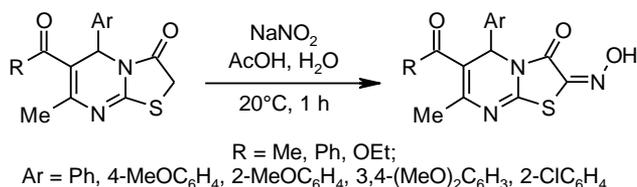


Нитрозирование 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-онов

Евгения А. Лашманова¹, Андрей К. Ширяев^{1*}

¹ Самарский государственный технический университет,
ул. Молодогвардейская, 244, Самара 443100, Россия;
e-mail: andrey_shiryayev@yahoo.com

Поступило 5.02.2015
Принято 13.03.2015



Взаимодействием 2,3-дигидро-5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3-онов с нитритом натрия в уксусной кислоте при комнатной температуре получены 2-(гидроксиимино)-5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-оны, которые, по данным спектров ЯМР, существуют в виде одного изомера. Согласно расчету методом B3LYP/6-311++G(d,p), *E*-изомер гидроксииминопроизводного устойчивее *Z*-изомера на 15.7 кДж/моль.

Ключевые слова: оксимины, тиазолопиримидины, *Z/E*-изомеры, квантово-химические расчеты, нитрозирование.

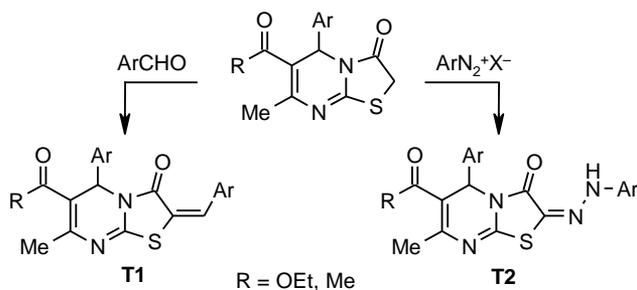
Конденсированные гетероциклические системы, содержащие фрагменты природных соединений, привлекают всё большее внимание химиков и фармакологов. К подобным структурам относятся тиазолопиримидины, у которых была обнаружена противомикробная, противораковая, антивирусная, противовоспалительная, антипсихотическая и антипаркинсоническая активность.¹

Среди изомерных тиазолопиримидинов одним из наиболее доступных является тиазоло[3,2-*a*]пиримидин, функциональные производные которого образуются при конденсации 1,2,3,4-тетрагидропиримидин-2-тионов, синтезируемых по реакции Биджинелли в различных ее вариантах,² с 2-галогенкарбонными кислотами и их производными, 2-галогенкетонами и броммалонодинитрилом.³

Производные 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-она содержат активную метиленовую группу, но известны лишь две реакции с ее участием: во-первых, конденсация с ароматическими и гетероароматическими альдегидами, позволившая получить широкий ряд биологически активных бензильденовых производных^{1a,c} (**T1**), и, во-вторых, конденсация с солями диазония, которая дает соответствующие 2-арилгидразонопроизводные^{1d} (**T2**) (схема 1).

Реакция нитрозирования в ряду 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-онов не изучена, хотя и представляет интерес для поиска новых структур с потенциальной биологической активностью. Сведения по нитрозированию конденсированных тиазолидиноновых систем

Схема 1

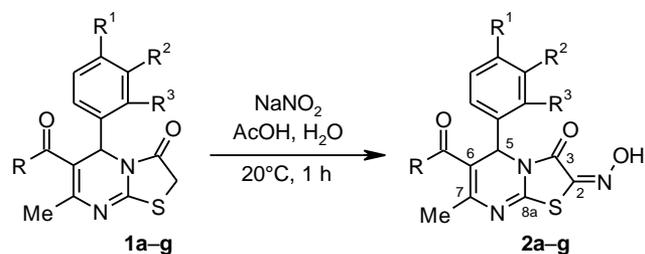


в базе данных *Reaxys* отсутствуют, в то время как для тиазолидиноновых производных подобная реакция известна более 100 лет.⁴

При изучении взаимодействия 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-онов **1a–g** с нитритом натрия в ледяной уксусной кислоте с выходом 43–86% были получены 2-(гидроксиимино)-5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-оны **2a–g** (схема 2).

