

Посвящается светлой памяти академика М. О. Лозинского

Н. Н. Колос*, **Л. Ю. Коваленко**, **В. А. Боровской^а**

РЕАКЦИИ ЭФИРОВ 3-АРОИЛАКРИЛОВЫХ КИСЛОТ С α -АМИНОАЗОЛАМИ

Дигидропроизводные пиразоло[3,4-*b*]пиридин-, пиразоло[1,5-*a*]пиримидин- и [1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидинкарбоксилатов получены циклоконденсацией эфиров β -ароилакриловых кислот с 5-аминопиразолами и 3-амино-1,2,4-триазолом. Нагревание дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин-7-карбоксилатов с гидразингидратом приводит к рециклизации пиримидинового цикла и образованию 6-арилпиридазин-3(2*H*)-онов.

Ключевые слова: 3-амино-1,2,4-триазол, 5-аминопиразол, 6-арилпиридазин-3(2*H*)-оны, дигидропиразоло[3,4-*b*]пиридины, дигидропиразоло[1,5-*a*]пиримидины, дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидины, эфиры 3-ароилакриловых кислот, циклоконденсация.

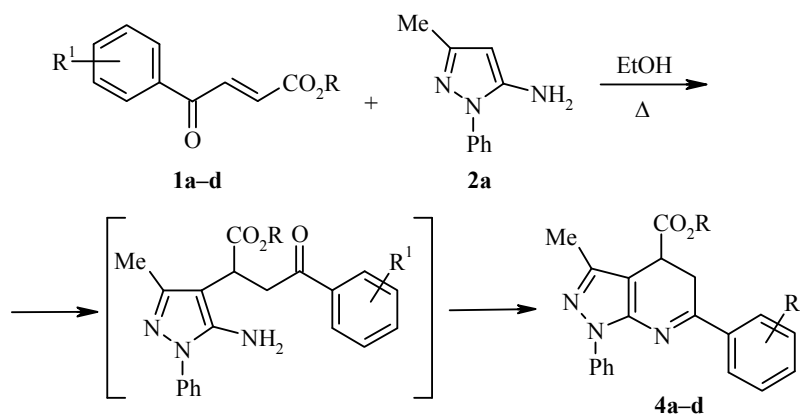
3-Ароилакриловые кислоты и их функциональные производные являются удобными биелектрофильными реагентами в синтезе шестичленных гетероциклов [1–5]. Формальные схемы [4+2]-, [3+3]- или [2+4]-циклоприсоединения отвечают взаимодействию этих соединений с 1,4-, 1,3- и 1,2-бинуклеофилами соответственно. Наименее изученными остаются реакции 3-ароилакриловых кислот с α -аминоазолами – этой проблеме посвящено всего несколько публикаций [6, 7]. В то же время удобным методом синтеза азолопиридиновых либо азолопиримидиновых систем является взаимодействие еноновых систем (халконов) с α -аминоазолами [8]. Синтетическая доступность 3-ароилакриловых кислот [9, 10], высокая реакционная способность активированной этиленовой связи [11–13], возможность функционализации карбоксильной группы свидетельствуют об очевидных преимуществах таких биелектрофилов перед халконами.

В настоящей работе нами изучена циклоконденсация эфиров 3-ароилакриловых кислот **1a–d** с 5-аминопиразолами **2a,b** и 3-ароилакриловых кислот **1d–g** с 3-амино-1,2,4-триазолом (**3**).

В литературе описано образование как производных пиразоло[1,5-*a*]пиримидина [14–17], так и пиразоло[3,4-*b*]пиридина [18–20] в реакциях 5-аминопиразолов с соединениями, имеющими еноновые фрагменты структуры. Использование в подобных взаимодействиях производных 3-ароилакриловых кислот позволяет синтезировать функционализированные дигидроазолоазиновые системы [6].

