

А. В. Аксенов, И. В. Аксенова, Ю. И. Смушкевич^а

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ 2,3'-БИХИНОЛИЛА

12*. АЛКИЛИРОВАНИЕ И АРИЛИРОВАНИЕ ДИАНИОНА 2,3'-БИХИНОЛИЛА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ — НОВЫЙ ТИП РЕАКЦИЙ ДИАНИОНОВ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

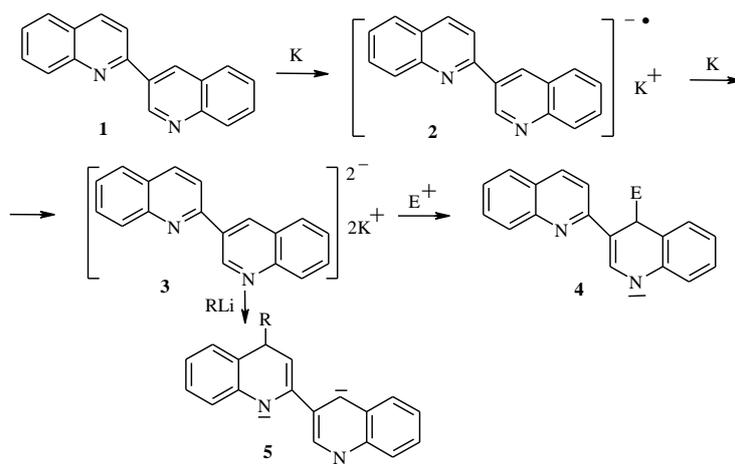
Дианион 2,3'-бихинолила реагирует с литий- и магнийорганическими соединениями с образованием после обработки реакционной смеси водой 2'-алкил(арил)-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолилов, а после обработки реакционной смеси алкилгалогенидами — 1'-алкил-2'-алкил(арил)-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолилов. Реакция включает атаку нуклеофильного реагента с переносом электрона на молекулы растворителя.

Ключевые слова: 2,3'-бихинолил, дианион, 1',2'-дигидро-2,3'-бихинолилы, литийорганические соединения, алкилирование, арилирование, нуклеофильное замещение, одноэлектронный перенос.

Для дианионов ароматических соединений типичными являются реакции с электрофильными реагентами [2–5]. О реакциях с нуклеофильными реагентами ранее не сообщалось.

В настоящей работе изучена реакция дианиона 2,3'-бихинолила (**3**) с магний- и литийорганическими соединениями. Мы предположили, что вследствие больших возможностей для делокализации отрицательного заряда и конформационного вращения вокруг связи C₍₂₎–C₍₃₎ дианион **3** способен реагировать не только с электрофильными, но и с нуклеофильными реагентами. Причем если с электрофильными реагентами реакция идет по 3'-хинолильному фрагменту с образованием продуктов присоединения

