

СИНТЕЗ БИС(2-ГИДРОКСИПРОПАНОАТА) ТРИФЕНИЛСУРЬМЫ $\text{Ph}_3\text{Sb}(\text{O}_2\text{CCH}(\text{OH})\text{CH}_3)_2$

А.И. Малеева, А.В. Гуцин

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, Россия*

Взаимодействием трифенилсурьмы с 2-гидроксипропановой кислотой в присутствии пероксида водорода в изопропиловом спирте при комнатной температуре в соответствии с методом окислительного присоединения получен бис(2-гидроксипропаноат) трифенилсурьмы $\text{Ph}_3\text{Sb}(\text{O}_2\text{CCH}(\text{OH})\text{CH}_3)_2$, который очищен перекристаллизацией из системы гексан-хлороформ (4:1) и подтвержден данными элементного анализа, ИК, ^1H и ^{13}C -ЯМР спектроскопии. Выход очищенного вещества 55 %, т. пл. 50 °С. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3 , δ , м.д.) содержит сигналы *орто*-протонов 7,82 (d, $J = 71,5$ Hz, 6H), *мета*- и *пара*-протонов 7,60–7,43 (m, 9H) фенильных групп, протонов метиновой и гидроксильной групп 4,26 (dd, $J = 31,6; 5,9$ Hz, 4H), протонов метильных групп 1,43 (s, 6H). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3 , δ_c , м.д.) содержит сигналы: 178,60 (COO-), 135,35 (Sb-C), 131,91 (*o*-Ph), 129,60 (*m*-, *p*-Ph), 66,74 (CH), 20,24 (CH_3). В ИК-спектре имеются сигналы (cm^{-1}): 447–459 $\nu(\text{Sb-C})$, 693 $\nu(\text{Sb-O})$, 734–747 $\nu(\text{C-O})$, 1102–1127 $\delta(\text{C-H})$, 1567–1600 $\nu_{\text{as}}(\text{COO})$, 1306–1384 $\nu_{\text{s}}(\text{COO})$, 2890 $\nu(\text{CH, C-OH})$, 2930–2981 $\nu(\text{CH, CH}_3)$, 3055–3069 $\nu(\text{CH, Ph})$, 3400–3500 $\nu(\text{OH})$. Данные элементного анализа хорошо согласуются с расчетными значениями. Найдено, %: С 54,37, Н 4,81. $\text{C}_{24}\text{H}_{25}\text{O}_6\text{Sb}$. Вычислено, %: С 54,2; Н 4,71.

Ключевые слова: трифенилсурьма, 2-гидроксипропановая кислота, бис(2-гидроксипропаноат) трифенилсурьмы.

Введение

В настоящее время большой интерес представляют металлоорганические соединения сурьмы, содержащие в своем составе различные функциональные группы. Это связано с различными областями их применения. Так, карбоксилаты тетрафенилсурьмы, содержащие в карбоксильном лиганде гидрокси-, метокси- и трифторметильные группы, проявляют противогрибковую, антибактериальную и противоопухолевую активность [1–3]. Некоторые аренсульфонаты пентавалентной сурьмы применяются в тонком органическом синтезе в реакциях конденсации оксиранов [4, 5]. Производные трифенилсурьмы с салициловой и ацетоксибензойной кислотами могут быть использованы в качестве лекарства от лейшманиоза [6, 7]. Активно развивается химия полимеров, содержащих сурьму [8, 9]. Ранее были получены акрилаты, метакрилаты, винилбензоаты и другие производные сурьмы, способные к полимеризации, они были использованы для синтеза металлосодержащих полимеров на основе метилметакрилата, стирола, винилацетата, акриловой кислоты, проявляющих фунгицидную и биоцидную активность [9, 10]. Наличие функциональной группы в составе металлоорганических соединений позволит придавать полученным полимерам гидрофильные или гидрофобные свойства, что может расширить области применения данных материалов.