В реакции эфиров **1a–d** с 5-аминопиразолом **2a** в этаноле с высокими выходами, в виде желтых кристаллов получены пиразоло[3,4-*b*]пиридины **4a–d**. Формирование пиразолопиридинового бицикла обусловлено, прежде всего, нуклеофильными центрами молекулы 5-аминопиразола [18, 19]. Синтез пиразолопиридинов **4a–d** включает образование α -аддукта по атому С-4 пиразола **2a**.

Спектры ЯМР ^1H подтверждают строение полученных продуктов. Сигналы протонов дигидропиридинового цикла проявляются в виде типичной АВХ системы, сигналы ароматических протонов проявляются в области 7.10–8.00 м. д. в виде мультиплетов, наблюдаются трехпротонные синглеты метильных групп. Отсутствие слабополюного сигнала NH протона в спектрах ЯМР ^1H свидетельствует о существовании продуктов **4a–d** в иминной а не енаминной таутомерной форме в растворах ДМСО- d_6 .



1, 4 a–c R = Me, **a** R¹ = H, **b** R¹ = 4-MeO, **c** R¹ = 4-Br; **1, 4 d** R = Et, R¹ = 4-Br

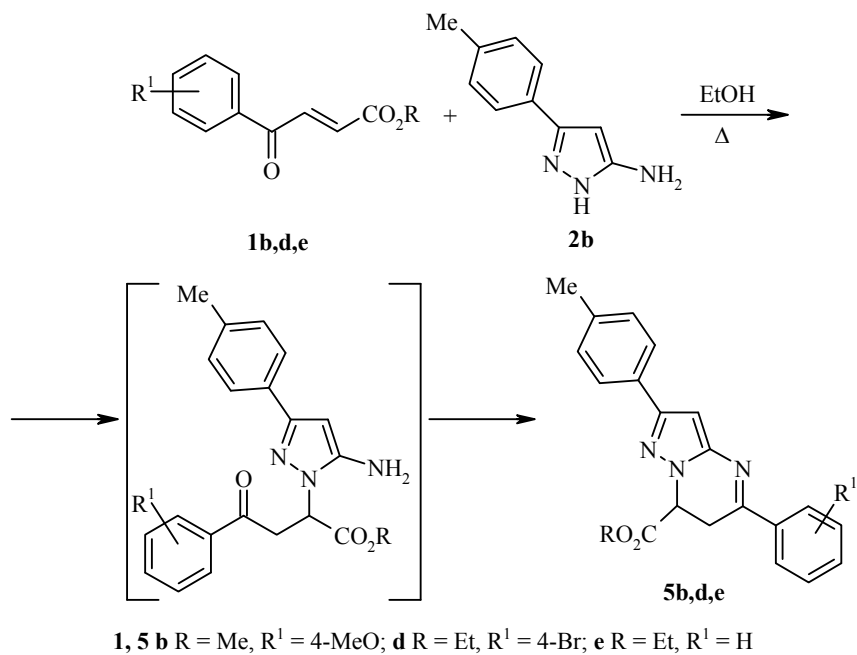
В ИК спектрах пиразолопиримидинов **4a–d** присутствует интенсивное поглощение при 1720 см^{-1} (C=O сложноэфирной группы), отсутствует типичная полоса C=C–NH группы при $1640\text{–}1670\text{ см}^{-1}$, что подтверждает их иминную структуру и в кристаллах [18].

Взаимодействие 5-аминопиразола **2b** и эфиров **1b,d,e** проходит в аналогичных экспериментальных условиях и позволяет получить пиразоло[1,5-*a*]пиримидины **5b,d,e** с несколько меньшими выходами, чем выходы пиразоло[3,4-*b*]пиримидинов **4a–d**.

