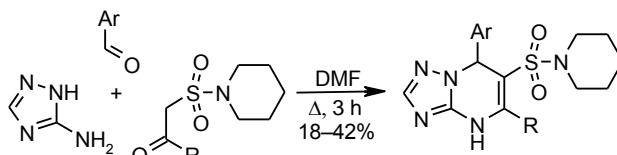


Синтез производных 4,7-дигидро[1,2,4]триазоло- [1,5-*a*]пиримидин-6-сульфамидов

Максим А. Колосов^{1*}, Муатаз Д. К. Ал-Огаили¹,
Олеся Г. Кулык¹, Валерий Д. Орлов¹

¹ Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, Харьков 61022, Украина; e-mail: kolosov@univer.kharkov.ua

Поступило 23.06.2015
Принято 13.07.2015



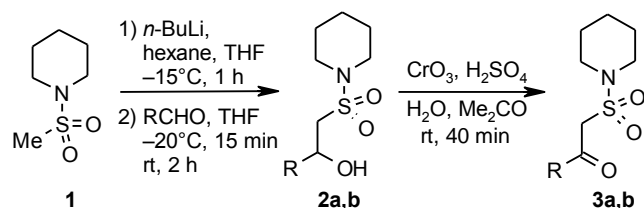
Трехкомпонентная конденсация 1-(1-пиперидинилсульфонил)ацетонов, ароматических альдегидов и 3-амино-1,2,4-триазола в ДМФА приводит к образованию производных 5-алкил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидинов. В случае применения 4-нитробензальдегида единственным выделенным продуктом реакции является 5-метил-7-(4-нитрофенил)[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин. Исходные 1-(1-пиперидинилсульфонил)ацетоны получены из 1-(метилсульфонил)-пиперидина последовательным металлизированием бутиллитием, действием алифатических альдегидов и окислением полученных сульфоспиртов.

Ключевые слова: 4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин-6-сульфамиды, 1-(1-пиперидинилсульфонил)ацетоны, алкилирование, металлизирование, трехкомпонентная конденсация.

Имеется большое количество публикаций о синтезе и химических свойствах различных производных 4,7-дигидротриазоло[1,5-*a*]пиримидина,^{1,2} в том числе содержащих акцепторный заместитель в положении 6.³ В то же время производные 4,7-дигидротриазоло[1,5-*a*]пиримидин-6-сульфамидов, интересные своими биологическими свойствами,^{3f} до сих пор остаются не изученными. Целью настоящей работы был синтез указанных веществ.

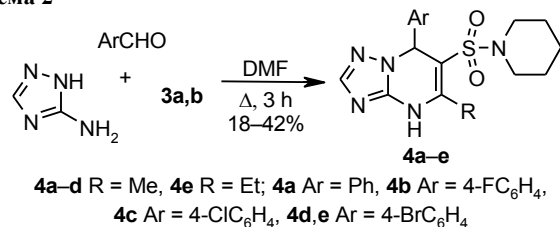
Исходные β-кетосульфамиды **3a,b** были получены нами согласно литературному методу⁴ с использованием 1-(метилсульфонил)пиперидина (**1**) как исходного вещества (схема 1). Соединение **1** металлизировали при –15 °С в ТГФ действием 2.5 М раствора *n*-бутиллития в гексане, после чего образовавшуюся литиевую соль обрабатывали раствором соответствующего алифатического альдегида в ТГФ при охлаждении. Обработка реакционной смеси привела к выделению соответствующих β-сульфоспиртов **2a,b**, которые в дальнейшем окисляли реактивом Джонса для получения необходимых β-сульфокетонов **3a,b**.⁵ Общий выход соединений **3a,b** (в расчете на соединение **1**) составил 86 и 98% соответственно.

