

Г. А. Карливан, Р. Э. Валтер, А. Э. Баце, Ю. В. Гулбис

СИНТЕЗ И ПРЕВРАЩЕНИЯ 5-(3,5,6-ТРИХЛОР-1,4-БЕНЗОХИНОН-2-ИЛ)-2-ИЗОПРОПИЛИДЕН- ГИДРАЗИНОТИАЗОЛА И 2-ИЗОПРОПИЛИДЕНАЗИНО- ТИАЗОЛИНОВ

При взаимодействии в ацетоне 2,5-дигидрокси-3,4,6,7-тетрахлор-2,3-дигидробензо [b] фурана с тиосемикарбазидом, а также его 4-метил- и 4-фенилзамещенными получены 5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-(изопропилиденгидразино)тиазол и -3-*R*-2-(изопропилиденазино)тиазолины соответственно. Показано, что при их гидролизе образуются 3-амино-5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-имино (2-*R*-имино)тиазолины. Указанные продукты гидролиза и их предшественники окислены до соответствующих 2-гетарилзамещенных 3,5,6-трихлор-1,4-бензохинонов.

Настоящая работа является продолжением систематических исследований [1, 2] по синтезу гетарилзамещенных трихлор-1,4-бензохинонов на базе универсального синтона — 2,5-дигидрокси-3,4,6,7-тетрахлор-2,3-дигидробензо [b] фурана (I) [3]. В молекулах этих соединений наблюдается внутримолекулярный перенос заряда между электронодонорным гетероциклом и электроноакцепторным фрагментом бензохинона, что отражается в их электронных спектрах.

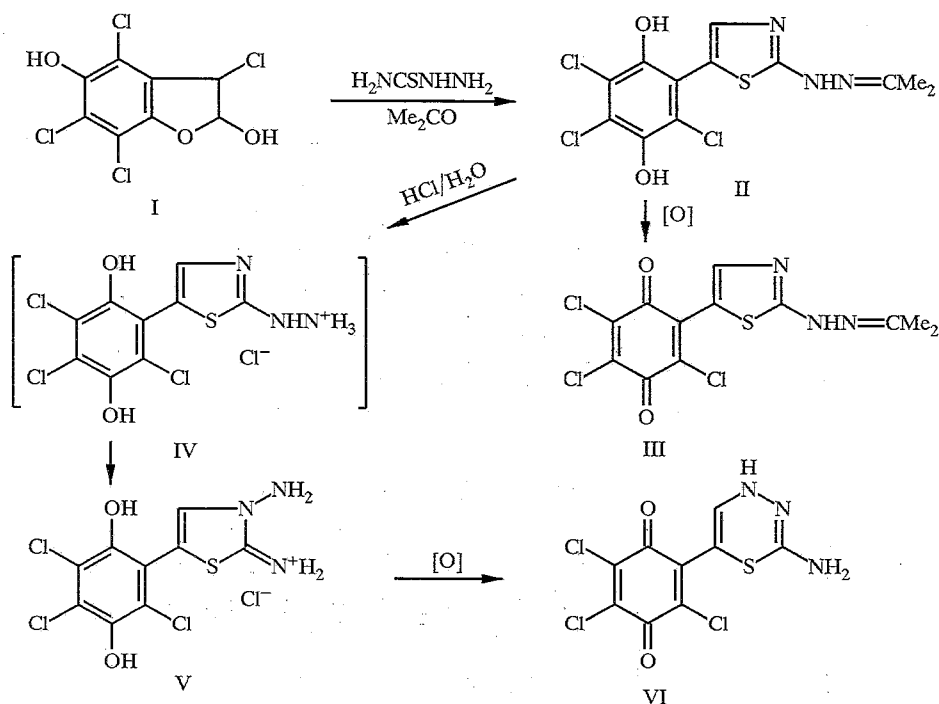
Реакции бензофурана I с тиосемикарбазидом и его замещенными открывают широкие возможности для получения разных гетероциклов, связанных связью C—C с остатком трихлорбензохинона.

Известно [4—6], что α -галогенкарбонильные соединения (дигидробензофуран I является циклической таутомерной формой арилзамещенного α -хлорацетальдегида [3]) в реакциях с тиосемикарбазидами могут образовывать производные 2-амино-4Н(6Н)-1,3,4-тиадиазинов, 2-гидразинотиазолов и 3-амино-2-иминотиазолинов, а также производные пиразола, если процесс образования 1,3,4-тиадиазина сопровождается экстррузией атома серы.

