

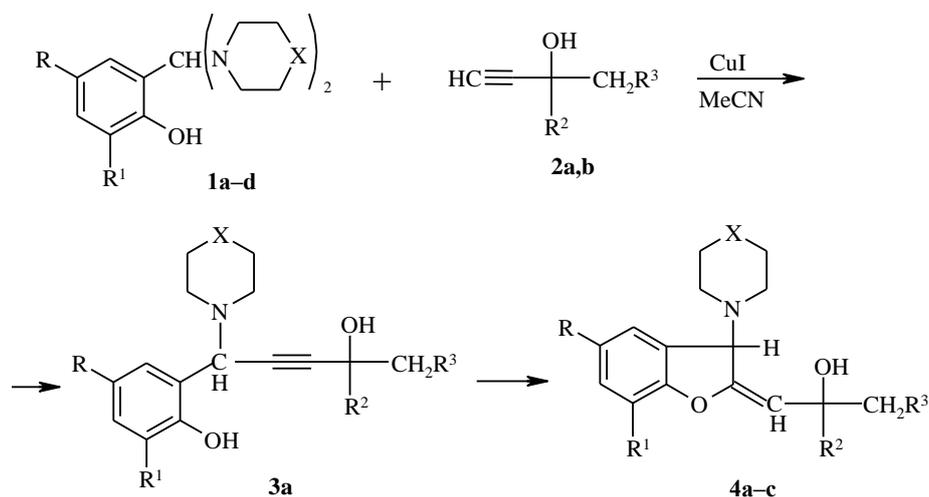
Л. Ю. Ухин, Л. В. Белоусова, Ж. И. Орлова, М. С. Коробов,
Г. С. Бородкин

ДЕГИДРАТАЦИОННЫЕ ПЕРЕГРУППИРОВКИ
ПРОИЗВОДНЫХ МЕТИЛЕНДИГИДРОБЕНЗОФУРАНА –
НОВЫЙ ПУТЬ К ЗАМЕЩЕННЫМ БЕНЗОФУРАНАМ

Нагревание производных 3-амино-2-(гидроксидиалкилметил)метилен-2,3-дигидробензофурана с кислотными агентами приводит к быстрой дегидратации и перегруппировке в замещенные 2-алкенил-3-аминобензофураны.

Ключевые слова: 2-алкенил-3-аминобензофураны, аминали салициловых альдегидов, ацетилены 2-алкилиден-3-амино-2,3-дигидробензофуранов.

Ранее [1] мы показали, что аминали салициловых альдегидов **1** в присутствии иодида меди(I) реагируют с терминальными ацетиленами, в том числе с гомологами пропаргилового спирта **2**, давая пропаргилаламины **3**, которые циклизируются в производные 3-амино-2-метилен-2,3-дигидробензофурана **4** (синтезы соединений **4a,b** описаны в работе [1], **4c** – в настоящей статье).

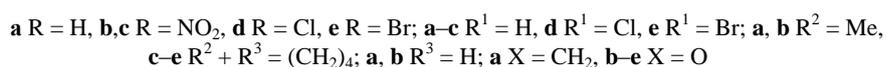
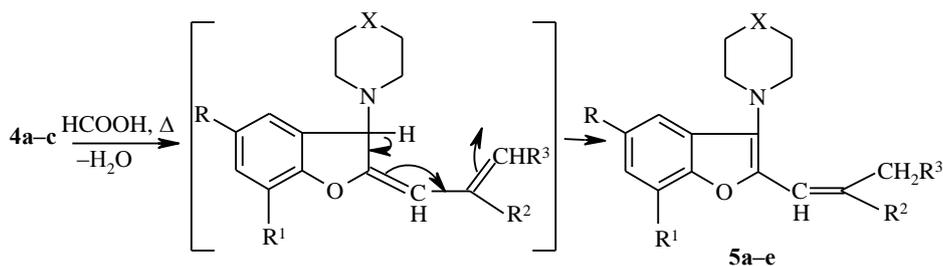


