

CZU: 542.546.72

α-BENZILDIOXIMAȚI AI FIERULUI(II) CU LIGANZI HETEROCICLICI CE CONȚIN AZOT

*Olga COVACI**Institutul de Chimie*

Au fost sintetizați și studiați dioximați ai fierului(II) cu formula generală $[Fe(DfgH)_2L_2]$, în care: DfgH – monoanion de α-benzildioximă, L – piridina (Py), triazina (Trz), 3- și 4-piridinsemiactalii. Au fost interpretate spectrele în IR ale acestora. Utilizând metoda difracției razelor X, a fost descifrată structura moleculară și cristalină a complexelor cercetați. S-a demonstrat că în cazul agenților de coordinație 3- și 4-piridinaldehide acestea suferă transformări și coordonează la fier ca liganzi-poluactalii. Toți compușii coordinați studiați au structură octaedrică distorsionată, în care planul ecuatorial este format din doi anioni de α-benzildioximă, legați între ei prin legături de hidrogen intramoleculare de tipul O-H...O, iar pozițiile apicale sunt ocupate de piridină și derivații ei coordinați cu atomul de azot heterociclic. Triazina joacă rol de ligand monodentat.

Cuvinte-cheie: α-benzildioximați ai fierului(II), piridină și derivați, raze X, structură cristalină, spectre IR.

THE α-BENZILDIOXIMATES OF IRON(II) WITH HETEROCYCLIC LIGANDS CONTAINING NITROGEN

The new dioximes of iron(II) of the general formula $[Fe(DfgH)_2L_2]$ where: DfgH – α-benzildioxime, L–pyridine (Py), triazine (Trz), 3- and 4- pyridinehemiacetals were synthesized and studied. The IR spectra of synthesized compounds were interpreted. The molecular and crystalline structure of the investigated complexes was determined by using X-ray diffraction method.

It has demonstrated that in the case of 3- and 4-pyridinaldehyde as coordination agents they suffer transformation and coordinate to iron atom as hemiacetals ligands. All the studied coordination compounds have a distorted octahedral structure in which the equatorial plane consists of two α-benzildioxime anions bonded to each other by intramolecular hydrogen bonds of the O-H...O type, and the apical positions are occupied by the pyridine and its derivatives coordinated through the heterocyclic nitrogen atom. The triazine behaves as a monodentate ligand.

Keywords: α-benzildioximes of iron(II), pyridine, X- ray, crystalline structure, IR spectra.

Introducere

Complexarea α-dioximelor (DioxH₂) cu metalele de tranziție, inclusiv cu fierul, pentru prima dată a fost studiată de către L.A. Ciugaev [1]. Structura moleculară a compușilor coordinați în baza α-dioximelor este determinată de diferiți factori, în primul rând de natura metalului formator de complecși: pătrat-planară pentru nichel [2,3,5], platină(II) și paladiu(II) [4-6], pătrat-piramidală este caracteristică pentru cupru(II) [7-9], octaedrală – pentru cobalt(II), cobalt(III), [10-14] și fier(II), fier(III) [15-19].

Dioximații metalelor de tranziție, obținuți în condiții care asigură deprotonarea parțială a moleculelor de α-DioxH₂, sunt caracterizați printr-o arhitectură structurală comună: doi liganzi oximici monodeprotonați (α-DioxH⁻) sunt localizați practic în același plan, coordonând la ionul de metal cu atomii de azot. Această structură este stabilizată de două legături de hidrogen intramoleculare de tip O-H...O între liganzii oximici. Astfel, se formează un pseudomacrociclu, care include două metalocicluri constituite din câte cinci membri – MNCCN și, datorită legăturilor de hidrogen intramoleculare, două pseudometalocicluri cu câte șase membri – MNOHON.

O astfel de arhitectură este caracteristică pentru structurile pătrat-planare ale compușilor metalelor de tranziție [2-9]; ea constituie baza unor piramide tetragonale în dimerii de cupru(II), precum și planul ecuatorial al octaedrelor în compușii metalelor hexacoordinate fierului(II,III), cobaltului(II,III). În mediu acid deprotonarea α-DioxH₂ este dificilă; prin urmare, în compușii obținuți în acest mediu pseudomacrociclu nu se formează. În aceste condiții, nichelul(II), cobaltul(II), cuprul(II) și fierul(II) cu α-DioxH₂ formează *cis*-[20,21] și *tris*-dioximine [22]. Structura acestora, deși rămâne octaedrică, diferă semnificativ de dioximații tradiționali: nu se formează legături de hidrogen intramoleculare de tip O-H...O între α-DioxH; două molecule în cazul *cis*- dioximinelor și trei în cazul *tris*-dioximinelor sunt situate în două și, respectiv, trei planuri reciproc perpendiculare.