В результате взаимодействия дигидробензофурана I с незамещенным тиосемикарбазидом в этаноле нами была получена смесь 2-гидразино-5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)тиазола и 3-амино-2-имино-5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)тиазолина [1]. Разделить эту смесь и выделить изомеры в индивидуальном виде не удалось, по-видимому, из-за их легкого взаимного превращения. Вследствие побочных реакций указанные соединения не удалось также окислить до соответствующих производных 1,4-бензохинона.

В настоящей работе при проведении реакции тех же реагентов в ацетоне образовался 5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-(изопропилиденгидразино)тиазол (II), выделенный в виде гидрохлорида (II·HCl). Очевидно, сначала происходит конденсация тиосемикарбазида с ацетоном, приводящая к 1-изопропилидентииосемикарбазиду, который вступает в реакцию нуклеофильного замещения (обсуждение механизма см. ниже).

Окислением соединения II трихлоридом железа в водном диметилформамиде получен 2-(изопропилиденгидразино)-5-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)тиазол (III). При кислотном гидролизе соединения II (кипячение с соляной кислотой в этаноле) происходит отщепление изопропилиденовой группы и образовавшийся гидрохлорид 2-гидразино-5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)тиазола (IV) изомеризуется в гидрохлорид 3-амино-5-(2,5-



дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-иминотиазолина (V). В этом проявляется большая стабильность 2-иминотиазолинового кольца по сравнению с 2-гидразинотиазольным.

При окислении соединения V трихлоридом железа в водном диметилформамиде образуется 2-амино-6-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)-4Н-1,3,4-тиадазин (VI). Окисление гидрохинонового фрагмента сопровождается изомеризацией тиазолинового кольца в 4Н-1,3,4-тиадазиновое. Ранее нами показано, что при кипячении гидрохлорида 5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-имино-3-фениламинотиазолина в этаноле происходит отщепление хлористого водорода с последующей изомеризацией в 2-амино-6-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-4-фенил-4Н-1,3,4-тиадазин [7]. Очевидно, протонирование 3-амино-2-иминотиазолина стабилизирует эту структуру по сравнению с изомерным 2-амино-4Н-1,3,4-тиадазином; а депротонирование действует в обратном направлении (см. также [5, 6]).

Недавно нами было показано, что при взаимодействии бензофурана I с 4-метил- и 4-фенилтиосемикарбазидами в этаноле или ацетонитриле образуются новые конденсированные гетероциклические производные бензофурана — гидрохлориды 8-гидрокси-2-метил(фенил)амино-6,7,9-трихлор-4а,9б-дигидро-4Н-1,3,4-тиадазино[5,6-*b*]бензо[*d*]фурана [8].

При осуществлении реакций бензофурана I с 4-метил- и 4-фенилтиосемикарбазидами в ацетоне получены 5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-(изопропилиденазино)-3-метил(фенил)тиазолины (VIIа,б). Метилпроизводное VIIа выделяется из реакционной смеси в виде гидрохлорида (VIIа·HCl), а фенилпроизводное VIIб — в виде сольвата с молекулой ацетона. При перекристаллизации соединения VIIб из этанола образуется сольват с молекулой этанола. В этом случае также сначала происходит конденсация соответствующего тиосемикарбазида с ацетоном, а образующийся 1-изопропилиден-4-метил(фенил)тиосемикарбазид вступает в реакцию нуклеофильного замещения атома хлора в молекуле бензофурана. Промежуточный продукт VIII далее подвергается внутримолекулярной циклизации с образованием тиазолинового цикла и одновременным

