

УДК 547.831.738

СИНТЕЗ ГЕТАРИЛХИНОЛИНОВ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ В БЕНЗОЛЬНОМ КОЛЬЦЕ 2-[(4-МЕТИЛХИНОЛИН-2-ИЛ)СУЛЬФАНИЛ]-АЦЕТОГИДРАЗИДОВ

© 2020 г. И. Л. Алексанян*, Л. П. Амбарцумян

Ереванский государственный университет, 375025, Республика Армения, г. Ереван, ул. Алека Манукяна 1
*e-mail: ialeksanyan@ysu.am

Поступила в редакцию 28 августа 2019 г.

После доработки 17 декабря 2019 г.

Принята к публикации 17 декабря 2019 г.

Осуществлен синтез новых гетарилхинолинов, содержащих 1,3,4-оксадиазольный, 1,3-диоксоизоиндолиновый циклы и основания Шиффа, на основе замещенных в бензольном кольце 2-[(4-метилхинолин-2-ил)сульфанил]ацетогидразидов.

Ключевые слова: хинолин, ацетогидразид, гидразингидрат, карбогидразид, основания Шиффа, диоксоизоиндолин, сероуглерод, оксадиазол, фталевый ангидрид, замещенные бензальдегиды.

DOI: 10.31857/S0514749220020135

Хинолин и его производные являются важными и перспективными гетероциклическими соединениями, на базе которых созданы и продолжают синтезироваться новые лекарственные препараты, такие как противомаларийные [1,2], противоопухолевые [3, 4], антибактериальные [5, 6], антигельминтные [7], противовирусные [8], противогрибковые [9], противовоспалительные [10], анальгетические, сердечно-сосудистые, улучшающие репродуктивную функцию и обладающие рядом других видов биологической активности [11]. Принимая во внимание высокий фармакологический потенциал соединений, состоящих из 2 гетероциклических фрагментов, одним из которых является хинолин [11], можно сказать, что их синтез представляет определенный интерес с точки

зрения не только развития органической химии, но и поиска новых биологически активных веществ.

В настоящей работе синтезированы новые производные 1,3,4-оксадиазолов, 1,3-диоксоизоиндолинов и производные оснований Шиффа на базе замещенных в бензольном кольце 2-[(4-метилхинолин-2-ил)сульфанил]ацетогидразидов **1a–c**.

В продолжение синтеза биологически активных веществ [12] и для синтеза целевых гетарилхинолинов [13] проведена реакция замещенных в бензольном кольце карбогидразидов **1a–c** с сероуглеродом в присутствии KOH в этаноле с замыканием оксадиазолинового цикла с образованием соответствующих 5-[(4-метилхинолин-2-илтио)метил]-1,3,4-оксадиазоло-2(3H)-тионов **2a–c** (схема 1).

Схема 1.

