

СИНТЕЗ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДИКАЛИЕВЫХ СОЛЕЙ *N*-АЛКИЛ-*N*-{[*O*-АЛКОКСИ(ГИДРОКСИ)ФОСФОРИЛ]- МЕТИЛ}ДИТИОКАРБАМИНОВЫХ КИСЛОТ

© 2020 г. И. И. Мирзаянов^{а,*}, А. Р. Гарифзянов^а, Д. Р. Исламов^б, В. Г. Штырлин^а

^а Химический институт имени А. М. Бутлерова Казанского федерального университета,
ул. Кремлевская 18, Казань, 420008 Россия

^б Институт органической и физической химии имени А. Е. Арбузова, Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, 420088 Россия

*e-mail: ildar4016@mail.ru

Поступило в Редакцию 31 июля 2019 г.

После доработки 31 июля 2019 г.

Принято к печати 6 августа 2019 г.

Разработана однореакторная методика получения дикалиевых солей *N*-алкил-*N*-{[*O*-алкокси(гидрокси)-фосфорил]метил}дитиокарбаминовых кислот. Синтезированы и выделены в индивидуальном виде дикалиевые соли *N*-изопропил-, *N*-бутил- и *N*-циклогексил-*N*-{[гидрокси(*O*-этокси)фосфорил]метил}-дитиокарбаминовых кислот и *N*-{[*O*-бутоксид(гидрокси)фосфорил]метил}-*N*-(2-метоксипропил)дитиокарбаминовой кислоты. Для последнего соединения установлена кристаллическая и молекулярная структура.

Ключевые слова: дитиокарбаматы, аминокислоты, кристаллическая структура

DOI: 10.31857/S0044460X20030084

Соединения с дитиокарбаматной группой NC(S)SH в молекуле широко используются в аналитической химии как реагенты для экстракционного разделения и фотометрического определения халькофильных элементов, а также в качестве вулканизаторов каучука, инсектофунгицидов [1]. Комплексы дитиокарбаматов природных аминокислот с катионами Mn(II), Cu(II), Fe(II), Au(III), Sn(IV), Pd(II) проявляют канцеростатические и бактерицидные свойства, а также используются при исследовании биохимических процессов с участием оксида азота [2–8].

Из соответствующих аминов и диалкилфосфитов через интермедиаты 1–3 нами синтезированы фосфорорганические производные дитиокарбаматов – дикалия алкил{[*N*-алкил-*N*-(карбодитиоато)-амино]метил}фосфонаты 4а–г с целью исследования их комплексообразующих свойств [9].

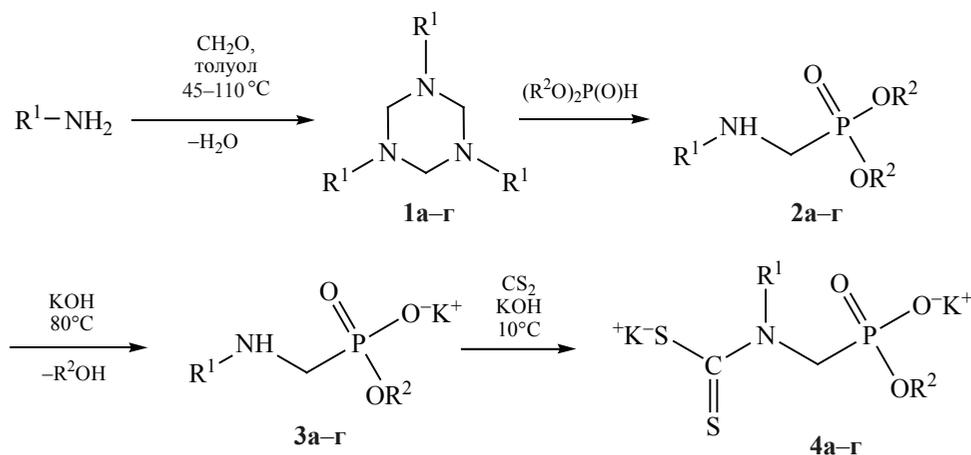
Предварительно было установлено, что калиевая соль [(изопропиламино)метил](*O*-этил)фос-

фоновой кислоты 3а в среде водного этанола в присутствии эквимольного количества гидроксида калия на холоду реагирует с сероуглеродом и с высоким выходом образует соль 4а.

