

УДК 547.751 + 547.78 + 547-316

# СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ 3-ОКСО-2,3-ДИГИДРО-1*H*-ИМИДАЗО[1,2-*a*]ИНДОЛ-6,7-ДИКАРБОНИТРИЛОВ

© 2019 г. Ж. В. Чиркова\*, М. В. Кабанова, Т. Г. Макарьина,  
С. И. Филимонов, И. Г. Абрамов

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», 150023, Россия, г. Ярославль, Московский пр. 88  
\*e-mail: chirkovazhv@yustu.ru

Поступила в редакцию 20 мая 2018 г.

После доработки 28 мая 2018 г.

Принята к публикации 2 июля 2018 г.

Разработан трехстадийный метод получения 3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-имидазо[1,2-*a*]индолов из замещенных 2-амино-1-гидроксииндол-5,6-дикарбонитрилов.

**Ключевые слова:** 2-амино-3-арил-1*H*-индол-5,6-дикарбонитрилы, *N*-алкилирование, внутримолекулярная амидизация, 2,3-дигидро-9-арил-2-оксо-1*H*-имидазо[1,2-*a*]индол-6,7-дикарбонитрилы.

**DOI:** 10.1134/S0514749219030017

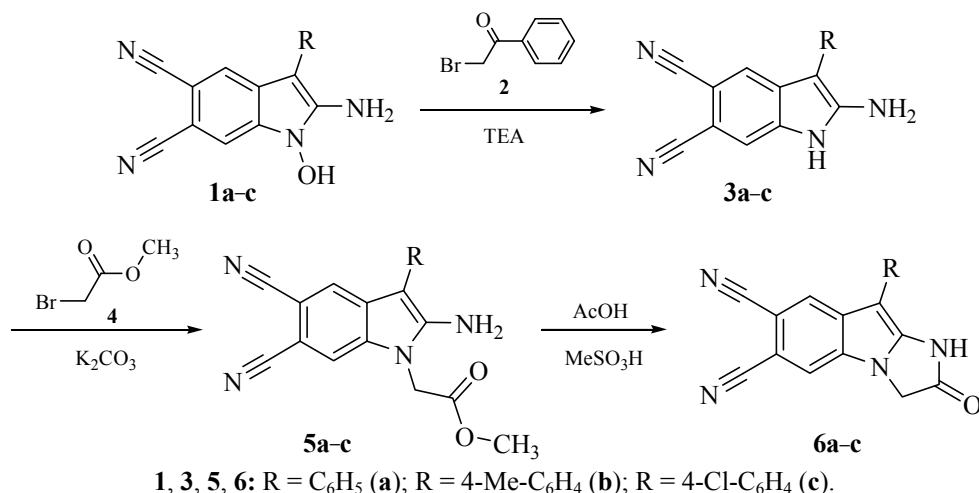
Синтез конденсированных производных индола постоянно привлекает внимание химиков-органиков [1–3]. Одна из таких гетероциклических систем – имидазо[1,2-*a*]индолы – является весьма востребованной, поскольку *N*-ацетамида указанных гетероциклов проявляют биологическую активность в качестве ингибиторов вируса гепатита С [4].

К настоящему времени практически не разработаны прямые методы синтеза рассматриваемых гетероциклических систем из замещенных 2-аминоиндолов, несмотря на многообразие способов получения последних [5–7]. Это, вероятно, связано с более низкой активностью NH-группы по сравнению с 2-NH<sub>2</sub>-группой индола в реакциях алкилирования. По этой же причине подобные имидазо[1,2-*a*]индолам гетероциклические соединения, как правило, синтезируют из производных амидоксимов [8, 9], либо [3+3]-циклоконденсацией α-галогидроксаматов с изохинолин *N*-оксидами [10] или нитронами [11], либо конденсацией индолов с дигалогеналканами [12]. Кроме того следует отметить, что 2-аминоиндолы, как правило, получают восстановительной циклизацией *o*-нитробензилцианидов и для этих соединений, содержащих акцепторные заместители, в качестве основных продуктов реакции образуются 2-амино-1-гидроксииндолы [13, 14].

Целью работы является разработка метода синтеза новых замещенных 3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-имидазо[1,2-*a*]индолов из 2-амино-1-гидроксииндолов.

