

А. Е. Щекотихин, И. Г. Макаров<sup>а</sup>, В. Н. Буянов<sup>а</sup>,  
М. Н. Преображенская

## ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ АНАЛОГИ 5,12-НАФТАЦЕНХИНОНА

### 1. СИНТЕЗ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ НА ОСНОВЕ 2,3-ДИАМИНОХИНИЗАРИНА

Аминированием 2-нитрохинизарина гидросиламином получен 2-амино-3-нитрохинизарин, дающий при восстановлении ранее не известный 2,3-диаминохинизарин, являющийся ключевым соединением для синтеза различных гетероциклических аналогов 5,12-нафтаценхинона – 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*]имидазол-5,10-диона (имидазолохинизарина), 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*][1,2,3]триазол-5,10-диона (триазолохинизарина) и 5,12-дигидроксианто[2,3-*g*]хиноксалин-6,11-диона (пиразинохинизарина).

**Ключевые слова:** 2,3-диаминохинизарин, 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*]имидазол-5,10-дион, 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*][1,2,3]триазол-5,10-дион, 5,12-дигидроксианто[2,3-*g*]хиноксалин-6,11-дион, имидазолохинизарин, пиразинохинизарин, триазолохинизарин, аминирование, синтез.

К настоящему времени выделено, синтезировано и изучено значительное количество производных 5,12-нафтаценхинона [1, 2] и его гликозидов [3] – антрациклиновых антибиотиков, обладающих противоопухолевой активностью. Основой их высокой биологической активности является интеркаляция 5,12-нафтаценхинонового хромофора в клеточную ДНК, приводящая к ингибированию матричных функций нуклеиновых кислот и, как следствие, ингибированию пролиферации клеток [3].

Соединения, содержащие имидазольный и пиразиновый фрагменты, обладают высокой биологической активностью [4–12], причем некоторые из них способны интеркалировать в ДНК и обладают противоопухолевой активностью [13–19].

Таким образом, для поиска новых биологически активных препаратов-интеркаляторов представляет большой интерес синтез конденсированных систем, в которых антрахиноновый фрагмент аннелирован с гетероциклами: имидазолом, пиразином и триазолом. Примером таких соединений являются имидазоло-, триазоло- и пиразиноантрахиноны, обладающие плоской структурой и, безусловно, подходящие на роль хромофоров для интеркаляторов.

В литературе описано несколько методов синтеза имидазоло-, триазоло- и пиразиноантрахинонов [20], однако до сих пор не получены гетероциклические аналоги обладающих противоопухолевой активностью 5,12-нафтаценхинонов, имеющие линейное строение и содержащие электронодонорные заместители в бензольном кольце, аннелированном с гетероциклическим фрагментом. Наличие электронодонорных заместителей

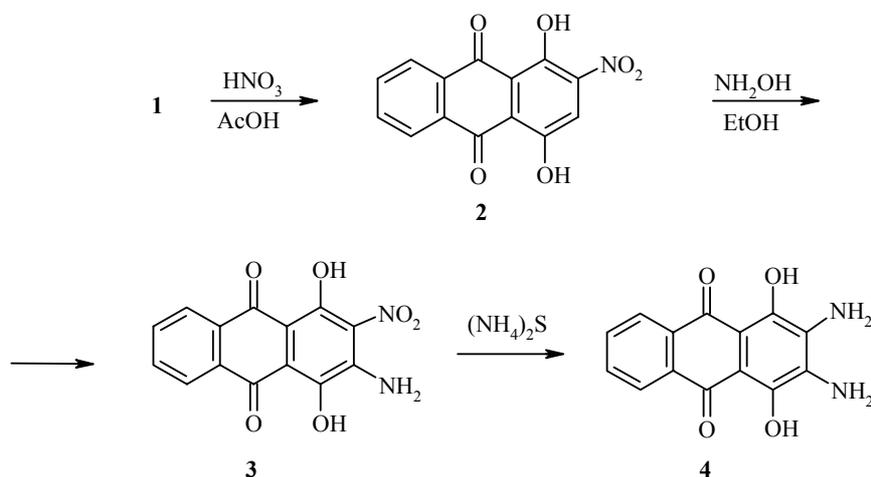
(гидроксигрупп) в  $\alpha$ -положении по отношению к карбонильным группам в хромофорной части антрациклиновых антибиотиков (5,12-нафтаценхинона) и возникающие при этом внутримолекулярные водородные связи, вызывают эффективное распределение электронной плотности, увеличивающее их сродство к ДНК [21–23]. Наличие гетероциклических фрагментов должно приводить к перераспределению зарядов в хромофоре по сравнению с производными 5,12-нафтаценхинона, и изменению стэкинг-взаимодействия при интеркаляции в ДНК. Кроме того, синтез имидазолоантрахинонов открывает широкие возможности для получения их нуклеозидов, которые можно рассматривать как аналоги антрациклинов.