Схема 1

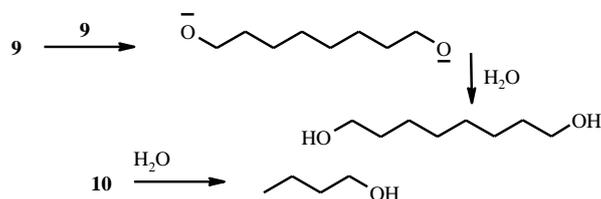
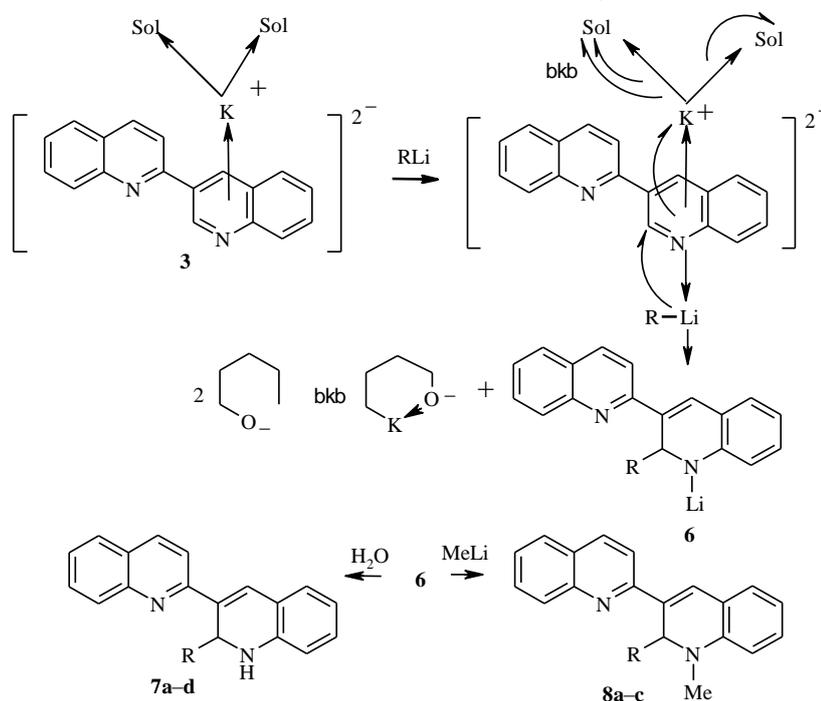


* Сообщение 11 см. [1].

в положение 4 (**4**) [2–4], то с нуклеофильными реагентами можно было ожидать образования продуктов присоединения по 2-хинолильному фрагменту **5** (схема 1).

Неожиданно дианион **3**, полученный нами реакцией 2,3'-бихинолила с металлическим калием (при молярном соотношении 1:2.5) в ТГФ [2], вступал в реакцию с литийорганическими соединениями, образуя после обработки реакционной смеси водой 2'-R-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолилы **7a–d** с выходом 79–84%, а после обработки реакционной смеси MeI – 2'-R-1'-метил-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолилы **8a–c** (схема 2).

Схема 2



Использование вместо литийорганических соединений реактивов Гриньяра приводит к тем же продуктам, но с меньшими выходами (таблица).

Реакция дианиона **3** с RLi и RMgX

Реагент	Продукт реакции	R	Выход, %
MeLi	7a	Me	81
MeMgCl	7a	Me	68
BuLi	7b	Bu	84
BuMgI	7b	Bu	62
PhLi	7c	Ph	82
1-C ₁₀ H ₇ Li	7d	1-Нафтил	81
MeLi	8a	Me	81
PhLi	8b	Ph	76
1-C ₁₀ H ₇ Li	8c	1-Нафтил	72

С учетом структуры подобных дианионов [5] нами предлагается механизм реакции, который включает стадию комплексообразования металлоорганического соединения с дианионом **3** и последующую атаку нуклеофила в положение 2' с синхронным переносом электронов через катион металла на молекулы растворителя сольватной оболочки (схема 2). Этот, ранее не описанный в литературе, механизм мы называем нуклеофильным замещением с синхронным одноэлектронным переносом (S_nET).

В пользу этого механизма можно привести следующие экспериментальные данные.

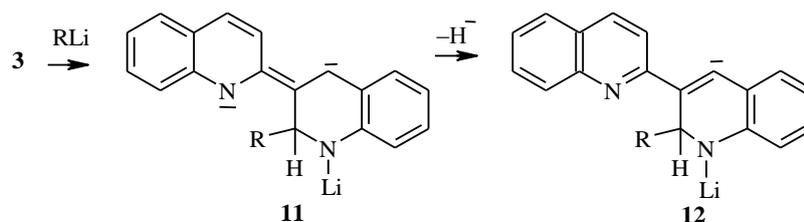
2,3'-Бихинолил **1** реагирует с литий- и магнийорганическими соединениями с образованием 4'-R-1',4'-дигидро-2,3'-бихинолилов [6, 7]. Следовательно, соединения **7a-d** не образуются непосредственно из 2,3'-бихинолила.

