

А. Е. Щекотихин, Ю. Н. Лузиков, В. Н. Буянов<sup>а</sup>,  
М. Н. Преображенская

## ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ АНАЛОГИ 5,12-НАФТАЦЕНХИНОНА

### 3.\* СИНТЕЗ 4,11-ДИАМИНОНАФТО[2,3-*f*]ИНДОЛ-5,10-ДИОНА И ЕГО НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Нуклеофильное замещение метоксигрупп в 4,11-диметоксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-дионе при действии первичных, вторичных алкиламинов или ариламинов приводит к образованию *N*-алкил- или *N*-арилпроизводных 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона соответственно. Дезалкилированием 4,11-бис[(1-фенилэтил)амино]-1*H*-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона в присутствии кислоты Льюиса (BBT<sub>3</sub>) получен 4,11-диамино-1*H*-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион.

**Ключевые слова:** 4,11-диамино-1*H*-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион, 4,11-диметоксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион, дезалкилирование алкиламиногрупп, нуклеофильное аро-матическое замещение, сольватохромизм.

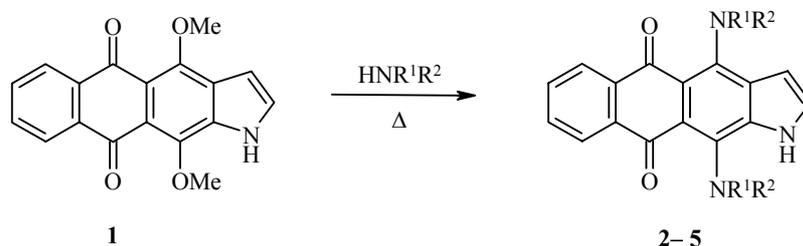
Ранее нами были синтезированы 4,11-диметоксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион [2], некоторые его производные и показано, что деметилирование метоксигрупп в этом ряду является удобным методом синтеза 4,11-дигидроксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона (пирролохинизарина) и его производных [3, 4]. Настоящая работа посвящается разработке метода синтеза 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона, производные которого перспективны для поиска биологически активных веществ, но до настоящего времени не были получены.

Традиционный подход к синтезу производных 1,4-диаминоантрахинона из лейкосоединений производных 1,4-дигидроксиантрахинона (хинизарина) для синтеза 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона оказался не применим, поскольку нам не удалось получить лейкосоединение пирролохинизарина. Другой подход к синтезу производных 1,4-диаминоантрахинона основан на реакциях нуклеофильного ароматического замещения, причем в ряду антрахинона под действием *N*-нуклеофилов замещаются не только "хорошие" [5] уходящие группы (галогены, сульфо-, нитрогруппы), но даже и "плохие" уходящие группы (гидрокси-, арилокси-, алкоксигруппы и гидрид-ион) [6]. Таким образом, редко встречающаяся реакция ароматического замещения метоксигрупп под действием аминов, в ряде случаев применяется для синтеза аминоксигрупп антрахинона [7–9]. Мы установили, что аналогичная реакция в ряду метоксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-дионов протекает несколько легче, чем в ряду производных антрахинона и может использоваться в качестве препаративного метода синтеза различных аминафто[2,3-*f*]индол-5,10-дионов.

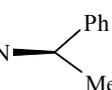
\* Сообщение 2 см. [1].

Так, 4,11-диметоксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион в мягких условиях взаимо-

действует с первичными алкиламинами. Например, взаимодействием нафтоиндолдиона **1** с моноэтаноломином при кипячении в ТГФ был получен 4,11-бис[(2-гидроксиэтил)амино]нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (**2**).



**2** NR¹R² = HN(CH₂)₂OH (75%); **3** NR¹R² = HNPh (57%); **4** NR¹R² = пиперидил (63%),

**5** NR¹R² = пирролидин (70%), **6** NR¹R² = HN  (75%)

В более жестких условиях метоксигруппы в нафтоиндоле **1** могут быть замещены на остатки первичных ариламинов. При кипячении **1** в анилине образуется 4,11-бис(фениламино)нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (**3**). Кроме того, нафтоиндол **1** аналогично реагирует и со вторичными алифатическими аминами. Например, он несколько медленнее, чем с первичными алкиламинами реагирует с пиперидином, давая при кипячении 4,11-ди(1-пиперидинил)нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (**4**). Реакция с пирролидином протекает практически в тех же условиях, что и с этаноламином с образованием 4,11-ди(1-пирролидинил)нафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона (**5**). Следует отметить, что производные вторичных аминов **4** и **5** в отличие от монозамещенных аминов **2** и **3** легко растворяются в разбавленных минеральных кислотах и образуют соли, например, гидрохлориды желтого цвета. Аналогичное увеличение основности наблюдается для *N*-дизамещенных производных  $\alpha$ -аминоантрахинонов и объясняется возникновением стерических напряжений и отклонением геометрии молекулы от планарности, что приводит к уменьшению интенсивности длинноволнового поглощения свободных оснований, по сравнению со спектрами аналогичных *N*-монозамещенных [10].

