

ДИКАРБОКСИЛАТЫ ТРИС(2-МЕТОКСИ-5-ХЛОРФЕНИЛ)СУРЬМЫ – НОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ГИПЕРКООРДИНИРОВАННОЙ СУРЬМЫ

© 2021 г. В. В. Шарутин*, О. К. Шарутина, О. А. Хайбуллина

Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина 76, Челябинск, 454080 Россия
*e-mail: vvsharutin@rambler.ru

Поступило в Редакцию 7 июля 2021 г.
После доработки 15 июля 2021 г.
Принято к печати 17 июля 2021 г.

Взаимодействием трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы с пентафторпропионовой, гептафторбутановой, пентафторбензойной и 2-метоксибензойной кислотами в присутствии пероксида водорода (1:2:1 мольн.) в диэтиловом эфире синтезированы дикарбоксилаты трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы (2-MeO-5-ClC₆H₃)₃Sb[OC(O)R]₂, R = C₂F₅, C₃F₇, C₆F₅, C₆H₄OMe-2. Изучено строение полученных соединений.

Ключевые слова: трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьма, перфторкарбоновые кислоты, 2-метоксибензойная кислота, дикарбоксилаты трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы

DOI: 10.31857/S0044460X2109016X

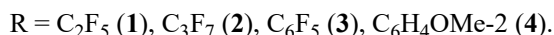
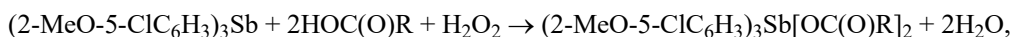
Известно, что дикарбоксилаты триарилсурьмы обладают противоопухолевыми, антилейшманиозными, антибактериальными и другими практически полезными свойствами [1–12]. Установлено, что фторсодержащие заместители влияют на такие свойства, как способность к абсорбции и липофильность, а значит и на химическую и биологическую активность соединений [13] и могут быть использованы в медицине [14, 15]. Однако только в нескольких работах обсуждается вопросы синтеза и строения дикарбоксилатов триарилсурьмы с атомами фтора в карбоксилатных лигандах [16–21].

Из методов синтеза арильных соединений пентавалентной сурьмы следует выделить один из наиболее эффективных способов, в основе которо-

го лежит реакция окислительного присоединения [22].

В продолжение изучения синтеза и особенностей строения производных высококоординированной сурьмы(V) с объемными арильными лигандами, содержащими потенциальные координирующие центры, в настоящей работе реакциями окислительного присоединения трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы с пентафторпропионовой, гептафторбутановой, пентафторбензойной и 2-метоксибензойной кислотами в присутствии пероксида водорода (1:2:1 мольн.) в диэтиловом эфире синтезированы дикарбоксилаты трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы с выходом до 85% (схема 1).

Схема 1.



Соединения **1–4** представляют собой бесцветные кристаллические вещества, устойчивые к действию влаги и кислорода воздуха, хорошо растворимые в ароматических углеводородах, четыреххлористом углероде, тетрагидрофуране, хлороформе.

В ИК спектрах соединений **1–4** наблюдаются интенсивные полосы при 444, 447, 446, 444 см^{-1} (Sb–C), 1258, 1258, 1258, 1250 см^{-1} (O–C), 1479, 1479, 1479, 1477 см^{-1} (Ar), 2849, 2847, 2851, 2833 см^{-1} (H–C_{Alk}), 3103, 3107, 3107, 3103 см^{-1} (H–C_{Ar}). Кроме того, наблюдаются интенсивные полосы при 1715, 1713, 1678, 1655 см^{-1} , отвечающие валентным колебаниям карбонильных групп [23, 24].