Ранее нами были разработаны методы синтеза 4,11-дигидроксиафто[2,3-*f*]индол-5,10-диона (пирролохинизарина) [24], а также диметильного производного 4,11-дигидроксиафто[2,3-*f*]индазол-5,10-диона (пиразолохинизарина) [25]. Целью настоящей работы является разработка препаративных методов синтеза неизвестных ранее линейных 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*]имидазол-5,10-диона (имидазолохинизарина), 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*][1,2,3]триазол-5,10-диона (триазолохинизарина) и 5,12-дигидроксиафто[2,3-*g*]хиноксалин-6,11-диона (пиразиохинизарина), которые являются гетероциклическими аналогами агликонов антрациклиновых антибиотиков (5,12-нафтаценхинона) и хромофорами для создания новых классов интеркаляторов.

Синтез конденсированных систем, содержащих имидазольный, пиразиновый и триазольный фрагменты, обычно осуществляется циклизацией *o*-фенилендиаминов с производными карбоновых кислот, дикарбонильными соединениями или азотистой кислотой. Поэтому ключевым соединением для синтеза таких гетероциклических производных хинизарина является 2,3-диамино-1,4-дигидроксиантрацендион-9,10 (2,3-диаминохинизарин), который ранее не был описан. Следовательно, первым этапом работы является разработка препаративного метода синтеза 2,3-диаминохинизарина.

Наиболее распространенным методом синтеза *o*-фенилендиаминов является восстановление *o*-нитроанилинов, получаемых нитрованием производных анилина. Однако использовать этот подход для синтеза 2,3-диаминохинизарина оказалось затруднительно, поскольку осуществить нитрование 2-аминохинизарина или его ацетильных производных различными методами нам не удалось и поэтому для синтеза 2-амино-3-нитрохинизарина нами предложено использовать метод аминирования гидросиламином 2-нитрохинизарина. Этот метод, открытый Мейзенгеймером [26], основан на реакции нуклеофильного замещения атома водорода гидросиламином и дает хорошие выходы целевых аминов при наличии в ароматическом ядре электроноакцепторных заместителей и гетероциклических фрагментов. В ряду антрахинона впервые этот метод применен Маршалком для синтеза 2-аминохинизарина [27]. Для реализации этого метода хинизарин **1** был превращен нитрованием [28] в смеси уксусной и азотной кислот в 1,4-дигидрокси-2-нитроантрацен-9,10-дион (**2**) с выходом 72%. Аминирование нитрохинизарина **2** действием

гидроксиламина в спирте приводит к образованию 2-амино-1,4-дигидрокси-3-нитроантрацен-9,10-диона (**3**) с выходом 86%. Следует отметить, что введение нитрогруппы в молекулу хинизарина **1** значительно активирует ядро для нуклеофильного замещения атома водорода. Так, взаимодействие гидроксиламина с хинизарином **1** идет при кипячении в течение 2–3 ч в воде, а аминирование его нитропроизводного **2** заканчивается в спирте за 1 ч при комнатной температуре.



Оптимальным методом восстановления нитроантрахинона **3** оказалось его кипячение в водном растворе сульфида аммония, в результате чего был синтезирован ранее неизвестный 2,3-диамино-1,4-дигидроксиантрацен-9,10-дион (2,3-диаминохинизарин **4**) с выходом 67%.

В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  антрахинона **3** отсутствует сигнал протона Н-3 ароматического кольца и появляется уширенный синглетный сигнал аминогруппы при 8.27 м. д. В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  диамина **4** наблюдаются уширенные синглетные сигналы протонов амино- и гидроксигрупп при 5.6 и 14.26 м. д. соответственно. В масс-спектрах антрахинонов **3** и **4** наблюдаются пики молекулярных ионов с  $[\text{M}]^+$  300 и 270, что соответствует молекулярным массам этих соединений. В ЭСП при введении аминогруппы в молекулу 2-нитрохинизарина **2** наблюдается небольшое увеличение интенсивности и батохромное смещение длинноволновой полосы поглощения на 40 нм в спектре антрахинона **3** (рис. 1). Восстановление нитрогруппы в антрахиноне **3** существенно не влияет на положение максимума длинноволновой полосы поглощения в спектре диаминохинизарина **4**, однако, приводит к появлению длинного "хвоста" до 660 нм, придающего соединению интенсивную коричневую окраску.