К настоящему времени известны соли молочной кислоты только для Sb(III), они применяются для закрепления природных красителей на ткани [11], в анализе сурьмасодержащих веществ в биологических объектах [12]. Наличие восстановительных свойств лактатов сурьмы(III) используется в процессах обезвреживания оксидов азота [13] и соединений Cr(VI) [14], представляющих экологическую опасность.

Целью данной работы было осуществление синтеза нового производного трифенилсурьмы с молочной кислотой и изучение его строения.

Экспериментальная часть

Синтез бис(2-гидроксипропаноата) трифенилсурьмы. К раствору 1,8 г (0,005 моль) Ph_3Sb в 2 мл диэтилового эфира добавили 0,01 моль 2-гидроксипропановой кислоты (0,9 мл водного раствора с массовой долей кислоты 87 %), 0,005 моль пероксида водорода (0,42 г пергидроля, содержащего 41,3 % основного вещества) в 8 мл изопропилового спирта. Смесь выдерживали при комнатной температуре 24 ч, осаждения продукта не наблюдалось, поэтому откачали часть растворителя при пониженном давлении, при этом выпал белый хлопьевидный осадок, который перекристаллизовывали из системы гексан-хлороформ (4:1). Выход очищенного вещества 55 %, т. пл. 50 °С.

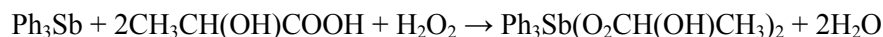
ИК-спектры изучали в таблетке KBr с содержанием исследуемого соединения 1% на спектрофотометре Shimadzu IR Prestige-21, Япония.

ЯМР-спектры изучали в $CDCl_3$ на спектрометре «AjilentDD2 400», США. Расшифровка и моделирование спектров проведены с использованием программы MestReNova (демонстрационная версия).

Элементный анализ проводили методом экспресс-гравиметрии на установке пиролитического сжигания вещества в кварцевой пробирке в токе кислорода.

Обсуждение результатов

Авторами [15] было показано, что при взаимодействии дигалогенидов Ar_3SbX_2 ($X = Br, Cl$) с различными серебряными солями α -гидроксикарбоновых кислот $[AgO_2CC(OH)R_1R_2]$ образуются циклометаллированные комплексы, что связано со стерическими затруднениями. Поэтому для синтеза бис(2-гидроксипропаноата) трифенилсурьмы нами был использован метод окислительного присоединения из 2-гидроксипропановой кислоты, трифенилсурьмы и пероксида водорода [16, 17]:



Ранее данный метод был применен для синтеза других соединений сурьмы с общей формулой Alk_3SbX_2 (где X – электроотрицательная группа) [18–20], а также арильных соединений сурьмы Ar_3SbX_2 с различными предельными [21, 22] и непредельными [23, 24] кислотами.

ИК-спектр бис(2-гидроксипропаноата) трифенилсурьмы имеет полосы поглощения средней интенсивности $447\text{--}459\text{ см}^{-1}$, которые отнесены нами к валентным колебаниям связи Sb-C, полоса поглощения 693 см^{-1} – к валентному колебанию связи Sb-O. Также наблюдаются полосы с высокой интенсивностью в области $1567\text{--}1600\text{ см}^{-1}$, относящиеся к антисимметричным валентным колебаниям COO-группы. В свободной молочной кислоте соответствующее колебание проявляется в области около 1706 см^{-1} [25], т. е. в диацилатах происходит смещение полосы в сторону меньших частот в среднем на 100 см^{-1} .

