

В. А. Осянин*, Е. А. Ивлева, Д. В. Осипов, Ю. Н. Климочкин

РЕАКЦИИ 6,7-ДИМЕТОКСИ-3,4-ДИГИДРОИЗОХИНОЛИНА
С *o*-МЕТИЛЕНХИНОНАМИ

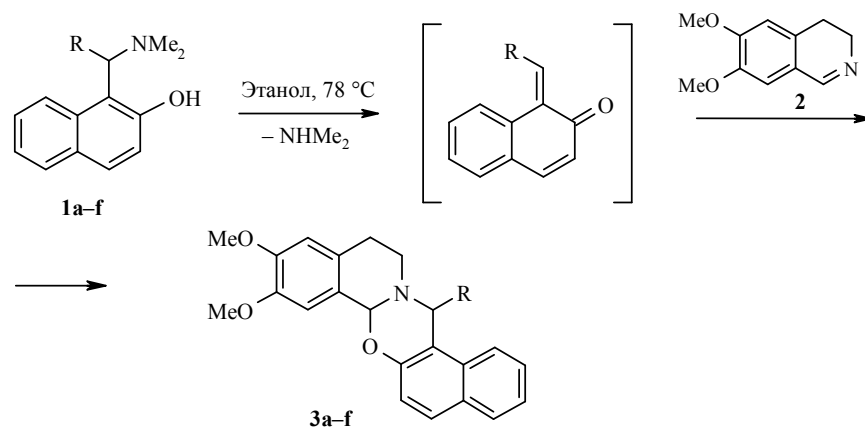
При конденсации 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолина с 1-диметиламино-метил-2-нафтолами выделены продукты гетероциклизации – 9,10-диметокси-12,13-дигидро-7*aH*,15*H*-нафто[1',2':5,6][1,3]оксаино[2,3-*a*]изохинолины. В случае *o*-гидроксibenзиловых спиртов получены продукты аза-реакции Михаэля – 2-[(6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолин-2(1*H*)-ил)метил]фенолы.

Ключевые слова: *o*-гидроксibenзиловые спирты, 6,7-диметокси-3,4-дигидро-изохинолин, *o*-метиленхиноны, основания Манниха.

Среди конденсированных бензо[5,6][1,3]оксаино[2,3-*a*]изохинолинов известны высоко селективные антагонисты мускариновых M₄-рецепторов [1, 2]. Кроме того, соединения данной группы представляют интерес в качестве структурных аналогов некоторых изохинолиновых алкалоидов, в первую очередь тетрагидропротоберберинов [3].

В литературе описаны лишь немногочисленные примеры реакций [4+2]-циклоприсоединения *o*-метиленхинонов к азометинам [1, 2, 4–8]. В то же время данная реакция открывает путь к разнообразным полу-аминалям гетероциклического ряда.

Мы показали, что при взаимодействии оснований Манниха нафталинового ряда **1a–f** с 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолином **2** в кипящем этаноле или *o*-ксилоле образуются 9,10-диметокси-12,13-дигидро-7*aH*,15*H*-нафто[1',2':5,6][1,3]оксаино[2,3-*a*]изохинолины **3a–f**.



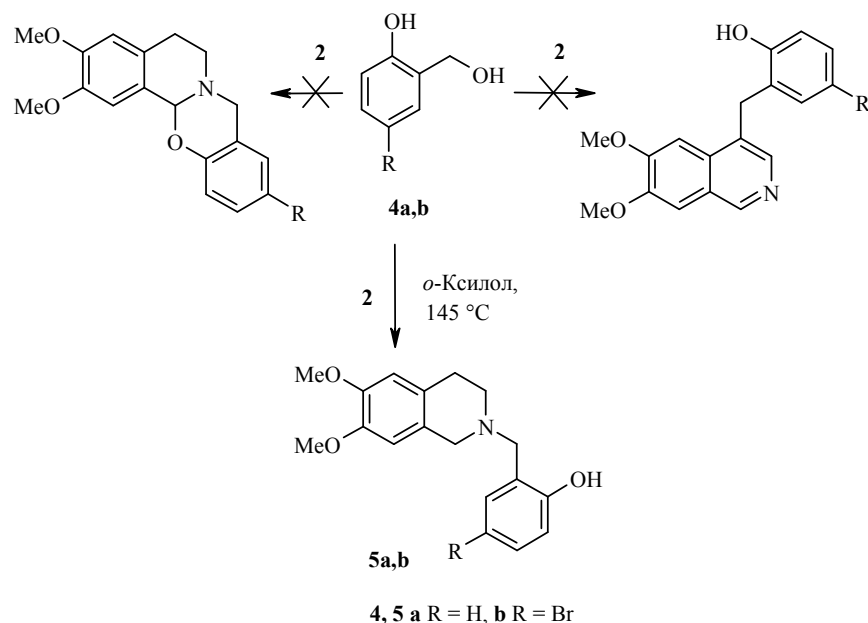
a R = H, b R = Ph, c R = 4-MeOC₆H₄, d R = 2-FC₆H₄, e R = 3-O₂NC₆H₄, f R = 2-тиенил

