

SPEKTROFOTOMETRICKÉ A EXTRAČNO-SPEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENIE SELÉNU

JOZEF BALOGH

Katedra analytickej chémie, Chemická fakulta, Užhorodská štátna univerzita, 294000 Užhorod, Ukrajina

Došlo dňa 29.VIII. 1997

Obsah

1. Úvod
2. Komplexné zlúčeniny selénu s anorganickými ligandmi
3. Stanovenie selénu s organickými činidlami
2. Stanovenie selénu so zásaditými farbivami
5. Záver

1. Úvod

Selén má veľký význam v rôznych odvetviach techniky. Selén a jeho zlúčeniny sa používajú v polovodičovej technike, mikroelektronike, laserovej technike, mikrobiológii, medicíne ap. Preto otázka spoľahlivého stanovenia selénu v rôznych technických objektoch je veľmi aktuálna a dôležitá. Existujúce fyzikálne metódy majú rad obmedzení a nie vždy vyhovujú požiadavkám stanovenia selénu. Spektrofotometrické a extrakčno-spektrofotometrické metódy stanovenia selénu sa vyznačujú jednoduchosťou a rýchlosťou prevedenia, postačujúcou citlivosťou a selektivitou, a jednoduchosťou prístrojového vybavenia. Ku skupine chalkogenidov okrem selénu patrí aj telúr. Tieto prvky sa veľmi často vyskytujú v rôznych technických objektoch spolu. Avšak, v dôsledku rozličností chemických vlastností, selén a telúr majú rôzne schopnosti k oxidačno-redukčným a komplexotvorným reakciám. Táto zvláštnosť sa dá využiť pri stanovení selénu za prítomnosti telúru.

2. Komplexné zlúčeniny selénu s anorganickými ligandmi

Pre selén, na rozdiel od telúru, je popísaných len niekoľko komplexných zlúčenín s anorganickými ligandmi. Z halogénkyselín selénu bola v čistej forme syntetizovaná H_2SeBr_6 . Táto kyselina se rozpúšťa vo vode bez rozloženia, ale na vzduchu sa rozkladá s vylúčením brómu a koloidného selénu. Analogická kyselina hexachlórseleničitá nebola syntetizovaná. Zlúčeniny $\text{SeO}_2 \cdot 2 \text{HCl}$ a $\text{SeO}_2 \cdot 2 \text{HBr}$ sú identické hydrátom $\text{SeOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a $\text{SeOBr}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (cit.¹).

Hexachlórseleničitan draselný a amónny boli syntetizované v podobe žitých kryštalických zlúčenín, ktoré sa ľahko rozkladajú na vzduchu. Sú známe aj hexabrómseleničitany $(\text{NH}_4)_2\text{SeBr}_6$, K_2SeBr_6 a Rb_2SeBr_6 (cit.¹).

V roztokoch, obsahujúcich zlúčeniny selénu s chlóróm a brómom^{2,3}, existuje niekoľko typov komplexov, pričom za určitých podmienok môžu sa vytvárať oxahalogenidy selénu s pomerom $\text{Se}:\text{Cl} (\text{Br}) = 1:2$.

Absorpčné spektrá roztokov, obsahujúcich SeO_2 a HF , HCl alebo HBr , poukazujú na vytváranie sa zlúčenín $\text{SeO}_2 \cdot 4 \text{HX}$ ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$) a $\text{SeO}_2 \cdot 4,5 \text{H}_2\text{F}_2$. Pri riedení roztokov a so zvýšením teploty stabilita komplexov sa znižuje v dôsledku hydrolyzy. Existencia komplexných zlúčenín bola potvrdená metódou elektrickej vodivosti¹.

