. 118, 694. 1953.
- (14) Foster, A. B.: Chem. and Ind. London. 1952.
- (15) Markham, R.–Smith, D. J.: Nature. 168, 406. 1952.
- (16) Markham, R.–Smith, D. J.: Biochem. J. 52, 552. 1952.
- (17) Markham, R.–Smith, D. J.: Biochem. J. 52, 558. 1952.
- (18) Silpirandi, N.–Silpirandi, D.–Lis, H.: Biochem. Biophys. Acta. 14, 52. 1954.
- (19) Sundram, T. K.–Rajagopalan, K. V.–Sarma, P. S.: J. Chrom. 2, 531. 1959.
- (20) Marino-Bettolo, G. B.–Lederer, M.: Nature, 174, 133. 1954.
- (21) Michl, H.–Kuhn, H.–Bühn, H.: Fachliche Mitt. Österr. Tabakregie. 1956.

- (22) Foster, M. C.—Ashton, G. C.: *Nature*. 172, 958. 1953.
 (23) Abraham, E. P.—Newton, G. G. F.: *Biochem. J.* 79, 377. 1961.
 (24) Braumer, K. W.—Henton, L. J.: *J. Chrom.* 19, 456. 1965.
 (25) Vámosné Vigyázó L.: *PapierELEKTROFORÉZIS*. Bp. 1967.
 (26) Lásztity R.: *Sütőipar*. 12, 57. 1966.
 (27) Telegdy Kováts L.—Lásztity R.: *Periodica Polyt.* 9, 253. 1965.
 (28) Varga J.: ÉVIKE...?

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ БЕЛКОВ И ПРОЧИХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Я. Варга

В ввводной части автор занимается получением аминокислот, пептидов, белков и очиской их растворов. В дальнейшем подробно описует отделение аминокислоты и пептидов методами электрофореза малого-, среднего-, и высокого напряжения. Отделение белков выполнил главным образом методом гелевого электрофореза, с особым вниманием на испытания пшеничных белков. В конце даёт короткое табличное заключение об испытаниях проведенных электрофорезом на прочих азотсодержащих группах химических соединений. Подробно ознакомляет испытание проведенное гелевым электрофорезом фракций глиаина и глутенина.

ELEKTROPHORESE

VON EIWEISSSTOFFEN UND ANDEREN N-HALTIGEN SUBSTANZEN

J. Varga

In der Einleitung schreibt der Verfasser über die Gewinnung der Eiweissstoffe und Reinigung ihrer Lösungen. Weiterhin beschreibt er die Trennung der Aminosäuren und Peptide mit verschiedenen Methoden der Elektrophorese durch Unter-, Mittel- und Hochspannung ausführlich. Die Trennung der Eiweissstoffe beschreibt er besonders mit den Gelelektrophoreseverfahren, mit besonderer Rücksicht auf die Prüfung der Weizeneiweissstoffe. Ausführlich bespricht er die Untersuchung vermittels Gelelektrophorese der Gliadin- und Gluteninfraktionen. Zum Schluss gibt er eine kurze tabellarische Übersicht über die Prüfung durch Elektrophorese einiger anderer Verbindungsgruppen.

ELECTROPHORESIS OF PROTEINS AND OTHER NITROGENOUS SUBSTANCES

J. Varga

In the introduction, the separation of aminoacids, peptides and proteins, and the purification of their solutions are described by the author. Later, the separation of aminoacids and peptides by methods of low, medium and high-voltage electrophoresis is discussed in detail. For the separation of proteins mainly gel-electrophoretic techniques are described, with particular respect to the investigation of wheat proteins. The investigation, by gel-electrophoresis, of the gliadin and glutenin fractions is presented in detail. Lastly a short tabular survey is given of the electrophoretic investigation of some other nitrogenous groups of compounds.