



УДК 547.953.02

СИНТЕЗ ФОСФАТИДИЛГИДРОХИНОНОВ

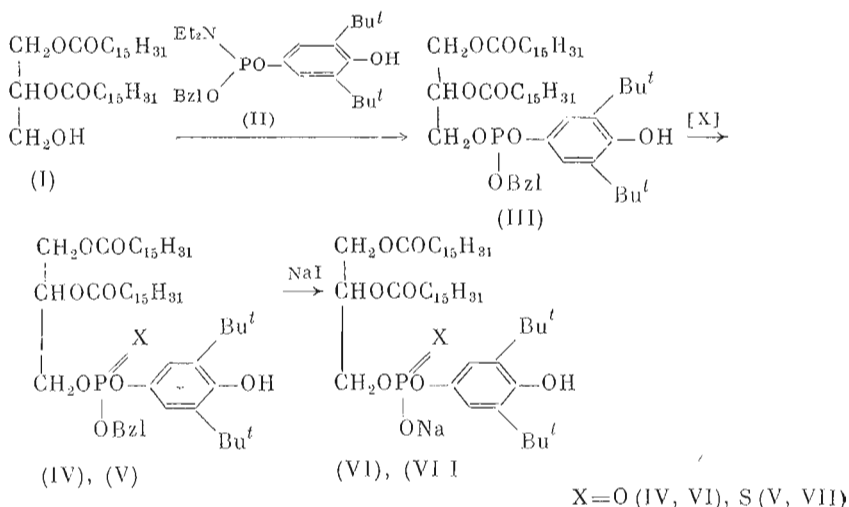
Нифантьев Э. Е., Предводителев Д. А., Золотов М. А.

Московский государственный педагогический институт им. В. И. Ленина

Приводятся первые данные о синтезе фосфолипидов, содержащих в своем составе остатки пространственно затрудненных фенолов. Получение этих соединений предпринято с целью создания антиоксидантов мембраноадресованного типа. Синтез фосфатидилгидрохинонов осуществлен через фосфитные производные.

В продолжение работ по исследованию липидсодержащих антиоксидантов [1] мы изучили синтез фосфатидилгидрохинонов. Такой выбор определяется следующими: известно, что система замещенного гидрохинона является протекторным началом природных биоантиоксидантов, например убикинона и витамина К [2]. Кроме того, показано, что эфиры 2,6-ди-*трет*-бутилгидрохинона проявляют эффективное стабилизирующее действие по отношению к полимерным материалам и пищевым продуктам [3].

Первым этапом работы было получение липидных антиоксидантов указанного типа (VI, VII). Для этого диацилглицерин (I) вводили во взаимодействие с амидофосфитом (II) (метод *a*) с последующим окислением либо сульфурризацией промежуточно образующегося среднего фосфита (III); схема закончена дебензилированием фосфатов (IV, V) иодистым натрием.



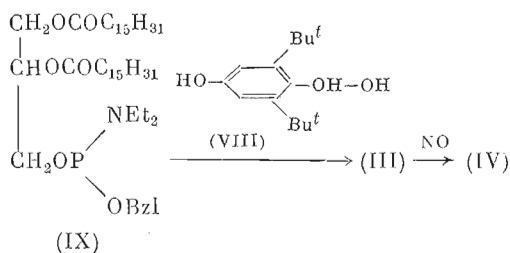
Строение и индивидуальность фосфатов (IV, V) доказаны методом ЯМР на ядрах ^1H и ^{31}P , ТСХ и данными элементных анализов*. При обработке соединений (IV, V) иодистым натрием они гладко переходят в фосфаты (VI, VII). Существенно, что в отличие от дебензилирования подобных соединений, полученных на основе 4- γ -оксипропил-2,6-ди-*трет*-бутилфенола [1], в рассматриваемом случае не наблюдается различий в поведении фосфатов и тиофосфатов.

