

Szénhidrátok és egyéb élelmiszerösszetevők elektroforézise*

ÖRSI FERENC

Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémia Tanszék

Az élelmiszerek nyers- és segédanyagai szénhidrátösszetételének megismerésében hasznos eszközként alkalmazható az elektroforézis. Az eiektoforézis első sorban gyorsaságával képes az elválasztást tekintve minden igényt kielégítő papírkromatográfia versenytársa lenni. Bár az utóbbi időben a rétegekromatográfia sok esetben még megfelelőbbnek bizonyult, de a rétegekromatogramok kvantitatív értékelése nincs megnyugtató módon megoldva, míg a papírelektroforézissel kapott ferogramok kvantitatív értékelése a papírkromatográfiában szokásos módszerekkel 1–5%-os hibával elvégezhető.

A lipidek elválasztástechnikájában a rétegekromatográfia a legtöbb feladat megoldására alkalmasnak mutatkozott, mégis a zsírsavak elektroforetikus elválasztásáról számos közlemény számol be.

Az élelmiszerekben előforduló mono-, di- és trikarbonsavak elektroforézises elválasztása elsősorban a nagyfeszültségű eljárások bevezetése óta nyert nagyobb jelentőséget, amelyek az elválasztás idejének csökkentése mellett az elválasztás élességét is fokozzák.

A fenol, difenol és polifenol típusú vegyületek is eredményesen elválasztathatók papírelektroforézis segítségével.

Bár élelmiszereink saját, vagy színezésükre felhasznált színező anyagai kvalitatív elemzése kromatográfiai módszerekkel elvégezhető, főleg a vízdoldható színezékek elválasztásában az elektroforézis értékes segédeszköz.

Az élelmiszerekben található szervesetlen vegyületek mennyiségi meghatározása polarográfiában, vagy megfelelő szelektív reagensekkel fotometrián gyorsan elvégezhető, amennyiben elválasztásukra szükség van, mind az öt kation és négy anion osztályban az elektroforetikus elválasztás megoldott.

A minta előkészítése

Az elektroforézishez a vizsgálandó mintát elő kell készíteni. Az előkészítő műveletek hasonlóak a papírkromatográfiában szokásos előkészítő műveletekhez (1,2) és azt célozzák, hogy a vizsgálathoz egy megfelelő koncentrációjú, zavaró anyagoktól mentes vizsgálandó oldatot kapjunk.

Mono- és oligoszaharidokat vizes, vagy 50–80%-os vizes etanolos extrakcióval vonjuk ki. Ha vizes extrakciót használunk a zavaró fehérjéket és poliszaharidokat a mono- és oligoszaharidok mellől el kell távolítanunk, erre megfelelő módszer, ha az extraktot tízszeres mennyiségű etanollal elegyítjük. Hátránya a módszernek, hogy az analizálandó oldatot nagyon felhígítja és szükségessé válik annak bepárlása. Fehérjék eltávolítása a szokásos kicsapószerekkel is elvégezhető. Az így előkészített oldatot rendszerint bepárolják, majd az elektroforézishez használt pufferrel 1–10%-os koncentrációra töltik fel. A papírkromatográfiától eltérően a legtöbb szervesetlen só extrém nagy koncentrációtól eltekintve nem zavar.

* Elhangzott a IV. élelmiszervegyész anketón, 1968. május 10-én.

Poliszaharidok előkészítése bonyolultabb probléma és a feladat természetének megfelelően egyéni elbírálást kíván. Poliszaharidok elválasztását is kedvezőtlenül befolyásolják a fehérjék. A hőkoagulálható fehérjék elválasztására az extraktot 90–95 °C-ra felmelegítik, gyorsan lehűtik és egy éjszakán át hűtőszekrényben tartják, majd a vizsgálandó pufferral 0,1–1,0%-os koncentrációra töltik fel. Derítőszerke rendszerint a poliszaharidok egy részét is magukkal viszik.

A savas tulajdonságú alifás karbonsavak, ketosavak és fenolok különböző előkészítést igényelnek.