1 a R = H, **b** R = NO₂, **c** R = Cl, **d** R = Br; **a, b** R¹ = H, **c** R¹ = Cl, **d** R¹ = Br; **a** X = CH₂, **b-d** X = O; **2 a** R² = Me, R³ = H, **b** R²+R³ = (CH₂)₄; **3 a** R = R¹ = H, R² = Me, R³ = H; **4 a** R = H, **b, c** R = NO₂; **a-c** R¹ = H, **a, b** R² = Me, **c** R²+R³ = (CH₂)₄; **a, b** R³ = H; **a** X = CH₂, **b, c** X = O

На основании результатов работы [1] можно было заключить, что иодистая медь катализирует не только реакцию Манниха – образование пропаргиламинов **3**, но и циклизацию последних в метилendigидробензофураны **4**. Дальнейшие исследования показали, однако, что в отдельных случаях (в частности, при синтезе соединения **4a**) циклизация вызывалась примесями, содержащимися в образцах использовавшейся CuI. В отсутствие таких примесей реакция аминаля **1a** с ацетиленом **2a** останавливается на стадии образования пропаргиламина **3a**. Было установлено, что быструю циклизацию **3a** в **4a** вызывают каталитические количества солей серебра, а также основания (методики синтеза соединения **4a** с использованием AgNO₃ и KOH приведены в экспериментальной части).

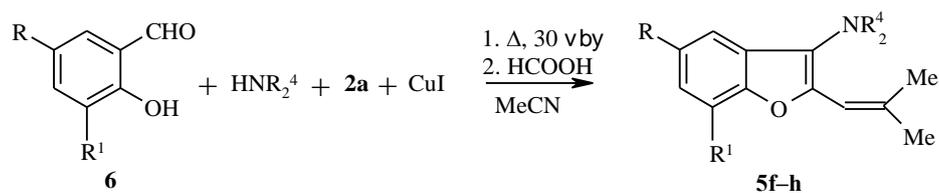
Было сделано предположение, что дальнейшая ароматизация соединений **4** не происходит из-за орбитального запрета на 1,3-переход водорода [2], а введение дополнительной двойной связи, сопряженной с метиленовой группировкой, сделало бы возможным разрешенное 1,5-перемещение водорода [2, 3]. Такая сопряженная система двойных связей должна образоваться при дегидратации гидроксипроизводных **4**.

Действительно, было найдено, что нагревание соединений **4a–c** в муравьиной кислоте вызывает быструю дегидратацию и перегруппировку в производные бензофурана **5a–c** соответственно (предварительные данные см. [4]):

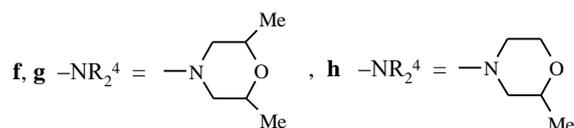


Соединение **5b** было выделено также после кипячения из растворов **4b** в диметоксиэтаноле, содержавших каталитические количества H₂SO₄ или *n*-нитробензойной кислоты. Дегидратацию и перегруппировку в тех же условиях вызывает и 2-формил-4-нитрофенол, легко отделяемый от продуктов реакции на Al₂O₃.

Для получения бензофуранов **5** не обязательно исходить из предварительно выделенных гидроксильных производных **4**. В некоторых случаях более удобны "одноколбовые" синтезы из аминалей **1**, в которых соединения **4** образуются *in situ*. Таким способом получены бензофураны **5d,e**. Если же не удастся выделить и аминаль **1**, реакцию можно попытаться провести, исходя из соответствующего салицилового альдегида **6**, с образованием *in situ* как аминаля **1**, так и гидроксильного производного **4**:



5 f R = NO₂, **g, h** R = Cl; **f** R¹ = H, **g, h** R¹ = Cl;



В последнем случае (бензофуран **5h**) кристаллический продукт удалось выделить только в виде перхлората.