Известно, что тиофосфатная группа в молекулах фосфолипидов представляет собой ценную метку, за которой удобно следить методом ^{31}P -ЯМР [4]. Заметим, что тиофосфолипиды могут быть в разных состояниях — в тионной и тиольной формах, различающихся спектральными характеристиками, в том числе спектрами ^{31}P -ЯМР. В связи с этим для всех вновь

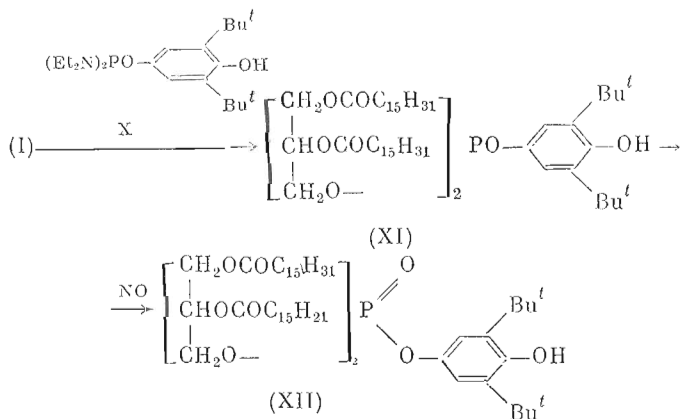
* Строение других полученных соединений доказывалось аналогично.

синтезированных тиофосфолипидов необходимо проводить детальное исследование условий резонанса ядер фосфора. Ранее для простейших диалкилтиофосфатов [5] и диглицеротиофосфатов [6], как таковых, так и растворенных в хлороформе, в спектрах ^{31}P -ЯМР была зафиксирована тионная форма (δ в области $-60,0$ м.д.). Описанный в настоящей статье тиофосфат (VII) в разбавленных хлороформных или бензольных растворах (40 мг/мл) дает синглеты при $\delta -24,52$ и $-23,14$ м.д. соответственно. При увеличении концентрации до 150 мг/мл было зафиксировано наличие наряду с указанными синглетами сигналов в области $\delta -64 \div 65$ м.д. Причина этих спектральных явлений еще в полной мере не выяснена. Вероятно, так проявляется агрегация липидных молекул либо специфическая сольватация тиофосфоильных кислот, приводящая к электронным изменениям в них.

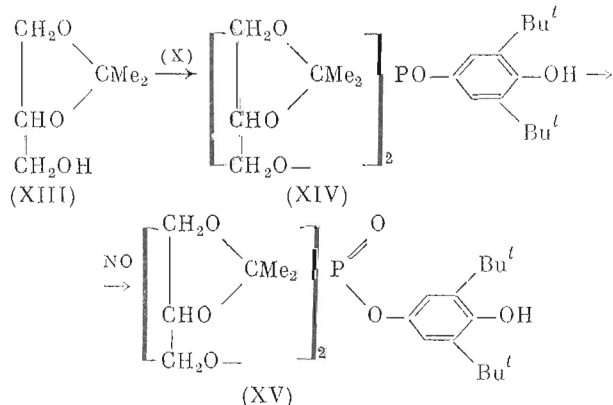
Фосфат (IV) был получен и другим методом (б).



Мы осуществили также синтез нейтральных липидных антиоксидантов диглицерофосфатной структуры, содержащих в своем составе замещенный гидрохинон:



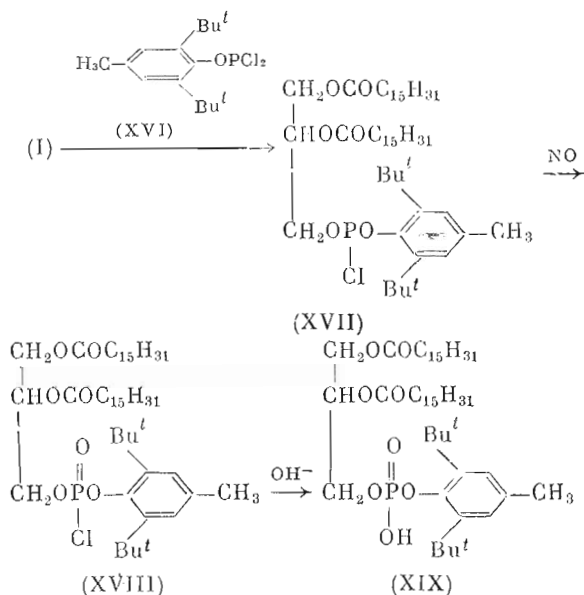
Это соединение (XII) может быть получено и ацилированием по методу [1, 7, 8] из синтезированных нами глицерокеталей (XV):



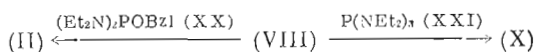
Следует отметить, что в спектрах ^{31}P -ЯМР соединений (III—V, XII, XIV, XV) проявляется диастереомерная анизохронность, ранее изученная

