

Т. В. Московкина<sup>1\*</sup>, А. И. Калиновский<sup>2</sup>,  
Е. А. Мартыяс<sup>2</sup>, М. М. Анисимов<sup>2</sup>

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА  
6,6-ДИ(ИНДОЛ-3-ИЛ)ИНДОЛО[2,1-*b*]ХИНАЗОЛИН-12(6*H*)-ОНА  
И ЕГО 2,8-ДИМЕТИЛ- И 2,8-ДИБРОМПРОИЗВОДНЫХ

Конденсацией трипантрина и его 2,8-диметил- и 2,8-дибромпроизводных с индолом получены ранее неизвестные 6,6-ди(индол-3-ил)индоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-оны. Показано, что 2,8-дизамещённые трипантрины, а также 6,6-ди(индол-3-ил)индоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-он проявляют ингибирующее действие в отношении *Candida albicans* КММ 455. Установлено, что растворы как самого трипантрина, так и его 6,6-дииндолильного производного флуоресцируют: при поглощении света с длиной волны 434 и 340 нм они дают в спектрах флуоресценции максимумы при  $\lambda_{\max}$  525 и 500 нм соответственно.

**Ключевые слова:** индол, индоло[2,1-*b*]хиназолины, конденсация, противомикробное действие, флуоресценция.

Трипантрин (коуропитин) или индоло[2,1-*b*]хиназолин-6,12-дион (**1a**) — алкалоид, выделенный из растений, дрожжеподобных грибов и морских бактерий [1–5], известен своей противогрибковой [2, 3] и противовоспалительной активностью [6], ингибирует рост туберкулёзной бактерии *Mycobacterium tuberculosis* [7] и простейших *Trypanosoma brucei* и *Leishmania donovani* [8, 9], подавляет некоторые злокачественные образования, демонстрирует иммуностимулирующий эффект [10] и другие интересные биологические свойства [11–14]. Биологически активны и его композиции с природными полисахаридами [15–17].

В литературе сообщалось о синтезах этого соединения и его производных [18–20], в том числе и разработанных первым из авторов этой статьи [19, 20]. Химические свойства самого трипантрина активно не изучались, хотя многочисленные синтезы его новых производных постоянно осуществляются с целью поиска и создания новых перспективных биоактивных соединений.

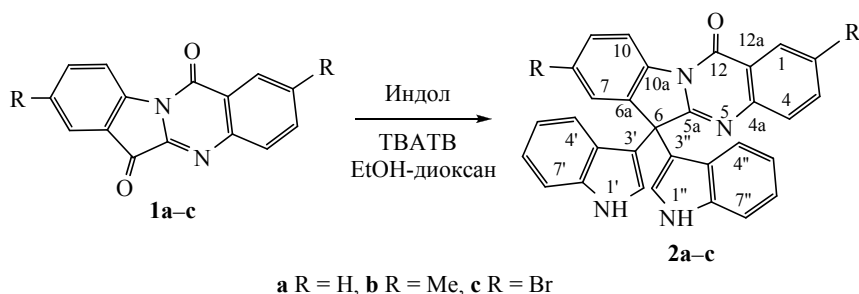
Ди(индол-3-ил)метан и его производные также известны как алкалоиды наземного и морского происхождения, проявляющие противомикробные свойства и другую биологическую активность [21–23]. Их обычно синтезируют конденсацией индола с альдегидами [24–27].

Мы полагали, что эта реакция может протекать и по карбонильной группе пятичленного цикла трипантрина. Подобных превращений до настоящего времени не было описано. С целью получения трипантринсодержащих ди(индол-3-ил)метанов нами изучена конденсация индола с трипантрином (**1a**) и его производными **1b,c** [20].

В рамках модифицированной экспериментальной методики [27] трипантрин (**1a**), его 2,8-диметил- и 2,8-дибромпроизводные **1b,c** и индол, взятые в мольном соотношении 1:2, нагревали в присутствии трибромиды тетрабутил-аммония (ТБАТБ, ТВАТВ) в качестве катализатора в смеси абсолютных растворителей EtOH–диоксан, 3:1, при 60–70 °С в течение 7–8 ч. По данным

авторов работы [27], ТБАТБ является эффективным катализатором образования ди(индол-3-ил)метанов при конденсации различных альдегидов и индолов. Эти же авторы привели схему реакции и обосновали выбор этанола в качестве растворителя.