Ранее нами было установлено, что наличие двух акцепторных цианогрупп в молекуле индола значительно облегчает депротонирование 1-ОН-группы индола и приводит к получению с хорошим выходом соответствующих *O*-алкильных производных с дальнейшей конденсацией в [1,2,4]оксадиазино[2,3-*a*]индолы [15]. Мы предположили, что аналогичный подход может быть использован для получения целевых имидазо[1,2-*a*]индолов.

В результате проведенных исследований был разработан трехстадийный метод синтеза новых замещенных 3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-имидазо[1,2-*a*]индол-6,7-дикарбонитрилов **6a–c** (см. схему). На первой стадии 2-амино-1-гидроксииндолы **1a–c** обрабатывали фенацилбромидом **2** в присутствии ТЭА по модифицированной методике [16] с получением соответствующих 2-аминоиндолов **3a–c** с выходом до 78%. На второй стадии 2-аминоиндолы **3a–c** алкилировали метиловым эфиром бромуксусной кислоты **4** при температуре 40–50°C в присутствии карбоната калия (депротонирующий агент). В данном случае реакция протекает региоселективно по атому азота индольного цикла с получением эфиров **5a–c** с выходом до 75%. На третьей стадии внутримолекулярную амидизацию эфиров **5a–c** проводили в уксусной кислоте при катализе 20% мол. MeSO<sub>3</sub>H при температуре 100°C в течение 0.5–1 ч с получением целевых гетероциклов **6a–c** с выходом до 67%.



Строение синтезированных соединений **3a–c**, **5a–c** и **6a–c** определено на основании совокупности данных ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии. Для всех соединений фиксируются интенсивные молекулярные ионы, и их дальнейшая фрагментация не противоречит предполагаемому строению.

Следует отметить, что ЯМР <sup>1</sup>H спектры синтезированных NH-индолов **3a–c** значительно отличаются от исходных 1-гидроксииндолов **1a–c**. Для большинства протонов соединений **3a–c** наблюдается сдвиг в более сильное поле, наиболее характерно проявляющийся для NH-группы (11.30–11.37 м.д.) по сравнению с NOH-группой соединений **1a–c** (11.75–11.77 м.д.) и для NH<sub>2</sub>-группы 6.36–6.51 м.д. и 6.60–6.85 м.д. для соединений **3a–c** и **1a–c**, соответственно. ЯМР <sup>1</sup>H спектры полученных соединений **5a–c** и **6a–c** незначительно отличаются от полученных ранее N-О-аналогов. НМВС-спектр соединения **3c** позволил сделать соотношение всех атомов водорода и углерода. Для гетероциклов **6a–c** характерным является более слабый сигнал амидного протона в области 12.17–12.21 м.д., и близко расположенные синглеты протонов H<sup>5</sup> и H<sup>8</sup> (8.12–8.30 м.д.). Кроме того, записанные ЯМР <sup>13</sup>C спектры, в которых наблюдаются характерные сигналы атомов углеродов карбонильных групп при 169 м.д. и 173 м.д. подтверждают строение полученных соединений **5a–c** и **6a–c**, соответственно. В NOESY-спектре соединения **6c** наблюдаются характерные интенсивные кросс-пики между NH-протоном и протоном H<sup>5</sup> с протонами H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup> ароматического заместителя, а также кросс-пики средней интенсивности между протонами CH<sub>2</sub>-группы и протоном H<sup>5</sup>. Записанный НМВС-спектр

соединения **6c** позволил сделать однозначное соотношение атомов углерода.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записывали на спектрометре Фурье RX-1 PerkinElmer с длиной волны 700–4000 см<sup>-1</sup>. Анализируемые вещества находились в виде суспензии в вазелиновом масле между пластинами KBr. Спектры ЯМР регистрировали на приборе «Bruker DRX-400» или «Bruker DRX-500» для раствора ДМСО-*d*<sub>6</sub> при 30°C. В качестве эталона для отсчёта химических сдвигов использовали сигналы остаточных протонов растворителя в ЯМР <sup>1</sup>H (δ<sub>H</sub> 2.50 м.д.) или в ЯМР <sup>13</sup>C (δ<sub>C</sub> 39.5 м.д.), в качестве маркера использовали сигнал тетраметилсилана. Масс-спектры регистрировали на хромато-масс-спектрометре «FINNIGAN MAT.INCOS 50» при ионизационном напряжении 70 эВ и температуре в камере ионизации 100–220°C. Элементный анализ проводился в аналитической лаборатории ИНЭОС РАН г. Москва на приборе PerkinElmer 2400. Температуру плавления определяли на аппарате для определения точки плавления и кипения Büchi M-560.