Так как аминокислоты коммерчески недоступны, более рационально синтезировать соединения 4 четырехстадийным способом из первичных аминов, параформальдегида, диалкилфосфита и сероуглерода без выделения интермедиатов 1–3 (схема 1). Тщательное соблюдение стехиометрических соотношений, температурных режимов, контроль полноты протекания отдельных стадий по данным ЯМР ³¹P позволяет получать неочищенные продукты реакции 4 с выходом более 92%. Потери при перекристаллизации не превышают 20%.

Синтезированные соли 4а–г представляют собой белые кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, метаноле, этаноле. С катионами меди(II) они образуют окрашенные водорас-

Схема 1.



творимые координационные соединения $[CuL_2]^{2-}$, в электронных спектрах поглощения которых наблюдается интенсивная полоса переноса заряда ($\lambda = 436 \text{ nm}$, $lg\epsilon = 4.10$ для комплекса с соединением 4б).

Структура соединения 4г в кристалле была установлена методом рентгеноструктурного анализа (рис. 1, 2). Кристаллическая упаковка соединения 4г представляет собой слои (*0bc*), образованные ионными взаимодействиями. Слои связаны между собой взаимодействиями $C-H \cdots N-C$. Метоксигруппа разупорядочена по двум положениям и уточнена с заселенностями 0.84 и 0.16.

Ранее подобные структуры комплексов ионов K^+ , Rb^+ и Cs^+ с анионом *N*-карбодитиоато-*L*-пролина были охарактеризованы методом PCA в работе [10].

Таким образом, предложенная нами одnoreакторная методика синтеза позволяет получать нейтральные соли *N*-алкил-*N*-{[*O*-алкокси(гидрокси)-фосфорил]метил}дитиокарбаминовых кислот из доступных исходных реагентов. Комплексы меди(II) с подобными лигандами – предмет наших дальнейших исследований, включая оценку их противоопухолевой активности.

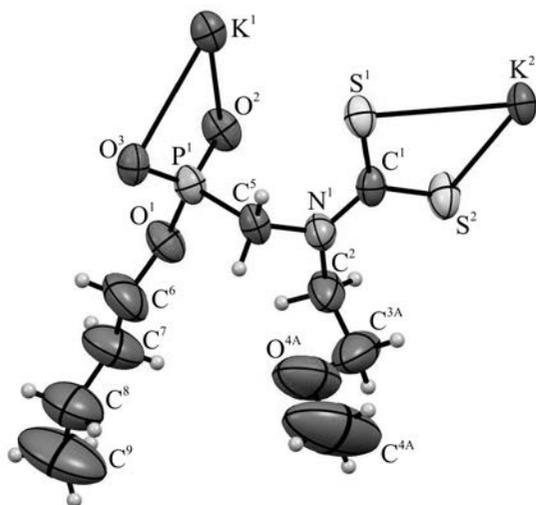


Рис. 1. Общий вид молекулы соединения 4г в кристалле.

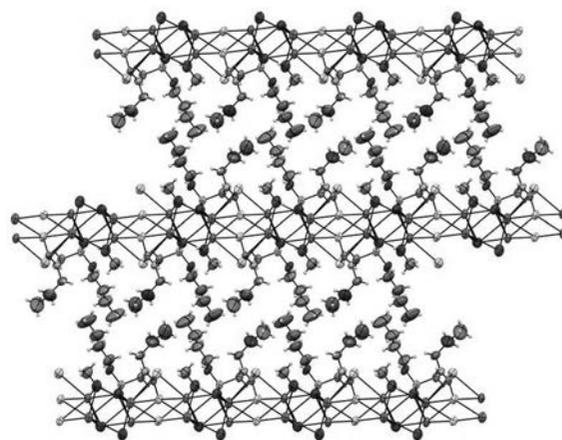


Рис. 2. Фрагмент кристаллической упаковки соединения 4г (вид вдоль оси *b*).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C и ^{31}P зарегистрированы на приборе Bruker AVANCE III 400 с рабочими частотами 400, 100 и 162 МГц соответственно в дейтероацетонитриле CD_3CN и дейтерированной воде D_2O . Рентгеноструктурное исследование кристалла $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{K}_2\text{NO}_5\text{PS}_2$ **4г** проведено на дифрактометре Bruker Карра APEX II с рентгеновским излучением MoK_α ($\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$) при 296(2) К. Использовали программы APEX3 [11], SAINT [12], SADABS (учет поглощения) [13], SHELXT (расшифровка структуры) [14]; структуру уточняли методом наименьших квадратов SHELXL [15] в пакете программ Olex2 [16].