В полученных спектрах также наблюдаются характеристические частоты симметричных колебаний COO-группы в области $1306\text{--}1384\text{ см}^{-1}$. Полоса поглощения с максимумом в области $3055\text{--}3069\text{ см}^{-1}$ соответствует валентным колебаниям C-H связей фенильных групп. Метиновая группа СН имеет относительно слабую полосу поглощения при 2890 см^{-1} , которая перекрывается интенсивными полосами поглощения валентных колебаний C-H связей метильных групп в области $2930\text{--}2981\text{ см}^{-1}$. Деформационные колебания связей C-H наблюдаются в области $734\text{--}747\text{ см}^{-1}$. В спектре наблюдаются валентные колебания C-O и деформационные колебания OH групп в области $1102\text{--}1127\text{ см}^{-1}$. Также наблюдался широкий пик в области $3400\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ колебаний O-H связи в воде, которая содержалась в качестве примеси в бромиде калия. Волновые числа всех указанных колебаний были близки к соответствующим значениям ранее полученных дикарбоксилатов трифенилсурьмы [16].

Спектр ЯМР 1H ($CDCl_3$, δ , м.д.) содержит сигналы *орто*-протонов 7,82 (d, $J = 71,5\text{ Hz}$, 6H), *мета*- и *пара*-протонов 7,60–7,43 (m, 9H) фенильных групп, протонов метиновой и гидроксильной групп 4,26 (dd, $J = 31,6; 5,9\text{ Hz}$, 4H), протонов метильных групп 1,43 (s, 6H).

Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$, δ_c , м.д.): 178,60 (COO-), 135,35 (Sb-C), 131,91 (*o*-Ph), 129,60 (*m-p*-Ph), 66,74 (CH), 20,24 (CH_3).

Данные элементного анализа хорошо согласуются с расчетными значениями. Найдено, %: C 54,37; H 4,81. $C_{24}H_{25}O_6Sb$. Вычислено, %: C 54,2; H 4,71.

Химия элементоорганических соединений

Таким образом, в результате проведенной работы впервые осуществлен синтез бис(2-гидроксипропаноата) трифенилсурьмы. Состав продукта подтвержден данными элементного анализа, ИК, ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопии.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания 4.5706.2017/БЧ.