По данным РСА, молекулы соединений **1–4** имеют конфигурацию тригональной бипирамиды с карбоксилатными лигандами в аксиальных положениях (табл. 1, рис. 1, 2). Аксиальные углы OSbO в соединениях **1–4** равны 174.05(13), 174.9(2), 175.94(12) и 172.95(12)° соответственно (табл. 2). Атомы сурьмы практически находятся в экваториальной плоскости [C₃], отклонения атома металла составляют 0.013, 0.049, 0.049 и 0.054 Å. Плоские арильные кольца в структурах развернуты вокруг

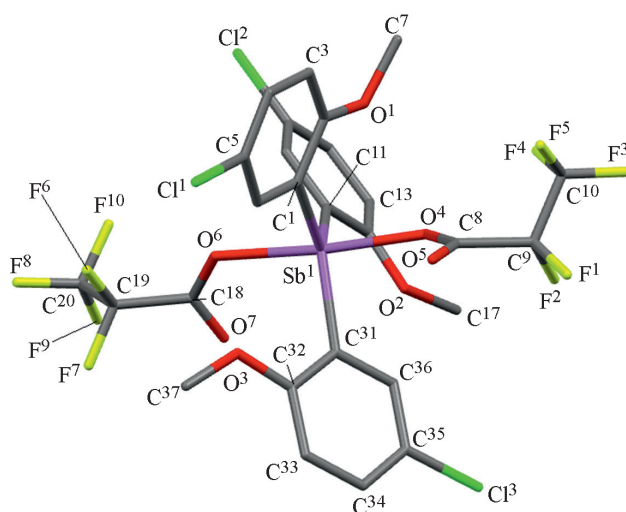


Рис. 1. Общий вид молекулы бис(пентафторпропионато)трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы **1** в кристалле (атомы водорода не показаны).

связей Sb–C таким образом, чтобы свести к минимуму внутри- и межмолекулярные контакты. Длины связей Sb–C в соединениях **1–4** равны 2.102(4)–2.109(5), 2.098(11)–2.143(9), 2.096(11)–2.118(4) и 2.115(4)–2.125(4) Å соответственно, расстояния Sb–O составляют 2.132(3), 2.109(3) (**1**), 2.121(7),

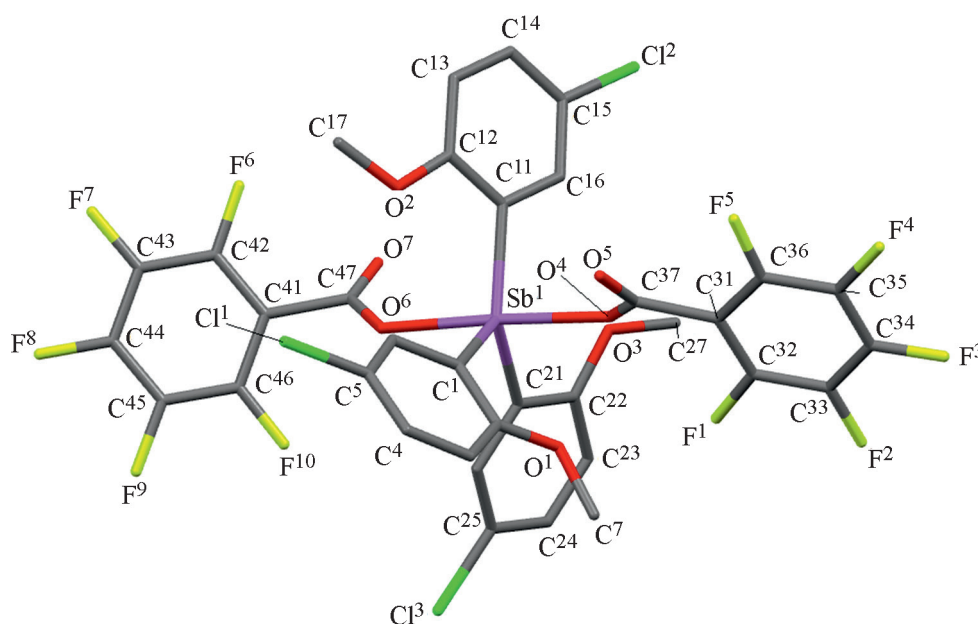


Рис. 2. Общий вид молекулы бис(пентафторбензоато)трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы **3** в кристалле (атомы водорода не показаны).

