

Э. Лукевиц, И. Сегал, И. Биргеле, А. Заблочкая

АЛКИЛИРОВАНИЕ 2-, 4- И 8-ТРИАЛКИЛСИЛОКСИ-
ХИНОЛИНОВ ЙОДИСТЫМ МЕТИЛОМ

Синтезированы триметил- и триэтилсилиловые эфиры 2-, 4- и 8-оксихинолинов. Изучена реакция алкилирования полученных силоксихинолинов йодистым метилом. В случае 4-триметилсилоксихинальдина установлено образование N- и O-продуктов алкилирования.

В ряде исследований установлено, что оксихинолины представляют собой бифункциональные нуклеофилы, которые могут реагировать с электрофильными реагентами как по эндоциклическому атому азота, так и по экзоциклическому атому кислорода и, следовательно, образовывать как N-, так и O-продукты алкилирования [1—4]. Региоселективность реакции определяется такими факторами, как природа субстрата и алкилирующего агента, температура, растворитель и некоторыми другими [5—7].

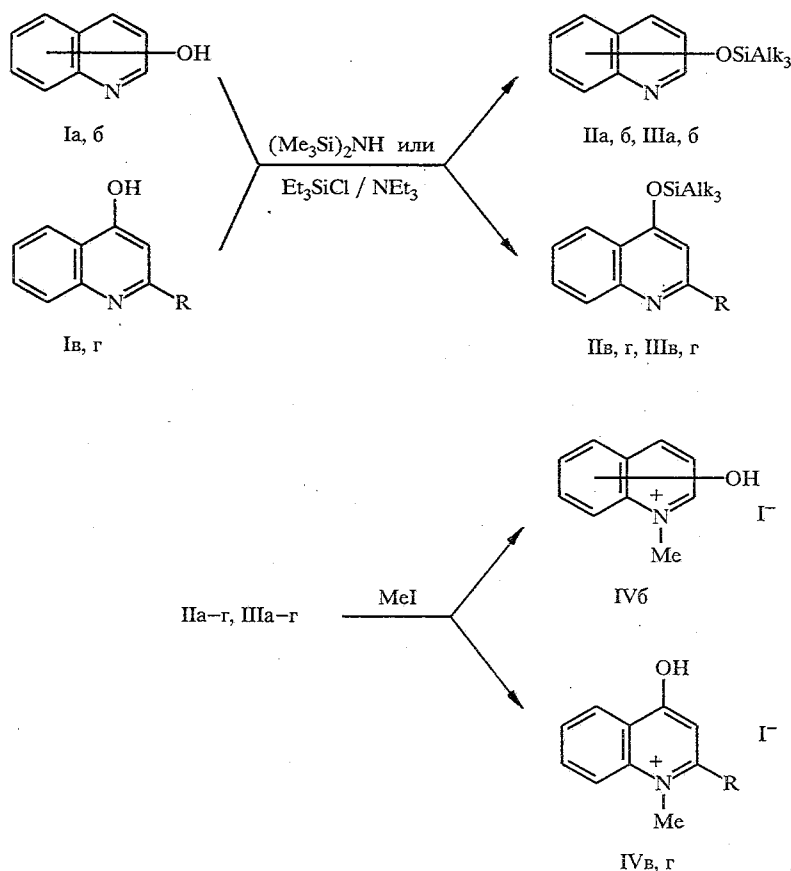
По имеющимся сведениям, 2-, 4-оксихинолин и 4-оксихинальдин в кристаллическом виде в основном существуют в хинолоновой форме (оксиформа является минорным компонентом), тогда как 8-оксихинолин существует в форме хинолинола [8]. Природа растворителя существенным образом влияет на таутомерное состояние соединений этого типа. Так, полярные растворители стабилизируют лактамную форму [9, 10], в неполярных растворителях доминирует лактимная форма [1, 9—11]. Для 2-пиридона и некоторых производных 2-хинолона в хлороформе была предложена димерная структура, образованная за счет водородных связей [12].

Прямая кватернизация алкоксихинолинов йодистым метилом протекает легко и с высоким выходом [13, 14]. Однако в литературе практически отсутствуют сведения о прямом взаимодействии оксихинолинов с йодистым метилом, что, по всей вероятности, связано с таутомерными превращениями в оксипиридиновом цикле [14, 15]. Методом УФ спектроскопии обнаружено существование в растворе метанола в кислой среде катиона замещенного 4-оксихинолиния [14, 16]. Было также показано, что триалкилфосфаты служат реагентами для алкилирования 4-замещенных (в том числе и окси-) хинолинов [1]. Описано алкилирование йодистым метилом натриевой соли 8-оксихинолина в жестких условиях (100 °С, повышенное давление) [17].