Дикалиевые соли *N*-алкил-*N*-{*O*-алкокси(гидрокси)фосфорил}метил}дитиокарбаминных кислот. Смесь 0.1 моль соответствующего первичного амина и 3.06 г (0.102 моль) параформальдегида в 50 мл смеси толуол–гексан (5:1) перемешивали при 50°C 1 ч до растворения параформальдегида, затем кипятили с насадкой Дина–Старка до прекращения выделения воды (1.8 мл). К полученному раствору триазинана **1** добавляли 0.1 моль соответствующего диалкилфосфита и кипятили смесь до исчезновения в спектре ЯМР ^{31}P реакционной смеси сигнала диалкилфосфита в области 7 м. д. Растворитель удаляли в вакууме, полученный алкиламинометилфосфонат **2** растворяли в 20 мл этанола, добавляли 6.0 г гидроксида калия, 2 мл воды и кипятили 4 ч до завершения реакции гидролиза (исчезновение в спектре ЯМР ^{31}P сигнала алкиламинометилфосфоната **2** при 18–20 м. д.), затем удаляли этанол в вакууме. Смесь охлаждали с помощью ледяной бани, добавляли 6.0 г КОН, 40 мл воды, при температуре не выше 10°C и перемешивании в течение 1 ч, затем добавляли 6.54 мл (0.11 моль) свежеперегнанного сероуглерода и перемешивали еще 4 ч при комнатной температуре. Воду и легколетучие вещества удаляли при пониженном давлении, остаток сушили в вакуум-эксикаторе над прокаленным CaCl_2 . Продукт перекристаллизовывали из смеси диоксан–этанол (**4а**, **б**, **г**) или этанола (**4в**) и сушили в вакуумном сушильном шкафу при 60°C (5 мм рт. ст.)

Дикалия этил{изопропил(карбодитиоато)амино}метил}фосфонат (4а**).** Выход 27.01 г (81%), белое кристаллическое вещество, т. разл. 197°C

(диоксан–этанол). Спектр ЯМР ^1H (D_2O), δ , м. д. (J , Гц): 0.91 д (6H, CH_3CH , $^3J_{\text{HH}} = 6.9$ Гц), 0.93 м (3H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$), 3.67 д. т (2H, OCH_2CH_3 , $^3J_{\text{HP}} = 14.0$, $^3J_{\text{HH}} = 7.1$ Гц), 4.14 д (2H, PCH_2N , $^2J_{\text{HP}} = 13.4$ Гц), 5.53 септет (1H, CH_3CH , $^3J_{\text{HH}} = 6.7$ Гц). Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ (D_2O), δ_{C} , м. д. (J , Гц): 16.0 д ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{CP}} = 6.3$ Гц), 19.2 (CH_3CH), 46.3 д (PCH_2N , $^1J_{\text{CP}} = 148.7$ Гц), 55.0 (CH_3CH), 60.9 д (POCH_2 , $^2J_{\text{CP}} = 5.9$ Гц), 208.9 (CSSK). Спектр ЯМР $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ (D_2O): δ_{P} 18.3 м. д. Найдено К, %: 23.53. $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{K}_2\text{NO}_3\text{PS}_2$. Вычислено К, %: 23.45.

Дикалия этил{бутил(карбодитиоато)амино}метил}фосфонат (4б**).** Выход 26.76 г (77%), белое кристаллическое вещество, т. разл. 195°C (диоксан–этанол). Спектр ЯМР ^1H (D_2O), δ , м. д. (J , Гц): 0.83 т (3H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$, $^3J_{\text{HH}} = 7.4$ Гц), 1.15 т (3H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{HH}} = 7.1$ Гц), 1.18–1.27 м (2H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 1.56–1.64 м (2H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 3.83–3.90 м (2H, OCH_2CH_3), 4.09 т (2H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}$, $^3J_{\text{HH}} = 7.1$ Гц), 4.53 д (2H, PCH_2N , $^2J_{\text{HP}} = 12.3$ Гц). Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ (D_2O), δ_{C} , м. д. (J , Гц): 13.2 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 16.2 д ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{CP}} = 5.8$ Гц), 19.5 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 27.5 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 59.3 д (PCH_2N , $^1J_{\text{CP}} = 144.6$ Гц), 53.7 ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}$), 61.6 д (OCH_2CH_3 , $^2J_{\text{CP}} = 5.7$ Гц), 208.9 (CSSK). Спектр ЯМР $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ (D_2O): δ_{P} 17.5 м. д. Найдено К, %: 22.41. $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{K}_2\text{NO}_3\text{PS}_2$. Вычислено К, %: 22.50.