Таблица 1. Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структуры соединений **1–4**

Параметр	1	2	3	4
Брутто-формула	C ₂₇ H ₁₈ Cl ₃ F ₁₀ O ₇ Sb	C ₂₉ H ₁₈ Cl ₃ F ₁₄ O ₇ Sb	C ₃₅ H ₁₈ Cl ₃ F ₁₀ O ₇ Sb	C ₃₇ H ₃₂ Cl ₃ O ₉ Sb
<i>M</i>	872.51	972.51	968.59	848.73
Сингония	Моноклинная	Моноклинная	Триклинная	Моноклинная
Пространственная группа	<i>P</i> 2 ₁ / <i>c</i>	<i>I</i> 2/ <i>a</i>	<i>P</i> -1	<i>P</i> 2 ₁ / <i>n</i>
<i>a</i> , Å	12.525(5)	19.84(2)	10.444(6)	16.791(13)
<i>b</i> , Å	16.809(7)	17.82(3)	13.295(8)	9.682(6)
<i>c</i> , Å	17.248(7)	22.59(2)	16.156(8)	23.402(17)
α , град	90.00	90.00	113.82(3)	90.00
β , град	110.437(13)	109.38(8)	90.46(2)	103.58(5)
γ , град	90.00	90.00	110.66(2)	90.00
<i>V</i> , Å ³	3403(2)	7534(17)	1890.4(18)	3698(5)
<i>Z</i>	4	8	2	4
<i>d</i> _{выч} , г/см ³	1.703	1.715	1.702	1.524
μ_{Mo} , мм ⁻¹	1.142	1.056	1.038	1.016
<i>F</i> (000)	1712.0	3808.0	952.0	1712.0
Размер кристалла, мм	0.56×0.4×0.23	0.38×0.2×0.1	0.65×0.58×0.55	0.5×0.13×0.06
2 θ , град	5.962–53.644	4.572–55.764	6.162–56.98	4.58–52.92
Интервалы индексов	–15 ≤ <i>h</i> ≤ 15, –21 ≤ <i>k</i> ≤ 21, –21 ≤ <i>l</i> ≤ 21	–26 ≤ <i>h</i> ≤ 25, –22 ≤ <i>k</i> ≤ 22, –15 ≤ <i>l</i> ≤ 27	–13 ≤ <i>h</i> ≤ 13, –17 ≤ <i>k</i> ≤ 17, –21 ≤ <i>l</i> ≤ 21	–18 ≤ <i>h</i> ≤ 20, –12 ≤ <i>k</i> ≤ 12, –28 ≤ <i>l</i> ≤ 29
Всего отражений	49802	15304	42852	21475
Независимых отражений	7242	7703	8493	7270
<i>R</i> _{int}	0.0242	0.0828	0.0335	0.1206
Число уточняемых параметров	481	527	497	456
GOOF	1.044	0.992	1.121	1.051
<i>R</i> -Факторы по <i>F</i> ² > 2σ(<i>F</i> ²)	<i>R</i> ₁ 0.0495, <i>wR</i> ₂ 0.1313	<i>R</i> ₁ 0.0783, <i>wR</i> ₂ 0.2030	<i>R</i> ₁ 0.0497, <i>wR</i> ₂ 0.1520	<i>R</i> ₁ 0.0482, <i>wR</i> ₂ 0.0954
<i>R</i> -Факторы по всем отражениям	<i>R</i> ₁ 0.0614, <i>wR</i> ₂ 0.1468	<i>R</i> ₁ 0.1832, <i>wR</i> ₂ 0.3038	<i>R</i> ₁ 0.0582, <i>wR</i> ₂ 0.1630	<i>R</i> ₁ 0.0770, <i>wR</i> ₂ 0.1040
Остаточная электронная плотность (min/max), е/Å ³	0.84/–0.88	0.85/–1.81	0.94/–1.02	0.84/–0.87

2.131(7) (**2**), 2.092(3), 2.124(3) (**3**), 2.100(3), 2.110(3) Å (**4**) и приближаются по своему значению к сумме ковалентных радиусов атомов сурьмы и кислорода (2.14 Å [25]).

