

KOVOVÉ SOLI SYLCYLIDÉN-4-FENYLTIOSEMIKARBAZÓNU A SALICYLIDÉN-S-METYL-2,4-DIFENYLTIOSEMIKARBAZÓNU (I)

S. STANKOVIANSKY, J. ČÁRSKY

Katedra analytickej chémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského
v Bratislave

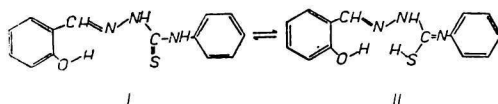
Úvod

Salicylidén-4-fenyltiosemikarbazón reaguje s niektorými dvojmocnými kovmi za vzniku vnútorne komplexných solí. V práci sa diskutuje o štruktúrnych formuláciách izolovaných solí: $C_{14}H_{11}ON_3S Ni \cdot NH_3$, $(C_{14}H_{12}ON_3S)_2 Ni$, $C_{14}H_{11}ON_3S Pb$, $(C_{14}H_{12}ON_3S)_2 CoNO_3$, $(C_{14}H_{12}ON_3S)_2 Cd$ a $C_{14}H_{11}ON_3S Cu \cdot NH_3$.

Na dôkaz štruktúr týchto solí izolovali a analyzovali sa niektoré soli (nikelnatá, kademnatá a kobaltitá) štruktúrne podobného salicylidén-S-metyl-2,4-difenyltiosemikarbazónu.

Salicylidén-4-fenyltiosemikarbazón môžeme zaradiť do skupiny organických činidiel, ktoré s niektorými kovovými kationmi tvoria asymetrické bicyklické vnútorne komplexné zlúčeniny [1]. Práca nadväzuje na štúdie o týchto zlúčeninách.

Salicylidén-4-fenyltiosemikarbazón možno vyjadriť v dvoch tautomérnych formách (vzorec *I* a *II*).



Pri tvorbe solí môžeme ho posudzovať:

a) ako jednosýtnu kyselinu, a to ako dvojdonorovú chelátotvornú zlúčeninu s jednou aciskupinou ($-OH$) a s jednou cykloskupinou (terciárny dusík), alebo ako trojdonorovú chelátotvornú zlúčeninu s jednou aciskupinou ($-OH$) a s dvoma cykloskupinami (terciárny dusík a sekundárny dusík, resp. síra). Túto možnosť vyjadruje vzorec *I*;

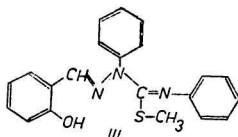
b) ako dvojsýtnu kyselinu, a to ako trojdonorovú chelátotvornú zlúčeninu s dvoma aciskupinami ($-OH$ a $-SH$) a s jednou cykloskupinou (terciárny dusík). Túto možnosť vyjadruje vzorec *II*.

Či sa činidlo chová ako jednosýtna kyselina alebo ako dvojsýtna kyselina, závisí od charakteru centrálného atómu a od podmienok, pri ktorých k reakcii dochádza.

Od jednosýtnej kyseliny sú odvodené soli s Ni^{II} (zelená), Cd^{II} a Co^{III} , od dvojsýtnej kyseliny soli s Ni^{II} (červenohnedá), Pb^{II} a Cu^{II} . Soli odvodené

od dvojsýtnej kyseliny zahrnujeme medzi asymetrické bicycklické vnútorne komplexné zlúčeniny.

Na objasnenie štruktúr jednotlivých solí izolovali a analyzovali sa niektoré soli (nikelnatá, kademnatá a kobaltitá) štruktúrne podobného salicylidén-S-metyl-2,4-difenyltiosemikarbazónu. Táto zlúčenina na rozdiel od skúmaného salicylidén-4-fenyltiosemikarbazónu má iba jednu aciskupinu ($-\text{OH}$), t. j. pri tvorbe komplexných solí môže sa chovať iba ako jednosýtna kyselina (vzorec III).



Štruktúrne formulácie jednotlivých izolovaných solí sú uvedené v diskusnej časti práce.

Analytické využitie činidla je predmetom štúdia.

Experimentálna časť

Body topenia nie sú korigované.