В спектрах ЯМР <sup>1</sup>H полученных производных 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона **2–5** отсутствуют синглетные сигналы протонов метоксигрупп и появляются сигналы соответствующих заместителей: 2-гидроксиэтильного, фенильного, пиперидинового и пирролидинового фрагментов соответственно. В слабополюной области спектров соединений **2** и **3** при 12.5–13.5 м. д. наблюдаются триплетные (с *J* = 6.2 Гц) для соединения **2** и синглетные для соединения **3** сигналы протонов групп NH, находящихся в  $\alpha$ -положениях к карбонильным группам антрахинонового фрагмента.

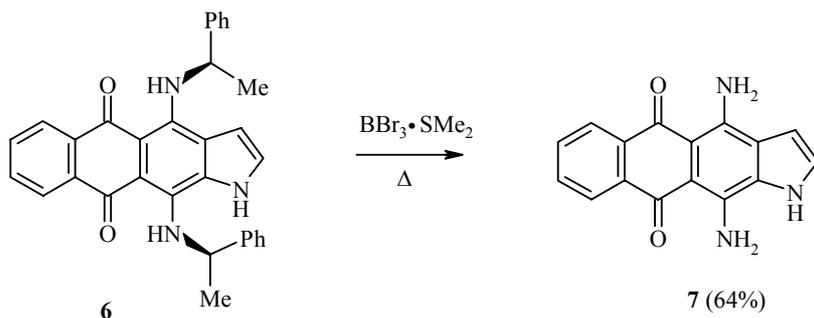
В сильнополюной области спектра соединения **2** наблюдаются синглетные сигналы протонов гидроксигрупп при 5.93 и 4.97 м. д. соот-

ответственно. Различие химических сдвигов сигналов протонов гидроксигрупп, по-видимому, объясняется влиянием на гидроксигруппу аминоэтанольного заместителя в положении 11 протона группы NH пиррольного фрагмента. Кроме того, по сравнению со спектром исходного соединения **1** и аминопроизводных **2**, **4**, **5** в спектре дифениламинопроизводного **3** наблюдаются значительные смещения сигналов протонов Н-2 и Н-3 пиррольного фрагмента в область слабого поля до 6.78 и 5.77 м. д., что объясняется влиянием магнитной анизотропии боковых фенильных колец (ASIS-эффект).

В ИК спектре этаноламинопроизводного **2** в области 3500–3300 см<sup>-1</sup> наблюдается интенсивная широкая полоса поглощения групп N–H и O–H. Полоса поглощения валентных колебаний групп C=O антрахиноновых фрагментов молекулы находится в области 1590 см<sup>-1</sup>.

Несмотря на то, что метоксигруппы в нафтоиндоле **1** замещаются на остатки первичных и вторичных алкиламинов и даже более слабых нуклеофилов – ариламинов, нам не удалось провести аналогичное замещение под действием аммиака. Так, нафтоиндол **1** выдерживает нагревание в течение нескольких часов в запаянной ампуле с аммиаком в диоксане и продуктов замещения при этом нами обнаружено не было.

В некоторых случаях для синтеза первичных α-аминоантрахинонов применяют метод дезалкилирования α-моноалкиламиноантрахинонов [6]. Поскольку дезалкилирование протекает в присутствии кислот Бренстеда или Льюиса по катионному механизму, то в наиболее мягких условиях дезалкилируются антрахиноны, содержащие α-алкиламиногруппы, дающие стабильные карбокатионы: *трет*-бутил-, бензил-, 1-фенилэтиламиногруппы [11]. Поэтому действием (1*R*)-фенилэтиламина на нафтоиндол **1** нами был получен 4,11-бис{[(1*R*)-1-фенилэтил]амино}нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (**6**), содержащий в боковых цепях легко элиминируемые алкильные группы. Последующее дезалкилирование нафтоиндола **6** под действием BBr<sub>3</sub>•SMe<sub>2</sub> при кипячении в дихлорэтаноле приводит к образованию 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона (**7**).