Реакция нитрозирования производных 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-она протекает селективно. Был выделен единственный продукт, содержащий оба гетероциклических фрагмента, несмотря на то, что они являются неароматическими и могут разрушаться с образованием как производных тиазола,⁵ так и производных пиримидина.⁶ В спектрах ЯМР ¹H соединений **2a–g** сигнал протона оксимной группы проявляется при 10.97–13.80 м. д., а в спектрах ЯМР ¹³C сигнал атома

Схема 2

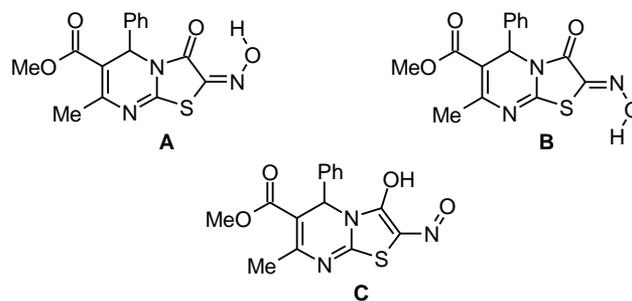


a, d–g R = OEt, **b** R = Ph, **c** R = Me; **a–c** R¹ = R² = R³ = H;
d R¹ = R² = H, R³ = OMe; **e** R¹ = OMe, R² = R³ = H;
f R¹ = R² = OMe, R³ = H; **g** R¹ = R² = H, R³ = Cl

углерода C-2 – при 143.0–150.9 м. д. Сигнал атома углерода C-3 амидной группы (158.0–160.0 м. д.) смещен в сторону более сильного поля по сравнению с соответствующим сигналом исходного соединения **1b** (171.5 м. д.). Положение сигналов атомов C-2 и C-3 соответствует сигналам атомов углерода 5-(гидроксиимино)тиазолидин-4-он-2-тионов^{7a} оксимной (139.3–141.0 м. д.) и амидной групп (159.8–160.8 м. д.) и аналогичным сигналам 4-бензил-2-(гидроксиимино)тиоморфолин-3-она^{7b} (143.9 и 157.2 м. д.).

Низкий выход гидроксииминопроизводного 6-ацетил-5H-тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3-она **2c** (43%), вероятно, связан с возможным нитрозированием ацетильной группы.

В спектрах ЯМР ¹H и ¹³C продуктов нитрозиования **2a–g** наблюдается только один набор сигналов, что свидетельствует в пользу образования одного из возможных изомеров гидроксииминопроизводных (рис. 1). Расчеты методом DFT B3LYP/6-311++G(d,p) подтверждают, что наиболее устойчивым является *E*-изомер **A**: его энергия Гиббса (при 298.15 К) на 15.7 кДж/моль ниже энергии *Z*-изомера **B**. Для структуры нитрозоенольного таутомера **C**, оптимизированной в минимальном базисе, дальнейшая оптимизация в расширенном базисе (6-311++G(d,p)) приводит к структуре оксима **A**. Большая устойчивость *E*-изомера, вероятно, объясняется образованием водородной связи с соседней карбонильной группой, что согласуется с результатами исследований изомеров монооксидов 1,2-нафтохинонов.⁸ Методом ЯМР и расчетом на уровне MP4 (SDTQ)/6-31G(d,p)//RHF/6-31G(d,p) авторами было показано, что оксимная форма более стабильна, чем нитрозоенольная, и наиболее устойчив *син*-изомер монооксима. В спектрах ЯМР ¹³C обоих монооксидов, записанных в ДМСО-*d*₆, наблюдался один набор сигналов атомов углерода, который был отнесен к *син*-изомерам с внутримолекулярной водородной связью. Удвоение части сигналов атомов углерода в спектрах ЯМР ¹³C, записанных в растворе CDCl₃, авторы объяснили появлением второго изомера – *анти*-2-(гидроксиимино)-нафтален-1(2*H*)-она, и конформера *син*-1-(гидроксиимино)нафтален-2(1*H*)-она с *s-транс*-положением атома водорода гидроксильной группы. В спектрах ЯМР производных тиазолопиримидинов, записанных как в CDCl₃ (соединения **2a, e–g**), так и в ДМСО-*d*₆ (соединения **2b–d**), присутствует лишь один набор сигналов.