3. Stanovenie selénu s organickými činidlami

Selén, na rozdiel od telúru, je dosť silným oxidovadlom. Oxidačno-redukčný potenciál systému $\text{Se} (\text{IV}) + 4 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Se}^0$ sa rovná 0,74 V. Preto selén (IV) oxiduje viaceré organické zlúčeniny. Činidlá pre stanovenie selénu majú ako komplexotvorné schopnosti tak aj redukčné vlastnosti. Centrálnym atómom, zrejme, je vždy selén (II), a preto komplexotvornej reakcii vždy predchádza oxidačno-redukčná reakcia. Komplexné zlúčeniny, ktoré sa používajú pre fotometrické stanovenia selénu sú najčastejšie produktmi in-

Tabuľka I

Charakteristiky metód stanovenia selénu s organickými činidlami

Činidlo	Podmienky stanovenia		X [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ ·dm ³ ·cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg·cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	prostredie	extrahent					
3,3-Diaminobenzidín	pH 2–3	toluén, benzén	420	1,7	0,04–0,4	Ti (III, IV), Sn, Zr, Au (III), V (V), WO_4^{2-} , $C_2O_4^{2-}$, PO_4^{3-} , NO_3^-	5–11
<i>o</i> -Fenylendiamín	pH 6–7	toluén	580	1,9	0,01–0,16	a	10,
	pH 1,5–2,5	chloroform, toluén	335	1,78	0,05–7,5	Fe (III), Sn (IV), V (V), Bi, Hg, Sb	12–17
N-(<i>b</i> -Oxipropyl)-1,2- -fenylendiamín	a	a	342	1,87	a	a	13,18, 19
4-Dimetylamino-1,2- -fenylendiamín	4 M-HCl	voda	500	0,573	0,3–10	Fe (II), Cu, Co, Cr (III), V (V), Mo, Au, Pd, Pt	20
2,3-Diaminonaftalén	pH 1–2	cyklohexanón, toluén	378	2,64	0,01–0,2	silné oxidačne a redukčne činidlá	28,29
b	0,1 M-HCl	dekalín	540	a	0,001–0,05	a	25
b	a	cyklohexanón	520	a	0,002–0,04	a	
4,5-Diamino-6-tiopyrimidín	pH 1,5–2,5	voda	380	1,92	0,1–2,5	Fe, Cu, $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} , BrO_3^- , ClO_3^-	20
4,5-Diamino-1,8-dioxiantrachinón	a	a	610	2,20	0,0–4,3	a	30
2,3-Diaminofenazín	H ₃ PO ₄	voda	600	a	0,005–0,025	V, Te, As, Cu	21
Ditizon	6–7 M-HCl	CCl ₄	420	7,55	0,3–10	Au, Cu, Hg, Ag, Te, V, Cr, Sn, Zn, Bi, W, Nb, Ta	8,20, 32,33
2-Merkaptobenzimidazol	1–3 M-HCl	butanol-chloroform	360–380	1,05	1–10	Te, Bi, Cu, Fe, BrO_3^- , IO_3^-	35
			420	a	1–40	a	
Naftylbizmutol	a	chloroform	334	3,7	0,5–80	Al-200, Te-100, Zn-50, Pb, Ni, Cr (III)-10, Bi, Cu, Tl, As (III, V), Sb (III, V), Hg	34
		benzén	330	2,87	a	Te, Sb, Sn, Hg, As, Pd	60
Tetraetyltiuramdisulfid	6–8 M-HCl	chloroform	330	a	0,4–10	Ni, Co, Zn, Cd, Pd, Bi, Sb (V), Al a Hg (II)-50, Te, Cu, Cr (III)	36
Ditiooxamid	1,6–3,6M-HCl (30 % acetón)	voda	410–415	a	0,08–2,0		
<i>o</i> -Merkaptoacetoacetanilid	pH 1,0	chloroform	525	0,008	a	CN ⁻ , EDTA	37
<i>o</i> -Izopropyl- <i>N</i> -metyltiokarbamín	5 M-HBr	chloroform	a	a	a	a	38
1,1-Difenylhydrazón	1,0–1,5M-HCl	chloroform	550	3,64	od 0,05	Te-1000, Fe (III), V (V), W, Cu (II)	40,41

Tabulka I - pokračování

Činidlo	Podmienky stanovenia		λ [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ · dm ³ cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg · cm ⁻³]	Interferujúce prvky a ich násobné množstva	Cit.
	prostredie	extrahent					
4-Nitrofenylhydrazín + 8-oxichinolin	zásadité prostredie	voda	550	3,20	0,28-1,80	Cu, oxidovadlá: MnO ₄ ⁻ , Cr ₂ O ₇ ²⁻ , Fe (III), redukovadlá: S ²⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ , Sn (II)	42
1,4-Difenyltiosemikarbazid	pH 0-2	chloroform, CCl ₄	325 410	4,4 0,69	0,04-20 0,4-80	Te-100, Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Cd, Hg ai.	43
Difenyltiokarbazid	^a	chloroform	460	3,97	od 0,02	^a	61
Difenylkarbazid	^a	voda	486	5,6	od 3,0	^a	1,43
Difenylsemikarbazid	^a	voda	500	0,07	od 3,0	^a	1,43

