

А. Ю. Лякина, И. В. Михура, И. С. Попова, А. А. Формановский

**ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА  
ЗАМЕЩЕННЫХ И КОНДЕНСИРОВАННЫХ 2-МЕТИЛ-1,3-ТИАЗОЛОВ**

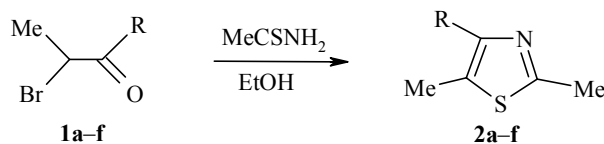
Конденсация алифатических и карбоциклических  $\alpha$ -бромкетонов с тиацетамидом в этаноле обычно приводит к замещенным или конденсированным 2-метил-1,3-тиазолам, однако в ряде случаев целевые соединения удается получить только в пиридине.

**Ключевые слова:**  $\alpha$ -бромкетоны, диоксандибромид, 2-метил-1,3-тиазолы, тиацетамид, конденсация Ганча.

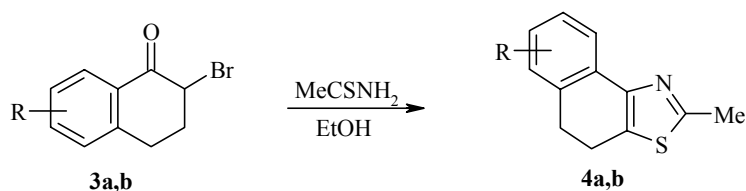
Соединения тиазольного ряда представляют интерес в связи с их высокой фармакологической активностью. Тиазольный цикл является существенным структурным компонентом соединений, которые являются действующими веществами некоторых диуретиков, антигельминтных и антигистаминных препаратов [1], митодепрессантов и митостатиков [2], антипаразитарных, жаропонижающих и противовирусных препаратов [2, 3]. Тиазолы используют в качестве антиоксидантов и промоторов вулканизации [2], красителей [3–5], а также в производстве полимеров [2–4].

2-Метилтиазолы применяются как синтоны для получения альдегидов и спиртов [6], тиазолиевые соли могут быть использованы для получения ацилоинов и бензоинов [7].

Цель нашей работы – получение 2,5-диметил-1,3-тиазолов, содержащих заместители в положении 4, а также конденсированных 2-метил-1,3-тиазолов, необходимых для последующей функционализации их по группе 2-CH<sub>3</sub>. Все соединения получены методом Ганча из  $\alpha$ -бромкетонов и тиацетамида:



**a** R = *p*-FC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; **b** R = *o*-FC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; **c** R = *m*-ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; **d** R = *p*-MeC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>;  
**e** R = *p*-MeOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; **f** R = 2-тиенил

