

А. К. Ширяев*, Н. С. Барановская, М. С. Ерёмин

СИНТЕЗ 5*H*-ТИАЗОЛО[3,2-*a*]ПИРИМИДИНОВ

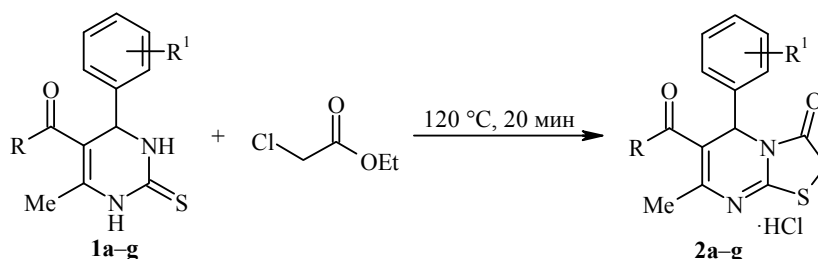
Разработан удобный способ получения 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидинов реакцией тетрагидропиримидин-2-тионов с эфирами галогенкарбоновых кислот или 3-бромпентандионом-2,4.

Ключевые слова: 3-бромпентандион-2,4, тетрагидропиримидины, тиазолопиримидины, эфиры галогенкарбоновых кислот, циклизация.

Поиск удобных методов синтеза дигидропиримидинов [1, 2] обусловлен их способностью регулировать работу кальциевых каналов [3]. Значительно меньше внимания уделялось исследованию химических свойств дигидропиримидинов, но в последнее время появились работы по синтезу конденсированных производных дигидропиримидинов [3] в связи с их широким спектром биологической активности. Производные 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидинов являются антагонистами глутаматного рецептора [4], ингибиторами ацетилхолинэстеразы [5], обладают противовоспалительным, противопаркинсоническим, противогерпетическим действием [6].

При синтезе тиазоло[3,2-*a*]пиримидинов из 1,2,3,4-тетрагидропиримидин-2-тионов возможна циклизация как по атому N-1, так и по атому N-3 пиримидинового цикла [7]. В большинстве случаев циклизация проходит по атому N-3 с образованием 5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидинов, например, при взаимодействии тетрагидропиримидин-2-тионов с α-галогенкетонами [4, 5], 1,2-дибромэтаном [7, 8], α-галогенкарбоновыми кислотами [7, 8] и их галогенангидридами [9], метиловым эфиром хлоруксусной кислоты [10], броммалонодинитрилом [11]. В то же время, при реакции метилового эфира 6-метил-2-тиоксо-4-фенил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоновой кислоты с иодацетамидом циклизация проходит по атому N-1 с образованием 7*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидина [12].

С целью исследования селективности циклизации мы провели реакцию различных производных пиримидин-2-тионов **1a–g** с эфирами α-галогенкарбоновых кислот и 3-бромпентандионом-2,4. Нами найдено, что реакция пири-

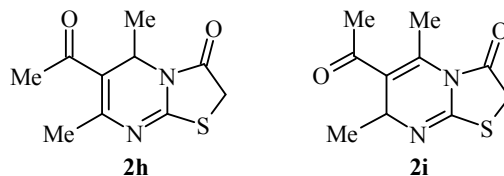


a–e R = OEt, **f, g** R = Me; **a, f** R¹ = H, **b** R¹ = 2-OH, **c** R¹ = 2-Cl, **d** R¹ = 2-NO₂, **e, g** R¹ = 4-OMe

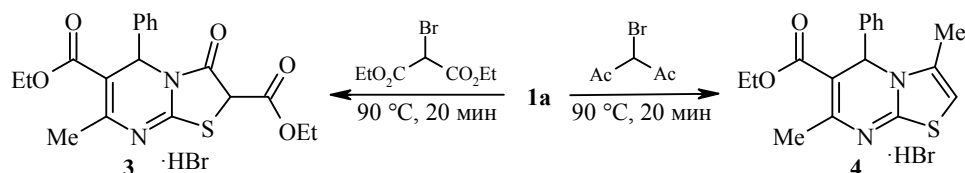
мидин-2-тионов **1a–g** с эфиром хлоруксусной кислоты не требует применения триэтиламина, как описано ранее [10], и *5H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидины **2a–g** образуются просто при нагревании реагентов без растворителя.