Salicylidén-4-fenyltiosemikarbazón

Príprava činidla

Zlúčenina sa pripravila podľa G. Pulvermachera [2] zahrievaním ekvimolárneho množstva fenyltiosemikarbazidu a salicylaldehydu v etylalkohole. Vznikol žltozelený roztok, z ktorého ochladením sa vylúčili biele ihličky. Získaná látka sa dvakrát prekrystalovala z etylalkoholu. Bod topenia je 183 °C.

Reakcia činidla s roztokmi kovových solí

Na reakcie sa použil 0,2 % alkoholický roztok činidla a 2 % roztoky dusičnanov alebo síranov príslušných kovov, pripravených z chemikálií p. a.

a) Zmiešaním roztokov činidla a kovovej soli dochádza k reakcii s Ni^{II} a Co^{II} za vzniku hnedých zrazenín, s Fe^{II} a Fe^{III} zelenohnedých zrazenín, s Ag^{I} a Hg^{I} žltých zrazenín, ktoré zahriatím stmavnú. Všetky zrazeniny sú rozpustné v nadbytku činidla.

b) V prostredí regulovanom octanom sodným Pb^{II} , Cd^{II} , Pd^{II} a Hg^{II} tvoria žlté zrazeniny, nerozpustné (okrem Pb^{II}) v nadbytku činidla.

c) V amoniakálnom prostredí vznikajú v nadbytku amoniaku jednak rozpustné zrazeniny s Ni^{II} (červenohnedá), s Co^{II} (hnedá) a s Cu^{II} (hnedá), jednak nerozpustné žlté zrazeniny s Pb^{II} , Cd^{II} , Tl^{I} a Hg^{II} (zahriatím sčernie). Roztoky solí Cr^{III} , Al^{III} , Zn^{II} , Sn^{II} , Ca^{II} , Sr^{II} , Ba^{II} a Mg^{II} netvoria s činidlom nijaké viditeľné reakcie.

Izolovanie a analýza solí

Izolované soli sa sušili v elektrickej sušiarňi alebo vo vákuovom exsikatore nad silikagélom. Na filtráciu sa použili sklenené filtračné kelímky G3 a G4.

Nikelnatá soľ

1. Zo slabo kyslého prostredia:

Zmiešali sa horúce roztoky 0,5 g $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ v 10 ml vody a 0,8 g činidla v 70 ml alkoholu. Vznikol tmavohnedý číry roztok, z ktorého sa čoskoro začala vylučovať zelená kryštálická zrazenina. Po dvoch hodinách sa produkt odfiltroval, premyl vodou, alkoholom a vysušil v exsikátore do konštantnej váhy. Látka je rozpustná v horúcom alkohole, octane etylnatom a v acetóne. Čiastočne sa rozpúšťa v éteri a v chloroforme. Topí sa za rozkladu pri 195 °C.

Analýza

Pre $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{ON}_3\text{S}_2\text{Ni}$ ($M = 599,33$)

vypočítané	N = 14,02 %	Ni = 9,79 %
zistené	N = 14,31 %	Ni = 9,70 %

2. Z amoniakálneho prostredia:

Za horúca sa zmiešali roztoky 0,6 g $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ v 20 ml vody za prídavku 15 ml koncentrovaného amoniaku a 0,5 g činidla v 30 ml alkoholu. Vznikol červenohnedý roztok, z ktorého sa po chvíli začali vylučovať červenohnedé doštičkovité kryštáliky. Produkt sa po dvoch hodinách odfiltroval, premyl 2 % amoniakom a 50 % alkoholom a vysušil sa v exsikátore. Rozpúšťa sa v horúcom alkohole, éteri, chloroforme a v octane etylnatom. Pri 205 °C sa začína rozkladať.

Analýza

Pre $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{ON}_3\text{SNi} \cdot \text{NH}_3$ ($M = 345,02$)

vypočítané	N = 16,24 %	Ni = 17,01 %
zistené	N = 15,78 %	Ni = 17,29 %

Olovnatá soľ

Roztoky 0,5 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ v 20 ml vody a 0,4 g činidla v 100 ml alkoholu sa zmiešali a do vzniknutého roztoku sa pridalo 5 ml 10 % octanu sodného. Najprv vznikol bledozltý zákal, ktorý sa povarením zmenil na intenzívne žltú kryštálickú zrazeninu. Táto sa ešte za horúca odfiltrovala, premyla horúcim alkoholom a vysušila pri 105 °C do konštantnej váhy. Látka sa čiastočne rozpúšťa v acetóne a v chloroforme. Nerozpúšťa sa vo vode, éteri a v octane etylnatom. Pri 205 °C sa začína rozkladať.