**Соединения 3a–c (общая методика).** К раствору 1 ммоль соединения **1a–c** в 5 мл этанола прибавляли 1 ммоль фенацилбромид **2** и 4 ммоль ТЭА, перемешивали при температуре 30–40°C в течение 2.5–3 ч. Затем реакционную массу охлаждали, образовавшийся кристаллический осадок соединения **3a–c** отфильтровывали, промывали 5%-ным раствором HCl и водой, сушили на воздухе.

**2-Амино-3-фенил-1H-индол-5,6-дикарбонитрил (3a).** Выход 0.18 г (71%), т.пл. 237–238°C (разл.). ИК спектр, ν, см<sup>-1</sup>: 3364, 1626 (NH<sub>2</sub>), 3231

(NH), 2227 (CN), 1574 (Ar). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 6.43 с (2H, NH<sub>2</sub>), 7.24 т (1H, H<sup>4'</sup>,  $J$  7.6 Гц), 7.45 т (2H, H<sup>3'</sup>, H<sup>5'</sup>,  $J$  7.6 Гц), 7.51 д (2H, H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup>,  $J$  7.6 Гц), 7.71 с (1H, H<sup>4</sup>) 7.78 с (1H, H<sup>7</sup>), 11.32 с (1H, NH). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 258 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 257 [ $M$  – H]<sup>+</sup> (23), 230 (13). Найдено, %: С 72.53; Н 3.87; N 21.62. C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 74.40; Н 3.90; N 21.69.  $M$  258.29.

**2-Амино-3-(4-метилфенил)-1*H*-индол-5,6-дикарбонитрил (3b).** Выход 0.17 г (64%), т.пл. 246–247°C (разл.). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3360, 1629 (NH<sub>2</sub>), 3223 (NH), 2226 (CN), 1568 (Ar). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 2.34 с (3H, 4-Me), 6.36 с (2H, NH<sub>2</sub>), 7.26 д (2H, H<sup>3'</sup>, H<sup>5'</sup>,  $J$  8.0 Гц), 7.39 д (2H, H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup>,  $J$  8.0 Гц), 7.69 с (1H, H<sup>4</sup>), 7.73 с (1H, H<sup>7</sup>), 11.30 уш. с (1H, NH). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 272 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 256 (10), 240 (10), 86 (29). Найдено, %: С 74.71; Н 4.39; N 20.41. C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>N<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 74.98; Н 4.44; N 20.58.  $M$  272.31.

**2-Амино-3-(4-хлорфенил)-1*H*-индол-5,6-дикарбонитрил (3c).** Выход 0.23 г (78%), т.пл. 260–262°C (разл.). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3355, 1633 (NH<sub>2</sub>), 3240 (N-H), 2225 (CN), 1570 (Ar). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 6.51 с (2H, NH<sub>2</sub>), 7.46 д (2H, H<sup>3'</sup>, H<sup>5'</sup>,  $J$  8.5 Гц), 7.52 д (2H, H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup>,  $J$  8.5 Гц), 7.72 с (1H, H<sup>4</sup>), 7.79 с (1H, H<sup>7</sup>), 11.37 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м.д.: 93.26 (C<sup>3</sup>), 99.50 (C<sup>6</sup>), 104.46 (C<sup>5</sup>), 114.26 (C<sup>7</sup>), 118.10 (NC<sup>5</sup>), 118.50 (NC<sup>6</sup>), 119.45 (C<sup>4</sup>), 128.80 (2C, C<sup>3'</sup>, C<sup>5'</sup>), 129.21 (2C, C<sup>2'</sup>, C<sup>6'</sup>), 129.35 (C<sup>4'</sup>), 130.75 (C<sup>3a</sup>), 132.31 (C<sup>1'</sup>), 133.04 (C<sup>7a</sup>), 148.96 (C<sup>2</sup>). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 294 [ $M$ ]<sup>+</sup> (34), 292 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 256 (26), 18 (26). Найдено, %: С 65.39; Н 3.08; N 19.10. C<sub>16</sub>H<sub>9</sub>ClN<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 65.65; Н 3.10; N 19.14.  $M$  292.72.