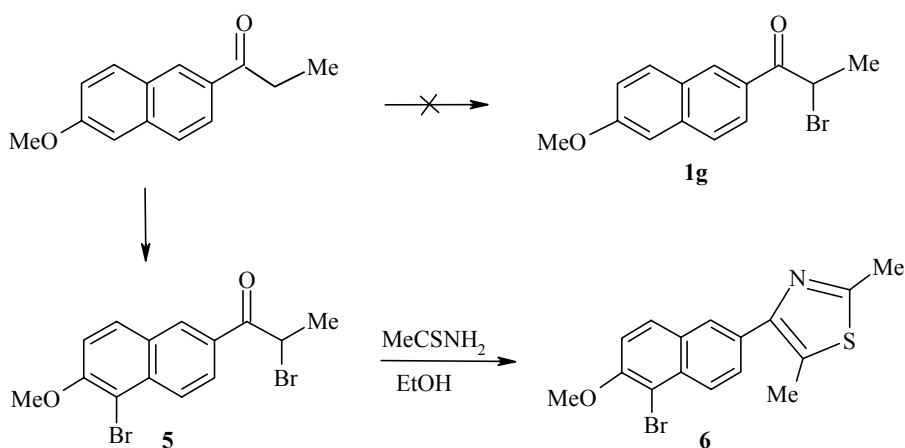


**3 a** R = 6-MeO; **b** R = 7-MeO; **4 a** R = 7-MeO; **b** R = 8-MeO

Описанные методы получения  $\alpha$ -бромкетонов с помощью радикального бромирования молекулярным бромом или N-бромсукцинимидом не всегда приводят к целевым соединениям с хорошими выходами. Мы использовали во всех случаях бромирование с помощью диоксандибромидом в эфире [8]. Выходы всех соединений **1a-f**, **3a,b**, **5**, **7** и **9** количественные, для конденсации с тиацетамидом полученные  $\alpha$ -бромкетоны использовались без дополнительной очистки.

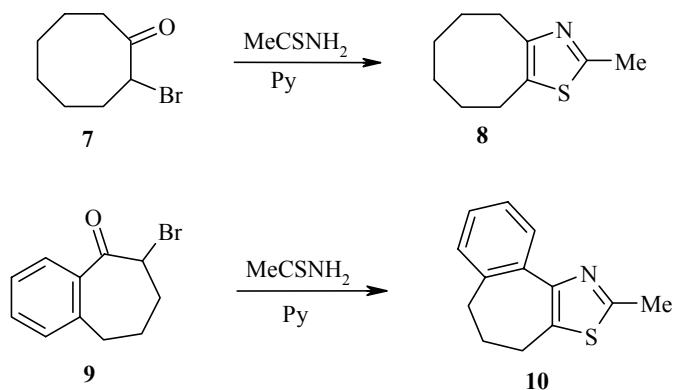
Было испробовано несколько способов получения 2-бром-1-(6-метокси-2-нафтил)пропанона (**1g**): обрабатывали соответствующий кетон 1) диоксандибромидом в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , 2) диоксандибромидом в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  в присутствии  $\text{CaCO}_3$ , 3) пербромидом (фенил)триметиламмония в ТГФ. Во всех случаях образуется 2-бром-1-(5-бром-6-метокси-2-нафтил)пропанон (**5**), несмотря на утверждения авторов [9], что при взаимодействии 1-(6-метокси-2-нафтил)пропанона с пербромидом (фенил)триметиламмония в ТГФ должен образоваться 2-бром-1-(6-метокси-2-нафтил)пропанон (**1g**).

Последующая обработка 2-бром-1-(5-бром-6-метокси-2-нафтил)пропанона (**5**) тиацетамидом в этаноле по стандартной методике приводит к образованию 4-(5-бром-6-метокси-2-нафтил)-2,5-диметил-1,3-тиазола (**6**). Нам не удалось удалить атом брома из нафталинового цикла соединения **6** – оно не вступает в реакцию с металлическим магнием (была предпринята попытка синтеза реактива Гриньяра аналогично методике синтеза метоксинафтилмагнийбромида [10]).



Взаимодействие 2-бромциклооктанона (**7**) и 2-бромбензосуверона (**9**)

с тиаоацетамидом в этаноле приводит к образованию элементарной серы и исходных кетонов, не содержащих бром. Целевые тиазолы, по данным ГЖХ, образуются в следовых количествах. Соединения **8** и **10** удается синтезировать с удовлетворительными выходами, проводя синтез Ганча в пиридине.



В спектрах ЯМР <sup>1</sup>H соединений **2a–f** более слабopольным оказывается сигнал протонов группы 2-CH<sub>3</sub> (2.60–2.65), сигнал группы протонов 5-CH<sub>3</sub> проявляется в области 2.30–2.45 м. д., причем в ряде случаев (для соединений **2b,e–f**) наблюдается расщепление этого сигнала ( $J = 3$  Гц), вероятно, за счет взаимодействия с близлежащим протоном бензольного кольца. Положение и мультиплетности сигналов бензольного кольца соответствуют характеру замещения.