Синтез бензимидазола и его аналогов, чаще всего проводят циклизацией *o*-фенилендиаминов с муравьиной кислотой или триэтилортоформиатом [29]. Мы установили, что диаминохинизарин **4** реагирует при кипячении с муравьиной кислотой или триэтилортоформиатом, давая, соответственно, 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*]имидазол-5,10-дион (имидазолохинизарин **5**) с выходами 70–75%.

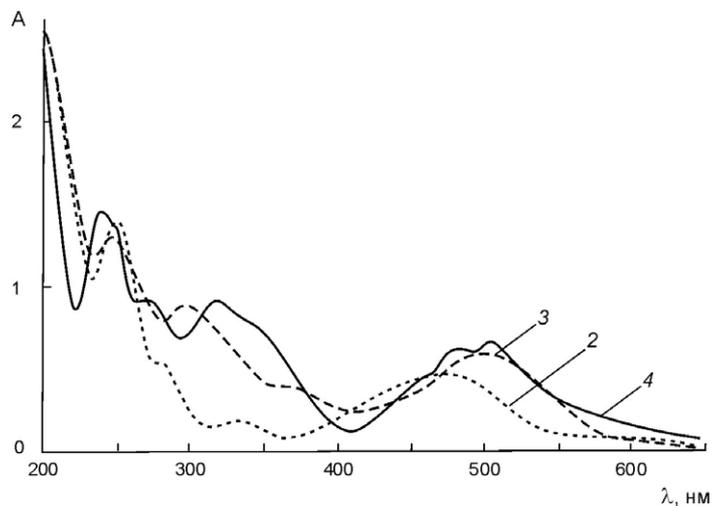
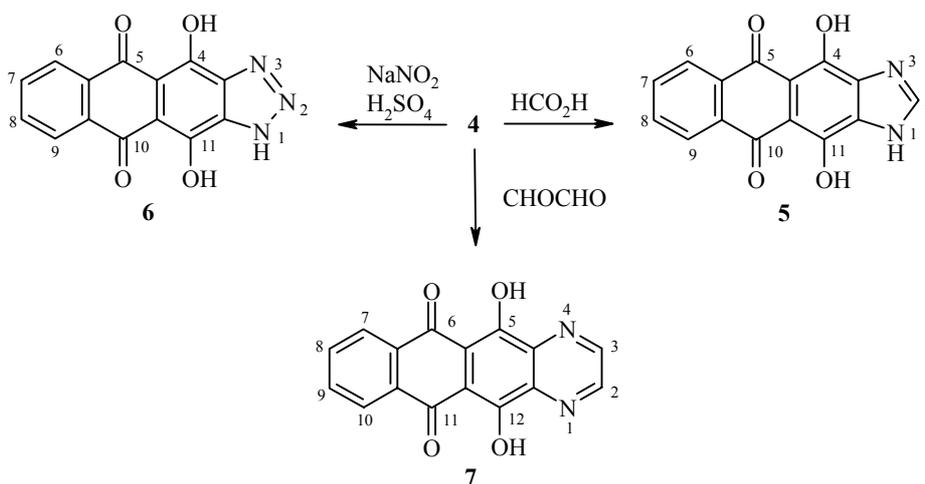


Рис. 1. Электронные спектры поглощения антрахинонов 2–4 (2–4 соответственно) в этаноле

Диазотированием диаминохинизарина **4** нитрозилсерной кислотой при 5 °С синтезирован 4,11-дигидроксиантра[2,3-*d*][1,2,3]триазол-5,10-дион (триазолохинизарин **6**) с выходом 72%.

Циклизация соединения **4** действием водного раствора глиоксала в кипящем диоксане приводит к образованию 5,12-дигидроксинафто[2,3-*g*]-хиноксалин-6,11-диона (пиразинохинизарина **7**) с выходом 69%.