Литература

1. Singhal, K. Synthesis, Characterization, and in vitro Antimicrobial and Antitumor Activities of Some Tetraphenylstibonium(V) Carboxylates / K. Singhal, R. Mishra, P. Raj // *Heteroatom Chemistry*. – 2008. – V. 19, № 7. – P. 688–693. DOI: 10.1002/hc.20498
2. Synthesis, Characterization and in vitro Antitumor Activity of Some Arylantimony Ferrocenecarboxylates and Crystal Structures of $\text{C}_5\text{H}_5\text{FeC}_5\text{H}_4\text{CO}_2\text{SbPh}_4$ and $(\text{C}_5\text{H}_5\text{FeC}_5\text{H}_4\text{CO}_2)_2\text{Sb}(4\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4)_3$ / R.C. Liu, Y.Q. Ma, L. Yu et al. // *Appl. Organomet. Chem.* – 2003. – V. 17, № 9. – P. 662–668. DOI: 10.1002/aoc.491
3. Synthesis, Crystal Structures and in vitro Antitumor Activities of Some Arylantimony derivatives of analogues of demethylcantharimide / G.C.Wang, J. Xiao, L. Yu et al. // *J. Organomet. Chem.* – 2004. – V. 689, № 9. – P. 1631–1638. DOI: 10.1016/j.jorganchem.2004.02.015.
4. Fujiwara, M. Tetraphenylstibonium Triflate as a Regio- and Chemoselective Catalyst in the Reaction of Oxiranes with Amines / M. Fujiwara, M. Imada, H. Matsuda // *Tetrahedron Lett.* – 1989. – V. 30. – P. 739–742.
5. Fujiwara, M. Mechanistic Studies of Tetraphenylstibonium Iodide-Catalyzed Cycloaddition of Oxiranes with Heterocumulenes / M. Fujiwara, A. Baba, H. Matsuda // *Bull. Chem. Soc. Jpn.* – 1990. – V. 63. – P. 1069–1073. DOI: 10.1246/bcsj.63.1069
6. Novel Triphenylantimony(V) and Triphenylbismuth(V) Complexes with Benzoic Acid Derivatives: Structural Characterization, in vitro Antileishmanial and Antibacterial Activities and Cytotoxicity against Macrophages / A. Islam, J.G. Da Silva, F.M. Berbet et al. // *Molecules*. – 2014. – V. 19, № 5. – P. 6009–6030. DOI: 10.3390/molecules19056009
7. Anti-leishmanial Activity of Heteroleptic Organometallic Sb(V) Compounds / M.I. Ali, M.K. Rauf, A. Badshah et al. // *Dalton Trans.* – 2013. – V. 42, № 48. – P. 16733–16744. DOI: 10.1039/c3dt51382c
8. Котон, М.М. Металлоорганические соединения и радикалы / М.М. Котон. – М.: Наука, 1985. – С. 13.
9. Карраер, Ч. Металлоорганические полимеры / Ч. Карраер, Дж. Шитс, Ч. Питтмен. – М.: Мир, 1981. – 352 с.
10. Диакрилаты трифенилвисмута и трифенилсурьмы в синтезе металлосодержащего полиметилметакрилата / В.А. Додонов, А.В. Гущин, Ю.Л. Кузнецова, В.А. Моругова // *Вестник ННГУ. Серия «Химия»*. – 2004. – Вып. 1(4). – С. 86–94.
11. Oxley, J.C // *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. – 1907. – V. 22. – P. 370.
12. Hansen, H.R. Analytical Techniques and Methods Used for Antimony Speciation Analysis in Biological Matrices / H.R. Hansen, S.A. Pergantis // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. – 2008. – V. 23, № 1. – P. 1328–1340. DOI: 10.1039/b807599a
13. Pat. CN 102416334 A 20120418 (2012). Appl. Apr. 18. 2012. C. A. 2013.
14. Pat. DE 202010002838 U1 20100617 (2010). Appl. Feb. 23. 2010. C. A. 2010.
15. Synthesis and Structure of Organoantimony (V) Cyclometallates: Transannular Interactions and the Barrier to Cyclisation / H. Barucki, S.J. Coles, J.F. Costello, M.B. Hursthouse // *Journal of Organometallic Chemistry*. – 2001. – V. 622. – P. 265–273. DOI: 10.1016/S0022-328X(00)00923-2
16. Brief Note Improved Methods for the Synthesis of Antimony Triacetate, Triphenylantimony Diacetate, and Pentaphenylantimony / T.C. Thepe, R.I. Garascia, M.A. Selvoski, A.N. Pattel // *Ohio S. Sci.* – 1977. – V. 77, № 3. – P. 134–135.
17. Синтез и строение дикротонаттрифенилсурьмы / А.В. Гущин, О.С. Калистратова, Р.А. Верховых и др. // *Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. Серия «Химия»*. – 2013. № 1(1). – С. 86–90.