В масс-спектрах полученных соединений присутствуют интенсивные пики молекулярных ионов. Распад соединений, по-видимому, начинается с отщепления молекулы ацетонитрила ( $m/z$  41), т. е. непосредственно с распада тиазольного цикла. Альтернативным путем распада молекулярного иона является отщепление частицы с массой 15 (предположительно 2-метильной группы) с сохранением тиазольного ядра.

В масс-спектре соединения **10** не наблюдается отщепления молекулы ацетонитрила от молекулярного иона. Интенсивный пик с  $m/z$  141 предположительно соответствует бензотропилий-катиону.

Таким образом, показано, что бромирование замещенных алифатических и карбоциклических кетонов по  $\alpha$ -положению протекает практически с количественным выходом и в мягких условиях при использовании в качестве бромирующего агента диоксандибромида в эфире. Бромирование 1-(6-метокси-2-нафтил)пропанона протекает как дизамещение – в алифатической цепи и по положению 5 нафталинового фрагмента, независимо от способа бромирования. Последующая конденсация полученных  $\alpha$ -бромкетонoв с тиаоацетамидом в этаноле обычно дает соответствующие 2-метил-1,3-тиазолы. Однако в ряде случаев в реакции конденсации в качестве растворителя необходимо использовать пиридин вместо этанола.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  регистрировали на спектрометре Varian UNITY INOVA (400 МГц) в  $\text{CDCl}_3$ , относительно остаточных протонов растворителя. Масс-спектры получены на хромато-масс-спектрометре GQ Finnegan, оборудованном капиллярной колонкой DB-5MS фирмы J&W Scientific (30 м  $\times$  0.25 мм, фаза 0.25  $\mu$  5% фенилполисилоксан), энергия ионизации электронов 70 эВ.

Растворители перед использованием при необходимости очищали и сушили по известным методикам. Синтез  $\alpha$ -бромкетонов **1a,d-f**, **3a-b**, **5**, **7** и **9** проводили по методике [8]. Их характеристики соответствовали приведенным в работах [11–19].

**Синтез  $\alpha$ -бромкетонов 1b–c** (общая методика). В раствор 0.3 моль кетона в 150 мл сухого эфира вносят 3 г диоксандибромид и нагревают реакционную смесь до обесцвечивания раствора. Затем при  $\sim 20$   $^\circ\text{C}$  в течение 20 мин прибавляют 74.4 г (0.3 моль) диоксандибромид, перемешивают 1 ч до прекращения выделения  $\text{HBr}$ , промывают последовательно водой (2  $\times$  500 мл) и насыщенным водным раствором  $\text{NaCl}$ , сушат над безводным  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Растворитель упаривают в вакууме, полученное вещество используют без дополнительной очистки.

**2-Бром-1-(2-фторфенил)-1-пропанон (1b)**. Выход 100%. Масло. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 8.26–7.06 (4H, м,  $\text{C}_6\text{H}_4$ ); 5.47 (1H, к,  $J = 9.0$ , CH); 2.10 (3H, д,  $J = 9.0$ ,  $\text{CH}_3$ ). Найдено, %: C 46.87; H 3.50.  $\text{C}_9\text{H}_8\text{BrFO}$ . Вычислено, %: C 46.78; H 3.49.

**2-Бром-1-(3-хлорфенил)-1-пропанон (1c)**. Выход 100%. Масло. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 7.53–7.35 (4H, м,  $\text{C}_6\text{H}_4$ ); 5.65 (1H, к,  $J = 9.0$ , CH); 2.15 (3H, д,  $J = 9.0$ ,  $\text{CH}_3$ ). Найдено, %: C 43.70; H 3.35; Br 32.28; Cl 14.32.  $\text{C}_9\text{H}_8\text{BrClO}$ . Вычислено, %: C 43.67; H 3.26; Br 32.28; Cl 14.32.