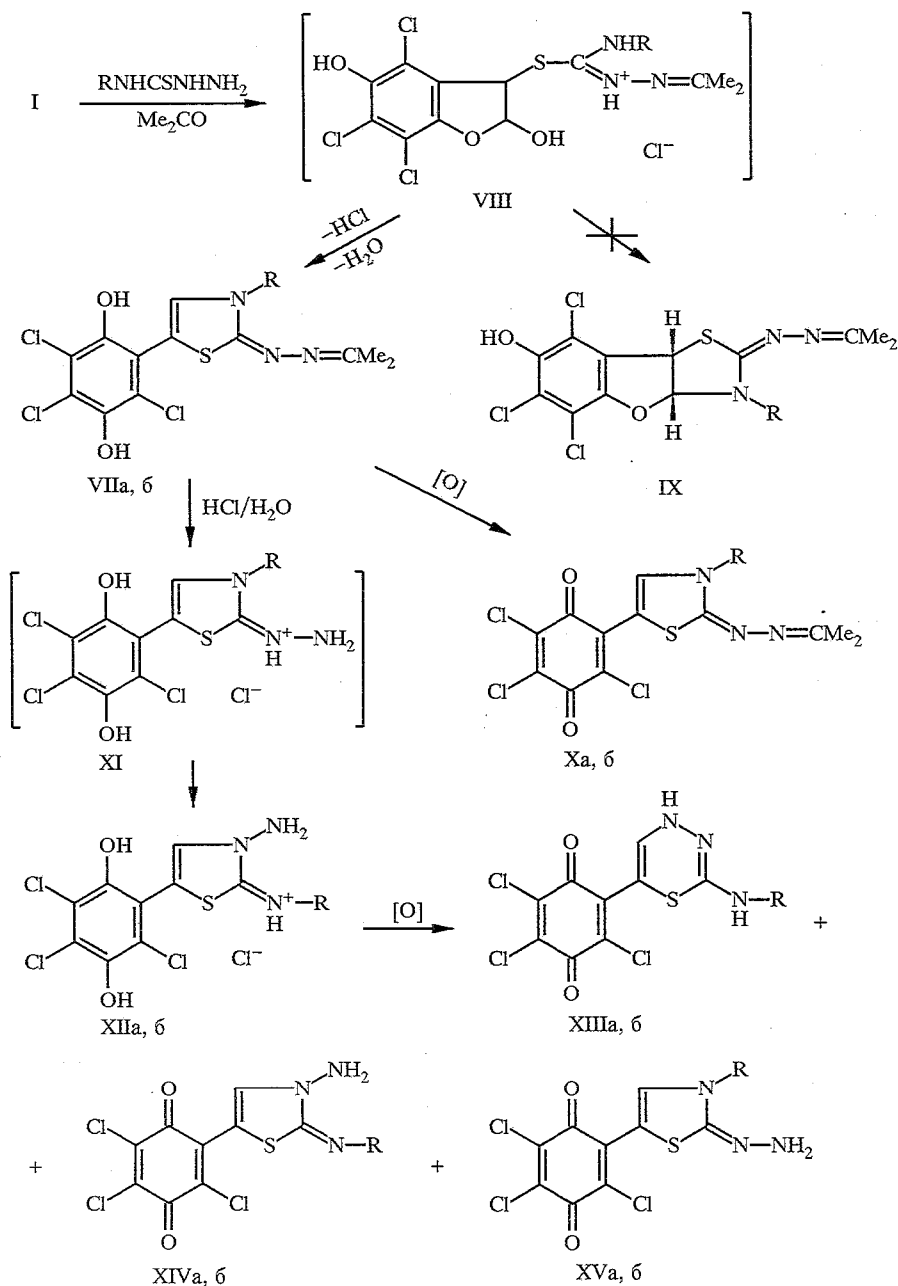
Характеристика 2-гетарилзамещенных 3,5,6-трихлоргидрохинонов II, V, VIIa,б, XIIa,б

