

IONSZELEKTÍV ELEKTÓDOK ALKALMAZÁSA AZ ÉLELMISZERANALITIKÁBAN V. JODID- ÉS CIANID-ION MEGHATÁROZÁSA

Nguyen Hung*—Siska Elemér*—Adányiné Kisbocskói Nóra**—Molnár
Pál***

* Veszprém megyei Állategészségügyi és Élelmiszer Ellenőrző Állomás, Veszprém

** Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet, Budapest

*** Állategészségügyi és Élelmiszervizsgáló Szolgálat, Élelmiszervizsgáló Intézet, Budapest

Érkezett: 1988. augusztus 25.

A jó d a természetben jodid, és jodát formájában fordul elő. Az élelmiszerekben a jó d nyom-
ni mennyiségben van jelen. A jó dnak biofizikai jelentősége nagy, ezért az élelmiszerek jó dtar-
talmának meghatározása fontos feladat.

Pungor E. és Hollós R. E. (1) által elkészített első ionszelektív elektród jodid elektród volt.

Elméletileg a jodid-ion koncentráció $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ határkoncentrációig meghatározó ionszelektív
elektróddal. Gyakorlatban azonban csak tized mg/dm^3 jodid-ion koncentráció mérhető bizton-
ságosan, mivel oldatban a jodid-ion könnyen oxidálódik és az elektród felületén gyorsan abs-
zorbalódik (2). Hulanicki A. és munkatársai (3) aszkorbinsavat is tartalmazó oldatban a jodidot
 $10 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ -nél kisebb koncentrációban is mérték. Pungor E. (4) kloridot, nitrátot és karbonátot
tartalmazó vízmintában mérte a jodid koncentrációt. A szerző szerint a jodid-ion szelektív elek-
tród 10^{-4} — 10^{-6} $\text{mól}/\text{dm}^3$ koncentrációjú jodid oldatok, valamint a három halogenidet együt-
tesen tartalmazó oldatok potenciometriás vizsgálatára is alkalmas. Csákváry B. és Mészáros K.
(5) jodid elektróddal 10^{-3} $\text{mól}/\text{dm}^3$ koncentrációban a három halogenid egymás melletti meg-
határozását végezték el potenciometriás titrálással, az oldat kondicionálásához $0,5$ — $0,05$ $\text{mól}/\text{dm}^3$
bárium-nitrát oldatot használtak. Ha a három halogenid iont együtt tartalmazó oldatot jodid
szelektív elektród mellett titráljuk, és ha az oldat nem tartalmaz egyéb elektrolitot, akkor az
egyes halogenid-ionok mennyiségét jelző végpont-értékek nem pontosak. Az eltérést az okoz-
za, hogy a halogenid-ionok a csapadék felületén adszorbeálódnak. Ennek megakadályozására
Küttel D. és munkatársai (6) $0,5$ $\text{mól}/\text{dm}^3$ nátrium-nitrát vagy $0,05$ — $0,005$ $\text{mól}/\text{dm}^3$ bárium-
nitrát oldatot használtak.

Weiss D. (7) a természetes vizek jodid tartalmának meghatározását 6 — 8 pH-ra állított víz-
ből közvetlenül végezte jodid ionszelektív elektróddal. $0,13$ — $1,1$ mg/dm^3 jodid koncentráció-
jú oldatok méréseinek szórása $0,006$ — $0,02$ mg/dm^3 volt.

Van Standen J. F. (8) jódozott só jodid tartalmát határozta meg jodid szelektív elektróddal,
kondicionáló oldatként $0,1$ $\text{mól}/\text{dm}^3$ káliumnitrátot és $0,02$ $\text{mól}/\text{dm}^3$ acetát puffert használva.
Pungor E. és munkatársai (9) jodid-ion-szelektív elektród alkalmazásával ásványvizek jodid-
ion tartalmát határozták meg.

Fukuzuki N. (10) víz és rizs, Lecroix D. E. (11) tej, Havas J. és munkatársai (12) gyógyvi-
zek és gyógyszerkészítmények jodid tartalmának meghatározására dolgoztak ki módszert jo-
did-ion-szelektív elektróddal.

Néhány élelmiszer jodid tartalmának meghatározása ionszelektív elektróddal szulfid, illetve
cianid tartalma miatt nehézségekbe ütközik. A nagy széndioxid-tartalom (pl. üdítőitalok) szin-
tén zavarhatja a meghatározást. Ezért a mérés előtt ezen zavarokat el kell távolítani a mérén-
d oldatból.