В масс-спектрах соединений **2–7** наблюдаются интенсивные пики молекулярных ионов с M<sup>+</sup> 365 (**2**), 429 (**3**), 413 (**4**), 385 (**5**), 485 (**6**), 277 (**7**), что соответствует их молекулярным массам.

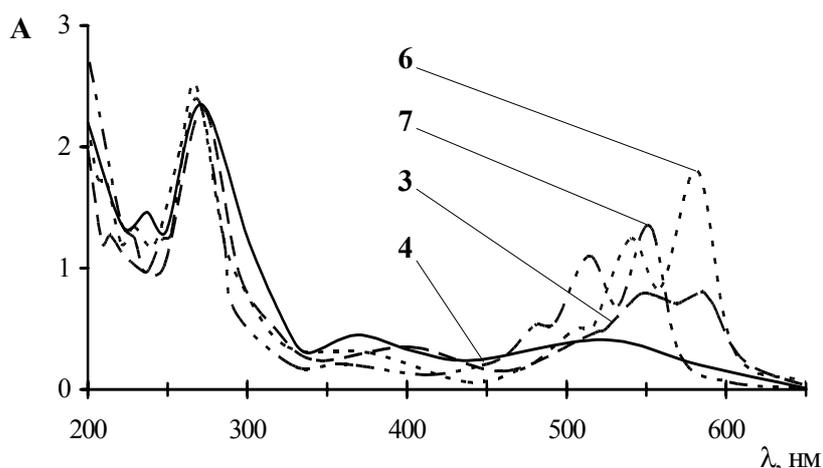


Рис. 1. Спектры электронного поглощения соединений 3, 4, 6, 7 в этаноле

По данным электронных спектров поглощения замена метоксигрупп в нафтоиндоле **1** на аминогруппы в соединениях **2–7** вызывает bathochromное смещение длинноволновых максимумов поглощения на 100–125 нм (рис. 1). При этом в спектрах 4,11-ди(алкиламино)- и 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-дионов **2, 3, 5–7** в длинноволновой области наблюдаются три полосы поглощения, проявляющиеся в виде двух интенсивных максимумов и коротковолнового перегиба. Такое "двугорбое" поглощение, характерно для  $\pi_1, \pi^* \alpha_1$ -полосы поглощения производных 1,4-диамино- и 1-амино-4-гидроксиантрахинонов [12]. Кроме того, в спектрах аминонафтоиндолов **3–7** в области 355–400 нм наблюдаются менее интенсивные коротковолновые полосы поглощения, практически точно совпадающие с положением  $\pi_1, \pi^* \alpha_2$ -полос в спектрах аналогичных производных 1,4-диаминоантрахинона [10]. Спектры поглощения в этаноле соединений **4** и **5** значительно различаются положением и структурой длинноволнового максимума поглощения. Длинноволновой максимум поглощения пирролидинильного производного **5** bathochromно смещен на 25 нм по сравнению со спектром пиперидинильного гомолога **6**, имеет выраженную "двугорбую" структуру и практически совпадает со спектром дифенильного производного **3**.

Дезалкилирование диаминонафтоиндола **6** вызывает гипсохромное смещение длинноволновых максимумов поглощения 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона (**7**) на ~30 нм. Несколько больший эффект наблюдается при моноалкилировании аминогрупп 1,4-диаминоантрахинона, вызывающий смещение максимума поглощения на ~40–50 нм [10]. Сопоставление электронных спектров поглощения нафтоиндолов **2, 3, 6, 7** и аналогичных 1,4-дизамещенных в ряду антрахинона показывает, что аннелирование пиррольного фрагмента к антрахиноновому хромофору вызывает гипсохромное смещение длинноволновых максимумов поглощения в спектрах производных 4,11-диаминонафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона на ~70 нм. Таким образом, повышение цвета, в соответствии с правилами Степанова [13],

указывает на интенсивное взаимодействие между аннелированным пиррольным фрагментом и карбонильными группами, приводящее к разобщению цепи сопряжения между аминогруппами и карбонилами.