A kis szénatomszámú, szabad zsírsavak megfelelően aprított természetes anyagokból megsavanyítás után vízgőzdesztillációval izolálhatók. A savakat rendszerint nátriumsóvá alakítják és bepárolják a szükséges koncentrációra. Glicerideket lúggal főzve hidrolizálják és a keletkező sók közvetlenül felhasználhatók a vizsgálatokhoz. A nagyobb szénatomszámú szabad zsírsavakat és fenolokat éteres extrakcióval nyerhetjük ki, majd az éteres extraktból 5%-os nátriumhidroxiddal extrahálhatjuk. A fenolok CO₂ bevezetésével leválaszthatók, majd éterrel ismét extrahálhatók. Polifenolok esetében figyelemmel kell lenni arra, hogy ezek lúgos közegben könnyen oxidálódnak.

Di- és trikarbonsavakat a vizsgálandó mintából, nagyobb hőmérsékleten, vízzel extrahálhatjuk. A kísérő anyagoktól szükség esetén ioncserélő gyanta segítségével elő-elválasztásra van szükség. A savakat bázisos anioncserélő gyantán megkötik vízzel a gyantát alaposan kimossák és 3–6 mólos hangyasav oldattal a savakat leoldják.

A katosavak leválasztására 2,4-dinitrofenilhidrazin reagenst használnak. A keletkező 2,4-dinitrofenilhidrazonokat etilacetáttal extrahálják és mivel a ketosavakon kívül egyéb nem savas vegyületek (aldehidek, ketonok) is reagálnak a 2,4-dinitrofenilhidrazinnal a ketosavakat az etilacetátos oldatból 1 mólos nátriumkarbonáttal extrahálják. Az így kapott extrakt elektroforézis céljára közvetlenül felhasználható. Mivel a 2,4-dinitrofenilhidrazonok színes vegyületek, az elválasztás különösen jól követhető.

Az élelmiszer színezékek extrakcióval nyerhetők ki. A zsírolható színezékek esetében pentán alkalmazható, míg a vízoldható színezékek közvetlenül az elválasztásra használt pufferoldattal extrahálhatók.

A szerves ionok kinyerésére megfelelő a salétromsavas-hidrogénperoxidos roncsolás.

Az elválasztás és meghatározás

A mono- és oligoszaharidok és ezek származékait tartalmazó elegyek elválasztására a horizontális kis- és nagyfeszültségű berendezések váltak be legjobban. Közönséges körülmények között híg elektrolitoldatban a cukroknak töltése nincs. Elektroforézisükre nem is gondolhattak, sőt mint semleges anyagokat indikátorként használták az elektroozmózis mérésére. Háromféle lehetőség kínálkozik a cukormolekula töltéssel való ellátására:

- a) a poliolt csoportok segítségével megfelelő komplex képzése
- b) ionosodó szubsztituens kapcsolása (szulfát, foszfát) vagy
- c) ionosodó csoport előállítása (karboxil, aminocsoport).

Böeseken és Meerwein (3) munkássága nyomán a hidroxiltartalmú vegyületek borátkomplexei széleskörűen ismertté váltak és így a szénhidrátok elektroforézisében a borsavas cukorkomplexek alkalmazása terjedt el. Az újabb vizsgálatok kiderítették, hogy más szerves oxisavak anionja is elektromos térben vándorló komplexet képez a szénhidrátok és poliolkok hidroxiljával és így elektroforétikus elválasztásukra alkalmas. Újabb munkák arzenit, germanát, antimónát,

molibdát, wolframát és sztannát ion tartalmú pufferoldatok sikeres alkalmazásáról számolnak be (4).

A leggyakrabban alkalmazott puffer a szénhidrátok elválasztásához a 0,1 mólos 10 pH-jú nátriumborát oldat. Papírként számos papírt kipróbáltak. Leggyakrabban a Whatman 3 papírt alkalmazzák. A karamelösszetevők frakcionálásánál különösen jó eredményeket értünk el Macherey Nagel 807. papíron (5).

Az alkalmazott feszültséggradiens kisfeszültségű berendezésben kb. 10 V/cm, amely a szokásos papír hosszúság mellett kb. 300 V-os egyenfeszültségforrást igényel és ennek hatására kb. 0,8 mA/cm áramerősséggel kell számolnunk. Ilyen körülmények között az elektroforézis ideje 3–5 óra.