A cianid-ion ezüst-jodid alapú ionszelektív elektróddal direkt potenciometriás módszerrel
 10^{-6} $\text{mól}/\text{dm}^3$ határkoncentrációig mérhető.

Számos szerző (12, 13) bizonyította, hogy cianid-ion-szelektív elektróddal cianid-ion mérés-
sekor 9 -nél kisebb pH-jú oldatban a potenciál nem csak a cianid-ion aktivitásától, hanem az

oldat pH-jától és puffer kapacitásától is függ. A cianid-ion-szelektív elektród csak 10,5-nél nagyobb pH-jú oldatban alkalmazható (14, 15, 16)

Pungor E. (14) $3,6 \times 10^{-2}$ mol/dm³ Britton-Robinson puffert javasolt. A szerző szerint az összes ionerősség beállítására 10^{-2} mol/dm³ kálium-nitrát oldat használható. Gupta A. és munkatársai (17) az ionerősség beállítására 2 mol/dm³ kálium-nitrátot javasoltak, a fémionokat (pl.: Cu²⁺, Cd²⁺, Zn²⁺) is tartalmazó minta esetén etilén-diamino-tetraecetsavat használtak.

Frant M. S. és munkatársai (18) a nagy cink-, kadmium-, és króm-ion tartalmú vízminták kis cianid-ion koncentrációjának meghatározását 11 pH-jú oldatban végezték, maszkírozószerként 10^{-2} mol/dm³ etilén-diamino-tetraecetsavat használtak.

Havas J. és munkatársai (12) szennyvizek cianid-ion tartalmának meghatározásakor az ionerősség beállítására 0,1 mol/dm³ kálium-nitrátot, az oldat pH-jának beállítására telített kalcium-hidroxidot alkalmaztak. György K. (19) növényi anyagok cianid-tartalmának meghatározásához cianid-ion-szelektív elektródot használt. A módszert amigdalin tartalmú keserűmandula és őszibaracklevél vizsgálatára dolgozta ki.

Anyagok és módszer

A jodid-ion méréshez indikátor elektródként használt HOP-I-0711P típusú Radelkis gyártmányú jodid-ion-szelektív elektród mérés előtti előkészítése megegyezik a fluorid-ion-szelektív elektród előkészítésével (20), azzal az eltéréssel, hogy első felhasználás előtt 10^{-3} mol/dm³ kálium-jodid oldatban, mérés előtt 10^{-5} mol/dm³ kálium jodid oldatban — melynek kálium-nitrát koncentrációja 0,1 mol/dm³ — áztatjuk az elektródot. Összehasonlító elektródként kettős sóhidas ezüst-ezüstklorid — 0,1 mol/dm³ kálium-klorid — Radelkis OP—0820P típusú (külső oldat 0,1 mol/dm³ kálium-nitrát) elektródot használtunk.

Az összes ionerősség beállítására a mérésekhez kálium-nitrát oldatot alkalmaztunk. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy az ionerősség beállítására 0,1—1,0 mol/dm³ kálium-nitrát koncentráció a legmegfelelőbb.

0,1 mol/dm³ kálium-nitrát oldatban felvett kalibrációs görbe 5×10^{-7} mol/dm³ határkoncentrációig lineáris (1. ábra).

A továbbiakban a jodid-ion meghatározását közleménysorozatunk harmadik részében publikált módszerleírás szerint végeztük (20).

A cianid-ion meghatározásaink során OP—CN—0711P típusú Radelkis gyártmányú cianid ionszelektív elektródot, mint indukátor elektródot, és OP—0820P típusú kettős sóhidas ezüst-ezüstklorid 0,1 mol/dm³ kálium-klorid referencia elektródot használtunk.

