

СИНТЕЗ ПЕРВЫХ N-ОРГАНИЛ-S-СИЛИЛОРГАНИЛПРОИЗВОДНЫХ 2-МЕРКАПТОБЕНЗОТИАЗОЛА

© 2023 г. Н. О. Ярош¹, Л. В. Жилицкая^{1,*}, И. А. Дорофеев¹

¹ Иркутский институт химии имени А. Е. Фаворского Сибирского отделения Российской академии наук,
ул. Фаворского 1, Иркутск, 1664033 Россия
*e-mail: lara_zhilitskaya@irioch.irk.ru

Поступило в редакцию 6 декабря 2022 г.

После доработки 10 января 2023 г.

Принято к печати 12 января 2023 г.

В результате реакции алкилирования 2-[диметил-(фенил)/(фенилэтинил)силил]метилтио]бензотиазолов α -иодкетонами алифатического, ароматического и гетероароматического рядов в отсутствие основных сред и растворителей получены и идентифицированы методами ЯМР, УФ спектроскопии неизвестные ранее соли на основе 2-меркаптобензотиазоливых катионов.

Ключевые слова: 2-[(диметилфенилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазол, 2-[(диметилфенилэтинилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазол, 1-иод-пропан-2-он, 1-иод-2-*n*-толилэтан-2-он, 2-иод-1-(2-тиенил)-1-этанол, алкилирование, трииодиды

DOI: 10.31857/S0044460X23020087, **EDN:** QBMRWD

Интерес к производным 2-меркаптобензотиазола обусловлен их ценными прикладными свойствами. Приведем лишь несколько опубликованных примеров биологической активности производных 2-меркаптобензотиазола [1–5]. В промышленности их производные используются в качестве ингибиторов коррозии металлов [6, 7], компонентов смазочных и люминесцентных материалов [7, 8], являются сорбентами микроэкстракции следовых количеств металлов, в том числе благородных [9] и представляют важный класс ускорителей вулканизации резины [10].

Наряду с органическими соединениями 2-меркаптобензотиазола его кремнийорганические аналоги также являются ценными реагентами и синтетическими структурными блоками для других более сложных молекул в органическом и элементоорганическом синтезе и занимают важное место в химии полимеров и материаловедении [6, 9, 11].

Основной путь синтеза кремнийорганических производных 2-меркаптобензотиазола основан на реакции каталитического S-алкилирования 2-меркаптобензотиазола или его S-натриевых солей триорганил(хлорметил)силанами в системе бензол–ДМФА [12] или иодметилпроизводными силанов и силоксанов в присутствии или отсутствии основных сред без катализатора [13–16]. Наличие в молекуле 2-меркаптобензотиазола кремнийорганических заместителей, содержащих биогенные элементы, может придать соединениям новые свойства интересные как в научном, так и прикладном аспектах. Однако диалкилированные кремнийорганические производные 2-меркаптобензотиазола остаются не изученными. Восполнение этого пробела является целью данного исследования. Для этого 2-меркаптобензотиазол **1** ввели в реакцию S-силилалкилирования с 1-(иодметил)-диметил(фенил)силаном **2a** или 1-(иодметил)-диметил(фенилэтинил)силаном **2b** в присутствии ос-

Схема 1.