Тиазолопиримидины **2a–g** выделены в виде гидрохлоридов, имеющих высокие температуры плавления и характеристичную высокочастотную полосу поглощения в ИК спектре в интервале 1774–1754 см⁻¹, которая относится к валентным колебаниям карбонильной группы тиазолонового цикла. Метиленовые группы в данной бициклической структуре являются диастереотопными, и их сигналы в спектре ЯМР ¹H проявляются в виде дублетов с достаточно большой КССВ или в виде мультиплетов. Селективность циклизации по атому N-3 тетрагидропиримидинового цикла подтверждается проявлением сигналов (спектр ЯМР ¹³C) атома углерода C-5 (53.9–55.7 м. д.), C-7 (145.0–148.6 м. д.) и атома водорода (спектр ЯМР ¹H) при атоме C-5 (5.61–6.20 м. д.) в узком диапазоне для всех полученных тиазолопиримидинов **2a–g**, за исключением сигнала атома C-5 (50.0 м. д.) и связанного с ним протона (6.74 м. д.) нитропроизводного **2d**. Сигналы указанных атомов должны существенно различаться для двух возможных изомеров – *5H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидина и *7H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидина. Для каждого из соединений **2a–g** эти сигналы не выходят за пределы средних значений и соответствуют литературным данным для этилового эфира 7-метил-3-оксо-5-фенил-2,3-дигидро-*5H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-6-карбоновой кислоты в CDCl₃: 53.9 (C-5), 150.8 (C-7), 6.05 м. д. (H-5) [6]. Эти данные не позволяют отнести тиазоло[3,2-*a*]пиримидины **2b–d**, имеющие *орто*-заместитель в бензольном кольце при атоме C-5, к *7H*-изомерам, несмотря на то, что *орто*-заместители в бензольном кольце при атоме C-4 дигидропиримидинового цикла могут направлять атаку электрофила по атому N-1 [3].

Для выявления возможности циклизации по атому N-1 были проведены реакции *N*-3-замещённых тетрагидропиримидин-2-тионов с этилхлорацетатом. При реакции этилового эфира 3-ацетил-6-метил-4-фенил-2-тиоксо-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоновой кислоты, полученного по методике [7], реакция не останавливается на стадии алкилирования по атому серы, а идёт дальше с образованием *5H*-тиазолопиримидина **2a**. В процессе реакции происходит деацетилирование атома N-3 с образованием более устойчивого продукта циклизации – *5H*-изомера **2a**, что свидетельствует в пользу термодинамического контроля. Попытка алкилирования этилового эфира 3-(2-цианэтил)-6-метил-2-тиоксо-4-фенил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоновой кислоты, синтезированного по методике [13], этилхлорацетатом оказалась неудачной – реакция не прошла, вероятно, из-за стерических препятствий со стороны цианоэтильной группы. Расчёт модельных соединений методом B3LYP/6-31G* (программа GAMESS [14], соответствие минимуму при оптимизации геометрии проверялось расчётом колебательных частот) подтвердил, что более устойчивым является продукт циклизации по атому N-3: 6-ацетил-5,7-диметил-*5H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-он (**2h**) устойчивее 6-ацетил-5,7-диметил-*7H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-она (**2i**) на 27.7 кДж/моль, вероятно, вследствие сопряжения двойных связей пиримидинового цикла в структуре **2h**.