**Получение замещенных 2-метил-1,3-тиазолов 2a–f, 6** (общая методика). К 0.3 моль  $\alpha$ -бромкетона прибавляют 0.33 моль тиацетамида и 100 мл этанола. После непродолжительного нагревания реакция протекает экзотермически. По окончании самопроизвольного кипения реакционную смесь кипятят еще 6–13 ч, разбавляют водой, упаривают этанол, добавляют 50 мл воды и доводят pH до 9 раствором  $\text{NaOH}$ , экстрагируют эфиром (3  $\times$  100 мл) или  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , экстракт промывают водой, насыщенным водным раствором  $\text{NaCl}$ , сушат  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Растворитель отгоняют, остаток перегоняют в вакууме. Соединения **2f** и **6** очищают хроматографически ( $\text{SiO}_2$ , бензол).

**Соединения 4a,b**. Реакционную смесь кипятят 1 ч, после чего добавляют 25 мл конц.  $\text{HCl}$ . Выпавший осадок отделяют, высушивают, суспендируют в 50 мл воды и доводят pH до 10, добавляя твердый  $\text{NaOH}$ . Полученный раствор экстрагируют этилацетатом (3  $\times$  100 мл), сушат  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Растворитель удаляют в вакууме, остаток хроматографируют ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ) и получают соединения **4a,b**.

**Соединения 8** и **10** получают аналогично соединениям **4a,b**, но в качестве растворителя вместо этанола используют пиридин.

**2,5-Диметил-4-(4-фторфенил)-1,3-тиазол (2a)**. Выход 82%, т. кип. 132–133  $^\circ\text{C}$  (5 мм рт. ст.). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 7.56 (2H, д, д,  $J = 8.6$ ,  $J = 6.0$ ,  $\text{H}_{\text{аром-3,5}}$ ); 7.07 (2H, д, д,  $J = 8.6$ ,  $J = 8.6$ ,  $\text{H}_{\text{аром-2, 6}}$ ); 2.63 (3H, с, 2- $\text{CH}_3$ ); 2.44 (3H, с, 5- $\text{CH}_3$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 208  $[\text{M}+1]^+$  (13); 207  $[\text{M}]^+$  (100); 206  $[\text{M}-1]^+$  (23); 166 (63); 133 (23); 122 (27); 107 (12). Найдено, %: C 63.79; H 4.87; N 6.70.  $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{FNS}$ . Вычислено, %: C 63.74; H 4.86; N 6.76.

**2,5-Диметил-4-(2-фторфенил)-1,3-тиазол (2b)**. Выход 83%, т. кип. 101–102  $^\circ\text{C}$  (0.5 мм рт. ст.). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 7.45 (H, т,  $J = 7.7$ ,  $\text{H}_{\text{аром-4}}$ ); 7.25 (H, м,  $\text{H}_{\text{аром-6}}$ ); 7.13 (H, т,  $J = 7.7$ ,  $\text{H}_{\text{аром-3}}$ ); 7.05 (H, т,  $J = 9.3$ ,  $\text{H}_{\text{аром-5}}$ ); 2.60 (3H, с, 2- $\text{CH}_3$ ); 2.27 (3H, д,  $J = 3.0$ , 5- $\text{CH}_3$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 209  $[\text{M}+2]^+$  (11); 208  $[\text{M}+1]^+$  (28); 207  $[\text{M}]^+$  (100); 206  $[\text{M}-1]^+$  (27); 188 (10); 166 (80); 133 (50); 122 (54); 107 (23). Найдено, %: C 63.90; H 4.90; N 6.74.  $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{FNS}$ . Вычислено, %: C 63.74; H 4.86; N 6.76.