18. Одностадийный окислительный синтез диацилатов триметилсурьмы (V) / В.А. Додонов, А.В. Гуцин, О.Г. Воробьев, Т.И. Зиновьева // Изв. АН. Сер. хим. – 1994. – Т. 3. – С. 537–538.
19. Гуцин, А.В. Пероксидное окисление триметилсурьмы в присутствии пропеновой и 2-метилпропеновой кислот / А.В. Гуцин, Е.А. Лаханина, П.В. Андреев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 67–73. DOI: 10.14529/chem170411
20. Гуцин, А.В. Синтез и строение диметакрилата триметилсурьмы / А.В. Гуцин, Е.А. Лаханина, П.В. Андреев // ЖОХ. – 2017. – Т. 87. – Вып. 11. – С. 1856–1859. DOI: 10.1134/S1070363217110135
21. Sowerby, D.B. [Elements of Group 5] / D.W. Sowerby // J. Chem. Res., Synop. – 1979. – V. 30, № С. – Р. 234–304. DOI: 10.1016/S0010-8545(00)82040-8
22. Особенности строения дикарбоксилатов триорганилсурьмы $R_3Sb[OC(O)R']_2$ // В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, А.П. Пакузина и др. // Коорд. Химия. – 2003. – Т. 29. – № 11. – С. 843–851. DOI: 10.1023/B:RUCO.0000003435.72816.ee
23. Синтез и строение диметакрилататрифенилсурьмы / А.В. Гуцин, Д.В. Шашкин, Л.К. Прыткова и др. // ЖОХ. – 2011. – Т. 81. – Вып. 3. – С. 397–400. DOI: 10.1134/S107036321103008X
24. Bis[(E)-3-(4-methoxyphenyl)prop-2-enoato]triphenylantimony(V) Benzene Monosolvate / P.V. Andreev, N.V. Somov, O.S. Kalistratova, A.V. Gushchin et al. // Acta Cryst. Section E. – 2013. – V. 69, № 3. – m167. DOI: 10.1107/S1600536813004674
25. AIST: Integrated Spectral Database System of Organic Compounds. (Data were obtained from the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Japan))

Малеева Алевтина Игоревна – аспирант химического факультета, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23. E-mail: AlevtinaMaleeva@mail.ru

Гуцин Алексей Владимирович – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. 603950, г. Нижний. Новгород, пр. Гагарина, 23. E-mail: gushchin4@yandex.ru

Поступила в редакцию 2 сентября 2018 г.

DOI: 10.14529/chem180406

SYNTHESIS OF TRIPHENYLANTIMONY BIS(2-HYDROXYPROPANOATE) $Ph_3Sb(O_2CCH(OH)CH_3)_2$

A.I. Maleeva, AlevtinaMaleeva@mail.ru

A.V. Gushchin, gushchin4@yandex.ru

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Triphenylantimony bis(2-hydroxypropanoate) $Ph_3Sb(O_2CCH(OH)CH_3)_2$ was obtained by the oxidative addition reaction of triphenylantimony and 2-hydroxypropenoic acid in the presence of hydrogen peroxide in isopropyl alcohol at room temperature. The product was purified by recrystallization from a hexane-chloroform (4:1) mixture and confirmed by elemental analysis, IR, 1H and ^{13}C -NMR spectroscopy. The yield of the purified material was 55 %, m.p. 50 °C. The 1H NMR spectrum ($CDCl_3$, δ , ppm) contained ortho-proton signals of 7.82 (d, $J = 71.5$ Hz, 6H), meta- and para-protons of 7.60–7.43 (m, 9H) of phenyl groups, protons of methyne and hydroxyl groups 4.26 (dd, $J = 31.6, 5.9$ Hz, 4H), protons of methyl groups 1.43 (s, 6H). The ^{13}C NMR spectrum ($CDCl_3$, δ s, ppm) contained the signals: 178.60 (COO-), 135.35 (Sb–C), 131.91 (o-Ph), 129.60 (m-, p-Ph), 66.74 (CH), 20.24 (CH₃). In the IR spectrum there were signals (cm^{-1}): 447–459 ν (Sb–C), 693 ν (Sb–O), 734–747 ν (C–O), 1102–1127 δ (CH), 1567–1600 ν (COO), 1306–1384 ν (COO), 2890 ν (CH, CHOH), 2930–2981 ν (CH, CH₃), 3055–3069

$\nu(\text{CH, Ph})$, 3400–3500 $\nu(\text{OH})$. The elemental analysis data were in good agreement with the calculated values. Found, %: C 54.37, H 4.81. $\text{C}_{24}\text{H}_{25}\text{O}_6\text{Sb}$. Calculated, %: C 54.2, H 4.71.