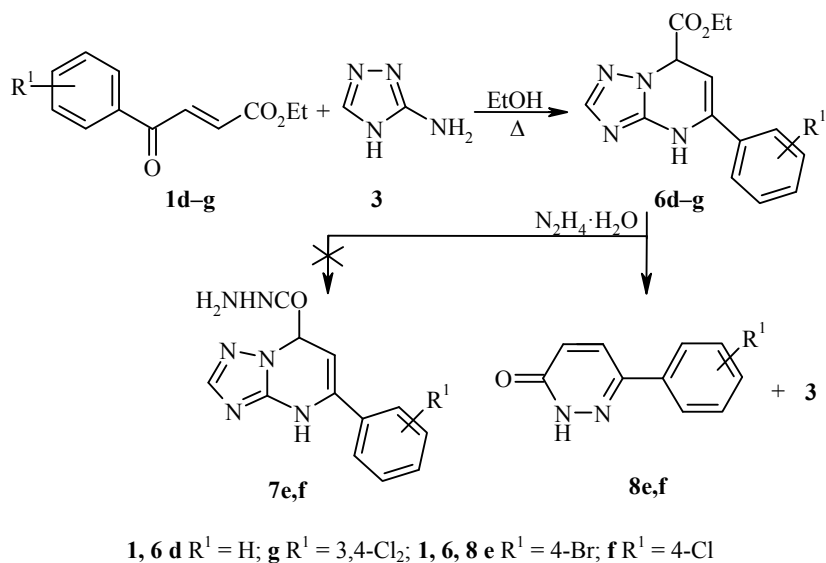
В молекуле амина **2b** наиболее нуклеофильным центром оказывается атом N-1 пиразольного цикла, с участием которого и происходит присоединение по активированной связи C=C эфиров **1**.

Формирование пиразоло[1,5-*a*]пиримидинового кольца подтверждается прежде всего наличием в спектрах ЯМР ^1H полученных продуктов **5b,d,e** синглета протона H-3, а также дублета дублетов протонов метиленовой и метиновой групп, подобно производным **4a–d**. По данным ИК спектров соединения **5b,d,e** также существуют в иминной таутомерной форме.

Циклоконденсация эфиров **1d–g** была также проведена с 3-аминотриазолом **3**. Сообщалось, что образование [1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидиновых систем на основе α,β -ненасыщенных кетонов и амина **3** требует довольно жёстких условий реакции, а именно кипячения реагентов в ДМФА либо бутаноле [22]. Так как взаимодействие эфиров **1d–g** и амина **3** при кипячении в ДМФА сопровождается осмолением, мы осуществили эту



реакцию при кипячении в этаноле. В результате были получены триазоло-[1,5-*a*]пиримидины **6d–g** с хорошими выходами.



В спектрах ЯМР ¹H продуктов **6d–g** проявляются сигналы протонов 4,7-дигидропиримидинового фрагмента в виде системы АВ, сигнал протона триазольного цикла в виде синглета и синглет NH протона (исчезает при добавлении D₂O), подтверждающие образования триазоло[1,5-*a*]пиримидинового цикла. На химический сдвиг протона Н-6 бицикла оказывают влияние галогенные заместители в арильном радикале (сравни соединения **6d** и **6g**), тогда как положение сигнала протона Н-7 практически не изменяется в продуктах **6d–g**. В соединении **6g** наблюдается слабopольное

смещение и сигнала протона NH группы при введении электроноакцепторных заместителей, что непрямым образом свидетельствует в пользу приведенной структуры и, соответственно, направленности формирования пиримидинового цикла в молекулах **6d–g**.

В ИК спектрах триазолопиримидинов **6d–g** наличие сложноэфирной и эндоциклической виниленовой групп подтверждается интенсивными полосами поглощения при 1730–1740 и 1655 см⁻¹ соответственно. В области 3200 см⁻¹ проявляются уширенные полосы средней интенсивности вторичной аминогруппы. Эти данные подтверждают, что триазолопиримидины **6d–g** содержащие акцепторный триазольный цикл, существуют в енаминной таутомерной форме в растворах ДМСО-d₆ и в твердой фазе, что хорошо согласуется с литературными данными о таутомерии [1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидиновых систем [8, 14].