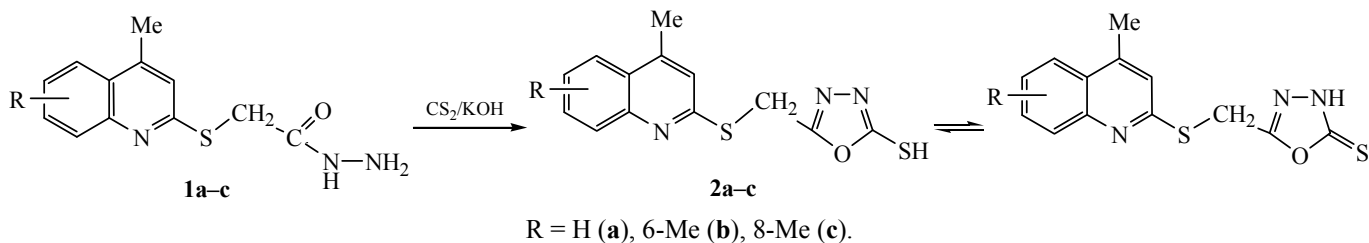
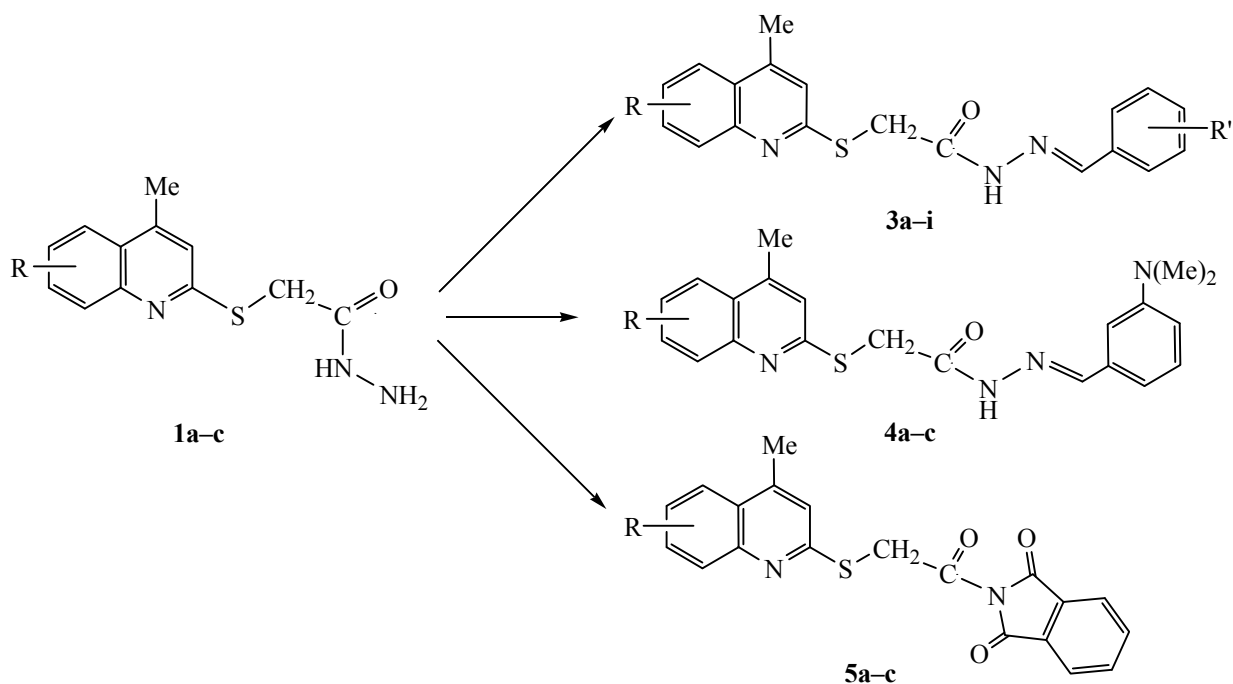


Схема 2.



Реакция исходных гидразидов **1a–c** с замещенными бензальдегидами в этаноле при кипячении приводит к получению замещенных в бензольном кольце *N'*-(гидроксибензилиден)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетогидразидов **3a–i** и *N'*-(4-диметиламинобензилиден)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетогидразидов **4a–c**. Кроме того, взаимодействием **1a–c** с фталевым ангидридом в диоксане при кипячении получены соответствующие *N'*-(1,3-диоксоизоиндолин-2-ил)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетамиды **5a–c** (схема 2).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H регистрировали на приборе Varian Mercury-300 (Германия) в $\text{DMCO-}d_6\text{-CCl}_4$, 1:3. Ход реакции и чистоту полученных соединений контролировали методом ТСХ на пластинках ALUGRAM® XtraSIL G UV₂₅₄ (Германия) (проявитель – пары йода). Все реакции были проведены в свежеперегранных растворителях, а реактивы приобретены через Merck KGaA, Дармштадт, Германия и/или ее филиалы.