Схема 1



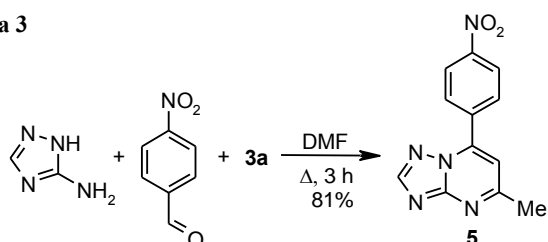
Взаимодействие соединений **3a,b**, ароматических альдегидов и 3-амино-1,2,4-триазола в кипящем ДМФА привело к образованию целевых соединений **4a–e** с выходами 18–42% (схема 2). Невысокие выходы, вероятно, связаны как с относительно высокой растворимостью соединений **4** в ДМФА (они выделяются в виде осадков из реакционной смеси), так и с протеканием побочных реакций. Так, уменьшение объема ДМФА с 2 до 1 мл (на 4.88 ммоль исходного соединения **3**) привело к получению более загрязненных продуктов реакции, тогда как увеличение объема растворителя до 3 мл привело к снижению выхода соединений **4** из-за их растворения.

Схема 2



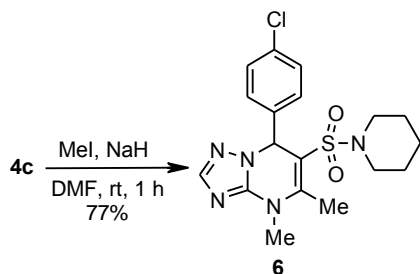
Отметим, что взаимодействие соединения **3a**, 4-нитробензальдегида и 3-амино-1,2,4-триазола в ДМФА, напротив, привело к образованию лишь ароматического производного **5** с выходом 81% (схема 3). Такая гетероароматизация в целом характерна для 4-нитропроизводных дигидроазолоазинов и в данном случае, вероятно, связана с элиминированием молекул пиперидина и SO₂.¹

Схема 3



Алкилирование соединения **4c** метилиодидом в системе NaH–ДМФА привело к получению 4-метилзамещенного соединения **6** с выходом 77% (схема 4), что схоже с алкилированием родственных производных 4,7-дигидротриазоло[1,5-*a*]пиримидина и 3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-она.^{6,*}

Схема 4



В спектрах ЯМР ¹H соединений **4** присутствуют сигналы протонов Н-2 (7.64–7.67 м. д.), 7-СН (6.14–6.17 м. д.), NH (10.96–11.01 м. д.), арильного заместителя, для соединений **4a–d** – 5-метильной группы (2.36–2.37 м. д.), а для соединения **4e** – 5-этильной группы, а также сульфамидного заместителя в положении 6. В спектре ЯМР ¹H соединения **6** отсутствует сигнал протона группы NH, но присутствует сигнал второй 4-метильной группы (3.49 м. д.). Напротив, спектр ЯМР ¹H соединения **5** не содержит сигналов сульфамидного заместителя, а также сигналов протонов 7-СН и NH. В то же время при 7.66 м. д. отмечается синглет Н-6, а сигналы протонов Н-2 и 5-метильной группы

смещаются к 8.64 и 2.68 м. д. соответственно. В пользу предложенной структуры соединения **5** говорит то, что его масс-спектр содержит гораздо более интенсивный (100%) сигнал молекулярного иона по сравнению с масс-спектрами дигидропроизводных **4**, а также не содержит пика, соответствующего фрагменту пиперидина (*m/z* 84), который является самым интенсивным для соединений **4**.

Таким образом, показано, что взаимодействие 1-(1-пиперидинилсульфонил)ацетонов (которые получены из 1-(метилсульфонил)пиперидина) с ароматическими альдегидами и 3-амино-1,2,4-триазолом в ДМФА приводит к образованию производных 5-алкил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидинов. В случае использования 4-нитробензальдегида происходит элиминирование сульфамидного фрагмента, а выделенным продуктом является гетероароматическое производное 7-(4-нитрофенил)[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидина. Метилирование 5-алкил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидинов по положению 4 может быть с хорошим выходом проведено в системе NaH–ДМФА.