Keywords: triphenylantimony, 2-hydroxypropanoic acid, triphenylantimony bis(2-hydroxypropanoate)

References

1. Singhal K., Mishra R., Raj P. Synthesis, Characterization, and in vitro Antimicrobial and Antitumor Activities of Some Tetraphenylstibonium(V) Carboxylates. *Heteroatom Chemistry*, 2008, vol. 19, no. 7, pp. 688–693. DOI: 10.1002/hc.20498
2. Liu R.C., Ma Y.Q., Yu L., Li J.S., Cui J.R., Wang R.Q. Synthesis, Characterization and in vitro Antitumor Activity of Some Arylantimony Ferrocenecarboxylates and Crystal Structures of $\text{C}_5\text{H}_5\text{FeC}_5\text{H}_4\text{CO}_2\text{SbPh}_4$ and $(\text{C}_5\text{H}_5\text{FeC}_5\text{H}_4\text{CO}_2)_2\text{Sb}(4\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4)_3$. *Appl. Organomet. Chem.*, 2003, vol. 17, no. 9, pp. 662–668. DOI: 10.1002/aoc.491
3. Wang G.C., Xiao J., Yu L., Li J.S., Cui J.R., Wang R.Q., Ran F.X. Synthesis, Crystal Structures and in vitro Antitumor Activities of Some Arylantimony Derivatives of Analogues of Demethylcantharimide. *J. Organomet. Chem.*, 2004, vol. 689, no. 9, pp. 1631–1638. DOI:10.1016/j.jorganchem.2004.02.015
4. Fujiwara M., Imada M., Matsuda H. Tetraphenylstibonium Triflate as a Regio- and Chemoselective Catalyst in the Reaction of Oxiranes with Amines. *Tetrahedron Lett.*, 1989, vol. 30, pp. 739–742.
5. Fujiwara M., Baba A., Matsuda H. Mechanistic Studies of Tetraphenylstibonium Iodide-Catalyzed Cycloaddition of Oxiranes with Heterocumulenes. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 1990, vol. 63, pp. 1069–1073. DOI: 10.1246/bcsj.63.1069
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. Novel Triphenylantimony(V) and Triphenylbismuth(V) Complexes with Benzoic Acid Derivatives: Structural Characterization, in Vitro Antileishmanial and Antibacterial Activities and Cytotoxicity against Macrophages. *Molecules*, 2014, vol. 19, no. 5, pp. 6009–6030. DOI:10.3390/molecules19056009
7. Ali M.I., Rauf M.K., Badshah A., Kumar I., Forsyth C.M., Junk P.C., Kedzierski L., Andrews P.C. Anti-leishmanial Activity of Heteroleptic Organometallic Sb(V) Compounds. *Dalton Trans.*, 2013, vol. 42, no. 48, pp. 16733–16744. DOI: 10.1039/c3dt51382c
8. Coton M.M. *Metalloorganicheskiye soyedineniya i radikaly* [Organometallic Compounds and Radicals]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 13 p.
9. Carrer C., Sheets J., Pittman C. *Metalloorganicheskiye polimery* [Organometallic Polymers]. Moscow, Mir Publ., 1981. 352 p.
10. Dodonov V.A., Gushchin A.V., Kuznetsova J.L., Morugova V.A. Diacrylates of Triphenylbismuth and Triphenylantimony in the Synthesis of Metal-Containing Polymethylmethacrylate. *Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Ser. Chemistry*, 2004, vol. 1, no. 4, pp. 86–94. (in Russ.)
11. Oxley J.C. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 1907, vol. 22, p. 370.
12. Hansen H.R., Pergantis S.A. Analytical Techniques and Methods Used for Antimony Speciation Analysis in Biological Matrices. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2008, vol. 23, no. 10, pp. 1328–1340. DOI: 10.1039/b807599a
13. Pat. CN 102416334 A 20120418 (2012). Appl. Apr. 18. 2012. C. A. 2013.
14. Pat. DE 202010002838 U1 20100617 (2010). Appl. Feb. 23. 2010. C. A. 2010.
15. Barucki H., Coles S.J., Costello J.F., Hursthouse M.B. Synthesis and Structure of Organoantimony (V) Cyclometallates: Transannular Interactions and the Barrier to Cyclisation. *Journal of Organometallic Chemistry*, 2001, vol. 622, pp. 265–273. DOI: 10.1016/S0022-328X(00)00923-2
16. Thepe T.C., Garascia R.I., Selvoski M.A., Pattel A.N. Brief Note Improved Methods for the Synthesis of Antimony Triacetate, Triphenylantimony Diacetate, and Pentaphenylantimony. *Ohio S. Sci.*, 1977, vol. 77, no. 3, pp. 134–135.
17. Gushchin A.V., Kalistratova O.S., Verkhovykh R.A., Somov N.V., Shashkin D.V., Dodonov V.A. Synthesis and Structure of Triphenylantimony Dicrotonate. *Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Ser. Chemistry*. 2013, no. 1(1), pp. 86–90. (in Russ.)