Соединения 2a–c (общая методика). Смесь 0.5 ммоль соединения **1a–c** [13], 10 мл этанола, 0.4 мл CS_2 и 0.07 г (1.25 ммоль) КОН перемешивали при комнатной температуре 30 мин, затем

кипятили 10 ч. После охлаждения прибавляли 20 мл воды, отфильтровывали, фильтрат подкисляли до pH 5.0–5.5. Образовавшийся осадок отфильтровывали и перекристаллизовывали из смеси этанол–вода.

5-[(4-Метилхинолин-2-илтио)метил]-1,3,4-оксадиазоло-2(3*H*)-тион (2a). Выход 0.13 г (90%), т.пл. 171–172°C, R_f 0.67 (этанол–толуол, 1:3). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1175 (C=S). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 2.66 д (3H, CH₃, J 0.9 Гц), 4.67 с (2H, SCH₂), 7.18 к (1H_{аром}, J 0.9 Гц), 7.48 д.д.д (1H_{аром}, J 8.3, 6.9, 1.3 Гц), 7.66 д.д.д (1H_{аром}, J 8.4, 6.9, 1.3 Гц), 7.89 д.д.д (1H_{аром}, J 8.4, 1.3, 0.5 Гц), 7.93 д.д.д (1H_{аром}, J 8.4, 1.3, 0.5 Гц), 14.11 уш.с (1H, SH). Найдено, %: C 53.72; H 3.95; N 14.33; S 22.22. $\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{N}_3\text{OS}_2$. Вычислено, %: C 53.98; H 3.80; N 14.53; S 22.14.

5-[(4,6-Диметилхинолин-2-илтио)метил]-1,3,4-оксадиазоло-2(3*H*)-тион (2b). Выход 0.13 г (86%), т.пл. 215–216°C, R_f 0.68 (этанол–толуол, 1:4). Найдено, %: C 55.59; H 4.16; N 13.73; S 21.21. $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{OS}_2$. Вычислено, %: C 55.44; H 4.29; N 13.86; S 21.12.

5-[(4,8-Диметилхинолин-2-илтио)метил]-1,3,4-оксадиазоло-2(3*H*)-тион (2c). Выход 0.14 г (92%), т.пл. 205–206°C, R_f 0.64 (этанол–толуол, 1:7). Найдено, %: C 55.54; H 4.40; N 13.99; S 21.97.

$C_{14}H_{13}N_3OS_2$. Вычислено, %: С 55.44; Н 4.29; N 13.86; S 21.12.

Соединения 3a–i (общая методика). Смесь 1 ммоль соединения **1a–c** [13], 6 мл этанола и 0.122 г (1 ммоль) гидроксibenзальдегида (*орто*-, *мета*-, *пара*-) кипятили 3–4 ч при перемешивании. После охлаждения полученный осадок отфильтровывали и промывали этанолом. Затем осадок растворяли в разбавленной щелочи. Полученный раствор отфильтровывали, фильтрат подкисляли до pH 5.5–6. Выпавший осадок отфильтровывали и промывали водой.

N'-(2-Гидроксibenзилиден)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3a). Выход 0.30 г (85%), т.пл. 197–198°C. R_f 0.50 (этанол–ксилол, 1:3). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: (смесь двух *син*- и *анти*-изомеров, 1:1) 2.65 и 2.68 с (1.5H и 1.5H, CH_3), 4.00 и 4.25 с (1H и 1H, SCH_2), 6.82–6.91 м (2 $H_{аром}$), 7.20–7.31 м (1 $H_{аром}$), 7.45–7.49 м (0.5 $H_{аром}$), 7.58 с (1 $H_{аром}$), 7.62–7.71 м (1 $H_{аром}$), 7.80–7.88 м (1.5 $H_{аром}$), 7.93–7.98 м (1 $H_{аром}$), 8.13–8.21 м (1 $H_{аром}$), 8.59 и 8.65 с (0.5H и 0.5H, N=CH), 9.87 и 11.15 уш.с (0.5H и 0.5H, OH), 11.60 и 11.82 уш.с (0.5H и 0.5H, NH). Найдено, %: С 65.15; Н 4.68; N 11.76; S 9.00. $C_{19}H_{17}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 64.96; Н 4.84; N 11.97; S 9.12.