Возможность прямого алкилирования оксихинолинов йодистым метилом нами была проверена на примере 4-оксихинальдина в различных условиях. Реакция проводилась в хлороформе, гексане, бензоле и этаноле при комнатной температуре (до 48 ч) или нагревании (до 20 ч). Во всех случаях исходное соединение оставалось без изменений. При кипячении 4-оксихинальдина с 30-кратным избытком MeI в течение 20 ч в реакторе "Pierce" наблюдается образование около 15% продукта N- и O-алкилирования — йодметилата 4-метоксихинальдина VIIIг. Если реакцию проводить в колбе с обратным холодильником, то за это же время образуются лишь следы VIIIг. Авторами работы [16] при нагревании (100 °С) 4-оксихинальдина в автоклаве в течение 10 ч с 10-кратным избытком йодистого метила также получен йодметилат 4-метоксихинальдина с выходом ~70%.

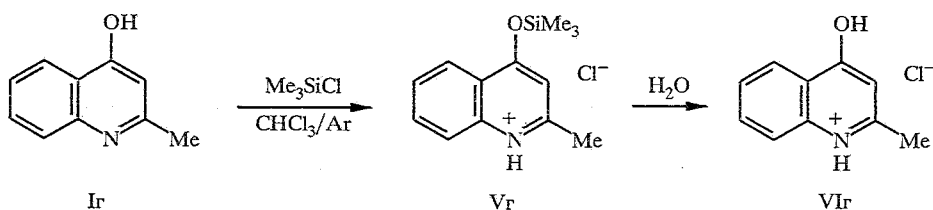
Силилирование оксихинолинов осуществлялось гексаметилдисилазаном [18] или триэтилхлорсиланом в присутствии триэтиламина в бензоле при нагревании. Реакции протекают с достаточно высоким выходом —

~70...80%. Полученные эфиры, за исключением 2- и 8-триметилсилиловых, очень чувствительны к влаге воздуха. Строение соединений подтверждено спектрами ПМР. Химические сдвиги триалкилсилильных групп согласуются с литературными данными, приведенными для ранее известных 2- и 8-триметилсилоксихинолинов [18].



Ia, IIa, IIIa 2-(положение оксигруппы); Ib, IIb, IIIb, IVб 8-; Ib, IIb, IVв R = H;
 IIг, IIIг, IVг R = Me; IIa—г Alk₃ = Me₃; IIIa, б, г Alk₃ = Et₃

Силилирование 4-оксихинальдина Iг триметилхлорсиланом в различном молярном соотношении 1 : (0,5...1) в хлороформе в инертной атмосфере (учитывая лабильность Si—O-связи в триалкилсилоксихинолинах) за время от 1 ч до суток при комнатной температуре приводит к образованию гидрохлорида 4-триметилсилоксихинальдина Vг, который легко гидролизуется в гидрохлорид 4-оксихинальдина VIг. Образование неустойчивого на воздухе силоксисодержащего гидрохлорида Vг установлено методом ПМР.