Scopul cercetărilor reflectate în prezenta lucrare a fost: elaborarea metodelor noi de sinteză, care ar permite obținerea dioximaților de fier(II), având ca coliganzi molecule organice heterociclice ce conțin în calitate de atomi donori de electroni unul și trei atomi de azot în ciclu; studiul lor spectroscopic (IR) și structural cu utilizarea metodei difracției razelor X pe monocristal. Prin urmare, au fost obținuți și studiați dioximați ai Fe(II) în baza piridinei și unor derivați ai ei: triazina, 3- și 4-piridinaldehida.

Reactivi și metode de cercetare

Reactivii organici și anorganici de calitate superioară (97-99,99%) au fost procurați de la companiile „Sigma - Aldrich”, „Alfa Aesar”, fiind folosiți în sinteză fără o purificare prealabilă.

Determinarea elementelor C,H,N

Pentru analiza elementală a substanțelor studiate a fost utilizat analizatorul de elemente automat Elementar Analysen systeme GmbH Vario El III, în cadrul Centrului Chimie Fizică și Nanocompozite al Institutului de Chimie.

Spectre în IR

Spectrele IR ale compușilor obținuți au fost înregistrate la spectrometrul FT IR Spectrum-100 Perkin-Elmer, în intervalul $400-4000\text{ cm}^{-1}$ în formă de suspensie în ulei de vaselină și $650-4000\text{ cm}^{-1}$ ATR, în cadrul Centrului Chimie Fizică și Nanocompozite al Institutului de Chimie.

Analiza cu raze X

Investigația cristalografică prin difracția cu raze X pe monocristal a fost efectuată la difractometrul X calibru Oxford Diffraction echipat cu detector CCD și monocromator de grafit cu sursă de radiație MoK α în Laboratorul Metode Fizice de Studiere a Solidului „T.I. Malinowski” al Institutului de Fizică Aplicată.

Rezultate și discuții

Cercetările actuale au demonstrat că, în cazul piridinei(Py), fierul(II) formează cu DfgH₂ mai mulți compuși coordinativi, în funcție de condițiile de sinteză și de natura solventului utilizat. În raport stoichiometric al reagenților inițial cu un mic exces de Py a fost obținut [Fe(DfgH)₂Py₂] (I). În cazul utilizării Py în calitate de solvent pentru DfgH₂ – [Fe(DfgH)₂Py₂]·Py (II). Schimbarea solventului (Py) cu DMF conduce la formarea [Fe(DfgH)₂Py₂]·DMF (III). Ca rezultat al reducerii [Fe^{III}(DfgH)₂Py₂]·I₅(Br₃) în metiletilcetonă s-a obținut [Fe(DfgH)₂Py₂]·CH₃C(O)C₂H₅ (IV) (Fig.1).