Если из реакционной смеси, полученной взаимодействием 2,3'-бихинолила с калием (молярное соотношение 1 : 2.5), отобрать пробу и обработать ее D₂O, а оставшуюся часть ввести в реакцию с бутиллитием, то основными продуктами этих двух реакций будут соответственно 4'-D-1',4'-дигидро-2,3'-бихинолил (выход 92%, степень дейтерообмена 95%) и 2'-бутил-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолил. Следовательно, образование соединений **7a-d** проходит через стадию образования дианиона **3** [2].

Если к реакционной смеси, полученной из 1.25 ммоль 2,3'-бихинолила и 2.7 ммоль металлического калия, добавить 5 ммоль 18-краун-6-эфира, то последующее взаимодействие с бутиллитием не происходит. Действие краун-эфира может быть снято добавлением 1.5 ммоль KI. Следовательно, комплексообразование литийорганического соединения с дианионом играет решающую роль для протекания реакции.

Альтернативный механизм, представленный на схеме 3, был отвергнут на основании следующих экспериментов:

Схема 3



а) обработка реакционной смеси на заключительной стадии (после добавления бутиллития) D₂O приводит к образованию 2'-бутил-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолила **7b**, не содержащего связей углерод–дейтерий. Следовательно, присоединение бутиллития к дианиону **3** не сопровождается образованием C-анионов,

б) обработка реакционной смеси на заключительной стадии (после добавления бутиллития) MeI не приводит к продуктам C-метилирования,

в) использование 4'-D-2,3'-бихинолила в качестве исходного соединения приводит к образованию соединения **7b** с тем же количеством дейтерия, что и исходный бихинолил.

Если для генерации дианиона **3** вместо калия использовать литий, то последующее взаимодействие с бутиллитием происходит значительно медленнее. Следовательно, природа ионной пары (сольватораздельная в случае лития, тесная ионная – в случае калия [5]) играет существенную роль в найденной реакции.

Согласно данным хромато-масс-спектрометрии, реакционная смесь содержит бутанол (94.3%, в расчете на исходный 2,3'-бихинолил, *m/z* 74 (7%) [M⁺], 73 (19) [M–H], 56 (100) [M–H₂O]) и 1-октандиол (8.2%, *m/z* 115 (3, M–CH₂OH), 114 (17), 101 (45), 85 (100), 71 (57) 59 (68), 57 (69)). Следовательно, электроны переносятся на молекулы растворителя.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР записаны на приборе Bruker AM-300 (300 МГц) и Bruker WP-200 (200 МГц) с использованием TMS в качестве внутреннего стандарта. ИК спектры получены на приборе Hitachi 215, масс-спектры – на приборе Varian CH-7 при 70 эВ. Хромато-масс-спектрометрические исследования осуществлялись на хроматографе Hewlett Packard 5890 с масс-селективным детектором, капиллярная колонка HP-5. Контроль за протеканием реакций и индивидуальностью синтезированных соединений осуществляли на пластинках Silufol UV-254, система растворителей: этилацетат–гексан, 1 : 1. Колоночная хроматография проводилась на силикагеле L 40/100. Абсолютные растворители получали перегонкой над бензофенонкетимом.

2'-R-1',2'-Дигидро-2,3'-бихинолилы (7a–d). Общая методика. Смесь 2,3'-бихинолила (0.64 г, 2.5 ммоль) и металлического калия (0.25 г, 6.4 ммоль) в абсолютном ТГФ (12 мл) перемешивают 1 ч при комнатной температуре, а затем 4 ч при кипячении в атмосфере аргона. Далее осторожно добавляют раствор металлоорганического соединения в эфире или гексане (7 ммоль). Реакционную смесь перемешивают 15 мин в атмосфере аргона, затем обрабатывают водой (30 мл), экстрагируют бензолом (3×30 мл) и высушивают над Na₂SO₄. Бензол упаривают в вакууме, остаток очищают колоночной хроматографией и перекристаллизацией.