Полосы поглощения в электронных спектрах поглощения соединения **7** и его N-монозамещенных **2**, **3**, **6** мало чувствительны к замене растворителя. В противоположность этому, производные вторичных аминов **4** и **5** обладают выраженным положительным сольватохромизмом (рис. 2), поскольку

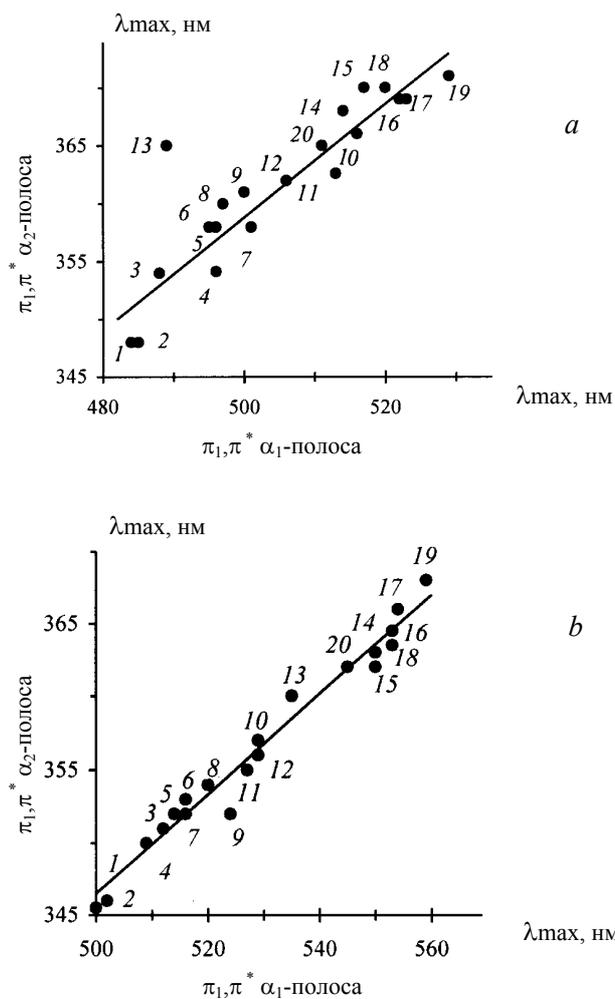


Рис. 2. Чувствительность к растворителям длинноволновых полос в спектрах поглощения нафтоиндолов **4** (a) и **5** (b). Растворители в порядке увеличения сольватохромного параметра  $\pi^*$  [14]: 1 – гексан, 2 – циклогексан, 3 – диэтиловый эфир, 4 – четыреххлористый углерод, 5 – толуол, 6 – этилацетат, 7 – бензол, 8 – ТГФ, 9 – ацетон, 10 – хлороформ, 11 – хлористый метилен, 12 – ацетонитрил, 13 – ДМФА, 14 – ДМСО, 15 – 2-пропанол, 16 – пропанол, 17 – этанол, 18 – метанол, 19 – вода (соединения **4** и **5** в виде дигидрохлоридов), 20 – уксусная кислота

положения обоих длинноволновых максимумов поглощения изменяются практически пропорционально с увеличением сольватохромного параметра

ра  $\pi^*$ -апротонных растворителей [14]. Кроме того, как уже отмечалось выше, длинноволновая полоса поглощения соединения **5** в этаноле имеет перегиб и два максимума. Подобная структура длинноволновой полосы поглощения сохраняется во всех протонных и малополярных (гексан и циклогексан) растворителях, в то время как растворы пирролидинильного производного **5** в остальных растворителях имеют только один длинноволновый максимум поглощения. В заключение следует отметить, что спектры поглощения гидрохлоридов нафтоиндолов **4** и **5** в воде близки к спектрам поглощения в других протонных растворителях, в то время как в кислой среде ( $\text{pH} < 1$ ) они существенно различаются. Так, в 0.01 н. растворе HCl спектр поглощения пиперидинильного производного **4** близок к спектру поглощения исходного нафтоиндола **1** и отличается небольшим гипсохромным смещением длинноволнового максимума (416 нм). Спектр поглощения пирролидинильного производного **5** в 0.01 н. растворе HCl отличается от спектра исходного нафтоиндола **1** bathochромным смещением длинноволнового максимума (453 нм).