Gyorsabb elválasztást és élesebb elválást kapunk a nagyfeszültségű technika alkalmazása esetén. Ebben az esetben a pufferoldat koncentrációját csökkentenünk és a nagy hőfejlődés miatt a papírt erősen hűtenünk kell. Az alkalmazott puffer 0,05 mólos nátriumborát vagy 1–3%-os boraxoldat lehet. Vizsgálataink szerint célszerű az ilyen hígított pufferekben ammóniumborátot alkalmazni, amely nagyobb pufferkapacitásával a pH állandóságát jobban biztosítja.

Az alkalmazott feszültség-gradiens 20–80 V/cm lehet és ennek megfelelően változik az áram erőssége is. A nagyfeszültségű elektroforézis időszükséglete – a körülmények függvényében – 20–120 perc között van.

A kész ferogrammot a szénhidrátok foltjának előhívása előtt meg kell szárítani. Az előhívás a papírkromatográfiában ismert reagensek bármelyikével elvégezhető. Tapasztalataink szerint mind a szénhidrátok, mind származékaik előhívására nagyon alkalmas az anilin-difenilamin-foszorsav előhívó. A körülmények szigorú betartásával és ismert koncentrációjú cukor felvitelével kvantitatív meghatározásra is alkalmas.

Az ionosodó szubsztituenset vagy csoportot tartalmazó cukorszármazékok elválasztására a fentitől eltérő körülményeket találtak optimálisnak.

Az egyes fontosabb származékok elválasztásának körülményeit az 1. sz. táblázatban foglalom össze.

Cukorszármazékok elektroforetikus elválasztásának körülményei

1. táblázat

Elválasztott anyag	Puffer	pH	Feszültség-gradiens Volt/cm	Idő perc	Papír	Hivatkozás
Hexózfoszfátok	borát 0,2 m	5	15–30	20–90	Whatman 1	1
Hexózsulfátészterek bárium sói	foszfát acetát	10 4	25–40	30– 100	Whatman 1	7
Uronsavak	ftalát	3,15	5–10	120– 300	Schleicher Schüll 2043/b	4
Aszkorbinsav	oxálsav nátrium acetát	3,7	60–80	60	–	8
Aminócukrok	ecetsav 2 m	1,2	15	250	Whatman 3	4

Poliszaharidok elválasztásában az elektroforézisnek különösen nagy jelentősége van, mert ezen a téren a kromatográfias módszerek csak igen kevés esetben alkalmazhatók eredménnyel, bár módosított dextrángélek előretérése ezen a területen is eredményesnek mutatkozott. A poliszaharidok vizsgálatában nem alakult ki egységes metodika, hanem a feladat természetéhez igazodik. Néhány

fontosabb poliszaharid elektroforetikus elválasztásának körülményeit a 2. sz. táblázat tartalmazza.

A mukopoliszaharidok kimutatására különböző színezékeket alkalmaznak, amelyek a papíron vagy más hordozóban elvált poliszaharidokhoz jobban kötődnek, mint a hordozóhoz. Így toluidinkék, vagy Azur A alkalmazásáról többen tudósítanak.

Megemlíthetjük még, hogy a szénhidrátok biszulfitoldatban más aldehidekhez és ketonokhoz hasonlóan elmozdulnak, mivel a keletkező aldehyd és ketonbiszulfítok töltéssel rendelkeznek. A módszer nem került szélesebb körű alkalmazásra, mert az oxovegyületek elválasztása 2,4-dinitrofenilhidrazon formában megfelelőbbnek bizonyult.