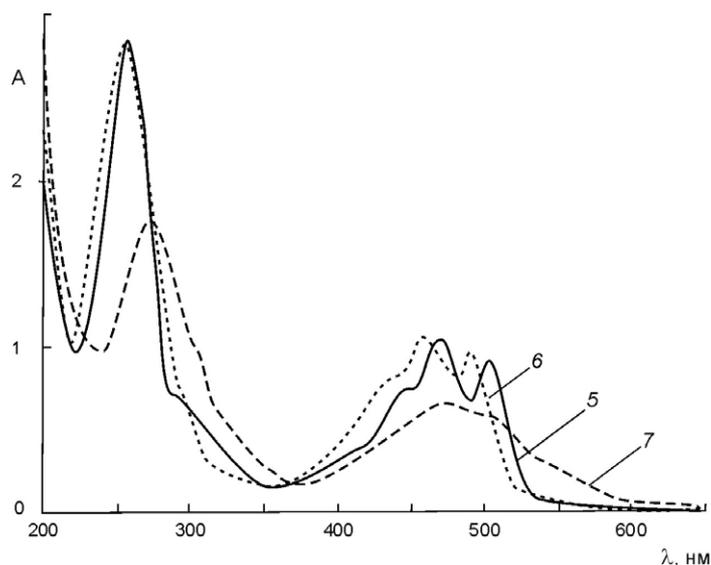
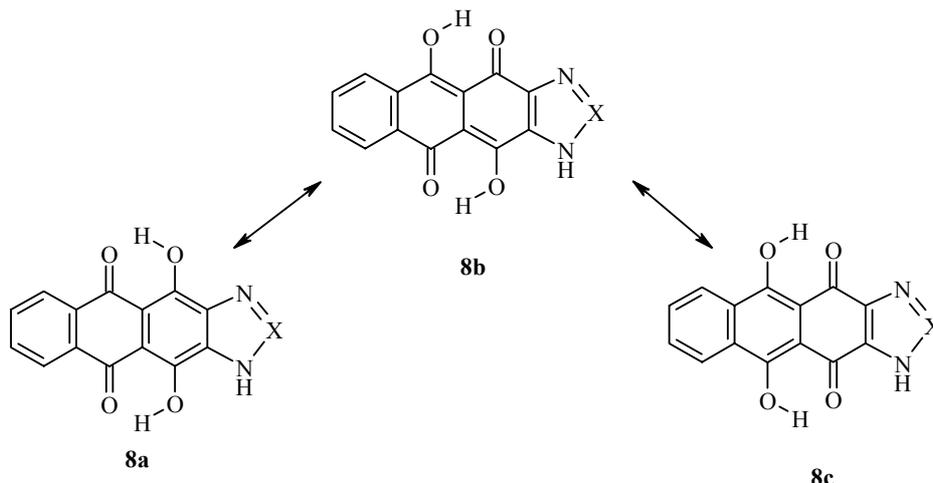


Рис. 2. Электронные спектры поглощения соединений **5–7** (**5–7** соответственно) в этаноле

В спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  этих соединений отсутствуют сигналы аминогрупп исходного соединения **4**, а в спектрах имидазо- и пиразинохинизарина **5** и **7** появляются синглетные сигналы групп  $\text{CH}$  гетероциклических фрагментов при 8.47 и 9.20 м. д. соответственно. Сигналы протонов незамещенного ароматического кольца по сравнению с аналогичными сигналами (H-5, 6, 7, 8) исходного диамина **4** смещаются незначительно.

В масс-спектрах соединений **5–7** наблюдаются интенсивные пики молекулярных ионов с  $[\text{M}]^+$  280, 281 и 292, что соответствует их молекулярным массам. В ИК спектрах соединений **5–7** в области  $3450\text{ см}^{-1}$  наблюдаются полосы поглощения групп  $\text{OH}$  и  $\text{NH}$ , а полосы поглощения карбонильных групп антрахинонового фрагмента находятся в области  $1625\text{--}1620\text{ см}^{-1}$  и практически совпадают с полосой поглощения групп  $\text{CO}$  хинизарина ( $1625\text{ см}^{-1}$  [30]).