Рисунок 1. Структуры возможных изомеров гидроксииминопроизводного **2a**

Необходимо отметить противоположное влияние сольватационных эффектов на положение сигнала протона оксимной группы гидроксииминопроизводных тиазолопиримидинов и 1,2-нафтохинонов. Если в спектрах, записанных в ДМСО-*d*₆, этот сигнал наблюдается практически в одном диапазоне для производных тиазолопиримидинов **2b–d** (13.72–13.83 м. д.) и нафтохинона (13.63–14.28 м. д.),⁸ то в спектрах, записанных в CDCl₃, он смещен в более слабое поле для производных нафтохинона (17.02–17.45 м. д.),⁸ но в более сильное – для производных тиазолопиримидина **2a, e–g** (10.97–12.05 м. д.). Вероятно, это связано с вращением относительно связи N–O.

Таким образом, нитрозирование тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-онов позволяет получать 2-(гидроксиимино)тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-оны, существующие, согласно квантово-химическим расчетам и данным спектроскопии ЯМР, в виде *E*-изомеров.

Экспериментальная часть

ИК спектры зарегистрированы на приборе Shimadzu FTIR8500S в тонком слое (соединение **2a**) и в таблетках KBr (остальные соединения). Спектры ЯМР ¹H и ¹³C зарегистрированы на приборе JEOL JNM ECX-400 (400 и 100 МГц соответственно) в ДМСО-*d*₆ (соединения **1b, 2b–d**) или в CDCl₃ (остальные соединения), внутренний стандарт ТМС. Элементный анализ выполнен на приборе EuroVector EA-3000. Температуры плавления определены на приборе ПТП-2. Квантово-химические расчеты проведены с помощью программы Gaussian-09 методом B3LYP/6-311++G(d,p) с учетом энергии нулевых колебаний и термической коррекции электронной энергии до энергии Гиббса при 298.15 К.

Тиазоло[3,2-*a*]пиримидины **1a–g** получены реакцией соответствующих 1,2,3,4-тетрагидропиримидин-2-тионов с этилхлорацетатом, типичная методика⁹ приведена для неизвестного ранее производного **1b**.

6-Бензил-7-метил-5-фенил-5H-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-он (1b). Смесь 5.5 г (18 ммоль) 5-бензил-6-метил-4-фенил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-2-тиона¹⁰ и 11.0 г (90 ммоль) этилового эфира хлоруксусной кислоты нагревают при 110 °С в течение 30 мин. Раствор охлаждают, добавляют 15 мл EtOAc, выпавший осадок отфильтровывают, промывают EtOAc, сушат и перекристаллизовывают из CHCl₃. Выход 5.1 г (74%), желтоватые кристаллы, т. пл. 187–189 °С.

ИК спектр, ν , cm^{-1} : 2935 (C–H), 1770 (C=O), 1570 (C–C Ph), 698 (C–H Ph). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.68 (3H, с, CH_3); 4.13 (2H, с, 2- CH_2); 5.94 (1H, с, 5-CH); 7.13–7.35 (5H, м, H Ph); 7.37–7.46 (2H, м, H Ph); 7.48–7.58 (3H, м, H Ph). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 22.5 (CH_3); 33.0 (C-2); 56.8 (C-5); 116.3 (C-6); 127.5 (C Ph); 128.8 (C Ph); 129.0 (C Ph); 129.4 (C Ph); 129.5 (C Ph); 133.5 (C Ph); 139.0 (C Ph); 140.3 (C Ph); 144.3 (C-7); 161.1 (C-8a); 171.5 (C-3); 195.9 (COPh). Найдено, %: C 68.79; H 4.56; N 8.10; S 9.11. $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$. Вычислено, %: C 68.95; H 4.63; N 8.04; S 9.20.