N'-(2-Гидроксibenзилиден)-2-(4,6-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3b). Выход 0.32 г (89%), т.пл. 224–225°C, R_f 0.52 (этанол–ксилол, 1:3). Найдено, %: С 65.92; Н 5.53; N 11.76; S 8.60. $C_{20}H_{21}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 65.75; Н 5.75; N 11.51; S 8.77.

N'-(2-Гидроксibenзилиден)-2-(4,8-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3c). Выход 0.34 г (94%), т.пл. 211–212°C, R_f 0.54 (этанол–ксилол, 1:3). Найдено, %: С 65.60; Н 5.93; N 11.37; S 8.91. $C_{20}H_{21}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 65.75; Н 5.75; N 11.51; S 8.77.

N'-(3-Гидроксibenзилиден)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3d). Выход 0.34 г (97%), т.пл. 187–188°C, R_f 0.63 (этанол–толуол, 1:3). Найдено, %: С 65.14; Н 4.78; N 12.10; S 9.24. $C_{19}H_{17}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 64.96; Н 4.84; N 11.97; S 9.12.

N'-(3-Гидроксibenзилиден)-2-(4,6-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3e). Выход 0.34 г (94%), т.пл. 212–213°C, R_f 0.64 (этанол–толуол, 1:3). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: (смесь двух *син*- и *анти*-изомеров, 1:3) 2.52 и 2.54 с (0.75H и 2.25H,

CH_3), 2.61 и 2.63 с (0.75H и 2.25H, CH_3), 4.01 и 4.53 с (0.5H и 1.5H SCH_2), 6.72–6.77 м (1 $H_{аром}$), 6.95–6.99 и 7.02–7.06 м (0.25 $H_{аром}$ и 0.75 $H_{аром}$), 7.08 и 7.10 с (0.25 $H_{аром}$ и 0.75 $H_{аром}$), 7.10–7.20 м (2 $H_{аром}$), 7.43 д и 7.49 д (0.75 $H_{аром}$ и 0.25 $H_{аром}$, J_1 8.5 Гц, J_2 1.8 Гц), 7.64 и 7.68 уш.с (0.75 $H_{аром}$ и 0.25 $H_{аром}$), 7.74 и 7.83 д (0.75 $H_{аром}$ и 0.25 $H_{аром}$, J 8.5 Гц), 7.91–8.07 с (0.75H и 0.25H, N=CH), 9.14 и 9.17 с (0.75H и 0.25H, OH), 11.36 и 11.44 уш.с (0.75H и 0.25H, NH). Найдено, %: С 65.63; Н 5.63; N 11.70; S 8.64. $C_{20}H_{21}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 65.75; Н 5.75; N 11.51; S 8.77.

N'-(3-Гидроксibenзилиден)-2-(4,8-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3f). Выход 0.34 г (92%), т.пл. 208–209°C, R_f 0.57 (этанол–толуол, 1:3). Найдено, %: С 65.84; Н 5.93; N 11.42; S 8.61. $C_{20}H_{21}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 65.75; Н 5.75; N 11.51; S 8.77.

N'-(4-Гидроксibenзилиден)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3g). Выход 0.32 г (90%), т.пл. 197–198°C. R_f 0.45 (этанол–толуол, 1:3). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: (смесь двух *син*- и *анти*-изомеров, 1:3) 2.64 и 2.66 с (2.25H и 0.75H, CH_3), 4.01 и 4.52 с (0.5H и 1.5H, SCH_2), 6.68–6.77 м (2 $H_{аром}$), 7.16 и 7.20 с (0.75 $H_{аром}$ и 0.25 $H_{аром}$), 7.40–7.50 м (3 $H_{аром}$), 7.58–7.69 м (1 $H_{аром}$), 7.83–7.96 м (2 $H_{аром}$), 7.89 и 8.06 с (0.75H и 0.25H, N=CH), 9.38 и 9.44 с (0.75H и 0.25H, OH), 11.20 и 11.25 с (0.75H и 0.25H, NH). Найдено, %: С 65.10; Н 4.75; N 11.79; S 9.23. $C_{19}H_{17}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 64.96; Н 4.84; N 11.97; S 9.12.