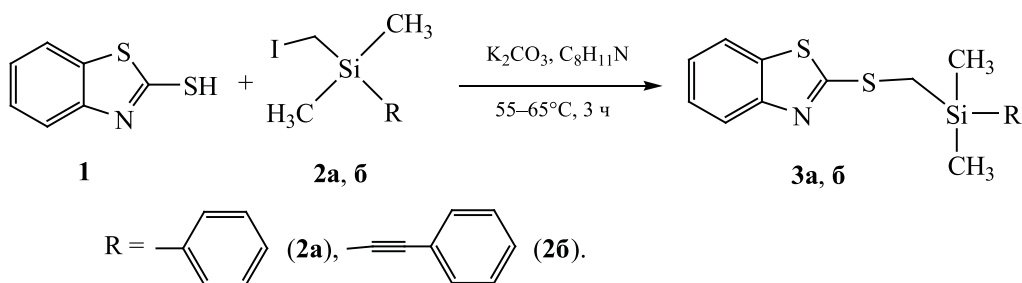
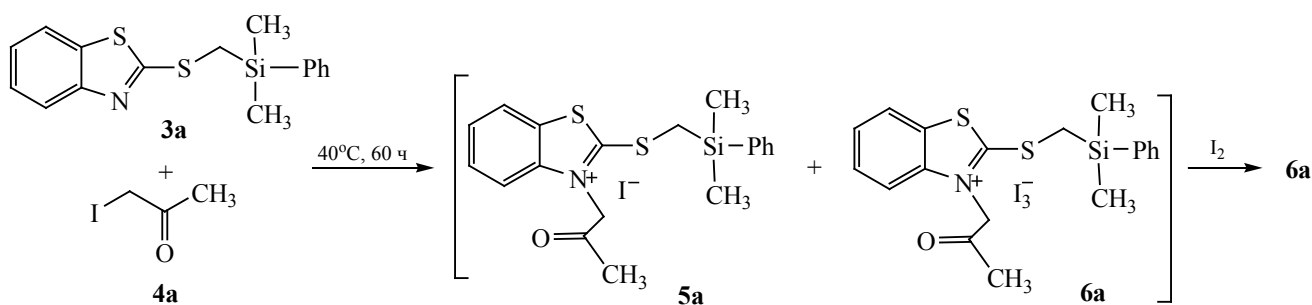


Схема 2.



нования (схема 1). Реакция успешно протекает за 3 часа в отсутствие растворителя. Его роль выполняют кремнийорганические алкилирующие агенты. Синтезированные 2-[(диметилфенилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазол **3а** и 2-[(диметилфенилэтинилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазол **3б** выделены с выходом 81 и 74% соответственно.

Основываясь на предложенном нами ранее методе получения солей азолия [13–16], 2-[(диметил-(фенил)/(фенилэтинил)силил)метилтио]-1,3-бензотиазолы **3а, б** далее были вовлечены в реакцию алкилирования с α -иодкетонами алифатического, ароматического и гетероциклического рядов в отсутствие основных сред и катализаторов. Обоснованность получения солевых форм определяется возрастающим интересом к солям гетероциклических соединений, обладающих широким диапазоном применения в различных областях науки и техники [17, 18].

Взаимодействие 2-[(диметилфенилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазола **3а** с 1-иод-пропан-2-оном **4а** при 40°C как в присутствии, так и в отсут-

ствии растворителей приводит к образованию (по данным УФ спектроскопии) смеси трудноразделимых моно- и трииодидов N-2-оксипропил-2-[(диметилфенилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазолия **5а** и **6а** (схема 2). В отсутствие растворителя смесь гомогенизируется за счет образования трииодида **6а**. Полная конверсия реагентов достигается за 60 ч. Реакция протекает исключительно по атому азота, о чем свидетельствует наличие в спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C сигналов атомов водорода и углерода CH_2 -группы кетонового фрагмента при 6.00 и 58.36 м. д. соответственно.

Формирование трииодида возможно за счет появления в реакционной смеси некоторого количества молекулярного иода, который образуется в результате побочных реакций, протекающих с исходным иодкетонам на свету за время реакции. Образовавшийся трииодид выступает в роли растворителя/соразтворителя и не позволяет выделить моноиодид **5а** в чистом виде, поэтому смесь продуктов **5а** и **6а** была обработана иодом. Выход трииодида **6а** составил 76% (схема 2). Чтобы

Схема 3.