2. táblázat

Poliszaharidok elektroforetikus elválasztásának körülményei

Elválasztott anyagok	Puffer	pH	Feszültség gradiens Volt/cm	Idő óra	Hordozó	Hivatkozás
Semleges poliszaharidok	borát 0,1 m	9,3	50	1,5	üvegpapír	9
Élesztőmannán és élesztőglükogén, inulin, galaktán	borát 0,05 m	9,2	1,8	24	üvegyapottból készült üvegporszlop	10
Hialuronsav, kondroitinszulfát, heparin	foszfát 0,1 m	6,7	4,5	10	szűrőpapír	4
Mukopoliszaharidok	barbiturát	8,6	20	7	agaróz gél	11

Szerves savak elválasztásában a nagyfeszültségű eljárás bevezetése ugrászerű fejlődést jelentett. Ezzel a módszerrel megfelelő pufferrendszer kiválasztásával bonyolultabb elegyek elválasztása is megoldott. A savak elválasztásánál gyakrabban alkalmazott körülményeket a 3. sz. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat

Savak elektroforetikus elválasztásának körülményei

Elválasztott anyagok	Puffer	pH	Feszültség gradiens Volt/cm	Idő perc	Papír	Hivatkozás
Egyenesláncú zsírsavak ecetsavtól palmitinsavig	NaOH 0,2 m glicerimben 90 °C	—	20	100— 200	—	4
Dikarbonsavak	piridin ecetsav	4	50	30—120	Schleicher Schüll 2043/b	1
Aromás karbonsavak	piridin ecetsav	4	25—30	60—200	Schleicher Schüll 2043/b	1
Alifás aromás mono-, di- és trikarbonsavak	hangyasav 0,75 m ecetsav- piridin ammónium- karbonát	2 4 8,9	100 100 80	20—25 20—25 20—25	— — —	1

Fenolok és fenolszármazékok elválasztása más feltételek között optimális. Ezekről a 4. sz. táblázat tájékoztat.

4. táblázat

Fenolok és származékaik elektroforetikus elválasztásának körülményei

Elválasztott anyagok	Puffer	pH	Feszültség gradiens Volt/cm	Idő óra	Hordozó	Hivatkozás
Mono-, orto di- és polifenolok	borax 0,11 m Na ₂ SO ₃ 0,04 m	9	5	3	szűrőpapír	12
Kakaóbab polifenolok	borát	10	6	6	szűrőpapír	4
Tanninok	borát 0,08 m	9	50	3	szűrőpapír	4
Kumarinok	NaOH 0,1 m	13	3	3	szűrőpapír	4
Flavonglikozidok	borax 2%	9	15	4	szűrőpapír	13

A kész ferogrammon a savak előhívására vagy savbázis indikátorokat, vagy a fordított cukorreakciót használjuk.

A gyakran alkalmazott metilvörös-bromtimolkék keverékindikátor érzékenységi határa kb. 80 µg zsírsav.

A fordított cukorreakció alkalmazásánál a ferogrammot egy szénhidrát és egy amin alkoholos oldatával permetezzük be és rövid időre szárítószekrényben 140 °C-ra melegítjük fel. A savak fehér háttéren barna foltokként jelennek meg, mert ahol sav van, az katalizálja a cukor amin-reakciót, amely barnuláshoz vezet.

Fenolok kimutatására 2%-os vizes vas-III-klorid reagens használatos, de érzékenyebb a 0,1%-os nitroanilin + 0,2%-os nátriumnitrit oldat és 10%-os káliumkarbonátoldat 1:1:2 arányú elegyből készített reagens.

Számos fenolszármazék minden kezelés nélkül felismerhető jellegzetes fluoreszcenciájáról, vagy erős abszorpciójáról az ultraibolya tartományban.

Alfa-ketosavak 2,4-dinitrofenilhidrazonjainak elektroforetikus elválasztását *Neish* (4), majd *Tauber* (14) vizsgálták. Megállapították, hogy 0,05 mólos nátriumkarbonát elektrolitban vagy 8,5 pH-jú barbiturátpufferben 10 V/cm feszültség-gradiens mellett 3 óra alatt jó elválás tapasztalható. Mivel a ketosavdinitrofenilhidrazonok színes vegyületek, az elválasztás szemmel is követhető és kellő időben megszakítható. A dinitrofenilhidrazonokat a papírból az elektroforézis befejezése után elulálni lehet és fotometriás mérésel kvantitatív meghatározás elvégezhető.

Élelmiszerszínezékek elektroforetikus viselkedését (4) 6–25 V/cm feszültség-gradiens mellett 1–4 óra alatt a különböző pH-jú pufferekben vizsgálták. Minden vizsgált színezékpár elválasztásához található megfelelő pH-jú pufferoldat. A pufferek a savas pH-n különböző koncentrációjú ecetsavoldatok, a semleges tartományban biftalát pufferek használhatók, míg a lúgos pH-t ammoniumhidroxid segítségével állítják be.