Аннелирование гетероцикла вызывает небольшое гипсохромное смещение и увеличение интенсивности длинноволновой полосы поглощения в ЭСП соединений **5–7** по сравнению со спектром исходного диаминохинизарина **4** (рис. 2). Кроме того, наблюдается значительное увеличение интенсивности коротковолновой полосы поглощения в области 260 нм. В отличие от электронного спектра поглощения хинизарина и пиразинохинизарина в спектрах имидазольного и триазольного производных **5** и **6** в видимой области наблюдаются три полосы поглощения, проявляющиеся в виде двух максимумов и коротковолнового перегиба. Такое "двугорбое" поглощение не наблюдается в спектре поглощения хинизарина, а характерно для производных 1,4-диамино- и 1-амино-4-гидроксиантрахинонов и объясняется существованием для этих соединений трех возбужденных состояний, различающихся вкладом 9,10-, 1,10- и 1,4-антрахиноидных структур [31]. Таким образом, характер длинноволновой полосы поглощения азольных производных **5** и **6** объясняется наличием для этих соединений трех возбужденных состояний, различающихся вкладом трех таутомерных 5,10-, 4,9- и 4,11-хиноидных структур **8a–c**.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  записывали на спектрометре Bruker WP-200 (Varian) (200 МГц) в  $\text{DMSO-d}_6$ , внутренний стандарт ТМС. Масс-спектры регистрировали на хромато-масс-спектрометре Varian Mat-112, энергия ионизирующего напряжения 70 эВ, ток эмиссии катода 1 мА, ускоряющее напряжение 3 кВ, температура 250 °С. ИК спектры получали на спектрометре Perkin-Elmer-599 в таблетках КВг. Контроль за ходом реакций и чистотой соединений проводили методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254.

**1,4-Дигидрокси-2-нитроантрацен-9,10-дион (2).** Помещают 6.0 г (25.0 ммоль) хинизарина **1** в смесь 5.0 мл азотной кислоты ( $d = 1.38 \text{ г/см}^3$ ) и 90 мл уксусной кислоты и перемешивают 3.5 ч при 55 °С. Затем реакционную массу отфильтровывают, осадок промывают уксусной кислотой и водой до нейтральной реакции, сушат. Получают 4.7 г (73%) соединения **2** в виде мелких красных кристаллов. Т. пл. 277–279 °С.

**2-Амино-1,4-дигидрокси-3-нитроантрацен-9,10-дион (3).** Растворы 3.2 г (57 ммоль) гидрохлорида гидросиламина и 3.0 г (44 ммоль) КОН в минимальном количестве горячего этилового спирта охлаждают и смешивают, через 10 мин отфильтровывают осадок КСl. Полученный раствор прибавляют к перемешиваемой суспензии 5.0 г (18 ммоль) соединения **2** в 100 мл этанола, выдерживают при ~20 °С и перемешивании 1 ч. Затем выпавший осадок отфильтровывают и промывают водой, сушат. Перекристаллизовывают из ДМФА, сушат при 100 °С, получают 4.6 г (86%) соединения **3** в виде темно-малиновых игольчатых кристаллов. Т. пл. 232–233 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3400 ( $\text{NH}_2$ , OH), 3100 (OH), 1620 ( $\text{C}=\text{O}$ ), 1510 ( $\text{NO}_2$ ), 1310 ( $\text{NO}_2$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 300 (100), 283 (5), 270 (6), 253 (6), 252 (28). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д.: 15.60 (1H, с, 4-OH); 14.19 (1H, с, 1-OH); 8.40 (2H, м, H-5, 8); 8.27 (2H, с, 2-NH $_2$ ); 7.86 (2H, м, H-6, 7). Найдено, %: С 56.19; Н 2.79; N 9.12.  $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_6$ . Вычислено, %: С 56.01; Н 2.69; N 9.33.

**2,3-Диамино-1,4-дигидроксиантрацен-9,10-дион (4).** К суспензии 3.0 г (10 ммоль) соединения **3** в 50 мл этилового спирта, прибавляют 100 мл водного раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , полученного насыщением током сероводорода 20 мл концентрированного водного раствора аммиака. Смесь кипятят 1 ч, охлаждают и отфильтровывают образовавшийся осадок, промывают спиртом, сушат. Перекристаллизовывают из ДМФА, сушат, получают 1.9 г (67%) 2,3-диаминохинизарина **4** в виде темно-коричневых игольчатых кристаллов. Т. пл. >370 °С (возг.). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3400 (OH), 3320 ( $\text{NH}_2$ ), 3100 (OH), 3340, 1642 ( $\text{C}=\text{O}$ ). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 270 (100), 242 (17), 187 (4), 170 (5). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д.: 14.26 (2H, с, OH); 8.21 (2H, м, H-5, 8); 7.73 (2H, м, H-6, 7); 5.57 (4H, с,  $\text{NH}_2$ ). Найдено, %: С 62.05; Н 3.62; N 10.14.  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: С 62.22; Н 3.73; N 10.37.

