

O. Vashchenko, PhD-Student  
alexvashchenko@ukr.net,  
I. Rosomaha, Student,  
D. Khomenko, PhD,  
R. Doroshuk, PhD,  
R. Lampeka, Dr. Sci.,  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

### STUDY OF THE URANYL ION INTERACTION WITH 3-HYDROXYMETHYL-1,2,4-TRIAZOLYLACETIC ACID ESTERS

The synthesis of new derivatives of 3-hydroxymethyl-1,2,4-triazolylacetic acids were described as well as the products of their interaction with uranyl ion. It was shown that 3-hydroxymethyl-1,2,4-triazolylacetic acid esters undergo an hydrolysis in the presence of uranyl ions and form the uranyl complexes with corresponding acids. The composition and structure of obtained compounds were determined by IR and  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy and elemental analysis. Complexes  $[\text{UO}_2(\text{HL}^1)(\text{CH}_3\text{OH})_2]$  and  $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)_2(\text{CH}_3\text{OH})]$  have dinuclear structure and are stable in DMSO solution. The triazole nitrogen, the oxygen of carboxyl group and the hydroxymethyl oxygen take part in bond formation between uranyl ions and organic ligands. The disappearance in the IR spectra intense band  $\nu(\text{C}=\text{O})$  from esters at  $1710\text{--}1717\text{ cm}^{-1}$ , and the appearance of the intensive stretching vibration bands  $\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-)$  from carboxylic acids at  $1590\text{--}1608\text{ cm}^{-1}$  confirmed formation of complexes with acids  $\text{H}_2\text{L}^1$  and  $\text{H}_2\text{L}^2$ . In the spectra of the complexes an intense absorption band of  $\nu(\text{C}-\text{O})$  of hydroxymethyl fragment shifts in the low-frequency field from  $1060\text{--}1071\text{ cm}^{-1}$  to  $1021\text{--}1057\text{ cm}^{-1}$ , that is typical for coordinated hydroxyl group. Furthermore in the spectra of the complexes the band  $\nu(\text{O}-\text{H})$  at  $3485\text{ cm}^{-1}$  disappears indicating the deprotonation of the hydroxyl group. The scheme of the interaction between the esters  $\text{H}_2\text{L}^1$  and  $\text{H}_2\text{L}^2$  and uranyl ion was proposed. In the reaction mixture acetate ions act as acceptors of protons of hydroxyl groups of mononuclear complex particles, helping to create binuclear complexes.

Keywords: 1,2,4-triazole, uranyl ion, hydrolysis, IR spectroscopy, NMR spectroscopy

УДК 546.98+547.792+543.429.23

Ю. Огороднік, студ.;  
Б. Захарченко, асп.  
stereoblum@ukr.net;

Д. Хоменко, канд. хім. наук;  
Р. Дорошук, канд. хім. наук;

Р. Лампека д-р хім. наук  
КНУ імені Тараса Шевченка, Київ

### СИНТЕЗ 3-(2-ПІРИДИЛ)-N-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛІВ ТА КООРДИНАЦІЙНИХ СПОЛУК Pd(II) НА ЇХ ОСНОВІ

Алкілюванням 3-(2-піридил)-1,2,4-триазолу йодистим метилом було отримано два ліганди 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазол ( $\text{L}^1$ ) і 3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазол ( $\text{L}^2$ ) та комплекси паладію(II) складу  $\text{PdLCl}_2$  на їх основі. Будову отриманих комплексів досліджено за допомогою ІЧ та  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопії.

Ключові слова: 1,2,4-триазолі, паладій(II), ІЧ спектроскопія, ЯМР спектроскопія.

