

УДК 547.46.054.41/5

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ ДИФЕНОВОЙ КИСЛОТЫ БОРГИДРИДОМ НАТРИЯ В СПИРТАХ

В.А. Яновский, Д.М. Батуринов, А.Ю. Яговкин, А.А. Бакибаев

Томский политехнический университет

E-mail: yava@anchem.chtd.tpu.ru

На примере некоторых имидов дифеновой кислоты впервые было проведено восстановление семичленных циклических имидов боргидридом натрия, при этом впервые были получены амиды 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты, которые являются потенциально ценными биологически активными соединениями. Показано, что природа заместителя при атоме азота влияет на выходы и состав продуктов реакции. Восстановление ангидрида дифеновой кислоты боргидридом натрия в простейших спиртах протекает с образованием продукта восстановления – 7*H*-дibenzo[с, е]оксепин-5-она (36...46 %), а также продуктов алкоголиза – моноэфиров дифеновой кислоты (29...36 %). При этом природа спирта слабо влияет на соотношение продуктов реакции.

Имиды дифеновой (бифенил-2,2'-дикарбоновой) кислоты представляют практический интерес как полупродукты для получения новых азотсодержащих биологически активных веществ – производных 2,2'-замещенных бифенилов [1]. Недавно нами были предложены новые методы синтеза этих соединений, основанные на реакции дифеновой кислоты с мочевиной [2, 3].

Анализ литературных данных показал, что восстановление циклических имидов дикарбоновых кислот боргидридами щелочных металлов известно лишь на примерах пяти- и шестичленных циклов [4–8], при этом субстратами, как правило, выступали сукцинимид, фталимид, глутаримид и их производные. Сведения о подобных реакциях для семичленных циклических имидов в литературе отсутствуют.

Ранее незамещенный имид дифеновой кислоты **Ia** восстанавливали амальгамой цинка в соляной кислоте и алюмогидридом лития в эфире. В первом случае получали 6,7-дигидродibenzo[с, е]азепин-5-он, во втором – 6,7-дигидро-5*H*-дibenzo[с, е]азепин (с выходами 13 и 29 % соответственно) [9].

Нами было исследовано действие боргидрида натрия на некоторые имиды дифеновой кислоты в метаноле. Для этих целей был выбран ряд имидов, содержащих при атоме азота заместители различной природы, такие, как водород (**R**=H, **Ia**), алкил (**R**=CH₃, **Ib**), арил (**R**=Ph, **Ic**), аралкил (**R**=CH₂Ph, **Id**), галогеналкил (**R**=CH₂CH₂Cl, **Ie**) и гетарил (**R**=антипирил-4, **If**).

Было обнаружено, что восстановление идет уже при комнатной температуре (20...25 °C) и заканчивается за 20...25 мин.

Показано, что восстановление незамещенного имида дифеновой кислоты **Ia** 2 молями NaBH₄ в метаноле приводит к образованию смеси из четырех продуктов. В индивидуальном виде был выделен лишь основной продукт реакции, который является амидом 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIa** (рис. 1). Соединение **IIa** получено с выходом 32 %.

Еще одним продуктом этой реакции по данным тонкослойной хроматографии (ТСХ), вероятно, является 7*H*-дibenzo[с, е]оксепин-5-он **III**. Остальные продукты на данный момент идентифицировать не удалось.

N-Замещенные имиды **Ib-e** восстанавливаются 2 молями NaBH₄ в метаноле исключительно до ациклических *N*-замещенных амидов 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIb-e**. Выходы продуктов восстановления с такими заместителями, как метил **IIb**, фенил **IIc** и бензил **IId**, составляют 84, 85 и 88 % соответственно. *N*-(2-хлорэтил) имид **Ie** образует соответствующий амид **IIe** лишь с выходом 63 %. Пониженный выход продукта **IIe**, по всей видимости, может быть объяснен тем, что имид **Ie**, в отличие от имидов **IIb-d**, содержит реакционноспособный заместитель – CH₂CH₂Cl, атом хлора в котором в данных условиях может подвергаться различным реакциям замещения либо отщепления. Ранее, например, при восстановлении *N*-хлорметилфталимида NaBH₄ в MeOH наблюдалось образование *N*-метоксиметил-3-гидроксиизоиндолин-1-она (72 %) [7].