Спектры ЯМР ¹H бензофуранов **5** показывают, что в результате реакций образуется один геометрический изомер (предположительно *E*-изомер). В синтезе соединений **5f,g** использовался 2,6-диметилморфолин фирмы Fluka, являющийся смесью конфигурационных изомеров. В этих случаях образовывалась смесь соединений **5** с двумя изомерами 2,6-диметилморфолина примерно в том же соотношении (3:1), в каком эти изомеры содержались в исходном амине. Однократная перекристаллизация **5f** из этанола позволяет практически полностью удалить минорный изомер. После однократной перекристаллизации **5g** из метанола вещество остается, по данным ЯМР ¹H, смесью изомеров в отношении ~4:1.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры регистрировали на приборе Specord IR-75 в вазелиновом масле. Спектры ЯМР ¹H записывали на спектрометре (Varian) UNITY-300 (300 МГц).

1-(2'-Гидроксифенил)-4-метил-1-пиперидинопентин-2-ол-4 (3a). Смесь 2.74 г (10 ммоль) аминаля **1a** и 1 мл (10.3 ммоль) спирта **2a** в 15 мл MeCN нагревают до растворения осадка, добавляют 1.91 г (10 ммоль) CuI, кипятят 30 мин и отфильтровывают горячим. Фильтрат охлаждают, добавляют 20 мл конц. NH₄OH и 40 мл воды. Выделившееся масло охлаждают льдом, растирают палочкой и оставляют на льду на 2 ч. Образовавшийся осадок отфильтровывают и перекристаллизовывают из 25 мл гексана. Выход 1.75 г (64%). Палевые кристаллы с т. пл. 87–90 °С (из гексана). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3433, 3380 (ОН); 1694 (сл), 1607, 1587, 1494 (аром.); 1154 (C–O); 754 (*o*-дизамещенное бензольное кольцо). Спектр ЯМР ¹H (DMCO-d₆), δ, м. д., *J* (Гц): 11.12 (1H, с, C(2')OH); 7.37 (1H, д, *J* = 7.5, C(6')H); 7.10 (1H, м, C(4')H); 6.74 (1H, м, C(5')H); 6.64 (1H, д, *J* = 8.0, C(3')H); 5.21 (1H, с, OH); 4.87 (1H, с, CH); 2.50 (4H, м, NCH₂); 1.62–1.38 (12H, м, 3CH₂, 2CH₃). Найдено, %: C 74.50; H 8.31; N 5.43. C₁₇H₂₃NO₂. Вычислено, %: C 74.73; H 8.42; N 5.13.

2-(2'-Гидрокси-2-метилпропилиден)-3-пиперидино-2,3-дигидробензофуран (4a). А. Смесь 2.3 г (8.4 ммоль) аминаля **1a** и 0.9 мл (9.3 ммоль) спирта **2a** в 15 мл MeCN нагревают до растворения аминаля, добавляют 1.2 г (6.3 ммоль) CuI, кипятят 25 мин, добавляют 0.2 г (0.74 ммоль) AgNO₃, кипятят еще 15 мин, после чего отфильтровывают от красного осадка. Фильтрат охлаждают, добавляют 20 мл конц. NH₄OH и 40 мл воды, выделившееся вместе с осадком масло при охлаждении и растирании быстро

закристаллизовывается. Осадок отфильтровывают, промывают водой, высушивают и перекристаллизовывают из 40 мл изооктана, отфильтровав горячим от нерастворимого темного остатка. Выход 1.55 г (67.7%), т. пл. 100–103 °С (дважды из изооктана). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3347 (ОН); 1714 (пл); 1694 (=СН–); 1607, 1594 (аром.); 1154 (С–О); 747 (*o*-дизамещенное бензольное кольцо). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 7.37 (1H, д, $J = 7.2$, C(4)H); 7.23 (1H, м, C(6)H); 6.98 (1H, м, C(5)H); 6.90 (1H, д, $J = 8.0$, C(7)H); 5.15 (1H, с, ОН); 4.78 (1H, с, =СН); 3.05 (1H, с, СН); 2.58 (2H, м, CH_2N); 2.38 (2H, м, CH_2N); 1.70–1.30 (12H, м, 3 CH_2 , 2 CH_3). Найдено, %: С 75.12; Н 8.17; N 5.37. $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{NO}_2$. Вычислено, %: С 74.73; Н 8.42; N 5.13.