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  записаны на спектрометре Varian VXR-400 (400 МГц), внутренний стандарт TMS. Масс-спектры зарегистрированы на хромато-масс-спектрометре SSQ 710 Finnigan-MAT, USA, энергия ионизирующего напряжения 70 эВ, прямой ввод образца в ионный источник, нагрев образца до 350 °С, температура ионизационной камеры 150 °С. ИК спектры получены на спектрометре Perkin-Elmer-599 в таблетках KBr. Спектры поглощения записаны на спектрометре Hitachi-U2000. Контроль за ходом реакций и чистотой соединений проводился методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254.

**4,11-Бис[(2-гидроксиэтил)амино]-1Н-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (2).** К 0.1 г (0.33 ммоль) 4,11-диметоксинафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона (**1**) в 3.0 мл ТГФ прибавляют 1.0 мл (15 ммоль) 2-аминоэтанола и смесь кипятят в атмосфере аргона до полного исчезновения исходного вещества в реакционной массе (по данным ТСХ). В охлажденную до комнатной температуры реакционную массу фиолетового цвета прибавляют 20 мл этилацетата и выливают в воду. Органическую фазу промывают разбавленной HCl (1%), водой, сушат  $\text{MgSO}_4$  и упаривают в вакууме. Остаток очищают хроматографически (силикагель, бензол–ацетон, 3:1), перекристаллизовывают из метанола и получают 0.09 г (75%) соединения **2** в виде игольчатых кристаллов темно-фиолетового цвета с т. пл. 210–213 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3500–3300 (NH, OH), 1590 (C=O). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 13.15 (1H, т,  $J = 6.2$ , NH); 12.68 (1H, т,  $J = 6.2$ , NH); 12.37 (1H, с, NH); 8.32 (2H, м, H-6,9); 7.64 (2H, м, H-7,8); 7.35 (1H, м, H-2); 7.03 (1H, м, H-3); 5.93 (1H, с, OH); 4.97 (1H, с, OH); 3.92 (8H, м,  $(-\text{CH}_2-)_2$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 365 (100), 313 (32), 279 (21). Найдено, %: C 65.30; H 5.53; N 11.57.  $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_4$ . Вычислено, %: C 65.74; H 5.24; N 11.50.

**4,11-Бис(фениламино)-1Н-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (3).** Раствор 0.1 г (0.33 ммоль) нафтоиндола **1** в 2 мл (22 ммоль) анилина кипятят в атмосфере аргона до полного исчезновения исходного вещества в реакционной массе (по данным ТСХ). Смесь охлаждают до комнатной температуры, в реакционную массу фиолетового цвета прибавляют 20 мл этилацетата и выливают в воду, органическую фазу трижды промывают разбавленной HCl (1%), водой, сушат  $\text{MgSO}_4$  и упаривают в вакууме. Остаток очищают хроматографически (силикагель, бензол–ацетон, 3:1), перекристаллизовывают из толуола и получают 0.08 г (57%) нафтоиндола **3** в виде кристаллов темно-фиолетового цвета с т. пл. 226–229 °С. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 13.35 (1H, с, NH); 12.81 (1H, с, NH); 8.38 (2H, м, H-6,9); 8.08 (1H, уш. с, NH); 7.72 (2H, м, H-7,8); 7.38–7.22 (10H, м,  $\text{NC}_6\text{H}_5$ ); 6.78 (1H, м,

$J = 3.2$ , H-2); 5.77 (1H, м,  $J = 3.2$ , H-3). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 429  $[\text{M}]^+$  (100), 354 (7), 336 (5). Найдено, %: C 78.39; H 4.59; N 9.55.  $\text{C}_{28}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_2$ . Вычислено, %: C 78.31; H 4.46; N 9.78.

**4,11-Ди(1-пиперидинил)-1Н-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (4).** Раствор 0.1 г (0.33 ммоль) нафтоиндола **1** в 2.0 мл (20 ммоль) пиперидина кипятят в атмосфере аргона 3 ч. Смесь охлаждают до комнатной температуры, в реакционную массу фиолетового цвета прибавляют 20 мл этилацетата и выливают в воду. Органическую фазу трижды промывают водой, сушат  $MgSO_4$  и упаривают в вакууме. Остаток очищают хроматографически (силикагель, бензол–ацетон, 3:1), перекристаллизовывают из смеси толуол–гептан и получают 0.08 г (63%) нафтоиндола **4** в виде кристаллов бордового цвета с т. пл. 208–210 °С. Спектр ЯМР  $^1H$  ( $CDCl_3$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 8.82 (1H, уш. с, NH); 8.19 (2H, м, H-6,9); 7.66 (2H, м, H-7,8); 7.28 (1H, т,  $J = 3.0$ , H-2); 6.78 (1H, т,  $J = 3.0$ , H-3); 3.40 (4H, уш. с,  $N(CH_2)_2$ ); 3.15 (4H, уш. с,  $N(CH_2)_2$ ); 1.76 (12H, уш. м,  $-CH_2-$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{отн}$ , %): 413 [ $M^+$ ] (94), 396 [ $M^+ - OH$ ] (100), 327 (7), 313 (45), 297 (19). Найдено, %: C 75.91; H 6.92; N 10.25.  $C_{26}H_{27}N_3O_2$ . Вычислено, %: C 75.52; H 6.58; N 10.16.