Mivel élelmiszerek szerves ionjainak elválasztására ritkán van szükség részleteiben ezzel nem foglalkozom, a kézikönyvek megfelelő útmutatást adnak, (4).

Néhány gyakorlati példa

Elsőként egy *kevert poliszaharid hidrolizstermékeinek elválasztását* ismertetem. A kevert poliszaharidok közé azokat a rendszerint elágazó láncú poliszaharidokat soroljuk, amelyek több monoszaharidból vannak felépítve. Ide tartoznak az elfásodott növényi részek hemicellulózai, különböző növényi gumik és nyálkák és az állati szervezetek mukopoliszaharidjai is. Ezek szerkezetének feltárásában első lépés a savas hidrolízis termékeinek elválasztása és az alkotó monoszaharidok mennyiségének meghatározása.

Egy rozslisztből izolált pentozán vizsgálata a következőképpen végezhető el:

10 mg mintát 0,5 ml 1 normál kénsavban oldunk, kis üvegesőben leforrasztjuk és 6 órán át 100 °C-on tartjuk. A hidrolízis befejeződése után az oldatot szilárd báriumkarbonáttal kongóvörösre semlegesítjük és a báriumszulfátot lecentrifugáljuk.

Az elektroforézishez Macherey-Nagel 807. papírból 12×36 cm-es csíkot vágunk le és négy 3 cm széles mezőre osztjuk be. A startvonalat az anódvégtől 10 cm-re jelöljük be. Ezután a papírt bemártjuk az alkalmazandó pufferoldatba, amely 7,44 g bórsav 1 liter 0,1 n nátriumhidroxidban oldásával készül és a készülék feltöltéséhez összesen 3 liter szükséges. Majd a papírt behelyezzük a horizontális elektroforézis készülékbe és száraz szűrőpapírral a felesleges nedvességet leitatjuk. Fontos, hogy a papír simán fekdjön fel a készülék plexihűtőjére és légbuborék alatta ne legyen. Ezután az első mezőbe 20 µg D-galaktozt 10 µl pufferoldatban, a második mezőben 10 µl hidrolizált oldatot, a harmadik mezőben 20 µg D-galaktozt, 20 µg D-xylózt és 20 µg L-arabinózt elegyítünk 10 µl-ben és a negyedik mezőbe 20 µg L-arabinózt viszünk fel.

A készüléket haladéktalanul lefedjük és a feszültségforrást bekapcsoljuk. 300 V feszültség mellett kb. 10 mA áramerősséggel számolhatunk és az elektroforézist 3 órán keresztül folytatjuk. Mivel ezen körülmények között a papír felületegységére eső teljesítmény nagyobb, mint 5 mW/cm², a keletkező hőmennyiséget a plexihűtőben áramló csapvízzel kell elvezetni.

Három órás elektroforézis után a feszültségforrást kikapcsoljuk, a papírt a hűtővel együtt kiemeljük és óvatosan a hűtőről levéve 105 °C-os szárítószekrényben megszáritjuk.

A száraz ferogrammot mindkét oldaláról anilin-difenilaminfoszforsav előhívóval bepermetezzük és 105 °C-os szárítószekrényben 5 percig előhívjuk. Ezután kvantitatív értékelés céljára a mezőket szétvágjuk és denzitométerrel kiértékeljük.

Második példaként *ketosavak elválasztását* ismertetem *2,4-dinitrofenilhidrazon formában*. A 2,4-dinitrofenilhidrazonok előállítására és kinyerésére a következő módon történhet:

20 ml fehérjementesített extrakthoz 2 ml 0,2%-os 2 n sósavas 2,4-dinitrofenilhidrazin oldatot adunk és az elegyet 20 percig 38 °C-on tartjuk. Ezután választótölcsérben kétszer 5 ml etilacetáttal és egyszer 4 ml etilacetáttal extraháljuk. Ha emulzió lép fel, 20 perces (4000 ford/perc) centrifugálással választjuk szét.