для подобных фосфоглицериновых систем [9]. Так, в спектрах соединений (II—V), содержащих в своем составе два хиральных атома (С и Р), имеются по две линии. В то же время, как и в случае других диглицерофосфатных (фосфитных) структур [6], препараты (XII, XIV, XV) имеют по три полосы. Это связано с тем, что они представляют собой смесь трех диастереомеров (двух *мезо*-форм и рацемической формы) из-за наличия двух асимметрических атома углерода и псевдоасимметрического атома фосфора. Интересно, что в случае препарата (XII) соотношение интенсивностей сигналов 1 : 1 : 1, а не 1 : 2 : 1, как в случае препаратов (XIV, XV). Вероятно, это указывает на различие в стерическом отборе партнеров при фосфорилировании рацемических диглицерида (I) и изопропилиденглицерина (XIII) амидофосфитом (X) [6, 9, 10].

В настоящей работе был осуществлен и синтез пролонгированного антиоксиданта «закрытого типа», в котором ароксильный остаток ионола непосредственно связан с фосфором. Это соединение (XIX) может проявлять свойства антиоксиданта при гидролизе сложной фосфорноэфирной связи (будет выделяться ионол) аналогично тому, как это имеет место при работе с полимерными антиоксидантами [11]. Для получения вещества (XIX) был использован дихлорфосфит (XVI) [12], который фосфорилировал диглицерид (I) с образованием глицерохлорфосфита (XVII); последний обычными превращениями был переведен в фосфатидилионол (XIX).



Новые фосфорилирующие агенты (II, X), использованные в настоящей работе, были получены реакцией гидрохинона (VIII) с амидофосфитом (XX) и триамидом (XXI).



Из двух фенольных гидроксильных групп здесь в реакцию вступает пространственно более доступный гидроксил в положении 4 [13].

Экспериментальная часть

Все синтезы с участием производных трехвалентного фосфора проводили в атмосфере сухого аргона. Колончатую хроматографию осуществляли на силикагеле Л 100/250 мкм (Сhemapol, ЧССР); ТСХ — на окиси алюминия (II степени активности по Брокману) (метод 1), силикагеле Л 40/100 мкм (метод 2) и силуфолу UV 254 (метод 3) в системах: А — гексан — диоксан (4 : 1), Б — хлороформ, В — хлороформ — метанол (4 : 1), Г — хлороформ — метанол — вода (65 : 25 : 4), Д — гексан — эфир (1 : 1), обнаружение — парами иода или реактивом [14] на фосфорсодержащие

вещества с последующим прокаливанием при 200–400° С; в случае серо-содержащих соединений обнаружение хроматограмм проводили также 1% водным раствором азотнокислого серебра.

ИК-спектры снимали на приборе Zeiss UR-20 (ГДР), спектры ПМР — на приборах Bruker WP-60 (ФРГ) и Varian FT-80A, внутренний стандарт — гексаметилдисилоксан. Спектры ^{31}P -ЯМР (H) соединений (XI) снимали на приборе Bruker WP-60 на частоте 24,28 МГц, спектры остальных фосфорных соединений сняты на приборе Varian FT-80A на частоте 32,2 МГц, внешний стандарт — 85% фосфорная кислота. Соединения (VI, VII, XII, XIX) сушили 3 ч при 30° С над P_2O_5 в вакууме при 0,01 Па.

Бензил(1,2-дипальмитоил-гас-глицеро-3)-(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)фосфат (IV). а. Смесь 0,5 г диглицерида (I) и 0,394 г амидофосфита (II) нагревали 3 ч в вакууме (500 гПа) при 90° С. R_f фосфита (III) (метод, система): 0,8 (1, А), 0,65 (3, Б). Спектр ^{31}P -ЯМР (в CHCl_3 , δ , м.д.): синглеты –133,53, –133,99 при соотношении интенсивностей 0,7 : 1.

