

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ХИРАЛЬНЫХ
Ni^{II} -КОМПЛЕКСОВ ОСНОВАНИЯ ШИФФА БЕТА-АЛАНИНА**

А. С. ДАДАЯН, С. А. ДАДАЯН, А. С. ПОГОСЯН и А. С. САГИЯН

Научно-производственный центр «Армбиотехнология»
НАН Республики Армения

Армения, 0056, Ереван, ул. Гюрджяна, 14

Факс: (374-10)654183 E-mail: slavik_dadayan@yahoo.com

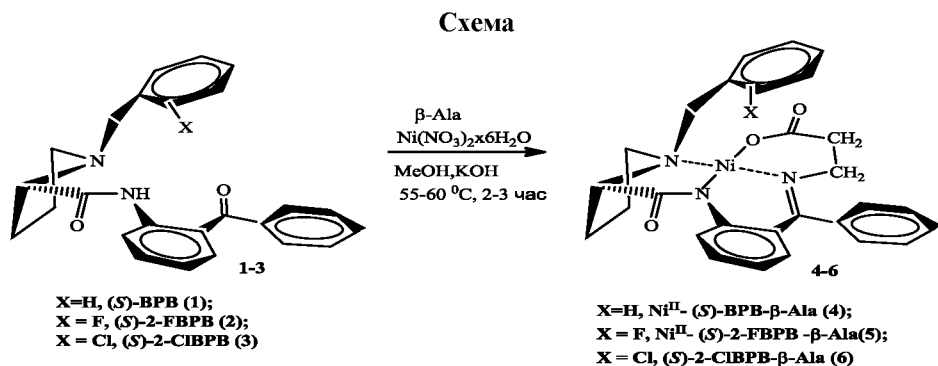
Поступило 10 IV 2014

Синтезированы и исследованы новые Ni^{II} -комплексы основания Шиффа бета-аланина и хиральных вспомогательных реагентов (S)-N-(2-бензоилфенил)-1-(2-бензил)-, (S)-N-(2-бензоилфенил)-1-(2-хлорбензил)-, (S)-N-(2-бензоилфенил)-1-(2-фторбензил)пирролидин-2-карбоксамидов.

Табл. 1, библиографических ссылок 12

Бета-аланин, будучи неканонической аминокислотой, содержится в препарате клималанин и используется в терапии «приливов», что позволяет быстро, в течение считанных минут, купировать возникающий сосудистый пароксизм [1,2]. Наблюдающийся эффект клималанина обусловлен, по-видимому, взаимодействием бета-аланина с глициновыми рецепторами. Активированные глициновые рецепторы (глицинуправляемые хлоридные каналы) опосредуют процессы торможения в стволе головного мозга и спинном мозге. Связываясь с рецептором, нейротрансмиттер глицин и бета-аланин открывают канал рецептора, который пропускает внутрь постсинаптических нейронов ионы хлора. Активация глициновых рецепторов оказывает нормализующее (в случае повышенного нервного возбуждения) действие [2-4]. В частности, глициновые рецепторы воздействуют на терморегуляторное ядро гипоталамуса, активирующее механизмы для поддержания температуры тела в нормальном диапазоне, называемом терморегуляторной зоной [5-7]. Помимо этого, бета-аланин и его α-замещенные производные (β²-аминокислоты) входят в состав многих сильнодействующих лекарств [8].

Существующие методы синтеза β -аланина и его α -замещенных производных позволяют получить только их оптически неактивные рацемические смеси [9,10], которые по своим хироселективным и фармакологическим свойствам уступают их энантимерно чистым аналогам [9-11]. Отсюда следует, что синтез новых хиральных Ni^{II} -комплексов β -аланина в качестве предшественников для разработки методов получения энантимерно обогащенных производных β -аланина остается актуальной задачей. Комплексы иона Ni^{II} с основанием Шиффа β -аланина и хирального вспомогательного реагента (*S*)-2-N-(*N'*-бензилпролил)аминобензофенона (ВРВ) и его модифицированных аналогов (*S*)-2-N-[*N'*-(2-фторбензил)пролил]аминобензофенона (2-ФВРВ) и (*S*)-2-N-[*N'*-(2-хлорбензил)пролил]аминобензофенона (2-СВРВ) были синтезированы согласно ранее разработанной методике [12] (схема). Результаты комплексообразования приведены в таблице.