**4,11-Дигидроксиантра[2,3-*d*]имидазол-5,10-дион (5).** Раствор 3.0 г (11 ммоль) соединения **4** в 20 мл муравьиной кислоты кипятят 3 ч, после чего выливают в 100 мл воды и добавляют 20% раствор NaOH до слабощелочной реакции (универсальный индикатор). Полученный осадок отфильтровывают, промывают водой (3 × 20 мл) и сушат до постоянной массы. Перекристаллизовывают из ДМФА, сушат, получают 2.3 г (75%) имидазолхинизарина **5** в виде темно-желтых кристаллов с т. пл. >350 °С (возг.). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3450 (NH, OH), 3100 (OH), 1625 (C=O). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 280 (100), 252 (3), 240 (7). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д.: 14.56 (2H, с, OH); 8.47 (1H, с, H-2); 8.29 (2H, м, H-6, 9); 7.91 (2H, м, H-7, 8). Найдено, %: C 64.01; H 2.52; N 9.82.  $\text{C}_{15}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: C 64.29; H 2.88; N 10.00.

**4,11-Дигидроксиантра[2,3-*d*][1,2,3]триазол-5,10-дион (6).** Растворяют при перемешивании 0.5 г (1.8 ммоль) соединения **4** в 40 мл теплой серной кислоты. Отдельно готовят раствор 0.16 г (2.5 ммоль)  $\text{NaNO}_2$  в 10 мл горячей серной кислоты. Растворы охлаждают до 5 °С и при непрерывном перемешивании и охлаждении медленно приливают раствор нитрозилсерной кислоты к раствору диаминохинизарина, поддерживая температуру не выше 10 °С. Реакционную массу выдерживают при охлаждении 20 мин, после чего нагревают смесь до 60 °С, выдерживают при этой температуре 20 мин и охлаждают. Реакционную массу выливают в 50 мл воды со 100 г льда, добавляют 20% раствор NaOH до нейтральной реакции (универсальный индикатор) и отфильтровывают образовавшийся осадок, промывают водой, сушат. Перекристаллизовывают из ДМФА, сушат, получают 0.37 г (72%) триазолохинизарина **6** в виде желтых кристаллов. Т. пл. 308–310 °С (с разл.). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3450 (NH, OH), 3100 (OH), 1620 (C=O). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 281 (100), 254 (12), 253 (9), 184 (25). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д.: 14.64 (2H, с, OH); 8.30 (2H, м, H-6, 9); 7.92 (2H, м, H-7, 8). Найдено, %: C 59.38; H 2.67; N 14.60.  $\text{C}_{14}\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_4$ . Вычислено, %: C 59.79; H 2.51; N 14.94.