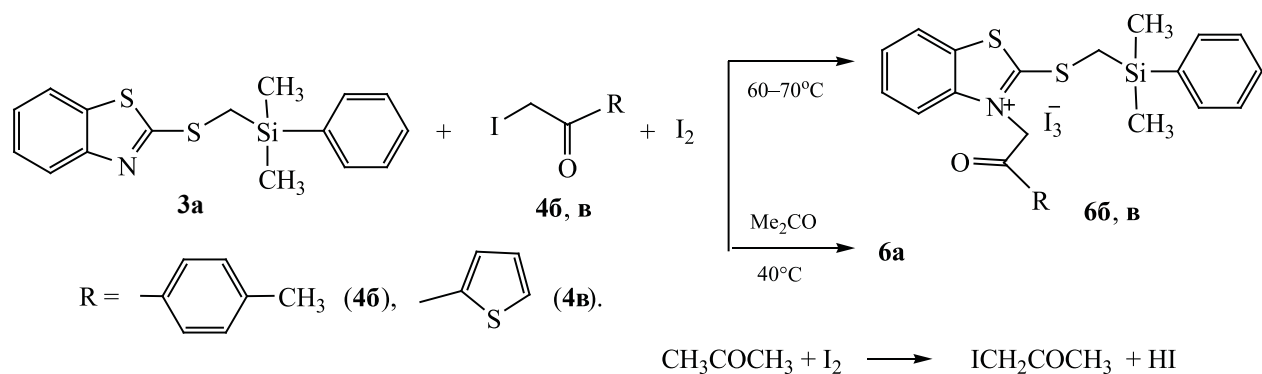
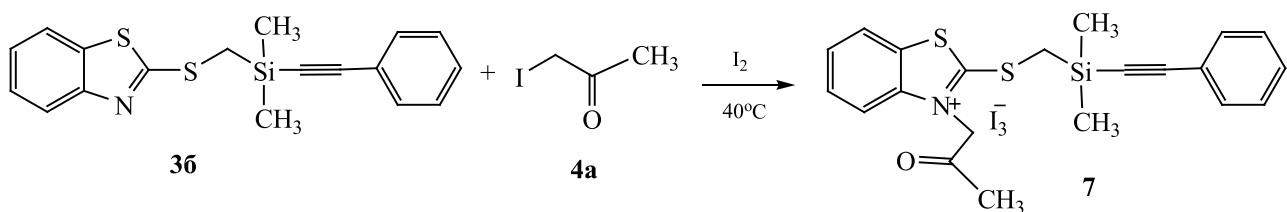


Схема 4.



избежать образования смеси иодидов, реакцию N-алкилирования 2-[(диметилфенилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазола **3а** с 1-иод-2-*n*-толил-этан-2-оном **4б** и 1-иод-2-(тиен-2-ил)этан-2-оном **4в** проводили в присутствии иода при 60–70°C (схема 3).

При проведении реакции в ацетоне основным продуктом оказался трииодид N-2-оксопропил-2-[(диметилфенилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазолия **6а**. Его образование, вероятно, связано с параллельной реакцией, в которой произошло иодирование ацетона. Образовавшийся 1-иодпропан-2-он, как более реакционноспособный по сравнению со своими ароматическими и гетероароматическими аналогами, выступил алкилирующим агентом в этой реакции (схема 3).

Взаимодействие 2-[(диметилфенилэтинилсилил)метилтио]-1,3-бензотиазола **3б** с кетоном **4а** в присутствии иода протекает аналогично (схема 4). Однако выход соединения **7** составил 35%. Оказалось, что процесс N-алкилирования в этих условиях сопровождается расщеплением связи Si–C_{sp} с образованием силоксановых продуктов, что подтверждается наличием в спектрах ЯМР ²⁹Si реакционной смеси сигналов атомов кремния при

4.9 м. д. Ацетиленовые производные, полученные при взаимодействии бензотиазола **3б** с кетонами **4б** и **4в** при 70°C, по данным ЯМР ¹H, ¹³C и ²⁹Si реакционной смеси, зафиксированы лишь в следовых количествах.