Таблица

**Результаты комплексообразования хиральных реагентов в CH_3OH
в присутствии KOH при 55-60 $^\circ C$**

Исходный хиральный реагент	Комплекс основания Шиффа β -аланина	Химический выход, %
(<i>S</i>)-ВРВ (1)	Ni^{II} -(<i>S</i>)-ВРВ- β^2 -Ала (4)	74.2
(<i>S</i>)-2-ФВРВ (2)	Ni^{II} -(<i>S</i>)-2-ФВРВ- β^2 -Ала (5)	72.0
(<i>S</i>)-2-СВРВ (3)	Ni^{II} -(<i>S</i>)-2-СВРВ- β^2 -Ала (6)	76.1

Синтезированные комплексы были охарактеризованы методами ЯМР 1H спектроскопии, поляриметрических измерений и элементного анализа. Как видно из таблицы, реакция комплексообразования с наибольшим химическим выходом протекает в случае применения модифицированного хирального реагента (*S*)-2-СВРВ.

Экспериментальная часть

Спектры ЯМР ^1H регистрировались на приборе «Varian Mercury 300 VX». Оптическое вращение измеряли на поляриметре «Perkin-Elmer 341». В работе использовались бета-аланин и другие реагенты фирм «Aldrich» и «Реахим». Элементный анализ проводили на элементном CNS-O анализаторе «Euro EA3000».

Исходные хиральные реагенты (*S*)-BPB (**1**), (*S*)-2-FBPB (**2**), (*S*)-2-CBPB (**3**) и комплексы $\text{Ni}^{\text{II}}\text{-(S)-BPB-}\beta^2\text{-Ala}$ (**4**), $\text{Ni}^{\text{II}}\text{-(S)-2-FBPB-}\beta^2\text{-Ала}$ (**5**), $\text{Ni}^{\text{II}}\text{-(S)-2-CBPB-}\beta^2\text{-Ала}$ (**6**) были синтезированы по методике [12].

Общая методика синтеза Ni^{II} -комплексов оснований Шиффа бета-аланина с модифицированными и немодифицированным хиральными реагентами. К суспензии 0.01 моля хирального реагента (*S*)-2-CBPB (**3**) или (*S*)-2-FBPB (**2**), или (*S*)-BPB (**1**) в 15 мл метанола добавляли 7.12 г (0.08 моля) бета-аланина, 5.82 г (0.02 моля) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и 5.04 г (0.09 моля) КОН, растворенного в 10 мл КОН. Полученную смесь перемешивали при 55-60°C в течение 2-3 ч. За ходом реакции следили методом ТСХ (SiO_2 , $\text{CHCl}_3/(\text{CH}_3)_2\text{CO}=1/1$) по исчезновению пятна исходного хирального реагента **1** (или **2**, или **3**, под УФ лучами). После окончания реакции реакционную смесь нейтрализовывали CH_3COOH до pH 5-6, затем добавляли воду и выпавший осадок отфильтровывали. Синтезированные комплексы **4-6** перекристаллизовывали из ацетона.