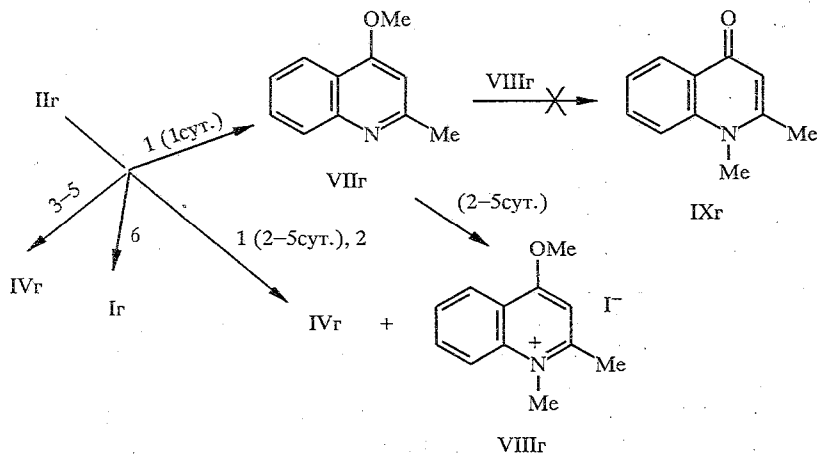


Проводилось также алкилирование 4-оксихинальдина при последовательном введении двух алкилирующих реагентов — триметилхлорсилана и йодистого метила в молярных соотношениях 1 : (0.5...1) : (1...2). Реакция осуществлялась в атмосфере аргона при комнатной температуре в хлороформе в течение суток. Во всех случаях ПМР-спектроскопически также установлено образование гидрохлорида. Вг, что приводит к блокированию азота, препятствуя тем самым его метилированию. В спектре также отсутствуют сигналы, характерные для метоксигруппы в 4-метоксихинальдине или для N—Me-группы в 1,2-диметил-4-хинолоне — соответственно $\delta_{\text{OMe}} = 3,89$ м. д. (CDCl_3) и $\delta_{\text{NMe}} = 3,52$ [14]; 3,59 [19]; 3,67 [20] (CDCl_3).

Алкилирование силиловых эфиров йодистым метилом наиболее подробно было изучено на примере 4-триметилсилоксихинальдина. Реакция проводилась в различных условиях — на воздухе и в инертной атмосфере, варьировались растворитель, температура, продолжительность реакции и соотношение исходных реагентов.

При обработке 4-триметилсилоксихинальдина в отсутствие растворителя 3-кратным избытком йодистого метила в течение суток в атмосфере аргона методом ПМР установлено образование йодметилата 4-оксихинальдина (~60%). На воздухе за это же время происходит 100% образование йодметилата IVг в случае 3-кратного избытка MeI и около 80% — при эквивалентном количестве MeI. Аналогично взаимодействие 4-триметилсилоксихинолина с йодистым метилом на воздухе дает количественный выход йодметилата 4-оксихинолина IVв.

При проведении реакции 4-триметилсилоксихинальдина с избытком йодистого метила в хлороформе в атмосфере аргона в течение суток ПМР-спектроскопически удастся зафиксировать образование ~13% 4-метоксихинальдина VIIг. Кроме сигналов, относящихся к исходному 4-триметилсилоксихинальдину, в спектре дополнительно присутствуют синглеты: $\delta = 2,55$ м. д. (2-Me), $\delta = 3,78$ м. д. (OMe), $\delta = 6,25$ м. д. (3-H). Авторы [14] приводят следующие данные для 4-метоксихинальдина в CDCl_3 : $\delta = 2,64$ м. д. (2-Me), 3,89 м. д. (4-OMe), 6,50 м. д. (3-H). В пользу этого продукта свидетельствует также тот факт, что далее процесс протекает до образования йодметилата 4-метоксихинальдина VIIIг. Если предположить дальнейшее взаимодействие VIIIг с 4-метоксихинальдином аналогично процессу, описанному в работе [1], то можно было бы ожидать присутствия 1,2-диметил-4-хинолона IXг в конечном продукте наряду с йодметилатами 4-метокси- и 4-оксихинальдина. Однако образование диметилхинолона IXг нами установлено не было. В литературе приведены следующие данные ПМР (CDCl_3) для 1,2-диметил-4-хинолона IXг: $\delta = 2,29$ [14], 2,34 [19], 2,40 [20] (2-Me), $\delta = 3,52$ [14], 3,59 [19], 3,67 [20] (N—Me) и $\delta = 6,00$ [14], 6,05 [19], 6,17 [20] (3-H).



1 3MeI/ CHCl_3 /Ar; 2 2-5MeI/ CHCl_3 (2...5 cyт.), 3 3MeI/Ar; 4 1-3MeI;
5 2MeI/ C_6H_6 ; 6 1MeI/ CHCl_3

При взаимодействии 4-триметилсилоксихинальдина с йодистым метилом (при 2—5-кратном избытке) в хлороформе на воздухе за несколько суток (2...5) также образуется йодметилат VIIг в количестве менее 10%, который был выделен в чистом виде, и до 45% йодметилата IVг. В бензоле за то же время образуется ~10% IVг. В эфире или гексане этот продукт не обнаружен, выделен продукт десилилирования — 4-оксихинальдин. Образование йодметилата IVг не происходит также и в хлороформе при уменьшении количества йодистого метила до 1Э на 1Э 4-триметилсилоксихинальдина. В реакционной смеси обнаружен 4-оксихинальдин.

