

## СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЦИКЛОПЕНТА[*b*]-1,7-ФЕНАНТРОЛИНА

© 2019 г. А. Б. Терешко, Н. Г. Козлов\*

*Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси,  
220072, Беларусь, г. Минск, ул. Сурганова 13  
\*e-mail: loc@ifoch.bas-net.by*

Поступила в редакцию 4 марта 2019 г.  
После доработки 4 апреля 2019 г.  
Принята к публикации 23 апреля 2019 г.

Трехкомпонентной конденсацией хинолин-5-иламина с циклопентан-1,3-дионом и альдегидами ароматического и гетероароматического рядов синтезированы новые 7-арил-(гетерил)-9,10-дигидро-7*H*-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11*H*)-оны.

**Ключевые слова:** конденсация, хинолин-5-амин, циклопентан-1,3-дион, ароматические альдегиды, производные циклопента[*b*]-1,7-фенантролина.

**DOI:** 10.1134/S0514749219090106

Ранее нами было показано, что взаимодействие 6-хинолиламина с ароматическими альдегидами и метил- или метиленкетонами (СН-кислотами) приводит к образованию 4,7-фенантролинов различного строения [1–4]. При этом оказалось, что в ряду СН-кислот наиболее эффективными синтонами являются циклические 1,3-дикетоны [3,4]. Образующиеся в результате реакции частично гидрированные оксопроизводные бензо[*b*]-4,7-фенантролина представляют практический интерес как аналоги алкалоидов, ингибиторов ферментов, бактерицидных препаратов и антибиотиков [5–8]. Известно также, что органические соединения, имеющие в своей структуре циклопента[*b*]хинолиновый фрагмент зачастую обладают высокой биологической активностью [9, 10].

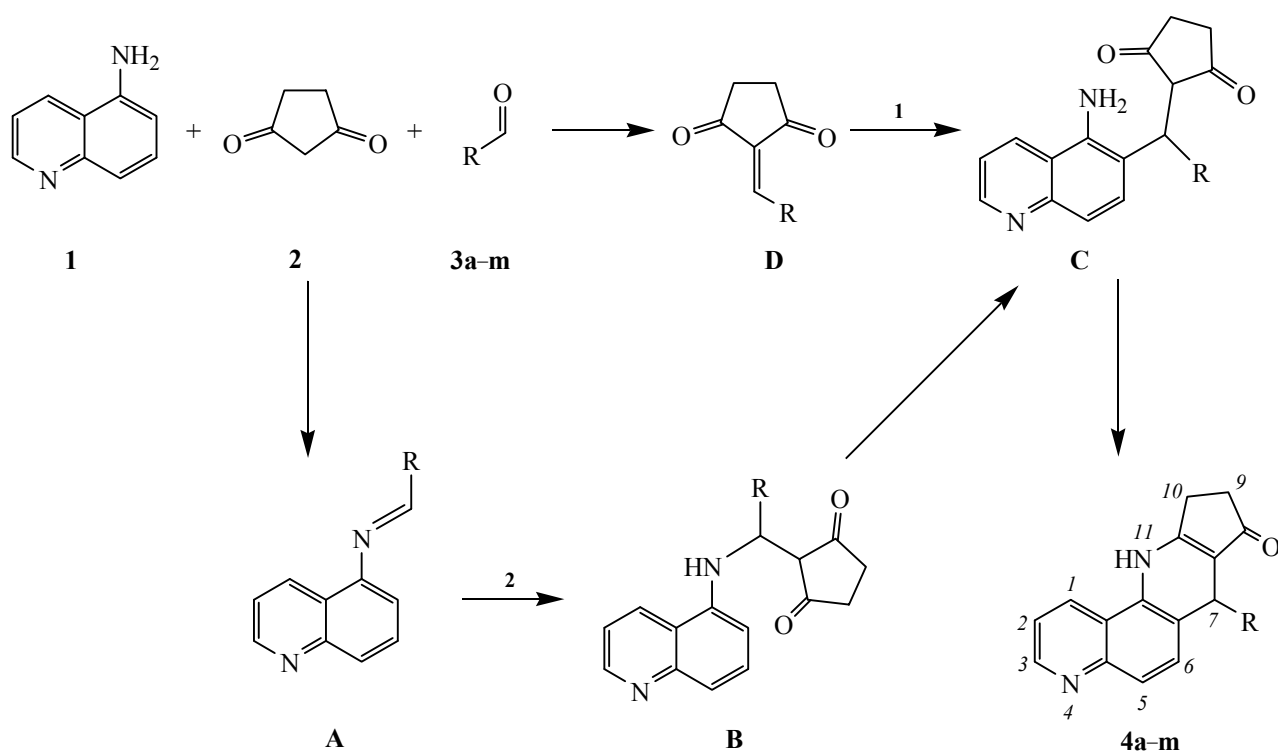
В настоящей работе с целью синтеза ранее неизвестных аннелированных производных 1,7-фенантролина, являющихся структурными изомерами вышеупомянутых бензо[*b*]-4,7-фенантролинов и обладающих высоким потенциалом биологической активности [11], нами впервые изучена конденсация хинолин-5-иламина **1** с циклопентан-1,3-дионом **2** и арил(гетерил)альдегидами **3a–m**.