$\text{Ni}^{\text{II}}\text{-(S)-BPB-}\beta^2\text{-Ala}$ (4**).** Выход 74.2%; т.пл. 138-140°C. $[\alpha]_{\text{D}}^{20} = +770.0^\circ$ (с 0.1, CHCl_3). Найдено, %: С 65.49; Н 5.34; N 8.09. $\text{C}_{28}\text{H}_{27}\text{N}_3\text{O}_3\text{Ni}$. Вычислено, %: С 65.66; Н 5.27; N 8.20. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3 , δ , м.д., Гц): 1.95 (1H, ддд, J = 12.2, 10.7, 6.0, $\delta\text{-H}_a$ Pro); 2.20 (1H, ддд, J = 17.3, 11.5, 3.6, CH_2CO); 2.26-2.36 (1H, м, $\gamma\text{-H}_a$ Pro); 2.50-2.64 (2H, м, CH_2CO и $\beta\text{-H}_a$ Pro); 2.73-2.85 (1H, м, $\beta\text{-H}_b$ Pro); 3.17 (1H, д, J = 12.6, $\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Ph}$); 3.20 (1H, ддд, J = 13.0, 4.6, 3.6, NCH_2); 3.36 (1H, дд, J = 11.0, 5.7, $\alpha\text{-H}$ Pro); 3.61 (1H, шир.дд, J = 10.7, 6.3, $\delta\text{-H}_b$ Pro); 3.89 (1H, ддд, J = 13.0, 11.5, 3.2 NCH_2); 3.97-4.14 (1H, $\gamma\text{-H}_b$ Pro); 4.37 (1H, д, J = 12.6, $\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Ph}$); 6.53 (1H, дд, J = 8.1, 1.7, H-3 C_6H_4); 6.64 (1H, ддд, J = 8.1, 7.0, 1.2, H-4 C_6H_4); 6.85 (1H, шир. д, J = 7.4, H-2 C_6H_5); 7.06 (1H, ддд, J = 8.6, 7.0, 1.7, H-5 C_6H_4); 7.17-7.23 (2H, м, H-Ar); 7.34-7.51 (5H, м, H-Ar); 7.70 (1H, дд, J = 8.6, 1.2, H-6, C_6H_4); 8.09-8.20 (2H, м, H-2, 2' Ph).

Спектр ЯМР ^{13}C : 24.3 ($\gamma\text{-c}$ Pro); 30.9 ($\beta\text{-c}$ Pro); 36.8 ($\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{CO}$); 52.6 ($\text{N}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 56.9 ($\delta\text{-c}$ Pro); 62.2 ($\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Ph}$); 69.9 ($\alpha\text{-c}$ Pro); 120.8 (C- 4 C_6H_4); 124.3 (C-6 C_6H_4); 126.8 (CH); 127.5 (CH); 128.8 (CH); 128.9 (CH); 129.1 (C-3,3' Ph); 129.4 (CH); 129.9 (CH); 131.7 (C-2,2' Ph); 132.1 (C-5 C_6H_4) (**2**); 133.2 (C-3 C_6H_4) (**4**).

$\text{Ni}^{\text{II}}\text{-(S)-2-FBPB-}\beta^2\text{-Ала}$ (5**).** Выход 76.1%; т.пл. 211-213°C. $[\alpha]_{\text{D}}^{20} = +805.1^\circ$ (с 0.1, MeOH). Найдено, %: С 61.02; Н 4.90; N 7.80. $\text{C}_{28}\text{H}_{26}\text{N}_3\text{O}_3\text{FNi}$. Вы-

числено, %: С 61.51; Н 4.76; N 7.68. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3 , δ , м.д., Гц): 1.92 (1H, $\Delta\Delta$, J=11.6, 10.8, 6.0, $\delta\text{-H}_a$ Pro); 2.17 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J=17.0, 11.3, 3.7, H_a CH_2CO); 2.24-2.33 (1H, м, $\gamma\text{-H}_a$ Pro); 2.54 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, H_b CH_2CO); 2.56-2.66 (1H, м, $\beta\text{-H}_a$ Pro); 2.84-2.97 (1H, м, $\beta\text{-H}_b$ Pro); 3.15 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J=13.0, 4.6, 3.5, $\text{NCH}_2\text{CH}_2(\text{CO})$); 3.47 (1H, $\Delta\Delta$, J=11.0, 6.3, $\alpha\text{-H}$ Pro); 3.52 (1H, Δ , J=12.9, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 3.62 (1H, $\Delta\Delta$, J=10.7, 6.2, $\delta\text{-H}_b$ Pro); 3.80 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J=13.1, 11.6, 3.0, $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 3.96-4.10 (1H, м, $\gamma\text{-H}_b$ Pro); 4.41 (1H, Δ , J=12.9, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 6.53 (1H, (1H, $\Delta\Delta$, J=8.1, 1.6, H-3 C_6H_4); 6.63 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J=8.0, 6.9, 1.1, H-4 C_6H_4); 6.82 (1H, ш. Δ , J=7.4, H-2 C_6H_5); 7.05 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J=8.5, 7.0, 1.7, H-5 C_6H_4); 7.16 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J=7.7, 7.5, 1.5, H-5 $\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 7.14-7.21 (1H, м, Ar); 7.25 (1H, $\text{T}\Delta$, J=7.7, 1.3, H-4 $\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 7.31 (1H, $\Delta\Delta$, J=8.1, 1.3, H-6 H-6 $\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 7.35-7.53 (3H, м, Ar); 7.62 (1H, $\Delta\Delta$, J=8.7, 1.2, H-6 C_6H_4); 8.56 (1H, $\Delta\Delta$, J=7.5, 1.7, H-3 $\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$).