Реакция пиримидинтиона **1a** с броммалоновым эфиром, 3-бромацетоуксусным эфиром и 3-бромпентандионом-2,4 также проходит при нагревании. В реакции с броммалоновым эфиром образуется смесь диастереомерных диэтиловых эфиров 7-метил-3-оксо-5-фенил-2,3-дигидро-5*H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-2,6-дикарбоновой кислоты (**3**). Реакция с 3-бромпентандионом-2,4 приводит к этиловому эфиру 3,7-диметил-5-фенил-5*H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-6-карбоновой кислоты (**4**), образуемому в результате отщепления ацетильной группы, которое, вероятно, катализируется выделяющимся в ходе реакции бромистым водородом. При взаимодействии пиримидинтиона **1a** с 3-бромацетоуксусным эфиром образуется трудноразделимая смесь продуктов, по-видимому, в результате циклизации первичного продукта алкилирования как по ацетильной, так и по сложноэфирной группе, а также вследствие возможного отщепления ацетильной группы.



Таким образом, найден удобный и простой метод получения 5-арил-5*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиримидинов нагреванием 5-арил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-2-тионов с эфирами 2-галогенкарбоновых кислот и установлено, что образование единственного изомера в результате реакции, вероятнее всего, определяется термодинамическим фактором.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записаны на приборе Shimadzu FTIR8500S в таблетках KBr. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C зарегистрированы на приборе JEOL JNM ECH-400 (400 и 100 МГц соответственно) в DMSO-d_6 , внутренний стандарт TMS. Элементный анализ выполнен на приборе EuroVector EA-3000. Температуры плавления определены на приборе ПТП-2.

Гидрохлориды этил-5-арил-7-метил-3-оксо-2,3-дигидро-5*H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-6-карбоксилатов 2a–e и 5-арил-6-ацетил-7-метил-5*H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-3(2*H*)-онов 2f,g (общая методика). Смесь 3.0 мл (35 ммоль) этилового эфира хлоруксусной кислоты и 3.6 ммоль соответствующего пиримидин-2-тиона **1a–g** [15] нагревают в течение 20 мин при 120 °С. Выпавший осадок отфильтровывают и промывают EtOAc .

Гидрохлорид этил-7-метил-3-оксо-5-фенил-2,3-дигидро-5*H*-[1,3]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-6-карбоксилата (2a). Выход 0.85 г (67%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 220–222 °С (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1762 (N–C=O), 1712 (CO_2Et). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (*J*, Гц): 1.06 (3H, т, $^3J = 7.3$, CH_2CH_3); 2.35 (3H, с, 7- CH_3); 3.91–4.08 (2H, м, CH_2CH_3); 4.14 (1H, д, $^2J = 18.1$) и 4.19 (1H, д, $^2J = 18.1$, 2- CH_2); 5.86 (1H, с, 5-CH); 7.20–7.35 (5H, м, H Ph); 8.01 (1H, уш. с, N^+H). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 14.4

(CH₂C_H); 21.2 (7-CH₃); 33.9 (2-CH₂); 55.5 (5-CH); 60.8 (C_HCH₂); 108.0 (C-6); 128.2 (C Ph); 129.1 (C Ph); 129.2 (C Ph); 140.4 (C Ph); 148.6 (C-7); 164.8 (C-8a); 164.9 (COOEt); 171.8 (C-3). Найдено, %: С 54.23; Н 4.59; N 7.62. C₁₆H₁₇ClN₂O₃S. Вычислено, %: С 54.47; Н 4.86; N 7.94.

Гидрохлорид этил-5-(2-гидроксифенил)-7-метил-3-оксо-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилата (2b). Выход 0.48 г (36%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 220–224 °С (с разл.). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1761 (N–C=O), 1705 (CO₂Et). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.00 (3H, т, ³*J* = 6.9, CH₂C_H); 1.92 (3H, с, 7-CH₃); 3.95–4.05 (2H, м, C_HCH₂); 4.19 (1H, д, ²*J* = 17.5) и 4.24 (1H, д, ²*J* = 17.5, 2-CH₂); 5.61 (1H, с, 5-CH); 6.50 (1H, уш. с, OH); 6.88–7.00 (2H, м, H Ar); 7.20–7.30 (2H, м, H Ar); 10.30 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 14.3 (CH₂C_H); 21.0 (7-CH₃); 34.1 (2-CH₂); 55.5 (5-CH); 60.8 (C_HCH₂); 108.0 (C-6); 128.1 (C Ar); 128.2 (C Ar); 129.1 (C Ar); 129.2 (C Ar); 129.3 (C Ar); 140.4 (C Ar); 148.5 (C-7); 157.5 (C-8a); 164.9 (COOEt); 171.4 (C-3). Найдено, %: С 52.32; Н 4.96; N 7.28. C₁₆H₁₇ClN₂O₄S. Вычислено, %: С 52.10; Н 4.65; N 7.59.