Analýza

Pre $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{ON}_3\text{SPb}$ ($M = 476,52$)

vypočítané	N = 8,82 %	Pb = 43,48 %
zistené	N = 8,73 %	Pb = 43,52 %

Kademnatá soľ

Zmiešali sa horúce roztoky 0,4 g $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ v 20 ml 20 % amoniaku a 0,8 g činidla v 100 ml alkoholu. Vznikol žltý roztok, z ktorého sa v priebehu pomalého chladnutia začala vylučovať žltá kryštálická zrazenina. Po dvoch hodinách sa zrazenina odfiltrovala, premyla 2 % amoniakom a horúcim alkoholom. Látka je prakticky nerozpustná v alkohole, éteri, chloroforme a v octane etylnatom. Čiastočne sa rozpúšťa v acetóne. Pri 240 °C sa začína rozkladať.

Tá istá soľ sa pripravila bez použitia amoniaku v prostredí regulovanom octanom sodným. Octan sodný sa pridával po kvapkách a za miešania do horúceho reakčného

roztoku obsahujúceho tie isté množstvá kademnatej soli a činidla ako za použitia amoniaku ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sme rozpustili v 10 ml vody).

Analýza

Pre $(\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{ON}_3\text{S})_2\text{Cd}$ ($M = 653,05$)

vypočítané	N = 12,87 %	Cd = 16,82 %
zistené	N = 12,53 %	Cd = 17,07 %

Kobaltitá soľ

Zmiešali sa horúce roztoky 0,4 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ v 10 ml vody a 0,4 g činidla v 120 ml alkoholu. Vznikol tmavohnedý roztok, z ktorého sa vyzrážala tmavohnedá kryštalická látka. Po piatich hodinách sa produkt odfiltroval, premyl alkoholom a vysušil pri 105 °C. Čiastočne sa rozpúšťa v octane etylnatom a v acetóne. Nerozpúšťa sa v éteri a v chloroforme. Do 250 °C sa nemení.

Pri tejto reakcii dochádza k oxydácii Co^{II} na Co^{III} vzdušným kyslíkom. Vzniknutá kryštalická látka je kobaltitá soľ činidla. Pri uskutočňovaní reakcie pod benzínom vznikol červenohnedý roztok, ktorý sa stáť nemenil. Po oddelení benzínovej vrstvy sa rýchlo zmenil na tmavohnedý roztok.

Analýza

Pre $(\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{NO}_3\text{S})_2\text{CoNO}_3$ ($M = 661,60$)

vypočítané	N = 14,82 %	Co = 8,91 %
zistené	N = 14,71 %	Co = 8,92 %

Meďnatá soľ

Roztok 0,4 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ v 5 ml koncentrovaného amoniaku sa zmiešal s horúcim roztokom 0,5 g činidla v 30 ml alkoholu. Vznikol tmavohnedý roztok, z ktorého sa onedlho začali vylučovať hnedé kryštálíky. Tieto sa odfiltrovali, premyli 2 % amoniakom a vysušili v exsíkátore. Látka je rozpustná v chloroforme a v acetóne. Čiastočne sa rozpúšťa v éteri a v octane etylnatom. Pri 200 °C sa rozkladá.

Analýza

Pre $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{ON}_3\text{SCu} \cdot \text{NH}_3$ ($M = 349,88$)

vypočítané	N = 16,01 %	Cu = 18,16 %
zistené	N = 15,80 %	Cu = 18,22 %

Salicylidén-S-metyl-2,4-difenyltiosemikarbazón

Príprava

Zlúčeninu sme pripravili zmiešaním etylalkoholických roztokov 12,8 g S-metyl-2,4-difenyltiosemikarbazidu a 6,2 g salicylaldehydu pri teplote roztokov 40–50 °C a za prídavku 5 ml ľadovej kyseliny octovej. Po chvíli sa začali vylučovať biele šupinkovité kryštálíky. Látku sme dvakrát prekryštalovali z etylalkoholu. Bod topenia je 135–137 °C.