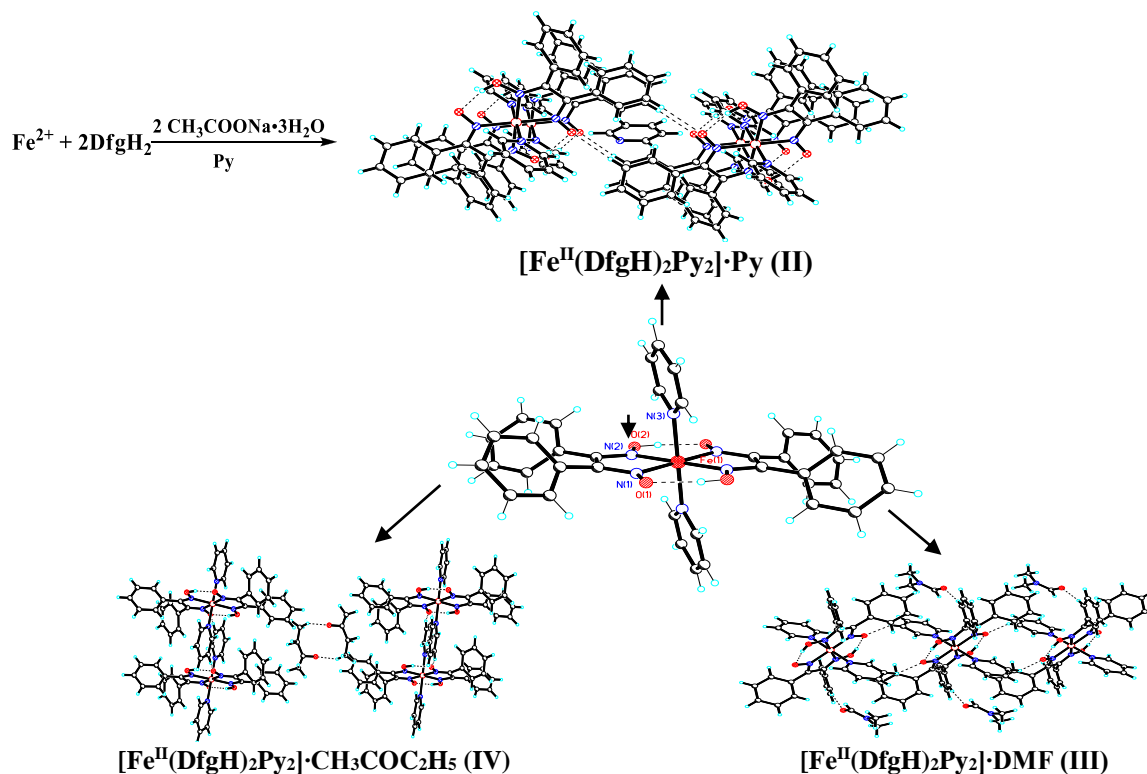


Fig.1. Influența solventilor asupra formării rețelelor cristaline în compușii [Fe(DfgH)₂Py₂] \cdot nA.

Compușii obținuți au fost investigați utilizând analiza elementelor, spectroscopia IR, Mössbauer și difracția cu raze X în baza monocristalelor.

În compusul **I** poliedrele reprezintă un octaedru alungit simetric cu lungimea legăturilor Fe-N_(ox) egale două câte două – 1,897 și 1,906Å. Legăturile Fe-N_(py) sunt mai lungi și egale între ele, constituind 2,028Å. De asemenea, sunt egale între ele legăturile de hidrogen intramoleculare O-H···O, a căror lungime constituie 2,511Å. Axa N_(py) deviază de la perpendiculară cu 2,83-1,84Å.

La împachetarea **II** se formează canale, în care se localizează Py liberă, dezordonată. Poliedrele se leagă prin intermediul interacțiunilor C-H-π. Legătura Fe-N_(ox)=1,900 și 1,906Å, iar Fe-N_(py)=2,019Å. Devierea axei N_(py)Fe-N_(py) este cea mai mică față de compușii examinați – 0,16-0,38°. Legăturile O-H···O sunt egale – 2,523Å. Py necoordinată nu manifestă interacțiuni cu poliedrul fierului.

În compusul **III** toate legăturile Fe-N_(ox) sunt egale cu 1,897Å, iar Fe-N_(py) – 2,008Å. Abaterea axei N_(py)Fe-N_(py) de la perpendiculara pe planul FeN_{4(ox)} constituie 1,41°. Molecula de CH₃COC₂H₅ este dezordonată. Cele două legături O-H···O sunt egale între ele (2,512Å) și practic egale cu cele din compusul **I** (2,511Å). În rețeaua cristalină moleculele de metiletlicetonă formează atât legături de hidrogen între ele (2,713Å) cu participarea atomilor de oxigen, cât și contacte scurte între ele și cu radicalii fenil.

În compusul **IV** legătura Fe-N_(ox) egală cu 1,891-1,892Å și legătura Fe-N_(py) (1,999Å) sunt cele mai scurte în acest set de compuși. Legăturile O-H···O sunt egale cu 2,516Å. Axa N_(py)Fe-N_(py) deviază de la perpendiculară cu 0,93-1,34Å. DMF formează contacte scurte cu altă moleculă de DMF, precum și cu radicalii fenil.

S-a constatat că comună pentru acești compuși coordinativi este structura octaedrică cu configurație *trans*: în planul ecuatorial al octaedrului se localizează doi monoanioni de DfgH⁻, stabiliți cu două legături de hidrogen intramoleculare de tip O-H···O. Pe axa apicală coordinează două molecule de Py [23].