Для модификации сложноэфирной группы была проведена реакция соединений **6e,f** с гидразингидратом. Однако, продуктами такого взаимодействия оказались не ожидаемые гидразиды **7e,f**, а описанные в литературе [23] 6-арилпиридазин-3(2*H*)-оны **8e,f**, что свидетельствует о рециклизации дигидропиримидинового цикла в ходе реакции. Соединения **8e,f** также легко образуются при взаимодействии 3-ароилакриловых кислот с гидразином [23].

Таким образом, взаимодействие эфиров β-ароилакриловых кислот с α-аминоазолами проходит через стадию образования α-аддукта с участием наиболее нуклеофильного центра α-аминоазола и позволяет получать анелированные азолазиновые системы, содержащие карбоксилатную группу.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры зарегистрированы на приборе IR-75 в таблетках KBr. Спектры ЯМР ¹H записаны на приборе Varian Mercury VX-200 (200 МГц) в растворе ДМСО-d₆, внутренний стандарт TMS. Элементный анализ выполнен на приборе LECO CHNS-900. Температуры плавления определены на приборе Кофлера. Ход реакции, а также чистота полученных соединений контролировались с помощью ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе толуол–этилацетат, 2:1.

Эфиры 3-ароилакриловых кислот получены по известным методикам [24, 25]. Использованы коммерческие 5-аминопиразолы **2a,b** и 3-аминотриазол **3** фирмы Merck.

Алкил-6-арил-3-метил-1-фенил-4,5-дигидро-1*H*-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-4-карбоксилаты **4** и алкил-5-арил-2-(4-метилфенил)-6,7-дигидропиразоло[1,5-*a*]пиримидин-7-карбоксилаты **5** (общая методика). Смесь 10 ммоль соответствующего эфира **1** и 12 ммоль соответствующего 5-аминопиразола **2** в 10 мл этанола кипятят 3 ч. Раствор охлаждают, выпавший осадок отфильтровывают и кристаллизуют из этанола.

Метил-3-метил-1,6-дифенил-4,5-дигидро-1*H*-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-4-карбоксилат (**4a**). Выход 70%, т. пл. 125–126 °С. ИК спектр, ν, см⁻¹: 1610 (C=N), 1725 (C=O), 2905, 2960 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 2.25 (3H, с, 3-CH₃); 3.00 (1H, д, д, ²*J* = 17.7, ³*J* = 9.5) и 3.63 (1H, д, д, ²*J* = 17.7, ³*J* = 2.7, 5-CH₂); 3.58 (3H, с, OCH₃); 4.10 (1H, д, д, ³*J* = 9.5, ³*J* = 2.7, H-4); 7.29 (1H, т, *J* = 7.3, H 1-Ph); 7.46–7.53 (5H, м, H 6-Ph); 7.89 (2H, д, *J* = 7.6, H 1-Ph); 8.04 (2H, д, *J* = 7.6, H 1-Ph).

Найдено, %: С 72.99; Н 5.58; N 12.15. C₂₁H₁₉N₃O₂. Вычислено, %: С 73.03; Н 5.54; N 12.17.

Метил-3-метил-6-(4-метоксифенил)-1-фенил-4,5-дигидро-1H-пиразоло-[3,4-*b*]пиридин-4-карбоксилат (4b). Выход 69%, т. пл. 129–130 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1610 (C=N), 1730 (C=O), 2900, 2950 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 2.24 (3H, с, 3-CH₃); 2.91 (1H, д, д, ²*J* = 17.4, ³*J* = 9.0) и 3.56 (1H, д, д, ²*J* = 17.4, ³*J* = 3.0, 5-CH₂); 3.62 (3H, с, CO₂CH₃); 3.82 (3H, с, C₆H₄OCH₃); 4.05 (1H, д, д, ³*J* = 9.0, ³*J* = 3.0, H-4); 7.04 (2H, д, *J* = 9.0, *o*-H Ar); 7.28 (1H, т, *J* = 8.0, *p*-H Ph); 7.44–7.48 (2H, м, *m*-H Ph); 7.90 (2H, д, *J* = 8.0, *o*-H Ph); 8.01 (2H, д, *J* = 9.0, *m*-H Ar). Найдено, %: С 70.34; Н 5.67; N 11.21. C₂₂H₂₁N₃O₃. Вычислено, %: С 70.38; Н 5.64; N 11.19.