Конденсацию осуществляли при кипячении эквимольных количеств реагентов в бутан-1-оле. Благодаря высокой реакционной способности циклопентан-1,3-диола взаимодействие его с

амином и альдегидом в спиртовой среде протекает в отсутствие катализатора, роль которого выполняет протон диссоциированной енольной формы β-дикетона. В результате реакции с выходом 44–80% селективно образуются 7-арил-(гетерил)-9,10-дигидро-7*H*-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11*H*)-оны **4a–m**.

По аналогии с данными работы [12], в которой изучалась трехкомпонентная конденсация 1-нафтиламина (карбоциклического аналога хинолин-5-иламина) с арилальдегидами и димедоном, мы полагаем, что формирование системы бензо[*b*]-1,7-фенантролинона может происходить путем первоначального взаимодействия амина с альдегидом с образованием основания Шиффа **A**, присоединения дикетона **2** к связи С=N азометина **A**, перегруппировки образовавшегося аддукта **B**, протекающей по типу перегруппировки Гофмана-Марциуса (миграция *N*-алкильных заместителей анилинов в ароматическое ядро [13]) и последующей циклоконденсации продукта перегруппировки **C**. Трансформация интермедиата **C** может также осуществляться через стадию его гидраминного расщепления на амин **1** и α,β-непредельный кетон **D**, который, имея активированную двойную связь за счет сопряжения с двумя соседними карбонильными группами, взаимодействует с ароматическим ядром амина **1** по атому углерода с

Схема 1.



R = 2-MeC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (a), 4-MeC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (b), 4-*i*-PrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (c), 2-JC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (d), 3-HOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (e), 3,4,5-(MeO)<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>2</sub> (f), 3,4-(OCH<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>3</sub> (g), 4-EtOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (h), 4-PrOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (i), 4-MeSC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (k), 2-тиенил (l), 3-метил-2-тиенил (m).

наибольшей электронной плотностью, находяще-  
 муся в  $\alpha$ -положении к аминогруппе, с образова-  
 нием амидокетона **B**, дегидроциклизующегося в  
 систему бензо[*b*]-1,7-фенантролинона **4**. Кроме  
 того, дикетон **2** может первоначально реагировать  
 с арилальдегидом **3** с образованием 2-арилметиле-  
 нциклопентан-1,3-диона **D**, взаимодействующего  
 затем с амином по вышеописанной схеме 1.

Заместитель R в молекуле альдегида оказывает  
 влияние на выход целевых продуктов реакции **4a**-  
**m**. Бензальдегиды **3e**, **h**, **i**, содержащие гидрокси- и  
 алкоксигруппы, активирующие молекулу альде-  
 гида за счет  $-I$  или  $-I$  и  $-M$ -эффектов, образуют  
 фенантролины **4e**, **h**, **i** с высоким выходом (68–  
 81%). Стерический эффект имеет место в случае  
 орто-толуилового и 2-(3-метил)тиенил альдегидов  
**3a**, **m**, накладываясь при этом на дезактивирующее  
 влияние метильной группы, обладающей  $+I$ -эффе-  
 ктом, и приводя к снижению выхода (44–47%)  
 продуктов реакции **4a**, **m**.