$\text{Ni}^{\text{II}}\text{-(S)-2-CBPB-}\beta^2\text{-Ала (6)}$. Выход 76.1%; т.пл. 268-270°C. $[\alpha]_{\text{D}}^{20} = +704.06^\circ$ (с 0.1, CHCl_3). Найдено, %: С 61.58; Н 4.88; N 4.61. $\text{C}_{28}\text{H}_{26}\text{N}_3\text{O}_3\text{ClNi}$. Вычислено, %: С 61.51; Н 4.76; N 7.68. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3 , δ , м.д., Гц): 1.93 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 11.7, 10.8, 6.1, $\delta\text{-H}_a$ Pro); 2.18 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 17.1, 11.6, 3.5, H_a CH_2CO); 2.26-2.38 (1H, м, $\gamma\text{-H}_a$ Pro); 2.56 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, H_b CH_2CO); 2.56-2.70 (1H, м, $\beta\text{-H}_a$ Pro); 2.86-2.98 (1H, м, $\beta\text{-H}_b$ Pro); 3.17 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 13.1, 4.7, 3.5, $\text{NCH}_2\text{CH}_2(\text{CO})$); 3.48 (1H, $\Delta\Delta$, J = 11.0, 6.2, $\alpha\text{-H}$ Pro); 3.54 (1H, Δ , J = 12.9, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 3.60 (1H, $\Delta\Delta$, J = 10.8, 6.3, $\delta\text{-H}_b$ Pro); 3.82 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 13.1, 11.7, 3.1, $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 3.97-4.14 (1H, м, $\gamma\text{-H}_b$ Pro); 4.44 (1H, Δ , J = 12.9, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 6.55 (1H, (1H, $\Delta\Delta$, J = 8.1, 1.7, H-3 C_6H_4); 6.65 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 8.1, 7.0, 1.1, H-4 C_6H_4); 6.84 (1H, ш. Δ , J = 7.4, H-2 C_6H_5); 7.05 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 8.6, 7.0, 1.8, H-5 C_6H_4); 7.16 (1H, $\Delta\Delta\Delta$, J = 7.9, 7.6, 1.6, H-5 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 7.17-7.22 (1H, м, Ar); 7.27 (1H, $\text{T}\Delta$, J = 7.6, 1.2, H-4 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 7.34 (1H, $\Delta\Delta$, J = 8.0, 1.2, H-6 H-6 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 7.38-7.54 (3H, м, Ar); 7.63 (1H, $\Delta\Delta$, J = 8.6, 1.1, H-6 C_6H_4); 8.59 (1H, $\Delta\Delta$, J = 7.6, 1.6, H-3 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$).

Спектр ЯМР ^{13}C : 24.3 ($\gamma\text{-CH}_2$ Pro); 30.8 ($\beta\text{-CH}_2$ Pro); 36.8 ($\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{CO}$); 52.7 ($\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 56.9 ($\delta\text{-CH}_2$ Pro); 58.4 ($\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 69.7 ($\alpha\text{-CH}$ Pro); 120.8 (C- 4 C_6H_4); 124.2 (C-6 C_6H_4); 126.7 (CH Ar); 127.2 (CH Ar); 127.5 (CH Ar); 128.1 (CH Ar); 128.8 (CH Ar); 129.4 (CH Ar); 129.9 (CH Ar); 130.3 (CH Ar); 130.5 (CH Ar); 131.5 (CH Ar); 132.1 (C-5, C_6H_4); 133.3 (C-3, C_6H_4); 134.6 (C-3 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$); 135.5 (C Ar); 137.7 (C Ar); 141.7 (C Ar); 172.1 (C); 174.7 (C); 179.5 (C).