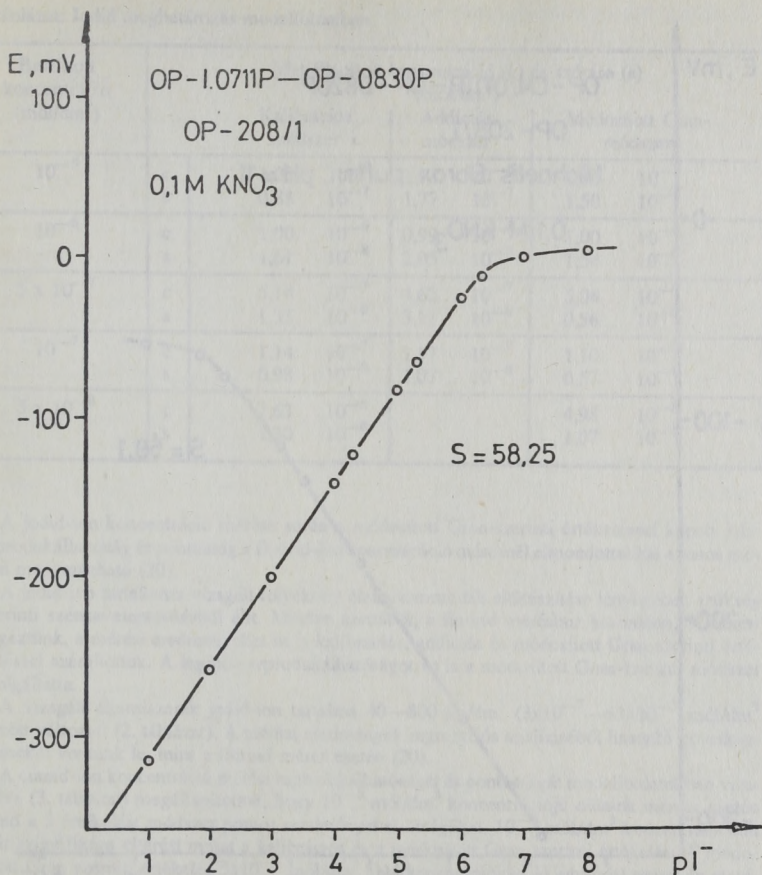
Az indikátor-elektód mérés előtti előkészítése megegyezik a jodid-ion-szelektív elektród előkészítésével azzal az eltéréssel, hogy a mérés előtti áztatáshoz használt 10^{-5} mol/dm³ kálium-jodid oldat a meghatározásoknál leírt arányban 11,04 pH-jú Michaelis-féle borát puffert tartalmazott. A 10-nél kisebb pH-jú oldatokban a cianid-ion néhány fémionnal komplexet képez. Ha az oldat pH-ja kisebb, mint 9, a mérendő oldat potenciálja nemcsak a cianid-ion mennyiségétől, hanem az oldat pH-jától is függ. Több szerző egyhangú véleménye, hogy az ezüstjodid csapadék alapú cianid-ion-szelektív elektród csak 10,5-nél nagyobb pH-jú oldatokban alkalmazható cianid-ion koncentráció meghatározására. Ezen megállapítást elfogadva cianid-ion koncentráció meghatározásaink során 11,4 pH-jú Michaelis-féle borát puffert alkalmaztunk a mérendő oldatok pH-jának beállítására.

A puffer készítése:

2g nátrium-hidroxidot 300 cm³ desztillált vízben oldunk (A-oldat). 6,18g bórsavat 50 cm³ 1 mol/dm³ nátrium-hidroxid oldatban oldunk, majd lassú keverés mellett 200 cm³ desztillált vizet adunk hozzá (B-oldat). Az A és B oldatot elegyítjük, és 1000 cm³ térfogatra töltjük fel.

A mérendő oldatok összes ionerősségének beállítására olyan Michaelis-féle borát puffer oldatot alkalmaztunk, amelynek kálium-nitrát koncentrációja 0,5 mol/dm³ volt.

A 0,5 mol/dm³ kálium-nitrát koncentrációjú borát puffer és vizsgálandó minta 1:4 arányú oldatában, mintegy 11 pH-jú oldatokban, felvettük a cianid-ion kalibrációs görbéjét (2. ábra) mely 2×10^{-6} mol/dm³ koncentrációig egyenes.

