

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ԱՇԱԴԵՍԻԱ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ
АРМЕНИЯ

Հայաստանի քիմիական հանդես 61, №3–4, 2008 Химический журнал Армении

УДК 547.493

**НОВЫЙ СПОСОБ СИНТЕЗА 1-АРИЛ(ГЕТЕРИЛ)-2,4-
ДИЗАМЕЩЕННЫХ ИМИДАЗОЛ-5-ОНОВ**

В. О. ТОПУЗЯН, М. М. КАЗАНДЖЯН и А. А. ОГАНЕСЯН

Научно-технологический центр органической и фармацевтической химии
НАН Республики Армения

Институт тонкой органической химии им. А.Л. Мнджояна
Армения, 0014, Ереван, пр. Азатутян, 26
Факс: (374 10) 288332 E-mail: vtop@web.am

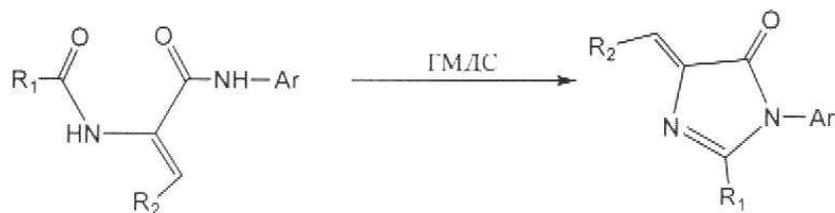
Поступило 28 II 2008

Предложен метод синтеза 1-арил(гетерил)-2,4-дизамещенных имидазол-5-онов взаимодействием амидов N-замещенных α,β -дегидроаминокислот с 1,1,1,3,3,3-гексаметилдисилазаном.

Библ. ссылок 11.

2,4-Дизамещенные 5-имидазолы представляют интерес как физиологически активные вещества [1-4]. Синтез этих соединений обычно осуществляют дегидратацией амидов N-замещенных α,β -дегидроаминокислот в присутствии ацетата натрия [5], $POCl_3$ [5], триметилхлорсилана [6], кипячением в ксилоле [7] или смеси уксусной кислоты и этанола [8]. Недавно нами было показано, что гидразиды N-замещенных α,β -дегидроаминокислот в присутствии 1,1,1,3,3,3-гексаметилдисилазана (ГМДС) подвергаются дегидратации с образованием 1-амино-5-имидазолонов [9].

Настоящая работа посвящена синтезу 1-арил(гетерил)-2,4-дизамещенных имидазол-5-онов по схеме:



1 – 18

19 – 36

1, 19 $R_1=C_6H_5$, $R_2=C_6H_5$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **2, 20** $R_1=C_6H_5$, $R_2=C_6H_5$, $Ar=C_6H_4COOH-3$; **3, 21** $R_1=C_6H_5$, $R_2=C_6H_3O-CH_2O-3,4$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **4, 22** $R_1=4-CH_3OC_6H_4$, $R_2=C_6H_3O-CH_2O-3,4$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **5, 23** $R_1=4-трет-C_4H_9C_6H_4$, $R_2=C_6H_4OCH_3-4$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **6, 24** $R_1=2-BrC_6H_4$, $R_2=C_6H_4OCH_3-4$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **7, 25** $R_1=2-ClC_6H_4$, $R_2=C_6H_5$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **8, 26** $R_1=2-CH_3OC_6H_4$, $R_2=C_6H_4NO_2-3$, $Ar=C_6H_4COOH-4$; **9, 27** $R_1=4-CH_3OC_6H_4$, $R_2=C_6H_4Cl-4$, $Ar=C_6H_4COOC_2H_5-4$; **10, 28** $R_1=4-CH_3OC_6H_4$, $R_2=C_6H_3O-CH_2O-3,4$, $Ar=C_6H_4COOC_2H_5-4$; **11, 29** $R_1=4-CH_3OC_6H_4$, $R_2=C_6H_4NO_2-3$, $Ar=C_6H_4COOC_2H_5-4$; **12, 30** $R_1=2-BrC_6H_4$, $R_2=C_6H_4OCH_3-4$, $Ar=C_6H_4COOC_2H_5-4$; **13, 31** $R_1=2-CH_3OC_6H_4$, $R_2=C_6H_4NO_2-3$, $Ar=C_6H_4COOC_2H_5-4$; **14, 32** $R_1=2,4-Cl_2C_6H_3$, $R_2=C_6H_4Cl-4$, $Ar=C_6H_4COOC_2H_5-4$; **15, 33** $R_1=C_6H_5$, $R_2=C_6H_5$, $Ar=C_6H_4CONHCH_2COOH-4$; **16, 34** $R_1=4-i-C_4H_9OC_6H_4$, $R_2=C_6H_4Cl-4$, $Ar=тиазолил$; **17, 35** $R_1=2-ClC_6H_4$, $R_2=C_6H_4OCH_3-4$, $Ar=тиазолил$; **18, 36** $R_1=3-BrC_6H_4$, $R_2=C_6H_3O_2CH_2-3,4$, $Ar=тиазолил$.