Метил-6-(4-бромфенил)-3-метил-1-фенил-4,5-дигидро-1H-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-4-карбоксилат (4c). Выход 71%, т. пл. 133–134 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1620 (C=N), 1720 (C=O), 2905, 2950 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 2.25 (3H, с, 3-CH₃); 3.0 (1H, д, д, ²*J* = 17.5, ³*J* = 9.1) и 3.57 (1H, д, д, ²*J* = 17.5, ³*J* = 2.9, 5-CH₂); 3.60 (3H, с, OCH₃); 4.10 (1H, д, д, ³*J* = 9.1, ³*J* = 2.9, H-4); 7.30 (1H, т, *J* = 7.7, *p*-H Ph); 7.50–7.54 (2H, м, *m*-H Ph); 7.71 (2H, д, *J* = 7.7, *o*-H Ar); 7.86 (2H, д, *J* = 7.9, *m*-H Ar); 7.97 (2H, д, *J* = 7.9, *o*-H Ph). Найдено, %: С 59.40; Н 4.24; N 9.94. C₂₁H₁₈BrN₃O₂. Вычислено, %: С 59.45; Н 4.28; N 9.90.

Этил-6-(4-бромфенил)-3-метил-1-фенил-4,5-дигидро-1H-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-4-карбоксилат (4d). Выход 67%, т. пл. 81–82 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1620 (C=N), 1730 (C=O), 2900, 2950 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.12 (3H, т, *J* = 7.0, OCH₂CH₃); 2.26 (3H, с, 3-CH₃); 2.97 (1H, д, д, ²*J* = 17.9, ³*J* = 9.5) и 3.58 (1H, д, д, ²*J* = 17.9, ³*J* = 2.6, 5-CH₂); 4.02 (2H, к, *J* = 7.0, OCH₂CH₃); 4.07 (1H, д, д, ³*J* = 9.5, ³*J* = 2.6, H-4); 7.31 (1H, т, *J* = 7.7, *p*-H Ph); 7.50–7.54 (2H, м, *m*-H Ph); 7.71 (2H, д, *J* = 8.4, *o*-H Ar); 7.97 (2H, д, *J* = 8.4, *m*-H Ar); 7.86 (2H, д, *J* = 7.7, *o*-H Ph). Найдено, %: С 60.34; Н 4.54; N 9.49. C₂₂H₂₀BrN₃O₂. Вычислено, %: С 60.28; Н 4.60; N 9.59.

Метил-2-(4-метилфенил)-5-(4-метоксифенил)-6,7-дигидропиразоло[1,5-*a*]пиримидин-7-карбоксилат (5b). Выход 59%, т. пл. 174–176 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1610 (C=N), 1740 (C=O), 2900, 2950 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 2.31 (3H, с, C₆H₄CH₃); 3.51 (1H, д, д, ²*J* = 17.4, ³*J* = 9.0) и 3.75 (1H, д, д, ²*J* = 17.4, ³*J* = 4.4, 6-CH₂); 3.62 (3H, с, CO₂CH₃); 3.82 (3H, с, C₆H₄OCH₃); 5.41 (1H, д, д, ³*J* = 9.0, ³*J* = 4.4, H-7); 6.81 (1H, с, H-3); 7.04 (2H, д, *J* = 8.8, *o*-H Ar); 7.21 (2H, д, *J* = 8.0, *o*-H Tol); 7.71 (2H, д, *J* = 8.0, *m*-H Tol); 8.01 (2H, д, *J* = 8.8, *m*-H Ar). Найдено, %: С 70.30; Н 5.60; N 11.23. C₂₂H₂₁N₃O₂. Вычислено, %: С 70.38; Н 5.64; N 11.19.