Полученные данные свидетельствуют о том, что синтез кремнийацетиленовых N-производных 2-меркаптобензотиазола возможен в отсутствие растворителей и оснований при температуре, не превышающей 40°C. Повышение температуры приводит к расщеплению связи Si–C_{sp}.

Синтезированные соединения **3а**, **б** представляют собой бесцветные кристаллические вещества, **6а**, **в** – темно-красные порошки. Полииодиды **6б**, **7** – темно-красные масла и по физико-химическим характеристикам их можно отнести к новому типу кремнийорганических ионных жидкостей, которые могут найти применение в качестве ПАВ, растворителей органических, биоорганических и неорганических веществ [19, 20].

Состав и строение соединений **3а**, **б**, **6а–в**, **7** подтверждены данными элементного анализа, ЯМР и УФ спектроскопии.

Таким образом, предложен метод синтеза N-органил-S-силилорганилпроизводных 2-меркаптобензотиазола, в основе которого лежит реакция алкилирования.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{29}Si регистрировали на приборе Bruker DPX-400 с рабочими частотами 400.13 (^1H), 100.61 (^{13}C), 79.5 (^{29}Si) МГц соответственно. В качестве растворителя использовали CDCl_3 . Химические сдвиги приведены относительно остаточных сигналов дейтерорастворителя. УФ спектры записаны на спектрометре UV-Vis Lambda 35 в MeCN. Элементный анализ выполнен на автоматическом CHNS-анализаторе Thermo Scientific Flash 2000. Содержание иода определено меркурометрическим методом объемного анализа, содержание кремния – методом сухого сжигания. Температуры плавления определены на приборе Micro-Hot-Stage PolyTherm A. Ход реакций контролировали по спектрам ЯМР ^1H , ^{13}C и методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 (элюент ацетон, визуализация хроматограмм парами иода).

1-(Иодметил)диметил(фенил)силан **2a** получен ранее [21].

1-(Иодметил)диметил(фенилэтинил)силан (2b). Раствор 7.5 г (0.05 моль) иодида натрия и 6.27 г (0.03 моль) (хлорметил)диметил(фенилэтинил)силана в 80 мл ацетонитрила перемешивали 6 ч при 81°C . Выпавший осадок соли отфильтровывали, растворитель удаляли отгонкой, остаток перегоняли в вакууме. Выход 6.48 г (72%), бесцветная жидкость, т. кип. 138°C (2 мм рт. ст.). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 0.41 с (6H, CH_3Si), 2.19 с (2H, CH_2Si), 7.30–7.36 м (3H, $\text{H}^{\text{o,n}}$), 7.46–7.52 м (2H, H^{m}). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ_{C} , м. д.: –14.12 (CH_2Si), –1.46 (CH_3), 90.92 ($\text{SiC}\equiv$), 106.70 ($\text{PhC}\equiv$), 122.62 (C^i), 128.32 (C^o), 128.95 (C^n), 132.12 (C^m). Спектр ЯМР ^{29}Si (CDCl_3): δ_{Si} –15.92 м. д. Найдено, %: C 43.94; H 4.35; I 42.31; Si 9.40. $\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{ISi}$. Вычислено, %: C 44.01; H 4.36; I 42.27; Si 9.36.

Взаимодействие 2-меркаптобензотиазола 1 и производных 2-меркаптобензотиазола 3a, б с иодметилсиланами 2a, б и иодметилкетонами 4a–в (общая методика). а. Смесь 0.012 моля 2-меркаптобензотиазола **1**, 0.012 моля иодметил-

силана **2a, б** и 0.012 моля K_2CO_3 (для соединения **2a**) и 0.012 моля 2,4,6-триметилпиридина (для соединения **2б**) перемешивали при температуре $55\text{--}65^\circ\text{C}$ 3 ч до полной конверсии 2-меркаптобензотиазола. Затвердевшую реакционную массу растворяли в 10 мл ацетона. Соль отфильтровывали, промывали диэтиловым эфиром. Растворители из фильтрата удаляли при пониженном давлении, остаток растворяли в ацетоне и очищали колоночной хроматографией на силикагеле, используя ацетон в качестве элюента. После испарения растворителя остаток сушили в вакууме.