Образование циклической системы 12,13-дигидро-7*aH*,15*H*-нафто-[1',2':5,6][1,3]оксаино[2,3-*a*]изохинолина можно интерпретировать как результат реакции [4+2]-циклоприсоединения с обращенными электронными требованиями [9]. *o*-Метилехинон, генерируемый из основания Манниха, здесь играет роль диенового компонента, а 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолин – роль гетеродиенофила.

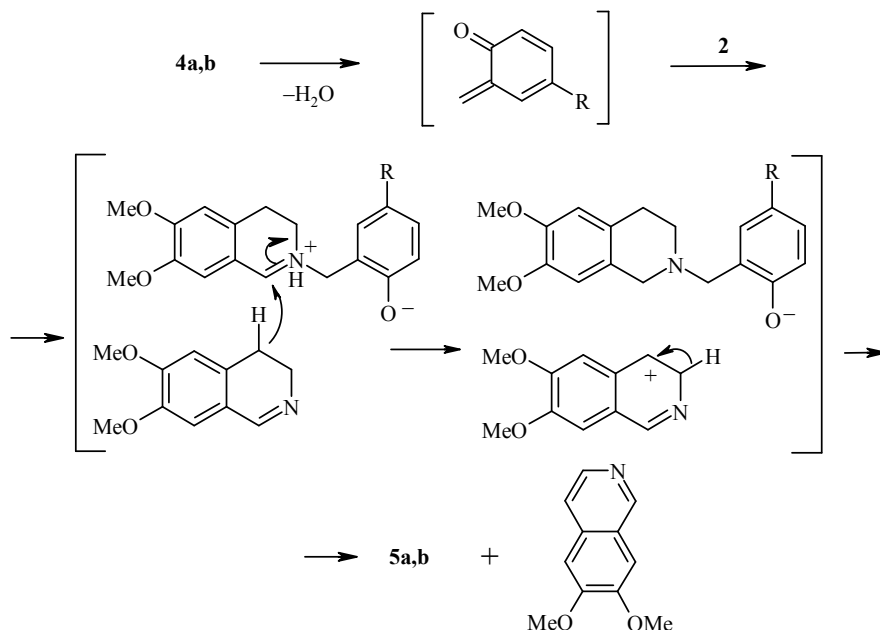
Полученные оксаино[2,3-*a*]изохинолины **3a–f** представляют собой высокоплавкие, термически стабильные кристаллические вещества, хорошо растворимые в хлороформе и этилацетате и плохо растворимые в воде и низших спиртах.

В масс-спектрах соединений **3a–f** пики молекулярных ионов малоинтенсивны. Основным направлением фрагментации является ретрореакция Дильса–Альдера, приводящая к 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолину и соответствующему *o*-метилехинону. В спектрах ЯМР ¹H протоны метоксигрупп проявляются в виде синглетов в области 3.84–3.95, присутствуют сигналы протонов метиленовых звеньев в области 2.74–4.78 и, в виде синглетов, сигналы метиновых протонов в области 5.40–5.82 м. д. Ароматические протоны изохинолинового фрагмента резонируют в области 6.63–6.98 м. д.