Соединение	Брутто-формула	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$ (разл.)	ИК спектр (тонкий слой), $\nu, \text{см}^{-1}$	Спектр ПМР (ДМСО- D_6), δ , м. д.	Выход, %
II·HCl	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S} \cdot \text{HCl}$	>230	3270 ш., 3120, 2905, 1620, 1557	2,02 (3H, с, CH_3); 2,05 (3H, с, CH_3); 7,47 (1H, с, 4-H); 10,2 (4H, уш. с, 2OH, NH_2 , N^+H_2)	94
V	$\text{C}_9\text{H}_7\text{Cl}_4\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	219...220	3362, 3200...3000 ш., 1667, 1618, 1578, 1562	7,32 (1H, с, 4-H); 9,5 (6H, уш. с, 2OH, NH_2 , N^+H_2)	93
VIIa·HCl	$\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S} \cdot \text{HCl}$	206...207	3200...3000 ш., 3106, 2778, 1610, 1550	2,09 (3H, с, CH_3); 2,18 (3H, с, CH_3); 3,71 (3H, с, NCH_3); 7,53 (1H, с, 4-H); 8,95 (3H, уш. с, 2OH, N^+H)	99
VIIб· $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S} \cdot (\text{CH}_3)_2\text{O}$	180...182	3400...3200 ш., 2930 ш., 2620 ш., 1714, 1588, 1530	1,98 (3H, с, CH_3); 2,06 (3H, с, CH_3); 2,09 (6H, с, CH_3 -ацетона); 7,42 (1H, с, 4-H); 7,3...7,8 (5H, м, C_6H_5)	80
VIIб· $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S} \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	175...177	3300...3100 ш., 3102, 2974, 1618, 1596, 1566, 1552	1,07 (3H, т, CH_3 -этанола); 1,96 (6H, с, 2 CH_3); 3,47 (2H, к, CH_2 -этанола); 4,18 (1H, уш. с, OH-этанола); 7,38 (1H, с, 4-H); 7,3...7,8 (5H, м, C_6H_5); 9,64 (1H, уш. с, OH); 9,84 (1H, уш. с, OH)	70
XIIa	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{Cl}_4\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	217...218	3326, 3200...2800 ш., 1666, 1622, 1582, 1550	3,56 (3H, с, NCH_3); 7,47 (1H, с, 4-H); 10,0 (5H, уш. с, 2OH, NH_2 , N^+H)	92
XIIб	$\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{Cl}_4\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	218...219	3310, 3400...2900 ш., 1672, 1626, 1598, 1578	7,58 (6H, м, C_6H_5 , 4-H); 9,98 (5H, уш. с, 2OH, NH_2 , N^+H)	89

раскрытием бензофуранового кольца (VIII → VII). Замыкание шестичленного цикла 4Н-1,3,4-тиадиазина здесь невозможно по структурным соображениям, а образование конденсированной системы IX (ср. [8]) не наблюдается.

Соединения VIIa,б гладко окисляются трихлоридом железа в водном диметилформамиде до 2-изопропилиденазино-3-метил(фенил)-5-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)тиазолинов (Xa,б). При кипячении с соляной кислотой в растворе этанола тиазолины VIIa,б подвергаются гидролизу с отщеплением изопропилиденной группы в виде ацетона; при этом промежуточно образовавшиеся гидрохлориды 2-гидразоно-5-(2,5-дигидрок-

Схема 2



VII, X, XII-XV a R = Me, б R = Ph

Характеристика 2-гетарилзамещенных 3,5,6-трихлор-1,4-бензохинонов III, VI, X, XIII

Соединение	Брутто-формула	$T_{пл}, ^\circ\text{C}^*$ (разл.) ^{*2}	R_f (CHCl_3)	ИК спектр (тонкий слой) ν, cm^{-1}	УФ спектр, $\lambda_{\text{max}}, \text{nm} (\lg \epsilon)$		Спектр ПМР (CDCl_3) ^{*3} , $\delta, \text{м. д.}$	Выход, %
					этанол	хлороформ		
III	$\text{C}_{12}\text{H}_8\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	>240	0,20	3138, 2926, 1674, 1650, 1604, 1562, 1514	263 (4,11), 335 (4,18), 624 (3,76)	303 (4,25), 334 (4,10), 615 (3,68)	2,03 (3H, с, CH_3); 2,13 (3H, с, CH_3); 8,42 (1H, с, 4-H)	94
VI	$\text{C}_9\text{H}_4\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	154...155	0,70	3334, 3142, 2926, 1670, 1606, 1562, 1548, 1510	277 (4,22), 334 (3,66), 450 (3,37)	276 (4,23), 338 (3,62), 472 (3,48)	8,51 (1H, с, 5-H)	67
Xa	$\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	>190	0,36	3142, 2918, 1662, 1636, 1552, 1534, 1512	293 (4,31), 348 (4,22), 720 (4,02)	298 (4,29), 358 (4,16), 762 (4,02)	2,08 (6H, с, 2CH_3); 3,54 (3H, с, NCH_3); 8,22 (1H, с, 4-H)	95
Xб	$\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	165...168	0,62	3158, 2918, 1668, 1650, 1626, 1606, 1566, 1518	300 (4,27), 334 (4,15), 698 (3,90)	306 (4,14), 334 (4,01), 758 (3,85)	1,96 (3H, с, CH_3); 2,07 (3H, с, CH_3); 7,50 (5H, м, C_6H_5); 8,36 (1H, с, 4-H)	85
XIIIa	$\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	143...145	0,37	3330, 3142, 2924, 1662, 1530	290 ^{*4} , 334, 527	297 ^{*4} , 361, 561	3,38 (3H, с, NCH_3); 7,96 (1H, с, 5-H)	44
XIIIб	$\text{C}_{15}\text{H}_8\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$	>210	0,70	3330, 3070, 2930, 1674, 1596, 1548	283 ^{*4} , 335, 401, 523	287 ^{*4} , 334, 401, 579	7,53 (5H, м, C_6H_5); 8,02 (1H, с, 5-H)	42