Экспериментальная часть

ИК спектры зарегистрированы на приборе Perkin Elmer Spectrum One FT-IR в таблетках KBr. Спектры ЯМР ¹H зарегистрированы на приборе Varian Mercury VX-200 (200 МГц), спектры ЯМР ¹³C записаны на приборе Bruker Avance 400 (100 МГц) в ДМСО-*d*₆, внутренний стандарт ТМС. Масс-спектры записаны на газовом хроматографе с масс-спектроскопическим детектором Varian 1200L путем прямого ввода пробы в ионный источник (ионизация ЭУ, 70 эВ). Элементный анализ выполнен на элементном анализаторе EuroEA-3000. Температуры плавления определены на столике Кофлера и не исправлены. Контроль за чистотой полученных соединений осуществлен методом ТСХ на пластинках Merck ALUGRAM Xtra SIL G/UV 254, элюенты: смеси EtOAc–гексан, EtOAc–CH₂Cl₂ в различных соотношениях, MeCN, проявители: УФ облучение, пары иода.

1-(Метилсульфонил)пиперидин **1** получен по литературной методике.⁷ Остальные реактивы и растворители коммерчески доступны. ТГФ абсолютизирован перегонкой над расплавленным калием непосредственно перед использованием. ДМФА перегнан при пониженном давлении и хранился над свежепрокаленными цеолитами.

Получение β-сульфамидоспиртов 2a,b. К охлажденному до –15 °С раствору 10 г (61 ммоль) сульфида **1** в 40 мл безводного ТГФ добавляют 24.5 мл (6 ммоль) 2.5 М раствора *n*-BuLi в гексане в течение 30 мин. Выпадает бесцветная литиевая соль. Смесь перемешивают в течение 30 мин, после чего при –20 °С в течение 15 мин добавляют раствор 67 ммоль соответствующего альдегида в 20 мл ТГФ. Смесь перемешивают в течение 2 ч при комнатной температуре, после чего добавляют 20 мл насыщенного раствора NH₄Cl. Растворитель удаляют при пониженном давлении.

* Колосов, М. А.; Ал-Огаили, М. Д. К.; Кулык, О. Г.; Орлов, В. Д. Журн. орган. фарм. химии 2015, 13, в печати.

нии, к смеси добавляют 150 мл воды, экстрагируют EtOAc (3 × 50 мл), экстракт сушат над Na₂SO₄, осушитель фильтруют. После упаривания растворителя при пониженном давлении получают продукт реакции **2**.

1-(1-Пиперидинилсульфонил)пропан-2-ол (2a). Выход 11.9 г (94%), желтоватое масло. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1455, 1643, 1735, 2857, 2940, 3502 (ОН). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.16 (3H, д, ³*J* = 6.4, CH₃); 1.35–1.60 (6H, м, (CH₂)₃); 2.90–3.10 (2H, м, SCH₂); 3.00–3.20 (4H, м, 2NCH₂); 3.90–4.15 (1H, м, CH); 4.96 (1H, д, ³*J* = 5.2, OH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 61.9; 55.8; 45.8; 25.3; 23.6; 23.4. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 207 (1), 148 (4), 84 (100), 55 (27). Найдено, %: С 46.18; Н 8.40; N 6.91. C₈H₁₇NO₃S. Вычислено, %: С 46.35; Н 8.27; N 6.76.