Неочищенный фосфит (III) растворяли в 8 мл сухого бензола и через раствор барботировали при перемешивании 1,5 ч при 20° С окись азота. Фосфат (IV) выделяли на колонке (диаметр 1,5 см), заполненной силикагелем (20 г) в гексане. Колонку промывали 120 мл смеси гексан — эфир (4 : 1) и продукт элюировали 50 мл смеси гексан — эфир (1 : 1). Выход 0,54 г (63,8% на две стадии), т. пл. аморфного соединения 39–40° С; R_f (метод, система): 0,47 (3, Б), 0,88 (2, В), 0,9 (2, Г). Спектр ПМР (в CDCl_3 , δ , м.д.): 0,85 т (6H, CH_3CH_2), 1,25 м [48H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}$], 1,4 с [18H, $(\text{CH}_3)_3\text{C}$], 1,51 м (4H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$), 2,2 т (4H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$); 4,2 м (4H, CH_2CHCH_2), 5,05 с (1H, OH), 5,2 м (1H, CHCH_2), 5,1 д (2H, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$, $^3J_{\text{P-H}} = 8 \text{ Гц}$), 6,95 с (2H, C_6H_2), 7,3 м (5H, C_6H_5). Спектр ^{31}P -ЯМР (в CHCl_3 , δ , м.д.): синглеты 6,04; 6,55 при соотношении интенсивностей 2 : 1. Найдено, %: С 71,25; Н 10,26; Р 3,36. $\text{C}_{56}\text{H}_{95}\text{O}_9\text{P}$. Вычислено, %: С 71,29; Н 10,15; Р 3,28.

б. Амидофосфит (IX) [R_f 0,85 (метод 1, система А)], полученный из 0,30 г диглицерида (I) и 0,155 г диамидофосфита (XX) по методу [1], и 0,115 г гидрохинона (VIII) [15] нагревали 1 ч в вакууме (500 гПа) при 100° С. Затем фосфит (III) окисляли окисью азота и выделяли фосфат (IV), как в методе а. Выход 0,2 г (40,6% на три стадии).

Бензил(1,2-дипальмитоил-гас-глицеро-3)-(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)тиофосфат (V). Смесь неочищенного фосфита (III), полученного из 0,5 г диглицерида (I) и 0,394 г амидофосфита (II), и 0,032 г серы в 4 мл бензола выдерживали 12 ч при 20° С. Упаривали бензол, остаток при 0° С растворяли в 7 мл смеси хлороформ — ацетон (5 : 2) и отфильтровывали выпавшую серу. Тиофосфат (V) выделяли на колонке (диаметр 1,5 см), заполненной силикагелем (18 г) в хлороформе. Колонку промывали 20 мл хлороформа и аморфный продукт элюировали 30 мл хлороформа, выход 0,74 г (87,4%), т. пл. 37–38° С; R_f (метод, система): 0,73 (3, Б), 0,83 (2, Г), 0,95 (3, Д). Спектр ПМР аналогичен спектру соединения (IV). Спектр ^{31}P -ЯМР (в C_6H_6 , δ , м.д.): синглеты –64,45, –63,97 при соотношении интенсивностей 2 : 1. Найдено, %: С 70,18; Н 9,79; Р 3,10. $\text{C}_{56}\text{H}_{95}\text{O}_8\text{PS}$. Вычислено, %: С 70,10; Н 9,98; Р 3,22.

Нагревая соль 1,2-дипальмитоил-гас-глицеро-3-(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)фосфата (VI). Смесь 0,234 г фосфата (IV) и 0,0748 г иодистого натрия в 5 мл ацетона нагревали 2 ч при 60° С. Реакционную массу упаривали, остаток растворяли при 0° С в 5 мл хлороформа и отфильтровывали иодистый натрий. Хлороформ упаривали, а остаток затирали в метаноле. Выход 0,16 г (72%), т. пл. 55–56° С; R_f (метод, система): 0,2 (3, Б), 0,68 (2, В), 0,71 (2, Г). ИК-спектр (в KBr , ν , см^{-1}): 3300–3600 (шир, OH), 1745 ($\text{C}=\text{O}$), 1250 ($\text{P}=\text{O}$). Спектр ПМР (в CDCl_3 , δ , м.д.): 0,86 т (6H, CH_3CH_2), 1,24 м [48H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}$], 1,44 с [18H, $(\text{CH}_3)_3\text{C}$], 1,49 м (4H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$), 2,2 т (4H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$), 4,25 м (4H, CH_2CHCH_2), 5,2 м (2H, OH , CH_2CHCH_2), 7,08 с (2H, C_6H_2). Спектр ^{31}P -ЯМР (в CHCl_3 , δ , м.д.): синглет 7,35. Найдено, %: С 67,18; Н 10,25; Р 3,61. $\text{C}_{59}\text{H}_{88}\text{O}_9\text{PNa}$. Вычислено, %: С 67,24; Н 10,13; Р 3,53.