Дикалия этил{(карбодитиоато)циклогексиламино}метил}фосфонат (4в**).** Выход 31.37 г (84%), белое кристаллическое вещество, т. разл. 213°C (этанол). Спектр ЯМР ^1H (D_2O), δ , м. д. (J , Гц): 0.78–1.06 м (5H, CH^aH^e), 0.92 т (3H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{HH}} = 7.1$ Гц), 1.16–1.58 м (5H, CH^aH^e), 3.65 д. т (2H, OCH_2CH_3 , $^3J_{\text{HP}} = 14.2$, $^3J_{\text{HH}} = 7.0$ Гц), 4.17 д (2H, PCH_2N , $^2J_{\text{HP}} = 10.8$ Гц), 5.14 м (1H, $\text{cyclo-C}^1\text{H}$). Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ (D_2O), δ_{C} , м. д. (J , Гц): 16.1 д ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{CP}} = 6.1$ Гц), 25.0 ($\text{cyclo-C}^2\text{H}_2$, $\text{cyclo-C}^6\text{H}_2$), 25.5 ($\text{cyclo-C}^3\text{H}_2$, $\text{cyclo-C}^5\text{H}_2$), 29.9 ($\text{cyclo-C}^4\text{H}_2$), 47.2 д (PCH_2N , $^1J_{\text{CP}} = 148.4$ Гц), 60.9 д (POCH_2 , $^2J_{\text{CP}} = 5.7$ Гц), 63.5 ($\text{cyclo-C}^1\text{H}$), 208.7 (CSSK). Спектр ЯМР $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ (D_2O): δ_{P} 18.2 м. д. Найдено К, %: 20.82. $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{K}_2\text{NO}_3\text{PS}_2$. Вычислено К, %: 20.93.

Дикалия бутил{(карбодитиоато)(2-метоксиэтил)амино}метил}фосфонат (4г**).** Выход 28.31 г (75%), белое кристаллическое вещество, т. разл. 177°C (диоксан–этанол). Спектр ЯМР ^1H (CD_3CN), δ , м. д.: 0.89 м ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 1.34 м ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$),

1.56 м ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 3.38 с (CH_3O), 3.82 м (POCH_2), 4.37 м ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{N}$), 4.65 м ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{N}$), 4.75 м (PCH_2N). Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{\text{H}\}$ (CD_3CN), δ_{C} , м. д. (J , Гц): 13.6 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 19.1 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 33.1 с ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$), 51.7 д (PCH_2N , $^1J_{\text{CP}} = 143.4$ Гц), 52.3 ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{N}$), 58.5 ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{N}$), 64.6 д (POCH_2 , $^2J_{\text{CP}} = 6.2$ Гц), 69.9 (CH_3O), 212.5 (CSSK). Спектр ЯМР $^{31}\text{P}\{\text{H}\}$ (CD_3CN): δ_{P} 16.8 м. д. Найдено К, %: 20.80. $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{K}_2\text{NO}_3\text{PS}_2$. Вычислено К, %: 20.71.