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГКН РА в рамках армяно-российского совместного научного проекта N13RF-050.

**ԲԵՏԱ-ԱԼԱՆԻՆԻ ՇԻՖԻ ՆԻՄ-ԻՈՆԻ ՆԱՐ ՔԻՐԱԿԱՅԻՆ
ԿՈՄՊԼԵՔՍԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶՆ ՈՒ ՆԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Ա. Ս. ԴԱԴԱՅԱՆ, Ս. Ա. ԴԱԴԱՅԱՆ, Ա. Ս. ՊՈԳՈՍՅԱՆ և Ա. Ս. ՍԱԳԻԱՆ

Սինթեզվել և հետազոտվել են (S)-N-(2-բենզոյլֆենիլ)-1-(2-բենզիլ)պիրրոլիդին-2-կարբօքսամիդ [(S)-BPPB], (S)-N-(2-բենզոյլֆենիլ)-1-(2-ֆտորբենզիլ)-2-կարբօքսամիդ [(S)-2-FBPPB], (S)-N-(2-բենզոյլֆենիլ)-1-(2-քլորբենզիլ)պիրրոլիդին-2-կարբօքսամիդ [(S)-2-CBPPB] քիրալային օժանդակ սեպտաների և բետա-ալանինի Շիֆֆի հիմքերի հետ Ni²⁺-իոնի առաջացրած հարթ քառակուսային նոր կոմպլեքսներ:

Այդ նպատակով 0.01 մոլ (S)-BPPB, (S)-2-CBPPB և (S)-2-FBPPB քիրալային օժանդակ սեպտաների 15 մլ մեթանոլային սուսպենզիաների վրա ավելացվում է 7.12 գ (0.08 մոլ) բետա-ալանին, 0.02 մոլ (5.82 գ) Ni(NO₃)₂·6H₂O և 10 մլ մեթանոլում լուծված 0.09 մոլ (5.04 գ) KOH: Այնուհետև 55-60 °C-ում ամբողջը խառնում են 2-3 ժամ: Ռեակցիայի ընթացքին հետևում են ՆՇՔ (SiO₂, CHCl₃/(CH₃)₂CO=1/1) մեթոդով, ՈՒՄ լամպի տակ՝ ըստ ելային քիրալային օժանդակ սեպտաների հետքերի անհետացման: Կոմպլեքսագոյացման սեպտաների ավարտից հետո խառնուրդը չեզոքացվում է սառցաքացախաթթվով՝ մինչև pH-5-6 և նստրացվում ջրով: Անջատված կոմպլեքսների նստվածքները վերաբյուրեղացվում են ացետոնից: Դրանք հարմար ելային քիրալային սինտոններ են (S)- և (R)- բացարձակ կառուցվածքի բետա-ալանինի քիրալային ածանցյալների սինթեզի համար, որոնք վերջին չրջանում լայնորեն կիրառվում են տարբեր հիվանդությունների բժշկական թերապիայում, ինչպես նաև մտնում են ուժեղ ազդող որոշ դեղերի բաղադրության մեջ:

Հաշվի առնելով նշվածը, բետա-ալանինի նոր սինթեզված քիրալային կոմպլեքսները կարելի է երաշխավորել (S)- և (R)- բացարձակ կառուցվածքի α- և β-տեղակալված բետա-ալանինի նմանակների ստացման համար:

Հետազոտությունն իրականացվել է Հայ-ոտսական համատեղ N13RF-050 գիտական նախագծի չրջանակներում ՀՀ ԳՊԿ-ի կողմից տրամադրված ֆինանսական աջակցության շնորհիվ:

**SYNTHESIS AND STUDY OF NEW CHIRAL Ni^{II}-COMPLEXES
OF THE SCHIFF'S BASES OF BETA-ALANINE**

A. S. DADAYAN, S. A. DADAYAN, A. S. POGHOSYAN and A. S. SAGHYAN

Scientific and Production Center "Armbiotechnology" NAS RA

14, Gyurjyan Str., Yerevan, 0056, Armenia

Fax: (374-10)654183 E-mail: slavik_dadayan@yahoo.com

New Ni^{II} complexes of the Schiff's bases of beta-alanine and chiral auxiliaries (S)-N-(2-benzoylphenyl)-1-(2-benzyl)-, (S)-N-(2-benzoylphenyl)-1-(2-chlorobenzyl)-, (S)-N-(2-benzoylphenyl)-1-(2-fluorobenzyl)pyrrolidine-2-carboxamides were synthesized.

To this end, to the suspension of 0.01 mol of chiral auxiliary (S)-2-CBPPB (3) or (S)-2-FBPPB (2), or (S)-BPPB (1) in 15 ml of methanol were added 7.12 g (0.08 mol) of beta-alanine, 5.82 g (0.02 mol) of Ni(NO₃)₂·6H₂O and 5.04 g (0.09 mol) of KOH dissolved in 10 ml of KOH. The obtained mixture was stirred at 55-60°C for 2-3 hours. The course of the reaction was monitored by TLC (SiO₂, CHCl₃/(CH₃)₂CO=1/1) following the disappearance of a spot of the initial chiral auxiliary 1 (or 2, or 3, under UV rays). Upon completion of the reaction, the reaction mixtures were neutralized with CH₃COOH to pH 5-6 and diluted with water. The precipitates were filtered off. The

synthesized complexes 4-6- were re-crystallized from acetone. They are suitable initial chiral synthons for the synthesis of beta-alanine derivatives of (*S*)- and (*R*)-absolute configuration that are currently increasingly used in treatment of various diseases and are part of strong medicines.

Thus, the synthesized new chiral complexes of beta-alanine can be recommended for the synthesis of α - and β -substituted beta-alanine derivatives of (*S*)- and (*R*)-absolute configuration.

The reported study was supported by SCS RA, joint Armenian-Russian research project N13RF-050.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Торшин И.Ю., Громова О.А., Лиманова О.А.* // Гинекология, 2013, т. 14, №2, с. 157.
- [2] *Громова О.А., Торшин И.Ю., Лиманова О.А.* // Вопросы акушерства, гинекологии и перинатологии, 2011, т. 1, с. 87.
- [3] *Reynolds RF, Obermeyer CM, Walker AM, Guilbert D.* // Menopause, 2001, v. 8 (3), p. 189.
- [4] *Lynch J.W.* // Neuropharmacology, 2009, v. 56 (1), p. 303.
- [5] *Dormire S., Howharn C.* // J. Obstet Gynecol Neonatal Nurs, 2007, v. 36 (3), p. 255.
- [6] *Dormire S.L., Reame N.K.* // Nurs. Res., 2003, v. 52 (5), p. 338.
- [7] *Hill C.A., Harris R.C., Kim H.J.* // Amino Acids, 2007, v. 32 (2), p. 225.
- [8] *Guanghui Deng, Jiang Wang, Yu Zhou, Hualiang Jiang, Hong Liu* // J. Org. Chem., 2007, v. 72, p. 8932.
- [9] *Diazong Lin, Li Lv, Jiang Wang, Xiao Ding, Hualiang Jiang, Hong Liu.* // J. Org. Chem., 2011, v. 76, p. 6649.
- [10] *Guanghui Deng, Deju Ye, Yuanyuan Li, Lingyan He, Yu Zhou, Jiang Wang, Jia Li, Hualiang Jiang, Hong Liu* // Tetrahedron, 2008, v. 64, p.10516.
- [11] *Hutt A.J., Valentova J.* // Acta Facult Pharm Univ Comeniana, 2003, v. 50, p.7.
- [12] *Saghiyan A.S., Dadayan S.A., Petrosyan S.G., Manasyan L.L., Geolchanyan A.V, Djamgaryan S.M., Andreasyan S.A., Maleev V.I., Khrustalev V.N.* // Tetrahedron: Asymmetry, 2006, v. 17, p. 455.