Этил-2-(гидроксиимино)-7-метил-3-оксо-5-фенил-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилат (2a). К суспензии 1.76 г (5.0 ммоль) тиазолопиримидина **1a**⁹ в 15 мл AcOH при 20 °C в течение 5 мин по каплям добавляют раствор 0.84 г (12 ммоль) NaNO_2 в 2 мл H_2O . Осадок растворяется, раствор становится светло-желтым. Реакционную смесь перемешивают в течение 1 ч, разбавляют водой, выпавший осадок отфильтровывают, сушат. Выход 1.20 г (70%), желтые кристаллы, т. пл. 172–175 °C (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3228 (O–H), 2926 (C–H), 1739 (C=O), 1554 (C–C Ph), 702 (C–H Ph). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.15 (3H, т, $J = 6.9$, OCH_2CH_3); 2.50 (3H, с, 7- CH_3); 4.08–4.09 (2H, м, OCH_2CH_3); 6.15 (1H, с, 5-CH); 7.28–7.34 (5H, м, H Ph); 11.71 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 14.1 (OCH_2CH_3); 22.3 (7- CH_3); 55.5 (C-5); 61.1 (OCH_2CH_3); 110.7 (C-6); 128.2 (C Ph); 128.9 (C Ph); 129.2 (C Ph); 138.8 (C Ph); 140.7 (C-7); 150.9 (C-2); 154.1 (C-8a); 159.9 (C-3); 165.2 (COOEt). Найдено, %: C 55.61; H 4.40; N 12.12; S 9.30. $\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_4\text{S}$. Вычислено, %: C 55.64; H 4.38; N 12.17; S 9.28.

6-Бензоил-2-(гидроксиимино)-7-метил-5-фенил-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-3(2H)-он (2b) получают аналогично соединению **2a** из 125 мг (0.33 ммоль) тиазолопиримидина **1b**. Выход 93 мг (75%), желтые кристаллы, т. пл. 135–137 °C (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3448 (O–H), 2920 (C–H), 1735 (C=O), 1570 (C–C Ph), 698 (C–H Ph). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.70 (3H, с, CH_3); 6.04 (1H, с, 5-CH); 7.15–7.33 (5H, м, H Ph); 7.37–7.47 (2H, м, H Ph); 7.51–7.62 (3H, м, H Ph); 13.80 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 22.7 (7- CH_3); 57.0 (C-5); 118.5 (C-6); 127.6 (C Ph); 129.0 (C Ph); 129.2 (C Ph); 129.4 (C Ph); 129.5 (C Ph); 133.9 (C Ph); 138.4 (C Ph); 139.5 (C Ph); 140.1 (C-7); 143.0 (C-2); 152.1 (C-8a); 159.8 (C-3); 195.8 (COPh). Найдено, %: C 63.52; H 4.10; N 11.36; S 8.58. $\text{C}_{20}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$. Вычислено, %: C 63.65; H 4.01; N 11.13; S 8.50.

6-Ацетил-2-(гидроксиимино)-7-метил-5-фенил-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-3(2H)-он (2c) получают аналогично соединению **2a** из 150 мг (0.46 ммоль) тиазолопиримидина **1c**⁹ перекристаллизовывают из смеси CHCl_3 –петролейный эфир, 5:1. Выход 70 мг (43%), желтые кристаллы, т. пл. 148–150 °C (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3421 (O–H), 2924 (C–H), 1735 (C=O), 1608 (C–C Ph), 702 (C–H Ph). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.22 (3H, с, COCH_3); 2.32 (3H, с, 7- CH_3); 6.10 (1H, с, 5-CH); 7.15–7.34 (5H, м, H Ph); 13.83 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 23.5 (7- CH_3); 31.3 (COCH_3); 55.1 (C-5); 119.4

(C-6); 128.2 (C Ph); 129.3 (C Ph); 129.4 (C Ph); 139.9 (C Ph); 140.1 (C-7); 148.3 (C-2); 152.7 (C-8a); 159.7 (C-3); 197.7 (C=O). Найдено, %: C 57.35; H 4.01; N 13.51; S 10.27. $\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$. Вычислено, %: C 57.13; H 4.16; N 13.32; S 10.17.