Гидрохлорид этил-7-метил-3-оксо-5-(2-хлорфенил)-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилата (2c). Выход 0.85 г (61%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 220–223 °С (с разл.). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1774 (N–C=O), 1689 (CO₂Et). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.02 (3H, т, ³*J* = 6.9, CH₂C_H); 2.31 (3H, с, 7-CH₃); 3.90–4.00 (2H, м, C_HCH₂); 4.10 (1H, д, ²*J* = 17.9) и 4.16 (1H, д, ²*J* = 17.9, 2-CH₂); 6.20 (1H, с, 5-CH); 7.22–7.43 (4H, м, H Ar); 7.78 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 14.4 (CH₂C_H); 21.2 (7-CH₃); 33.4 (2-CH₂); 53.9 (5-CH); 60.8 (C_HCH₂); 107.0 (C-6); 128.2 (C Ar); 130.2 (C Ar); 130.7 (C Ar); 131.8 (C Ar); 133.2 (C Ar); 137.7 (C Ar); 148.6 (C-7); 164.8 (COOEt, C-8a); 171.2 (C-3). Найдено, %: С 49.40; Н 4.49; N 7.05. C₁₆H₁₆Cl₂N₂O₃S. Вычислено, %: С 49.62; Н 4.16; N 7.23.

Гидрохлорид этил-7-метил-5-(2-нитрофенил)-3-оксо-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилата (2d). Выход 0.69 г (48%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 240–243 °С (с разл.). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1774 (N–C=O), 1712 (CO₂Et). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 0.92 (3H, т, ³*J* = 6.3, CH₂C_H); 2.31 (3H, с, 7-CH₃); 3.77–3.95 (2H, м, C_HCH₂); 4.02 (2H, с, 2-CH₂); 6.74 (1H, с, 5-CH); 7.40–7.60 (2H, м, H Ar); 7.66–7.76 (1H, м, H Ar); 7.90 (1H, д, ³*J* = 6.8, H Ar); 7.95 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 14.2 (CH₂C_H); 22.9 (7-CH₃); 32.8 (2-CH₂); 50.0 (5-CH); 60.6 (C_HCH₂); 106.6 (C-6); 125.0 (C Ar); 130.4 (2C Ar); 133.2 (C Ar); 134.9 (C Ar); 148.6 (C-7); 152.5 (C Ar); 162.1 (C-8a); 165.1 (COOEt); 171.8 (C-3). Найдено, %: С 48.69; Н 4.38; N 10.83. C₁₆H₁₆ClN₃O₅S. Вычислено, %: С 48.31; Н 4.05; N 10.56.

Гидрохлорид этил-7-метил-5-(4-метоксифенил)-3-оксо-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилата (2e). Выход 0.90 г (65%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 214–216 °С (с разл.). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1760 (N–C=O), 1710 (CO₂Et). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.06 (3H, т, ³*J* = 7.3, CH₂C_H); 2.35 (3H, с, 7-CH₃); 3.69 (3H, с, OCH₃); 3.95–4.05 (2H, м, C_HCH₂); 4.15 (1H, д, ²*J* = 18.2) и 4.21 (1H, д, ²*J* = 18.2, 2-CH₂); 5.84 (1H, с, 5-CH); 6.87 (2H, д, ³*J* = 7.8, H Ar); 7.19 (2H, д, ³*J* = 7.8, H Ar); 8.4 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 14.4 (CH₂C_H); 20.7 (7-CH₃); 34.2 (2-CH₂); 55.1 (OCH₃); 55.7 (5-CH); 60.9 (C_HCH₂); 108.2 (C-6); 114.4 (C Ar); 114.5 (C Ar); 129.7 (C Ar); 132.3 (C Ar); 147.5 (C-7); 159.9 (C-8a); 164.8 (COOEt); 171.4 (C-3). Найдено, %: С 53.01; Н 5.22; N 7.10. C₁₇H₁₉ClN₂O₄S. Вычислено, %: С 53.33; Н 5.00; N 7.32.