Диэтил[(изопропиламино)метил]фосфонат (2a) синтезировали по методике [17]. Выход 19.04 г (91%) бесцветная маслянистая жидкость, т. кип. 57°C (3.7×10^{-3} мм рт. ст.), n_{D}^{20} 1.4321. ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 0.94 д (6H, CH_3CH , $^3J_{\text{HH}} = 6.5$ Гц), 1.27 т (6H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{HH}} = 7.0$ Гц), 2.95 д (2H, PCH_2N , $^2J_{\text{HP}} = 11.3$ Гц), 3.44 септет (1H, CH_3CH , $^3J_{\text{HH}} = 6.5$ Гц), 4.10 д. т (1H, CH_3CH , $^3J_{\text{HP}} = 12.1$, $^3J_{\text{HH}} = 7.0$ Гц). Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{\text{H}\}$ (CDCl_3), δ_{C} , м. д. (J , Гц): 16.4 д ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{CP}} = 6.2$ Гц), 17.4 (CH_3CH), 46.2 д (PCH_2N , $^1J_{\text{CP}} = 165.4$ Гц), 52.0 д (POCH_2 , $^2J_{\text{CP}} = 11.3$ Гц), 62.0 д (CH_3CH , $^3J_{\text{CP}} = 6.7$ Гц). Спектр ЯМР $^{31}\text{P}\{\text{H}\}$ (CDCl_3): δ_{P} 25.2 м. д.

Калия этил[(изопропиламино)метил]фосфонат (3a). Выход 17.56 г (88%), белый гигроскопичный порошок. Спектр ЯМР ^1H (D_2O), δ , м. д. (J , Гц): 0.97 д (6H, CH_3CH , $^3J_{\text{HH}} = 6.4$ Гц), 1.18 т (3H, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{HH}} = 7.1$ Гц), 2.68 д (2H, PCH_2N , $^2J_{\text{HP}} = 13.4$ Гц), 2.80 септет (1H, CH_3CH , $^3J_{\text{HH}} = 6.3$ Гц), 3.84 д. т (2H, OCH_2CH_3 , $^3J_{\text{HP}} = 14.2$, $^3J_{\text{HH}} = 7.1$ Гц). Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{\text{H}\}$ (D_2O), δ_{C} , м. д. (J , Гц): 15.9 д ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $^3J_{\text{CP}} = 5.9$ Гц), 20.9 (CH_3CH), 42.0 д (PCH_2N , $^1J_{\text{CP}} = 142.8$ Гц), 49.4 д (POCH_2 , $^2J_{\text{CP}} = 12.8$ Гц), 60.8 (CH_3CH). Спектр ЯМР $^{31}\text{P}\{\text{H}\}$ (D_2O): δ_{P} 22.4 м. д. Найдено К, %: 18.08. $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{KNO}_3\text{P}$. Вычислено К, %: 17.83.

Рентгеноструктурное исследование кристалла соединения 4г. Кристаллы соединения **4г** моноклинные, $\text{C}_{10}\text{H}_{22}\text{K}_2\text{NO}_5\text{PS}_2$, размер кристалла $0.388 \times 0.253 \times 0.162$ мм³, M 409.57 г/моль, пространственная группа $P2_1/c$, $Z = 4$, $a = 16.973(2)$ Å, $b = 7.5769(8)$ Å, $c = 16.6439(19)$ Å, $\beta = 113.976(6)^\circ$, $V = 1955.8(4)$ Å³, $d_{\text{выч}} = 1.391$ г/см³, $\mu = 0.795$ мм⁻¹, собрано отражений 24196 ($-21 \leq h \leq 21$, $-9 \leq k \leq 9$, $-20 \leq l \leq 20$), в пределах 2θ от 4.916 до 52.892° , 4001 независимое отражение ($R_{\text{int}} 0.1002$), 205 параметров уточнения, $R_1 = 0.0509$, $wR^2 = 0.1211$ [$I \geq$

$2\sigma(I)$], максимальная остаточная электронная плотность 0.25 (-0.36) $e/\text{Å}^3$. Кристаллографические данные депонированы в Кембриджский банк рентгеноструктурных данных (CCDC 1942246).