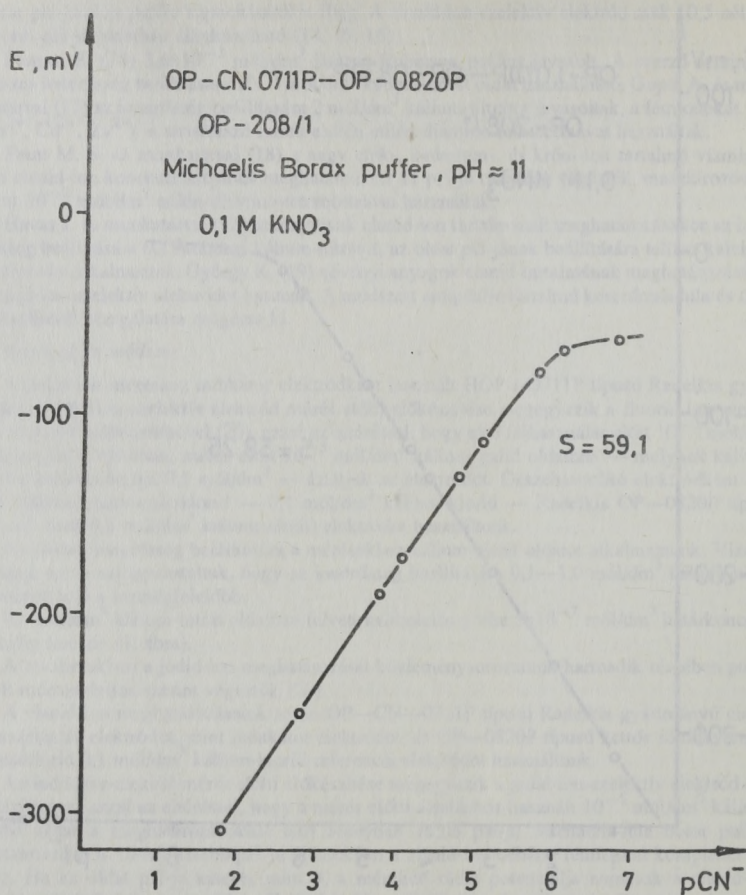


1. ábra. Jodid-ion kalibrációs görbéje

A cianid-ion tartalomra vizsgálandó pálinka-minták külön előkészítést nem igényelnek.

A manioka héjában lévő cianid-ion meghatározásához 5 g őrölt manioka héjat 100 cm³-es csiszolatos lombikba mérünk, 30 cm³ desztillált vízzel összerázzunk, mágneses keverőt helyezünk a lombikba, majd 0,5 cm³ 1 mól/dm³ sósavat adunk a szuszpenzióhoz, ezt követően a lombikot azonnal lezárjuk. Az oldatot fűthető lapú mágneses keverőn 40—50°C-on 1 óra hosszan kevertetjük. Egy éjszakán át állni hagyjuk. 1 cm³ 1 mól/dm³ nátrium-hidroxid oldat hozzáadása után az oldatot összerázzuk, jelig töltjük desztillált vízzel majd Schleicher-Schuell 589² szűrőpapíron szűrjük. A szűrlet alikvot részét használjuk a cianid-ion meghatározásához.

A továbbiakban a cianid-ion meghatározását közleménysorozatunk harmadik részében publikált módszerleírás szerint végezzük (20).



2. ábra. Cianid-ion kalibrációs görbéje

Eredmények

Vizsgáltuk a jodid mérés reprodukálhatóságát és pontosságát 10^{-5} – 5×10^{-8} mól/dm^3 koncentrációtartományban. Mérési eredményeinket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat alapján megállapítható, hogy 5×10^{-7} mól/dm^3 koncentrációtól a kalibrációs és az addíciós értékeléssel kapott átlagkoncentráció értékek szignifikánsan eltérnek az elméleti értéktől, míg a módosított Gran-szerinti értékeléssel 5×10^{-8} mól/dm^3 határkoncentrációig egyezés van a mért átlagkoncentráció és az elméleti érték között.

1 táblázat: Jodid meghatározás modelloldatban

Beállított koncentráció (mól/dm ³)	Megállapított koncentráció (c) és szórása (s) (mól/dm ³)			
		Kalibrációs módszer	Addíciós módszer	Módosított Gran-módszer
10 ⁻⁵	c	1,00 10 ⁻⁵	1,01 10 ⁻⁵	1,00 10 ⁻⁵
	s	0,88 10 ⁻⁷	1,77 10 ⁻⁷	1,50 10 ⁻⁷
10 ⁻⁶	c	1,00 10 ⁻⁶	0,99 10 ⁻⁶	1,00 10 ⁻⁶
	s	1,61 10 ⁻⁸	2,05 10 ⁻⁸	1,54 10 ⁻⁸
5 x 10 ⁻⁷	c	5,14 10 ⁻⁷	4,62 10 ⁻⁷	5,04 10 ⁻⁷
	s	1,33 10 ⁻⁸	3,11 10 ⁻⁸	0,56 10 ⁻⁸
10 ⁻⁷	c	1,14 10 ⁻⁷	1,17 10 ⁻⁷	1,10 10 ⁻⁷
	s	0,98 10 ⁻⁸	1,07 10 ⁻⁸	0,57 10 ⁻⁸
5 x 10 ⁻⁸	c	7,63 10 ⁻⁸		4,98 10 ⁻⁸
	s	1,30 10 ⁻⁸		1,07 10 ⁻⁸

A jodid-ion koncentráció mérése során a módosított Gran-szerinti értékeléssel kapott jobb reprodukálhatóság és pontosság a fluorid-ion koncentráció mérésnél elmondottakkal azonos módon magyarázható (20).