**2,5-Диметил-4-(3-хлорфенил)-1,3-тиазол (2c)**. Выход 76%, т. кип. 130–131  $^\circ\text{C}$  (1 мм рт. ст.). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 7.26 (1H, д, д,  $J = 3.7$ ,  $J = 3.7$ ,  $\text{H}_{\text{аром-2}}$ ); 7.47 (1H, д, д,  $J = 7.4$ ,  $J = 3.7$ ,  $\text{H}_{\text{аром-4}}$ ); 7.30 (1H, д, д,  $J = 7.4$ ,  $J = 7.4$ ,  $\text{H}_{\text{аром-6}}$ ); 7.24–7.28 (1H, м,  $\text{H}_{\text{аром-5}}$ ); 2.63 (3H, с, 2- $\text{CH}_3$ ); 2.46 (3H, с, 5- $\text{CH}_3$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 226  $[\text{M}+3]^+$  (5); 225  $[\text{M}+2]^+$  (39); 224  $[\text{M}+1]^+$  (30); 223  $[\text{M}]^+$  (100); 222  $[\text{M}-1]^+$  (52); 182 (56); 147 (47);

138 (19); 102 (16). Найдено, %: С 59.06; Н 4.50; Cl 15.95; N 6.20; S 14.41. C<sub>11</sub>H<sub>10</sub>CINS. Вычислено, %: С 59.055; Н 4.51; Cl 15.85; N 6.26; S 14.33.

**2,5-Диметил-4-(4-метилфенил)-1,3-тиазол (2d).** Выход 58%, т. кип. 118–119 °С (1 мм рт. ст.). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 7.52 (2H, м, H<sub>аром</sub>-2); 7.21 (2H, м, H<sub>аром</sub>-3); 2.65 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>); 2.47 (3H, д, J = 3.0, 5-CH<sub>3</sub>); 2.37 (3H, с, CH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 204 [M+1]<sup>+</sup> (26); 203 [M]<sup>+</sup> (100); 202 [M-1]<sup>+</sup> (48); 162 (85); 147 (31); 128 (22); 115 (18); 91 (19). Найдено, %: С 70.92; Н 6.55; N 6.91; S 15.60. C<sub>12</sub>H<sub>13</sub>NS. Вычислено, %: С 70.89; Н 6.45; N 6.89; S 15.77.

**2,5-Диметил-4-(4-метоксифенил)-1,3-тиазол (2e).** Выход 63%, т. кип. 141–142 °С (1 мм рт. ст.). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 7.53 (2H, д, д, J = 7.7, J = 2.7, H<sub>аром</sub>-2); 6.92 (2H, д, д, J = 7.7, J = 2.7, H<sub>аром</sub>-3); 3.80 (3H, с, CH<sub>3</sub>O); 2.62 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>); 2.43 (3H, д, J = 1.0, 5-CH<sub>3</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 220 [M+1]<sup>+</sup> (35); 219 [M]<sup>+</sup> (100); 218 [M-1]<sup>+</sup> (30); 204 (19); 178 (84); 163 (99); 135 (33); 102 (16); 91 (29). Найдено, %: С 65.75; Н 6.06; N 6.40; S 14.69. C<sub>12</sub>H<sub>13</sub>NOS. Вычислено, %: С 65.72; Н 5.975; N 6.39; S 14.62.

**2,5-Диметил-4-(2-тиенил)-1,3-тиазол (2f).** Выход 57%. Масло, R<sub>f</sub> 0.86 (Silufol UV-254, бензол–ацетон, 10:1). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 7.19 (H, д, д, J = 3.8, J = 1.3, H<sub>Тн</sub>-5); 7.17 (H, д, д, J = 5.0, J = 1.0, H<sub>Тн</sub>-3); 6.96 (H, д, д, J = 5.0, J = 3.8, H<sub>Тн</sub>-4); 2.53 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>); 2.42 (3H, с, 5-CH<sub>3</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 197 [M+2]<sup>+</sup> (15); 196 [M+1]<sup>+</sup> (19); 195 [M]<sup>+</sup> (100); 154 (89); 153 (49); 139 (9); 121 (14); 110 (32); 95 (9). Найдено, %: С 55.48; Н 4.72; N 7.31; S 32.95. C<sub>9</sub>H<sub>9</sub>NS<sub>2</sub>. Вычислено, %: С 55.35; Н 4.64; N 7.17; S 32.84.