1-(1-Пиперидинилсульфонил)бутан-2-ол (2b). Выход 13.5 г (99%), бесцветные кристаллы, т. пл. 39–42 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1317, 1455, 1640, 2857, 2936, 3494. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 0.86 (3H, т, ³*J* = 7.4, CH₃); 1.29–1.67 (8H, м, (CH₂)₃, CH₂CH₃); 2.99 (2H, д, ³*J* = 5.8, SCH₂); 3.03–3.25 (4H, м, 2NCH₂); 3.69–3.88 (1H, м, CH); 4.91 (1H, д, ³*J* = 6.0, OH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 66.7; 54.4; 45.9; 29.7; 25.3; 23.4; 9.6. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 222 (9), 192 (21), 148 (11), 101 (29), 84 (100), 55 (23). Найдено, %: С 48.74; Н 8.49; N 6.17. C₉H₁₉NO₃S. Вычислено, %: С 48.84; Н 8.65; N 6.33.

Получение β-сульфамидокетонов 3a,b. К охлажденному до 0 °С раствору 32 ммоль соответствующего соединения **2** в 15 мл ацетона прикапывают раствор 2.53 г (25 ммоль) CrO₃ в смеси 2.2 мл (41 ммоль) H₂SO₄ и 7.8 мл H₂O. Полученную смесь темно-коричневого цвета перемешивают в течение 40 мин при комнатной температуре, после чего охлаждают до 0 °С и добавляют 5 мл *i*-PrOH. Полученную смесь перемешивают в течение 5 мин, добавляют 150 мл H₂O и экстрагируют CHCl₃ (3 × 40 мл). Экстракт промывают насыщенным раствором NaCl (2 × 100 мл), сушат над Na₂SO₄, осушитель фильтруют, фильтрат упаривают, получают осадок продукта реакции.

1-(1-Пиперидинилсульфонил)ацетон (3a). Выход 6.0 г (91%), бесцветные кристаллы, т. пл. 57–59 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1455, 1721 (C=O), 2854, 2943. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.37–1.67 (6H, м, (CH₂)₃); 2.26 (3H, с, CH₃); 3.03–3.20 (4H, м, 2NCH₂); 4.24 (2H, с, SCH₂). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 198.0; 59.8; 46.2; 31.1; 25.1; 23.2. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 84 (100), 55 (70). Найдено, %: С 46.80; Н 7.19; N 6.68. C₈H₁₅NO₃S. Вычислено, %: С 46.81; Н 7.37; N 6.82.

1-(1-Пиперидинилсульфонил)бутан-2-он (3b). Выход 6.9 г (99%), бесцветные кристаллы, т. пл. 61–63 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1718 (C=O), 2854, 2939, 3424. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 0.91 (3H, т, ³*J* = 7.2, CH₃); 1.35–1.65 (6H, м, (CH₂)₃); 2.64 (2H, к, ³*J* = 7.2, CH₂CH₃); 2.97–3.25 (4H, м, 2NCH₂); 4.23 (2H, с, SCH₂). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 200.5; 58.9; 46.6; 36.6; 25.2; 23.2; 7.3. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 219 (58), 190 (13), 162 (23), 148 (82), 132 (35), 98 (70), 84 (100), 72 (82), 57 (97). Найдено, %: С 49.10; Н 7.69; N 6.22. C₉H₁₇NO₃S. Вычислено, %: С 49.29; Н 7.81; N 6.39.

4,7-Дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидины 4a–e и [1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин 5 (общая методика). Раствор 0.41 г (4.88 ммоль) 1,2,4-триазолил-3-амина, 4.88 ммоль ароматического альдегида и 4.88 ммоль соответствующего β-сульфамидокетона **3** в 2 мл ДМФА кипятят в колбе с обратным холодильником в течение 3 ч. Смесь охлаждают, выпавший осадок фильтруют, промывая MeOH (3 × 2 мл). Получают индивидуальный продукт **4** или **5**. При необходимости продукт реакции перекристаллизовывают из ДМФА.