**Соединения 5a–c (общая методика).** К раствору 1 ммоль соединения 3a–c в 5 мл ДМФА прибавляли 3 ммоль метилового эфира бромуксусной кислоты 4 и 4 ммоль K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и перемешивали при температуре 40–50°C в течение 3 ч. Затем реакционную массу охлаждали, разбавляли 5 мл холодной воды, образовавшийся кристаллический осадок соединения 5a–c отфильтровывали, сушили на воздухе.

**Метилловый эфир 2-(2-амино-3-фенил-5,6-дициано-1*H*-индол-1-ил)уксусной кислоты (4a).** Выход 0.24 г (72%), т.пл. 187–189°C. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3363, 1636 (NH<sub>2</sub>), 2225 (CN), 1750 (C=O), 1611 (Ar), 1223, 1076 (C–O). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 3.72 с (3H, OMe), 5.19 с (2H, –CH<sub>2</sub>–), 6.66 с (2H, NH<sub>2</sub>), 7.28 т (1H, H<sup>4'</sup>,  $J$  7.6 Гц), 7.46 (2H, H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup>,  $J$  7.6 Гц), 7.50 т (2H, H<sup>3'</sup>, H<sup>5'</sup>,  $J$  7.6 Гц), 7.80 с (1H,

H<sup>4</sup>), 8.00 с (1H, H<sup>7</sup>). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 330 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 269 (19), 244 (13), 28 (26). Найдено, %: С 68.92; Н 4.25; N 16.91; C<sub>19</sub>H<sub>14</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>. Вычислено, %: С 69.08; Н 4.27; N 16.96.  $M$  330.35.

**Метилловый эфир 2-(2-амино-3-(4-метилфенил)-5,6-дициано-1*H*-индол-1-ил)уксусной кислоты (4b).** Выход 0.23 г (67%), т.пл. 191–193°C. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3357, 1631 (NH<sub>2</sub>), 2224 (CN), 1756 (C=O), 1607 (Ar), 1220, 1078 (C–O). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 2.35 с (3H, 4-Me), 3.71 с (3H, OMe), 5.19 с (2H, –CH<sub>2</sub>–), 6.57 уш. с (2H, NH<sub>2</sub>), 7.28 д (2H, H<sup>3'</sup>, H<sup>5'</sup>,  $J$  8.0 Гц), 7.39 д (2H, H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup>,  $J$  8.0 Гц), 7.75 с (1H, H<sup>4</sup>), 7.98 с (1H, H<sup>7</sup>). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 344 [ $M$ ]<sup>+</sup> (98), 343 [ $M$  – H]<sup>+</sup> (13), 312 (13), 297 (10), 272 (100), 105 (26). Найдено, %: С 69.49; Н 4.64; N 16.22. C<sub>20</sub>H<sub>16</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>. Вычислено, %: С 69.76; Н 4.68; N 16.27.  $M$  344.38.

**Метилловый эфир 2-(2-амино-3-(4-хлорфенил)-5,6-дициано-1*H*-индол-1-ил)уксусной кислоты (4c).** Выход 0.27 г (75%), т.пл. 198–200°C. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3348, 1636 (NH<sub>2</sub>), 2225 (CN), 1747 (C=O), 1612 (Ar), 1239, 1093 (C–O). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 3.72 с (3H, OMe), 5.19 с (2H, –CH<sub>2</sub>–), 6.73 с (2H, NH<sub>2</sub>), 7.49 д (2H, H<sup>3'</sup>, H<sup>5'</sup>,  $J$  8.6 Гц), 7.53 д (2H, H<sup>2'</sup>, H<sup>6'</sup>,  $J$  8.5 Гц), 7.81 с (1H, H<sup>4</sup>), 8.01 с (1H, H<sup>7</sup>). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м.д.: 43.42, 52.29, 93.17, 99.73, 105.26, 113.58, 117.84, 118.33, 119.53, 128.86 (2C), 129.61 (2C), 129.75, 130.19, 131.84, 134.07, 148.93, 168.13. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 366 [ $M$ ]<sup>+</sup> (37), 364 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 278 (12), 269 (18), 28 (29). Найдено, %: С 62.43; Н 3.57; N 15.32. C<sub>19</sub>H<sub>13</sub>ClN<sub>4</sub>O<sub>2</sub>. Вычислено, %: С 62.56; Н 3.59; N 15.36.  $M$  364.79.