**2-Метил-7-метокси-4,5-дигидронафто[1,2-d][3,1]тиазол (4a).** Выход 41%. Масло, R<sub>f</sub> 0.6 (Silufol UV-254, бензол–ацетон, 10:1). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 7.80 (1H, д, J = 8.4, H-9); 6.78 (1H, д, д, J = 8.2, J = 3.0, H-8); 6.74 (1H, д, J = 3.0, H-6); 3.70 (3H, с, CH<sub>3</sub>O); 2.94 (4H, м, CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>); 2.70 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 232 [M+1]<sup>+</sup> (11); 231 [M]<sup>+</sup> (100); 230 [M-1]<sup>+</sup> (28); 216 (44); 189 (9); 175 (8); 158 (6); 147 (23); 145 (11); 115 (9); 103 (9). Найдено, %: С 67.56; Н 5.65; N 6.78; S 13.67. C<sub>13</sub>H<sub>13</sub>NOS. Вычислено, %: С 67.50; Н 5.66; N 6.055; S 13.86.

**2-Метил-8-метокси-4,5-дигидронафто[1,2-d][3,1]тиазол (4b).** Выход 55%. Масло, R<sub>f</sub> 0.63 (Silufol UV-254, бензол–ацетон, 10:1). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 7.47 (1H, д, J = 3.0, H-9); 7.07 (1H, д, J = 8.2, H-6); 6.72 (1H, д, д, J = 8.2, J = 3.0, H-7); 3.65 (3H, с, CH<sub>3</sub>O); 2.92 (4H, м, CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>); 2.70 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 232 [M+1]<sup>+</sup> (19); 231 [M]<sup>+</sup> (100); 230 [M-1]<sup>+</sup> (47); 216 (16); 200 (11); 189 (13); 175 (8); 147 (14); 145 (16); 115 (11); 102 (8). Найдено, %: С 67.51; Н 5.67; N 6.00; S 13.77. C<sub>13</sub>H<sub>13</sub>NOS. Вычислено, %: С 67.50; Н 5.66; N 6.055; S 13.86.

**4-(5-Бром-6-метокси-2-нафтил)-2,5-диметил-1,3-тиазол (6).** Выход 65%, т. пл. 135–137 °С. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 8.24 (1H, д, J = 8.7, H<sub>аром</sub>-1); 8.02 (1H, д, J = 3.0, H<sub>аром</sub>-4); 7.86 (1H, д, J = 3.0, H<sub>аром</sub>-8); 7.84 (1H, д, J = 3.0, H<sub>аром</sub>-2); 7.25 (1H, м, H<sub>аром</sub>-7); 4.02 (3H, с, CH<sub>3</sub>O); 2.65 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>); 2.55 (3H, с, 5-CH<sub>3</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 349 (100); 347 (100); 334 (39); 332 (39); 306 (29); 293 (34); 291 (34); 265 (17); 263 (17); 212 (10); 184 (31); 152 (25); 134 (21); 113 (17). Найдено, %: С 57.42; Н 4.42; N 4.12. C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>BrNOS. Вычислено, %: С 57.84; Н 4.25; N 4.22.

**2-Метилциклоокта[d][1,3]тиазол (8).** Выход 53%. Масло, R<sub>f</sub> 0.44 (Silufol UV-254, бензол–ацетон, 10:1). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 2.70 (4H, д, д, J = 13.2, J = 7.0, 4-, 9-CH<sub>2</sub>); 2.50 (3H, с, 2-CH<sub>3</sub>); 1.58 (4H, м, 5-, 8-CH<sub>2</sub>); 1.30 (4H, м, 6-, 7-CH<sub>2</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 182 [M+1]<sup>+</sup> (13); 181 [M]<sup>+</sup> (100); 180 [M-1]<sup>+</sup> (3); 166 (14); 153 (95); 140 (55); 125 (54); 113 (42); 107 (55); 97 (44); 79 (41). Найдено, %: С 66.13; Н 8.30; N 7.89; S 7.24. C<sub>10</sub>H<sub>15</sub>NS. Вычислено, %: С 66.25; Н 8.34; N 7.73; S 17.69.