При обработке 2-кратным избытком йодистого метила 4-триэтилсилоксихинальдина IIIг в хлороформе в инертной атмосфере в течение суток также, как и в случае 4-триметилсилоксихинальдина, ПМР-спектроскопически можно зафиксировать образование ~7% метоксипроизводного VIIг. Длительное выдерживание реакционной смеси (в течение нескольких суток) в тех же условиях приводит к образованию до ~5% VIIг и около 50% йодметилата IVг.

Взаимодействие 8-триметилсилоксихинолина IIб с 2—3-кратным избытком йодистого метила в течение суток при комнатной температуре приводит к образованию йодметилата 8-оксихинолина IVб с выходом ~25%. В хлороформе реакция протекает также с образованием йодметилата, при нагревании в течение 1 ч выход составляет ~28%. Длительное выдерживание реакционной смеси при комнатной температуре способствует увеличению выхода йодметилата, вплоть до количественного. Обработка 8-триэтилсилоксихинолина IIIб 2-кратным избытком йодистого метила в хлороформе в течение нескольких суток также дает йодметилат IVб (~60%). В инертной атмосфере в хлороформе через сутки с помощью ПМР зафиксировано лишь 6% IVб.

Обработка 2-триметилсилоксихинолина IIа йодистым метилом как в хлороформе, так и без растворителя вызывает десилилирование эфира IIа и не приводит к кватернизации азота. При выдерживании 2-триэтилсилоксихинолина в течение суток в хлороформе с йодистым метилом (2Э) в инертной атмосфере не наблюдалось никаких изменений. Полученные результаты согласуются с литературными данными о невозможности получения четвертичных солей 2-метоксихинолина в различных условиях [21].

Учитывая литературные данные об алкилировании 4-замещенных хинолинов триметилфосфатом [1, 22] и конкурентном N- и O-алкилировании амбидентных анионов [7], нам представляется возможным сделать следующие выводы.

Взаимодействие 4-триметилсилоксихинальдина с йодистым метилом в зависимости от условий реакции может протекать по двум направлениям, в результате чего образуются продукты N- и O-алкилирования. Образующийся в процессе O-алкилирования 4-метоксихинальдин способен далее алкилироваться до соответствующей четвертичной ониевой соли. Существенным фактором, влияющим на протекание процесса, является наличие или отсутствие растворителя, природа последнего, а также присутствие алкилирующего реагента, йодистого метила, в избытке. Образование продукта O-алкилирования было отмечено только в хлороформе.

Основным продуктом реакции 4-триметилсилоксихинальдина с йодистым метилом является йодметилат 4-оксихинальдина. Можно предположить, что в данном случае происходит прямое N-алкилирование йодистым метилом с образованием четвертичной ониевой соли 4-триметилсилоксихинальдина, которая легко гидролизует влагой воздуха в соответствующий 4-оксипроduct. Однако йодметилат 4-триметилсилоксихинальдина не был зафиксирован в этой реакции ни в отсутствие растворителя, ни при использовании растворителей. В последнем случае N-метилированные продукты (йодмети-

латы 4-метокси- и 4-оксихинальдина) обнаружены лишь при наличии 2-кратного избытка йодистого метила, причем дальнейшее увеличение количества йодистого метила (в хлороформе) принципиального значения не имеет. Присутствие растворителя, по-видимому, в той или иной степени в зависимости от его природы тормозит процесс N-метилирования. Нам кажется более вероятным, что формирование фрагмента $N^+—Me$ происходит в момент расщепления Si—O-связи, поскольку в противном случае реальнее было бы зафиксировать образование йодметилата силилзамещенного 4-оксихинальдина именно в растворителе, так как, очевидно, присутствие растворителя замедляет процесс расщепления Si—O-связи. Следует также отметить, что легко образующиеся 4-триметилсилоксихинолины могут быть использованы для получения четвертичных аммониевых молей 4-оксихинолинов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ПМР сняты на приборе WH-90/DS (Bruker) в $CDCl_3$ или ДМСО- D_6 , внутренний стандарт ТМС. Ошибка измерения $\pm 0,05$ м. д. ИК спектры записаны на приборе Perkin-Elmer 580B в вазелиновом масле. ГЖХ анализ проводили на хроматографе Хром-4 (ЧССР) с пламенно-ионизационным детектором. Использовалась стеклянная колонка (1,2 м \times 3 мм), заполненная 5% OV-17 на носителе Chromosorb W-HP (80-100 меш).