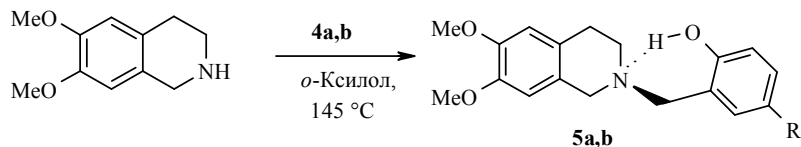
В литературе [7] описано взаимодействие 3,4-дигидроизохинолина и салицилового спирта (170 °С, запаянная трубка), которое приводит к 4-(2-гидроксбензил)изохинолину, наряду с 1,2,3,4-тетрагидроизохинолином. В то же время в реакции 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолина **2** с *o*-гидроксбензиловыми спиртами **4a,b** в кипящем *o*-ксилоле нами, вместо ожидаемых продуктов С-алкилирования или циклоприсоединения, были выделены 2-[(6,7-диметокси-3,4-дигидро-2(1*H*)-изохинолинил)метил]-фенолы **5a,b**.



Можно было бы предположить, что в кипящем *o*-ксилоле, в отличие от этанола, сначала протекает диспропорционирование 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолина на 6,7-диметоксиизохинолин и 6,7-диметокси-1,2,3,4-тетрагидроизохинолин [10] и далее взаимодействие с *o*-метиленихиноном, приводящее к образованию фенолов **5a,b**. Однако длительное нагревание 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолина (**2**) в кипящем *o*-ксилоле в отсутствие *o*-гидроксibenзиловых спиртов не приводит к его диспропорционированию. Поэтому, по-видимому, механизм реакции включает первоначальную кватернизацию 6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолина **2**, вследствие чего повышается его электрофильный характер и облегчается миграция водорода, формально отвечающая процессу межмолекулярного гидридного переноса.



Фенолы **5a,b** были получены встречным синтезом с более высокими выходами из 6,7-диметокси-1,2,3,4-тетрагидроизохинолина и *o*-гидроксibenзиловых спиртов **4a,b**.



В ИК спектрах соединений **5a,b** присутствуют полосы валентных колебаний ассоциированных водородных связей групп ОН в области 3300–2300 см⁻¹, что опровергает образование циклической структуры. В масс-спектрах пики молекулярных ионов малоинтенсивны. Основным направлением фрагментации является отщепление гидроксibenзильного фрагмента. В спектрах ЯМР ¹H протоны метиленовых звеньев проявляются в области 2.84–3.88, присутствуют сигналы протонов метоксигрупп в области 3.81–3.86 м. д. Смещение сигнала протонов группы ОН в область слабых полей (>10 м. д.) подтверждает наличие внутримолекулярной водородной связи.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записаны на спектрометре Shimadzu FTIR-8400S в таблетках KBr. Спектры ЯМР ¹H зарегистрированы на спектрометре JEOL JNM-ECX 400 (400 МГц) в CDCl₃, внутренний стандарт TMS. Масс-спектры получены на приборе Finnigan Trace DSQ, энергия ионизирующих электронов 70 эВ. Элементный анализ выполнен на автоматическом CHNS-анализаторе EuroVector EA-3000.

Исходные основания Манниха **1a–f** получены из 2-нафтола по известным методикам [11, 12].

9,10-Диметокси-12,13-дигидро-7aH,15H-нафто[1',2':5,6][1,3]оксазино[2,3-a]изохинолин (3a). Смесь 1 г (5.3 ммоль) дигидроизохинолина **2** и 1.05 г (5.2 ммоль) основания Манниха **1a** в 10 мл этанола кипятят 1 ч, охлаждают до комнатной температуры и выдерживают 2 ч при –20 °С. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают ледяным метанолом и перекристаллизовывают из смеси этанол–ДМФА. Получают 1.20 г (66%) соединения **3a** в виде бесцветных кристаллов, т. пл. 186–187 °С (т. пл. 185–187 °С [4]). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3001, 2958, 2935, 2885, 2839, 1624, 1601, 1516, 1470, 1393, 1354, 1327, 1269, 1227, 1126, 1107, 1018, 860. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 2.91 (2H, уш. с, CH₂); 3.08 (2H, уш. с, CH₂); 3.91 (3H, с, CH₃); 3.95 (3H, с, CH₃); 4.78 (2H, с, CH₂); 5.75 (1H, с, CH); 6.71 и 6.98 (2H, с, H-8,11); 7.11 (1H, д, *J* = 8.8, H Ar); 7.36–7.41 (1H, м, H Ar); 7.50–7.54 (2H, м, H Ar); 7.68 (1H, д, *J* = 8.1, H Ar); 7.80 (1H, д, *J* = 7.3, H Ar). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 347 [M]⁺ (27), 346 [M – H]⁺ (9), 330 [M – OH]⁺ (6), 191 [C₁₁H₁₃NO₂]⁺ (100), 190 [C₁₁H₁₂NO₂]⁺ (92), 176 [C₁₀H₁₀NO₂]⁺ (73), 156 [C₁₁H₈O]⁺ (31), 128 [C₁₀H₈]⁺ (62). Найдено, %: С 76.11; Н 6.13; N 3.98. C₂₂H₂₁NO₃. Вычислено, %: С 76.06; Н 6.09; N 4.03.