N'-(4-Гидроксibenзилиден)-2-(4,6-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3h). Выход 0.35 г (96%), т.пл. 215–216°C, R_f 0.49 (этанол–толуол, 1:3). Найдено, %: С 65.85; Н 5.62; N 11.42; S 8.64. $C_{20}H_{21}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 65.75; Н 5.75; N 11.51; S 8.77.

N'-(4-Гидроксibenзилиден)-2-(4,8-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (3i). Выход 0.33 г (91%), т.пл. 220–221°C, R_f 0.56 (этанол–толуол, 1:1.5). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: (смесь двух *син*- и *анти*-изомеров, 1:3): 2.63 и 2.65 с (2.25H и 0.75H, CH_3), 2.70 и 2.72 с (2.25H и 0.75H, CH_3), 4.03 и 4.55 с (0.5H и 1.5H, SCH_2), 6.68–6.77 м (2 $H_{аром}$), 7.15 и 7.19 с (0.75 $H_{аром}$ и 0.25 $H_{аром}$), 7.27–7.35 м (1 $H_{аром}$), 7.42–7.50 м (3 $H_{аром}$), 7.71–7.77 м (1 $H_{аром}$), 7.87 и 8.09 с (0.75 $H_{аром}$ и 0.25 $H_{аром}$, N=CH), 9.38 и 9.44 уш.с (0.75H и 0.25H, OH), 11.11 и 11.22 с (0.25H и 0.75H, NH). Найдено, %: С 65.81; Н 5.62; N 11.42; S

8.85. $C_{20}H_{21}N_3O_2S$. Вычислено, %: С 65.75; Н 5.75; N 11.51; S 8.77.

Соединения 4а–с (общая методика). Смесь 1 ммоль соединения **1а–с** [13], 6 мл этанола и 0.149 г (1 ммоль) 4-диметиламинобензальдегида кипятили 6 ч при перемешивании. После охлаждения полученный осадок отфильтровывали и промывали этанолом. Затем осадок растворяли в разбавленной кислоте, полученный раствор отфильтровывали и фильтрат подщелачивали до pH 7.5–8.0. Выпавший осадок отфильтровывали и промывали водой.

N'-(4-Диметиламинобензилиден)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (4а). Выход 0.30 г (80%), т.пл. 230–231°C, R_f 0.48 (этанол–ксилол, 1:3). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: (смесь двух *син*- и *анти*-изомеров, 2:3), 2.62 д (3H, CH_3 , J 0.9 Гц), 2.93–3.00 м (6H, NCH_3), 4.01 и 4.40 с (0.80H и 1.20H, SCH_2), 6.74 д ($2H_{аром}$, J 8.8 Гц), 7.38–7.63 м ($6H_{аром}$), 7.85–7.92 м ($1H_{аром}$), 7.93 и 8.07 с (0.6H и 0.4H, $CH=N$), 11.38 и 11.48 с (0.4H и 0.6H, NH). Найдено, %: С 66.80; Н 5.61; N 14.89; S 8.60. $C_{21}H_{22}N_4OS$. Вычислено, %: С 66.67; Н 5.82; N 14.8; S 8.46.

N'-(4-Диметиламинобензилиден)-2-(4,6-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (4б). Выход 0.32 г (82%), т.пл. 240–241°C, R_f 0.46 (этанол–ксилол, 1:3). Найдено, %: С 67.49; Н 6.08; N 14.43; S 8.31. $C_{22}H_{24}N_4OS$. Вычислено, %: С 67.35; Н 6.12; N 14.28; S 8.16.