Un interes deosebit a prezentat investigarea procesului de complexare și capacitatea de coordinare a aminelor heterociclice polidentate, în particular – a 1,3,5-triazinei (Trz) cu ionii metalelor de tranziție. Statisticile indică faptul că arhitectura moleculei Trz, ce conține trei atomi de azot donatori, facilitează formarea compușilor polinucleari. Pornind de la această idee, compusul **III** a fost oxidat cu I₂ obținându-se [Fe^{III}(DfgH)₂Py₂][I₅], iar reducerea fierului din acest complex cu KI a condus la obținerea compusului **I**. Substituind moleculele de piridină din [Fe^{II}(DfgH)₂Py₂] cu triazină (Trz) a fost posibilă obținerea unui nou compus: [Fe(DfgH)₂(Trz)₂]₂·CHCl₃ (**V**) (Fig.2).

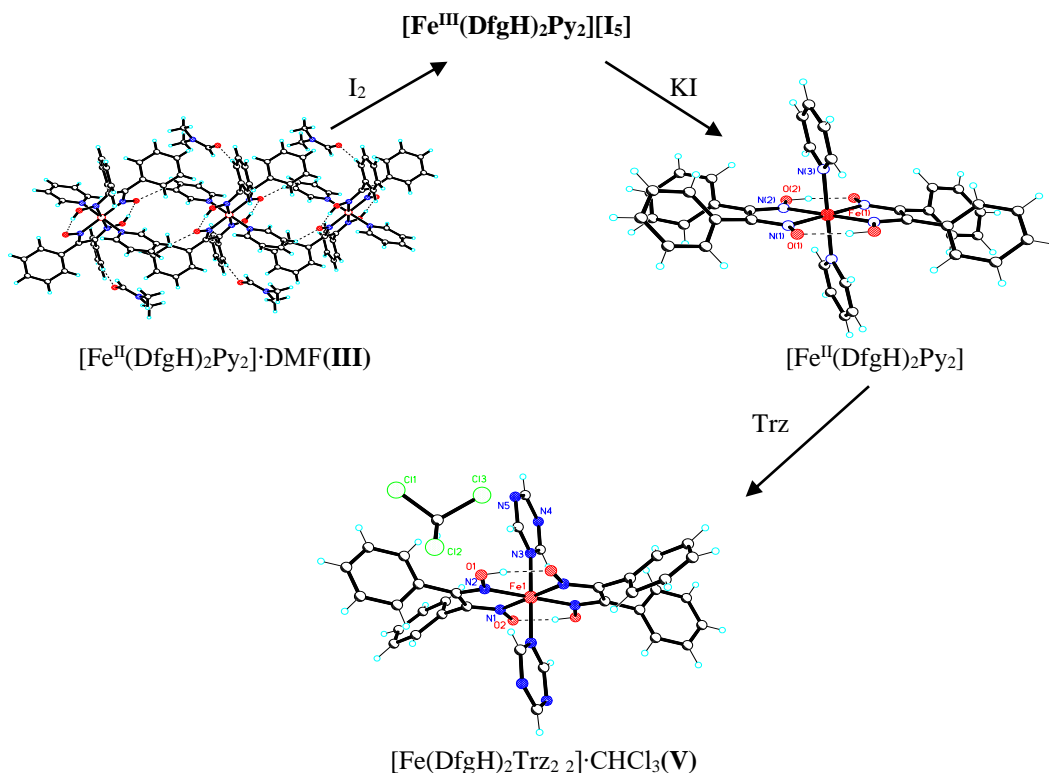


Fig. 2. Procesul de substituire a moleculei de piridină cu triazină

Compusul V este diamagnetic cu parametrii spectrului Mossbauer la 300 K: valoarea deplasării de izomer (D.I.) – 0,42 mm/s, iar valoarea despicării de cuadrupol (D.Q.) – 1,90 mm/s. Aceste date confirmă gradul de oxidare a fierului +2 în stare de spin cuplat ($S=0$) [24].

Acest compus coordinativ are structură octaedrică și configurație *trans*, doi monoanioni ai difenilgloximei sunt aranjați într-un plan, cimentăți de două legături de hidrogen intramoleculare de tipul $O-H\cdots O$, constituind planul ecuatorial al octaedrului, iar cele două molecule de triazină ocupă poziția axială a acestuia, coordinând la metal ca ligand monodentat. Lungimile legăturilor chimice în poliedru sunt: $Fe-N_{(oximă)} = 1,911, 1,898 \text{ \AA}$; $Fe-N_{(Trz)} = 1,993 \text{ \AA}$; $O-H\cdots O = 2,513 \text{ \AA}$. Axa $Trz-Fe-Trz$ este practic perpendiculară pe planul $FeN_4(oximă)$.