Как правило, карбоксилатные лиганды в дикарбоксилатах трифенилсурьмы имеют относительно фрагмента SbC₃ *цис*-ориентацию и расположены таким образом, что внутримолекулярные контакты Sb⋯O(=C) (расстояния Sb⋯O во всех случаях меньше суммы ван-дер-ваальсовых радиусов атомов Sb и O 3.58 Å [25]), формируются внутри одного экваториального угла, значение которого

возрастает, например, до 151.7° [26], при уменьшении значений двух других экваториальных углов. В отличие от большинства структурно охарактеризованных дикарбоксилатов триарилсурьмы в соединениях **1–4** углы между плоскостями карбоксильных групп составляют 62.20, 61.35, 64.21 и 43.75°, контакты Sb⋯O(=C) расположены внутри разных экваториальных углов CSbC, которые мало отличаются от идеального значения 120°: 115.34(17)–125.41(18), 112.4(4)–125.0(4), 110.75(18)–124.51(18) и 109.35(17)–128.57(19)°. В соединениях **1–4** расстояния Sb⋯O(=C) составляют 3.155(7), 3.210(7) (**1**), 3.139(11), 3.275(11) (**2**),

Таблица 2. Основные длины связей и валентных углов в соединениях 1–4

Связь	<i>d</i> , Å	Связь	<i>d</i> , Å	Угол	ω, град	Угол	ω, град
1							
Sb ¹ –O ⁴	2.109(3)	Sb ¹ ...O ¹	3.055(15)	O ⁴ Sb ¹ O ⁶	174.05(13)	C ¹ Sb ¹ O ⁴	94.18(15)
Sb ¹ –O ⁶	2.132(3)	Sb ¹ ...O ²	3.143(16)	O ⁴ Sb ¹ C ³¹	89.41(17)	C ¹ Sb ¹ O ⁶	85.31(14)
Sb ¹ –C ¹¹	2.106(4)	Sb ¹ ...O ³	3.160(12)	C ¹¹ Sb ¹ O ⁴	87.80(16)	C ¹ Sb ¹ C ¹¹	115.34(17)
Sb ¹ –C ¹	2.102(4)	Sb ¹ ...O ⁵	3.210(12)	C ¹¹ Sb ¹ O ⁶	87.07(16)	C ¹ Sb ¹ C ³¹	119.24(18)
Sb ¹ –C ³¹	2.109(5)	Sb ¹ ...O ⁷	3.155(15)	C ¹¹ Sb ¹ C ³¹	125.41(18)	C ³¹ Sb ¹ O ⁶	96.02(17)
2							
Sb ¹ –O ⁴	2.121(7)	O ¹ –C ⁷	1.430(17)	O ⁴ Sb ¹ O ⁶	174.9(2)	C ¹¹ Sb ¹ O ⁴	87.8(4)
Sb ¹ –O ⁶	2.131(7)	Sb ¹ ...O ¹	3.081(15)	O ⁴ Sb ¹ C ¹	98.6(3)	C ¹¹ Sb ¹ O ⁶	94.7(4)
Sb ¹ –C ¹	2.123(10)	Sb ¹ ...O ²	3.113(16)	O ⁴ Sb ¹ C ²¹	88.1(3)	C ¹¹ Sb ¹ C ¹	122.4(4)
Sb ¹ –C ¹¹	2.098(11)	Sb ¹ ...O ³	3.089(12)	O ⁶ Sb ¹ C ²¹	86.8(3)	C ¹¹ Sb ¹ C ²¹	125.0(4)
Sb ¹ –C ²¹	2.143(9)	Sb ¹ ...O ⁵	3.139(12)	C ¹ Sb ¹ O ⁶	83.9(3)	C ² O ¹ C ⁷	116.0(12)