Az egyesített etilacetátos frakciókat négyszer 2 ml 10%-os nátriumkarbonát-oldattal kirázzuk, majd az egyesített nátriumkarbonát oldatokat az esetleg jelenlevő szabad 2,4-dinitrofenilhidrazin eltávolítása céljából 2 ml etilacetát oldattal extraháljuk. Ha az oldat koncentrációja megfelelő, közvetlenül felcsepenthető, ellenkező esetben az oldatot 0–4 °C-ra hűtjük és a széndioxid fejlődés megszűnéséig hideg koncentrált sósav óvatos hozzácsepegtetésével semlegesítjük. Ezután 4×2 ml etilacetáttal extrahálunk és az extraktot vákuumban bepároljuk, majd a szükséges mennyiségű etanolba oldjuk.

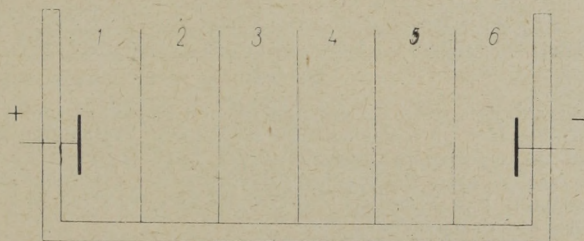
Pufferként *Tauber* (14) szerint 8,5 pH-jú barbiturát puffer használható, amely 55,8 g nátriumbarbiturát és 38,8 g krist. nátriumacetát 5900 ml deszt. vízben való oldásával készül és végül a pH-t kb. 48 ml 1 normál sósavval 8,5-re állítjuk be.

A pufferbe beáztatott 9×36 cm Whatman 1. szűrőpapírcsíkot, amelyet 3 db 3 cm széles mezőre osztottunk, behelyezzük az elektroforézis berendezésbe és száraz szűrőpapírral a felesleges puffert leitatjuk. Az anódvégtől 10 cm-re levő startvonalra az egyes mezőkbe $5 \mu\text{g}$ piroszőlősav-dinitrofenilhidrazont $2 \mu\text{l}$ etanolban, $2 \mu\text{l}$ vizsgálandó oldatot és $5 \mu\text{g}$ α -ketoglutársav 2,4-dinitrofenilhidrazont $2 \mu\text{l}$ etanolban felviszünk.

Ezután 300 V feszültségen az elektroforézist a megfelelő elválásig folytatjuk. Ez kb. 2 órát vesz igénybe. A szűrőpapírcsíkot kivesszük és maximálisan 40°C -on megszáritjuk. A foltokat kivágjuk, szétdaraboljuk és centrifugaedénybe visszük, s ott 4 vagy 8 ml 1 normál nátriumhidroxiddal eldörzsöljük. 10 perc múlva centrifugáljuk és a dekantált oldatot 510 nm-nél fotometráljuk. A ketosav mennyiségét kalibrációs görbéről olvashatjuk le.

Utolsó példaként egy preparatív méretű elektroforetikus elválasztást mutatok be a Labor gyártmányú ionoforézis berendezés segítségével, melynek részletes leírása *Dévényi* (8) könyvében megtalálható.

A berendezés 6 cella felhasználásával a karamelszínanyag izolálására alkalmas. A berendezés vázlatos rajzát az 1. ábrán látjuk.



1. ábra

Minden cellába egyenlő térfogatú pufferoldatot töltünk és minden cellába egy üveg hűtő nyúlik be. Levegő befúvással a cellák tartalma keverhető a hő- és anyagátadási viszonyok javítására.

Az 1. sz. cellába 0,015 mólos ammoniumhidroxid oldatot, a 2, 3, 4. sz. cellába 0,001 mólos 8,6 pH-jú ammoniumborát puffert, az 5. sz. cellába a vizsgálandó karamelmintát és a 6. sz. cellába 0,01 mólos borsavoldatot töltünk. Ezután 900 V feszültséget kapcsolunk a cellákra, melynek hatására kb. 80 mA áramerősség lép fel. Kb. 30 perces elektroforézis után a karamelszínanyag 80%-át az 1. sz. cellában, és további 15%-át a 2. sz. cellában zavaró vegyületektől mentesen kapjuk meg. A cellákat a feszültség lekapcsolása után pipettával őrítjük ki.