Этил-5-(4-бромфенил)-2-(4-метилфенил)-6,7-дигидропиразоло[1,5-*a*]пиримидин-7-карбоксилат (5d). Выход 55%, т. пл. 159–160 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1610 (C=N), 1735 (C=O), 2900, 2970 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.10 (3H, т, *J* = 7.0, CH₂CH₃); 2.31 (3H, с, C₆H₄CH₃); 3.57 (1H, д, д, ²*J* = 18.3, ³*J* = 8.4) и 3.68 (1H, д, д, ²*J* = 18.3, ³*J* = 2.6, 6-CH₂); 4.07 (2H, к, *J* = 7.0, CH₂CH₃); 5.41 (1H, д, д, ³*J* = 8.4, ³*J* = 2.6, H-7); 6.91 (1H, с, H-3); 7.22 (2H, д, *J* = 8.1, *o*-H Tol); 7.72 (2H, д, *J* = 8.1, *m*-H Tol); 7.79 (2H, д, *J* = 8.8, *o*-H Ar); 7.98 (2H, д, *J* = 8.8, *m*-H Ar). Найдено, %: С 60.26; Н 4.64; N 9.63. C₂₂H₂₀BrN₃O₂. Вычислено, %: С 60.28; Н 4.60; N 9.59.

Этил-2-(4-метилфенил)-5-фенил-6,7-дигидропиразоло[1,5-*a*]пиримидин-7-карбоксилат (5e). Выход 57%, т. пл. 155–156 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1610 (C=N), 1735 (C=O), 2910, 2970 (CH₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.10 (3H, т, *J* = 7.0, CH₂CH₃); 2.30 (3H, с, C₆H₄CH₃); 3.55 (1H, д, д, ²*J* = 18.3, ³*J* = 8.4) и 3.63 (1H, д, д, ²*J* = 18.3, ³*J* = 2.6, 6-CH₂); 4.06 (2H, к, *J* = 7.0, CH₂CH₃); 5.40 (1H, д, д, ³*J* = 8.4, ³*J* = 2.6, H-7); 6.88 (1H, с, H-3); 7.20 (2H, д, *J* = 8.1, *o*-H Tol); 7.63–7.75 (3H, м, H Ph); 7.72 (2H, д, *J* = 8.1, *m*-H Tol); 7.90 (2H, д, *J* = 8.8, *o*-H Ph). Найдено, %: С 73.49; Н 5.83; N 11.74. C₂₂H₂₁N₃O₂. Вычислено, %: С 73.52; Н 5.89; N 11.69.

Этил-5-арил-4,7-дигидро-[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин-7-карбоксилаты 6 (общая методика). Смесь 10 ммоль эфира **1** и 12 ммоль амина **3** в 10 мл этанола кипятят 4 ч. Раствор охлаждают, выпавший осадок отфильтровывают, промывают горячей водой, этанолом и сушат на воздухе.

Этил-5-фенил-4,7-дигидро-[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин-7-карбоксилат (6d). Выход 68%, т. пл. 182–184 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1655 (C=C), 1740 (C=O), 3200 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.19 (3H, т, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 4.15 (2H, к, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 5.15 (1H, д, $J = 4.3$, H-6); 5.79 (1H, д, $J = 4.3$, H-7); 7.40–7.60 (5H, м, H Ph); 7.74 (1H, с, H-2); 10.17 (1H, уш. с, NH). Найдено, %: C 62.17; H 5.19; N 20.70. $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: C 62.21; H 5.22; N 20.73.