Данные элементного анализа на С, Н, N и Cl соответствуют вычисленным.

2-Триметилсилоксихинолин (IIa) получен по методике [18].

8-Триметилсилоксихинолин (IIб) получен по методике [18].

4-Триметилсилоксихинолин (IIв, $C_{12}H_{15}NOSi$). Смесь 4,35 г (0,03 моль) 4-оксихинолина и 50 мл гексаметилдисилазана нагревают при перемешивании в течение нескольких часов до полного растворения осадка. Выделяющийся аммиак улавливают раствором хлористого водорода. Об образовании продукта судят по ГЖХ анализу. По окончании реакции избыток гексаметилдисилазана удаляют в вакууме ротационного испарителя. Остаток перегоняют в вакууме при 115 °С (3 гПа). Получают 5,0 г (76,6%) соединения IIв. Спектр ПМР ($CDCl_3$): 8,60 (1H, д, 2-H), 8,00 (1H, д, 8-H), 7,91 (1H, д, 5-H), 7,56 (1H, т, 7-H), 7,36 (1H, т, 6-H), 6,64 (1H, д, 3-H), 0,31 м. д. (9H, с, $SiMe_3$).

4-Триметилсилоксихинальдин (IIг, $C_{13}H_{17}NOSi$). Получают аналогично соединению IIв из 4,35 г (0,027 моль) 4-оксихинальдина Iг и 20 мл гексаметилдисилазана. Выход 5,0 г (81%). $T_{кип}$ 114 °С (2 гПа). Спектр ПМР ($CDCl_3$, внутренний стандарт IIг): 8,07 (1H, д, 8-H), 7,96 (1H, д, 5-H), 7,66 (1H, т, 7-H), 7,45 (1H, т, 6-H), 6,67 (1H, с, 3-H), 2,69 (3H, с, 2-Me), 0,42 м. д. (9H, с, $SiMe_3$).

2-Триэтилсилоксихинолин (IIIа, $C_{15}H_{21}NOSi$). Смесь 3,62 г (0,025 моль) 2-оксихинолина, 4 мл триэтиламина (2,9 г = 0,029 моль) и 10 мл бензола подогревают и к ней по каплям при перемешивании добавляют 4,35 мл (3,9 г = 0,025 моль) триэтилхлорсилана. По окончании при-капывания силана реакционную смесь кипятят еще ~1 ч. На следующий день осадок отфильтровывают, фильтрат упаривают, а остаток перегоняют в вакууме при 163 °С (9 гПа). Получают 4,4 г (68%) соединения IIIа. Спектр ПМР ($CDCl_3$, рассчитан относительно $\delta_{CDCl_3} = 7,26$ м. д.): 7,98 (1H, д, 8-H), 7,75 (1H, д, 4-H), 7,66 (1H, т, 7-H), 7,62 (1H, д, 3-H), 7,42 (1H, т, 6-H), 6,88 (1H, д, 5-H), 0,73...1,26 м. д. (15H, м, $SiEt_3$).

8-Триэтилсилоксихинолин (IIIб, $C_{15}H_{21}NOSi$). Получают аналогично IIIа из 3,62 г (0,025 моль) 8-оксихинолина и 4,35 мл (3,9 г = 0,025 моль) Et_3SiCl . $T_{кип}$ 138...142 °С (4 гПа). Выход 4,5 г (70%). Спектр ПМР ($CDCl_3$): 8,80 (1H, д-д, 2-H), 8,02 (1H, д-д, 7-H), 7,07...7,49 (4H, м, 3,4,5,6-H), 0,60...1,29 м. д. (15H, м, $SiEt_3$).

4-Триэтилсилоксихинальдин (IIIг, $C_{16}H_{23}NOSi$). Синтезируют по вышеприведенной методике из 3,98 г (0,025 моль) 4-оксихинальдина и 4,35 мл (3,9 г = 0,025 моль) Et_3SiCl . $T_{кип}$ 177 °С (7 гПа). Выход 5,7 г (83%). Спектр ПМР ($CDCl_3$, рассчитан относительно $\delta_{CDCl_3} = 7,26$ м. д.): 8,10 (1H, д, 8-H), 7,94 (1H, д, 5-H), 7,65 (1H, т, 7-H), 7,44 (1H, т, 6-H), 6,63 (1H, с, 3-H), 2,67 (3H, с, 2-Me), 0,60...1,34 м. д. (15H, м, $SiEt_3$).