* Соединения III, Xa,б перекристаллизованы из смеси бензол—гексан, 1 : 2, VI — из четыреххлористого углерода.

*2 Соединение VI плавится без разложения.

*3 ПМР спектры соединений XIIIa,б сняты в растворе CD_3CN .

*4 УФ спектр снят для насыщенного раствора соединения из-за его плохой растворимости, а также неустойчивости.

си-3,4,6-трихлорфенил)-3-метил(фенил)тиазолинов (XIa,б) перегруппировываются в гидрохлориды изомерных 3-амино-5-(2,5-дигидрокси-3,4,6-трихлорфенил)-2-метил(фенил)иминотиазолинов (XIIa,б). Подобная изомеризация наблюдалась ранее при гидролизе 3-алкил-2-изопропилиденазино-4-фенилтиазолинов: под действием 2 н. соляной кислоты образовавшиеся 3-алкил-2-гидразино-4-фенилтиазолины превращались в 3-амино-2-алкилимино-4-фенилтиазолины [4]. Большая стабильность 3-амино-2-алкил(арил)иминотиазолинов по сравнению с изомерными 3-алкил(арил)-2-гидразинотиазолинами отмечена также в ряде других случаев [5, 6].

При окислении иминотиазолинов XIIa,б трихлоридом железа в водном диметилсульфоксиде в качестве основных продуктов получены 2-метил(фенил)амино-6-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)-4Н-1,3,4-тиадиазины (XIIIa,б). Небольшой выход этих соединений (около 40%) связан, по-видимому, с побочными реакциями, в том числе с образованием растворимых в воде соединений. Продукты окисления кроме тиадиазинов XIIIa,б содержат также изомерные им 3-амино-2-метил(фенил)имино-5-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)тиазолины (XIVa,б) и 2-гидразино-3-метил(фенил)-5-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)тиазолины (XVa,б). Из-за легкого взаимного превращения изомеров разделение этой смеси связано с серьезными затруднениями.

В ИК спектрах кристаллических соединений II, VIIa,б (табл. 1) наиболее интенсивная полоса, которую можно отнести к поглощению группы $\text{Me}_2\text{C}=\text{N}$, наблюдается при 1620...1610, имеются также широкие полосы в интервале 3300...3000 см^{-1} , отвечающие колебаниям ассоциированных групп OH и группы N^+H . В спектрах гидрохлоридов V, XIIa,б, полученных после гидролиза соединений II, VIIa,б, соответственно имеются две интенсивные полосы при 1672...1664 и 1582...1578 см^{-1} , первая из которых, по-видимому, обусловлена колебаниями протонированной иминогруппы ($\text{C}=\text{N}^+$), а вторая отвечает валентным колебаниям иминотиазольного кольца [9]. В этих спектрах наблюдаются также полоса поглощения аминогруппы (3362...3310 см^{-1}) и широкие полосы ассоциированной группы OH и группы N^+H в интервале 3400...2800 см^{-1} .

В спектрах ПМР соединений II, VIIa,б (табл. 1) имеются два синглета, отвечающие сигналам протонов двух неэквивалентных метильных групп изопропилиденового фрагмента, синглет протона 4-Н гетероцикла и уширенные сигналы протонов групп OH и NH . Кроме того, спектр тиазолина VIIa содержит синглетный сигнал протонов группы NMe , а спектр тиазолина VIIб — мультиплет протонов фенильного заместителя. В спектрах гидрохлоридов V, XIIa,б сохраняются синглет протона 4-Н гетероцикла, а также уширенные сигналы протонов групп OH и NH .