Analýza

Pre $\text{C}_{21}\text{H}_{19}\text{ON}_3\text{S}$ ($M = 361,45$)

vypočítané	N = 11,63 %	S = 8,87 %
zistené	N = 11,57 %	S = 8,81 %

Reakcie s roztokmi kovových solí

Na reakcie sa použil 0,2 % alkoholický roztok činidla a 2 % roztoky dusičnanov príslušných kovov.

a) Zmiešaním roztokov činidla a kovovej soli dochádza k reakcii s Cu^{II} (zelený roztok), s Co^{II} (červenohnedý roztok), s Ni^{II} (žltý roztok), s Pb^{II} (žltý roztok), s Fe^{III} (tmavohnedá zrazenina), s Mn^{II} (žltý roztok) a s Ag^{I} (žltozelený roztok).

b) V prostredí regulovanom octanom sodným dochádza k reakcii s Ni^{II} (žltohnedý roztok), s Cd^{II} (žltý roztok), s Co^{II} (tmavohnedý roztok) a s Cu^{II} (zelená zrazenina).

c) V amoniakálnom prostredí Co^{II} tvorí zelenú zrazeninu v nadbytku amoniaku, rozpustnú na tmavohnedý roztok, Ni^{II} žltohnedý roztok, Cu^{II} tmavozelený roztok a Cd^{II} žltý roztok.

Použitím koncentrovanejších roztokov činidla a kovových solí dochádza k tvorbe zrazenín rovnako sfarbených ako roztoky.

Izolovanie a analýza solí

Nikelnatá soľ

0,2 g $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sa rozpustilo v 5 ml vody a do horúceho roztoku sa pridalo 0,4 g činidla v 30 ml alkoholu. Vznikol žltý roztok, do ktorého sa za horúca pridal po kvapkách 1 ml 10 % octanu sodného alebo 1 ml koncentrovaného NH_4OH . Roztok sa sfarbil do žltohneda. Po 5 hodinách sa vylúčili hnedé kryštáliky, ktoré sa odfiltrovali, premyli vodou a alkoholom a vysušili pri 105 °C.

Analýza

Pre $(\text{C}_{21}\text{H}_{18}\text{ON}_3\text{S})_2\text{Ni}$ ($M = 779,57$)

vypočítané	N = 10,78 %	Ni = 7,53 %
zistené	N = 10,69 %	Ni = 7,48 %

Kademnatá soľ

Zmiešali sa horúce roztoky 0,2 g $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ v 5 ml vody a 0,5 g činidla v 50 ml alkoholu. Do tohto roztoku sa ešte za horúca prikvapkalo 5 ml 10 % octanu sodného. Vznikol žltý roztok, z ktorého sa po troch hodinách vylúčili žlté šupinkovité kryštáliky, rozpustné v horúcom alkohole. Látka sa odfiltrovala, premyla vodou a alkoholom a vysušila pri 105 °C.

Analýza

Pre $(\text{C}_{21}\text{H}_{18}\text{ON}_3\text{S})_2\text{Cd}$ ($M = 833,30$)

vypočítané	N = 10,08 %	Cd = 13,50 %
zistené	N = 9,93 %	Cd = 13,60 %

Kobaltitá soľ

Rožtok 0,2 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ v 5 ml vody sa pridal do horúceho roztoku 0,5 g činidla v 50 ml alkoholu. Vznikol červenohnedý roztok, do ktorého sa za horúca prikvapkával koncentrovaný NH_4OH . Najprv vznikla zelená zrazenina, ktorá sa v nadbytku amoniaku rozpustila na červenohnedý roztok. Po rozpustení zrazeniny sa pridávanie NH_4OH ukončilo. Rožtok musí byť číry. Po dvoch hodinách sa vylúčili hnedé kryštáliky, ktoré sa odfiltrovali, premyli 2 % amoniakom a alkoholom a vysušili vo vákuovom exsíkátore nad silikagélom do konštantnej váhy.

Analýza

Pre $(C_{21}H_{18}ON_3S)_2Co \cdot NO_3 \cdot NH_3$ ($M = 858,86$)

vypočítané	N = 13,05 %	Co = 6,86 %
zistené	N = 13,61 %	Co = 7,39 %

Pri tejto reakcii dochádza aj k oxidácii Co^{2+} na Co^{3+} . Olovnatú soľ činidla sa nám nepodarilo pripraviť.

Dusík pri všetkých soliach sa stanovil „mikro-Dumasovou“ metódou podľa P. Zimmermanna [3].