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 18-33-20072).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бьерько В. М. Дитиокарбаматы. М.: Наука, 1984. 342 с.
2. Bai Z., Zhang J., Zhang Q., Zhang T., Li J., Zhao Q., Wang Z., He D., Cheng J., Zhang J., Liu B. // Eur. J. Med. Chem. 2018. Vol. 159. P. 339. doi 10.1016/j.ejmech.2018.10.004
3. Criado J. J., Lopez-Arias J. A., Macias B., Fernandez-Lago L. R., Salas J. M. // Inorg. Chim. Acta. 1992. Vol. 193. N 2. P. 229. doi 10.1016/s0020-1693(00)80357-6
4. Pustelny K., Bielanska J., Plonka P.M., Rosen G.M., Elas M. // Nitric Oxide. 2007. Vol. 16. N 2. P. 202. doi 10.1016/j.niox.2006.10.002
5. Dennis K.E., Valentine W.M. // Chem. Res. Toxicol. 2015. Vol. 28. N 4. P. 682. doi 10.1021/tx500450x
6. Valentine H.L., Viquez O.M., Amarnath K., Amarnath V., Zyskowski J., Kassa E.N., Valentine W.M. // Chem. Res. Toxicol. 2009. Vol. 22. N 1. P. 218. doi 10.1021/tx8003714
7. Srivastava A. K. // J. Indian Chem. Soc. 2009. Vol. 86. N 3. P. 281.
8. Giovagnini L., Sitran S., Montopoli M., Caparrotta L., Corsini M., Rosani C., Zanella P., Dou Q.P., Fregona D. // Inorg. Chem. 2008. Vol. 47. N 14. P. 6336. doi 10.1021/ic800404e
9. Аксенин Н.С., Бухаров М.С., Гарифзянов А.Р., Серов Н.Ю., Гилязетдинов Э.М., Мирзаянов И.И., Штырлин В.Г. // Сб. матер. XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров, 2019. С. 239.

10. *Tlahuext H., Rosas-Valdéz E., López-Cardoso M., Román-Bravo P., Vargas-Pineda G., Montiel-Palma V., Coterro-Villegas A.M., Pérez-Redondo M.C., Cea-Olivares R.* // *J. Mol. Struct.* 2018. Vol. 1169. P. 68. doi 10.1016/j.molstruc.2018.05.029
11. Bruker. APEX3 Crystallography software Suite, Bruker AXS, Inc., Madison, WI, USA, 2016.
12. Bruker. SAINT. Crystallography software Suite, Bruker AXS, Inc., Madison, WI, USA, 2016.
13. *Krause L., Herbst-Irmer R., Sheldrick G.M., Stalk D.J.* // *Appl. Crystallogr.* 2015. Vol. 48. P. 3. doi 10.1107/S1600576714022985
14. *Sheldrick G.M.* // *Acta Crystallogr. (A)*. 2015. Vol. 71. P. 3. doi 10.1107/S2053273314026370
15. *Sheldrick G.M.* // *Acta Crystallogr. (A)*. 2008. Vol. 64. P. 112. doi 10.1107/S0108767307043930
16. *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
17. *Захаров С.В., Нуриязданова Г.К., Гарифзянов А.Р., Галкин В.И., Черкасов Р.А.* // *ЖОХ*. 2004. Т. 74. Вып. 6. С. 873; *Zakharov S.V., Nuriyazdanova G.Kh., Garifzyanov A.R., Galkin V. I., and Cherkasov R.A.* // *Russ. J. Gen. Chem.* 2004. Vol. 74. N 6. P. 873. doi 10.1023/B:RUGC.0000042422.61124.b3

Synthesis and Crystal Structure of Dipotassium Salts of *N*-Alkyl-*N*-{[*O*-alkoxy(hydroxy)phosphoryl]methyl}-dithiocarbamic Acids

I. I. Mirzayanov^{a,*}, A. R. Garifzyanov^a, D. R. Islamov^b, and V. G. Shtyrilin^a

^a*A.M. Butlerov Institute of Chemistry, Kazan Federal University, Kazan, 420008 Russia*

^b*A.E. Arbusov Institute of Organic and Physical Chemistry, Federal Research Center*

“Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Kazan, 420088 Russia

**e-mail: ildar4016@mail.ru*

Received July 31, 2019; revised July 31, 2019; accepted August 6, 2019

A one-pot method was developed for the synthesis of dipotassium salts of *N*-alkyl-*N*-{[*O*-alkoxy(hydroxy)phosphoryl]methyl}dithiocarbamic acids. Dipotassium salts of *N*-isopropyl-, *N*-butyl- and *N*-cyclohexyl-*N*-{[hydroxy(*O*-ethoxy)phosphoryl]methyl}dithiocarbamic acids and *N*-{[*O*-butoxy(hydroxy)phosphoryl]methyl}-*N*-(2-methoxyethyl)dithiocarbamic acid were synthesized and isolated individually. A crystalline and molecular structure was established for the latter compound.

Keywords: dithiocarbamates, aminophosphonic acids, crystal structure