Строение соединений **4a**–**m** установлено на  
 основании данных спектров ИК, ЯМР <sup>1</sup>H. В ИК  
 спектрах присутствуют сильные полосы при 1590 и  
 1525 см<sup>-1</sup>, которые следует отнести к винило-

говому амидному фрагменту (1580, 1520 см<sup>-1</sup>).  
 Интенсивные полосы при 3440 и 1620 см<sup>-1</sup> отно-  
 сятся соответственно к валентным и деформа-  
 ционным колебаниям вторичной аминогруппы.  
 Валентные колебания алкильных групп и цикло-  
 алифатических связей СН проявляются в области  
 2960–2870 см<sup>-1</sup>, связей СН ароматических колец –  
 при 3060–3030 см<sup>-1</sup>. В ИК спектрах соединений **4f**–  
**i** присутствуют полосы фрагмента С–О–С в области  
 1240–1230 см<sup>-1</sup>, в спектре соединения **4k** – интен-  
 сивная полоса валентных колебаний связи С–S при  
 1125 см<sup>-1</sup>.

Спектры ЯМР <sup>1</sup>H соединений **4a**–**q** по вели-  
 чинам химических сдвигов и мультиплетности  
 сигналов протонов бензофенантролинового скелета  
 и арильного заместителя идентичны изученным  
 ранее спектрам 4,7-фенантролиновых аналогов [4].  
 Отсутствие взаимодействия протона группы NH с  
 протоном при атоме С<sup>7</sup>, несущем арильный замест-  
 итель, подтверждает строение соединений **4a**–**m** и  
 наличие 1,4-дигидропиридинового ядра в их моле-  
 кулах. Сигналы протонов NH и Н<sup>7</sup> проявляются в  
 виде синглетов при 9.14–9.58 и 5.21–5.66 м.д.  
 соответственно.

В результате настоящего исследования показано, что трехкомпонентная конденсация хинолин-5-иламина, циклопентан-1,3-диона и арил(гетерил)-альдегида может быть использована в качестве эффективного селективного метода получения новых полядерных гетероциклов, содержащих фармакофорные арильные, гетерильные заместители, потенциально обеспечивающие широкий спектр биологической активности синтезированных соединений.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры сняты на Фурье-спектрометре Nicolet Protégé-460 в таблетках KBr. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  зарегистрированы на спектрометре Bruker AC-500 (500 МГц) и Tesla BS-567 (100 МГц) в ДМСО- $d_6$ , внутренний стандарт – ТМС. Температуры плавления соединений определяли на блоке Кофлера.

**7-Арил-(гетерил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-оны (4a–m)** (общая методика). Раствор 5 ммоль хинолин-5-иламина (1), 5 ммоль циклопентан-1,3-диона (2) и 5 ммоль соответствующего альдегида **3a–m** в 20 мл бутан-1-ола кипятили в течение 1–2 ч. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали диэтиловым эфиром. Фенантролины **4a–m** перекристаллизовывали из смеси этанол–бензол, 1:3.

**7-(2-Метилфенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4a)**. Выход 45%, т.пл. 202–203°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 2.63 с (3H, Me), 3.27 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.75 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 5.43 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 6.69 т, 6.86 д, 7.00 т, 7.08 т (4H,  $\text{H}^{3',6'}$ ,  $J_{3',4'} = 8.1$ ,  $J_{4',5'} = J_{5',6'}$  8.5 Гц), 7.38 д.д (1H,  $\text{H}^2$ ,  $J_{2,1}$  8.9,  $J_{2,3}$  4.1 Гц), 7.43 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  8.9 Гц), 7.57 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  8.9 Гц), 8.84 д (1H,  $\text{H}^3$ ,  $J_{3,2}$  4.0 Гц), 8.90 д (1H,  $\text{H}^1$ ,  $J_{1,2}$  8.8 Гц), 9.34 с (1H, NH). Найдено, %: С 80.88; Н 5.48; N 8.49.  $\text{C}_{22}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}$ . Вычислено, %: С 80.96; Н 5.56; N 8.58.