5-Метил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-7-фенил-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин (4a). Выход 0.40 г (23%), бесцветные кристаллы, т. пл. 264–266 °С (ДМФА). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1454, 1555, 1582, 1640, 2850, 2932, 3081. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 1.22–1.42 (6H, м, (CH₂)₃); 2.37 (3H, с, CH₃); 2.80–2.96 (4H, м, 2NCH₂); 6.14 (1H, с, 7-CH); 7.12–7.41 (5H, м, H Ph); 7.64 (1H, с, H-2); 10.96 (1H, уш. с, NH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 150.5; 147.3; 145.6; 141.2; 128.6; 128.4; 127.2; 103.3; 60.3; 45.3; 24.9; 23.2; 17.7. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 360 (45), 295 (15), 282 (16), 211 (95), 183 (67), 135 (38), 84 (100). Найдено, %: С 56.67; Н 5.81; N 19.62. C₁₇H₂₁N₅O₂S. Вычислено, %: С 56.81; Н 5.89; N 19.48.

5-Метил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-7-(4-фторфенил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин (4b). Выход 0.33 г (18%), бесцветные кристаллы, т. пл. 256–258 °С (ДМФА). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1511, 1560, 1586, 1650, 2853, 2940, 3071. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 1.30–1.43 (6H, м, (CH₂)₃); 2.36 (3H, с, CH₃); 2.84–2.99 (4H, м, 2NCH₂); 6.17 (1H, с, 7-CH); 7.07–7.19 (2H, м, H Ar); 7.23–7.34 (2H, м, H Ar); 7.66 (1H, с, H-2); 10.97 (1H, уш. с, NH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д. (*J*, Гц): 161.9 (д, *J*_{CF} = 195); 150.6; 147.2; 145.7; 137.6; 129.3 (д, *J*_{CF} = 7); 115.5 (д, *J*_{CF} = 17); 103.1; 59.6; 45.3; 24.9; 23.2; 17.7. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 378 (28), 313 (15), 293 (15), 228 (83), 201 (77), 135 (31), 84 (100). Найдено, %: С 54.24; Н 5.53; N 18.41. C₁₇H₂₀FN₅O₂S. Вычислено, %: С 54.10; Н 5.34; N 18.55.

5-Метил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-7-(4-хлорфенил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин (4c). Выход 0.77 г (40%), бесцветные кристаллы, т. пл. 259–261 °С (ДМФА). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1492, 1560, 1580, 1590, 1652, 2846, 2939, 3244. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.32–1.43 (6H, м, (CH₂)₃); 2.36 (3H, с, CH₃); 2.87–3.01 (4H, м, 2NCH₂); 6.17 (1H, с, 7-CH); 7.27 (2H, д, ³*J* = 8.4, H Ar); 7.38 (2H, д, ³*J* = 8.4, H Ar); 7.67 (1H, с, H-2); 11.01 (1H, уш. с, NH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 150.6; 147.2; 145.9; 140.3; 133.0; 129.1; 128.6; 102.8; 59.7; 45.4; 24.9; 23.2; 17.7. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 393 [(1), 309 (2), 245 (52), 217 (33), 205 (75), 135 (37), 84 (100). Найдено, %: С 51.73; Н 5.20; N 18.52. C₁₇H₂₀ClN₅O₂S. Вычислено, %: С 51.84; Н 5.12; N 17.78.

7-(4-Бромфенил)-5-метил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидин (4d). Выход 0.77 г (42%), бесцветные кристаллы, т. пл. 275–277 °С (ДМФА). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1488, 1560, 1578, 1588, 1651, 2789, 2847, 2939, 3436. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 1.30–1.45 (6H, м, (CH₂)₃); 2.36 (3H, с, CH₃); 2.75–3.10 (4H, м, 2NCH₂); 6.16 (1H, с, 7-CH); 7.21

(2H, д, $^3J = 8.2$, H Ar); 7.51 (2H, д, $^3J = 8.2$, H Ar); 7.67 (1H, с, H-2); 10.96 (1H, уш. с, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 150.6; 147.2; 145.8; 140.7; 131.5; 129.4; 121.6; 102.7; 59.8; 45.4; 24.9; 23.2; 17.7. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 290 (28), 261 (18), 135 (24), 84 (100), 55 (27). Найдено, %: С 44.81; Н 4.51; N 15.16. $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{BrN}_5\text{O}_2\text{S}$. Вычислено, %: С 46.58; Н 4.60; N 15.98.