В ИК спектрах хинонов III, Xa,б (табл. 2) наблюдаются две полосы карбонильного поглощения при 1674...1662 и 1650...1636 ($\text{C}=\text{O}$ хинона), а также полоса при 1566...1552 см^{-1} ($\text{C}=\text{C}$ хинона) [10], и отсутствуют полосы групп OH . В спектрах хинонов VI, XIIIa,б поглощение группы $\text{C}=\text{O}$ наблюдается в виде одной широкой полосы в интервале 1678...1662 см^{-1} .

Спектры ПМР хинонов III, Xa,б (табл. 2) содержат сигналы протонов метильных групп изопропилиденового фрагмента (в случае соединений III и Xб — два синглета, соединения Xa — один синглет) и синглет протона 4-Н гетероцикла. В спектрах хинонов VI, XIIIa,б обнаруживается синглет протона 5-Н гетероцикла, а также сигнал протонов группы NMe для соединения XIIIa или сигнал протонов фенильного заместителя для соединения XIIIб.

В УФ спектрах хинонов VI, Xa,б, XIIIa,б (табл. 2) наблюдаются две полосы в интервале 280...335 нм, где перекрывается поглощение системы бензохинона и цикла иминотиазолина или тиадиазина. Наиболее

интенсивную из указанных полос можно отнести к $\pi \rightarrow \pi^*$ -переходу в системе бензохинона [11], а менее интенсивную — к $\pi \rightarrow \pi^*$ -переходу в цикле иминотиазолина или тиadiaзина [12]. В спектре хинона III (в этаноле) имеются две полосы, соответствующие поглощению системы бензохинона (335 нм) и цикла тиазола (263 нм). Кроме этих полос в спектрах всех хинонов наблюдается полоса внутримолекулярного переноса заряда от гетероцикла к бензохиноновому фрагменту. При наличии в молекуле цикла тиазола (соединение III) или тиазолина (соединения Ха,б) она находится в интервале 624...720 (в этаноле) или 615...762 (в хлороформе), а в случае цикла тиadiaзина (соединения VI, XIIа,б) отмечается гипсохромный сдвиг этой полосы до 450...527 нм (в этаноле) и 472...579 нм (в хлороформе). Уместно подчеркнуть, что для хинонов Ха,б по сравнению со всеми синтезированными нами ранее 2-гетарилзамещенными 3,5,6-трихлор-1,4-бензохинонами (см. [1, 2]) полоса переноса заряда появляется при наиболее длинных волнах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записаны на приборе Spesord M-80 для суспензий в нуйоле (область 1900...1500 см^{-1} , призма NaCl) и гексахлорбутадиене (область 3800...2000 см^{-1} , призма LiF, микрослой). Электронные спектры сняты на приборе Spesord M-40 для растворов в этаноле и хлороформе (концентрация $2,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л). Спектры ПМР получены на приборе Bruker H-90 (^1H 90 МГц) в растворах ДМСО- D_6 или CDCl_3 . Внутренний стандарт ТМС.

Индивидуальность соединений контролировали методом ТСХ на пластинках с закрепленным слоем силикагеля Silufol UV-254, элюенты хлороформ или этилацетат—четыреххлористый углерод, проявление УФ светом и йодом.

2,5-Дигидроксид-3,4,6,7-тетрахлор-2,3-дигидробензо [b]фуран I получен по методике работы [3].

5-(2,5-Дигидроксид-3,4,6-трихлорфенил)-2-изопропилиденгидразинотиазол (II·HCl) и 5-(2,5-дигидроксид-3,4,6-трихлорфенил)-2-изопропилиденазино-3-метил(фенил)тиазолины (VIIа·HCl, VIIб) (табл. 1). Смесь 0,58 г (2 ммоль) бензофурана I и 2 ммоль соответствующего тиосемикарбазида в 10 мл ацетона кипятят 5 ч, охлаждают, выдерживают при 15...20 °C (в случае тиазолина IXб — при 0 °C) в течение 20 ч. Осадок продукта отделяют, промывают ацетоном и высушивают. Соединение VIIб перекристаллизовывают из 60% этанола. Продукты реакций получают в виде бесцветных кристаллов.