Этил-5-(4-бромфенил)-4,7-дигидро-[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин-7-карбоксилат (6e). Выход 70%, т. пл. 160–162 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1655 (C=C), 1745 (C=O), 3200 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.19 (3H, т, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 4.12 (2H, к, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 5.19 (1H, д, $J = 4.0$, H-6); 5.78 (1H, д, $J = 4.0$, H-7); 7.53 (2H, д, $J = 8.5$, m -H Ar); 7.62 (2H, д, $J = 8.5$, o -H Ar); 7.73 (1H, с, H-2); 10.19 (1H, уш. с, NH). Найдено, %: C 48.20; H 3.68; N 16.10. $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{BrN}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: C 48.16; H 3.75; N 16.05.

Этил-5-(4-хлорфенил)-4,7-дигидро-[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин-7-карбоксилат (6f). Выход 75%, т. пл. 172–174 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1655 (C=C), 1740 (C=O), 3210 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.18 (3H, т, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 4.15 (2H, к, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 5.20 (1H, д, $J = 4.3$, H-6); 5.78 (1H, д, $J = 4.3$, H-7); 7.47 (2H, д, $J = 8.5$, m -H Ar); 7.61 (2H, д, $J = 8.5$, o -H Ar); 7.73 (1H, с, H-2); 10.19 (1H, уш. с, NH). Найдено, %: C 55.20; H 4.25; N 18.42. $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{ClN}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: C 55.18; H 4.30; N 18.39.

Этил-5-(3,4-дихлорфенил)-4,7-дигидро-[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин-7-карбоксилат (6g). Выход 74%, т. пл. 124–126 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1655 (C=C), 1738 (C=O), 3200 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.19 (3H, т, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 4.15 (2H, к, $J = 7.0$, CH_2CH_3); 5.33 (1H, д, $J = 4.2$, H-6); 5.79 (1H, д, $J = 4.2$, H-7); 7.56–7.96 (3H, м, H Ar); 7.75 (1H, с, H-2); 10.28 (1H, уш. с, NH). Найдено, %: C 49.50; H 3.60; N 16.48. $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{Cl}_2\text{N}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: C 49.58; H 3.57; N 16.52.

6-(4-Бромфенил)пиридазин-3(2H)-он (8e). Раствор 0.35 г (1 ммоль) соединения **6e** в 2.5 мл (50 ммоль) 95% гидразингидрата нагревают на водяной бане 5 ч. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой и кристаллизуют из этанола. Получают 0.15 г (60%) продукта **8e**, т. пл. 228–229 °С (т. пл. 228–229 °С [23]). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1665 (C=O), 3256 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 6.96 (1H, д, $J = 9.9$, H-5); 7.59 (2H, д, $J = 8.8$, o -H Ar); 7.88 (2H, д, $J = 8.8$, m -H Ar); 8.07 (1H, д, $J = 9.9$, H-4); 13.21 (1H, уш. с, NH).

6-(4-Хлорфенил)пиридазин-3(2H)-он (8f) синтезируют аналогично соединению **8e**. Выход 57%, т. пл. 220–221 °С (т. пл. 220–221 °С [23]). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1660 (C=O), 3260 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 6.98 (1H, д, $J = 9.9$, H-5); 7.52 (2H, д, $J = 8.8$, o -H Ar); 7.86 (2H, д, $J = 8.8$, m -H Ar); 8.02 (1H, д, $J = 9.9$, H-4); 13.21 (1H, уш. с, NH).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. He, G. J. Uc, J. W. Bode, *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 15088 (2006).
2. T. V. Beryozkina, N. N. Kolos, V. D. Orlov, R. I. Zubatyuk, O. V. Shishkin, *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.*, **179**, 2153 (2004).
3. P. Jakubec, D. Berkeš, R. Šiška, M. Gardianová, F. Považanec, *Tetrahedron: Asymmetry*, **17**, 1629 (2006).
4. N. Kolos, T. Beryozkina, V. Orlov, *Heterocycles*, **60**, 2115 (2003).
5. R. Messer, A. Schmitz, L. Moesch, R. Häner, *J. Org. Chem.*, **69**, 8558 (2004).