O ¹ –C ²	1.363(13)	Sb ¹ ...O ⁷	3.275(15)	C ¹ Sb ¹ C ²¹	112.4(4)	C ¹² O ² C ¹⁷	121.2(11)
3							
Sb ¹ –O ⁴	2.092(3)	Sb ¹ ...O ¹	3.089(5)	O ⁴ Sb ¹ O ⁶	175.94(12)	C ¹¹ Sb ¹ C ¹	124.57(16)
Sb ¹ –O ⁶	2.124(3)	Sb ¹ ...O ²	3.096(6)	O ⁴ Sb ¹ C ¹¹	87.86(15)	C ²¹ Sb ¹ O ⁶	88.04(16)
Sb ¹ –C ¹¹	2.113(4)	Sb ¹ ...O ³	3.187(4)	O ⁴ Sb ¹ C ²¹	87.90(16)	C ²¹ Sb ¹ C ¹¹	124.51(18)
Sb ¹ –C ²¹	2.096(4)	Sb ¹ ...O ⁵	3.224(4)	O ⁴ Sb ¹ C ¹	98.73(17)	C ²¹ Sb ¹ C ¹	110.75(18)
Sb ¹ –C ¹	2.118(4)	Sb ¹ ...O ⁷	3.361(5)	C ¹¹ Sb ¹ O ⁶	94.46(15)	C ¹ Sb ¹ O ⁶	82.70(17)
4							
Sb ¹ –O ⁴	2.100(3)	Sb ¹ ...O ¹	3.193(5)	O ⁴ Sb ¹ O ⁷	172.95(12)	O ⁷ Sb ¹ C ¹¹	89.05(14)
Sb ¹ –O ⁷	2.110(3)	Sb ¹ ...O ²	3.186(6)	O ⁴ Sb ¹ C ¹	101.61(15)	O ⁷ Sb ¹ C ²¹	91.50(14)
Sb ¹ –C ¹	2.125(4)	Sb ¹ ...O ³	3.123(5)	O ⁴ Sb ¹ C ¹¹	85.52(14)	C ¹¹ Sb ¹ C ¹	109.35(17)
Sb ¹ –C ¹¹	2.115(4)	Sb ¹ ...O ⁵	3.060(7)	O ⁴ Sb ¹ C ²¹	88.40(15)	C ¹¹ Sb ¹ C ²¹	128.57(19)
Sb ¹ –C ²¹	2.122(4)	Sb ¹ ...O ⁸	3.011(6)	O ⁷ Sb ¹ C ¹	84.41(14)	C ²¹ Sb ¹ C ¹	121.88(17)

3.224(4), 3.361(4) (3), 3.011(4), 3.060(4) Å (4), при этом самые короткие контакты, ожидаемо, наблюдаются в молекуле 4, в которой органический радикал в остатке кислоты не содержит электроотрицательных групп, снижающих донорные способности карбонильного кислорода. Атомы кислорода метоксигрупп координированы на атом сурьмы [внутримолекулярные расстояния Sb...O составляют 3.055(5)–3.160(5), 3.081(10)–3.113(11), 3.089(4)–3.187(4), 3.123(5)–3.193(5) Å в соединениях 1–4 соответственно]. Однако в молекулах трех ранее синтезированных дикарбоксилатов трис-(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы, содержащих в карбоксилатных лигандах OC(O)R электроотрицательные заместители (R = CH₂Br, CH₂C₆H₄F-3, C₆H₃F₂-2,3) расстояния Sb...O=C [2.997(2)–3.181(3) Å] и Sb...OMe [3.060(1)–3.203(1) Å] [20] близки к аналогичным величинам, наблюдаемым

в соединениях 1–3, что не свидетельствует о влиянии природы заместителя R на внутримолекулярные контакты атома Sb с потенциальными координирующими центрами лигандов, окружающих центральный атом.