^a Číselné údaje v literatúre nie sú uvedené, ^b fluorimetrická metóda

Tabulka II

Charakteristiky nepriamych metód stanovenia selénu so zásaditými farbivami

Zásadité farbivo	Podmienky stanovenia			λ , [nm]	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$ [mol ⁻¹ · dm ³ cm ⁻¹]	Rozsah stanovenia [μg · cm ⁻³]	Interferujúce prvky	Cit.
	[H ⁺]	[Lig ⁻] ^a	extrahent					
DFVTI	0,5 M-H ₂ SO ₄	0,01 M-KI	toluén	573	16	0,01-2,0	^b	50
DTVTI	1,2-4 M-H ₂ SO ₄	0,02 M-KI	benzén	580	20	^b	Hg, Bi, In, Pb, Cu (II), Ag	50
Briliantová zeleň	pH 3,8	KI, ^b	^b	630	^b	0,02-0,80	Sb, Hg, Fe (III), Ag, Bi (III), Pb, Cu (II), Sn, S ²⁻	44,46,48
Malachitová zeleň	pH 3,8	KI, ^b	^b	620	^b	0,02-1,20	Sb, Hg, Fe (III), Ag, Bi (III), Pb, Cu (II), Sn, S ²⁻	44,46,48
Metylviolet	pH 3,4	KI, ^b	^b	589	^b	0,02-0,36	^b	46-48
Rodamín C	pH 1,7	KI, ^b	^b	560	^b	0,04-0,20	^b	48
Rodamín G	pH 3,5	KI, ^b	^b	528	^b	0,04-0,20	^b	48
Cationic blue K	pH 0,8	KI, ^b	^b	614	^b	0,02-0,28	^b	48
Cationic blue 2K	pH 0,8	KI, ^b	^b	602	^b	0,02-0,32	^b	48
Basic methylen blue	pH 4,2	KI, ^b	^b	670	^b	0,04-0,48	^b	48

^a Lig – ligand, ^b číselné údaje v literatúre nie sú uvedené

terakcie selénu (IV) s organickými činidlami: *o*-diamínami a zlúčeninami, obsahujúcimi síru⁴. Charakteristiky týchto metód sú uvedené v tabuľke I.

Z metód stanovenia selénu najširšie je zastúpená skupina fotometrických a fluorescenčných metód, založených na vytváraní diazoselenolov - zlúčenín selénu s *o*-diamínami. Tieto metódy sa často používajú pri rozbere rôznych technických objektov. Pre fotometrické stanovenie selénu bolo navrhnuté veľké množstvo derivátov diamínov: 3,3-diaminobenzidín⁵⁻¹¹, *o*-fenyldiamín^{10,12-17}, N-(*b*-oxipropyl)-1,2-fenyldiamín^{18,19}, 4-dimetylamo-1,2-fenyldiamín²⁰, 4-metyl-fenyldiamín¹⁸, 4-chlórfenyldiamín¹⁸, 2,3-diaminofenazín²¹, 2,3-diaminonafalén²²⁻²⁹, 4,5-diamino-6-tiopyrimidín²⁰, 4,5-diamino-1,8-dioxiantrachinon³⁰. Zvláštnosťou *o*-diamínov je ich vysoká selektivita voči selénu. Preto tieto činidlá dosť často sa používajú pre stanovenie selénu za prítomnosti telúru. Medzi *o*-diamínami najcitlivejším a najselektívnejším je 2,3-diaminonafalén. Je možné stanovenie nanogramových množstiev selénu v biologických objektoch²⁶, geologických materiáloch a objektoch životného prostredia²⁷ podľa luminiscenčných spektier selénu (IV) v sklovitých roztokoch. Stanovenie sa uskutočňuje v roztokoch komplexu selénu s diaminonafalénom alebo diaminobenzidínom v cyklohexanóne³¹ zmrazených pri 77 K (tabuľka I).