Molecula de cloroform formează contacte scurte cu unul dintre atomii de $O_{(oximă)}$ (2.967 Å).

Au fost sintetizați și studiați prin metode de difracție cu raze X, spectroscopia IR și Mössbauer noi compuși coordinativi cu formula generală $[Fe(DfgH)_2(HL^1)_2]$ și $[Fe(DfgH)_2(HL^2)_2]$, în care $DfgH$ = monoanion de α -benzildioximă, HL^1 = metoxi(piridin-3-il)metanol (VI), etoxi(piridin-3-il)metanol (VII), HL^2 = metoxi(piridin-4-il)metanol (VIII), etoxi(piridin-4-il)metanol (IX) și propoxi(piridin-4-il)metanol (X). Studiile structurale (fișierele CIF CCDC 1578217 (VI), 1578218 (VII), 1578219 (VIII), 1578220 (IX) și 1578221 (X)) au arătat că toți compușii Fe(II) sunt octaedrali. Poliedrele metalului sunt formate din patru atomi de azot ai două resturi monodeprotonate de α -benzildioximă ce coordonează în planul ecuatorial printr-un mod chelat-bidentat, și doi atomi de azot ai două molecule neutre de 3- sau 4-semiacetal ca liganzi monodentați apicali. Monoanionii de $DfgH$ din compuși sunt legați între ei prin legături de hidrogen intramoleculare $O-H\cdots O$, printr-un sistem pseudomacrociclic. Liganzii HL^1 și HL^2 se formează în urma interacțiunii alcoolilor corespunzători cu 3- sau 4-piridinaldehidă.