Восстановление *N*-(антипирил-4) имида дифеновой кислоты **If** в подобных условиях приводит к отщеплению молекулы 4-аминоантипирина и сопровождается образованием 7*H*-дibenzo[с, е]оксепин-5-она **III** с выходом 60 %. Вероятно, что соответствующий *N*-(антипирил-4) амид все же образуется в ходе реакции, однако его существование оказывается энергетически не выгодным, возможно, вследствие стерических затруднений, и он, в дальнейшем, распадается с образованием двух более стабильных молекул – 4-аминоантипирина и 7*H*-дibenzo[с, е]оксепин-5-она **III**.

Амиды 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIa-e** получены нами впервые. Соединения данной группы представляют интерес в качестве новых потенциально ценных биологически активных веществ.

Другое циклическое производное дифеновой кислоты – ее ангидрид **IV** ранее восстанавливали в диметилформамиде до 7*H*-дibenzo[с, е]оксепин-5-она **III** с выходом 87 % [10].

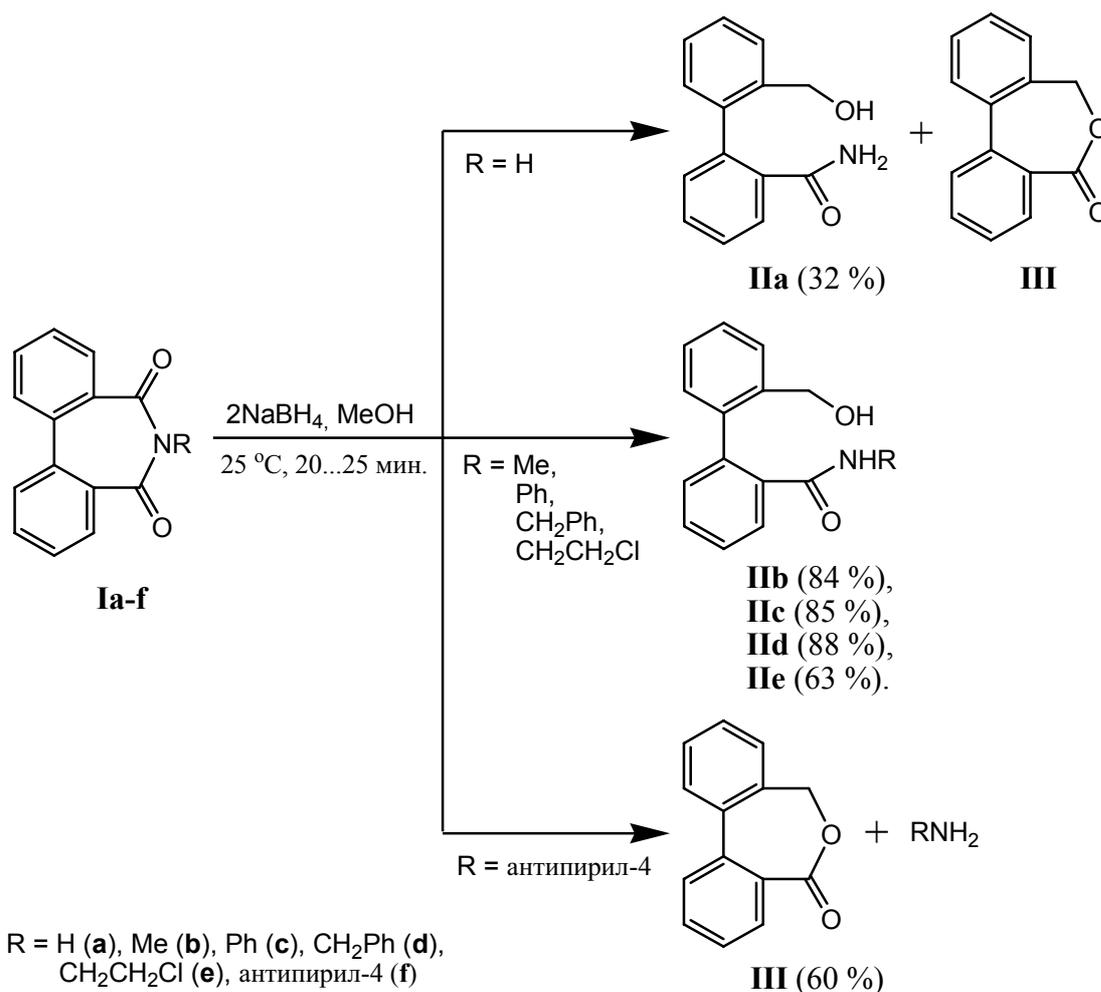


Рис. 1. Схема восстановления иминов дифеновой кислоты NaBH_4

Нами было показано, что проведение данной реакции в среде протонных растворителей, таких как простейшие спирты, в отличие от апротонного диметилформаида, помимо процесса восстановления сопровождается также значительным алкоголизом исходного ангидрида **IV** до соответствующих алкилмоноэфиров дифеновой кислоты **Va-c** (рис. 2). Реакция проводилась в таких спиртах, как метанол, этанол (96 %) и пропанол-2, при условиях, аналогичных восстановлению иминов **Ia-f**.

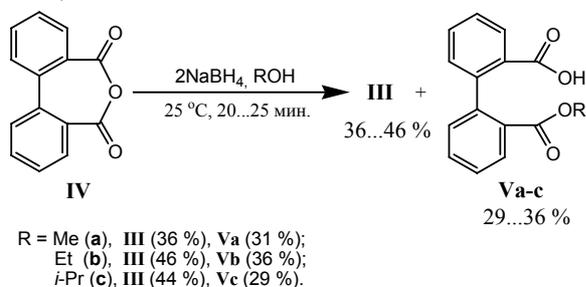


Рис. 2. Схема восстановления ангидрида дифеновой кислоты NaBH_4

Известно, что NaBH_4 разлагается в присутствии спиртов с образованием соответствующих алко-

лятов натрия [4]. Вероятнее всего, именно появление в реакционной массе алкоголятов приводит к алкоголизу ангидрида **IV**.

Анализ полученных данных о выходах продуктов показывает, что природа спирта слабо влияет как на выход оксепинона **III**, так и на выход соответствующих эфиров **Va-c**. Максимальный разброс выходов оксепинона **III** составляет 10 %, а эфиров **Va-c** – 7 %, притом, что соотношение продуктов для всех случаев близко к 1. Это может говорить о том, что для всех этих спиртов отношение скорости восстановления к скорости алкоголиза примерно одинаковое.