**Вступ.** Однією з актуальних задач сучасної координаційної хімії є створення сполук, що здатні проявляти протиракову активність. Цисплатин,  $[\text{cis-Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ , широко використовується в хіміотерапії раку [1, 2], проте є токсичним та має широкий діапазон побічних ефектів. Оскільки комплекси паладію(II) та платини(II) вважаються структурними аналогами, перспективним є дослідження координаційних сполук Pd(II) як потенційних протипухлинних препаратів [3, 4]. Також відомо, що токсична дія протиракових препаратів пов'язана саме із швидкістю гідролізу відповідних координаційних сполук [5], тому актуальним є синтез термодинамічно та кінетично інертних комплексів Pd(II). Ліганди на основі похідних 3-(2-піридил)-1,2,4-триазолу відповідають даним умовам, оскільки, по-перше, здатні до хелатоутворення, що сприяє отриманню стабільних комплексів [6, 7], по-друге, шляхом алкілювання можна варіювати замісники в першому та другому положенні азолу, по-третє, піридинові та триазольні фрагменти є хромофорами, тобто можуть бути ідентифіковані за допомогою фотометричних методів досліджень [8].

У даній роботі описано синтез, результати досліджень будови комплексів складу  $\text{Pd}(\text{L})\text{Cl}_2$ , де  $\text{L}^1$  – 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазол і  $\text{L}^2$  – 3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазол. Ліганди такого класу здатні до хелатоутворення і на відміну від неалкільованих аналогів координуються виключно у молекулярній формі [9].

**Об'єкти і методи досліджень.** Під час проведення експериментальних робіт були використані органічні розчинники: метанол ("чда"), ацетонітрил ("чда"), хлористий метилен ("чда"), диметилформамід ("чда"), метил-трет-бутиловий етер ("чда"). Вихідними сполуками, що використовувались в органічному синтезі були:

2-ціанопіридин ("чда"), формілгідразин ("чда"), метилйодид ("чда"), карбонат калію ("ч"). При одержанні координаційних сполук як вихідне використовували сіль:  $\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CN}$  ("Aldrich").

ІЧ-спектроскопічне дослідження синтезованих сполук виконували за допомогою спектрометра "Spektrum BX Perkin Elmer" в діапазоні  $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$  з використанням таблеток KBr. ЯМР-спектри отриманих сполук отримано з використанням спектрометра "Mercury 400" фірми Varian. Як розчинники використовували  $\text{DMSO-d}_6$ ,  $\text{CDCl}_3$ . Елементний аналіз синтезованих сполук виконували на СНН-аналізаторі фірми "Carlo Erba". Температури плавлення визначали за допомогою приладу "SMP3" (Stuart Scientific).

**3-(2-піридил)-1,2,4-триазол.** В 200 мл метанолу розчиняли 30,00 г (0,288 моль) 2-ціанопіридину і додавали при перемішуванні 1,8 г (0,078 моль) подрібненого металічного Na. Після повного розчинення натрію колбу закривали та залишили на одну годину. До отриманого розчину додавали 17,01 г (0,283 моль) гідразиду мурашиної кислоти та перемішували за кімнатної температури впродовж однієї години. Практично одразу після розчинення всієї наважки гідразиду спостерігалось утворення амідразу. Осад фільтрували, промивали метиловим спиртом, сушили на повітрі та розплавляли. Отриманий плав – спектрально чистий 3-(2-піридил)-1,2,4-триазол придатний для використання у наступній стадії синтезу. Вихід реакції 30,8 г; (72 %).  $T_{\text{пл}} = 166\text{--}167^\circ\text{C}$ .  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO-d}_6$ , 400 MHz);  $\delta$  м.ч.: 14.42(1H, s, NH), 8,83(1H, d, py-H<sub>6</sub>), 8,31(1H, d, py-H<sub>3</sub>), 8,24(1H, s, trz-H), 7,91(1H, dd, py-H<sub>4</sub>), 7,43(1H, dd, py-H<sub>5</sub>). Теоретично розраховано для  $\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_4$ : C, 57,4; H, 4,1; N, 38,4. Знайдено: C, 57,5; H, 4,3; N, 38,9.