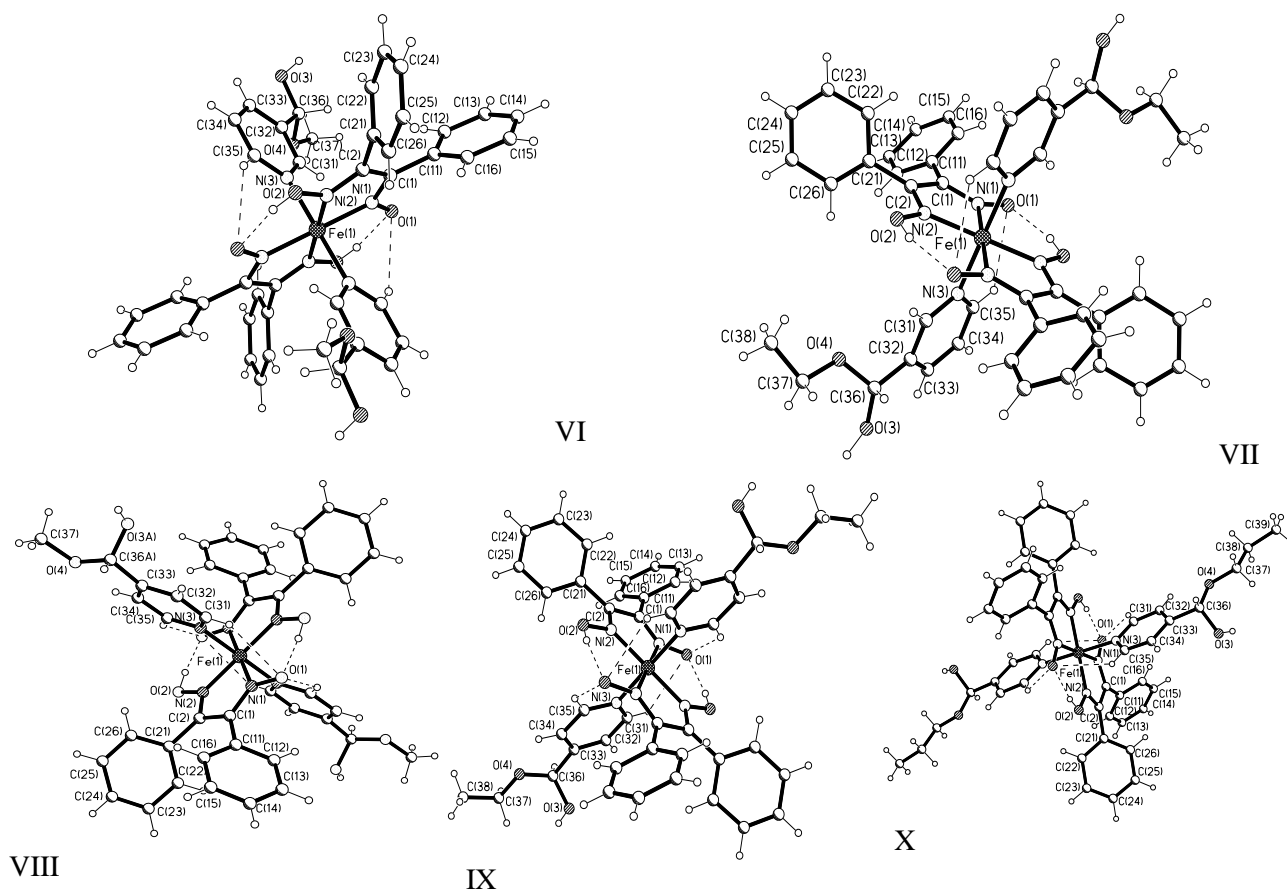


Fig.3. Structurile cristaline ale compușilor VI-X.

Compușii VI-X au spectre în IR destul de complexe cu benzi de absorbție corespunzătoare monoanionilor coordinați de α -benzildioximă și semiacetalilor, obținute prin reacția 3- sau 4-piridinaldehidelor cu alcoolii în timpul sintezei compușilor coordinativi. În spectrele IR ale complexelor sunt observate benzi de absorbție

largi în regiunea 3400-3030 cm^{-1} , care pot fi atribuite oscilațiilor $\nu(\text{OH})$ ce se suprapun parțial cu $\nu(\text{CH})$ din inele aromatice. Regiunea spectrală 3083-2650 cm^{-1} conține câteva benzi de absorbție înguste atribuite oscilațiilor $\nu(\text{CH})$, printre care, în spectrele tuturor compușilor, există benzi de absorbție clare în regiunile 2739-2722 și 2834-2825 cm^{-1} , care pot fi atribuite oscilațiilor $\nu(\text{CH})$ de origine aldehydică și, respectiv, $\nu(\text{CH})$ din gruparea $-\text{O}-\text{CH}_3$ [К.Наканиси]. Oscilațiile grupărilor CH_3 se manifestă în regiunile 1479-1466 cm^{-1} (δ_{as}) și 1426-1372 cm^{-1} (δ_{s}). Benzile de intensitate înaltă din regiunea 1094-1081 cm^{-1} pot fi atribuite oscilațiilor $\nu_{\text{as}}(-\text{C}-\text{O}-\text{C})$. O bandă destul de largă în intervalul 1663-1654 poate fi atribuită oscilațiilor din inelele aromatice $\nu(\text{C}=\text{C})$ și $\nu(\text{C}=\text{N})$. Benzile de absorbție intensive ale oscilațiilor $\delta(\text{CH})$ planare și nonplanare din inelele aromatice, care caracterizează tipul de substituție în inelul benzenic, se manifestă în spectre: pentru complecșii cu liganzi para-substituiți $\delta(\text{CH})$ oscilații planare – 1124, 1044 și 1039 cm^{-1} ; $\delta(\text{CH})$ oscilații nonplanare – 833, 796 și 795 cm^{-1} , și cu meta-substituiți pentru trei atomi de hidrogen adiacenți $\delta(\text{CH})$ oscilații planare – 1188, 1177, 1088, 1084, 1049 și 1047 cm^{-1} ; $\delta(\text{CH})$ oscilații nonplanare – 756, 755, 694 și 693 cm^{-1} . Pentru DfgH- coordinat - $\nu(\text{C}=\text{N})(\text{oximă})$ – 1505, 1504 cm^{-1} ; $\nu(\text{N}-\text{O})$ – 1266-1257 și 1128-1112 cm^{-1} ; $\gamma(\text{OH})\text{oximă}$ – 933-922 cm^{-1} . Benzile din spectre ce se atribuie oscilațiilor Fe-N se manifestă în intervalul 510 - 420 cm^{-1} : Fe-N(DfgH) – 505, 504 și 438 - 425 cm^{-1} ; Fe-N(HL1,2) – 544-533 cm^{-1} [25].

Concluzii

1. α -Benzildioximații fierului(II) cu piridină sau triazină cristalizează cu diferiți solvenți (piridina, dimetilformamida, cloroformul, metiletiletetona), ultimii influențând structura cristalină a compușilor coordinați respectivi.