Реакции восстановления и алкоголиза протекают параллельно, поэтому отношение скоростей этих реакций должно определять конечное соотношение продуктов.

Скорость алкоголиза зависит от концентрации алкоголята и его основности, а скорость восстановления – от равновесной концентрации NaBH_4 в растворе.

Текущая концентрация алкоголята определяется скоростью разложения NaBH_4 и будет макси-

мальной в метаноле, как в более сильной кислоте [4]. Однако, образовавшийся метилат натрия, для данного ряда, будет самым слабым основанием. В то же время, растворимость NaBH_4 в метаноле значительно выше, чем в остальных спиртах [4], следовательно, концентрация растворенного боргидрида в данном случае будет наибольшей. Таким образом, в метаноле имеем высокую скорость алкоголиза и высокую скорость восстановления.

В пропанол-2 наблюдается обратная картина: текущая концентрация алкоголята невысока, однако, изопропилат натрия самое сильное основание; равновесная концентрация NaBH_4 также сравнительно невысока. Таким образом, в пропанол-2 и алкоголиз и восстановление протекают относительно медленно. Соотношение скоростей этих реакций, как для метанола, так и для пропанола-2 остается примерно одинаковым.

Этанол в данном ряду, вероятно, занимает промежуточное положение.

Таким образом, на примере некоторых имидов дифеновой кислоты **Ia-f** нами впервые было проведено восстановление семичленных циклических имидов боргидридом натрия; впервые были получены амиды 2'-гидроксиметилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIa-e**, которые являются потенциально ценными биологически активными соединениями. Показано, что природа заместителя при атоме азота влияет на выходы и состав продуктов реакции. Так, незамещенный имид **Ia** дает четыре продукта, из которых основным является амид 2'-гидроксиметилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIa** (32 %), *N*-алкил-, арил-, аралкил- и галогеналкиламещенные имиды **IIb-e** образуют исключительно соответствующие амиды **IIb-e** (63...88 %), *N*-(антипирил-4) имид **If** в процессе восстановления претерпевает дезаминирование; конечными продуктами при этом являются 7*H*-дibenзо[с, е]оксепин-5-он **III** (60%) и 4-аминоантипирин.