Гидрохлориды 3-амино-5-(2,5-дигидроксид-3,4,6-трихлорфенил)-2-иминотиазолина (V) и 3-амино-5-(2,5-дигидроксид-3,4,6-трихлорфенил)-2-метил(фенил)иминотиазолинов (XIIа,б) (табл. 1). Смесь 1 ммоль соединения II, IXа или IXб, 10 мл этанола и 5 мл концентрированной соляной кислоты кипятят с обратным холодильником 0,5 ч, затем продолжают кипячение в течение 2 ч с насадкой Дина—Старка. По мере отгонки этанола и образовавшегося ацетона из реакционной смеси выпадает осадок. Реакционную смесь выдерживают при 0 °C в течение 20 ч, осадок продукта отделяют, промывают водой, этанолом, эфиром и высушивают. При хранении продукты реакции темнеют.

2-Изопропилиденгидразино-5-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)-тиазол (III), 2-изопропилиденазино-3-метил(фенил)-5-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)тиазолины (Ха,б), 2-амино-6-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)-4Н-1,3,4-тиadiaзин (VI) и 2-метил(фенил)амино-6-(3,5,6-трихлор-1,4-бензохинон-2-ил)-4Н-1,3,4-тиadiaзины (XIIIа,б) (табл. 2). К раствору 1 ммоль соединения II, V, VIIа,б в 10 мл диметилформамида или XIIа,б — в 10 мл диметилсульфоксида при перемешивании (магнитная мешалка) и 20 °C в течение 2...3 мин по каплям добавляют 20 мл 20% водного раствора трихлорида железа. Реакционную смесь перемешивают при 20 °C еще 2 ч, затем добавляют к ней 20 мл воды, осадок продукта отделяют, промывают водой и перекристаллизовывают. Получают интенсивно окрашенные кристаллы: синего III, красного-VI, сине-зеленого Ха,б и фиолетового цвета XIIIа,б.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валтер Р. Э., Карливан Г. А., Утинан М. Ф., Гулбис Ю. В. // Сибирский химический журнал. — 1992. — Вып. 4. — С. 39.
2. Valters R., Karlivāns G., Gulbis J., Utināns M., Bāce A. // Phosphorus, Sulfur and Silicon. — 1994. — Vol. 95—96. — P. 457.
3. Валтер Р. Э., Лиетиньш Э. Э., Карливан Г. А., Зиньковска В. Р., Утинан М. Ф. // ЖОрХ. — 1985. — Т. 21. — С. 436.
4. Beyer H. // Z. Chem. — 1969. — Bd 9, Heft 10. — S. 361.
5. Усольцева С. В., Андронникова Г. П., Мокрушин В. С. // ХГС. — 1991. — № 4. — С. 435.
6. Новикова А. П., Перова Н. М., Чупахин О. Н. / ХГС. — 1991. — № 11. — С. 1443.
7. Karlivāns G., Gulbis J., Valters R., Bāce A., Kampare R. // Latv. ķīm. žurn. — 1994. — № 1. — 99. lpp.
8. Карливан Г. А., Валтер Р. Э., Баце А. Э., Гулбис Ю. В. // ХГС. — 1996. — № 4. — С. 463.
9. Katritzky A. R., Taylor P. I. // Physical Methods in Heterocyclic Chemistry / Ed. A. R. Katritzky. — New York; London: Acad. Press, 1974. — Vol. 4. — P. 306, 326.
10. Berger S., Rieker A. // The Chemistry of the Quinonoid Compounds / Ed. S. Patai. — London; New York; Sydney; Toronto: Wiley, 1974. — Vol. 1, Part 1. — P. 186.
11. Berger S., Hertl P., Rieker A. // The Chemistry of the Quinonoid Compounds / Ed. S. Patai, Z. Rappoport. — Chichester; New York; Brisbane; Toronto; Singapore: Wiley, 1988. — Vol. 2, Part 1. — P. 42.
12. Новикова А. П., Перова Н. М., Егорова Л. Г., Брагина Е. М. // ХГС. — 1991. — № 6. — С. 843.

Рижский технический университет,
Рига LV-1048

Поступило в редакцию 01.07.96