Реакция проводилась в условиях кипячения смеси арил- или гетериламидов N-замещенных α,β -дегидроаминокислот (**1-18**) с ГМДС в ДМФА в соотношении 1:2 или 1:3. Выходы 5-имидазолонов колеблются в пределах 60-90%. Из сравнения полученных данных с литературными [5-8] следует, что предложенный нами метод циклизации арил- или гетериламидов N-замещенных α,β -дегидроаминокислот отличается меньшей длительностью реакции и более высокими выходами конечных продуктов.

В спектрах ЯМР 1H синтезированных соединений синглетный сигнал $CH=C$ проявляется при 7.10-7.38 м.д., что свидетельствует об их Z-конфигурации (ср. с [8]).

Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на спектрометре "Specord M-80", спектры ЯМР 1H – на "Varian Mercury 300". Чистоту полученных соединений контролировали методом ТСХ на пластинках "Silufol UV-250" в системе толуол–гексан–этанол, 1:1:1; проявление – при УФ облучении парами йода.

Синтез N-замещенных дипептидов **1-14** описан в [10], а трипептида **15** – в [11].

2-Тиазоламиды N-замещенных α,β -дегидроаминокислот (16-18). Смесь 0.28 г (0.0027 моля) 2-аминотиазола и 0.0027 моля ненасыщенного азлактона в 5 мл ДМФА кипятили 1 ч. К реакционной смеси добавляли 40 мл воды. выпавший осадок отфильтровывали, промывали водой и сушили на воздухе. Перекристаллизацию проводили из этанола.

2-Тиазоламид N-4-изобутоксibenzoил α,β -дегидро-4-хлорфенилаланина (16). Выход 57.9, т.пл. 225-228°C. R_f 0.52 Найдено, %: N 9.35. $C_{23}H_{22}ClN_3O_3S$. Вычислено, %: N 9.21. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1640, 1665, 3230.

2-Тиазоламид N-2-хлорбензоил- α,β -дегидро-O-метилтирозина (17). Выход 61.6%, т.пл. 293-295°C. R_f 0.50 Найдено, %: N 10.29. $C_{20}H_{16}ClN_3O_3S$. Вычислено, %: N 10.15. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1645, 1670, 3240. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 3.82 с (3H, OCH₃); 7,04 с (1H, C=CH); 6.96-7.74 м (8H аром.); 9.82 с (1H CONH); 11,80 с (1H CONH).

2-Тиазоламид N-2-бромбензоил- α,β -дегидро-3,4-диоксиметиленфенилаланина (18). Выход 79,4%, т.пл. 215-218°C. R_f 0.49. Найдено, %: N 8.25. $C_{20}H_{14}BrN_3O_4S$. Вычислено, %: N 8.00. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1645, 1665, 3245. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 6.04 с (2H, OCH₂O); 7,02 с (1H, C=CH); 6.86-7.64 м (7H аром.); 9,86 с (1H CONH); 11.82 с (1H CONH).

2-Арил-4-арилиден-5-имидазолон (19-36). Смесь 0.0020 моля амида и 0.004-0.006 моля ГМДС в 10 мл ДМФА кипятили 10-180 мин. К реакционной смеси добавляли 80 мл воды. Выпавший желтый осадок отфильтровывали, промывали водой и сушили на воздухе. Перекристаллизацию проводили из этанола.

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-фенил-4-бензилиден-5-имидазолон (19). Соотношение амид-силазан 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 63.0%; т.пл. 280-283°C. R_f 0.68. Найдено, %: C 74.98; H 4.61; N 7.66. $C_{23}H_{16}N_2O_3$. Вычислено, %: C 75.12; H 4.37; N 7.61. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1635, 1665, 1705, 3345. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 7.14 с (1H, C=CH); 7.20-8.44 м (14H аром.); 12.60 ш.с (1H COOH).