2'-Метил-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолил (7a). Выход 0.55 г (81%), т. пл. 138–139 °С (из спирта). Лит. [6] т. пл. 138–139 °С. ИК спектр (тонкий слой), ν , см⁻¹: 3480 (N–H). Спектр ЯМР ¹H (300 МГц; DMSO-d₆), δ , м. д., *J* (Гц): 1.22 (3H, д, *J*_{2-Me} = 6.20, Me); 5.23 (1H, д, к, *J*_{2-Me} = 6.20, *J*_{NH-2'} = 2.23, 2'-H); 6.24 (1H, уш д, *J*_{NH-2'} = 2.23, NH); 6.54 (1H, д, д, *J*₅₋₆ = 7.41, *J*₆₋₇ = 7.38, 6'-H); 6.60 (1H, д, *J*₇₋₈ = 7.96, 8'-H); 7.00 (1H, д, д, *J*₆₋₇ = 7.38, *J*₇₋₈ = 7.96, 7'-H); 7.10 (1H, д, *J*₅₋₆ = 7.41, 5'-H); 7.49 (1H, с, 4'-H); 7.55 (1H, д, д, *J*₅₋₆ = 8.23, *J*₆₋₇ = 7.08, 6-H); 7.74 (1H, д, д, *J*₆₋₇ = 7.08, *J*₇₋₈ = 8.47, 7-H); 7.92 (1H, д, *J*₅₋₆ = 8.23, 5-H); 7.97 (1H, д, *J*₇₋₈ = 8.47, 8-H); 8.04 (1H, д, *J*₃₋₄ = 8.77, 3-H); 8.31 (1H, д, *J*₃₋₄ = 8.77, 4-H). Спектр ЯМР ¹³C (50.3 МГц; CDCl₃), δ , м. д.: 22.44 (к), 47.60 (д), 113.57 (д), 117.66 (д), 117.72 (д), 120.76 (с), 125.62 (д), 126.01 (д), 127.02 (с), 127.37 (д), 128.21 (д), 129.37 (д), 129.58 (д), 129.83 (д), 135.68 (д), 136.34 (с), 143.83 (с), 148.01 (с), 155.20 (с). Масс-спектр: 272 [M⁺], (26%), 271 (26), 270 (43), 269 (100), 268 (44), 257 (88), 128 (26). Найдено, %: C 84.04; H 5.81; N 10.15. C₁₉H₁₆N₂. Вычислено, %: C 83.82; H 5.88; N 10.29.

2'-Бутил-1', 2'-дигидро-2,3'-бихинолил (7b). Выход 0.66 г (84%), т. пл. 108–109 °С (из спирта). Лит. [6] т. пл. 108–109 °С. ИК спектр (тонкий слой), ν , см^{-1} : 3470 (N–H). Спектр ЯМР ^1H (300 МГц; DMCO-d_6), δ , м. д., J (Гц): 0.82 (3H, т, $J = 7.02$, Me); 1.28 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 1.39 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 1.61 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 5.14 (1H, м, 2'-H); 6.36 (1H, уш. д, $J_{\text{NH-2H}} = 2.71$, NH); 6.51 (1H, д. д, $J_{5'-6'} = 7.37$, $J_{6'-7'} = 7.31$, 6'-H); 6.65 (1H, д, $J_{7'-8'} = 7.96$, 8'-H); 6.99 (1H, д. д, $J_{6'-7'} = 7.31$, $J_{7'-8'} = 7.96$, 7'-H); 7.08 (1H, д, $J_{5'-6'} = 7.37$, 5'-H); 7.48 (1H, с, 4'-H); 7.54 (1H, д. д, $J_{5-6} = 8.09$, $J_{6-7} = 7.34$, 6-H); 7.74 (1H, д. д, $J_{6-7} = 7.34$, $J_{7-8} = 8.39$, 7-H); 7.92 (1H, д, $J_{5-6} = 8.09$, 5-H); 7.93 (1H, д, $J_{7-8} = 8.39$, 8-H); 8.03 (1H, д, $J_{3-4} = 8.76$, 3-H); 8.29 (1H, д, $J_{3-4} = 8.76$, 4-H). Спектр ЯМР ^{13}C (50.3 МГц; CDCl_3), δ , м. д.: 13.91 (к), 22.44 (т), 27.74 (т), 31.14 (т), 52.00 (д), 117.65 (д), 123.85 (с), 124.99 (д), 126.20 (д), 126.40 (д), 126.79 (д), 127.30 (с), 127.82 (д), 128.07 (д), 129.54 (д), 129.79 (д), 130.05 (д), 136.13 (д), 137.96 (с), 142.37 (с), 148.14 (с), 154.31 (с). Масс-спектр: 314 [M^+] (8%), 283 (42), 281 (14), 272 (22), 271 (35), 270 (74), 269 (94), 268 (72), 258 (47), 257 (100), 256 (13), 128 (30). Найдено, %: С 84.40; Н 6.91; N 8.69. $\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 84.07; Н 7.01; N 8.92