A jodid-ion tartalomra vizsgált folyékony élelmiszerminták előkészítése lényegében szükség szerinti szénsavmentesítésből állt. Minden mintából, a fluorid méréshez hasonlóan, 9 mérést végeztünk, a mérési eredményeket itt is kalibrációs, addíciós és módosított Gran-szerinti értékeléssel számítottuk. A legjobb reprodukálhatóságot itt is a módosított Gran-szerinti módszer szolgáltatta.

A vizsgált élelmiszerek jodid-ion tartalma 40–800 µg/dm³ (3x10⁻⁷–63x10⁻⁷ mól/dm³ között változott (2. táblázat). A mérési eredmények regressziós analíziséből hasonló következtetéseket vontunk le, mint a fluorid mérés esetén (20).

A cianid-ion koncentráció mérési reprodukálhatóságát és pontosságát modelloldatokban vizsgálva (3. táblázat) megállapítottuk, hogy 10⁻⁵ mól/dm³ koncentrációjú oldatok mérése esetén mind a 3 értékelési módszer pontos eredményeket szolgáltat. 10⁻⁶ mól/dm³ koncentrációban már szignifikáns eltérést mutat a kalibrációs és a módosított Gran szerinti értékelés. A módosított Gran szerinti értékelés 5x10⁻⁷ mól/dm³ határkoncentrációjig jó egyezést mutat az elméleti értékekkel. A vizsgált koncentrációtartományban a módosított Gran-szerinti értékeléssel kapott eredmények szórása a legkisebb.

A vizsgált pálinka- és manioka-minták mérési eredményeit a 4. táblázat tartalmazza.

Összefoglaló következtetések

A publikációsorozat első részében részletesen ismertettük az általunk módosított Gran-eljárás matematikai alapjait (21). A módosított Gran-szerinti értékelő eljárás egyszerűbb és gyorsabb kivitelezhetősége érdekében a Commodore-64 számítógépre programot készítettünk.

A számítógépes értékelés következtében a mérési eredmények reprodukálhatósága és pontossága lényegesen meghaladja a Gran-szerinti grafikus módszert.

A módosított Gran-módszert fluorid, jodid és klorid mérésére alkalmaztuk, azonban a módszer bármely potenciometriás mérésnél alkalmazható, ha az indikátor-elektrod viselkedése a Nemst egyenlettel leírható.