Гидрохлорид 6-ацетил-7-метил-5-фенил-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-3(2H)-она (2f). Выход 0.60 г (52%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 226–229 °С (с разл.). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1759 (N–C=O), 1655 (CH₃CO). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 2.20 (3H, с, CH₃CO); 2.38 (3H, с, 7-CH₃); 4.18 (1H, д, ²*J* = 18.2) и 4.24 (1H, д, ²*J* = 18.2, 2-CH₂); 6.03 (1H, с, 5-CH); 7.24–7.35 (5H, м, H Ph); 8.77 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 21.2 (7-CH₃); 31.3 (C_HCO); 34.5 (2-CH₂); 55.4 (5-CH); 117.1 (C-6); 128.5 (C Ph); 129.3 (C Ph); 129.4 (C Ph); 139.6 (C Ph); 145.4 (C-7); 165.8 (C-8a); 171.3 (C-3); 196.6 (MeCO). Найдено, %: С 55.49; Н 4.85; N 8.60. C₁₅H₁₅ClN₂O₂S. Вычислено, %: С 55.81; Н 4.68; N 8.68.

Гидрохлорид 6-ацетил-7-метил-5-(4-метоксифенил)-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]-пиримидин-3(2H)-она (2g). Выход 0.66 г (42%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 223–225 °С (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1754 (N–C=O), 1654 (CH₃CO). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (J, Гц): 2.19 (3H, с, CH₃CO); 2.39 (3H, с, 7-CH₃); 3.70 (3H, с, OCH₃); 4.19 (2H, с, 2-CH₂); 6.00 (1H, с, 5-CH); 6.88 (2H, д, ³J = 7.8, H Ar); 7.22 (2H, д, ³J = 7.8, H Ar); 8.55 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 21.2 (7-CH₃); 31.1 (C–CH₃CO); 34.4 (2-CH₂); 54.9 (OCH₃); 55.7 (5-CH); 114.5 (C Ph); 114.6 (C Ph); 117.0 (C-6); 129.9 (C Ph); 131.6 (C Ph); 145.0 (C-7); 160.0 (C-8a); 171.4 (C-3); 196.7 (MeCO). Найдено, %: С 54.64; Н 4.77; N 7.62. C₁₆H₁₇ClN₂O₃S. Вычислено, %: С 54.47; Н 4.86; N 7.94.

Гидробромиды 5-фенил-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидинов 3 и 4 получают аналогично синтезу тиазолопиримидинов **2a–g**, нагреванием при 90 °С в течение 20 мин 1.0 г (3.6 ммоль) этил-6-метил-2-тиоксо-4-фенил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилата (**1a**) с 35.0 ммоль броммалонового эфира или 3-бром-2,4-пентандиона соответственно.

Гидробромид диэтил-7-метил-3-оксо-5-фенил-2,3-дигидро-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-2,6-дикарбоксилата (3). Выход 0.91 г (59%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 150–153 °С (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1747 (N–C=O), 1720 (CO₂Et). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (J, Гц): 1.06 (6H, т, ³J = 7.1, 2CH₂CH₃); 2.35 (3H, с, 7-CH₃); 3.95–4.05 (4H, м, 2CH₂CH₃); 5.58 (1H, с, 5-CH); 5.75 (1H, уш. с, 2-CH); 7.20–7.40 (5H, м, H Ph); 8.50 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 14.2 (CH₂CH₃); 14.4 (CH₂CH₃); 17.7 (7-CH₃); 52.9 (2-CH); 55.9 (5-CH); 60.9 (CH₂CH₃); 63.4 (CH₂CH₃); 104.9 (C-6); 127.5 (C Ph); 129.1 (C Ph); 129.3 (C Ph); 141.2 (C Ph); 144.6 (C-7); 156.7 (C-8a); 164.5 (C=O); 164.8 (C=O); 165.3 (C=O). Найдено, %: С 48.81; Н 4.44; N 5.69. C₁₉H₂₁BrN₂O₅S. Вычислено, %: С 48.62; Н 4.51; N 5.97.