**Дигидрохлорид 4** получают прибавлением к раствору в MeOH свободного основания **4** 2% эфирного раствора HCl. Соль осаждают эфиром, отфильтровывают, промывают эфиром, гексаном, желтое вещество быстро собирают и сушат в вакууме, т. пл. 185–190 °С (с разл.).

**4,11-Ди(1-пирролидинил)-1Н-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (5).** Раствор 0.1 г (0.33 ммоль) нафтоиндола **1** в 3 мл ТГФ и 2.0 мл (20 ммоль) пирролидина кипятят в атмосфере аргона 1 ч. Смесь охлаждают до комнатной температуры, в реакционную массу фиолетового цвета прибавляют 50 мл этилацетата, выливают в воду, органическую фазу трижды промывают водой, сушат  $MgSO_4$  и упаривают в вакууме. Остаток дважды перекристаллизовывают из смеси толуол–диоксан и получают 0.089 г (70%) нафтоиндола **5** в виде кристаллов фиолетового цвета с т. пл. 238–240 °С. Спектр ЯМР  $^1H$  ( $DMCO-d_6$ , 30 °С),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 11.51 (1H, уш. с, NH); 8.30 (2H, м, H-6,9); 7.69 (2H, м, H-7,8); 7.36 (1H, т,  $J = 2.8$ , H-2); 7.09 (1H, м,  $J = 2.8$ , H-3); 3.52 (4H, м,  $N(CH_2)_2$ ); 3.35 (4H, м,  $N(CH_2)_2$ ); 2.03 (4H, м,  $-CH_2-$ ); 1.95 (4H, м,  $-CH_2-$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{отн}$ , %): 385 [ $M^+$ ] (100), 368 [ $M^+ - OH$ ] (96), 340 (22), 299 (59), 273 (34). Найдено, %: C 75.01; H 6.24; N 10.52.  $C_{24}H_{23}N_3O_2$ . Вычислено, %: C 74.78; H 6.01; N 10.90.

**Дигидрохлорид 5** получают прибавлением к раствору свободного основания **5** в теплом 2-метоксиэтанол 2% эфирного раствора HCl. Соль отфильтровывают, промывают эфиром, гексаном, оранжевый продукт собирают и сушат в вакууме, т. пл. >200 °С (с разл.).

**4,11-Бис{(1*R*)-1-фенилэтил}амино}-1Н-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (6)** получают аналогично нафтоиндолу **2** из соединения **1** и (*R*)-1-фенилэтиламина. Выход 75%, т. пл. 128–130 °С. Спектр ЯМР  $^1H$  ( $CDCl_3$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 13.42 (1H, д,  $J = 6.8$ , NH); 12.68 (1H, с,  $J = 6.4$ , NH); 8.76 (1H, уш. с, NH); 8.47 (2H, м, H-6,9); 7.70 (2H, м, H-7,8); 7.51 (2H, д, 2- $C_6H_5$ ); 7.41 (2H, т, 3- $C_6H_5$ ); 7.37 (2H, д, 2- $C_6H_5$ ); 7.32 (1H, м, 4- $C_6H_5$ ); 7.29 (2H, т, 3- $C_6H_5$ ); 7.19 (1H, м, 4- $C_6H_5$ ); 6.77 (1H, м, H-2); 6.62 (1H, м, H-3); 5.40 (1H, кв,  $J = 6.8$ , NCH); 5.01 (1H, кв,  $J = 6.4$ , NCH); 1.76 (3H, д,  $J = 6.4$ ,  $CH_3$ ); 1.73 (3H, д,  $J = 6.4$ ,  $CH_3$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{отн}$ , %): 485 [ $M^+$ ] (61), 380 (57), 276 (78), 105 (100). Найдено, %: C 78.91; H 5.79; N 8.53.  $C_{32}H_{27}N_3O_2$ . Вычислено, %: C 79.15; H 5.60; N 8.65.