Fel kell hívnom a figyelmet arra, hogy abban az esetben, ha minden cellát 0,001 mólos borát oldattal töltünk meg, az elválasztás nem lesz megfelelő, mert az ammoniumionok elvandorlása miatt rövid idő után a 2. és 3. sz. cellában a puffer vezetőképessége nagymértékben lecsökken, az elektromos térerősség ezen cellákban megnő, a többiben kicsi lesz és így a karamelszínanyagoknak csak kisebb része jut el az 1. sz. cellába.

IRODALOM

- (1) Clotten, R.—Clotten, A.: Hochspannungselektrophorese. Stuttgart. 1962.
- (2) Hais, I. M.—Maček, K.: A papirkromatográfia kézikönyve. Budapest. 1961.
- (3) Běseken, T.: Adv. Carbohydrate Chem. 4, 189. 1949.
- (4) Vámosné Vagyázó L.: Papírelektroforézis. Budapest, 1967.
- (5) Telegdy Kováts L.—Rajkiné A.: Nahrung. 2. 893. 1958.
- (6) Schwimmer, S.—*mt.*: Arch. Biochem. Biophys. 60. 279. 1956.
- (7) Grant, D.—Holt, A.: J. Chem. Soc. 5026. 1950.
- (8) Letzig, E.: Nahrung. 9, 357. 1955.
- (9) Fuller, C. W.—Horthcote, D. H.: Biochem. J. 64, 657. 1956.
- (10) Bloemendal, H.: Zone Electrophoresis in Blocks and Columns. Amsterdam—London—New York. 1963.
- (11) Arkel, C.—*mt.*: J. Chrom. 11, 421. 1963.
- (12) Michl, H.: Monatsh. Chem. 83, 737. 1952.
- (13) Hashimoto, Y.—*mt.*: Nature. 170, 975. 1952.
- (14) Tauber, H.: Anal. Chem. 27, 287. 1955.
- (15) Dévényi, T.—Gergely, J.: Aminosavak, peptidek, fehérjék. Budapest. 1963.

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ УГЛЕВОДОВ И ПРОЧИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Ф. Ерши

Электрофорез хорошо применимый в процессе анализа углеводов, кислых и фенольных соединений, а также красящих веществ пищевых продуктов. В рамках трёх практических примеров был представлен один гидролизат полисахарида, количественный анализ, отделение двух смесей кетокислоты и отделение красящих веществ карамел в препаративном масштабе.

ELEKTROPHORESE VON KOHLENHYDRATEN UND ANDEREN LEBENSMITTELKOMPONENTEN

F. Örsi

Die Elektrophorese kann bei der Analyse von Kohlenhydraten, Verbindungen mit sauerem oder phenolischen Charakter, sowie Farbstoffen der Lebensmittel erfolgreich angewendet werden. Anhand dreier Beispiele aus der Praxis: quantitative Analyse eines Polysaccharid-Hydrolysates, Trennung der Mischung zweier Ketosäuren und Trennung des Karamell-Farbstoffes im präparativen Massstab wird dies demonstriert.

ELECTROPHORESIS OF CARBOHYDRATES AND OTHER FOOD COMPONENTS

F. Örsi

Electrophoresis can successfully be applied in the analysis of the acidic and phenol-type compounds of food carbohydrates and in that of dyes. As three examples of analytical practice, the technique of the quantitative analysis of a polysaccharide hydrolysate, the separation of a mixture of two ketoacids and the isolation, on a preparative scale, of the caramel dye are presented.

ELECTROPHORÈSE DES HYDRATES DE CARBONE ET D'AUTRES COMPOSANTS DES DENRÉES ALIMENTAIRES

F. Örsi

L'électrophorèse peut être employée utilement pour l'analyse des composants acides et phénoliques des hydrates de carbone des denrées alimentaires, ainsi que pour l'analyse des matières colorantes. Il présente dans le cadre de trois exemples tirés de la pratique l'analyse quantitative d'un hydrolysat d'un polysaccharide, la séparation du mélange de deux céto-acides et la séparation à l'échelle préparative de la matière colorante caramélique