**2-Метил-5,6-дигидро-4H-бензо[6,7]циклопента[1,2-d][3,1]тиазол (10).** Выход 56%. Масло, R<sub>f</sub> 0.71 (Silufol UV-254, бензол–ацетон, 10:1). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (J, Гц): 8.00 (1H, д, J = 8, H<sub>аром</sub>-7); 7.29 (1H, м, H<sub>аром</sub>-10); 7.18 (2H, м, H<sub>аром</sub>-8, 9); 2.90 (2H, т, J = 7.0, 4-CH<sub>2</sub>); 2.76 (2H, м, 6-CH<sub>2</sub>); 2.68 (2H, с, 2-CH<sub>3</sub>); 2.60 (2H, м, 6-CH<sub>2</sub>). Масс-спектр, m/z (I<sub>отн.</sub>, %): 216 [M+1]<sup>+</sup> (28); 215 [M]<sup>+</sup> (100); 214 [M-1]<sup>+</sup> (37); 200 (30); 182 (25); 173 (49); 141 (59); 128 (30); 115 (36). Найдено, %: С 72.57; Н 6.12; N 6.35; S 14.45. C<sub>13</sub>H<sub>13</sub>NS. Вычислено, %: С 72.52; Н 6.09; N 6.51; S 14.90.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Pharmaceutical Substances*, D. Reichert, B. Kutscher, J. Engel, A. Kleeman (Eds.), Theime, Stuttgart, 2004.
2. P. Haacke, L. P. Bausher, J. P. McNeal, *J. Am. Chem. Soc.*, **93**, 7045 (1971).
3. F. Kurtzer, *Sulphur, Selenium and Tellurium (Special Periodical Reports)*, The Chemical Society, London, 1970, **1**, pt 13.
4. F. Kurtzer, *Sulphur, Selenium and Tellurium (Special Periodical Reports)*, The Chemical Society, London, 1975, **3**, pt 14.
5. M. Fiorentino, L. Testaferri, M. Tiecco, L. Troisi, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 317 (1977).
6. L. J. Altman, S. L. Richheimer, *Tetrahedron Lett.*, 4709 (1971).
7. H. Stetter, R. J. Ramsch, H. Kuhlmann, *Synthesis*, 733 (1976).
8. А. Н. Кост, П. Б. Терентьев, *ЖОХ*, **29**, 338 (1959).
9. A. Marquet, J. Jacques, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 90 (1962).
10. Л. Титце, Т. Айхер, *Препаративная органическая химия*, Мир, Москва, 1999, 410.
11. K. Kraft, F. Dengel, *Chem. Ber.*, **85**, 577 (1952).
12. A. L. Wilds, A. L. Meader, *J. Org. Chem.*, **13**, 763 (1948).
13. А. В. Домбровский, М. И. Шевчук, В. П. Кравец, *ЖОХ*, **32**, 2278 (1962).
14. Ю. Б. Волькенштейн, Я. Л. Гольдфарб, *ДАН*, **138**, 115 (1961).
15. T. R. Kasturi, T. Aranahalam, *Can. J. Chem.*, **46**, 3625 (1968).
16. E. Mosettig, E. L. May, *J. Org. Chem.*, **5**, 528 (1940).
17. A. C. Cope, H. E. Johnston, *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 3888 (1957).
18. F. Ramirez, A. F. Kirby, *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 6026 (1953).
19. E. Ott, D. S. Tarbell, *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 6266 (1952).

*Институт биоорганической химии  
им. академиков М. М. Шемякина  
и Ю. А. Овчинникова РАН,  
Москва 117997  
e-mail: synorg@ibch.ru*

*Поступило в редакцию 28.04.2004*