2'-Фенил-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолил (7c). Выход 0.69 г (82%), т. пл. 207–209 °С (из спирта). Лит. [6] т. пл. 207–209 °С. ИК спектр (тонкий слой), ν , см^{-1} : 3480 (N–H). Спектр ЯМР ^1H (200 МГц; ацетон- d_6), δ , м. д., J (Гц): 6.15 (1H, уш. д, $J_{\text{NH-2'}} = 2.13$, NH); 6.51 (1H, д, $J_{\text{NH-2'}} = 2.13$, 2'-H); 6.60 (1H, д. д, $J_{5'-6'} = 7.41$, $J_{6'-7'} = 7.38$, 6'-H); 6.62 (1H, д, $J_{7'-8'} = 7.96$, 8'-H); 7.01 (1H, д. д, $J_{6'-7'} = 7.38$, $J_{7'-8'} = 7.96$, 7'-H); 7.15 (3H, м, 3"-H, 4"-H, 5"-H); 7.18 (1H, д, $J_{5'-6'} = 7.41$, 5'-H); 7.50 (1H, д. д, $J_{5-6} = 8.23$, $J_{6-7} = 7.08$, 6-H); 7.52 (2H, д, $J = 8.23$, 2"-H, 6"-H); 7.69 (1H, д. д, $J_{6-7} = 7.08$, $J_{7-8} = 8.47$, 7-H); 7.74 (1H, с, 4'-H); 7.86 (1H, д, $J_{5-6} = 8.23$, 5-H); 7.97 (1H, д, $J_{7-8} = 8.47$, 8-H); 8.04 (1H, д, $J_{3-4} = 8.96$, 3-H); 8.22 (1H, д, $J_{3-4} = 8.96$, 4-H). Спектр ЯМР ^{13}C (50.3 МГц; CDCl_3), δ , м. д.: 58.97 (д), 113.21 (д), 117.27 (д), 122.20 (с), 123.72 (д), 126.07 (д), 126.34 (с), 126.78 (д), 127.21 (2д), 127.27 (д), 127.35 (д), 128.41 (2д), 128.93 (д), 129.28 (д), 129.60 (д), 130.74 (д), 132.49 (с), 134.02 (д), 138.08 (с), 143.39 (с), 145.04 (с), 158.28 (с). Масс-спектр: 334 [M^+] (15%), 333 (100), 331 (41), 271 (21), 204 (25); Найдено, %: С 86.32; Н 5.31; N 8.37. $\text{C}_{24}\text{H}_{18}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 86.23; Н 5.39; N 8.38