9,10-Диметокси-15-фенил-12,13-дигидро-7aH,15H-нафто[1',2':5,6][1,3]оксазино[2,3-a]изохинолин (3b) получают аналогично соединению **3a** из 1 г (5.2 ммоль) дигидроизохинолина **2**, 1.45 г (5.2 ммоль) основания Манниха **1b** в 15 мл этанола. Выход 1.62 г (73%), бесцветные кристаллы, т. пл. 155–156 °С (из смеси 2-пропанол–ДМФА). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3063, 3024, 2955, 2916, 2858, 2839, 1620, 1597, 1520, 1466, 1427, 1393, 1362, 1327, 1269, 1231, 1126, 1022, 976. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 2.81 (1H, д, д, *J* = 15.4, *J* = 2.2, CH₂); 3.08 (1H, д, д, *J* = 9.5, *J* = 5.9, CH₂); 3.20–3.41 (2H, м, CH₂); 3.88 (3H, с, CH₃); 3.89 (3H, с, CH₃); 5.46 (1H, с, CH); 5.63 (1H, с, CH); 6.70 и 6.85 (2H, с, H-8,11); 7.17 (1H, д, *J* = 8.8, H-6); 7.28–7.34 (7H, м, H Ar); 7.46 (1H, д, *J* = 7.3, H-1); 7.46–7.83 (2H, м, H Ar). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 423 [M]⁺ (11), 406 [M – OH]⁺ (4), 232 [C₁₇H₁₂O]⁺ (35), 231 [C₁₇H₁₁O]⁺ (100), 202 (28), 191 [C₁₁H₁₃NO₂]⁺ (77), 190 [C₁₁H₁₂NO₂]⁺ (26), 176 [C₁₀H₁₀NO₂]⁺ (35). Найдено, %: С 79.49; Н 6.02; N 3.36. C₂₈H₂₅NO₃. Вычислено, %: С 79.41; Н 5.95; N 3.31.

9,10-Диметокси-15-(4-метоксифенил)-12,13-дигидро-7аН,15Н-нафто[1',2':5,6]-[1,3]оксазино[2,3-а]изохинолин (3с) получают аналогично соединению **3а** из 1 г (5.2 ммоль) дигидроизохинолина **2**, 1.61 г (5.2 ммоль) основания Манниха **1с** в 15 мл этанола. Выход 1.78 г (75%), бесцветные кристаллы, т. пл. 182–184 °С (из смеси 2-пропанол–ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3063, 2928, 2839, 1616, 1512, 1466, 1393, 1273, 1234, 1126, 1026, 976, 852. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.90 (1H, д, $J = 15.6$, $J = 2.3$, CH_2); 3.05–3.09 (1H, м, CH_2); 3.21 (1H, т. д, $J = 15.6$, $J = 5.5$, CH_2); 3.30–3.36 (1H, м, CH_2); 3.76 (3H, с, CH_3); 3.88 (6H, с, 2CH_3); 5.40 (1H, с, CH); 5.62 (1H, с, CH); 6.68 и 6.83 (2H, с, H-8,11); 6.80 (2H, д, $J = 8.5$, H Ar); 7.14 (1H, д, $J = 8.8$, H Ar); 7.20 (2H, д, $J = 7.8$, H Ar); 7.29–7.36 (2H, м, H Ar); 7.45 (1H, д, $J = 7.8$, H Ar); 7.73 (1H, д, $J = 8.8$, H Ar); 7.79 (1H, д, $J = 7.3$, H Ar). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 453 $[\text{M}]^+$ (8), 436 $[\text{M} - \text{OH}]^+$ (1), 262 $[\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{O}_2]^+$ (43), 261 $[\text{C}_{18}\text{H}_{13}\text{O}_2]^+$ (88), 247 (26), 231 $[\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{O}]^+$ (100), 218 (22), 202 (7), 191 $[\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{NO}_2]^+$ (61), 190 $[\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{NO}_2]^+$ (28), 176 $[\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{NO}_2]^+$ (33). Найдено, %: С 76.85; Н 5.96; N 3.14. $\text{C}_{29}\text{H}_{27}\text{NO}_4$. Вычислено, %: С 76.80; Н 6.00; N 3.09.