б. Смесь 2.00 ммоль производных 2-меркаптобензотиазола **3a, б** и 2.00 ммоль иодкетона **4a–в** перемешивали при $40^\circ\text{C}\text{--}70^\circ\text{C}$ в течение 60–70 ч. Реакционную смесь охлаждали до комнатной температуры. Смесь продуктов **5a–в** и **6a–в** перемешивали с 2 ммоль элементного иода. По окончании реакции остаток осаждали 35 мл гексана, промывали охлажденным диэтиловым эфиром и сушили в вакууме.

2-[Диметил(фенил)силилметилтио]-1,3-бензотиазол (3a). Выход 3.07 г (81%) Физико-химические характеристики соединения **3a** совпадали с литературными данными [14].

2-[Диметил(фенилэтинил)силилметилтио]-1,3-бензотиазол (3б). Выход 3.02 г (74%), бесцветные кристаллы, т. пл. $74\text{--}75^\circ\text{C}$. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 0.44 с (6H, CH_3Si), 2.83 с (2H, CH_2Si), 7.28–7.36 м (4H, $\text{H}^{\text{o,n,6}}$), 7.42 д. д (1H, H^5 , $^3J_{\text{HH}}$ 7.6, 8.2 Гц), 7.47–7.52 м (2H, H^{m}), 7.76 д (1H, H^4 , $^3J_{\text{HH}}$ 8.2 Гц), 7.89 д (1H, H^7 , $^3J_{\text{HH}}$ 8.1 Гц). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ_{C} , м. д.: –2.00 (CH_3), 18.10 (CH_2Si), 90.18 ($\text{SiC}\equiv$), 107.07 ($\text{PhC}\equiv$), 120.63 (C^4), 121.01 (C^7), 122.12 (C^i), 123.67 (C^6), 125.68 (C^5), 127.93 (C^o), 128.64 (C^n), 131.79 (C^m), 135.07 (C^8), 153.13 (C^9), 169.47 (C^2). Спектр ЯМР ^{29}Si (CDCl_3): δ_{Si} –17.6 м. д. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 339 (0.02) $[M]^+$, 313 (23.19) $[M - \text{C}_2\text{H}_2]^+$, 238 (100.00) $[M - \text{C}\equiv\text{CPh}]^+$, 73 (13.49) $[\text{SiMe}_3]^+$, 43 (2.33) $[\text{SiMe}]^+$. Найдено, %: C 49.79; H 3.92; N 7.19; S 8.19; Si 8.26. $\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{NS}_2\text{Si}$. Вычислено, %: C 63.72; H 5.01; N 4.13; S 18.88; Si 8.26.

Триенид 2-[диметил(фенил)силилметилтио]-3(2-оксопропил)-1,3-бензотиазол-3-ия (6a). Выход 1.14 г (76%), темно-красный порошок, т. пл. $139\text{--}140^\circ\text{C}$. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д.

(J , Гц): 0.62 с (6H, CH₃Si), 2.53 с (3H, CH₃), 3.30 с (2H, CH₂Si), 6.00 (2H, CH₂N), 7.43–7.52 м (3H, H^{o,n}), 7.70–7.75 м (2H, H^m), 7.79 д. д (1H, H⁶, ³J_{HH} 7.2, 7.4 Гц), 7.86 д. д (1H, H⁵, ³J_{HH} 7.4, 8.4 Гц), 8.10 д (1H, H⁴, ³J_{HH} 8.4 Гц), 8.41 д (1H, H⁷, ³J_{HH} 7.4 Гц). Спектр ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ_C, м. д.: –3.80 (CH₃), 21.30 (CH₂Si), 27.27 (CH₃), 58.36 (CH₂N), 115.40 (C⁴), 124.01 (C⁶), 127.71 (C⁵), 128.06 (C⁹), 128.33 (C^m), 129.85 (C⁷), 130.37 (Cⁿ), 134.02 (C^o), 134.59 (C⁸), 142.93 (Cⁱ), 185.78 (C²), 197.07 (C=O). Спектр ЯМР ²⁹Si (CDCl₃): δ_{Si} –1.2 м. д. УФ спектр (CH₃CN), λ_{max}, нм: 293, 361. Найдено, %: С 30.21; Н 2.93; I 50.69; N 1.83; S 8.49; Si 3.73. C₁₉H₂₂I₃NOS₂Si. Вычислено, %: С 30.29; Н 2.94; I 50.54; N 1.86; S 8.51; Si 3.72.