Йодметилат 8-оксихинолина (IVб). Смесь 0,6 г (2,8 ммоль) 8-триметилсилоксихинолина IIб и 0,4 мл (0,9 г = 6,4 ммоль) MeI выдерживают при комнатной температуре в течение суток. Выпавший осадок отфильтровывают и промывают эфиром. Получают 0,2 г (25%) соединения IVб с

$T_{пл}$ 175...178 °С. Спектр ПМР (ДМСО- D_6): 11,6 (1H, уш. с, OH), 9,31 (1H, д, 2-H), 9,07 (1H, д, 4-H), 7,99 (1H, д, д, 3-H), 7,80 (1H, д, 7-H), 7,78 (1H, д, 5-H), 7,55 (1H, м, 6-H), 4,82 м. д. (3H, с, N^+Me). ИК спектр: 3340 cm^{-1} (O—H).

Йодметилат 4-оксихинолина (IVв, $C_9H_7NO \cdot MeI$). Получают по вышеприведенной методике из 2,7 г (0,012 моль) IIв и 2 мл (4,6 г = 0,032 моль) MeI. Выход 3,4 г (99%), перекристаллизовывают из смеси абс. эфира и абс. спирта. $T_{пл}$ 171...174 °С. Спектр ПМР (ДМСО- D_6): 8,67 (1H, д, 2-H), 8,24 (1H, д, 8-H), 8,00 (2H, м, 5-, 7-H), 7,69 (1H, м, 6-H), 6,84 (1H, д, 3-H), 4,15 м. д. (3H, с, N^+Me). ИК спектр: 3300 cm^{-1} (O—H).

Йодметилат 4-оксихинальдина (IVг, $C_{10}H_9NO \cdot MeI$). Синтезируют аналогично IVв из 1,23 г (5,3 ммоль) IIг и 0,9 мл (2,0 г = 14,4 ммоль) MeI. Выход IVг 1,6 г (100%). $T_{пл}$ 197...200 °С. Спектр ПМР (ДМСО- D_6): 8,24 (1H, д, 8-H), 8,15 (1H, д, 5-H), 7,94 (1H, т, 7-H), 7,64 (1H, т, 6-H), 6,89 (1H, с, 3-H), 4,00 (3H, с, N^+Me), 2,74 м. д. (3H, с, 2-Me). ИК спектр: 3350 cm^{-1} (O—H).

Гидрохлорид 4-триметилсилоксихинальдина (Vг, $C_{13}H_{17}NOSi \cdot HCl$) и гидрохлорид 4-оксихинальдина (VIг). К 0,32 г (2 ммоль) 4-оксихинальдина в 2 мл хлороформа в атмосфере аргона добавляют 0,27 мл (0,23 г = 2 ммоль) Me_3SiCl , при этом происходит разогревание смеси и растворение осадка. Реакционную смесь выдерживают в инертной атмосфере 1 ч, затем полностью удаляют растворитель. Спектр ПМР ($CDCl_3$) Vг: 15,5 (1H, уш. с, N^+H), 8,37 (1H, д, 8-H), 8,17 (1H, д, 5-H), 7,67 (1H, т, 7-H), 7,45 (1H, т, 6-H), 6,72 (1H, с, 3-H), 2,83 (3H, с, 2-Me), 0,50 м. д. (9H, с, $SiMe_3$). Полученный гидрохлорид Vг промывают эфиром и получают VIг. Спектр ПМР (ДМСО- D_6): 14,7 (1H, уш. с, N^+H), 8,17 (1H, д, 8-H), 7,97 (2H, м, 5-, 7-H), 7,62 (1H, т, 6-H), 7,02 (1H, с, 3-H), 2,77 м. д. (3H, с, 2-Me). ИК спектр: 3390 cm^{-1} (O—H).

Алкилирование 4-триметилсилоксихинальдина IIг йодистым метилом. А. Смесь 0,5 г (2,2 ммоль) IIг, 3 мл хлороформа и 0,4 мл (0,9 г = 6,4 ммоль) MeI выдерживают в атмосфере аргона при комнатной температуре в течение суток. Затем в вакууме удаляют растворитель и избыток MeI. С помощью ПМР фиксируют образование VIIг. Спектр ПМР ($CDCl_3$; рассчитан относительно $\delta_{CDCl_3} = 7,26$ м. д.): 7,3...8,5 (м, Ar, сигналы перекрываются с сигналами исходного IIг), 6,25 (1H, с, 3-H), 3,78 (3H, с, OMe), 2,55 м. д. (3H, с, 2-Me).