7-(4-Бромфенил)-6-(1-пиперидинилсульфонил)-5-этил-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин (4e). Выход 0.66 г (30%), бесцветные кристаллы, т. пл. 244–246 °С (ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1483, 1546, 1571, 1636, 2852, 2939, 3060, 3125. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.22 (3H, т, $^3J = 7.4$, CH_3); 1.30–1.48 (6H, м, $(\text{CH}_2)_3$); 2.65 (2H, кв, $^3J = 7.4$, 6- CH_2); 2.83–3.01 (4H, м, NCH_2); 6.15 (1H, с, 7-CH); 7.19 (2H, д, $^3J = 8.4$, H Ar); 7.52 (2H, д, $^3J = 8.4$, H Ar); 7.66 (1H, с, H-2), 11.00 (1H, уш. с, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 151.1; 150.7; 147.3; 140.7; 131.6; 129.3; 121.6; 102.2; 59.6; 45.3; 24.9; 24.2; 23.2; 13.5. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 452 (5), 305 (41), 277 (23), 223 (14), 149 (45), 84 (100), 56 (26). Найдено, %: С 47.86; Н 5.18; N 15.38. $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{BrN}_5\text{O}_2\text{S}$. Вычислено, %: С 47.79; Н 4.90; N 15.48.

5-Метил-7-(4-нитрофенил)[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин (5). Выход 1.01 г (81%), светло-желтые кристаллы, т. пл. 205–207 °С (ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1526, 1597, 2853, 2923, 3040, 3392. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.68 (3H, с, CH_3); 7.66 (1H, с, H-6); 8.35–8.51 (4H, м, H Ar); 8.64 (1H, с, H-2). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 165.5; 155.5; 148.9; 144.1; 135.7; 131.1; 123.7; 111.5; 24.8. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 255 (100), 225 (16), 209 (27), 127 (12), 64 (12). Найдено, %: С 56.41; Н 3.40; N 27.61. $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{N}_5\text{O}_2$. Вычислено, %: С 56.47; Н 3.55; N 27.44.

4,5-Диметил-6-(1-пиперидинилсульфонил)-7-(4-хлорфенил)-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиримидин (6). К раствору 0.50 г (1.27 ммоль) соединения **4c** в 15 мл безводного ДМФА добавляют 0.05 г (60% в масле, 1.25 ммоль) NaH и перемешивают в течение 1 ч. К полученной смеси добавляют раствор 0.20 г (1.41 ммоль) MeI в 2 мл ДМФА и дополнительно перемешивают в течение 1 ч. Смесь выпаривают в 150 мл воды, экстрагируют EtOAc (3×30 мл), сушат над Na_2SO_4 , осушитель фильтруют, растворитель упаривают и получают вязкое масло, которое перекристаллизовывают из 3 мл EtOH. Выход 0.40 г (77%), бесцветные кристаллы, т. пл. 167–169 °С (EtOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1547, 1626, 2852, 2924, 3436. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.29–1.53 (6H, м, $(\text{CH}_2)_3$); 2.50 (3H, с, 5- CH_3); 2.65–3.03 (4H, м, 2NCH₂); 3.49 (3H, с, 4- CH_3); 6.22 (1H, с, 7-CH);

7.29 (2H, д, $^3J = 8.8$, H Ar); 7.37 (2H, д, $^3J = 8.8$, H Ar); 7.71 (1H, с, H-2). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 150.4; 149.3; 148.1; 140.0; 133.0; 129.1; 128.6; 104.4; 59.3; 45.4; 33.0; 24.9; 23.2; 16.0. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 408 (32), 343 (19), 323 (41), 296 (33), 261 (90), 243 (100), 213 (18) 149 (27), 84 (42). Найдено, %: С 52.89; Н 5.57; N 16.92. $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{ClN}_5\text{O}_2\text{S}$. Вычислено, %: С 53.00; Н 5.44; N 17.17.