2'-(1-Нафтил)-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолил (7d). Выход 0.70 г (81%), т. пл. 166–167 °С (из спирта). Лит. [6] т. пл. 166–167 °С. ИК спектр (тонкий слой), ν , см^{-1} : 3460 (N–H). Спектр ЯМР ^1H (300 МГц; DMCO-d_6), δ , м. д., J (Гц): 6.48 (1H, д, $J_{7'-8'} = 8.05$, 8'-H); 6.55 (1H, д. д, $J_{5'-6'} = 7.73$, $J_{6'-7'} = 7.32$, 6'-H); 6.69 (1H, уш. д, $J_{\text{NH-2'}} = 2.63$, NH); 6.95 (1H, д. д, $J_{6'-7'} = 7.32$, $J_{7'-8'} = 8.05$, 7'-H); 7.24 (1H, д, $J_{5'-6'} = 7.73$, 5'-H); 7.26 (1H, д, $J_{\text{NH-2'}} = 2.63$, 2'-H); 7.30 (1H, д, $J = 7.78$, 4"-H); 7.43 (2H, м, 6"-H, 7"-H); 7.57 (1H, д. д, $J_{5-6} = 8.27$, $J_{6-7} = 7.58$, 6-H); 7.59 (2H, д, $J = 6.67$, 5"-H, 8"-H); 7.74 (2H, м, 7"-H, 3"-H); 7.81 (1H, д, $J_{2''-3''} = 8.07$, 2"-H); 7.89 (1H, д, $J_{5-6} = 8.27$, 5-H); 7.94 (1H, с, 4'-H); 8.03 (1H, д, $J_{3-4} = 8.83$, 3-H); 8.21 (1H, д, $J_{3-4} = 8.83$, 4-H); 8.84 (1H, д, $J_{7-8} = 8.64$, 8'-H). Спектр ЯМР ^{13}C (50.3 МГц; CDCl_3), δ , м. д.: 50.84 (д), 113.45 (д), 117.57 (д), 117.81 (д), 120.18 (с), 123.11 (д), 125.21 (д), 125.45 (д), 125.94 (2д), 126.46 (д), 126.97 (с), 127.14 (д), 127.62 (д), 127.84 (д), 128.32 (д), 129.03 (д), 129.20 (д), 129.59 (д), 130.10 (д), 133.34 (с), 134.33 (с), 135.67 (д), 135.71 (с), 139.09 (с), 143.32 (с), 147.73 (с), 154.83 (с). Масс-спектр: 384 [M^+] (52%), 383 (65), 382 (88), 381 (100), 380 (20), 379 (43), 269 (15), 257 (45), 256 (47), 128 (22). Найдено, %: С 87.58; Н 5.14; N 7.28. $\text{C}_{28}\text{H}_{20}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 87.50; Н 5.21; N 7.29

1'-Метил-2'-R-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолилы (8a–с). **Общая методика.** Смесь 2,3'-бихинолила (0.64 г, 2.5 ммоль) и металлического калия (0.25 г, 6.4 ммоль) в абсолютном ТГФ (12 мл) перемешивают 1 ч при комнатной температуре, а затем 4 ч при кипячении в атмосфере аргона. Далее осторожно добавляют раствор металлоорганического соединения в эфире или гексане (7 ммоль). Реакционную смесь перемешивают 15 мин в атмосфере аргона, добавляют MeI (0.1 г, 7 ммоль в 10 мл ТГФ) и перемешивают 30 мин. Затем добавляют 30 мл воды, экстрагируют бензолом (3×30 мл) и высушивают над Na_2SO_4 . Бензол упаривают в вакууме, остаток очищают колоночной хроматографией и перекристаллизацией.