Гидробромид этил-3,7-диметил-5-фенил-5H-[1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидин-6-карбоксилата (4). Выход 0.66 г (52%). Жёлтые кристаллы. Т. пл. 248–251 °С (с разл.). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1677 (CO₂Et). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (J, Гц): 1.15 (3H, т, ³J = 7.1, CH₂CH₃); 2.17 (3H, с, 3-CH₃); 2.39 (3H, с, 7-CH₃); 4.00–4.12 (2H, м, CH₂CH₃); 6.40 (1H, с, 5-CH); 7.17 (1H, с, H-2); 7.25–7.40 (5H, м, H Ph), 12.71 (1H, уш. с, N⁺H). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 13.4 (CH₃); 14.5 (CH₃); 18.2 (CH₃); 59.0 (5-CH); 61.1 (CH₂CH₃); 103.2 (C-2); 109.8 (C-6); 127.8 (C Ph); 129.7 (C Ph); 129.8 (C Ph); 138.1 (C Ph); 140.6 (C-3(7)); 142.6 (C-7(3)); 160.9 (C-8a); 164.5 (C=O). Найдено, %: С 51.88; Н 4.63; N 6.92. C₁₇H₁₉BrN₂O₂S. Вычислено, %: С 51.65; Н 4.84; N 7.09.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, АВЦП "Развитие научного потенциала высшей школы" (мероприятие 1) с использованием научного оборудования ЦКП СамГТУ "Исследование физико-химических свойств веществ и материалов".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С. В. Вдовина, В. А. Мамедов, *Успехи химии*, **77**, 1091 (2008).
2. J.-P. Wan, Y. Liu, *Synthesis*, 3943 (2010).
3. K. Singh, D. Arora, K. Singh, S. Singh, *Mini-Rev. Med. Chem.*, **9**, 95 (2009).
4. J. Wichmann, G. Adam, S. Kolczewski, V. Mutel, T. Woltering, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **9**, 1573 (1999).
5. H. Zhi, L. Chen, L. Zhang, S. Liu, D. C. C. Wan, H. Lin, C. Hu, *ARKIVOC*, xiii, 266 (2008).
6. S. J. Kashyap, P. K. Sharma, V. K. Garg, R. Dudhe, N. Kumar, *J. Adv. Sci. Res.*, **2**, No. 3, 18 (2011).
7. C. O. Kappe, P. Roschger, *J. Heterocycl. Chem.*, **26**, 55 (1989).
8. A. Mobinikhaledi, N. Foroughifar, F. Goodarzi, *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.*, **178**, 2539 (2003).

9. A. Mobinikhaledi, M. Zendehtdel, M. H. Nasab, M. A. B. Fard, *Heterocycl. Commun.*, **15**, 451 (2009).
10. И. В. Кулаков, *Журн. орган. химии*, **45**, 1270 (2009).
11. N. Foroughifar, A. Mobinikhaledi, H. F. Jirandehi, S. Memar, *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.*, **178**, 1269 (2003).
12. Е. Л. Ханина, Р. М. Золотоябко, Д. Х. Муцениеце, Г. Я. Дубур, *ХГС*, 1076 (1989). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **25**, 898 (1989).]
13. X. Wang, Z. Quan, Z. Zhang, *Tetrahedron*, **63**, 8227 (2007).
14. M. W. Schmidt, K. K. Baldrige, J. A. Boatz, S. T. Elbert, M. S. Gordon, J. J. Jensen, S. Koseki, N. Matsunaga, K. A. Nguyen, S. Su, T. L. Windus, M. Dupuis, J. A. Montgomery, *J. Comput. Chem.*, **14**, 1347 (1993).
15. K. V. N. S. Srinivas, B. Das, *Synthesis*, 2091 (2004).

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

Поступило 23.09.2011