**7-(4-Метилфенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4b)**. Выход 51%, т.пл. 207–208°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 2.48 с (3H, Me), 3.26 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.74 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 5.26 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 7.09 д (2H,  $\text{H}^{2',6'}$ ,  $J_{2',3'} = J_{6',5'}$  8.4 Гц), 7.26 д (2H,  $\text{H}^{3',5'}$ ,  $J_{3',2'} = J_{5',6'}$  8.4 Гц), 7.33 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  9.0 Гц), 7.43 д.д (1H,  $\text{H}^2$ ,  $J_{2,1}$  8.9,  $J_{2,3}$  4.1 Гц), 7.52 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  9.0 Гц), 8.76 д (1H,  $\text{H}^3$ ,  $J_{3,2}$  4.1 Гц), 8.83 д (1H,  $\text{H}^1$ ,  $J_{1,2}$  8.9 Гц), 9.19 с (1H, NH). Найдено, %: С 80.89; Н 5.47; N 8.47.  $\text{C}_{22}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}$ . Вычислено, %: С 80.96; Н 5.56; N 8.58.

**7-[4-(*изо*-Пропилфенил)]-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4c)**. Выход 74%, т.пл. 214–215°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 2.73 м (7H, *i*-Pr), 3.28 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.75 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 5.28 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 7.10 д (2H,  $\text{H}^{2',6'}$ ,  $J_{2',3'} = J_{6',5'}$  8.4 Гц), 7.26 д (2H,  $\text{H}^{3',5'}$ ,  $J_{3',2'} = J_{5',6'}$  8.4 Гц), 7.34 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  9.0 Гц), 7.42 д.д (1H,  $\text{H}^2$ ,  $J_{2,1}$  8.9,  $J_{2,3}$  4.1 Гц), 7.51 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  9.0 Гц), 8.77 д (1H,  $\text{H}^3$ ,  $J_{3,2}$  4.1 Гц), 8.82 д (1H,  $\text{H}^1$ ,  $J_{1,2}$  8.9 Гц), 9.20 с (1H, NH). Найдено, %: С 81.22; Н 6.17; N 7.79.  $\text{C}_{24}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$ . Вычислено, %: С 81.33; Н 6.26; N 7.90.

**7-(2-Иодфенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4d)**. Выход 44%, т.пл. 230–231°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 3.31 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.81 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 5.66 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 6.96 т, 7.12 т, 7.24 д (4H,  $\text{H}^{3',6'}$ ,  $J_{3',4'} = 8.1$ ,  $J_{4',5'} = J_{5',6'}$  8.5 Гц), 7.42 д.д (1H,  $\text{H}^2$ ,  $J_{2,1}$  8.9,  $J_{2,3}$  4.1 Гц), 7.46 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  8.9 Гц), 7.55 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  8.9 Гц), 8.76 д (1H,  $\text{H}^3$ ,  $J_{3,2}$  4.0 Гц), 8.81 д (1H,  $\text{H}^1$ ,  $J_{1,2}$  8.8 Гц), 9.19 с (1H, NH). Найдено, %: С 57.42; Н 3.34; I 28.85; N 6.27.  $\text{C}_{21}\text{H}_{15}\text{IN}_2\text{O}$ . Вычислено, %: С 57.55; Н 3.45; I 28.96; N 6.39.

**7-(3-Гидроксифенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4e)**. Выход 68%, т.пл. 265–266°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 3.37 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.86 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 5.30 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 7.18 д (2H,  $\text{H}^{3',6'}$ ,  $J_{3',4'} = J_{5',6'}$  8.8 Гц), 7.41 д.д (1H,  $\text{H}^2$ ,  $J_{2,1}$  8.7,  $J_{2,3}$  4.0 Гц), 7.52 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  8.9 Гц), 7.55 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  8.9 Гц), 8.19 д (1H,  $\text{H}^4$ ,  $J_{4',5'}$  8.8 Гц), 8.51 с (1H,  $\text{H}^2$ ), 8.62 с (1H, OH), 8.73 д (1H,  $\text{H}^3$ ,  $J_{3,2}$  4.0 Гц), 8.79 д (1H,  $\text{H}^1$ ,  $J_{1,2}$  8.7 Гц), 9.11 с (1H, NH). Найдено, %: С 76.72; Н 4.83; N 8.47.  $\text{C}_{21}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2$ . Вычислено, %: С 76.81; Н 4.91; N 8.53.