**5,12-Дигидроксиантра[2,3-*g*]хиноксалин-6,11-дион (7).** Кипятят 1.0 г (3.6 ммоль) соединения **4** в смеси 20 мл диоксана и 3 мл 40% водного раствора глиоксала в течение 2 ч, после чего смесь охлаждают и выливают в 50 мл воды. Выпавший осадок отфильтровывают, сушат и перекристаллизовывают из ДМФА. Получают 0.75 г (69%) пиазинохинизарина **7** в виде темно-желтых кристаллов. Т. пл. 344–346 °С (возг.). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3450 (NH, OH), 1620 (C=O). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 292 (100), 280 (5), 264 (5). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (в ДМСО- $d_6$ ),  $\delta$ , м. д.: 14.93 (2H, с, OH); 9.20 (2H, с, H-2, 3); 8.26 (2H, м, H-7, 10); 7.92 (2H, м, H-8, 9). Найдено, %: C 65.43; H 2.61; N 9.42.  $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: C 65.76; H 2.76; N 9.59.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. R. C. Pandey, M. W. Toussaint, J. C. McGuire, M. C. Thomas, *J. Antibiot.*, **42**, 1567 (1989).
2. Y. Yamashita, Y. Sattoh, K. Ando, K. Takahashi, H. Ouno, H. Nakano, *J. Antibiot.*, **43**, 1344 (1990).
3. Г. Ф. Гаузе, Ю. В. Дудник, *Противоопухолевые антибиотики*, Медицина, Москва, 1987, 44.
4. М. Д. Машковский, *Лекарственные средства*, Изд-во Новая Волна, Москва, 2000, 2, 298.
5. D. Powell, J. Skotnicki, J. Upešlacis, *Ann. Rep. Med. Chem.*, **32**, 165. (1997).
6. G. W. Rewcastle, B. D. Palmer, A. J. Bridger, H. D. H. Showalter, L. Sun, J. Nelson, A. McMichel, A. J. Kraker, D. W. Fry, W. A. Denny, *J. Med. Chem.*, **39**, 918 (1996).
7. K. Maeda, T. Osato, H. Umezawa, *J. Antibiot.*, **6**, 182 (1953).
8. S. H. Krawczyk, N. Bischofberger, *Ann. Rep. Med. Chem.*, **32**, 143 (1997).
9. R. Zhou, K. R. Ayrey, J. C. Drach, L. B. Townsend, *J. Med. Chem.*, **39**, 3477 (1996).
10. S. Saluja, R. Zhou, J. C. Drach, L. B. Townsend, *J. Med. Chem.*, **39**, 881 (1996).
11. C. Fernandez, U. Martin-Escudero, M. Izquierdo, *Rev. Clinica Espanola*, **135**, 539 (1974).
12. C. Fernandez, U. Martin-Escudero, M. Izquierdo, *Rev. Clinica Espanola*, **141**, 51 (1976).
13. M. F. Brana, J. M. Castellano, G. Keilhauer, A. Machuca, Y. Martin, C. Redondo, E. Schlick, N. Walker, *Anti-Cancer Drug Design*, **9**, 527 (1994).
14. B. C. Baguley, *Anti-Cancer Drug Design*, **6**, 8 (1991).
15. W. A. Denny, *Anti-Cancer Drug Design*, **4**, 249 (1989).

16. Z. Mezaraska, E. Augustin, J. Dziegielewski, *Anti-Cancer Drug Design*, **11**, 73 (1996).
17. B. J. Foster, K. Clagett-Carr, D. D. Shoemaker, *Investigational New Drugs*, **3**, 403 (1985).
18. C. N. Nyujen, F. Fan, J. F. Rion, *Anti-Cancer Drug Design*, **10**, 277 (1995).
19. L. W. Deady, A. J. Kaye, G. J. Finlay, B. C. Baguley, W. A. Denny, *J. Med. Chem.*, **40**, 2040 (1997).
20. М. В. Горелик, *Химия антрахинонов и их производных*, Химия, Москва, 1983, 154.
21. D. Jeziorek, D. Dyl, A. Liwo, W. Woznicki, A. Tempezyk, E. Borowski, *Anti-Cancer Drug Design*, **8**, 223 (1993).
22. G. Gassinelli, F. Di Matteo, S. Fomerza, *J. Antibiot.*, **33**, 1468 (1980).
23. A. C. Sartolrelli, *ACS Symposium Series. Cancer Chemotherapy* (Washington, DC), **30**, 41 (1976).
24. А. Е. Щекотихин, Е. П. Баберкина, В. Н. Буянов, К. Ф. Турчин, Н. Н. Суворов, *ХГС*, 1030 (2001)
25. А. Е. Щекотихин, Д. А. Силаев, Е. П. Баберкина, И. Г. Макаров, В. Н. Буянов, Н. Н. Суворов, *ХГС*, 623 (2002).
26. J. Meisenheimer, E. Patzig, *Ber.*, **39**, 2533 (1906).
27. M. Ch. Marschalk, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, **5**, 629 (1937).
28. Bayer & Co., *DRP 272 299; Frdl.*, **11**, 590 (1915).
29. J. B. Wright, *Chem. Rev.*, **48**, 401 (1951).
30. М. В. Горелик, *Химия антрахинонов и их производных*, Химия, Москва, 1983, с. 85.
31. В. Я. Файн, *Электронные спектры поглощения и строение антрахинонов. Дизамещенные 9,10-антрахиноны*, Спутник+, 2003, **2**, с. 83.

Научно-исследовательский институт  
по изысканию новых антибиотиков  
им. Г. Ф. Гаузе, Москва 119021, Россия  
e-mail: chekotikhin@mtu-net.ru

Поступило в редакцию 25.12.2003

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