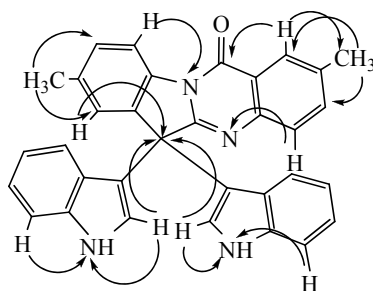
Действительно, в результате реакции мы получили 6,6-ди(индол-3-ил)-индоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-оны **2a–c** с выходами 30–40% в виде бесцветных кристаллов в отличие от триптантринов **1a–c**, имеющих канареечный цвет.



Структура продуктов реакции установлена спектральными методами. В масс-спектрах соединений **2a,b** имеются пики молекулярных ионов  $[M]^+$  с  $m/z$  464 и 492 соответственно, а в масс-спектре соединения **2c** – пики иона  $[M+H]^+$  с  $m/z$  621, 623 и 625 с соотношением интенсивностей 1:2:1, характерным для двух атомов брома, которые свидетельствуют о присоединении двух индолильных фрагментов к соответствующим триптантринам **1a–c**. В ИК спектрах соединений **2a–c** отсутствует полоса поглощения при 1730–1735  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{C}=\text{O}$ ), но наблюдается интенсивная полоса при 3470–3480  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{N–H}$  индола).

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$  и 2D ЯМР эксперименты убедительно подтвердили строение полученных соединений. Так, спектр ЯМР  $^1\text{H}$  соединения **2a** в  $\text{CD}_3\text{OD}$  содержит сигналы протонов четырёх *o*-дизамещённых бензольных циклов и синглетный сигнал  $\text{H-2',2''}$  в индольных фрагментах (6.95 м. д.). В спектре ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ ) сигнал карбонильной группы в пиримидиновом цикле проявляется при 162.0 м. д., а сигнал  $\text{C}=\text{N}$  – при 164.5 м. д. Сигнал атома С-6 оказался перекрытым сигналами растворителя.

Отнесение всех сигналов в спектрах ЯМР соединения **2b** ( $\text{CDCl}_3$ ), выполненное с помощью DEPT, COSY, HSQC и HMBC экспериментов, подтвердило наличие в нём 2 метильных групп, 16 групп  $=\text{CH-}$ , 10 групп  $=\text{C}<$ ,  $\text{N}=\text{C}$ -группы, амидного карбонила  $12\text{-C}=\text{O}$  и четырёхзамещённого углерода в  $sp^3$ -гибридном состоянии. HMBC спектр с регистрацией сигналов ядер азота  $^{15}\text{N}$  указывает на наличие атомов азота индольных фрагментов ( $\delta_{\text{N}}$  124.5 м. д.), амидного азота ( $\delta_{\text{N}}$  177.3 м. д.) и азота  $\text{N}=\text{C}$  ( $\delta_{\text{N}}$  239.6 м. д.), сигналы которых были отнесены по кросс-пикам: 7.21/124.4 м. д. ( $\text{H-7',7''}/\text{N}$  индольного фрагмента), 6.84/124.4 м. д. ( $\text{H-2',2''}/\text{N}$  индольного фрагмента), 8.57/177 м. д. ( $\text{H-10}/\text{амидный N}$ ) и 7.45/239.6 м. д. ( $\text{H-4}/\text{N-5}$ ). Сигнал четырёхзамещённого насыщенного атома С-6 ( $\delta$  53.3 м. д.) определили по HMBC кросс-пикам 7.18/53.3 м. д. ( $\text{H-7}/\text{C-6}$ ) и 6.84/53.3 м. д. ( $\text{H-2',2''}/\text{C-6}$ ), которые подтверждают присоединение индольных фрагментов к атому С-6 (рисунок).



Ключевые  $^1\text{H}/^{13}\text{C}$  и  $^1\text{H}/^{15}\text{N}$  корреляции в HMBC спектрах соединения **2b**

Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  соединения **2c** ( $\text{CDCl}_3$ ) также подтверждает его структуру и отличается от спектра соединения **2b** главным образом химическими сдвигами сигналов и отсутствием сигналов метильных групп.