**7-(3,4,5-Триметоксифенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4f)**. Выход 71%, т.пл. 210–211°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 3.38 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.82 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 3.61 с (6H, MeO), 3.71 с (3H, MeO), 5.35 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 6.74 с (1H,  $\text{H}^2$ ), 6.91 с (1H,  $\text{H}^6$ ), 7.42 д.д (1H,  $\text{H}^2$ ,  $J_{2,1}$  8.9,  $J_{2,3}$  4.2 Гц), 7.51 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  8.9 Гц), 7.57 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  8.9 Гц), 8.82 д (1H,  $\text{H}^3$ ,  $J_{3,2}$  4.2 Гц), 8.91 д (1H,  $\text{H}^1$ ,  $J_{1,2}$  8.9 Гц), 9.26 с (1H, NH). Найдено, %: С 71.52; Н 5.47; N 6.88.  $\text{C}_{24}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: С 71.63; Н 5.51; N 6.96.

**7-(1,3-Бензодиоксол-5-ил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[*b*]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4g)**. Выход 75%, т.пл. 253–253°C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 3.37 м (2H,  $\text{H}^{10a,e}$ ), 3.87 м (2H,  $\text{H}^{9a,e}$ ), 5.22 с (1H,  $\text{H}^7$ ), 5.83 с (2H,  $\text{OCH}_2\text{O}$ ), 6.65 д (1H,  $\text{H}^6$ ,  $J_{6,5}$  8.8 Гц), 6.71 д (1H,  $\text{H}^5$ ,  $J_{5,6}$  8.8 Гц), 6.76 с (1H,  $\text{H}^2$ ),

7.53 д (1H, H<sup>6</sup>, J<sub>6,5</sub> 8.8 Гц), 7.55 д (1H, H<sup>5</sup>, J<sub>5,6</sub> 8.8 Гц), 7.57 д.д (1H, H<sup>2</sup>, J<sub>2,1</sub> 8.7, J<sub>2,3</sub> 4.0 Гц), 8.84 д (1H, H<sup>3</sup>, J<sub>3,2</sub> 4.0 Гц), 8.91 д (1H, H<sup>1</sup>, J<sub>1,2</sub> 8.7 Гц), 9.41 с (1H, NH). Найдено, %: С 74.07; Н 4.45; N 7.74. C<sub>22</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 74.15; Н 4.53; N 7.86.

**7-(4-Этоксифенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[b]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4h).** Выход 81%, т.пл. 223–224°C. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 1.27 т (3H), 3.86 к (2H, OEt), 3.45 м (2H, H<sup>10a,e</sup>), 3.87 м (2H, H<sup>9a,e</sup>), 5.21 с (1H, H<sup>7</sup>), 6.76 д (2H, H<sup>2',6'</sup>, J<sub>2',3'</sub> = J<sub>6',5'</sub> 8.5 Гц), 7.15 д (2H, H<sup>3',5'</sup>, J<sub>3',2'</sub> = J<sub>5',6'</sub> 8.5 Гц), 7.50 д.д (1H, H<sup>2</sup>, J<sub>2,1</sub> 8.8, J<sub>2,3</sub> 4.0 Гц), 7.52 д (1H, H<sup>6</sup>, J<sub>6,5</sub> 8.9 Гц), 7.58 д (1H, H<sup>5</sup>, J<sub>5,6</sub> 8.9 Гц), 8.82 д (1H, H<sup>3</sup>, J<sub>3,2</sub> 4.0 Гц), 8.90 д (1H, H<sup>1</sup>, J<sub>1,2</sub> 8.8 Гц), 9.31 с (1H, NH). Найдено, %: С 77.44; Н 5.49; N 7.72. C<sub>23</sub>H<sub>20</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Вычислено, %: С 77.51; Н 5.66; N 7.86.