18. Dodonov V.A., Gushchin A.V., Vorob'ev O.G., Zinov'eva T.I. A One-step Oxidative Synthesis of Trimethylantimony(V) Diacylates. *Russian Chemical Bulletin*, 1994, vol. 43, no. 3, pp. 497–498.
19. Gushchin A.V., Lakhanina E.A., Andreev P.V. Peroxide Oxidation of Trimethylantimony in the Presence of Propenoic and 2-Methylpropenoic Acids. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*, 2017, vol. 9, no. 4, pp. 67–73. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem170411
20. Gushchin A.V., Lakhanina E.A., Andreev P.V. Synthesis and Structure of Trimethylantimony Dimethacrylate. *Russian Journal of General Chemistry*, 2017, vol. 87, no. 11, pp. 2596–2599. DOI: 10.1134/S1070363217110135
21. Sowerby D.B. Elements of Group 5. *J. Chem. Res., Synop.*, 1979, vol. 30, no. C, pp. 234–304. DOI: 10.1016/S0010-8545(00)82040-8
22. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Pakusina A.P., Platonova T.P., Smirnova S.V., Pushilin M.A., Gerasimenko A.V. Structural Features of Triorganylantimony Dicarboxylates $R_3Sb[OC(O)R']_2$. *Russian Journal of Coordination Chemistry*, 2003, vol. 29, no. 11, pp. 780–789. DOI: 10.1023/B:RUCO.0000003435.72816.ee
23. Gushchin A.V., Shashkin D.V., Prytkova L.K., Somov N.V., Baranov E.V., Shavyrin A.S., Rykalin V.I. Synthesis and Structure of Triphenylantimony Dimethacrylate. *Russian Journal of General Chemistry*, 2011, vol. 81, no. 3, pp. 493–496. DOI: 10.1134/S107036321103008X
24. Andreev P.V., Somov N.V., Kalistratova O.S., Gushchin A.V., Chuprunov E.V. Bis[(E)-3-(4-methoxyphenyl)prop-2-enoato]triphenylantimony(V) Benzene Monosolvate. *Acta Cryst. Section E*, 2013, vol. 69, no. 3, m167. DOI: 10.1107/S1600536813004674
25. AIST: Integrated Spectral Database System of Organic Compounds. (Data were obtained from the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Japan)).

Received 2 September 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Малеева, А.И. Синтез бис(2-гидроксипропаноата) трифенилсурьмы $Ph_3Sb(O_2CCH(OH)CH_3)_2$ / А.И. Малеева, А.В. Гушчин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 60–65. DOI: 10.14529/chem180406

FOR CITATION

Maleeva A.I., Gushchin A.V. Synthesis of Triphenylantimony Bis(2-Hydroxypropanoate) $Ph_3Sb(O_2CCH(OH)CH_3)_2$. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*. 2018, vol. 10, no. 4, pp. 60–65. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem180406