**Алкілювання 3-(2-піридил)-1,2,4-триазолу метиліодидом.** До суспензії 14,38 г (0,101 моль) карбонату калію в 200 мл диметилформаміду додавали 10 г (0,068 моль) 3-(2-піридил)-1,2,4-триазолу та 4,9 мл (0,079 моль) метиліодиду. Отриману реакційну суміш перемішували протягом 12 годин за кімнатної температури. Осад відфільтрували, фільтрат концентрували та випарювали досуха. Сухий залишок розчиняли у воді та екстрагували дихлорметаном. Органічну фазу сушили над сульфатом натрію та упарювали. За допомогою тонкошарової хроматографії було встановлено, що залишок після упарювання складається з двох речовин. Використовуючи колонкову хроматографію (сорбент –  $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , елюент – МТБЕ,  $R_f=0,5$ ) вдалось виділити **3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазол (L<sup>1</sup>)**: Вихід 4,5 г (46%).  $T_{\text{пл}}=55-61^\circ\text{C}$ .  $^1\text{H NMR}$  (ДМСО- $d_6$ , 400 МГц);  $\delta$  м.ч.: 8,73(1H, d, py-H<sub>6</sub>), 8,12(1H, d, py-H<sub>3</sub>), 8,04(1H, s, trz-H), 8,01(1H, dd, py-H<sub>4</sub>), 7,53(1H, dd, py-H<sub>5</sub>), 4,23(3H, s, CH<sub>3</sub>). ІЧ (табл. KBr);  $\text{cm}^{-1}$ : 3106, 1587, 1475, 1406, 1282, 1185, 915, 810, 754. Теоретично розраховано для  $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_4$ : С, 60,0; Н, 5,0; N, 35,0. Знайдено: С, 60,0; Н, 5,3; N, 35,2.

Продовжуючи елюювання тим самим розчинником отримували **3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазол (L<sup>2</sup>)**: Вихід 4,3 г (42%).  $T_{\text{пл}}=132-138^\circ\text{C}$ .  $^1\text{H NMR}$  (ДМСО- $d_6$ , 400 МГц);  $\delta$  м.ч.: 8,62(1H, d, py-H<sub>6</sub>); 8,56(1H, s, trz-H), 8,02(1H, d, py-H<sub>3</sub>); 7,88(1H, dd, py-H<sub>4</sub>); 7,42(1H, dd, py-H<sub>5</sub>); 3,93(3H, s, CH<sub>3</sub>). ІЧ (табл. KBr);  $\text{cm}^{-1}$ : 3435, 3106, 1615, 1518, 1365, 1275, 1143, 1032, 900, 762, 630. Теоретично розраховано для  $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_4$ : С, 60,0; Н, 5,0; N, 35,0. Знайдено: С, 60,3; Н, 5,5; N, 35,5.

**Pd(L)Cl<sub>2</sub>** (загальна методика). Розчин L (0,123 г, 0,771 ммоль) в 5 мл  $\text{CH}_3\text{CN}$  приливали до розчину  $\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CN}$  (0,200 г, 0,771 ммоль) в 5 мл  $\text{CH}_3\text{CN}$ . Одержаний темно жовтий розчин залишали при кімнатній температурі на одну добу. Оранжевий осад, що утворився, відфільтрували та сушили на повітрі.

**Pd(L<sup>1</sup>)Cl<sub>2</sub>** Вихід 0,242 г (93%).  $T_{\text{пл}}>250^\circ\text{C}$  (розкл.).  $^1\text{H NMR}$  (ДМСО- $d_6$ , 400 МГц);  $\delta$  м.ч.: 9,08 (1H, s, trz-H); 8,37 (1H, d, py-H<sub>6</sub>); 8,41 (1H, d, py-H<sub>3</sub>); 8,30 (1H, dd, py-H<sub>4</sub>); 7,89 (1H, dd, py-H<sub>5</sub>); 4,33 (3H, s, CH<sub>3</sub>). ІЧ (табл. KBr);  $\text{cm}^{-1}$ : 3438, 3120, 1615, 1525, 1462, 1350, 1268, 1212, 1143, 1080, 1004, 873, 782, 747, 699, 610, 519, 394. Теоретично розраховано для  $\text{C}_8\text{H}_8\text{Cl}_2\text{N}_4\text{Pd}$ : С, 28,5; Н, 2,4; N, 16,6. Знайдено: С, 28,1; Н, 2,1; N, 16,9.