**7-(4-Пропоксифенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[b]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4i).** Выход 77%, т.пл. 293–294°C. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 0.96 т, 1.64 к, 3.74 т (3H, OPr), 3.47 м (2H, H<sup>10a,e</sup>), 3.86 м (2H, H<sup>9a,e</sup>), 5.25 с (1H, H<sup>7</sup>), 6.75 д (2H, H<sup>2',6'</sup>, J<sub>2',3'</sub> = J<sub>6',5'</sub> 8.5 Гц), 7.14 д (2H, H<sup>3',5'</sup>, J<sub>3',2'</sub> = J<sub>5',6'</sub> 8.4 Гц), 7.50 д.д (1H, H<sup>2</sup>, J<sub>2,1</sub> 8.7, J<sub>2,3</sub> 4.0 Гц), 7.55 д (1H, H<sup>6</sup>, J<sub>6,5</sub> 8.8 Гц), 7.58 д (1H, H<sup>5</sup>, J<sub>5,6</sub> 8.9 Гц), 8.82 д (1H, H<sup>3</sup>, J<sub>3,2</sub> 4.0 Гц), 8.90 д (1H, H<sup>1</sup>, J<sub>1,2</sub> 8.8 Гц), 9.40 с (1H, NH). Найдено, %: С 77.69; Н 5.84; N 7.45. C<sub>24</sub>H<sub>22</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Вычислено, %: С 77.81; Н 5.99; N 7.56.

**7-(4-Тиометилфенил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[b]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4k).** Выход 55%, т.пл. 215–216°C. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 2.35 с (3H, SMe), 3.26 м (2H, H<sup>10a,e</sup>), 3.87 м (2H, H<sup>9a,e</sup>), 5.27 с (1H, H<sup>7</sup>), 6.74 д (2H, H<sup>2',6'</sup>, J<sub>2',3'</sub> = J<sub>6',5'</sub> 8.5 Гц), 7.14 д (2H, H<sup>3',5'</sup>, J<sub>3',2'</sub> = J<sub>5',6'</sub> 8.4 Гц), 7.51 д.д (1H, H<sup>2</sup>, J<sub>2,1</sub> 8.8, J<sub>2,3</sub> 4.1 Гц), 7.55 д (1H, H<sup>6</sup>, J<sub>6,5</sub> 8.8 Гц), 7.58 д (1H, H<sup>5</sup>, J<sub>5,6</sub> 8.9 Гц), 8.82 д (1H, H<sup>3</sup>, J<sub>3,2</sub> 4.0 Гц), 8.90 д (1H, H<sup>1</sup>, J<sub>1,2</sub> 8.8 Гц), 9.40 с (1H, NH). Найдено, %: С 73.60; Н 4.93; N 7.69; S 8.79. C<sub>22</sub>H<sub>18</sub>N<sub>2</sub>OS. Вычислено, %: С 73.71; Н 5.06; N 7.82; S 8.95.

**7-(Тиофен-2-ил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[b]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4l).** Выход 54%, т.пл. 243–244°C. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 3.26 м (2H, H<sup>10a,e</sup>), 3.87 м (2H, H<sup>9a,e</sup>), 5.60 с (1H, H<sup>7</sup>), 7.14 м (3H<sub>th</sub>), 7.47 д.д (1H, H<sup>2</sup>, J<sub>2,1</sub> 8.7, J<sub>2,3</sub> 4.0 Гц), 7.51 д (1H, H<sup>6</sup>, J<sub>6,5</sub> 8.9 Гц), 7.57 д (1H, H<sup>5</sup>, J<sub>5,6</sub> 8.9 Гц), 8.85 д (1H, H<sup>3</sup>, J<sub>3,2</sub> 4.0 Гц), 8.91 д (1H, H<sup>1</sup>, J<sub>1,2</sub> 8.7 Гц), 9.54 с (1H, NH). Найдено, %: С 71.55; Н 4.29; N 8.68; S 9.93. C<sub>19</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>OS. Вычислено, %: С 71.67; Н 4.43; N 8.80; S 10.07.