Восстановление ангидрида дифеновой кислоты **IV** боргидридом натрия в простейших спиртах протекает с образованием циклического продукта восстановления – 7*H*-дibenзо[с, е]оксепин-5-она **III** (36...46 %), а также продуктов алкоголиза – моноэфиров дифеновой кислоты **Va-c** (29...36 %). Установлено, что природа спирта слабо влияет на соотношение продуктов реакции.

Экспериментальная часть

Контроль за ходом реакций и индивидуальностью полученных соединений осуществляли с помощью ТСХ на пластинках «Sorbfil» ПТСХ-АФ-В-УФ, элюэнт – бензол-этанол (9:1 по объему), детектирование пятен в УФ-свете (254 нм). Спектры ЯМР получали на спектрометре Avance-300 (300 МГц), внутренний стандарт – ГМДС, растворитель – CDCl_3 . ИК спектры получали на приборе Avatar Nicolett 5700 в таблетках KBr.

Исходные соединения, реагенты и растворители

Незамещенный имид **Ia** и замещенные **IIb-d** получали из дифеновой кислоты и соответствующих мочевиных методами, описанными в [2] и [3] соответственно. Ангидрид **IV** получали нагреванием дифеновой кислоты в уксусном ангидриде согласно [9].

Имид **Ie** получали из ангидрида дифеновой кислоты **IV** в две стадии по схеме, рис. 3.

В колбу, снабженную обратным холодильником, загружали 10 г (0,045 моль) **IV**, 150 мл ацетонитрила и 2,7 мл (0,045 моль) моноэтаноламина. Реакционную смесь кипятили в течение 2...3 ч. После завершения реакции из колбы отгоняли ацетонитрил, заливали 30 мл этилацетата и избытком 7 %-ного NaOH. При этом продукт переходил в водную фазу в виде соли. Водную фазу отделяли, подкисляли 10 %-ной HCl до слабокислой реакции среды. Получившейся эмульсии давали отстояться до тех пор, пока водная фаза не становилась прозрачной. С образовавшегося масла сливали водный слой, масло сушили под вакуумом, получали около 9 г (70 %) продукта **VI**. *N*-(2-гидроксиэтил)моноамид дифеновой кислоты **VI**, $\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{NO}_4$, масло. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 3,06 с ушир. (1H, OH), 3,25 м (4H, CH_2CH_2), 7,08...7,78 м (8H, аром.), сигнал протона NH-группы, по всей видимости, попадает под сигналы ароматических протонов, поэтому идентифицирован нами не был. Сигнал протона COOH-группы также не был обнаружен.

В колбу загружали 9 г (0,0315 моль) **VI** и заливали 25 мл SOCl_2 (0,126 моль). Смесь нагревали на водяной бане при 40...50 °C до прекращения выделения газа и полного растворения масла. После этого реакционную смесь охлаждали, заливали 60 мл воды и нейтрализовали 3 %-ным раствором NaOH. Выпавший осадок отфильтровывали, промывая на