9,10-Диметокси-15-(2-фторфенил)-12,13-дигидро-7аН,15Н-нафто[1',2':5,6]-[1,3]оксазино[2,3-а]изохинолин (3d) получают аналогично соединению **3а** из 1 г (5.2 ммоль) дигидроизохинолина **2**, 1.55 г (5.2 ммоль) основания Манниха **1d** в 15 мл этанола. Выход 1.29 г (56%), бесцветные кристаллы, т. пл. 160–161 °С (из смеси 2-пропанол–ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3063, 2951, 2839, 1620, 1601, 1520, 1485, 1466, 1393, 1335, 1269, 1231, 1126, 1022, 856. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.74 (1H, д, $J = 15.6$, CH_2); 3.12–3.21 (2H, м, CH_2); 3.31–3.40 (1H, м, CH_2), 3.84 (3H, с, CH_3); 3.87 (3H, с, CH_3); 5.68 (1H, с, CH); 5.71 (1H, с, CH); 6.64 и 6.85 (2H, с, H-8,11); 6.88–6.93 (2H, м, H Ar); 7.01–7.14 (2H, м, H Ar); 7.20–7.29 (4H, м, H Ar); 7.72–7.76 (2H, м, H Ar). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 441 $[\text{M}]^+$ (40), 424 $[\text{M} - \text{OH}]^+$ (10), 250 $[\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{FO}]^+$ (46), 249 $[\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{FO}]^+$ (98), 231 $[\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{O}]^+$ (97), 220 (40), 202 (18), 191 $[\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{NO}_2]^+$ (100), 190 $[\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{NO}_2]^+$ (78), 176 $[\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{NO}_2]^+$ (84). Найдено, %: С 76.22; Н 5.53; N 3.15. $\text{C}_{28}\text{H}_{24}\text{FNO}_3$. Вычислено, %: С 76.17; Н 5.48; N 3.17.

9,10-Диметокси-15-(3-нитрофенил)-12,13-дигидро-7аН,15Н-нафто[1',2':5,6]-[1,3]оксазино[2,3-а]изохинолин (3е) получают аналогично соединению **3а** из 1 г (5.2 ммоль) дигидроизохинолина **2**, 1.69 г (5.2 ммоль) основания Манниха **1е** в 15 мл этанола. Выход 1.91 г (78%), бесцветные кристаллы, т. пл. 203–204 °С (из 2-пропанола). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3063, 2928, 2858, 1620, 1528 (NO_2), 1466, 1392, 1350 (NO_2) 1269, 1231, 1126, 1022, 856. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.83 (1H, д, д, $J = 13.2$, $J = 2.9$) и 3.12–3.44 (3H, м, 2CH_2); 3.89 (6H, с, 2CH_3); 5.48 (2H, с, 2CH); 6.70 и 6.83 (2H, с, H-8,11); 7.17 (1H, д, $J = 8.8$, H Ar); 7.27–7.35 (3H, м, H Ar); 7.43 (1H, д, д, $J = 8.1$, $J = 7.3$, H Ar); 7.58 (1H, д, $J = 7.3$, H Ar); 7.78–7.84 (2H, м, H Ar); 8.13 (1H, д, $J = 8.1$, H Ar); 8.27 (1H, с, H Ar). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 468 $[\text{M}]^+$ (12), 451 $[\text{M} - \text{OH}]^+$ (3), 277 $[\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{NO}_3]^+$ (15), 276 $[\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{NO}_3]^+$ (23), 260 (37), 231 $[\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{O}]^+$ (42), 230 $[\text{C}_{17}\text{H}_{10}\text{O}]^+$ (79), 202 (52), 191 $[\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{NO}_2]^+$ (100), 190 $[\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{NO}_2]^+$ (47), 176 $[\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{NO}_2]^+$ (64). Найдено, %: С 71.82; Н 5.13; N 6.04. $\text{C}_{28}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_5$. Вычислено, %: С 71.78; Н 5.16; N 5.98.