2. táblázat Néhány élelmiszer jodid tartalma

Minta megnevezése	Kalibrációs módszer $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (x1)		Addíciós módszer $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (x2)		Módosított Gran- módszer $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (x3)	
Rubin citrom	86,2	$\pm 0,4$	83,5	$\pm 0,5$	84,0	$\pm 0,6$
Rubin narancs	70,3	$\pm 0,5$	69,2	$\pm 0,3$	68,0	$\pm 0,5$
Rubin meggy	90,4	$\pm 0,7$	89,0	$\pm 0,5$	88,0	$\pm 1,2$
Rubin maracuja	108,3	$\pm 1,2$	105,8	$\pm 0,8$	106,7	$\pm 1,30$
Canada dry						
Arany gyömbér	98,2	$\pm 0,7$	94,6	$\pm 1,2$	95,8	$\pm 0,5$
Canada dry tonic	44,2	$\pm 0,2$	42,3	$\pm 0,3$	42,0	$\pm 0,3$
Deit Pepsi Cola	68,2	$\pm 0,4$	65,8	$\pm 0,7$	65,6	$\pm 0,4$
ETÜD narancs	72,1	$\pm 0,7$	69,5	$\pm 0,6$	70,8	$\pm 0,7$
ETÜD szőlő	99,6	$\pm 0,6$	96,6	$\pm 1,1$	97,0	$\pm 0,8$
Márka maracuja	60,3	$\pm 0,4$	59,2	$\pm 1,0$	57,2	$\pm 0,4$
Márka meggy	64,2	$\pm 0,6$	63,3	$\pm 0,4$	62,3	$\pm 0,4$
Márka narancs	51,4	$\pm 0,4$	0,6	$\pm 0,8$	50,0	$\pm 0,3$
Márka szőlő	84,2	$\pm 0,2$	80,4	$\pm 0,3$	82,0	$\pm 0,6$
Márka gyömbér	4,6	$\pm 0,6$	71,8	$\pm 0,4$	73,2	$\pm 0,6$
Márka tonic	78,2	$\pm 0,2$	4,8	$\pm 0,6$	75,6	$\pm 0,5$
Márka meggy	58,4	$\pm 0,4$	58,1	$\pm 0,5$	57,8	$\pm 0,73$
Márka alma	68,2	$\pm 0,7$	67,2	$\pm 0,6$	66,5	$\pm 0,4$
Narancs nektár	81,2	$\pm 1,3$	80,4	$\pm 0,6$	79,8	$\pm 0,8$
Méz	1,2	$\pm 0,4$	70,4	$\pm 0,2$	70,0	$\pm 0,7$
Soproni Ászok1	428,5	$\pm 3,2$	426,2	$\pm 6,2$	425,0	$\pm 1,7$
Soproni Ászok2	760,0	$\pm 5,8$	760,3	$\pm 7,2$	758,0	$\pm 4,3$
Pilsener Holsten	427,6	$\pm 4,6$	426,6	$\pm 4,8$	426,2	$\pm 1,8$
Bier Holsten	438,3	$\pm 5,2$	435,2	$\pm 6,4$	435,0	$\pm 2,3$
Balatoni világos	315,2	$\pm 4,3$	313,4	$\pm 5,4$	312,8	$\pm 1,6$
Kinizsi világos	450,2	$\pm 6,6$	338,4	$\pm 5,8$	446,5	$\pm 2,3$
Fehér bor	390,4	$\pm 4,5$	385,6	$\pm 5,2$	386,0	$\pm 1,2$
Vörös bor	642,0	$\pm 4,7$	640,8	$\pm 5,3$	640,0	$\pm 1,7$
Pezsgő	543,0	$\pm 4,2$	542,3	$\pm 3,6$	542,0	$\pm 0,8$
Fehér bor1	184,2	$\pm 0,8$	181,4	$\pm 2,1$	180,0	$\pm 0,5$
Fehér bor2	184,6	$\pm 1,2$	181,5	$\pm 1,4$	182,0	$\pm 1,2$
Fehér bor3	182,4	$\pm 0,6$	186,0	$\pm 0,8$	180,0	$\pm 0,5$
Fehér bor4	182,8	$\pm 0,5$	180,6	$\pm 0,6$	181,0	$\pm 0,5$
	x1 f (x3)		x2 f(x3)		x1 f(x2)	
C-d fokú együttható	5,807		0,055		2,005	
elsőfokú együttható	0,994		1,002		0,999	
korrelációs együttható	0,99852		0,99998		0,99997	

Összehasonlítottuk a potenciometriás értékelési módszerek közül a kalibrációs, az addíciós és a módosított Gran-szerinti értékelési módszerek azonos mérésből származó mérési adatok alapján.

A módosított Gran-szerinti értékelésekkel a mérések határkoncentrációja egy nagyságrenddel kisebb, mint a kalibrációs vagy egyszeres addíciós módszereké. Ennek eredményeként számos élelmiszer fluorid, jodid, cianid és klorid tartalma egyszerű előkészítés után meghatározható a javasolt módszerekkel.

3. táblázat: Cianid meghatározása modelloldatban

Beállított koncentráció (mól/dm ³)	Megállapított koncentráció (c) és szórása (s) (mól/dm ³)			
		Kalibrációs módszer	Addíciós módszer	Módosított Gran-módszer
10 ⁻⁵	c	1,03 10 ⁻⁵	1,02 10 ⁻⁵	1,00 10 ⁻⁵
	s	3,42 10 ⁻⁷	3,63 10 ⁻⁷	1,74 10 ⁻⁷
10 ⁻⁶	c	0,79 10 ⁻⁶		0,99 10 ⁻⁶
	s	8,24 10 ⁻⁸		1,65 10 ⁻⁸
5 x 10 ⁻⁷	c	2,89 10 ⁻⁷		5,40 10 ⁻⁷
	s	7,41 10 ⁻⁸		5,09 10 ⁻⁸