**Pd(L<sup>2</sup>)Cl<sub>2</sub>** Вихід 0,162 г (62%).  $T_{\text{пл}}>250^\circ\text{C}$  (розкл.).  $^1\text{H NMR}$  (ДМСО- $d_6$ , 400 МГц);  $\delta$  м.ч.: 9,19 (1H, s, trz-H); 8,96 (1H, d, py-H<sub>6</sub>); 8,30 (1H, d, py-H<sub>3</sub>); 8,15 (1H, dd, py-H<sub>4</sub>); 7,80 (1H, dd, py-H<sub>5</sub>); 4,06 (3H, s, CH<sub>3</sub>). ІЧ (табл. KBr);  $\text{cm}^{-1}$ : 3439, 3106, 1615, 1538, 1475, 1420, 1365, 1282, 1191, 1143, 1087, 990, 879, 775, 761, 692, 602, 546, 393. Теоретично розраховано для  $\text{C}_8\text{H}_8\text{Cl}_2\text{N}_4\text{Pd}$ : С, 28,5; Н, 2,4; N, 16,6. Знайдено: С, 28,8; Н, 2,2; N, 16,1.

**Результати та їх обговорення:** Як ліганди в даній роботі було використано похідні 3-(2-піридил)-N-метил-1,2,4-триазолу. Ліганди було синтезовано за схемою, наведеною на рис. 1. На основі L<sup>1</sup> та L<sup>2</sup> було синтезовано координаційні сполуки паладію (II). При взаємодії еквімолярних кількостей  $\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CN}$  та лігандів утворювались моноядерні комплекси складу –  $\text{Pd(L}^1\text{)Cl}_2$  та  $\text{Pd(L}^2\text{)Cl}_2$ . Результати фізико-хімічних методів досліджень показали, що у всіх випадках реалізується бідентатно-хелатний спосіб координації ліганду через атоми нітрогену піридинового циклу та N<sup>4</sup> триазолу.

ІЧ спектри некоординованих лігандів та комплексів складу  $\text{Pd(L)Cl}_2$  очікувано мають спільні риси, що обумовлено схожістю їх будови. В ІЧ спектрах лігандів L<sup>1</sup> та L<sup>2</sup> спостерігається вузька інтенсивна смуга валентних коливань зв'язку С-Н триазольного фрагменту в області біля  $3000 \text{ cm}^{-1}$ , що в комплексах зміщена на

$20-30 \text{ cm}^{-1}$ . Смуги поглинання в області  $1200-1600 \text{ cm}^{-1}$ , зумовлені валентними коливаннями подвійних зв'язків піридинового та триазольного гетероциклів лігандів, при координації зазнають невеликого зсуву в довгохвильову ділянку на  $50-70 \text{ cm}^{-1}$ .