9,10-Диметокси-15-(2-тиенил)-12,13-дигидро-7аН,15Н-нафто[1',2':5,6][1,3]-оксазино[2,3-а]изохинолин (3f) получают аналогично соединению **3а** из 1 г (5.2 ммоль) дигидроизохинолина **2**, 1.48 г (5.2 ммоль) основания Манниха **1f** в 15 мл этанола. Выход 1.82 г (81%), бесцветные кристаллы, т. пл. 199–200 °С (из этанола). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3063, 2955, 2843, 1620, 1597, 1520, 1466, 1423, 1389, 1358, 1331, 1269, 1227, 1130, 1018, 976, 856. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.77 (1H, д, $J = 11.9$, CH_2); 3.02–3.08 (1H, м, CH_2); 3.19–3.31 (2H, м, CH_2), 3.88 (6H, с, 2CH_3); 5.60 (1H, с, CH); 5.82 (1H, с, CH); 6.63 и 6.83 (2H, уш. с, H тиофен.); 6.69 и 6.87 (2H, с, H-8,11); 7.10 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.26 (1H, д, $J = 4.6$, H тиофен.); 7.33 (1H, д, д, $J = 8.3$, $J = 6.9$, H Ar); 7.41 (1H, д, д, $J = 7.8$, $J = 6.9$, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 8.3$, H Ar); 7.73 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.79 (1H, д, $J = 7.8$, H Ar). Масс-спектр,

m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 429 $[M]^+$ (9), 412 $[M - OH]^+$ (1), 238 $[C_{15}H_{10}SO]^+$ (58), 237 $[C_{15}H_9SO]^+$ (100), 209 (12), 208 (22), 191 $[C_{11}H_{13}NO_2]^+$ (62), 190 $[C_{11}H_{12}NO_2]^+$ (28), 176 $[C_{10}H_{10}NO_2]^+$. Найдено, %: С 72.75; Н 5.44; N 3.21; S 7.50. $C_{26}H_{23}NO_3S$. Вычислено, %: С 72.70; Н 5.40; N 3.26; S 7.46.

2-[(6,7-Диметокси-3,4-дигидроизохинолин-2(1H)-ил)метил]фенол (5a). Смесь 0.65 г (5.2 ммоль) спирта **4a** и 2 г (10.4 ммоль) дигидроизохинолина **2** (метод А) или 0.98 г (5.2 ммоль) 6,7-диметокси-1,2,3,4-тетрагидроизохинолина (метод Б) в 30 мл *o*-ксилола кипятят 6 ч, растворитель отгоняют в вакууме, остаток растворяют при нагревании в 10 мл метанола и полученный раствор выдерживают 1 сут при -20 °С. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают небольшим количеством ледяного метанола и перекристаллизовывают из метанола. Получают 0.66 г (42%, метод А) или 0.97 г (62%, метод Б) продукта в виде бесцветных кристаллов, т. пл. 155–156 °С (т. пл. 200 °С [13]). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3300–2300 (ОН), 1609, 1589 (C=C), 1520, 1462, 1420, 1381, 1366, 1350, 1296, 1254, 1227, 1122, 1084, 1014, 987, 964, 860, 768. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.87 (4H, уш. с, $2CH_2$); 3.68 (2H, с, CH_2); 3.82 (3H, с, CH_3); 3.85 (3H, с, CH_3); 3.87 (2H, с, CH_2); 6.50 и 6.61 (2H, с, H-5',8'); 6.79–6.86 (2H, м, H-4,6); 7.03 (1H, д, $J = 7.3$, H-3); 7.20 (1H, т. д, $J = 7.3$, H-5); 10.91 (1H, уш. с, ОН). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 299 $[M]^+$ (33), 298 $[M - H]^+$ (35), 192 $[C_{11}H_{14}NO_2]^+$ (67), 176 $[C_{10}H_{10}NO_2]^+$ (11), 164 (100), 149 (17), 121 (17), 107 $[C_7H_7O]^+$ (30). Найдено, %: С 72.27; Н 7.02; N 4.73. $C_{18}H_{21}NO_3$. Вычислено, %: С 72.22; Н 7.07; N 4.68.