Нагретая соль 1,2-дипальмитоил-гас-глицеро-3-(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)тионофосфата (VII). Смесь 0,354 г тионофосфата (V) и 0,56 г иодистого натрия в 8 мл ацетона нагревали 2 ч при 60° С. Реакционную массу упаривали, остаток растворяли при 0° С в 5 мл хлороформа и отфильтровывали водный натрий. Хлороформ упаривали, а остаток затирали в метаноле. Выход 0,24 г (75%), т. пл. 53—54° С; R_f (метод, система): 0,59 (3, Б), 0,76 (2, В), 0,89 (2, Г). Спектр ПМР аналогичен спектру соединения (VI). Спектр ^{31}P -ЯМР (δ): в хлороформе при концентрации 40 мг/мл синглет -24,52 м.д., при концентрации 150 мг/мл синглеты -64,91 и -24,54 м.д. (соотношение интенсивностей 1:1); в бензоле при концентрации 40 мг/мл синглет -23,14 м.д., при концентрации 150 мг/мл синглеты -64,4 и -23,96 м.д. (соотношение интенсивностей 1:4). Найдено, %: С 65,95; Н 9,74; Р 3,29. $\text{C}_{50}\text{H}_{88}\text{O}_7\text{PSNa}$. Вычислено, %: С 66,03; Н 9,85; Р 3,48.

Бис(1,2-дипальмитоил-гас-глицеро-3)-(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)-фосфат (XII). Смесь 0,443 г диацилглицерина (I) и 0,150 г диамидофосфита (X) нагревали 2 ч в вакууме (500 гПа) при 90° С. R_f фосфита (XI) (метод, система): 0,76 (1, А), 0,53 (3, Б). Спектр ^{31}P -ЯМР (в CHCl_3 , δ , м.д.): синглет -142,2.

Неочищенный фосфит (XI) растворяли в 8 мл бензола и через раствор барботировали окись азота 2 ч при 20° С. Фосфат (XII) выделяли на колонке (диаметр 2,5 см), заполненной силикагелем (11 г) в хлороформе. Колонку промывали 50 мл хлороформа и продукт элюировали 75 мл хлороформа. Затем полученный продукт затирали в метаноле. Выход 0,33 г (61% на две стадии), т. пл. 66—67° С; R_f (метод, система): 0,41 (3, Б), 0,68 (3, Д), 0,83 (2, В), 0,85 (2, Г). Спектр ПМР (в CDCl_3 , δ , м.д.): 0,86 м (12H, CH_2CH_2), 1,24 м [96H, $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_{12}$], 1,44 с [18H, $(\text{CH}_3)_3\text{C}$], 1,49 м (8H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$), 2,3 м (8H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}$), 4,24 м (8H, $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)$), 5,0 с (1H, OH), 5,15 м (2H, $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)$), 6,9 с (2H, C_6H_5). Спектр ^{31}P -ЯМР (в CHCl_3 , δ , м.д.): синглеты -7,67, -7,48, -7,04 при соотношении интенсивностей 1:1:1. Найдено, %: С 71,7; Н 11,04; Р 2,31. $\text{C}_{84}\text{H}_{155}\text{O}_{13}\text{P}$. Вычислено, %: С 71,81; Н 11,12; Р 2,2.

Бис(1,2-О-изопропилиден-гас-глицеро-3)-(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)фосфат (XV). Смесь 0,204 г 1,2-О-изопропилиденглицерина (XIII) и 0,3 г диамидофосфита (X) нагревали 1 ч при 80° С. R_f фосфита (XIV) (метод, система): 0,83 (1, А). Спектр ^{31}P -ЯМР (в C_6H_6 , δ , м.д.): синглеты -143,44, -143,14, -142,74 при соотношении интенсивностей 1:2:1.