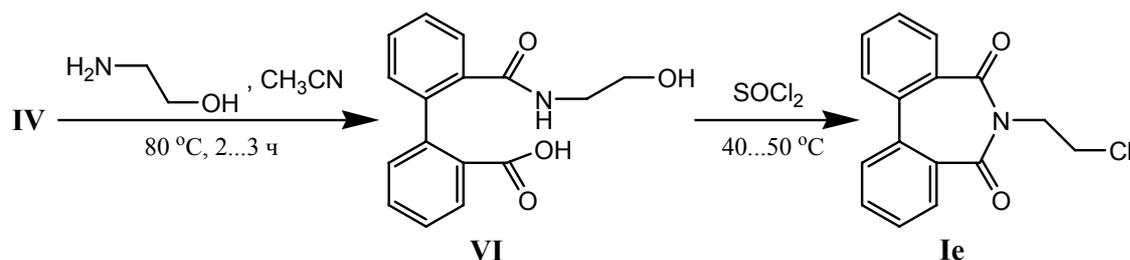


Рис. 3. Схема получения *N*-(2-хлорэтил)имида дифеновой кислоты **Ie**

фильтре избытком воды, сушили и перекристаллизовывали из пропанола-2. Получали 8 г продукта **Ie** (90 %). *N*-(2-хлорэтил)имид дифеновой кислоты **Ie**, $C_{16}H_{12}ClNO_2$, бесцветные игольчатые кристаллы, $T_{пл.}=130$ °С. ИК-спектр, δ , cm^{-1} : 1700, 1640 (C=O). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 3,84 т (2H, CH_2-N , $J=5,5$ Гц), 4,45 т (2H, CH_2-Cl , $J=5,4$ Гц), 7,52...7,89 м (8H, аром.).

Боргидрид натрия, растворители и остальные вспомогательные вещества использовали коммерчески доступные.

Восстановление имида Ia

К суспензии 0,01 моль (2,23 г) имида **Ia** в 30 мл метанола при температуре 25 °С и интенсивном перемешивании добавляли небольшими порциями в течение 3...5 мин 0,02 моль (0,76 г) тонко измельченного боргидрида натрия. После этого реакционную смесь перемешивали еще 15...20 мин до исчезновения осадка боргидрида и прекращения выделения газов. Реакционную смесь выливали в 150 мл воды и подкисляли 10 %-ным раствором HCl до слабокислой реакции среды. Продукты экстрагировали тремя порциями хлороформа по 20 мл каждая. Экстракты объединяли и встряхивали с 50 мл 3 %-ного NaOH. После отстаивания хлороформный слой отделяли, растворитель отгоняли на водяной бане. Полученную твердую смесь продуктов измельчали и обрабатывали двумя порциями горячего бензола по 10 мл каждая. Твердый остаток отфильтровывали, сушили, перекристаллизовывали из смеси этанол-вода (2:1 по объему) и получали **IIa** (32 %). Амид 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIa**, $C_{14}H_{13}NO_2$, бесцветные призматические кристаллы, $T_{пл.}=137...138$ °С. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 2,63 с ушир. (1H, OH), 4,48 д.д (2H, CH_2 , $J_1=74,4$ Гц, $J_2=11,4$ Гц), 5,65 с, 6,37 с (2H, NH_2), 7,11...7,58 м (8H, аром.). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 63,403 (CH_2), 127,774...140,127 (аром.), 171,721 (C=O).

Восстановление имидов Ib-e. Общая методика

Проведение реакции аналогично восстановлению **Ia**. Реакционную смесь выливали в 60 мл воды, подкисляли 10 %-ным раствором HCl до слабослойной реакции среды. После этого раствор мутнел вследствие образования эмульсии либо суспензии, которой давали отстояться в течение 12 ч. Образовавшийся твердый осадок отфильтровывали, промывали на фильтре сначала 1 %-ным раствором NaOH, затем большим избытком воды. Остаток на фильтре сушили и перекристаллизовывали из бензола.

N-метиламид 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIb**, $C_{15}H_{15}NO_2$, бесцветные призматические кристаллы. Выход 84 %. $T_{пл.}=119...120$ °С. ИК-спектр, δ , cm^{-1} : 3265, 3191 (NH), 3103, 3052 (CH аром.), 2934, 2897, 2871 (CH_2), 1629 (C=O). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 2,56 д (3H, CH_3 , $J=4,8$ Гц), 3,89 с ушир. (1H, OH), 4,45 д.д (2H, CH_2 , $J_1=78,3$ Гц, $J_2=11,1$ Гц), 6,55 с (1H, NH),

7,04...7,58 м (8H, аром.). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 26,475 (CH_3), 63,296 (CH_2), 127,686...140,116 (аром.), 170,309 (C=O).

N-фениламид 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIc**, $C_{20}H_{17}NO_2$, бесцветные призматические кристаллы. Выход 85 %. $T_{пл.}=131...132$ °С. ИК-спектр, δ , cm^{-1} : 3215 (NH), 3060 (CH аром.), 2937, 2884 (CH_2), 1632 (C=O). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 2,65 с ушир. (1H, OH), 4,67 д.д (2H, CH_2 , $J_1=111,0$ Гц, $J_2=10,8$ Гц), 7,00...7,79 м (13H, аром.), 8,52 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 63,773 (CH_2), 119,929...140,299 (аром.), 167,570 (C=O).