1',2'-Диметил-1',2'-дигидро-2,3'-бихинолил (8a). Выход 0.58 г (81%), т. пл. 168–169 °С (из бензола с гексаном). Лит. [8] т. пл. 168–169 °С. Спектр ЯМР ^1H (200 МГц; CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 1.22 (3H, д, $J = 6.41$, 2'-Me); 3.06 (3H, с, 1'-Me); 5.27 (1 H, к, $J = 6.41$, 2'-H); 6.59 (1H, д, $J_{7'-8'} = 8.10$, 8'-H); 6.70 (1H, д. д, $J_{5'-6'} = 7.52$, $J_{6'-7'} = 7.37$, 6'-H); 7.13 (1H, д, $J_{5'-6'} = 7.61$, 5'-H); 7.19 (1H, д. д, $J_{6'-7'} = 7.37$, $J_{7'-8'} = 8.16$, 7'-H); 7.29 (1H, с, 4'-H); 7.48 (1H, д. д, $J_{5-6} = 8.09$, $J_{6-7} = 7.14$, 6-H); 7.68 (1H, д. д, $J_{6-7} = 7.14$, $J_{7-8} = 8.41$, 7-H); 7.77 (1H, д, $J_{5-6} = 8.09$, 5-H); 7.83 (1H, д, $J_{3-4} = 9.04$, 3-H); 8.05 (1H, д, $J_{7-8} = 8.41$, 8-H); 8.09 (1H, д, $J_{3-4} = 9.04$, 4-H).

Спектр ЯМР ^{13}C (50.3 МГц; CDCl_3), δ , м. д.: 22.44 (к), 36.31 (к), 49.24 (д), 113.64 (д), 117.76 (д), 117.78 (д), 120.74 (с), 125.59 (д), 126.11 (д), 127.09 (с), 127.42 (д), 128.22 (д), 129.37 (д), 129.54 (д), 129.78 (д), 135.66 (д), 136.43 (с), 143.85 (с), 148.08 (с), 154.89 (с). Масс-спектр: 286 [M^+], (43%), 272 (33), 271 (100), 269 (85), 257 (16), 128 (24). Найдено, %: С 83.98; Н 6.17; N 9.85. $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 83.92; Н 6.29; N 9.79.

1'-Метил-2'-фенил-1,2'-дигидро-2,3'-бихинолил (8b). Выход 0.66 г (76%). Т. пл. 138–139 °С (из спирта). Лит. [8] т. пл. 138–139 °С. Спектр ЯМР ^1H (200 МГц; CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 2.93 (3H, с, Me); 6.34 (1H, с, 2'-H); 6.50 (1H, д, $J_{7,8} = 8.13$, 8'-H); 6.70 (1H, д, д, $J_{5,6} = 7.53$, $J_{6,7} = 7.33$, 6'-H); 7.12 (1H, д, $J_{5,6} = 7.53$, 5'-H); 7.15 (1H, д, д, $J_{6,7} = 7.33$, $J_{7,8} = 8.13$, 7'-H); 7.17 (3H, м, 3"-H, 4"-H, 5"-H); 7.42 (1H, с, 4'-H); 7.44 (2H, д, $J = 7.14$, 2"-H, 6"-H); 7.45 (1H, д, д, $J_{5,6} = 8.22$, $J_{6,7} = 7.04$, 6-H); 7.65 (1H, д, д, $J_{6,7} = 7.04$, $J_{7,8} = 8.51$, 7-H); 7.71 (1H, д, $J_{5,6} = 8.22$, 5-H); 7.76 (1H, д, $J_{3,4} = 8.85$, 3-H); 8.00 (1H, д, $J_{3,4} = 8.85$, 4-H); 8.04 (1H, д, $J_{7,8} = 8.51$, 8-H). Спектр ЯМР ^{13}C (50.3 МГц; CDCl_3), δ , м. д.: 36.41 (к), 63.76 (д), 110.50 (д), 116.64 (д), 117.95 (д), 121.84 (с), 126.09 (д), 127.03 (с), 127.15 (д), 127.36 (д), 127.48 (д), 128.19 (д), 128.38 (д), 129.40 (д), 129.45 (д), 130.61 (д), 134.36 (с), 135.64 (д), 141.31 (с), 145.39 (с), 147.45 (с), 154.89 (с). Масс-спектр: 348 [M^+], (72%), 334 (77), 333 (100), 332 (21), 331 (39), 272 (43), 271 (84), 269 (15), 256 (19), 255 (33), 128 (48). Найдено, %: С 86.27; Н 5.64; N 8.09. $\text{C}_{25}\text{H}_{20}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 86.21; Н 5.75; N 8.04.