1-(3-Гидроксикарбонилфенил)-2-фенил-4-бензилиден-5-имидазолон (20). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 15 мин. Выход 83.7%, т.пл. 266-268°C. R_f 0.66. Найдено, % C 75.40; H 4,13; N 7.52. $C_{23}H_{16}N_2O_3$. Вычислено, %: C 75.12; H 4.37; N 7.61. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1640, 1665, 1700, 3340. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 7.20 с (1H, C=CH); 7.28-8.38 м (14 H аром.); 12.90 ш.с (1H 3-COOH).

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-фенил-4-(3,4-диоксиметиленбензилиден)-5-имидазолон (21). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 88.9%, т.пл. 320-323°C. R_f 0.62.

Найдено, %: С 70.21; Н 4.03; N 7.03. $C_{24}H_{16}N_2O_5$. Вычислено, %: С 69.9; Н 4.20; N 6.80. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1635, 1660, 1705, 3345. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 6,06 с (2H, OCH₂O); 7.18с (1H, C=CH); 6.90-8.20 м (12H аром.) 12.70 ш.с (1H 4-COOH).

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-(4-метоксифенил)-4-(3,4-диоксиметиленбензилиден)-5-имидазолон (22). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 88,6%, т.пл. 328-331°C. R_f 0.63. Найдено, %: С 67.49; Н 4.22; N 6.61. $C_{25}H_{18}N_2O_5$. Вычислено, %: С 67.88; Н 4.10; N 6.33. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1625, 1660, 1705, 3370. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 3.80 с (3H, OCH₃); 6.08 с (2H, OCH₂O); 7.10 с (1H, C=CH); 6.86-8.20 м (7H аром.).

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-(4-третбутилфенил)-4-(4-метоксибензилиден)-5-имидазолон (23). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 180 мин. Выход 67.7%, т.пл. 307-310°C. R_f 0.62. Найдено, %: С 74.05; Н 5.57; N 6.34. $C_{28}H_{26}N_2O_4$. Вычислено, %: С 73.99; Н 5.76; N 6.16. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1625, 1680, 1700, 3380. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 1.26 с (9H, CMe₃); 3.84 с (3H, OCH₃); 7.18 с (1H, C=CH); 7.00-8.30 м (12H аром.); 12.40 ш.с (1H 4-COOH).

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-(2-бромфенил)-4-(4-метоксибензилиден)-5-имидазолон (24). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 94.7%, т.пл. 315-318°C. R_f 0,71. Найдено, %: С 57.30; Н 3.08; N 6.03. $C_{24}H_{17}BrN_2O_4$. Вычислено, %: С 57.04; Н 3.39; N 5.89. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1630, 1675, 1705, 3360.

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-(2-хлорфенил)-4-бензилиден-5-имидазолон (25). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 89,5%, т.пл. 307-310°C. R_f 0,65. Найдено, %: С 68.12; Н 3.50; N 7.11. $C_{23}H_{15}ClN_2O_3$. Вычислено, %: С 68.57; Н 3.75; N 6.95. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1620, 1680, 1705, 3370. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 7.18 с (1H, C=CH); 7.10-8.24 м (12H аром.); 12.60 ш.с (1H 4-COOH).

1-(4-Гидроксикарбонилфенил)-2-(2-метоксифенил)-4-(3-нитробензилиден)-5-имидазолон (26). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 62.1%, т.пл. 283-286°C. R_f 0.59. Найдено, %: С 65.13; Н 3.67; N 9,25. $C_{24}H_{17}N_3O_6$. Вычислено, %: С 65.0; Н 3.86; N 9.47. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1630, 1685, 1700, 3370. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 3.24 с (3H, OCH₃); 7.24 с (1H, C=CH); 6.82-9.10 м (12H аром.); 12.60 ш.с (1H 4-COOH).

1-(4-Этоксикарбонилфенил)-2-(4-метоксифенил)-4-(4-хлорбензилиден)-5-имидазолон (27). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 93,1%, т.пл. 252-255°C. R_f 0.68. Найдено, %: С 67.51; Н 4.19; N 6,31. $C_{26}H_{21}ClN_2O_4$. Вычислено, %: С 67.74; Н 4.59; N 6.08. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 1620, 1675, 1700, 3370. Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 1.42 т (3H, CH₃); 3.80 с (3H OCH₃); 4.38 к (2H, OCH₂); 7.16 с (1H, C=CH); 6.84-8.32 м (12H аром.).

1-(4-Этоксикарбонилфенил)-2-(4-метоксифенил)-4-(3,4-диоксиметиленбензилиден)-5-имидазолон (28). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 93.4%, т.пл. 246-249°C. R_f 0.78. Найдено, %: С 69,14; Н 4,49; N 5,16. С₂₇Н₂₂N₂O₆. Вычислено, %: С 68,92; Н 4,71; N 5,95. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1620, 1680, 1695, 3375.