**7-(3-Метилтиофен-2-ил)-9,10-дигидро-7H-циклопента[b]-1,7-фенантролин-8(11H)-он (4m).**

Выход 47%, т.пл. 272–273°C. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 2.52 с (3H, Me), 3.27 м (2H, H<sup>10a,e</sup>), 3.88 м (2H, H<sup>9a,e</sup>), 5.59 с (1H, H<sup>7</sup>), 6.68 д (1H, H<sup>4'</sup>, J<sub>4',5'</sub> 5.0 Гц), 7.04 д (1H, H<sup>5'</sup>, J<sub>5',4'</sub> 5.0 Гц), 7.46 д.д (1H, H<sup>2</sup>, J<sub>2,1</sub> 8.7, J<sub>2,3</sub> 4.0 Гц), 7.51 д (1H, H<sup>6</sup>, J<sub>6,5</sub> 8.9 Гц), 7.57 д (1H, H<sup>5</sup>, J<sub>5,6</sub> 8.9 Гц), 8.86 д (1H, H<sup>3</sup>, J<sub>3,2</sub> 4.0 Гц), 8.92 д (1H, H<sup>1</sup>, J<sub>1,2</sub> 8.7 Гц), 9.55 с (1H, NH). Найдено, %: С 72.13; Н 4.76; N 8.31; S 9.54. C<sub>20</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>OS. Вычислено, %: С 72.26; Н 4.85; N 8.43; S 9.65.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терешко А.Б., Козлов Н.Г., Гусак К.Н. *ЖОХ*. **2003**, 73, 1712. [Tereshko A.B., Kozlov N.G., Gusak K.N. *Russ. J. Gen. Chem.* **2003**, 73, 1619.] doi 10.1023/B:RUGC.0000016034.39247.89
2. Козлов Н.Г., Гусак К.Н., Терешко А.Б., Фирганг С.И., Шашков А.С. *ЖОрХ*. **2004**, 40, 1228. [Kozlov N.G., Gusak K.N., Tereshko A.B., Firgang S.I., Shashkov A.S. *Russ. J. Org. Chem.* **2004**, 40, 1181.] doi 10.1023/B:RUJO.0000045902.46404.60
3. Гусак К.Н., Терешко А.Б., Козлов Н.Г. *ЖОрХ*. **2004**, 40, 1709. [Gusak K.N., Tereshko A.B., Kozlov N.G. *Russ. J. Org. Chem.* **2004**, 40, 1662.] doi 10.1007/s11178-005-0076-3
4. Гусак К.Н., Терешко А.Б., Козлов Н.Г. *ЖОрХ*. **2005**, 41, 742. [Gusak K.N., Tereshko A.B., Kozlov N.G. *Russ. J. Org. Chem.* **2005**, 41, 727.] doi 10.1007/s11178-005-0233-8
5. Smidrcal J. *Coll. Czech. Chem. Commun.* **1988**, 53, 3184. doi 10.1135/cccc19883184
6. Wang L.K., Johnson R.K., Hecht S.M. *Chem. Res. Toxicol.* **1993**, 6, 813. doi 10.1021/tx00036a010
7. Hussein R., Stretton R.J. *Microbios.* **1981**, 30, 7. PMID: 7029215
8. Martinez R., Toscano R., Lingaza J.E., Sanches H. *J. Heterocycl. Chem.* **1992**, 29, 1385. doi 10.1002/jhet.5570290603
9. Дамулин И.В. *Трудный пациент*. **2007**, 5, 15.
10. Saeki K., Matsuda T., Kato T., Matsui S., Fukuhara K., Miyata N. *Biolog. Pharm. Bull.* **2003**, 26, 448. doi 10.1248/bpb.26.448
11. Duszyk M., MacVinish L., Guthbert A.W. *Brit. J. Pharm.* **2001**, 134, 853. doi 10.1038/sj.bjp.0704328
12. Cortes E., Martinez R., Avila J.G., Toscano R.A. *J. Heterocycl. Chem.* **1988**, 25, 895. doi 10.1002/jhet.5570250337
13. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. *Органическая химия*. М.: Химия, **1979**, 487.

# Synthesis of New Cyclopenta[*b*]-1,7-phenanthroline Derivatives

A. B. Tereshko and N. G. Kozlov\*

*Institute of Physical Organic Chemistry National Academy of Sciences of Belarus  
2200072, Belarus, Minsk, ul. Surganova 13  
\*e-mail: loc@ifoch.bas-net.by*

Received March 4, 2019; revised April 4, 2019; accepted April 23, 2019

7-Aryl(hetaryl)-9,10-dihydro-7*H*-cyclopenta[*b*]-1,7-phenanthroline-8(11*H*)-ones have been synthesized by the condensation 5-quinolylamine with aldehydes of aromatic and heteroaromatic series and cyclopentan-1,3-dione.

**Keywords:** condensation, 5-quinolylamine, cyclopentan-1,3-dione, aromatic aldehydes, cyclopenta[*b*]-1,7-phenanthroline derivatives