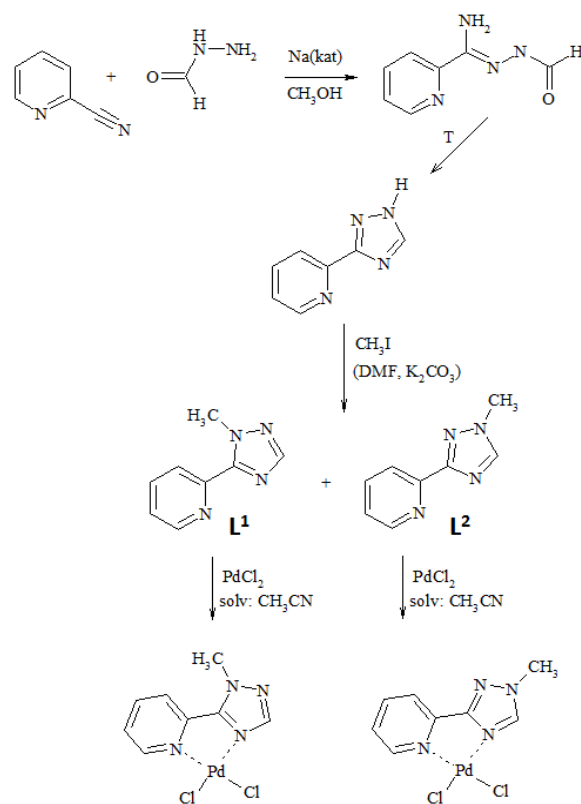


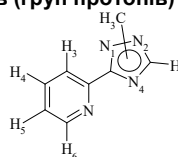
Рис. 1. Схема синтезу L<sup>1</sup> та L<sup>2</sup> та комплексів Pd(L<sup>1</sup>)Cl<sub>2</sub> та Pd(L<sup>2</sup>)Cl<sub>2</sub>

ЯМР  $^1\text{H}$  спектри отриманих лігандів також де в чому подібні, це обумовлено їх структурною схожістю. В  $^1\text{H}$  ЯМР спектрі 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазолу сигнали протонів піридинового циклу зміщені на 0,11–0,12 м.ч. в слабе поле порівняно з 3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазолом. Сигнали протонів в 5-му положенні L<sup>1</sup> знаходяться в більш сильному полі порівняно з L<sup>2</sup>. Сигнали N<sup>1</sup>-CH<sub>3</sub> знаходяться в більш слабкому полі, ніж сигнал N<sup>2</sup>-CH<sub>3</sub>, що можна пояснити близькістю перших до області від'ємної магнітної анізотропії, створеної піридиновим циклом.

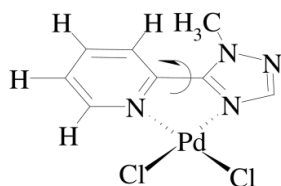
При координації сигнали всіх протонів лігандів тією чи іншою мірою зазнають зсуву у слабе поле. З таблиці 1 видно, що для піридинових протонів лігандів L<sup>1</sup> та L<sup>2</sup> цей зсув практично ідентичний. Для L<sup>1</sup> -  $\Delta\delta=0,28\dots0,36$ , а для L<sup>2</sup> -  $\Delta\delta=0,27\dots0,38$ . При координації L<sup>2</sup> сигнал орто-піридинового протону зсувається на 0,63 м.ч. в слабе поле, в той час як у випадку L<sup>1</sup> лише на +0,36 м.ч.

Також слід зазначити, що комплекс на основі 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазолу частково дисоціює в розчині ДМСО. Про це свідчить поява сигналів протонів некоординованого ліганду, що зникають при додаванні до розчину зразка надлишкової кількості PdCl<sub>2</sub>. В Pd(L<sup>2</sup>)Cl<sub>2</sub> аналогічних процесів не спостерігається. Це може бути зумовлено тим, що 3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазолу при утворенні хелатних циклів мають планарну будову, а у випадку N<sup>1</sup> алкілюваних лігандів при утворенні координаційних сполук метил направлений до піридинового циклу, що створює стеричні утруднення (рис. 2) і призводить до послаблення координаційного зв'язку іона металу з лігандом.

Таблиця 1

Хімічні зсуви та мультиплетності протонів (груп протонів) в ПМР спектрах сполук HL та Pd(L)Cl<sub>2</sub>, м.ч.\*L<sup>1</sup> = N<sup>1</sup>-CH<sub>3</sub>; L<sup>2</sup> = N<sup>2</sup>-CH<sub>3</sub>.