1-(4-Этоксикарбонилфенил)-2-(4-метоксифенил)-4-(3-нитробензилиден)-5-имидазолон (29). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 95.5%, т.пл. 257-260°C. R_f 0,82. Найдено, %: С 66.54; Н 4.29; N 8.70. С₂₆Н₂₁N₃O₆. Вычислено, %: С 66.23; Н 4.49; N 8.92. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1625, 1685, 1705, 3380. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1.40 т (3H, СН₃); 3.82 с (3H ОСН₃); 4.38 к (2H, ОСН₂); 7.32 с (1H, C=CH); 6.86-9.30 м (12H аром.).

1-(4-Этоксикарбонилфенил)-2-(2-бромфенил)-4-(4-метоксибензилиден)-5-имидазолон (30). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 60 мин. Выход 83,3%, т.пл. 217-220°C. R_f 0.81. Найдено, %: С 61.50; Н 4.49; N 6.78. С₂₆Н₂₁BrN₂O₄. Вычислено, %: С 61.79; Н 4.19; N 5.55. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1620, 1680, 1705, 3385. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,36 т (3H, СН₃); 3.86 с (3H ОСН₃); 4.30 к (2H, ОСН₂); 7.20 с (1H, C=CH); 6.84-8.22 м (12H аром.).

1-(4-Этоксикарбонилфенил)-2-(2-метоксифенил)-4-(3-нитробензилиден)-5-имидазолон (31). Соотношение амид – силазан, 1:2, время кипячения 60 мин. Выход 85.1%, т.пл. 170-173°C. R_f 0,80. Найдено, %: С 66.51; Н 4.12; N 9.13. С₂₆Н₂₁N₃O₆. Вычислено, %: С 66.24; Н 4.49; N 8,91. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1620, 1675, 1705, 3380. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,40 т (3H, СН₃); 3.24 с (3H ОСН₃); 4.32 к (2H, ОСН₂); 7.38 с (1H, C=CH); 6.84-9.18 м (12H аром.).

1-(4-Этоксикарбонилфенил)-2-(2,4-дихлорфенил)-4-(4-хлорбензилиден)-5-имидазолон (32). Соотношение амид-силазан, 1:2, время кипячения 60 мин. Выход 72.9%, т.пл. 190-192°C. R_f 0.82. Найдено, %: С 68.43; Н 3.12; N 5.52. С₂₅Н₁₇Cl₃N₃O₆. Вычислено, %: С 68.08; Н 3.43; N 5.60. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1625, 1685, 1710, 3380. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1.38 т (3H, СН₃); 4,32 к (2H, ОСН₂); 7.36 с (1H, C=CH); 7.18-8.24 м (12H аром.).

1-(4-Ацетаминокарбонилфенил)-2-фенил-4-бензилиден-5-имидазолон (33). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 20 мин. Выход 87.5%, т.пл. 221-224°C. R_f 0.84. Найдено, %: С 70.33; Н 4.12; N 9.61. С₂₅Н₁₉N₃O₄. Вычислено, %: С 70.6; Н 4.5; N 9.88. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1625, 1660, 1690, 1700, 3280, 3360.

1-(2-Тиазолил)-2-(4-изобутилоксифенил)-4-(4-хлорбензилиден)-5-имидазолон (34). Соотношение амид-силазан, 1:2, время кипячения 60 мин. Выход 42,1%, т.пл. 198-200°C. R_f 0.71. Найдено, %: С 62.85; Н 4.32; N 9.74. С₂₃Н₂₀ClN₃O₂S. Вычислено, %: С 63.07; Н 4.60; N 9.59. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1625, 1680, 1700, 3365. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,02 с (6H, 2(СН₃)); 2.10 м (1H СН); 3,80 д (2H, ОСН₂); 7.20 с (1H, C=CH); 6.86-8.30 м (10H аром.).

1-(2-Тиазолил)-2-(2-хлорфенил)-4-(4-метоксибензилиден)-5-имидазолон (35). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 15 мин. Выход 67,1%, т.пл. 176-178°C. R_f 0,69. Найдено, %: С 60,45; Н 3,11; N 10,55. С₂₀Н₁₄ClN₃O₂S. Вычислено, %: С 60,68; Н 3,56; N 10,61. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1620, 1685, 1700, 3370. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 3.82 с (3H, OCH₃); 7.18 с (1H, C=CH); 6.80-8.20 м (10H аром.).