Druhá skupina metód je založená na vzniku komplexných zlúčenín s organickými činidlami, obsahujúcimi síru: ditizónom^{8,20,32,33}, naftylbizmutolom³⁴, 2-merkaptobenzimidazolom³⁵ a inými³⁶⁻³⁹. Napriek vysokej citlivosti, tieto metódy nenašli široké využitie, kvôli nepostačujúcej selektivite (tabuľka I).

Nepochybne sú zaujímavé aj metódy založené na oxidácii organických zlúčenín (1,1-difenylylhydrazónu^{40,41}, 4-nitrofenylhydrazínu⁴²) selénom (IV) do diazóniových solí, ktoré reagujú s aromatickými amínami s vytvorením intenzívne sfarbených azozlúčenín. Tieto metódy sú veľmi citlivé, ale požadujú predbežné oddelenie interferentov, a tiež oxidačných a redukčných iónov. Zaujímavou zvláštnosťou väčšiny takých reakcií je, že telúr, za optimálnych podmienok stanovenia selénu, neoxiduje tieto činidlá, lebo má menší oxidačno-redukčný potenciál, $\text{Te (IV)} + 4 e^- \rightleftharpoons \text{Te}^0$, ktorý sa rovna +0,53 V (tabuľka I).

Fenylderiváty semikarbazidu a tiokarbazidu (difenyلكarbazid, 1,4-difenylysemikarbazid, difenylytiosemikarbazid⁴³) v chlorovodíkovom roztoku redukujú selén (IV) na selén (II) a vytvárajú s ním sfarbené komplexné zlúčeniny. Táto skupina metód sa líši dobrou selektivitou. Telúr s týmto

činidlami nereaguje. Najcitlivejšou je reakcia selénu s 1,4-difenylytiosemikarbazidom (tabuľka I).

4. Stanovenie selénu so zásaditými farbivami

Selén, na rozdiel od telúru, nevytvára tónové asociáty so zásaditými farbivami. Preto sa na stanovenie malého množstva často používajú nepriame metódy založené na interakcii selénu (IV) v kyslom prostredí s jodidovými iónmi a fotometrickom stanovení vylúčeného jódu vo forme tónových asociátov trijodidu so zásaditými farbivami.

Selén (IV) reaguje týmto spôsobom s farbivami brilantová zeleň a malachitová zeleň⁴⁴ s vytvorením tónových asociátov modrej farby s maximom absorpcie v oblasti 620-630 nm. Reakcia sa uskutočňuje v chlorovodíkovom roztoku za prítomnosti jodidových iónov. Stanovenie selénu neruší Ni (II), Co (II), Te (IV), Br, Cl⁻, NO₃⁻ a SO₄²⁻. Prekážajú Sb (III), S²⁻, Hg (I, II), Ag, Fe (III), Bi (III), Cu (II), Pb(II), Sn (II).

Boli skúmané aj ďalšie zásadité farbivá: Victoria blue B (cit.⁴⁵), metylviolet⁴⁶⁻⁴⁸, 2-[1-(5-dimetylaminofuryl-2)-vinyl-2]-1,3,3-trimetyl-3*N*-indolium (DFVTI)⁴⁹, 2-[1-(5-dimetylaminotionyl-2)-vinyl-2]-1,3,3-trimetyl-3*N*-indolium (DTVTI)⁴⁹, rodamín C (cit.⁴⁸), rodamín G (cit.⁴⁸), cationic blue K (cit.⁴⁸), cationic blue 2K (cit.⁴⁸), basic methylen blue (cit.⁴⁸), antipyrínové farbivá⁵⁰. Boli skúmané aj niektoré z farbív, navrhnuté pred tým ako činidlá pre stanovenie telúru⁵¹⁻⁵⁹.

Najcitlivejšie a najselektívnejšie sú reakcie s DFVTI a DTVTI⁴⁹; 1000-násobné množstvá telúru neprekážajú stanoveniu selénu. Uvedené metódy stanovenia selénu boli použité pre rozbery rôznych prírodných a technických objektov. Základné charakteristiky týchto metód sú uvedené v tabuľke II.

5. Záver

Činidlá pre stanovenie selénu majú ako komplexotvorné schopnosti tak aj redukčné vlastnosti. Pre spektrofotometrické a extrakčno-spektrofotometrické stanovenie selénu sa najčastejšie používajú *o*-diamíny a organické činidlá, obsahujúce síru. Niektoré zásadité farbivá boli použité pre nepriame stanovenie selénu.