Через раствор неочищенного фосфита (XIV) в 5 мл бензола барботировали окись азота 2 ч при 20° С. Фосфат (XV) выделяли на колонке (диаметр 1 см), заполненной силикагелем (9 г) в хлороформе. Колонку промывали 10 мл хлороформа и продукт элюировали 20 мл хлороформа. Выход 0,21 г (50% на две стадии), т. пл. 59—60° С; R_f (метод, система): 0,8 (1, А), 0,25 (3, Б). Спектр ПМР (в CDCl_3 , δ , м.д.): 1,28; 1,32 два с [12H, $(\text{CH}_3)_2\text{C}$], 1,43 с [18H, $(\text{CH}_3)_3\text{C}$], 4,0 м (8H, $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)$), 5,05 с (1H, OH), 6,9 с (2H, C_6H_5). Спектр ^{31}P -ЯМР (в CHCl_3 , δ , м.д.): синглеты -8,16, -7,79, -7,39 при соотношении интенсивностей 1:2:1. Найдено, %: С 59,02; Н 7,72; Р 5,81. $\text{C}_{26}\text{H}_{41}\text{O}_5\text{P}$. Вычислено, %: С 59,07; Н 7,81; Р 5,86.

1,2-Дипальмитоил-гас-глицеро-3-(2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенил)фосфат (XIX). К раствору 0,321 г дихлорфосфита (XVI) [12] в 3 мл тетрагидрофурана добавляли при перемешивании за 1 ч при 0° С раствор смеси 0,638 г диглицерида (I) и 0,113 г триэтиламина в 5 мл тетрагидрофурана. Затем реакционную смесь выдерживали при этой температуре 1 ч и отфильтровывали хлоридат триэтиламина. R_f хлорфосфата (XVII) (метод, система): 0,8 (1, А), 0,68 (3, Б). Спектр ^{31}P -ЯМР (в C_6H_6 , δ , м.д.): синглеты -143,38, -143,07, -142,65 при соотношении интенсивностей 1:2:1.

Через раствор неочищенного хлорфосфита (XVII) в 4 мл бензола барботировали 2 ч при 20° С окись азота. R_f хлорфосфата (XVIII) (метод, система): 0,56 (1, А), 0,3 (3, Б). Спектр ^{31}P -ЯМР (в C_6H_6 , δ , м.д.): синглеты -7,19, -7,71 при соотношении интенсивностей 7:10.

Смесь неочищенного хлорфосфата (XVIII) в 9 мл тетрагидрофурана, 9,15 мл 0,5 М бикарбоната натрия и 1,84 мл 0,5 М EDTA- Na_2 выдерживали

при перемешивании 10 ч при 20° С. Отделяли органический слой от водного и упаривали. Остаток растворяли в 6 мл системы хлороформ — метанол — вода (3 : 1 : 0,5) и обрабатывали 0,5 ч 0,9 г смолы КРС-40Т (H⁺-форма) при 20° С. Раствор отфильтровывали от смолы, смолу промывали системой хлороформ — метанол, 3 : 1 (3×2 мл) и отгоняли растворители. Фосфат (XIX) выделяли на колонке (диаметр 1,5 см), заполненной силикагелем (22 г) в хлороформе. Колонку промывали 25 мл хлороформа, продукт элюировали 25 мл хлороформа и перекристаллизовывали из 1 мл метанола. Выход 0,382 г (40% на три стадии), т. пл. 36–37° С; *R_f* (система, метод): 0,5 (1, А), 0,2 (3, Б), 0,83 (2, В), 0,86 (2, Г). Спектр ПМР (в CDCl₃, δ, м.д.): 0,85 т (6H, CH₃CH₂), 1,25 м [48H, CH₃(CH₂)₁₂], 1,42 с [18H, (CH₃)₃C], 1,51 м (4H, CH₂CH₂CO), 2,25 м (5H, CH₂CH₂CO, CH₃C₆H₅), 3,86 м (4H, CH₂CHCH₂), 5,14 м (1H, OH), 6,8 м (2H, C₆H₅). Спектр ³¹P-ЯМР (в CHCl₃, δ, м.д.): синглет 7, 77. Найдено, %: С 70,86; Н 10,88; Р 3,59. C₅₀H₉₁O₈P. Вычислено, %: С 70,54; Н 10,76; Р 3,63.