**Соединения 6a–c (общая методика).** К раствору 1 ммоль эфира 5a–c в 3 мл уксусной кислоты прибавляли 0.2 ммоль метансульфоново́й кислоты, перемешивали при температуре 100°C в течение 0.5–1 ч. Затем реакционную массу охлаждали, образовавшийся кристаллический осадок отфильтровывали, тщательно промывали водой, сушили на воздухе.

**2,3-Дигидро-2-оксо-9-фенил-1*H*-имидазо[1,2-*a*]индол-6,7-дикарбонитрил (6a).** Выход 0.17 г (58%), т.пл. 279–281°C. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 2227 (CN), 1640 (N–C=O), 1579 (Ar). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 4.84 с (2H, –CH<sub>2</sub>–), 7.45–7.53 м (4H, Ph), 7.59 д (2H, Ph,  $J$  7.6 Гц), 8.16 с (1H, H<sup>5</sup>), 8.30 с (1H, H<sup>8</sup>), 12.21 с (1H, NH). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 298 [ $M$ ]<sup>+</sup> (85), 283 (16), 281 (13), 270 (39), 269 (91), 255 (15), 243 (23), 215 (32), 105 (100), 77 (62). Найдено, %: С 72.24; Н 3.35; N 18.72. C<sub>18</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O. Вычислено, %: С 72.48; Н 3.38; N 18.78.  $M$  298.31.

**2,3-Дигидро-2-оксо-9-(4-метилфенил)-1H-имидазо[1,2-а]индол-6,7-дикарбонитрил (6b).** Выход 0.20 г (63%), т.пл. 286–288°C. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 2226 (CN), 1637 (N-C=O), 1601 (Ar). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 2.35 с (3H, Me), 4.82 с (2H,  $-\text{CH}_2-$ ), 7.26 д (2H,  $\text{H}^{3'}$ ,  $\text{H}^{5'}$ ,  $J$  8.0 Гц), 7.39 д (2H,  $\text{H}^{2'}$ ,  $\text{H}^{6'}$ ,  $J$  8.0 Гц), 8.12 с (1H,  $\text{H}^5$ ), 8.23 с (1H,  $\text{H}^8$ ), 12.17 с (1H, NH). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 312 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 283 (21), 272 (30), 258 (12). Найдено, %: C 72.79; H 3.84; N 17.89.  $\text{C}_{19}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{O}$ . Вычислено, %: C 73.07; H 3.87; N 17.94. *M* 312.33.

**2,3-Дигидро-2-оксо-9-(4-хлорфенил)-1H-имидазо[1,2-а]индол-6,7-дикарбонитрил (6c).** Выход 0.22 г (67%), т.пл. 297–299°C. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 2227 (CN), 1638 (N-C=O), 1577 (Ar). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 4.82 с (2H,  $-\text{CH}_2-$ ), 7.49 д (2H,  $\text{H}^{3'}$ ,  $\text{H}^{5'}$ ,  $J$  8.5 Гц), 7.53 д (2H,  $\text{H}^{2'}$ ,  $\text{H}^{6'}$ ,  $J$  8.5 Гц), 8.12 с (1H,  $\text{H}^5$ ), 8.26 с (1H,  $\text{H}^8$ ), 12.21 с (1H, NH). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м.д.: 48.12 (CH<sub>2</sub>), 93.70, 103.42, 104.79, 115.38, 117.56(2C), 124.16, 128.93 (2C), 129.23 (2C), 130.06, 130.36, 130.73, 131.96, 145.21, 173.66. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 334 [ $M$ ]<sup>+</sup> (37), 332 [ $M$ ]<sup>+</sup> (100), 303 (18), 304 (24), 305 (12), 277 (15), 269 (41). Найдено, %: C 64.97; H 2.73; N 16.84.  $\text{C}_{18}\text{H}_9\text{ClN}_4\text{O}$ . Вычислено, %: C 64.97; H 2.73; N 16.84. *M* 332.75.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Shiri M. *Chem. Rev.* **2012**, *112*, 3508. doi 10.1021/cr2003954
- Карчава А.В., Мелконян Ф.С., Юровская М.А. *ХГС.* **2012**, *48*, 415. [Karchava A.V., Melkonyan F.S., Yurovskaya M.A. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2012**, *48*, 391.] doi 10.1007/s10593-012-1006-2
- Чиркова Ж.В., Филимонов С.И. *Изв. АН. Сер. хим.* **2017**, *66*, 379. [Chirkova Zh.V., Filimonov S.I. *Russ. Chem. Bull.* **2017**, *66*, 379.] doi 10.1007/s11172-017-1745-4