Возможно, особенность строения молекул 1–4, которая проявляется в нарушении типичной для дикарбоксилатов триарилсурьмы *цис*-ориентации карбоксилатных лигандов относительно фрагмента SbC₃, объясняется наличием внутримолекулярных взаимодействий между атомами металла и кислорода метоксигрупп.

Таким образом, реакцией окислительного присоединения впервые синтезирован ряд дикарбоксилатов трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы и изучены особенности их строения. Внутримолекулярная координация атомов кислорода метоксигрупп с центральным атомом металла не изменяет

тригонально-бипирамидальной конфигурации молекул полученных дикарбоксилатов триарилсурьмы, однако приводит к изменению конформации карбоксилатных лигандов, характерной для фенильных производных сурьмы. Во всех дикарбоксилатах триарилсурьмы расстояния Sb–O близки к сумме ковалентных радиусов атомов сурьмы и кислорода, а средние значения длин связей Sb–C изменяются в узком интервале значений и не зависят от числа электроноакцепторных заместителей в карбоксигруппах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры соединений **1–4** записывали на ИК Фурье-спектрометре Shimadzu IRAffinity-1S; образцы готовили таблетированием с KBr (область поглощения 4000–400 см⁻¹). Элементный анализ на углерод и водород выполнен на элементном анализаторе Carlo Erba CHNS-O EA 1108. Температуры плавления измерены на синхронном термоанализаторе Netzsch 449C Jupiter.

Рентгеноструктурный анализ кристаллов соединений **1–4** проводили на автоматическом четырехкружном дифрактометре D8 QUEST Bruker (MoK_α-излучение, λ 0.71073 Å, графитовый монохроматор). Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения проведены по программам SMART и SAINT-Plus [27]. Все расчеты по определению и уточнению структуры выполнены по программам SHELXL/PC [28] и OLEX2 [29]. Структуры соединений **1–4** определены прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Основные кристаллографические данные и результаты уточнения структур приведены в табл. 1, основные длины связей и валентные углы – в табл. 2. Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных [CCDC 2048154 (**1**), 2048288 (**2**), 2048150 (**3**), 2049696 (**4**)].

Бис(пентафторпропионато)трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьма (1). К смеси 117 мг (0.2 ммоль) сольвата трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьмы с бензолом [30] и 66 мг (0.4 ммоль) пентафторпропионовой кислоты в 20 мл диэтилового эфира прибавляли 23 мг 30%-ного водного

раствора пероксида водорода. Полученную смесь выдерживали 18 ч при 20°C. Образовавшиеся кристаллы отфильтровывали и сушили. Выход 148 мг (85%), т. пл. 177°C. Найдено, %: C 31.08; H 2.09. C₂₇H₁₈Cl₃F₁₀O₇Sb. Вычислено, %: C 31.13; H 2.06.

Соединения **2–4** получены аналогично.

Бис(гептафторбутаноато)трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьма (2). Выход 79%, бесцветные кристаллы, т. пл. 147°C. Найдено, %: C 35.69; H 1.92. C₂₉H₁₈Cl₃F₁₄O₇Sb. Вычислено, %: C 35.78; H 1.85.

Бис(пентафторбензоато)трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьма (3). Выход 84%, бесцветные кристаллы, т. разл. 146°C. Найдено, %: C 43.22; H 1.90. C₃₅H₁₈Cl₃F₁₀O₇Sb. Вычислено, %: C 43.36; H 1.86.