6. Н. Н. Колос, Л. Ю. Коваленко, С. В. Шишкина, О. В. Шишкин, И. С. Коновалова, *ХГС*, 1646 (2007). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **43**, 1397 (2007)].
7. N. N. Kolos, T. V. Beryozkina, V. D. Orlov, *Mendeleev Commun.*, **12**, 91 (2002).
8. V. A. Chebanov, S. M. Desenko, T. W. Gurley, *Azaheterocycles Based on α,β -Unsaturated Carbonyls*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008, p. 212.
9. N. V. Tolstoluzhsky, N. Y. Gorobets, N. N. Kolos, S. M. Desenko, *J. Comb. Chem.*, **10**, 893 (2008).
10. D. Papa, E. Schwenk, F. Villani, E. Klingsberg, *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 3356 (1948).
11. P.-C. Chiang, J. Kaecobamrung, J. W. Bode, *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 3520 (2007).
12. X. Han, *Tetrahedron Lett.*, **48**, 2845 (2007).
13. Р. Дж. Хачикян, Н. В. Карамян, Г. А. Паносян, М. Г. Инджикян, *Изв. АН, Сер. хим.*, 1923 (2005).
14. J. Quiroga, J. Trilleras, B. Insuasty, R. Abonía, M. Nogueras, J. Cobo, *Tetrahedron Lett.*, **49**, 2689 (2008).
15. Н. Л. Нам, И. И. Грандберг, В. И. Сорокин, *ХГС*, 1379 (2003). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **39**, 1210 (2003)].
16. В. В. Липсон, С. М. Десенко, М. Г. Широбокова, О. В. Шишкин, С. В. Шишкина, *ЖОрХ*, **42**, 1040 (2006).
17. В. В. Липсон, Т. М. Карножицкая, С. М. Десенко, С. В. Шишкина, О. В. Шишкин, В. И. Мусатов, *ЖОрХ*, **43**, 257 (2007).
18. Н. Л. Нам, И. И. Грандберг, В. И. Сорокин, *ХГС*, 1080 (2003). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **39**, 937 (2003)].
19. V. A. Chebanov, Y. I. Sakhno, S. M. Desenko, V. N. Chernenko, V. I. Musatov, S. V. Shishkina, O. V. Shishkin, C. O. Karpe, *Tetrahedron*, **63**, 1229 (2007).
20. В. В. Липсон, С. М. Десенко, М. Г. Широбокова, О. В. Шишкин, С. В. Шишкина, *ЖОрХ*, **42**, 1040 (2006).
21. С. М. Десенко, *ХГС*, 147 (1995). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **31**, 125 (1995)].
22. С. М. Десенко, В. Д. Орлов, Н. В. Гетманский, *ХГС*, 481 (1993). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **29**, 406 (1993)].
23. P. Desos, G. Schlewer, C. G. Wermuth, *Heterocycles*, **28**, 1085 (1989).
24. K. Onoue, T. Shintou, C. S. Zhang, I. Itoh, *Chem. Lett.*, **35**, 22 (2006).
25. B. J. Cramer, W. Schroeder, W. J. Moran, C. H. Nield, M. Edwards, C. I. Jarowski, B. Puetzer, *J. Am. Pharm. Assoc., Sci. Ed.*, **37**, 439 (1948).

Харьковский национальный университет
им. В. Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, Харьков 61077, Украина
e-mail: kolos_n@mail.ru

Поступило 09.04.2011

“НТК “Институт монокристаллов” НАН Украины,
пр. Ленина, 60, Харьков 61178, Украина
e-mail: borovskoy@gmail.com