2. La sinteza α -benzildioximaților fierului(II) cu aldehidele 3- și 4-piridinice în mediu de alcoolii în calitate de solvenți, acești liganzi coordonează la metal în formă de semiacetali formați cu alcoolii respectivi.

3. Compușii coordinați ai fierului(II) descriși au structură octaedrică și configurația *trans* cu nod coordinațional FeN_6 , în care doi monoanioni de α -benzildioximă sunt aranjați într-un plan, cimentati de două legături de hidrogen intramoleculare de tipul $\text{O}-\text{H}\cdots\text{O}$, constituind planul ecuatorial al octaedrului, iar coliganzii ocupă coordonata axială a acestuia, coordonând la metal prin intermediul atomului de azot heterociclic.

Referințe:

1. ЧУГАЕВ, Л.А. Металлические соединения α -диоксимов. В: *Избранные труды*. Москва: Изд-во АН СССР, 1954, Т.1, с.56.
2. GODYCKI, L.E., RUNDLE, R.E. The structure of Nickel Dimethylglyoxime. In: *Acta crystallogr.*, 1953, vol.6, part 6, p.487-495.
3. THOMAS, T.W., UNDERHILL, A.E. Semiconductivity. Single Crystals of Bis(dimethylglyoximate)nickel. In: *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 1969, no 13, p.725.
4. KELLER, H. J., LEHMANN, R. Planare komplexe von unsymmetrisch substituierten Alkyl- und Aryl- α , β -diondioxinen mit den Ionen Nickel(II), Palladium(II) und Platin(II). In: *Z. Naturforsch.*, 1979, vol.B34, no 2, p.245-250.
5. HORAK, J., FINTA, Z., VARHELYI, Cs. On the α -dioximine complexes of transition metals- LX. The stability of the Fe(II), Co(II) and Ni(II) complexes of 1,2-cycloheptanedione dioxime and 1,2-cyclooctanedione dioxime in dioxane-water mixtures. In: *Inorg. Nuclear Chem.*, 1981, vol.43, no 1, p.111-113.
6. HUSSAIN, M.S., SALINAS, B.E., SCHLEMPER, E.O. Three-dimensional determinations of the crystal structures of bis-(di-methylglyoximate)palladium(II) and bis-(di-methylglyoximate)platinum(II). In: *Acta Crystallogr.*, 1979, vol.35B, no 3, p.628-633.
7. GALGALI, V.H., KHANOLKAR, D.D. Monomethylglyoxime complexes of copper (II), nickel(II) and cobalt(II) chlorides. In: *J. Indian Chem. Soc.*, 1976, vol.53, no 3, p.326-328.
8. FRASON, E., BARDI, R., BEZZI, S. Structure of Copper-Dimethylglyoxime at Low Temperature. In: *Acta crystallogr.*, 1958, vol.12, part 3, p.201-205.
9. BISHOP, M.M., LEE, A.H.W., LINDOY, L.F. et al. Self-assembly of hydrogen-bonded supramolecular structures based on the neutral pseudo-macrocyclic complex bis (dimethylglyoximate) copper (II). In: *Supramol. Chem.*, 2005, vol.17, no 1-2, p.37-45.
10. ZAKRZEWSKI, G.A., GHILARDI, C.A., LINGAFELTER, E.C. Structure of the Cobalt(III) and Cobalt(II) Complexes of the Cage Ligand 1,8-Bis(fluoreboro)-2,7,9,14,15,20-hexaoxa-3,6,10,13,16,19-hexaoxa-4,5,11,12,17,18-hexamethylbicyclo[6.6.6]icosa-3,5,10,12,16,18-hexane. In: *J. Amer. Chem. Soc.*, 1971, vol.93, p.4411- 4415.
11. СИМОНОВ, Ю.А., БОУРОШ, П.Н., БОЛОГА, О.А. и др. Кристаллическая и молекулярная структура хлоробис(1,2-циклогександион-диоксим)трифенилфосфинкобальта(III). В: *Журнал структурной химии*, 1999, том 40, №1, с.85-92.