N-бензиламид 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IId**, $C_{21}H_{19}NO_2$, бесцветные призматические кристаллы. Выход 88 %. $T_{пл.}=110...111$ °С. ИК-спектр, δ , cm^{-1} : 3433 (OH), 3323 (NH), 3064, 3028 (CH аром.), 2954, 2898, 2827 (CH_2), 1622 (C=O). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 3,03 с ушир. (1H, OH), 4,26 д (2H, CH_2 , $J=5,4$ Гц), 4,45 д.д (2H, CH_2O , $J_1=83,7$ Гц, $J_2=11,1$ Гц), 6,73 с (1H, NH), 6,84...7,66 м (13H, аром.). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 43,851 (CH_2), 63,479 (CH_2), 127,234...140,180 (аром.), 169,480 (C=O).

N-(2-хлорэтил) амид 2'-гидрокси-метилбифенил-2-карбоновой кислоты **IIe**, $C_{16}H_{16}ClNO_2$, бесцветные призматические кристаллы. Выход 63 %. $T_{пл.}=89...90$ °С. ИК-спектр, δ , cm^{-1} : 3252, 3180 (NH), 3089 (CH аром.), 2954, 2934, 2915, 2860 (CH_2), 1642 (C=O). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 3,06...3,53 м (4H, CH_2CH_2), сигнал протона OH-группы находится в области 3,20...3,60 м. д. и попадает под сигналы протонов группы CH_2Cl , поэтому идентифицирован нами не был, 4,50 д.д (2H, CH_2 , $J_1=82,2$ Гц, $J_2=11,1$ Гц), 6,92 с (1H, NH), 7,09...7,64 м (8H, аром.). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 41,379 (CH_2N), 42,916 (CH_2Cl), 63,503 (CH_2O), 127,779...140,130 (аром.), 169,795 (C=O).

Восстановление имида If

Проведение реакции аналогично восстановлению **Ia**. Реакционную смесь выливали в 60 мл воды, подкисляли 10 %-ным раствором HCl до слабослойной реакции среды. Эмульсии давали отстояться в течение 12 ч. С образовавшегося масла сливали водный слой. Масло сушили под вакуумом, добавляли 15 мл пропанола-2 и кипятили до полного растворения. Смесь медленно охлаждали, выпавшие кристаллы еще раз перекристаллизовывали из пропанола-2, получали **III** (60 %). 7*H*-добензо[с, е]оксепин-5-он **III**, $C_{14}H_{10}O_2$, бесцветные призматические кристаллы, $T_{пл.}=127...128$ °С. ИК-спектр, δ , cm^{-1} : 1705 (C=O). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 5,02 д (2H, CH_2 , $J=13,5$ Гц), 7,45...8,00 м (8H, аром.).

Восстановление ангидрида IV. Общая методика

К суспензии 0,01 моль (2,24 г) ангидрида дифеновой кислоты **IV** в 30 мл соответствующего спирта при температуре 25 °С и интенсивном перемешивании добавляли небольшими порциями в течение

ние 3...5 мин 0,02 моль (0,76 г) тонко измельченного боргидрида натрия. После этого реакционную смесь перемешивали еще 15...20 мин до исчезновения осадка боргидрида и прекращения выделения газов. Реакционную смесь выливали в 120...150 мл воды и оставляли на 12 ч. С выпавшего осадка, который может представлять собой масло, либо смесь кристаллов и масла, декантировали водно-спиртовую смесь. К осадку добавляли 20 мл CHCl_3 и 50 мл 5 %-ного водного раствора Na_2CO_3 . Полученную смесь тщательно встряхивали до полного растворения осадка. Смеси давали отстояться. Хлороформный слой отделяли, растворитель отгоняли на водяной бане, полученный твердый остаток **III** перекристаллизовывали из пропанола-2.