1-(2-Тиазолил)-2-(3-бромфенил)-4-(3,4-диоксиметиленбензилиден)-5-имидазолон (36). Соотношение амид-силазан, 1:3, время кипячения 10 мин. Выход 66.7%, т.пл. 218-221°C. R_f 0.72. Найдено, %: С 52.46; Н 2.32; N 9.59. С₂₅Н₁₇Cl₃N₃O₆. Вычислено, %: С 52.87; Н 2.66; N 9.25. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 1625, 1680, 1700, 3370. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 6.06 с (2H, OCH₂O); 7.36 с (1H, C=CH); 6.90-8.10 м (9H аром.).

1-ԱՐԻԼ (ՀԵՏԵՐԻԼ)-2,4-ԵՐԿՏԵՂԱԿԱԼՎԱԾ ԻՄԻԴԱԶՈՆԼ-5-ՈՆՆԵՐԻ ՄԻՆԹԵԶԻ ՆՈՐ ԵՂԱՆԱԿ

Վ. Օ. ԹՈՓՈՒԶՅԱՆ, Մ. Մ. ՂԱԶԱՆՋՅԱՆ և Ա. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Փոփոխելով ռեակցիայի պայմանները (ժամանակը, ռեագենտների հարաբերությունը) ուսումնասիրված է N-տեղակալված α,β-դեհիդրաամինաթթուների արիլ- կամ հետերիլամինների ցիկլման հնարավորությունը 1,1,1,3,3,3-հեքսամեթիլդիսիլազանի օգնությամբ: Ստացված արդյունքները հիմք են տալիս եզրակացնելու, որ 1-արիլ(հետերիլ)իմիդազոլ-5-ոնների սինթեզի համար առաջարկվող եղանակը, ինչպես ժամանակի, այնպես էլ ելքերի տեսակետից, գերազանցում է գրականության մեջ նկարագրվածները:

THE NEW METHOD OF SYNTHESIS OF 1-ARYL(HETERYL) 2,4-DISUBSTITUTED 5-IMIDAZOLONES

V. O. TOPUZYAN, M. M. GHAZANJYAN and A. A. HOVHANNISYAN

Scientific Technological Centre of Organic and Pharmaceutical Chemistry NAS RA

A.L.Mnjoyan Institute of Fine Organic Chemistry

Armenia, 0014, Yerevan, Azatutyan str., 26

Fax: (374 10) 288332 E-mail: vtop@web.am

The possibility of the synthesis of 1-aryl(heteryl)-2,4-disubstituted imidazol-5-ones by the interaction of the corresponding amides of N-substituted α,β-dehydroaminoacids with HMDS has been investigated. By varying the reaction conditions (time, reagents ratio) it was determined that in the DMF medium the target products could be synthesized in good yields (60-90 %) with the use of 2 or 3 equivalents of HMDS excess.

Based on the latest data it is possible to conclude that the proposed procedure of imidazol-5-ones synthesis exceeds the ones described in literature from the point of view of both the reaction procedure and yields of the target products.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Verma M., Chaturvedi A.K., Chaudhari A., Parmar S.S.* // J. Pharm. Sci., 1974, v.63, №11, p.1741.
- [2] *El-Mariah F., Allimony H.-S. H.* // Ind. J. Chem., 2000, v.39B, p.36.
- [3] *Mansour A. K., Eid M. M., Khalil N.S.A.M.* // Molecules, 2003, v.8, p.744.
- [4] *Pande K., Kalsi R., Ghalla T.N., Barthwal J.P.* // Pharmazie, 1987, v.42, №4, p. 269.
- [5] *Carlos Cativiela, Javier Chueca, Jose I, Garcia, Enrique Melendez* // Heterocycles, 1984, v. 22, №12, p. 2775.
- [6] *Топузян В.О., Оганесян А.А. Паносян Г.А.* // ЖОрХ, 2004, т. 40, вып. 11, с. 1692.
- [7] *Granacher Ch., Gulbas G.* // Helv. Chim. Acta, 1927, v.10, p. 819.
- [8] *Nalera K., Zednikova G., Marek J., Travnicek Z.* // Monach. Chem., 1999, v. 130, p. 471.
- [9] *Топузян В.О., Арутюнян Л.Г., Оганесян А.А.* // ЖОрХ, 2007, v. 43, с. 936.
- [10] *Топузян В.О., Оганесян А.А., Мкртчян М.В., Хачванкян Г.Ю., Овсепян М.С., Паносян Г.А.* // Хим. ж. Армении, 2004, т.57, №1-2, с.119.
- [11] *Топузян В.О., Оганесян А.А., Мкртчян М.В., Овсепян М.С., Мамян С.С.* // Хим. ж. Армении, 2005, т. 58, №3, с.105.