Бис(2-метоксибензоато)трис(2-метокси-5-хлорфенил)сурьма (4). Выход 80%, бесцветные кристаллы, т. пл. 201°C. Найдено, %: C 52.26; H 3.81. C₃₇H₃₂O₉Cl₃Sb. Вычислено, %: C 52.31; H 3.77.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шарутин Владимир Викторович, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2582-4893>

Хайбуллина Ольга Андреевна, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0411-6847>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Iftikhar T., Rauf M.K., Sarwar S., Badshah A., Waseem D., Tahir M.N., Khan A., Khan K.M., Khan G.M. // J. Organomet. Chem. 2017. Vol. 851. P. 89. doi 10.1016/j.jorganchem.2017.09.002
2. Mushtaq R., Rauf M.K., Bond M., Badshah A., Ali M.I., Nadhman A., Yasinzaï M. // Appl. Organomet. Chem. 2016. Vol. 30. N 6. P. 465. doi 10.1002/aoc.3456
3. Mushtaq R., Rauf M.K., Bolte M., Nadhman A., Badshah A., Tahir M.N., Yasinzaï M. // Appl. Organomet. Chem. 2017. Vol. 31. N 5. P. e3606. doi 10.1002/aoc.3606
4. Ali M.I., Rauf M.K., Badshah A., Kumar I., Forsyth C.M., Junk P.C., Kedzierski L., Andrews P.C. // J. Chem.

- Soc. Dalton Trans. 2013. Vol. 42. N 48. P. 16733. doi 10.1039/c3dt51382c
5. Ma Y.Q., Yu L., Li J.S. // *Heteroat. Chem.* 2002. Vol. 13. N 4. P. 299. doi 10.1002/hc.10033
6. Islam A., Da Silva J.G., Berbet F.M., Da Silva S.M., Rodrigues B.L., Beraldo H., Melo M.N., Frezard F., Demicheli C. // *Molecules*. 2014. Vol. 19. N 5. P. 6009. doi 10.3390/molecules19056009
7. Liu R.C., Ma Y.Q., Yu L., Li J.S., Cui J.R., Wang R.Q. // *Appl. Organomet. Chem.* 2003. V. 17. N 9. P. 662. doi 10.1002/aoc.491
8. Li J.S., Liu R.C., Chi X.B., Wang G.C., Guo Q.S. // *Inorg. Chim. Acta*. 2004. Vol. 357. N 7. P. 2176. doi 10.1016/j.ica.2003.12.012
9. Ma Y., Li J., Xuan Z., Liu R. // *J. Organomet. Chem.* 2001. Vol. 620. N 1–2. P. 235. doi 10.1016/S0022-328X(00)00799-3
10. Li J.S., Ma Y.Q., Cui J.R., Wang R.Q. // *Appl. Organomet. Chem.* 2001. Vol. 15. N 7. P. 639. doi 10.1002/aoc.200.
11. Zhang X.-Y., Cui L., Zhang X., Jin F., Fan Y.-H. // *J. Mol. Struct.* 2017. Vol. 134. P. 742. doi 10.1016/j.molstruc.2017.01.039
12. Lowe K., Powell R. // *J. Fluor. Chem.* 2001. Vol. 109. N 1. P. 1. doi 10.1016/S0022-1139(01)00371-2
13. Smart B.E. // *J. Fluor. Chem.* 2001. Vol. 109. N 1. P. 3. doi 10.1016/S0022-1139(01)00375-X
14. Park B.K., Kitteringham N.R. // *Drug Metab. Rev.* 1994. Vol. 26, N 3. P. 605. doi 10.3109/03602539408998319
15. Maienfisch P., Hall R.G. // *Chimia Int. J. Chem.* 2004. Vol. 58. N 3. P. 93. doi 10.2533/000942904777678091
16. Wen L., Yin H., Quan L., Wang D. // *Acta Crystallogr. (E)*. 2008. Vol. 64. N. 10. P. m1303. doi 10.1107/s1600536808029656
17. Ferguson G., Kaitner B., Glidewell C., Smith S. // *J. Organomet. Chem.* 1991. Vol. 419. N. 3. P. 283. doi 10.1016/0022-328x(91)80241-b
18. Zhang X.-Y., Cui L., Zhang X., Jin F., Fan Y.-H. // *J. Mol. Struct.* 2017. Vol. 1134. P. 742. doi 10.1016/j.molstruc.2017.01.039