Б. Кипятят 0.27 г (1 ммоль) соединения **3a** в 3 мл MeCN с 0.027 г (0.1 ммоль) AgNO_3 15 мин, фильтруют, водой высаживают осадок с маслом, быстро закристаллизовывающимся при растирании. Осадок отфильтровывают, промывают водой и высушивают. Выход 0.17 г (63%). Смешанная проба перекристаллизованного из изооктана вещества с заведомым образцом депрессии температуры плавления не дает. ИК спектры полностью совпадают.

В. Кипятят 0.27 г (1 ммоль) соединения **3a** в 5 мл метанола с 0.2 г (3 ммоль) KOH 40 мин, водой высаживают масло, закристаллизовывающееся при растирании палочкой и выдерживании на льду в течение 1 ч. Осадок отфильтровывают, промывают водой и высушивают. Выход 0.2 г (74%). Вещество идентифицировано по ИК спектру и т. пл. смешанной пробы.

2-[(1'-Гидроксициклогексил)метил]-3-морфолино-5-нитро-2,3-дигидробензофуран (4c). Смесь 1.62 г (5 ммоль) аминаля **1c** [1], 0.9 г (7 ммоль) 1-этинилциклогексанола **2b** и 1 г (5 ммоль) CuI в 10 мл ацетонитрила кипятят 30 мин, охлаждают, добавляют 10 мл конц. NH_4OH и 50 мл воды. Выпавшее масло отделяют и пропускают через колонку с Al_2O_3 (CHCl_3). Растворитель испаряют, масло кипятят с петролейным эфиром и растирают палочкой до превращения в твердый осадок белого цвета, охлаждают и отфильтровывают. Выход 0.7 г (39%), т. пл. 115–117 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3407 (ОН); 1700 (С=C); 1614, 1594 (аром.); 1514, 1341 (NO_2). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 8.27 (1H, д, $J = 2.4$, C(4)H); 8.23 (1H, д, д, $^3J = 8.8$, $^4J = 2.4$, C(6)H); 7.02 (1H, д, $J = 8.8$, C(7)H); 5.22 (1H, д, $J = 1.5$, =СН); 4.87 (1H, д, $J = 1.5$, C(3)H); 3.66 (4H, т, $J = 4.5$, CH_2O); 2.55 (1H, с, ОН); 2.56 (4H, м, CH_2N); 1.64 (6H, м, CH_2); 1.44 (4H, м, CH_2). Найдено, %: С 63.67; Н 6.58; N 7.45. $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_5$. Вычислено, %: С 63.33; Н 6.66; N 7.77.

2-(2'-Метилпропен-1'-ил)-3-пиперидинобензофуран (5a). Растворяют 0.55 г (2 ммоль) **4a** при нагревании в 3 мл HCOOH , кипятят 2 мин, охлаждают, высаживают водой осадок с маслом, которое закристаллизовывается при охлаждении льдом и растирании палочкой. Осадок отфильтровывают, промывают водой и высушивают. Выход сырого продукта 0.38 г (74.5%). После перекристаллизации из небольшого количества метанола получают 0.19 г аналитически чистого продукта с т. пл. 100–103 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1654 (С=C); 1607, 1581, 1560 (аром.); 741 (*o*-дизамещенное бензольное кольцо). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 7.63 (1H, д, $J = 8.5$, C(7)H); 7.35 (1H, д, $J = 8.5$, C(4)H); 7.14 (2H, м, C(5)H, C(6)H); 6.30 (1H, с, СН=); 3.15 (4H, м, CH_2N); 2.14 (3H, с, CH_3); 1.95 (3H, с, CH_3); 1.4–1.8 (6H, м, CH_2). Найдено, %: С 80.12; Н 8.31; N 5.17. $\text{C}_{17}\text{H}_{21}\text{NO}$. Вычислено, %: С 80.00; Н 8.24; N 5.49.