Противомикробные свойства растворов полученных соединений в ДМСО определяли методом измерения зон ингибирования роста микроорганизмов в стандартных агаризованных средах на трёх тест-культурах: грамположительные бактерии *Staphylococcus aureus* ANCC 21027, грамотрицательные бактерии *Escherichia coli* K-12 CL 588 (ВКПМ В-7935) и дрожжеподобные грибки *Candida albicans* КММ 455. Для сравнения использовали триптантрин (**1a**) и его 2,8-диметилпроизводное **1b**. В контрольных опытах использовали ДМСО (отрицательный контроль), положительный контроль – нитрофунгин в ДМСО.

Результаты тестирования показали, что из полученных соединений только соединение **2a** проявляет умеренную противогрибковую активность в отношении *C. albicans* (в концентрации 100 мкг/лунку; зона ингибирования 3.1 мм против 8 мм для самого триптантрина, 4 мм для диметилтриптантрина и 7 мм для нитрофунгина). В то же время соединение **2a** не проявляло противомикробной активности, в частности не ингибировало рост бактерий *S. aureus* и *E. coli*, в отличие от соединений **1a,b**, активных против *S. aureus* (зоны ингибирования 15 и 5.5 мм соответственно при концентрации 10 мкг/лунку).

Анализ УФ спектров триптантрина **1a** и триптантринового ди(индолил)-метана **2a** в этаноле показал, что максимумы поглощения в УФ спектре соединения **2a** наблюдаются в более коротковолновой области (222, 268, 281, 290, 316 и 331 нм), чем в спектре триптантрина. Для сравнения: спектр раствора триптантрина **1a** имеет максимумы поглощения при 227, 246, 251, 268, 278, 311, 329, 348 и 391 нм.

Насколько нам известно, спектры флуоресценции самого триптантрина, а тем более его дииндолильных производных, ранее не исследовались. Мы изучили флуоресцентные спектры возбуждения соединений **1a** и **2a**. При облучении ( $\lambda$  434 нм) раствор соединения **1a** флуоресцирует с максимумом эмиссии  $\lambda_{\text{max}}$  525 нм. Известно, что некоторые гетероциклические соединения с флуоресцентными свойствами, в особенности те из них, которые обладают биологической активностью, используют в качестве флуоресцентных агентов для изучения различных клеточных процессов (апоптоз, активация лизосом и др.). Следовательно при изучении биологического действия триптантрина (**1a**) на различные клетки вполне могут использоваться его флуоресцентные свойства. Ди(индол-3-ил)производное **2a** даёт максимум эмиссии при 500 нм в аналогичных условиях (возбуждение  $\lambda$  340 нм).

Таким образом, получены новые соединения в ряду триптантринового ди(индолил)метана (6,6-ди(индол-3-ил)индоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-она) и показано, что незамещённый триптантриновый ди(индолил)метан проявляет умеренную противогрибковую активность, а также флуоресцентные свойства.

## ЭСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записаны на спектрофотометре Spectr BX-II FT-IR System (Perkin Elmer) в хлороформе. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  зарегистрированы на спектрометре Bruker Avance III-700 (700, 176 и 71 МГц соответственно), внутренний стандарт ТМС, для измерения химических сдвигов азота внешний стандарт – нитрометан (380.2 м. д.). Масс-спектры соединений **2a,b** записаны на приборе AMD-604S с прямым вводом образца в ионный источник, ЭИ (70 эВ), а соединения **2c** – на приборе Bruker Ultraflex III/TOF/TOF, ионизация методом MALDI, матрица 2,5-дигидроксибензойная кислота. УФ спектры зарегистрированы на спектрофотометре UV-1601-PC (Shimadzu), а спектры флуоресценции – на спектрофлуориметре RF-5301-PC (Shimadzu) для растворов в этаноле. Для выделения целевых соединений из реакционных смесей использовали препаративную ТСХ на пластинках с силикагелем. Примеси отделили в системе гексан–EtOAc, 20:7, вещества потом элюировали с пластинок хлороформом. Температуры плавления определены на столике Voetius.