Этил-2-(гидроксиимино)-7-метил-5-(2-метоксифенил)-3-оксо-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилат (2d) получают аналогично соединению **2a** из 200 мг (0.57 ммоль) тиазолопиримидина **1d**¹¹. Выход 142 мг (66%), желтые кристаллы, т. пл. 197–199 °C (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3410 (O–H), 2978 (C–H), 1743 (C=O), 1566 (C–C Ar), 752 (C–H Ar). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.09 (3H, т, $J = 6.9$, OCH_2CH_3); 2.24 (3H, с, 7- CH_3); 3.68 (3H, с, OCH_3); 3.96–4.00 (2H, м, OCH_2CH_3); 6.06 (1H, с, 5-CH); 6.86–6.90 (1H, м, H Ar); 6.96–6.98 (1H, м, H Ar); 7.22–7.26 (2H, м, H Ar); 13.72 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 14.4 (OCH_2CH_3); 22.7 (7- CH_3); 53.8 (OCH_3); 56.0 (C-5); 60.6 (OCH_2CH_3); 108.8 (C-6); 112.5 (C Ar); 120.5 (C Ar); 127.1 (C Ar); 130.5 (C Ar); 131.6 (C Ar); 140.2 (C-7); 150.0 (C-2); 153.1 (C-8a); 158.0 (C-3); 159.5 (C Ar); 165.5 (COOEt). Найдено, %: C 54.34; H 4.62; N 11.23; S 8.56. $\text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_5\text{S}$. Вычислено, %: C 54.39; H 4.56; N 11.19; S 8.54.

Этил-2-(гидроксиимино)-7-метил-5-(4-метоксифенил)-3-оксо-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилат (2e) получают аналогично соединению **2a** из 280 мг (0.74 ммоль) тиазолопиримидина **1e**⁹ очищают флеш-хроматографией на силикагеле (2% EtOH в CHCl_3). Выход 180 мг (66%), желтые кристаллы, т. пл. 102–105 °C (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3294 (O–H), 1739 (C=O), 1558 (C–C Ar), 732 (C–H Ar). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.16 (3H, т, $J = 7.1$, OCH_2CH_3); 2.49 (3H, с, 7- CH_3); 3.75 (3H, с, OCH_3); 4.07–4.09 (2H, м, OCH_2CH_3); 6.11 (1H, с, 5-CH); 6.79–6.83 (2H, м, H Ar); 7.26–7.30 (2H, м, H Ar); 11.68 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 14.1 (OCH_2CH_3); 22.3 (7- CH_3); 54.9 (OCH_3); 55.4 (C-5); 61.0 (OCH_2CH_3); 110.9 (C-6); 114.2 (C Ar); 129.6 (C Ar); 131.1 (C Ar); 140.8 (C-7); 150.7 (C-2); 153.8 (C-8a); 160.0 (C-3); 160.1 (C Ar); 165.3 (COOEt). Найдено, %: C 54.45; H 4.59; N 11.17; S 8.44. $\text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_5\text{S}$. Вычислено, %: C 54.39; H 4.56; N 11.19; S 8.54.

Этил-2-(гидроксиимино)-5-(3,4-диметоксифенил)-7-метил-3-оксо-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилат (2f) получают аналогично соединению **2a** из 300 мг (0.73 ммоль) тиазолопиримидина **1f**¹¹ очищают флеш-хроматографией на силикагеле (элюент CHCl_3). Выход 193 мг (60%), желтые кристаллы, т. пл. 48–50 °C (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3448 (O–H), 2997 (C–H), 1759 (C=O), 1568 (C–C Ar), 802 (C–H Ar). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.09 (3H, т, $J = 7.1$, OCH_2CH_3); 2.48 (3H, с, 7- CH_3); 3.80 (3H, с, OCH_3); 3.82 (3H, с, OCH_3); 4.03–4.14 (2H, м, OCH_2CH_3); 6.09 (1H, с, 5-CH); 6.75 (1H, д, $J = 8.4$, H Ar); 6.85 (1H, д, $J = 8.4$, $J = 1.9$, H Ar); 6.89 (1H, д, $J = 1.9$, H Ar); 12.05 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 14.1 (OCH_2CH_3); 22.3 (7- CH_3); 55.1 (C-5); 56.0 (OCH_3); 56.1 (OCH_3); 61.0 (OCH_2CH_3); 110.7 (C-6); 111.3 (C Ar); 111.8 (C Ar); 120.5 (C Ar); 131.5 (C Ar); 140.5 (C-7); 148.9 (C Ar); 149.5 (C Ar); 150.7 (C-2); 154.0 (C-8a); 160.0 (C-3); 165.3 (COOEt). Най-

дено, %: С 53.29; Н 4.68; N 10.37; S 7.87. C₁₈H₁₉N₃O₆S. Вычислено, %: С 53.33; Н 4.72; N 10.36; S 7.91.