Файл сопроводительной информации, содержащий спектры ЯМР ^1H и ^{13}C , масс-спектры и ИК спектры синтезированных соединений, доступен на сайте <http://hgs.osi.lv>.

Список литературы

- (a) Десенко, С. М.; Орлов, В. Д. *Азагетероциклы на основе α,β -непредельных кетонов*; Фолио: Харьков, 1998. (b) Chebanov, V. A.; Gura, K. A.; Desenko, S. M. *Top. Heterocycl. Chem.* **2010**, *23*, 41. (c) Desenko, S. M. *Chem. Heterocycl. Compd.* **1995**, *31*, 125. [Химия гетероцикл. соединений **1995**, 147.]
- (a) Desenko, S. M.; Orlov, V. D.; Lipson, V. V.; Shishkin, O. V.; Lindeman, S. V.; Struchkov, Yu. T. *Chem. Heterocycl. Compd.* **1991**, *27*, 1242. [Химия гетероцикл. соединений. **1991**, 1539.] (b) Lipson, V. V.; Desenko, S. M.; Ignatenko, I. V.; Shishkin, O. V.; Shishkina, S. V. *Russ. Chem. Bull.* **2006**, *55*, 345. [Иzv. AN, Ser. хим. **2006**, 335.] (c) Lipson, V. V.; Ignatenko, I. V.; Desenko, S. M.; Shishkina, S. V.; Shishkin, O. V.; Komykhov, S. A.; Logvinenko, N. V.; Orlov, V. D.; Meier, H. *J. Heterocycl. Chem.* **2003**, *40*, 1081.
- (a) Gladkov, E. S.; Chebanov, V. A.; Desenko, S. M.; Shishkin, O. V.; Shishkina, S. V.; Dallinger, D.; Kappe, C. O. *Heterocycles* **2007**, *73*, 469. (b) Desenko, S. M.; Komykhov, S. A.; Orlov, V. D.; Meier, H. *J. Heterocycl. Chem.* **1998**, *35*, 989. (c) Gein, V. L.; Tsypliyakova, E. P.; Stashina, G. A.; Bakulev, V. A. *Russ. J. Org. Chem.* **2008**, *44*, 478. [Журн. орган. химии **2008**, 478.] (d) Ryabukhin, S. V.; Plaskon, A. S.; Boron, S. Yu.; Volochnyuk, D. M.; Tolmachev, A. A. *Mol. Diversity* **2011**, *15*, 189. (e) Fedorova, O. V.; Zhidovinova, M. S.; Rusinov, G. L.; Ovchinnikova, I. G. *Russ. Chem. Bull.* **2003**, *52*, 1768. [Иzv. AN, Ser. хим. **2003**, 1677.] (f) Чебанов, В.; Десенко, С. *Многокомпонентные циклизации с управляемой селективностью. Реакции карбонильных соединений с азотсодержащими моно-, би- и полинуклеофилами*; LAP Lambert academic Publishing: Saarbrücken, 2011.
- Corey, E. J.; Chaykovsky, M. *J. Am. Chem. Soc.* **1965**, *87*, 1345.
- Curtis, R. G.; Heilbron, I.; Jones, E. R. H.; Wood, G. F. *J. Chem. Soc.* **1953**, 457.
- Kolosov, M. A.; Kulyk, O. G.; Shvets, E. G.; Orlov, V. D. *Synth. Commun.* **2014**, *44*, 1649.
- Zhou, G.; Ting, P.; Aslanian, R.; Piwinski, J. J. *Org. Lett.* **2008**, *10*, 2517.