При изучении противомикробного действия для культивирования грибов использовали твёрдую питательную среду Сабуро, содержащую 3% глюкозы, 1% пептона и 1.7% агарозы (рН 6.0). Для культивирования бактерий использовали стандартную среду, состоящую из 0.1% глюкозы, 0.5% пептона, 0.1% дрожжевого экстракта, 0.02%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 0.01% NaOH, 0.005%  $\text{MgSO}_4$  и 1.7% агарозы. После автоклавирования среды охлаждали, разливали в стерильные чашки Петри (диаметр 90 мм) по 25 мл в каждую. Суспензии микроорганизмов наносили на поверхность среды в количестве 200 мкл и растирали шпателем. В сделанные лунки (диаметр 10 мм) вносили растворы разных концентраций тестируемых веществ в ДМСО по 100 мкл в каждую. Чашки инкубировали в течение 1 сут при 37 °С для бактерий и 28 °С для дрожжеподобных грибов. Измеряли зоны ингибирования роста микроорганизмов от края лунки.

**Синтез соединений 2a–c** (общая методика). Смесь 0.5 ммоль индоло[2,1-*b*]хиназолин-6,12-диона **1a–c** [20] и 117 мг (1 ммоль) индола растворяют в 20 мл смеси абсолютных растворителей EtOH–диоксан, 3:1, с добавкой 40 мг (0.083 ммоль) ТБАТБ, перемешивают в течение 7–8 ч при 60–70 °С. Растворитель отгоняют и к остатку добавляют 10 мл воды и 20 мл этилацетата. Органический слой отделяют и промывают водой, сушат над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , растворитель удаляют в вакууме. Из остатка с помощью препаративной ТСХ выделяют соединения **2a–c**.

**6,6-Ди(индол-3-ил)индоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-он (2a)**. Выход 30%, т. пл. 218–220 °С (EtOH). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3477 (NH), 3043 (CH Ar), 1681 (C=O), 1636, 1600, 1464, 1417, 1354. УФ спектр,  $\lambda_{\text{max}}$ , нм ( $\lg \epsilon$ ): 222 (4.2), 268 (3.1), 281 (2.8), 290 (3.05), 316 (3.0), 331 (2.9). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 6.78 (2H, т,  $J = 7.6$ , H-5',5"); 6.95 (2H, с, H-2',2"); 7.02 (2H, т,  $J = 7.6$ , H-6',6"); 7.20 (2H, д,  $J = 8.1$ , H-7',7"); 7.32 (1H, т,  $J = 7.5$ , H-3); 7.33 (2H, д,  $J = 8.2$ , H-4',4"); 7.50–7.52 (3H, м, H-2,4,9); 7.63 (1H, д,  $J = 8.1$ , H-7); 7.73 (1H, т. д,  $J = 6.8$ ,  $J = 2.6$ , H-8); 8.36 (1H, д,  $J = 6.8$ , H-10); 8.71 (1H, д,  $J = 7.2$ , H-1). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ ),  $\delta$ , м. д.: 112.5 (C-7',7"); 116.3 (C-3',3"); 118.0 (C-1); 119.7 (C-5',5"); 121.9 (C-4',4"); 122.2 (C-10a); 122.5 (C-6',6"); 126.1 (C-2',2"); 126.8 (C-4); 127.0 (C-3a',3a"); 127.4 (C-10); 127.8 (C-3); 128.0 (C-9); 128.6 (C-7); 129.6 (C-2); 135.7 (C-8); 138.4 (C-4a); 138.9 (C-7a',7a"); 139.9 (C-12a); 148.9 (C-6a); 161.9 (C-12); 164.5 (C-5a). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 464  $[\text{M}]^+$  (100), 436  $[\text{M}-\text{CO}]^+$  (1), 348  $[\text{M}-\text{C}_8\text{H}_6\text{N}]^+$  (12), 232  $[\text{M}-2\text{C}_8\text{H}_6\text{N}]^+$  (14). Найдено,  $m/z$ : 464.1600  $[\text{M}]^+$ .  $\text{C}_{31}\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}$ . Вычислено,  $m/z$ : 464.1637.