12. МАЛИНОВСКИЙ, С.Т., БОЛОГА, О.А., КОРОБЧАНУ, Э.Б. и др. Синтез, кристаллическая и молекулярная структура соединений $[\text{CO}(\text{MH})_2(\text{THIO})_2][\text{BF}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $[\text{CO}(\text{DH})_2(\text{NH}_3)_2][\text{BF}_4]$. В: *Координационная Химия*, 2004, том 30, №5, с.363-369.
13. МАЛИНОВСКИЙ, С.Т., КОРОБЧАНУ, Э.Б., БОЛОГА, О.А. и др. Строение тиокарбамидсодержащих диоксиматов кобальта(III) с анионами $[\text{BeF}_4]^{2-}$ и $[\text{BF}_4]^-$. В: *Журнал структурной химии*, 2007, том 48, №4, с.740-746.
14. МАЛИНОВСКИЙ, С.Т., КОРОБЧАНУ, Э.Б., БОУРОШ, П.Н. и др. Синтез и строение диметилглиоксимата кобальта (III) с фторсодержащим анионом $[\text{FEF}_5(\text{H}_2\text{O})]_2^-$. В: *Координационная Химия*, 2008, том 34, №6, с.430-434.
15. PROUT, C.K., WISEMAN, T.J. The crystal and molecular structure of dicyclohexane-1,2-dioximato(1)di-imidazole-iron(II)-(ferrous bis Nioximebisimidazole). In: *J. Chem. Soc.*, 1964, no 1, p.497-504.
16. BOWMAN, K., GANGHAN, A.P., DORI, Z. Crystal and molecular structure of bis(dimethylglyoximato)diimidazole iron(II)-dimethanol. In: *J. Amer. Chem. Soc.*, 1972, vol.94, no 3, p.727-731.
17. СИМОНОВ, Ю.А., ДВОРКИН, А.А., БУЛГАК, И.И. и др. Кристаллическая и молекулярная структура бис-(α -бензилдиоксимато)ди(циклогексилонитрил)железа(II). В: *Журнал структурной химии*, 1979, том 5, №12, с.1883-1888.
18. СИМОНОВ, Ю.А., ЗУБАРЕВА, В.Е., БУЛГАК, И.И. и др. Молекулярная и кристаллическая структура бис(диметилдиоксимато)бис(дибутилфениларсин)железа(II). В: *Доклады АН СССР*, 1986, том 287, №1, с.122-125.
19. ДВОРКИН, А.А., СИМОНОВ, Ю.А., МАЛИНОВСКИЙ, Т.И. и др. Молекулярная и кристаллическая структура пентаиодида бис-(α -бензилдиоксимато)ди(β -пиколин) железа(III). В: *Доклады АН СССР*, 1977, том 234, №6, с.1372-1375.
20. СИМОНОВ, Ю.А., БОТОШАНСКИЙ, М.М., МАЛИНОВСКИЙ, Т.И. и др. Структура цис-дихлоро-вис-(1,2-циклогександиоксим) никеля(II). В: *Доклады АН СССР*, 1979, том 246, №3, с.609-613.
21. ОЗОЛ, Л.Д., БОТОШАНСКИЙ, М.М., БУЛГАК, И.И. и др. Рентгенографическое исследование изоструктурных октаэдрических комплексов кобальта(II), никеля(II) и меди(II) с α -диоксимами. В: *Журнал неорганической химии*, 1980, том 25, №4, с.1137-1139.
22. СИМОНОВ, Ю.А., БОТОШАНСКИЙ, М.М., ОЗОЛ, Л.Д. и др. Кристаллическая структура дигидрата сульфата трис-(1,2-циклогександиоксим) никеля(II). В: *Координационная Химия*, 1981, том 7, №4, с.612-618.
23. BULHAC, I., BOUROȘ, P.N., BOLOGA, O.A., LOZAN, V., CIOBĂNICĂ, O., LIPKOWSKI, J., MITINA, T.F., SIMONOV, Yu.A. Specific features of the structures of iron (II) α -benzil dioximate solvates with Pyridine. In: *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2010, vol.55, no7, p.1042-1051.
24. CIOBANICA, O., BOUROȘ, P., BOLOGA, O., BULHAC, I., LOZAN, V., SHOFRANSKY, V. Sythesis and crystal structure of a new Fe(II) α -dioximate with triazine. In: *Chemistry Journal of Moldova*, 2013, no8(1), p.78-82.
25. BOUROȘ, P., BULHAC, I., CIOBANICA, O., LACATUSH, C. Synthesis, structure and spectral characteristics of iron(ii) α -benzilglyoximates with new apical ligands. In: *The XVII-th International Conference "Physical Methods in Coordination and Supramolecular Chemistry"*, Book of abstr. Ch., Chișinău, October 24-26, 2012, p.71-72.

Date despre autor:

Olga COVACI, cercetător științific, Institutul de Chimie.

E-mail: olgaciobanica@yahoo.com

Prezentat la 13.06.2018