Síra sa stanovila podľa W. Grotea a H. Krekelera [4, 5].

Nikel sa stanovil vázkože dimetylglyoximom.

Kadmium sa stanovilo ako $CdSO_4$, olovo ako $PbSO_4$, Co ako $CoSO_4$ a Cu ako $CuSCN$ a elektroanalyticky.

Diskusia

Na základe experimentálnych výsledkov, ak berieme do úvahy charakter centrálného atómu, vlastnosti a štruktúru skúmaného činidla, rozdeľujeme soli izolované podľa navrhovaných štruktúr na niekoľko typov.

Prvý typ tvoria soli, kde činidlo sa chová ako trojdonorový reagent s dvoma aciskupinami a s jednou cykloskupinou (IV). Sem patria červenohnedá soľ nikelnatá, olovnatá a mednatá. Pri centrálnych atómoch nikelnatej a mednatej soli s koordinačným číslom „štyri“ štvrtú valenciu tvorí koordinačne viazaný amoniak. Centrálny atóm olovnatej soli má koordinačné číslo „tri“. Vzájomný pomer činidla a kovu pri týchto soliach je 1:1 (vzorec IV).

Všetky tieto soli sa pripravili v zásaditom prostredí, keď dochádza k enolizácii činidla. Náhrada vodíkov na $-OH$ a $-SH$ je tu teda jasná.

Druhý typ tvorí kobaltitá soľ, kde činidlom je jednosýtna kyselina. Pomer činidla a kovu je 2:1. Jedna molekula činidla je trojdonorový reagent s jednou aciskupinou a s dvoma cykloskupinami (sekundárny a terciárny dusík). Druhá molekula je dvojdonorový reagent s jednou aciskupinou a s jednou cykloskupinou (terciárny dusík). Centrálny atóm má koordinačné číslo „šesť“ (vzorec V). Šiestu valenciu tvorí anión NO_3^- .

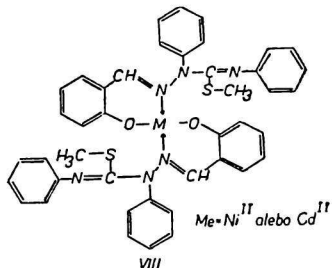
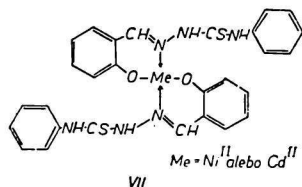
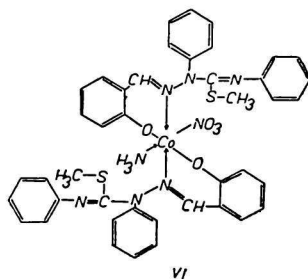
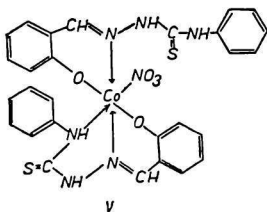
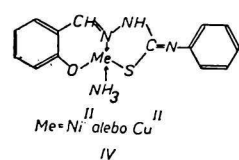
Na dôkaz štruktúry tejto soli izolovala sa kobaltitá soľ štruktúrne podobného salicylidén-S-metyl-2,4-difenyltiosemikarbazónu. Táto látka je tu takisto jednosýtnou kyselinou, ale iba dvojdonorovým reagentom. Ostávajúce dve väzby kobaltu s koordinačným číslom „šesť“ vytvára koordinačne viazaná molekula amoniaku a anión NO_3^- (vzorec VI).

Štruktúra tejto soli dokazuje koordinačné číslo „šesť“ centrálného atómu a tým aj koordinačnú väzbu sekundárneho dusíka kobaltitej soli prvého činidla.

Tretí typ tvorí zelená soľ nikelnatá a kademnatá soľ, kde činidlom je dvojdonorový reagent s jednou aciskupinou a s jednou cykloskupinou. Centrálné

atómy týchto solí majú koordinačné číslo „štyri“ (vzorec VII). Pomer činidla a kovu je 2:1.

Na dôkaz štruktúr uvedených solí izolovali sme nikelnatú a kademnatú soľ druhého činidla. Nikelnatú soľ sme izolovali zo zásaditého prostredia. Kademnatú soľ sme pripravili v rovnakom prostredí ako pri prvom činidle. Činidlo je tu takisto dvojdonorovým reagentom s jednou aciskupinou a s jednou cykloskupinou. Centrálné atómy majú koordinačné číslo „štyri“ (vzorec VIII).