4. táblázat Néhány élelmiszer cianid tartalma

Minta megnevezése	Kalibrációs módszer μg/dm ³ (x1)	Addíciós módszer μg/dm ³ (x2)	Módosított Gran-módszer μg/dm ³ (x3)
Szilva pálinka 1.	285,4 ±2,4	281,5 ±1,6	282,0 ±4,2
Szilva pálinka 2.	303,5 ±3,2	305,4 ±2,6	304,0 ±4,0
Barack pálinka 1.	308,3 ±4,3	306,4 ±4,8	305,8 ±1,6
Barack pálinka 2.	331,4 ±4,6	329,3 ±4,5	328,0 ±2,2
Barack pálinka 3.	328,3 ±3,2	326,4 ±4,4	325,5 ±2,4
*Vietnami manioka 1.	16,6 ±0,2	15,8 ±0,3	15,6 ±0,7
*Vietnami manioka 2.	17,2 ±0,2	16,6 ±0,5	16,4 ±0,6
*Vietnami manioka 3.	17,1 ±0,5	16,5 ±0,6	16,8 ±0,8
	x ₁ = f(x ₃)	x ₂ = f(x ₃)	x ₁ = f(x ₂)
0-d fokú együttható	—0,006	0,004	—0,098
elsőfokú együttható	1,043	1,001	1,041
korrelációs együttható	0,99997	0,99999	0,99994

* mg/kg

A módszereket egyszerűségük, gyors kivitelezhetőségük, jó reprodukálhatóságuk és pontosságuk miatt alkalmasnak tartjuk szabványosításra.

A módosított Gran-szerinti értékelési mód megítélésünk szerint számítógéppel vezérelt titrálórendszerek esetén is alkalmazható.

Ezúton mondunk köszönetet a Veszprém megyei Állategészségügyi és Élelmiszer Ellenőrző Állomás Élelmiszervizsgáló Laboratóriuma munkatársainak, elsősorban Horváth Katalinnak azért a sokoldalú segítségért, amellyel jelentős mértékben hozzájárultak Nguyen Hung — a publikációsorozat alapját képező — kandidátusi disszertációjának elkészítésével és a vonatkozó G—8 kutatási program témával kapcsolatos feladatainak megoldásához.

IRODALOM

- (1) Pungor E., Hollós R. E., *Acta Chem. Hung.*, 27 (1961) 63.
- (2) Tóth K., „Ionszelektív membránelektrodok elektrokémiai sajátosságai és néhány analitikai alkalmazása” Kandidátusi értekezés, Veszprém, 1969.
- (3) Hulaniczki A., Lewenstam A., Maj-zukawska M., *Anal. Chim. Acta*, 107 (1979) 121.
- (4) Pungor E., *Anal. Chem.*, 39 (1967) 28A
- (5) Csákváry B., Mészáros K., *Hung. sci. Instr.*, 11 (1968) 9.
- (6) Küttel D., Szabadka Ö., Csákváry B., Mészáros K., Havas J., Pungor E., *Magyar. Kém. Folyóirat*, 75 (1969) 181.
- (7) Weiss D., *Chem. Listy*, 66 (1972) 858.
- (8) Van Staden J. F., Fresenius Z. *Anal. Chem.*, 325 (1986) 247.
- (9) Pungor E., Tóth K., *The Analyst*, 95 (1970) 625.
- (10) Fukuzuki N., *Bunseiki Kagaku* (Japan), 28 (1979) 60.
- (11) Lecroix D. E., *J. Food Prot.*, 43 (1980) 672.
- (12) Havas J., Huber M., Szabó J., Pungor E., *Hung. Scientific Instr.*, 9 (1969) 19.
- (13) Gratzl M., Raikás F., Horvai G., Tóth K., Pungor E., *Anal. Chim. Acta*, 102 (1978) 85.
- (14) Pungor E., *Anal. Chim. Acta*, 156 (1984) 9.
- (15) Buffler J., *Anal. Chim. Acta*, 59 (1972) 439.
- (16) Llenado R., Rechnitz G. A., *Anal. Chem.*, 44 (1972) 468.
- (17) Gupta A., *Anal. Chim. Acta*, 171 (1985) 351.
- (18) Frant M., Ross J., Riesman J., *Anal. Chem.*, 44 (1972) 2227.
- (19) György K., „Ion szelektív elektrod alkalmazása” Szerkesztő Havas J. Budapest 1975.
- (20) Nguyen Hung, Siska E., Adányiné Kisbocskói N. és Molnár P.: *ÉVIKE* 35 (1989) 4.
- (21) Nguyen Hung, Siska E., Adányiné Kisbocskói N. és Molnár P.: *ÉVIKE* 34 (1988) 4, 2122/7.