N'-(4-Диметиламинобензилиден)-2-(4,8-диметилхинолин-2-илтио)ацетогидразид (4с). Выход 0.33 г (84%), т.пл. 165–166°C, R_f 0.42 (этанол–ксилол, 1:3). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: (смесь двух *син*- и *анти*-изомеров, 2:3), 2.60 с (3H, CH_3), 2.71 д (3H, CH_3 , J 0.9 Гц), 2.95–3.10 м (6H, NCH_3), 4.11 и 4.41 с (0.80H и 1.20H, SCH_2), 6.80 д ($2H_{аром}$, J 8.8 Гц), 7.48–7.74 м ($5H_{аром}$), 7.93–7.99 м ($1H_{аром}$), 8.05 и 8.15 с (0.6H и 0.4H, $CH=N$), 11.25 и 11.36 с (0.4H и 0.6H, NH). Найдено, %: С 67.28; Н 6.41; N 14.13; S 8.02. $C_{22}H_{24}N_4OS$. Вычислено, %: С 67.35; Н 6.12; N 14.28; S 8.16.

Соединения 5а–с (общая методика). Смесь 1 ммоль соединения **1а–с** [13], 15 мл диоксана и 0.18 г (1.2 ммоль) фталевого ангидрида кипятили 7 ч при перемешивании. После охлаждения полученный осадок отфильтровывали, промывали диоксаном и перекристаллизовывали из смеси этанол–вода.

N'-(1,3-Диоксоизоиндолин-2-ил)-2-(4-метилхинолин-2-илтио)ацетамид (5а). Выход 0.34 г (90%), т.пл. 187–188°C, R_f 0.60 (этанол–ксилол, 1:3). Спектр ЯМР 1H , δ , м.д.: 2.62 с (3H, CH_3), 4.27 с (2H, SCH_2), 7.34 с ($1H_{аром}$), 7.55 д.д. ($1H_{аром}$, J 11.7, 4.8 Гц), 7.70–7.78 м ($1H_{аром}$), 7.89–7.98 м ($1H_{аром}$), 8.02 д.д. ($2H_{аром}$, J 7.8, 2.5 Гц), 11.01 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.д.: 17.9; 30.9; 38.7; 40.3; 120.1; 123.6; 124.1; 125.4; 125.8; 128.2; 129.4; 129.6; 135.2; 144.4; 147.3; 156.8; 164.8; 167.5. Найдено, %: С 63.51; Н 4.12; N 11.29; S 8.60. $C_{20}H_{15}N_3O_3S$. Вычислено, %: С 63.66; Н 3.98; N 11.14; S 8.49.

N'-(1,3-Диоксоизоиндолин-2-ил)-2-(4,6-диметилхинолин-2-илтио)ацетамид (5б). Выход 0.34 г (87%), т.пл. 214–215°C, R_f 0.59 (этанол–ксилол, 1:1). Найдено, %: С 64.21; Н 4.53; N 13.50; S 8.05. $C_{21}H_{17}N_3O_3S$. Вычислено, %: С 64.45; Н 4.35; N 13.30; S 8.18.