Táto soľ je jednak dôkazom, že vodík je nahradený na —OH skupine, jednak dôkazom koordinačného čísla „štyri“ centrálnych atómov nikelnatej a kademnatej soli prvého činidla.

Súhrn

Študovali sa reakcie salicylidén-4-fenyltiosemikarbazónu s niektorými dvojmocnými kovovými kationmi, a to ako jednosýtnej kyseliny alebo ako dvojsýtnej kyseliny. Izolovali a analyzovali sa tieto kryštalické kovové soli: červenohnedá a zelená soľ nikelnatá, žltá soľ olovnatá, tmavohnedá soľ kobaltitá, žltá soľ kademnatá a tmavohnedá soľ mednatá. V práci sa diskutuje o štruktúrnych formuláciách týchto solí. Na dôkaz štruktúr sa pripravili niektoré soli salicylidén-S-metyl-2,4-difenyltiosemikarbazónu (nikelnatá, kademnatá, kobaltitá).

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОЛИ
САЛИЦИЛИДЕН-4-ФЕНИЛТИОСЕМИКАРБАЗОНА И
САЛИЦИЛИДЕН-S-МЕТИЛ-2,4-ДИФЕНИЛТИОСЕМИКАРБАЗОНА (I)

С. СТАНКОВЯНСКИ, И. ЧАРСКИ

Кафедра аналитической химии Естественного Факультета
Университета имени Коменского в Братиславе

Выводы

Изучалась способность образовывать соли салицилиден-4-фенилтиосемикарбазона с некоторыми двухвалентными металлическими катионами а то как кислоты одноосновной, или двухосновной. Изолировались и анализировались следующие кристаллические соли металлов: краснобуряя и зеленая соль двухвалентного никеля, желтая соль кадмия и темнобуряя соль двухвалентной меди. В работе дискутируется о строении этих солей. В качестве доказательства строений приготовились некоторые соли салицилиден-S-метил-2,4-дифенилтиосемикарбазона (двухвалентного никеля, кадмия и кобальта).

Поступило в редакцию 13. 4. 1960 г.

METALLSALZE DES SALICYLIDEN-4-PHENYLTHIOSEMI-
CARBAZONS UND DES SALICYLIDEN-S-METHYL-2,4-DIPHENYL-
THIOSEMICARBAZONS (I)

S. STANKOVIANSKY, J. ČÁRSKY

Lehrstuhl für analytische Chemie der Naturwissenschaftlichen Fakultät
an der Komenský-Universität in Bratislava

Zusammenfassung

Es wurde die Salzbildungseigenschaft des Salicyliden-4-phenylthiosemicarbazons mit einigen zweiwertigen Metallationen studiert, u. zw. als einbasische oder als zweibasische Säure. Die Autoren isolierten und analysierten folgende kristallisierten Metallsalze: das rotbraune und grüne Ni(II)-Salz, das gelbe Pb(II)-Salz, das dunkelbraune Co(II)-Salz, das gelbe Cd(II)-Salz und das dunkelbraune Cu(II)-Salz. In dieser Arbeit wird über die Strukturformulationen dieser Salze diskutiert. Zum Nachweis der Strukturen wurden einige Salze des Salicyliden-S-methyl-2,4-diphenylthiosemicarbazons (Ni(II), Cd(II), Co(II)) hergestellt.

In die Redaktion eingelangt den 13. 4. 1960

LITERATÚRA

1. Hovorka V., Holzbecher Z. a spol., Chem, listy 46, 656 (1952). — 2. Pulvermacher G., Ber. 27, 616 (1894). — 3. Zimmermann P., Mikrochemie 31, 42 (1943). — 4. Grote W., Krekeler H., Angew. Chem. 46, 106 (1933). — 5. Schöber A., Angew. Chem. 50, 334 (1937).

Do redakcie došlo 13. 4. 1960

Adresa autorov:

Prof. inŹ. Samo Stankoviánsky, Bratislava, Ťmeralova 2, Katedra analytickej chémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského.

Prom. chemik Jozef Ćársky, Bratislava, Sasínkova 2, Ústav lekárskej chémie Lekárskej fakulty Univerzity Komenského.