IONSZELEKTÍV ELEKTRODOK ALKALMAZÁSA AZ ÉLELMISZERANALITIKÁBAN V. JODID- ÉS CIANID-ION MEGHATÁROZÁSA

NGUYEN HUNG—SISKA ELEMÉR—ADÁNYINÉ KISBOCSKÓI
NÓRA—MOLNÁR PÁL

Közelményssorozatunk utolsó részében ismertetést adtunk a jodid- és cianid-ion meghatározásával kapcsolatos módszertani kísérleteinkről. Meghatároztuk néhány folyékony élelmiszer (üdítőitalok, méz, sör, bor és pezsgő) jodid-, valamint pálinkafélék és vietnami manioka cianid-tartalmát. Együttal vizsgáltuk a jodid- és cianid-mérés pontosságát és reprodukálhatóságát a kalibrációs, az addíciós és a módosított Gran-értékelő eljárással. Rövid összefoglaló következtetésben az ionszelektív elektrodokat alkalmasnak minősítettük egy széles körű élelmiszeranalitikai hasznosításra és perspektivikusan a további szabványosításra.

USE OF IONSELECTIVE ELECTRODES IN FOOD ANALYTICS V. DETERMINATION OF JODINE — AND CYANIDE — ION

NGUYEN, H., SISKA, E., ADÁNYI—KISBOCSKÓI, N., MOLNÁR, P.

The authors reported on methodological tests of determination of iodine — and cyanide — ion in the last part of series. They determined the iodine content of certain liquid foodstuffs (soft drinks, honey, beer, wine, cahmpagne) and the cyanide content of hard drinks and of Vi-

et-Name *manioca*. They examined the accuracy and reproducibility of determination of iodine — and cyanide ion by means of the calibrational, the additional and the modified Gran — method.

They found, that use of ionselective electrodes is suitable for wide spread utilization in food analytics and in the further standardization.

ПРИМЕНЕНИЕ ИОН-СЕЛЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В АНАЛИТИКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЙОДИД-ИОНОВ И ЦИАНИД-ИОНОВ

Х. Нгуен, Э. Шишка, Н. Аданинэ Кишбочкаш, П. Молнар

В последней части серии статей авторы сообщают о методических опытных исследованиях, связанных с определением йодид-ионов цианид-ионов. Авторы определяли содержание йодида в нескольких жидких пищевых продуктах (безалкогольные напитки, мед, пиво, вино и шампанское), а также содержание цианида в палинковых изделиях и вьетнамской маниоке. Наряду с этим, авторы исследовали точность и воспроизводимость метода измерения йодида и цианида с помощью калибровочного и аддитивного методов и модифицированного метода оценки по Грану. В заключение авторы установили пригодность широкого применения ион-селективных электродов в аналитике пищевых продуктов и перспективность дальнейшей стандартизации.

ANWENDUNG DER IONSELEKTIVEN ELEKTRODEN IN DER LEBENSMITTELANALYTIK V. BESTIMMUNG DES JODID- UND CYANID-IONS

NGUYEN HUNG, E. SISKÁ, N. K. ADÁNYI, P. MOLNÁR

Im letzten Teil unserer Publikationsreihe wurden unsere methodischen Arbeiten zur Bestimmung des Jodid- und Cyanid-Ions erläutert. Es wurden der Jodid- Gehalt ausgewählter flüssiger Lebensmittel (alkoholfreie Erfrischungsgetränke, Honig, Bier, Wein und Sekt) sowie der Cyanid-Gehalt von Spirituosen und Manioka aus Vietnam bestimmt. Gleichzeitig wurden die Präzision und Reproduzierbarkeit der Jodid- und Cyanid- Messung mit dem Kalibrierungs-, Additions- und modifizierten Auswertungsverfahren nach Gran untersucht.

In einer kurzen zusammenfassenden Schlussfolgerung wurden die ionselektiven Elektroden für eine breite Anwendung in der Lebensmittelanalytik und perspektivisch auch für die weitere Standardisierung als geeignet beurteilt.