1'-Метил-2'-(1-нафтил)-1,2'-дигидро-2,3'-бихинолил (8c). Выход 0.72 г (72%). Т. пл. 225–226 °С (из спирта). Лит. [8] т. пл. 225–226 °С. Спектр ЯМР ^1H (200 МГц; CDCl_3), δ , м. д., J (Гц): 2.80 (3H, с, 1'-Me); 6.43 (1H, д, $J_{7,8} = 7.95$, 8'-H); 6.72 (1H, д, д, $J_{5,6} = 7.55$, $J_{6,7} = 7.34$, 6'-H); 7.16 (1H, д, д, $J_{6,7} = 7.34$, $J_{7,8} = 7.95$, 7'-H); 7.22 (1H, д, $J_{5,6} = 7.55$, 5'-H); 7.24 (1H, д, $J_{5,6} = 7.71$, 4"-H); 7.33 (1H, с, 2'-H); 7.36 (2H, м, 6"-H, 7"-H); 7.50 (2H, м, 6-H, 3"-H); 7.56 (1H, с, 4'-H); 7.61 (2H, д, $J = 6.61$, 5"-H, 8"-H); 7.74 (2H, м, 7-H, 2"-H); 7.79 (2H, д, $J = 8.54$, 3-H, 5-H); 7.94 (1H, д, $J_{3,4} = 8.54$, 4-H); 9.10 (1H, д, $J_{7,8} = 8.54$, 8-H). Спектр ЯМР ^{13}C (50.3 МГц; CDCl_3), δ , м. д.: 36.12 (к), 57.78 (д), 110.58 (д), 116.60 (д), 117.54 (д), 121.69 (с), 124.65 (д), 125.19 (д), 125.31 (д), 125.78 (д), 125.85 (д), 126.32 (д), 126.94 (с), 127.15 (д), 128.07 (д), 128.24 (д), 128.44 (д), 129.17 (д), 129.36 (д), 130.63 (д), 130.83 (с), 133.35 (с), 135.46 (д), 135.82 (с), 138.67 (с), 144.87 (с), 147.59 (с), 154.81 (с). Масс-спектр: 398 [M^+], (76%), 384 (65), 383 (100), 382 (37), 381 (53), 272 (31), 271 (91), 269 (15), 256 (13), 255 (37), 128 (30). Найдено, %: С 87.52; Н 5.41; N 7.07. $\text{C}_{29}\text{H}_{22}\text{N}_2$. Вычислено, %: С 87.44; Н 5.53; N 7.03

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О. Н. Надеин, А. В. Аксенов, *ХГС*, 942 (2001).
2. А. В. Аксенов, И. В. Аксенова, И. В. Боровлев, А. А. Бумбер, А. Ф. Пожарский, Ю. И. Смушкевич, *ХГС*, 1391 (1996).
3. А. В. Аксенов, И. В. Аксенова, И. В. Боровлев, Ю. И. Смушкевич, *ХГС*, 1094 (1997).
4. А. В. Аксенов, И. В. Аксенова, И. В. Боровлев, Ю. И. Смушкевич, *ХГС*, 1214 (1998).
5. N. L. Holy, *Chem. Rev.*, **74**, 243 (1974).
6. А. В. Аксенов, О. Н. Надеин, И. В. Боровлев, Ю. И. Смушкевич, *ХГС*, 350 (1998).
7. А. В. Аксенов, О. Н. Надеин, И. В. Боровлев, Ю. И. Смушкевич, *ХГС*, 232 (1998).
8. А. В. Аксенов, О. Н. Надеин, Д. В. Моисеев, Ю. И. Смушкевич, *ХГС*, 919 (1999).

Северо-Кавказский государственный
технический университет,
Ставрополь 355029, Россия
e-mail: nauka@stavs.ru

Поступило в редакцию 21.03.2000

^aРоссийский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева,
Москва 125047, Россия
e-mail: smti@mhti.msk.su