Водно-щелочной слой подкисляли 10 %-ной HCl до слабокислой реакции, при этом происходило помутнение раствора. Полученному раствору давали отстояться в течение 12 ч, с выпавшего в осадок масла сливали водный слой. Масло сушили под вакуумом, перекристаллизовывали из смеси этанол-вода (1:1 по объему), получали соответствующий эфир **Va-c**.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саратиков А.С., Ахмеджанов Р.Р., Бакибаев А.А., Хлебников А.И., Новожеева Т.П., Быстрицкий Е.Л. Регуляторы ферментативных систем детоксикации среди азотсодержащих соединений. – Томск: Сибирский издательский дом, 2002. – 264 с.
2. Пат. 2263668 РФ. МПК⁷ C07D 223/18; C07D 231/10. Способ получения имида дифеновой кислоты / А.А. Бакибаев, Д.М. Батурин, А.Ю. Яговкин, В.А. Яновский. Заявлено 21.06.2004; Оpubл. 10.11.2005, Бюл. № 31. – 4 с.: ил.
3. Пат. 2285694 РФ. МПК⁷ C07D 223/18. Способ получения N-замещенных иминов дифеновой кислоты / А.А. Бакибаев, Д.М. Батурин, А.Ю. Яговкин, В.А. Яновский. Заявлено 28.03.2005; Оpubл. 20.10.2006, Бюл. № 29. – 5 с.
4. Хайош А. Комплексные гидриды в органической химии. – Л.: Химия, 1971. – 624 с.
5. Hudlicky M. Reductions in Organic Chemistry. – Chichester: Ellis Horwood Ltd, 1984. – 310 p.
6. Bauer J., Rademann J. Trimellitic Anhydride Linker (TAL) – Highly Orthogonal Conversions of Primary Amines Employed in the Paral-

Восстановление IV в метаноле

Выход **III** 36 %. Выход **Va** 31 %. Монометилловый эфир дифеновой кислоты **Va**, $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_4$, бесцветные призматические кристаллы, $T_{\text{пл}}=98\text{...}99^\circ\text{C}$. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 3,61 с (3H, CH_3), 7,16...8,06 м (8H, аром.), 10,30 с ушир. (1H, COOH).

Восстановление IV в 96 %-ном этаноле

Выход **III** 46 %. Выход **Vb** 36 %. Моноэтиловый эфир дифеновой кислоты **Vb**, $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_4$, бесцветные призматические кристаллы, $T_{\text{пл}}=87\text{...}88^\circ\text{C}$. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 0,98 т (3H, CH_3 , $J=7$ Гц), 4,05 к (2H, CH_2 , $J=7$ Гц), 7,05...8,07 м (8H, аром.), 10,55 с ушир. (1H, COOH).

Восстановление IV в пропаноле-2

Выход **III** 44 %. Выход **Vc** 29 %. Моноизопропиловый эфир дифеновой кислоты **Vc**, $\text{C}_{17}\text{H}_{16}\text{O}_4$, бесцветные призматические кристаллы, $T_{\text{пл}}=81\text{...}82^\circ\text{C}$. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1,27 д (6H, CH_3 , $J=6$ Гц), 4,85 м (1H, CH), 7,12...8,03 м (8H, аром.), 9,15 с ушир. (1H, COOH).

lel Synthesis of Labeled Carbohydrate Derivatives // Tetrahedron Lett. – 2003. – V. 44. – № 27. – P. 5019–5023.

7. Kondo Y., Witkop B. Reductive Ring Openings of Glutarimides and Barbiturates with Sodium Borohydride // J. Org. Chem. – 1968. – V. 33. – № 1. – P. 206–212.
8. Hubert J.C., Wijnberg J.B.P.A., Nico Speckamp W. NaBH_4 Reduction of Cyclic Imides // Tetrahedron. – 1975. – V. 31. – № 11–12. – P. 1437–1441.
9. Chapman J.M., Wyrick S.D., Voorstad D.J., Maguire J.H., Cocolas G.H., Hall I.H.J. Hypolipidemic Activity of Phthalimide Derivatives. V. Reduced and Hydrolytic Products of Simple Cyclic Imides // J. Pharm. Sci. – 1984. – V. 73. – № 10. – P. 1482–1484.
10. Belleau B., Puranen J. Stereoselective Synthesis of a Dibenzo[a, g]quinolizine Analog of 18-Hydroxyepialloyohimbane // Can. J. Chem. – 1965. – V. 43. – № 9. – P. 2551–2558.

Поступила 8.12.2006 г.