2-(2'-Метилпропен-1'-ил)-3-морфолино-5-нитробензофуран (5b). Растворяют 0.1 г (0.3 ммоль) соединения **4b** [2] при нагревании в 2 мл муравьиной кислоты, кипятят 20 мин, охлаждают, высаживают водой (5 мл) осадок, который отфильтровывают и высушивают. Выход сырого продукта 0.076 г (85%). Желтые кристаллы с т. пл. 150–153 °С (из MeOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1650, 1627, 1567 (С=C, аром.); 1521, 1341 (NO_2); 1114 (С–О–С). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 8.53 (1H, д, $J = 2.3$, C(4)H); 8.13 (1H, д, д, $^3J = 8.9$, $^4J = 2.3$, C(6)H); 7.44 (1H, д, $J = 8.9$, C(7)H); 6.28 (1H, с, СН=); 3.88 (4H, м, CH_2O); 3.20 (4H, м, CH_2N); 2.18 (3H, с, CH_3); 2.00 (3H, с, CH_3). Найдено, %: С 63.85; Н 5.97; N 9.60. $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_4$. Вычислено, %: С 63.58; Н 5.96; N 9.27.

3-Морфолино-5-нитро-2-(циклогексилденметил)бензофуран (5c). Смесь 0.2 г (0.55 ммоль) карбинола **4c** в 2 мл муравьиной кислоты нагревают до кипения, охлаждают, высаживают водой (5 мл) осадок со смолой, который отделяют и перекристаллизовывают из этанола. Выход 0.1 г (53%). Желтые кристаллы с т. пл. 134–136 °С (из EtOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1647, 1621, 1581, 1560 (С=C, аром.); 1514, 1341 (NO_2). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 8.50 (1H, д, $J = 2.3$, C(4)); 8.11 (1H, д, д, $^3J = 9.0$, $^4J = 2.3$, C(6)H); 7.42 (1H, д,

$J = 9.0$, C(7H); 6.20 (1H, c, CH=); 3.85 (4H, м, CH₂O); 3.20 (4H, м, CH₂); 2.70 (2H, м, CH₂N); 2.30 (2H, м, CH₂N); 1.64 (6H, м, CH₂). Найдено, %: C 66.76; H 6.73; N 8.27. C₁₉H₂₂N₂O₄. Вычислено, %: C 66.66; H 6.43; N 8.19.

3-Морфолино-5,7-дихлор-2-(циклогексиденметил)бензофуран (5d). В нагретый до кипения раствор 1.74 г (5 ммоль) аминаля **1c** и 1 мл (7.8 ммоль) спирта **2b** в 10 мл ацетонитрила добавляют 0.5 г (2.5 ммоль) CuI, кипятят 30 мин, добавляют 1.5 мл HCOOH, кипятят еще 2 мин и фильтруют горячим. Фильтрат охлаждают льдом, выделившийся осадок отфильтровывают и промывают холодным ацетонитрилом. Выход 1 г (54%). Бесцветные кристаллы с т. пл. 158–160 °С (из MeCN). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1647, 1601, 1560, 1541 (C=C, аром.); 1107 (C–O–C). Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м. д., J (Гц): 7.50 (1H, д, $J = 1.8$, C(6)H); 7.20 (1H, д, $J = 1.8$, C(4)H); 6.29 (1H, c, CH=C); 3.90 (4H, м, CH₂O); 3.19 (4H, м, CH₂); 2.76 (2H, м, CH₂N); 2.31 (2H, м, CH₂N); 1.65 (6H, м, CH₂). Найдено, %: C 62.27; H 6.08; Cl 19.22; N 4.12. C₁₉H₂₁Cl₂N₂O₂. Вычислено, %: C 62.29; H 5.74; Cl 19.40; N 3.83.