Б. К раствору 1,56 г (6,8 ммоль) IIг в 10 мл хлороформа добавляют 1 мл (2,3 г = 16,2 ммоль) MeI при комнатной температуре. Выпавший через несколько суток осадок отфильтровывают и промывают эфиром. Получают 0,1 г (~5%) VIIIг. $T_{пл}$ 190...192 °С. Лит. данные: $T_{пл}$ 193...194 °С [14], 180...181,5 °С [16]. Спектр ПМР (ДМСО- D_6): 8,38 (1H, д, 8-H), 8,29 (1H, д, 5-H), 8,07 (1H, м, 7-H), 7,80 (1H, м, 6-H), 7,60 (1H, с, 3-H), 4,20 (3H, с, N^+Me), 4,15 (3H, с, OMe), 2,93 м. д. (3H, с, 2-Me). Фильтрат упаривают, промывают эфиром и получают IVг или смесь IVг и VIIIг.

Авторы выражают благодарность Латвийскому Совету по науке за грант №93 443 для выполнения настоящего исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Frank J., Mészáros Z., Kömives T., Márton A. F., Dutka F. // J. Chem. Soc. Perkin II. — 1980. — N 2. — P. 401.
2. Chung N. C., Tieckelmann H. // J. Org. Chem. — 1970. — Vol. 35. — P. 2517.
3. Nunomoto S., Kawakami Y., Yamashita Y., Takeuchi H., Eguchi S. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1990. — N 1. — P. 111.
4. LeNoble W. J. // Synthesis. — 1970. — N 1. — P. 1.
5. Benneche T., Undheim K. // Acta Chem. Scand. B. — 1983. — Vol. 37. — P. 345.
6. Keilen G., Benneche T., Undheim K. // Acta Chem. Scand. B. — 1987. — Vol. 41. — P. 577.
7. Møller B. S., Falck-Pedersen M. L., Benneche T., Undheim K. // Acta Chem. Scand. — 1992. — Vol. 46. — P. 1219.
8. Dictionary of Organic Compounds / 5-th Ed. — New York; London; Toronto: Chapman and Hall, 1982. — Vol. 3. — P. 3152, 3242; Vol. 4. — P. 4058; Vol. 5. — P. 4889.
9. Fabian B. W. // Z. Naturforsch. — 1979. — Bd 34. — S. 266.
10. Krebs C., Foerster W., Weiss C., Hofmann H. J. // J. Prakt. Chem. — 1982. — Vol. 324, N 3. — P. 369; C. A. — 1982. — Vol. 97. — 181330d.
11. Beak P., Fry F. S., Lee J., Steele Fr. // J. Amer. Chem. Soc. — 1976. — Vol. 98, N 1. — P. 171.
12. Claret P. A., Osborne A. G. // Spectrosc. Lett. — 1974. — Vol. 7, N 10. — P. 503.
13. Price J. R. // Austral. J. Chem. — 1959. — Vol. 12. — P. 458.
14. Werner W. // Tetrahedron. — 1969. — Vol. 25. — P. 255.
15. Mason S. F. // J. Chem. Soc. — 1957. — P. 4874.

16. Möhrle H., Gerloff J. // Arch. Pharm. (Weinheim). — 1979. — Bd 312, N 3. — S. 219.
17. Foye W. O., Marshall J. R. // J. Pharm. Sci. — 1964. — Vol. 53. — P. 1338.
18. Заблоцкая А., Германе С., Сегал И., Лукевиц Э. // Latv. ķīm. ž. — 1993. — N 1. — P. 79.
19. Scheuer P. J., Werny F. // J. Chem. Soc. — 1963. — P. 5569.
20. Gale D. J., Wilshire J. F. K. // Austral. J. Chem. — 1974. — Vol. 27, N 6. — P. 1295.
21. Barlin G. B., Benbow J. A. // J. Chem. Soc. Perkin II. — 1975. — P. 298.
22. Dutka F., Márton A. F., Kötivés T., Frank J. // Radiochem., Radioanal. Lett. — 1981. — Vol. 49. — P. 143.

Латвийский институт органического
синтеза, Рига LV-1006

Поступило в редакцию 28.09.94.