**6,6-Ди(индол-3-ил)-2,8-диметилиндоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-он (2b).** Выход 40%, т. пл. 240–242 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3473 (NH), 3043 (CH Ar), 1683 (C=O), 1635, 1487, 1345, 1314, 834. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 2.22 (3H, с, 8- $\text{CH}_3$ ); 2.39 (3H, с, 2- $\text{CH}_3$ ); 6.82 (2H, т,  $J = 7.7$ , H-5',5'"); 6.84 (2H, д,  $J = 0.7$ , H-2',2'"); 7.01 (2H, т,  $J = 7.4$ , H-6',6'"); 7.18–7.21 (4H, м, H-7,9,7',7'"); 7.27 (2H, д,  $J = 8.1$ , H-4',4'"); 7.35 (1H, д,  $J = 2.1$ ,  $J = 8.3$ , H-3); 7.45 (1H, д,  $J = 8.2$ , H-4); 8.05 (2H, уш. с, 2NH); 8.12 (1H, уш. с, H-1); 8.58 (1H, д,  $J = 8.8$ , H-10). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$ , м. д.: 21.3 (2- $\text{CH}_3$ ); 21.5 (8- $\text{CH}_3$ ); 53.4 (C-6); 111.2 (C-7',7'"); 116.5 (C-3',3'"); 117.0 (C-10); 119.4 (C-5',5'"); 121.0 (C-12a); 121.6 (C-4',4'"); 122.0 (C-6',6'"); 124.6 (C-2',2'"); 125.7 (C-3a',3a'"); 125.9 (C-9); 126.0 (C-1); 127.7 (C-4); 129.3 (C-7); 135.4 (C-3); 135.9 (C-6a); 136.4 (C-8); 136.6 (C-4a); 136.8 (C-2); 137.0 (C-7a',7a'"); 145.4 (C-10a); 160.4 (C-12); 161.3 (C-5a). Масс спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 492  $[\text{M}]^+$  (100), 376  $[\text{M}-\text{C}_8\text{H}_6\text{N}]^+$  (12), 333  $[\text{M}-\text{C}_8\text{H}_6\text{N}-\text{CH}_3-\text{CO}]^+$  (6), 260  $[\text{M}-2\text{C}_8\text{H}_6\text{N}]^+$  (10). Найдено,  $m/z$ : 492.1980  $[\text{M}]^+$ .  $\text{C}_{33}\text{H}_{24}\text{N}_4\text{O}$ . Вычислено,  $m/z$ : 492.1950