Бензил(4-окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)диэтиламинофосфит (II). Смесь 2 г гидрохинона (VIII) [15] и 2,6 г диаминофосфита (XX) нагревали в токе аргона с отгонкой диэтиламина 2 ч при 40° С и затем остаток перегоняли. Выход 2,94 г (73%), т. кип. 190–200° С (баня) при 0,01 Па, *n_D²⁰* 1,5350; *R_f* (метод, система): 0,82 (1, А), 0,86 (3, Б). Спектр ПМР (в CDCl₃, δ, м.д.): 1,1 т (6H, CH₂CH₃, ³J_{H-П} 8 Гц), 1,5 с [18H, C(CH₃)₃], 3,25 м (4H, CH₂CH₃), 4,85 д (2H, CH₂C₆H₅, ³J_{P-П} 8 Гц), 5,0 с (1H, OH), 7,0 с (2H, C₆H₅), 7,5 с (5H, C₆H₅). Спектр ³¹P-ЯМР (в C₆H₆, δ, м.д.): синглет –145,9. Найдено, %: С 69,68; Н 8,87; Р 7,10. C₂₅H₃₈O₃PN. Вычислено, %: С 69,57; Н 8,87; Р 7,17.

(4-Окси-3,5-ди-трет-бутилфенил)тетраэтилдиаминофосфит (X). Смесь 2 г гидрохинона (VIII) и 2,23 г гексаэтилтриамида фосфористой кислоты нагревали 1 ч в токе аргона с отгонкой диэтиламина при 50° С и затем остаток перегоняли. Выход 2,12 г (61%), т. кип. 170–185° С (баня) при 0,01 Па, т. пл. 42–43° С; *R_f* (метод, система): 0,46 (1, А). Спектр ³¹P-ЯМР (в C₆H₆, δ, м.д.): синглет –132,7. Найдено, %: С 66,5; Н 10,45; Р 7,82. C₂₂H₄₁O₂PN. Вычислено, %: С 66,6; Н 10,42; Р 7,81.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нифантьев Э. Е., Предводителев Д. А., Золотов М. А. Биорган. химия, 1981, т. 7, № 7, с. 1100–1106.
2. Бурлакова Е. Б. Усп. химии, 1975, т. 44, № 10, с. 1871–1886.
3. Ершов В. В., Никифоров Г. А., Володькин А. А. Пространственно-затрудненные фенолы. М.: Химия, 1972, с. 321–337.
4. Чупин В. В., Василенко И. А., Серебренникова Г. А., Евстигнеева Р. П. Биорган. химия, 1981, т. 7, № 5, с. 768–772.
5. Mark V., Dungan C. H., Van Wazer J. R. Topics in Phosphorus Chemistry, 1967, v. 5, p. 369.
6. Предводителев Д. А., Чукбар Т. Г., Маленковская М. А., Расадикина Е. П., Нифантьев Э. Е. Ж. орган. химии, 1981, т. 17, № 12, с. 2524–2533.
7. Nifantsev E. E., Predvoditelev D. A., Fursenko I. V., Smirnova L. I. Synthesis, 1982, N 2, p. 132–134.
8. Нифантьев Э. Е., Предводителев Д. А., Фурсенко И. В. Биорган. химия, 1981, т. 7, № 9, с. 1426–1428.
9. Нифантьев Э. Е., Предводителев Д. А. Биорган. химия, 1981, т. 7, № 9, с. 1285–1309.
10. Кабачник М. И., Захаров Л. С., Горюнов Е. И., Петровский П. В., Сворень В. А., Щербина Т. М. Изв. АН СССР. Сер. хим., 1981, № 5, с. 1182.
11. Эмануэль Н. М. Усп. химии, 1981, т. 50, № 10, с. 1721–1809.
12. Нифантьев Э. Е., Предводителев Д. А., Тусеев А. П., Грачев М. К., Золотов М. А. Ж. общ. химии, 1980, т. 50, № 8, с. 1702–1706.
13. Золотов М. А., Предводителев Д. А., Нифантьев Э. Е. Ж. общ. химии, 1980, т. 50, № 10, с. 2380–2381.
14. Delmer J. C., Lester R. L. J. Lipid Res., 1964, v. 5, No 1, p. 126–127.
15. Никифоров Г. А., Ершов В. В. Изв. АН СССР. Сер. хим., 1964, № 1, с. 176.

Поступила в редакцию 26.II.1982

SYNTHESIS OF PHOSPHATIDYLHYDROQUINONES

NIFANTYEV E. E., PREDVODITELEV D. A., ZOLOTOV M. A.

V. I. Lenin State Pedagogical Institute, Moscow

The synthesis of phospholipids containing sterically hindered phenols in their structure has been reported for the first time. The goal of the synthesis is to prepare membrane-addressed antioxidants. The synthesis is accomplished via phosphite derivatives.