5,7-Дибром-3-морфолино-2-(циклогексиденметил)бензофуран (5e). В кипящую смесь 1.45 г (3.3 ммоль) аминаля **1d** и 1 мл (7.8 ммоль) спирта **2b** в 10 мл ацетонитрила добавляют 0.5 г (2.5 ммоль) CuI, кипятят 30 мин, добавляют 1.5 мл HCOOH, кипятят еще 2 мин, фильтруют горячим, осадок промывают горячим ацетонитрилом. Выделившийся при охлаждении фильтрата льдом бесцветный кристаллический осадок отфильтровывают и промывают холодным ацетонитрилом. Выход 0.8 г (53%), т. пл. 138–140 °С (из EtOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1647, 1601, 1554, 1541 (C=C, аром.); 1107 (C–O–C). Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м. д., J (Гц): 7.68 (1H, д, $J = 1.8$, C(6)H); 7.47 (1H, д, $J = 1.8$, C(4)H); 6.25 (1H, c, CH=C); 3.87 (4H, м, CH₂O); 3.16 (4H, м, CH₂); 2.78 (2H, м, CH₂N); 2.29 (2H, м, CH₂N); 1.64 (6H, м, CH₂). Найдено, %: C 49.73; H 4.89; Br 35.47; N 3.45. C₁₉H₂₁Br₂N₂O₂. Вычислено, %: C 50.11; H 4.62; Br 35.16; N 3.08.

3-(2',6'-Диметилморфолино)-2-(2'-метилпропен-1'-ил)-5-нитробензофуран (5f). Смесь 1.2 г (7.2 ммоль) 5-нитросалицилового альдегида и 1.75 мл (15 ммоль) 2,6-диметилморфолина в 10 мл MeCN нагревают до кипения, приливают 1 мл (10.3 ммоль) спирта **2a**, кипятят 5 мин, добавляют 0.3 г (1.5 ммоль) CuI, кипятят 30 мин, приливают 1.5 мл HCOOH и фильтруют горячим. Фильтрат охлаждают льдом, выделившийся желтый кристаллический осадок отфильтровывают и промывают холодным этанолом. Выход 1.15 г (49%), т. пл. 145 °С (из EtOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1654, 1621, 1567 (C=C, аром.); 1527, 1341 (NO₂); 1081 (C–O–C). Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м. д., J (Гц): 8.48 (1H, д, $J = 2.3$, C(4)H); 8.11 (1H, д, $^3J = 9.0$, $^4J = 2.3$, C(6)H); 7.42 (1H, д, $J = 9.0$, C(7)H); 6.24 (1H, т, $J = 1.3$, CH=C); 3.84 (2H, м, CHO); 2.94 (4H, м, CH₂N); 2.15 (3H, c, CH₃); 1.98 (3H, c, CH₃); 1.23 (3H, c, CH₃); 1.21 (3H, c, CH₃). Найдено, %: C 65.98; H 7.00; N 8.73. C₁₈H₂₂N₂O₄. Вычислено, %: C 66.26; H 6.75; N 8.59.