Этил-2-(гидроксиимино)-7-метил-3-оксо-5-(2-хлорфенил)-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилат (2g) получают аналогично соединению 2a из 100 мг (0.26 ммоль) тиазолопиримидина 1g.⁹ Выход 99 мг (86%), желтые кристаллы, т. пл. 114–116 °С (с разл.). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3471 (О–Н), 2927 (С–Н), 1735 (С=О), 1558 (С–С Ar), 748 (С–Н Ar). Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J, Гц): 1.17 (3H, т, J = 7.1, OCH₂CH₃); 2.46 (3H, с, 7-CH₃); 4.06–4.13 (2H, м, OCH₂CH₃); 6.48 (1H, с, 5-CH); 7.18–7.38 (4H, м, H Ar); 10.97 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м. д.: 14.1 (OCH₂CH₃); 22.5 (7-CH₃); 53.9 (C-5); 61.0 (OCH₂CH₃); 109.8 (C-6); 127.4 (C Ar); 130.2 (C Ar); 130.3 (C Ar); 131.1 (C Ar); 133.9 (C Ar); 136.3 (C Ar); 140.6 (C-7); 150.9 (C-2); 153.2 (C-8a); 159.7 (C-3); 165.1 (COOEt). Найдено, %: С 50.64; Н 3.67; N 10.96; S 8.41. C₁₆H₁₄ClN₃O₄S. Вычислено, %: С 50.60; Н 3.72; N 11.06; S 8.44.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение № 14.577.21.0137, уникальный идентификатор ПНИЭР RЕМЕFI57714X0137) с использованием научного оборудования ЦКП СамГТУ "Исследование физико-химических свойств веществ и материалов".

Список литературы

1. (a) Kashyap, S. J.; Sharma, P. K.; Garg, V. K.; Dudhe, R.; Kumar, N. *J. Adv. Sci. Res.* **2011**, 2(3), 18. (b) Wichmann, J.; Adam, G.; Kolczewski, S.; Mutel, V.; Woltering, T. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **1999**, 9, 1573. (c) Zhi, H.; Zhang, C.; Cheng, Z.; Jin, Z.; Huang, E.; Li, S.; Lin, H.; Wan, D. C.; Hu, C. *Med. Chem.* **2013**, 9, 703. (d) Moty, S. G. A.; Hussein, M. A.; Aziz, S. A. A.; Abou-Salim, M. A. *Saudi Pharm. J.* doi: 10.1016/j.jsps.2013.12.016. (e) Patel, V.; Patel, V. *Pharm. Sin.* **2013**, 4(5), 72.
2. Wan, J.-P.; Liu, Y. *Synthesis* **2010**, 3943.
3. Nagarajiah, H.; Begum, N. S. *J. Chem. Sci.* **2014**, 126, 1347.
4. (a) Maly, R. *Chem. Ber.* **1879**, 12, 967. (b) Troger, J.; Lux, E. *Arch. Pharm.* **1909**, 247, 618.
5. Lebedyeva, I. O.; Povstyanoy, M. V.; Ryabitskii, A. B.; Povstyanoy, V. M. *J. Heterocycl. Chem.* **2010**, 47, 368.
6. Li, X.; Yi, P.; Yu, X. *Chin. J. Chem.* **2010**, 28, 97.
7. (a) Hanefeld, W.; Jalili, M. A. *Arch. Pharm.* **1987**, 320, 329. (b) Szabadkai, I.; Harsányi, K.; Bihari, M.; Rényei, M.; Rác, G. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1* **1998**, 2833.
8. Ivanova, G.; Enchev, V. *Chem. Phys.* **2001**, 264, 235.
9. Shiryaev, A. K.; Baranovskaya, N. S.; Eremin, M. S. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2012**, 48, 1550. [Химия гетероцикл. соединений **2012**, 1662.]
10. Wang, R.; Liu, Z.-Q. *J. Org. Chem.* **2012**, 77, 3952.
11. Mobinikhaledi, A.; Zendehdel, M.; Nasab, M. H.; Fard, M. A. B. *Heterocycl. Commun.* **2009**, 15, 451.