- Harper S., Pacini B., Avolio S., Di Filippo M., Migliaccio G., Laufer R., De Francesco R., Rowley M., Narjes F. *J. Med. Chem.* **2005**, *48*, 1314. doi 10.1021/jm049122i
- Портнов Ю.Н., Голубева Г.А. *ХГС.* **1985**, *21*, 1155. [Portnov Yu.N., Golubeva G.A. *Chem. Heterocycl. Compd.* **1985**, *21*, 959.] doi 10.1007/BF00515015
- Qi J., Wang Z., Lang B., Lu P., Wang Ya. *J. Org. Chem.* **2017**, *82*, 12640. doi 10.1021/acs.joc.7b02423
- Li Zh., Zhou X., Lu P., Wang Ya. *J. Org. Chem.* **2016**, *81*, 9433. doi 10.1021/acs.joc.6b01678
- Ueroegdi L., Kisfaludy L., Patthy A., Vezer C. *J. Heterocycl. Chem.* **1989**, *26*, 133. doi 10.1002/jhet.5570260124
- Trindade A. F., Bode J. W. *Org. Lett.* **2016**, *18*, 4210. doi 10.1021/acs.orglett.6b01889
- An Y., Xia H., Wu J. *Chem. Commun.* **2016**, *52*, 10415. doi 10.1039/c6cc03650c
- Zhao H.-W., Zhao Y.-D., Liu Y.-Y., Zhao L.-J., Feng N.-N., Pang H.-L., Chen X.-Q., Song X.-Q., Du J. *RSC Adv.* **2017**, *7*, 12916. doi 10.1039/c6ra27440d
- De la Mora M. A., Cuevas E., Muchowski J. M., Cruz-Almanza R. *Tetrahedron Lett.* **2001**, *42*, 5351. doi 10.1016/S0040-4039(01)01006-1
- Belley M., Beaudoin D., Duspara P., Sauer E., St-Pierre G., Trimble L. A. *Synlett.* **2007**, 2991. doi 10.1055/s-2007-990969
- Филимонов С.И., Чиркова Ж.В., Шарунов В.С., Абрамов И.Г., Сташина Г.А., Фирганг С.И., Супоницкий К.Ю. *ХГС.* **2012**, *48*, 455. [Filimonov S.I., Chirkova Zh.V., Sharunov V.S., Abramov I.G., Stashina G.A., Firgang S.I., Suponitsky K.Yu. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2012**, *48*, 427.] doi 10.1007/s10593-012-1010-6
- Chirkova Zh.V., Filimonov S.I., Abramov I.G. *Mendeleev Commun.* **2018**, *28*, 86. doi 10.1016/j.mencom.2018.01.029
- Bujok R., Wrybel Zb., Wojciechowski Kr. *Synlett.* **2012**, *23*, 1315. doi 10.1055/s-0031-1291044

## Synthesis of Substituted 3-Oxo-2,3-dihydro-1H-imidazo[1,2-a]indol-6,7-dicarbonitriles

Zh. V. Chirkova\*, M. V. Kabanova, S. I. Filimonov, T. G. Makar'ina, and I. G. Abramov

Yaroslavl State Technical University, 150023, Russia, Yaroslavl, Moskovskii pr. 88

\*e-mail: chirkovazhv@ystu.ru

Received May 20, 2018

Revised May 28, 2018

Accepted July 2, 2018

A three-step method for the preparation of 3-oxo-2,3-dihydro-1H-imidazo[1,2-a]indoles from substituted 2-amino-1-hydroxyindole-5,6-dicarbonitriles was developed.

**Keywords:** 2-amino-3-aryl-1H-indole-5,6-dicarbonitriles, *N*-alkylation, intramolecular amidization, 2,3-dihydro-9-aryl-2-oxo-1H-imidazo[1,2-a]indole-6,7-dicarbonitriles