Сполука	Віднесення протонів					
	py-H <sub>3</sub>	py-H <sub>4</sub>	py-H <sub>5</sub>	py-H <sub>6</sub>	trz-H	CH <sub>3</sub>
L <sup>1</sup>	8,13 (д.)	8,00 (дд.)	7,53 (дд.)	8,73 (д.)	8,01 (с.)	4,27 (с.)
Pd(L <sup>1</sup> )Cl <sub>2</sub>	8,41 (д.)	8,30 (дд.)	7,89 (дд.)	9,08 (д.)	8,37 (с.)	4,33 (с.)
Δδ	+0,28	+0,30	+0,36	+0,35	+0,36	+0,06
L <sup>2</sup>	8,02 (д.)	7,88 (дд.)	7,42 (дд.)	8,62 (д.)	8,56 (с.)	3,93 (с.)
Pd(L <sup>2</sup> )Cl <sub>2</sub>	8,30 (д.)	8,15 (дд.)	7,80 (дд.)	7,96 (д.)	9,19 (с.)	4,06 (с.)
Δδ	+0,28	+0,27	+0,38	+0,34	+0,63	+0,13

\*Спектри записано в ДМСО-d<sub>6</sub>.Рис. 2. Структурна формула 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазолу

**Висновки.** Шляхом алкілювання 3-(2-піридил)-1,2,4-триазолу було отримано два ліганди: 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазол (L<sup>1</sup>) та 3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазол (L<sup>2</sup>). Розроблено спосіб розділення отриманих лігандів за допомогою колонкової хроматографії та синтезовано комплекси паладію(II) Pd(L<sup>1</sup>)Cl<sub>2</sub> та Pd(L<sup>2</sup>)Cl<sub>2</sub> на їх основі. Було встановлено, що комплекси на основі 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазолу (L<sup>1</sup>) частково дисоціюють в розчині ДМСО, що було показано за допомогою ЯМР-спектроскопії.

Ю. Огородник, студ.,  
Б. Захарченко  
асп., stereoblum@ukr.net,  
Д. Хоменко, канд. хім. наук,  
Р. Дорошук, канд. хім. наук,  
Р. Лампека д-р хім. наук  
КНУ імені Тараса Шевченка, Київ

### СИНТЕЗ 3-(2-ПИРИДИЛ)-N-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛІВ І КООРДИНАЦІОННИХ СОЄДИНЕНЬ Pd(II) НА ЇХ ОСНОВЕ

Алкилюванням 3-(2-піридил)-1,2,4-триазола йодистим метилом було отримано два ліганди: 3-(2-піридил)-N<sup>1</sup>-метил-1,2,4-триазол (L<sup>1</sup>) і 3-(2-піридил)-N<sup>2</sup>-метил-1,2,4-триазол (L<sup>2</sup>) і комплекси паладію(II) складу PdL<sup>1</sup>Cl<sub>2</sub> і PdL<sup>2</sup>Cl<sub>2</sub> на їх основі. Структуру отриманих комплексів було досліджено за допомогою ІК і <sup>1</sup>H ЯМР-спектроскопії.

Ключеві слова: 1,2,4-триазол, паладій(II), ІК спектроскопія, ЯМР-спектроскопія.

Yu. Ogorodnik, Student,  
B. Zaharchenko, PhD-Student  
stereoblum@ukr.net,  
D. Khomenko, PhD,  
R. Doroshchuk, PhD,  
R. Lampeka, Dr. Sci.,  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

### SYNTHESIS OF 3-(2-PYRIDYL)-N-METHYL-1,2,4-TRIAZOLES AND THEIR COORDINATION COMPOUNDS WITH Pd(II)

Alkylation of 3-(2-pyridyl)-1,2,4-triazole with iodomethane leads to formation of 3-(2-pyridyl)-N<sup>1</sup>-methyl-1,2,4-triazole (L<sup>1</sup>) and 3-(2-pyridyl)-N<sup>2</sup>-1,2,4-triazole (L<sup>2</sup>), which were used for synthesis of palladium(II) complexes PdL<sup>1</sup>Cl<sub>2</sub> and PdL<sup>2</sup>Cl<sub>2</sub>. The composition and structure of obtained compounds were proposed on the basis of IR and <sup>1</sup>H NMR spectroscopy data and elemental analysis.