LITERATURA

1. Nazarenko I. I., Yermakov F. N.: *Analiticheskaya khimia seleni i telluri*. Nauka, Moskva 1971.
2. Babko A. K., Mityur'yeva T. T.: Zh. Neorg. Khim. 3, 2082(1958).
3. Babko A. K., Mityur'yeva T. T.: Zh. Neorg. Khim. 6, 421 (1961).
4. Murashova V. I., Sushkova S. G.: Zh. Anal. Khim. 24, 729 (1969).
5. Marczenko Z., Mojski M., Czarnecka I.: Chem. Anal. (Warsaw) 78, 189(1973).
6. Yommi R., Duitrago R., Lara M.: Rev. Fac. Ing. Quim. Univ. Nac. Litoral. 40 (1973).
7. Mori Kumio, Kamimori Yasuo, Nakamura Yoshio: Nippon kagaku kaishi, J. Chem. Soc. Jap., Chem. Ind. Chem. 1976, 1520.
8. Holzbecher Z., Kabert L., Jiravová V.: Sb. VŠCHT v Praze 1979, 41.
9. Petak P., Hribal M.: Rudy 29, 357 (1981).
10. Akadzi Tecuya: Water Purif. Liquid Wastes Treat. 24, 53(1983).
11. Vesene T. B., Bag'yulene Z. P.: Fiz. Elektron. 1987, 82.
12. Kasterka B.: Chem. Anal. (Warsaw) 21, 1339 (1976).
13. Kasterka B.: Chem. Anal. (Warsaw) 24, 329 (1979).
14. Kasterka B.: Chem. Anal. (Warsaw) 25, 215 (1980).
15. Rozanska B., Rozowski J.: Mikrochim. Acta 2, 481 (1984).
16. Goszczynska H., Kowalczyk M.: Chem. Anal. (Warsaw) 15, 561 (1970).
17. Kunte N. S., Ranade S. N.: Indian J. Chem. 8, 370 (1970).
18. Kasterka B., Dobrowolski J.: Zesz. Nauk PSI. Chem. 49(1980).
19. Kasterka B., Dobrowolski J.: Zesz. Nauk PSI. Chem. 27(1983).
20. Shcherbov D. P., Ivankova A. I., Gladysheva G. P.: Zav. Lab. 33, 693 (1967).
21. Kreinhol'ds S. U., Sosenkova L. I., v zborniku: *Metody analiza khim. reaktivov i preparatov*. Moskva 1971.
22. Hiraki Keizo, Yoshi Osamu, Hiroyama Hiroshi, Nishikawa Yasuharu, Tsunebu Shigematsu: Bunseki Kagaku 22, 712(1973).
23. Shawsky M., White C. L.: Anal. Chem. 48, 1484 (1976).
24. Asakawa Yukio, Kushizaki Mituzo, Ishizuka Junjii: J. Sci. Soil Manure, Jap. 48, 337 (1977).
25. Tamazi Yuzo, Hiraki Keizo, Nisiikawa Yusuharu: Bunseki Kagaku 28, 164 (1979).
26. Alfian G.: Anal. Chim. Acta 165, 187 (1984).
27. Nazarenko I. I., Ky slova I. V., v zborniku: *Analiticheskaya khimia redkikh elementov*. Moskva 1988.
28. Alekseyeva L. S.: Gig. Sanit. 1976, 57.
29. Nazarenko I. I., Kyslov A. M., Kyslova I. V., Malevskiy A. Y.: Zh. Anal. Khim. 25, 1135 (1970).
30. Brown R. S.: Anal. Chim. Acta 74, 441 (1975).
31. Luft B. D., Novikov V. B., Husid L. B., Shemet V. V.: Zh. Anal. Khim. 28, 536 (1973).
32. Shcherbov D. P., Ivankova A. I., Gladysheva G. P.: Zh. Anal. Khim. 32, 105 (1977).
33. Capbel A. D., Yahaya A. H.: Anal. Chim. Acta 779, 171 (1980).
34. Busev A. I., Simonova L. N., Misharina T. A., Zayukova N. D.: Zh. Anal. Khim. 28, 1360 (1973).
35. Uarova K. A., Dovbnya T. V., v zborniku: *Standart. obrazcy v chern. metallurgii*. 1979, 51.
36. Lebed' N. B., Pantaler R. P.: Zh. Anal. Khim. 41, 2224 (1986).
37. Das Arabinda Kumar, Das Jyotimoy: Indian Chem. Soc. 60, 67 (1983).
38. Pabon V. M., Bodnya V. A.: Vestn. Mosk. Univ. Ser. Khim. 24, 575 (1983).
39. Gavril'yuk A. I., Kurilec O. I.: Fiz. Elektron. 727 (1985).
40. Maslowska J., Kostynska E.: Chem. Anal. (Warsaw) 25, 203 (1980).
41. Chen Siging, Peng Shanchan, Yuan Dawen: Fenxi Huaxue 12, 913 (1984).
42. Bhatt A., Gupta V. K.: J. Indian Chem. Soc. 59, 888 (1982).
43. Pinayev G. F., Narkevich I. P., Langergan S. A., Kalmanovich I. K., v zborniku: *Obshch. Prikl. Khim. Vysh. Shkola*, Minsk 1972.
44. Ramanauskas E. I., ShuFyunene A. K.: Zh. Anal. Khim. 23, 1859(1968).
45. Bl'yum I. A., Opatrina L. L.: Zav. Lab. 36, 897 (1970).
46. Shul'yunene A. K., Bunikene L. V., Ramanauskas E. I., v zborniku: *Tr. po khimii i khim. tekhnol.*, str. 135. Gorkij 1969.
47. Shulunene A. K., Ramanauskas E. I., Tarozajte R. K.: Nauch. Tr. Vyssh. Uchebn. Zav. LitSSR. Khim. Khim. Tekhnol. 7970, 63.
48. Shulunene A. K., Ramanauskas E. I.: Nauch. Tr. Vyssh. Uchebn. Zav. LitSSR. Khim. Khim. Tekhnol. 1974, 117.