4-Бром-2-[(6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолин-2(1H)-ил)метил]фенол (5b) получают аналогично соединению **5a** из 1.06 г (5.2 ммоль) спирта **4b** и 2 г (10.4 ммоль) дигидроизохинолина **2** (метод А) или 0.98 г (5.2 ммоль) 6,7-диметокси-1,2,3,4-тетрагидроизохинолина (метод Б) в 30 мл *o*-ксилола. Выход 0.97 г (49%) (метод А) или 1.36 г (69%) (метод Б), бесцветные кристаллы, т. пл. 154–155 °С (из метанола). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3100–2300 (ОН), 1609, 1582 (C=C), 1516, 1474, 1450, 1346, 1300, 1258, 1231, 1126, 1084, 1018, 964, 825. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.87 (4H, уш. с, $2CH_2$); 3.67 (2H, уш. с, CH_2); 3.83 (3H, с, CH_3); 3.84 (2H, с, CH_2); 3.86 (3H, с, CH_3); 6.51 и 6.62 (2H, с, H-5',8'); 6.73 (1H, д, $J = 8.8$, H-6); 7.15 (1H, д, $J = 2.2$, H-3); 7.27 (1H, д, $J = 8.8$, $J = 2.2$, H-5); 10.82 (1H, уш. с, ОН). Масс-спектр для изотопа ^{79}Br , m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 377 $[M]^+$ (32), 376 $[M - H]^+$ (28), 298 $[M - Br]^+$ (2), 192 $[C_{11}H_{14}NO_2]^+$ (82), 185 $[C_7H_6BrO]^+$ (12), 177 (17), 164 (100), 149 (24), 121 (28). Найдено, %: С 57.20; Н 5.35; N 3.66. $C_{18}H_{20}BrNO_3$. Вычислено, %: С 57.16; Н 5.33; N 3.70.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам при Президенте РФ (программа господдержки молодых российских ученых, грант МК-3368.2011.3) и с использованием оборудования ЦКП "Исследование физико-химических свойств веществ и материалов."

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. T. M. Böhme, C. E. Augelli-Szafran, H. Hallak, T. Pugsley, K. Serpa, R. D. Schwarz, *J. Med. Chem.*, **45**, 3094 (2002).
2. C. E. Augelli-Szafran, J. C. Jaen, D. W. Moreland, C. B. Nelson, J. R. Penrose-Yi, R. D. Schwarz, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **8**, 991 (1998).
3. J. Cheng, L. Fu, C. Ling, Y. Yang, *Heterocycles*, **81**, 2581 (2010).
4. M. von Strandtmann, M. P. Cohen, J. Shavel, Jr., US Pat. 3649626; *Chem. Abstr.*, **76**, 140844 (1972).

5. M. von Strandtmann, M. P. Cohen, J. Shavel, Jr., *J. Heterocycl. Chem.*, **6**, 429 (1969).
6. U. Berger, G. Dannhardt, R. Obergrusberger, W. Wiegrebe, *Arch. Pharm. (Weinheim)*, **314**, 365 (1981).
7. U. Berger, Th. Burgemeister, G. Dannhardt, K. K. Mayer, W. Wiegrebe, *Tetrahedron*, **40**, 215 (1984).
8. M. Tomasulo, F. M. Raymo, *Org. Lett.*, **7**, 4633 (2005).
9. R. W. Van De Water, T. R. R. Pettus, *Tetrahedron*, **58**, 5367 (2002).
10. C. I. Brodrick, W. F. Short, *J. Chem. Soc.*, 2587 (1949).
11. W. R. Brode, J. B. Littman, *J. Am. Chem. Soc.*, **53**, 1531 (1931).
12. S. A. Monti, G. D. Castillo, *J. Org. Chem.*, **56**, 3764 (1970).
13. В. И. Виноградова, М. С. Юнусов, *Химия природ. соед.*, 331 (1984).

ГОУ ВПО "Самарский государственный
технический университет",
ул. Молодогвардейская, 244,
Самара 443100, Россия
e-mail: vosyanin@mail.ru

Поступило 18.01.2011