**4,11-Диамино-1Н-нафто[2,3-*f*]индол-5,10-дион (7).** К раствору 0.2 г (0.41 ммоль) нафтоиндола **6** в 25 мл дихлорэтана прибавляют 3.0 мл (3.0 ммоль) 1 моль/л раствора  $VBr_3 \cdot SMe_2$  в дихлорметане и кипятят 5 ч. Реакционную массу упаривают в вакууме, прибавляют 50 мл воды и экстрагируют горячим этилацетатом. Экстракт промывают водой, сушат  $MgSO_4$  и упаривают в вакууме. Остаток перекристаллизовывают из ДМФА, промывают водой, сушат. Выход соединения **7** 0.073 г (64%) в виде кристаллов бордового цвета, т. пл. >260 °С. Спектр ЯМР  $^1H$  ( $DMCO-d_6$ ),  $\delta$ , м. д.: 12.01 (1H, с, NH); 10.62 (1H, уш. с, NH); 8.9 (2H, уш. с, NH); 8.27 (2H, м, H-6,9); 7.74 (2H, м, H-7,8); 7.53 (1H, д, H-2); 7.17 (1H, д, H-3). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{отн}$ , %): 277 [ $M^+$ ] (100), 261 [ $M^+ - NH_2$ ] (4), 248 (3), 220 (5), 192 (2). Найдено, %: C 68.99; H 4.21; N 15.19.  $C_{16}H_{11}N_3O_2$ . Вычислено, %: C 69.31; H 4.00; N 15.15.

*Данная работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 03-03-32090).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. Е. Щекотихин, Ю. Н. Лузиков, О. С. Анисимова, В. Н. Буянов, М. Н. Преображенская, *ХГС*, 691 (2006).
2. А. Е. Щекотихин, В. Н. Буянов, К. Ф. Турчин, Е. П. Баберкина, Г. В. Авраменко, Н. Н. Суворов, *ХГС*, 1050 (1996).
3. А. Е. Щекотихин, Е. П. Баберкина, В. Н. Буянов, К. Ф. Турчин, Н. Н. Суворов, *ХГС*, 1030 (2001).
4. А. Е. Shchekotikhin, V. N. Buyanov, M. N. Preobrazhenskaya, *Bioorg. Med. Chem.*, **32**, 3923 (2004).
5. M. Smith, *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure*, 5-th ed., John Wiley & Sons, 860 (2001).
6. М. В. Горелик, *Химия антрахинонов и их производных*, Химия, Москва, 1983, с. 200.
7. G. Gehrke, L. Nussler, GB Pat. 807241 (1960); *Chem. Abstr.*, **54**, 1873 (1960).
8. K. Naiki, E. Cho, S. Tsuruoka, *J. Synth. Org. Chem.*, **17**, 705 (1959).
9. А. Р. Крапчо, К. J. Shaw, J. J. Landi, Jr., D. J. Phinney, *J. Org. Chem.*, **49**, 5253 (1984).
10. В. Я. Файн, в кн. *Электронные спектры поглощения и строение антрахинонов*. Спутник<sup>7</sup>, 2003, т. 1, *9,10-Антрахинон и его монозамещенные*, с. 149.
11. Co. Bayer A-G., Neth. Appl., 6610880 (1967); *Chem. Abstr.*, **67**, 65423 (1967).
12. В. Я. Файн, *Электронные спектры поглощения и строение антрахинонов*. Спутник<sup>+</sup>, 2003, т. 2, *Дизамещенные 9,10-антрахиноны*, с. 84.
13. Б. И. Степанов, *Введение в химию и технологию органических красителей*, изд. 3, Химия, Москва, 1983, с. 200.
14. M. J. Kamlet, J. L. Abboud, R. W. Taft, in *Progress in Physical Organic Chemistry*, 13, R. W. Taft (Ed.), John Wiley & Sons, 1981, vol. 13, p. 485.

Научно исследовательский институт  
по изысканию антибиотиков  
им. Г. Ф. Гаузе,  
Москва 119021, Россия

Поступило в редакцию 21.03.2005

<sup>a</sup>Российский химико-технологический  
университет им. Д. И. Менделеева,  
Москва 125190  
e-mail: chekotikhin@mtu-net.ru