49. Balogh I. S., Kish P. P., Zimomr'ya I. I., Rygan M. Y.: SU 1 228 016. Otkrytia. Izobretenia 1986, 181.
50. Zhivoposcev V. P., Bondar'yeva E. G., Poŭyemkin S. R., Osokina G. P., v zborníku: *Organ.reagenty v analit. khimii*, str. 47. Perm 1980.
51. Balogh I. S., Kish P. P., Ishchenko A. A., Mushkalo I. L., Andrukh V. A.: Zh. Anal. Khim. 45, 481 (1990).
52. Balogh I. S., Kish P. P., Andrukh V. A., Feher Y., Potapchuk A. M. SU 1 606 930. Otkrytia. Izobretenia 7990, N 42.
53. Kish P. P., Balogh I. S., Andrukh V. A., Golomb M. G.: Zh. Anal. Khim. 45, 915 (1990).
54. Kish P. P., Balogh I. S., Andrukh V. A.: Izv. Vyssh. Ucheb. Zav. Khim. Khim. Tekh. 33, 52 (1990).
55. Kish P. P., Andrukh V. A., Balogh I. S.: Zh. Anal. Khim. 46, 2328(1991).
56. Kish P. P., Balogh I. S., Andrukh V. A., Bogdanova A. V.: Zav. Lab. 56, 22 (1990).
57. Balogh I. S., Kish P. P., Andrukh V. A., Mushkalo I. L.: Ukr. Khim. Zh. 57, 644 (1991).
58. Balogh I. S., Kish P. P., Kikineshi A. A., Zimomr'ya I. I., Andrukh V. A., SU 1 559 287. Otkrytia. Izobretenia 7990, N 5.
59. Andrukh V. A.: *Kandidátska dizertačná práca*. Užhorodská štátna univerzita, Užhorod 1995.
60. Dikuser A. I., v zborníku: *Reakcionoskhopnost' koordinac. i polimer. soedin. Vopr. khimii i khim. tekhnol.*, str. 74. Kishinev 1982.
61. Finacetova V. S., Murashova V. L.: R. Zh. Khim. 7977, 24G211.

J. Balogh (*Department of Analytical Chemistry, Chemical Faculty, Uzhgorod State University, Uzhgorod, Ukraine*): **Spectrophotometric and Extraction-Spectrophotometric Determination of Selenium**

The review concerns main spectrophotometric methods of Se determination giving their short characteristics. The data are presented in tables.