N'-(1,3-Диоксоизоиндолин-2-ил)-2-(4,8-диметилхинолин-2-илтио)ацетамид (5с). Выход 0.36 г (92%), т.пл. 205–206°C, R_f 0.64 (этанол–ксилол, 1:1). Найдено, %: С 64.33; Н 4.49; N 13.20; S 8.37. $C_{21}H_{17}N_3O_3S$. Вычислено, %: С 64.45; Н 4.35; N 13.30; S 8.18.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Pandeya S., Agarwal P., Srivastava S., Kumar S.R., Purib S.K., Verma P., Saxena J.K., Sharma A., Lald J., Chauhan P. *J. Med. Chem.* **2013**, *66*, 69–81. doi 10.1016/j.ejmech.2013.05.023
- Kumar, S., Bawa, S., Drabu, S., Panda, B.P. *Med. Chem. Res.* **2011**, *20*, 1340–1348. doi 10.1007/s00044-010-9463-6
- Wang Y., Ai J., Wang Y., Chen Y., Wang L., Liu G., Geng M., Zhang A. *J. Med. Chem.* **2011**, *54*, 2127–2142. doi 10.1021/jm101340q
- Marganakov S.B., Kamble R.R., Taj T., Kariduraganvar M.Y. *Med. Chem. Res.* **2012**, *21*, 185–191. doi 10.1007/s00044-010-9522-z
- Shivaraj Y., Malenahalli H.N., Giriapura R., Kumar V., Doyijode B., Kumar A. *J. Korean Chem. Soc.* **2013**, *57*, 241–245. doi 10.5012/jkcs.2013.57.2.241
- Farah H., Ech-Chahad A., Lamiri A. *Int. J. PharmTech Res.* **2014**, *6*, 63–69.

7. Rossiter S., Peron S.J., Whitfield P.J., Jones K. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2005**, *15*, 4806–4808. doi 10.1016/j.bmcl.2005.07.044
8. Ghassamipour S., Sardarian A.R. *Tetrahedron Lett.* **2009**, *50*, 514–519. doi 10.1016/j.tetlet.2008.09.097
9. Kharkar P.S., Deodhar M.N., Kulkarni V.M. *Med. Chem. Res.* **2009**, *18*, 421–432. doi 10.1007/s00044-008-9138-8
10. Lunniss C.J., Cooper A.W.J., Eldred C.D., Kranz M., Lindvall M., Lucas F.S., Neu M., Preston A.G.S., Ranshaw L.E., Redgrave A.J., Robinson J.E., Shipley T.J., Solanke Y.E., Somers D.O., Wiseman J.O. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2009**, *19*, 1380–1385. doi 10.1016/j.bmcl.2009.01.045
11. Pathak A.D., Singh D. *IJPSR.* **2016**, *7*, 1. doi 10.13040/IJPSR.0975-8232.7
12. Малакян М.Г., Баджинян С.А., Вартапетян Л.А., Григорян Д.С., Егиазарян Д.Э., Аветисян А.А., Алексанян И.Л., Амбарцумян Л.П., Саргсян К.С. *Хим.-фарм. ж.* **2009**, *43*, 8–11. [Malakyan M.G., Vajinyan S.A., Vardevanyan L.A., Grigoryan D.S., Yeghiazaryan D.E., Avetisyan A.A., Aleksanyan I.L., Hambardzumyan L.P., Sargsyan K.S. *Parm. Chem. J.* **2009**, *43*, 7–10.] doi 10.1007/s11094-009-0220-4
13. Алексанян И.Л., Амбарцумян Л.П. *ЖОрХ.* **2018**, *54*, 1386–1389 [Aleksanyan I.L., Hambardzumyan L.P. *Russ. J. Org. Chem.* **2018**, *54*, 1402–1405]. doi 10.1134/S1070428018090221

Synthesis of Hetarylquinolines Based on Substituted in the Benzene Ring 2-[(4-Methylquinolin-2-yl)sulfanyl]acetohydrazides

I. L. Aleksanyan* and L. P. Hambardzumyan

Yerevan State University, 375025, Republic of Armenia, Yerevan, Alek Manukyan st. 1

*e-mail: ialeksanyan@ysu.am

Received August 28, 2019; revised December 17, 2019; accepted December 17, 2019

The synthesis of new hetarylquinolines containing 1,3,4-oxadiazole, 1,3-dioxoisindoline rings and Schiff bases based on substituted in the benzene ring 2-[(4-methylquinolin-2-yl)sulfanyl]acetohydrazides was carried out.

Keywords: quinoline, acetohydrazide, hydrazine hydrate, carbohydrazide, Schiff bases, dioxoisindoline, carbon disulfide, oxadiazole, phthalic anhydride, substituted benzaldehydes