3-(2',6'-Диметилморфолино)-2-(2'-метилпропен-1'-ил)-5,7-дихлорбензофуран (5g). Смесь 0.8 г (4.2 ммоль) 3,5-дихлорсалицилового альдегида и 1.25 мл (11 ммоль) 2,6-диметилморфолина в 10 мл MeCN нагревают до кипения, приливают 1 мл (10.3 ммоль) спирта **2a**, добавляют 0.25 г (1.25 ммоль) CuI и кипятят 30 мин. Приливают 1.5 мл HCOOH, отфильтровывают горячим, охлаждают льдом, выделившийся при растирании стеклянной палочкой кристаллический осадок отфильтровывают и промывают холодным метанолом. Выход 0.77 г (52%). Бесцветные кристаллы, т. пл. 110–116 °С (из MeOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1654, 1601, 1560, (C=C, аром.); 1081 (C–O–C). Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м. д., J (Гц): 7.45 (1H, д, $J = 2.1$, C(6)H); 7.18 (1H, д, $J = 2.1$, C(4)H); 6.23 (1H, c, CH=); 4.12 (0.4H, м, CH₂O); 3.80 (1.6H, м, CH₂O); 3.18 (0.8H, м, CH₂N); 2.88 (3.2H, м, CH₂N); 2.19 (3H, c, CH₃); 1.97 (3H, c, CH₃); 1.34 (0.6H, c, CH₃); 1.31 (0.6H, c, CH₃); 1.21 (2.4H, c, CH₃); 1.11 (2.4H, c, CH₃). Найдено, %: C 60.78; H 6.21; Cl 19.70; N 4.12. C₁₈H₂₁Cl₂N₂O₂. Вычислено, %: C 61.02; H 5.93; Cl 20.06; N 3.95.

3-(N-Метилпиперазино)-2-(2'-метилпропен-1'-ил)-5,7-дихлорбензофурана перхлорат (5h). Смесь 0.8 г (4.2 ммоль) 3,5-дихлорсалицилового альдегида и 1.1 мл (7.6 ммоль) N-метилпиперазина в 10 мл ацетонитрила нагревают до кипения, приливают 1 мл (10.3 ммоль) спирта **2a**, добавляют 0.25 г (1.25 ммоль) CuI и кипятят 30 мин. В кипящую смесь приливают 1.5 мл HCOOH, раствор фильтруют горячим, фильтрат охлаждают, добавляют 30 мл воды, отфильтровывают выпавший осадок и добавляют к фильтрату 10 мл конц. NH₄OH. Выделившееся темное масло отделяют и пропускают через колонку с Al₂O₃ (CHCl₃), растворитель испаряют, светлое масло растворяют в эфире и добавляют 0.5 мл 70% HClO₄. Выделившийся кристаллический осадок отфильтровывают (0.7 г) и

перекристаллизовывают из 30 мл пропанола-2. Выход чистого продукта 0.52 г (28%), т. пл. 225–230 °С (разл.). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3080 (NH^+); 1647, 1600, 1567 ($\text{C}=\text{C}$, аром.); 1100 (ClO_4). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д.: 8.96 (1H, с, NH^+); 7.45 (1H, с, C(6)H); 7.17 (1H, с, C(4)H); 6.16 (1H, с, $\text{CH}=\text{C}$); 3.80 (4H, м, CH_2N); 3.20 (4H, м, CH_2N); 3.08 (3H, с, NCH_3); 2.19 (3H, с, CH_3); 1.90 (3H, с, CH_3). Найдено, %: С 46.20; Н 5.08; Cl 24.25; N 6.23. $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}\cdot\text{HClO}_4$. Вычислено, %: С 46.42; Н 4.78; Cl 24.23; N 6.37.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 97-0332894а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л. Ю. Ухин, В. Н. Комиссаров, С. В. Линдеман, В. Н. Хрусталеv, Ю. Т. Стручков, *Изв. АН, Сер. хим.*, 455 (1994).
2. Т. И. Темникова, С. Н. Семенова, *Молекулярные перегруппировки в органической химии*, Химия, Ленинград, 1983, 49.
3. Л. Ю. Ухин, Ж. И. Орлова, О. В. Шишкин, Ю. Т. Стручков, *Изв. АН, Сер. хим.*, 1222 (1996).
4. Л. Ю. Ухин, Л. В. Белоусова, *Тез. IV Всероссийского семинара по магнитному резонансу*, Ростов-на-Дону, 1998, 104.

*Институт физической и органической химии
Ростовского государственного университета,
Ростов-на-Дону 344090, Россия
e-mail: bell@ipoc.rsu.ru*

Поступило в редакцию 21.02.2000