19. Quan L., Yin H., Cui L., Yang M., Wang D. // *Acta Crystallogr.* 2009. Vol. 65. N. 6. P. m656. doi 10.1107/s1600536809017449
20. Шарутин В.В., Шарутина О.К. // *ЖНХ*. 2021. Т. 66. № 3. С. 358. doi 10.31857/S0044457X21030156; Sharutin V.V., Sharutina O.K. // *Russ. J. Inorg. Chem.* 2021. Vol. 66. N 3. P. 361. doi 10.1134/S0036023621030153
21. Шарутин В.В., Шарутина О.К. // *ЖОХ*. 2021. Т. 91. № 4. С. 598. doi 10.31857/S0044460X21040156; Sharutin V.V., Sharutina O.K. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2021. Vol. 91. N 4. P. 672. doi 10.1134/S1070363221040150
22. Шарутин В.В., Поддельский А.И., Шарутина О.К. // *Коорд. хим.* 2020. Т. 46. № 10. С. 579. doi 10.31857/S0132344X20100011; Sharutin V.V., Poddelsky A.I., Sharutina O.K. // *Russ. J. Coord. Chem.* 2020. Vol. 46. N 10. P. 663. doi 10.1134/S1070328420100012
23. Васильев А.В., Гриненко Е.В., Щукин А.О., Федюлина Т.Г. *Инфракрасная спектроскопия органических и природных соединений*. СПб: СПбГЛТА, 2007. 54 с.
24. Тарасевич Б.Н. *ИК спектры основных классов органических соединений*. М.: МГУ, 2012. 55 с.
25. Бацанов С.С. // *ЖНХ*. 1991. Т. 36. № 12. С. 3015.
26. Шарутин В.В., Шарутина О.К., Пакукина А.П., Бельский В.К. // *ЖОХ*. 1997. Т. 67. № 9. С. 1536.
27. SMART and SAINT-Plus. Version 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Madison (WI, USA): Bruker AXS Inc., 1998.
28. SHELXTL/PC. Version 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures from Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison: (WI, USA), 1998.
29. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., Puschmann H. // *J. Appl. Cryst.* 2009. Vol. 42. P. 339. doi 10.1107/S0021889808042726
30. Шарутин В.В., Шарутина О.К. // *ЖОХ*. 2020. Т. 90. № 10. С. 1577. doi 10.31857/S0044460X20100133; Sharutin V.V., Sharutina O.K. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2020. Vol. 90. № 10. P. 1901. doi 10.1134/S1070363220100138

Tris(2-methoxy-5-chlorophenyl)antimony Dicarboxylates as a New Hypercoordinated Antimony Compounds

V. V. Sharutin*, O. K. Sharutina, and O. A. Khaybullina

National Research South Ural State University, Chelyabinsk, 454080 Russia

**e-mail: vvsharutin@rambler.ru*

Received July 7, 2021; revised July 15, 2021; accepted July 17, 2021

The reaction of tris(2-methoxy-5-chlorophenyl)antimony with pentafluoropropionic, heptafluorobutanoic, pentafluorobenzoic and 2-methoxybenzoic acids in the presence of hydrogen peroxide (1:2:1 mol.) in diethyl ether was used to synthesize tris(2-methoxy-5-chlorophenyl)antimony dicarboxylates (2-MeO-5-ClC₆H₃)₃Sb[OC(O)R]₂, R = C₂F₅, C₃F₇, C₆F₅, C₆H₄OMe-2. Structure of the synthesized compounds was studied.

Keywords: tris(2-methoxy-5-chlorophenyl)antimony, perfluorocarboxylic acids, 2-methoxybenzoic, acid, tris(2-methoxy-5-chlorophenyl)antimony dicarboxylates