**2,8-Дибром-6,6-ди(индол-3-ил)индоло[2,1-*b*]хиназолин-12(6*H*)-он (2c).** Выход 36%, т. пл. 300–304 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3480 (NH), 3043 (CH Ar), 1680 (C=O), 1635, 1487, 1345, 1314, 834. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 6.94 (2H, т,  $J = 7.6$ , H-5',5'"); 6.95 (2H, с, H-2',2'"); 7.15 (2H, т,  $J = 7.6$ , H-6',6'"); 7.35 (2H, д,  $J = 8.1$ , H-4',4'"); 7.37 (2H, д,  $J = 8.1$ , H-7',7'"); 7.49 (1H, д,  $J = 8.7$ , H-4); 7.55 (1H, д,  $J = 2.0$ , H-7); 7.63 (1H, д,  $J_1 = 2.1$ ,  $J_2 = 8.6$ , H-9); 7.73 (1H, д,  $J = 2.3$ ,  $J = 8.7$ , H-3); 8.12 (2H, уш. с, 2NH); 8.52 (1H, д,  $J = 2.3$ , H-1); 8.64 (1H, д,  $J = 8.6$ , H-10). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 625  $[\text{M}+\text{H}]^+$  (53), 623 (100), 621 (47). Найдено для изотопа  $^{79}\text{Br}$ ,  $m/z$ : 621.0720  $[\text{M}+\text{H}]^+$ .  $\text{C}_{31}\text{H}_{19}\text{Br}_2\text{N}_4\text{O}$ . Вычислено,  $m/z$ : 620.9926.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. Brufani, W. Fedeli, F. Mazza, A. Gerhard, W. Keller-Schierlein, *Experientia*, **27**, 1249 (1971).
2. F. Schindler, H. Zähler, *Arch. Mikrobiol.*, **79**, 187 (1971).
3. J. Bergman, B. Egestad, J.-O. Lindström, *Tetrahedron Lett.*, **18**, 2625 (1977).
4. G. Honda, V. Tosirisuk, M. Tabata, *Planta Med.*, **38**, 275 (1980).
5. I. Wagner-Döbler, H. Rheims, A. Felske, A. El-Ghezal, D. Flade-Schröder, H. Laatsch, S. Lang, R. Pukall, B. J. Tindall, *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **54**, 1177 (2004).
6. M.-C. Recio, M. Cerdá-Nicolás, O. Potterat, M. Hamburger, J.-L. Ríos, *Planta Med.*, **72**, 670 (2006).
7. L. A. Mitscher, W. R. Baker, *Pure Appl. Chem.*, **70**, 365 (1998).
8. J. Scovill, E. Blank, M. Konnick, E. Nenortas, T. Shapiro, *Antimicrob. Agents Chemother.*, **46**, 882 (2002).
9. A. K. Bhattacharjee, D. L. Skanchy, B. Jennings, T. H. Hudson, J. J. Brendle, K. A. Werbovetz, *Bioorg. Med. Chem.*, **10**, 1979 (2002).
10. S. Koya-Miyata, T. Kimoto, M. J. Micallef, K. Hino, M. Taniguchi, S. Ushio, K. Iwaki, M. Ikeda, M. Kurimoto, *Anticancer Res.*, **21**, 3295 (2001).
11. C.-W. Jao, W.-C. Lin, Y.-T. Wu, P.-L. Wu, *J. Nat. Prod.*, **71**, 1275 (2008).
12. H.-L. Chan, H.-Y. Yip, N.-K. Mak, K.-N. Leung, *Cell. Mol. Immunol.*, **6**, 335 (2009).
13. T. Ishihara, K. Kohno, S. Ushio, K. Iwaki, M. Ikeda, M. Kurimoto, *Eur. J. Pharmacol.*, **407**, 197 (2000).
14. S.-T. Yu, J.-W. Chern, T.-M. Chen, Y.-F. Chiu, H.-T. Chen, Y.-H. Chen, *Acta Pharmacol. Sin.*, **31**, 259 (2010).
15. В. А. Стоник, А. М. Попов, Ю. М. Гафуров, Т. В. Московкина, В. А. Каминский, А. В. Качанов, О. Н. Кривошапка, С. Е. Петровичева, Пат. РФ 2366408.
16. А. М. Попов, Ю. М. Гафуров, Т. В. Московкина, А. В. Качанов, О. Н. Кривошапка, С. Е. Петровичева, В. А. Стоник, *Докл. РАН*, **426**, 119 (2009).
17. А. М. Попов, О. И. Недашковская, Ю. М. Гафуров, Т. В. Московкина, *Биофарм. журн.*, **3**, № 3, 19 (2011).

18. A. D. Billimoria, M. P. Cava, *Heterocycles*, **42**, 453 (1996).
19. Т. В. Московкина, *Журн. орган. химии*, **33**, 138 (1997).
20. Т. В. Московкина, А. И. Калиновский, В. В. Маханьков, *Журн. орган. химии*, **48**, 128 (2012).
21. T. Osawa, M. Namiki, *Tetrahedron Lett.*, **24**, 4719 (1983).
22. G. Bifulco, I. Bruno, R. Riccio, J. Lavayre, G. Bourdy, *J. Nat. Prod.*, **58**, 1254 (1995).
23. T. R. Garbe, M. Kabayashi, N. Shimizu, N. Takesue, M. Ozawa, H. Yukawa, *J. Nat. Prod.*, **63**, 596 (2000).
24. В. Р. Bandgar, К. А. Shaikh, *Tetrahedron Lett.*, **44**, 1959 (2003).
25. X. Mi, S. Luo, J. He, J.-P. Cheng, *Tetrahedron Lett.*, **45**, 4567 (2004).
26. L. Wang, J. Han, H. Tian, J. Sheng, Z. Fan, X. Tang, *Synlett*, 337 (2005).
27. S. K. Kundu, S. Islam, A. Hajra, A. Majee, *Журн. орган. химии*, **46**, 125 (2010).

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет,  
ул. Октябрьская, 27, Владивосток 690000, Россия,  
e-mail: moskovkinataisiya@mail.ru

Поступило 25.01.2012  
После переработки 27.01.2013

<sup>2</sup> Тихоокеанский институт биоорганической химии  
им. Г. Б. Елякова ДВО РАН,  
пр. 100 лет Владивостоку, 159,  
Владивосток 690022, Россия  
e-mail: eastnet@piboc.dvo.ru