IR spectra of synthesized ligands have a lot in common, due to their structure similarity. In the IR spectrum of ligands L<sup>1</sup> and L<sup>2</sup> we observe intense CH band of triazole fragment in the 3000 cm<sup>-1</sup>, bands of valence and deformation vibrations of CH of pyridine ring in the 1200-1600 cm<sup>-1</sup>. As a result of coordination all signals in the IR spectra are shifted.

Complexes PdL<sup>1</sup>Cl<sub>2</sub> and PdL<sup>2</sup>Cl<sub>2</sub> have mononuclear structure. PdL<sup>1</sup>Cl<sub>2</sub> partially dissociate in solution of DMSO, it is detected by means of <sup>1</sup>H NMR spectra in which we observe signals of ligands protons. It is could be due to structural features of formed coordination compound.

<sup>1</sup>H NMR spectra of obtained ligands is bit similar, this is due to their structure. Signals of pyridine ring protons 3-(2-pyridyl)-N<sup>1</sup>-methyl-1,2,4-triazole shifted to 0.11-0.12 ppm in a weak field in compare with 3-(2-pyridyl)-N<sup>2</sup>-methyl-1,2,4-triazole. Signals of protons in the 5th position L<sup>1</sup> are shifted in a strong field compared to L<sup>2</sup>. N<sup>1</sup>-CH<sub>3</sub> signals are shifted to weaker field than N<sup>2</sup>-CH<sub>3</sub>, it can be explained by the influence of negative magnetic anisotropy of pyridine ring.

Coordination of all ligands occurs through the nitrogen atom of pyridine ring and N<sup>4</sup>-triazole. In this case all L<sup>1</sup> and L<sup>2</sup> signals of pyridine protons suffer shift to a weak field (L<sup>1</sup>: Δδ = 0,28 ... 0,36; L<sup>2</sup>: Δδ = 0,27 ... 0,38). Triazole proton is shifted to 0.36 ppm for Pd(L<sup>1</sup>)Cl<sub>2</sub> and 0.63 for Pd(L<sup>2</sup>)Cl<sub>2</sub> in compare with uncoordinated ligands.

Keywords: 1,2,4-triazole, palladium(II), IR spectroscopy, NMR spectroscopy.

#### Список використаних джерел

- Rosenberg B., VanCamp L., Krigas T. Nature, 1965, 205, 698-709.
- Jamieson E.R., Lippard S.J. Chem. Rev., 1999, 99 (9), 2467-2498.
- Akdi K., Vilaplana R.A., Kamah S., Navarro J.A.R., Salas J.M., González-Vilchez F. J. Inorg. Biochem., 2002, 90, 51-60.
- Zhao G.H., Lin H.K., Yu P., Sun H., Zhu S., Xuncheng S., Chen Y. J. Inorg. Biochem., 1999, 73, 145-149.
- R. Mital, T.S. Srivastava, H.K. Parekh, Chitnis M.P. J. Inorg. Biochem., 1991, 41, 93-103.
- Хоменко Д.М., Дорошук Р.О., Лампека Р.Д. Укр. хім. журнал, 2012, 78(7), 45-49.  
Khomenko D.M., Doroshchuk R.O., Lampeka R.D. Ukrainii himicheskii zhurnal, 2012, 78(7), 45-49.
- Захарченко Б., Хоменко Д., Дорошук Р. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія, 2013, 49, 21-23.  
Zakharchenko B., Khomenko D., Doroshchuk R. Visnyk Kyivs'koho natsional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Khimii, 2013, 49, 21-23.
- Джоуль Дж., Миллс К., Химия гетероциклических соединений, М.: Мир, 2004, 728 с.  
Joel J., Mills K. Chemistry of Heterocyclic Compounds. Moscow, Mir, 2004, 728 p.
- Хоменко Д.М., Дорошук Р.О., Лампека Р.Д. Укр. хім. журнал, 2009, 75(7), 30-33.  
Khomenko D.M., Doroshchuk R.O., Lampeka R.D. Ukrainii himicheskii zhurnal, 2009, 75(7), 30-33.

Надійшла до редколегії 19.07.16