Триодид 2-[диметил(фенил)силлиметилтио]-3[2-(4-метилфенил)-2-оксоэтил]-1,3-бензотиазол-3-ия (6б). Выход 1.01 г (61%), темно-красное масло. Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ, м. д. (J , Гц): 0.46 с (6H, CH₃Si), 2.71 с (3H, CH₃), 2.91 с (2H, CH₂Si), 6.12 с (2H, CH₂N), 7.09–7.20 м (4H, H^{m,m'}), 7.23–7.42 м (4H, H^{o,n,6}), 7.48–7.53 м (1H, H⁵), 7.63 д (1H, H^{o'}, ³J_{HH} 6.8 Гц), 7.83 д (1H, H⁴, ³J_{HH} 7.4 Гц), 7.94 д (1H, H⁷, ³J_{HH} 8.2 Гц). Спектр ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ_C, м. д.: –2.76 (CH₃), 22.13 (CH₂Si), 22.92 (CH₃), 57.30 (CH₂N), 115.27 (C⁴), 121.20 (C⁶), 124.32 (C⁵), 126.16 (C⁹), 126.35 (C⁷), 127.18 (Cⁿ), 128.01 (C^{n'}), 128.14 (C^o), 128.59 (C^{m'}), 129.18 (C^o), 129.90 (C^m), 136.19 (C⁸), 142.56 (C^{i'}), 145.00 (Cⁱ), 185.61 (C²), 197.97 (C=O). Спектр ЯМР ²⁹Si (CDCl₃): δ_{Si} –1.4 м. д. УФ спектр (CH₃CN), λ_{max}, нм: 292, 362. Найдено, %: С 36.29; Н 3.12; I 45.97; N 1.70; S 7.75; Si 3.33. C₂₅H₂₆I₃NOS₂Si. Вычислено, %: С 36.28; Н 3.15; I 45.90; N 1.68; S 7.73; Si 3.38.

Триодид 2-[диметил(фенил)силлиметилтио]-3[2-тиенил-2-оксоэтил]-1,3-бензотиазол-3-ия (6в). Выход 0.93 г (59%), темно-красный порошок, т. пл. 138–141°C. Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ, м. д. (J , Гц): 0.56 с (6H, CH₃Si), 2.98 с (2H, CH₂Si), 6.23 (2H, CH₂N), 7.05–7.12 м (3H, H^{o,n}), 7.18–7.22 м (2H, H^m), 7.29 д. д (1H, H^{4'}, ³J_{HH} 3.8, 5.3 Гц), 7.47–7.60 м (3H, H^{5,6}), 7.73 д (1H, H^{5'}, ³J_{HH} 3.8 Гц), 7.84 д (1H, H^{3'}, ³J_{HH} 5.3 Гц), 7.99 д (1H, H⁴, ³J_{HH} 7.6 Гц), 8.33 д (1H, H⁷, ³J_{HH} 7.2 Гц). Спектр ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ_C, м. д.: –3.04 (CH₃), 22.72 (CH₂Si), 57.07 (CH₂N), 115.21 (C⁴), 123.36 (C⁶), 127.69 (C⁴), 127.75 (C⁵), 129.45 (C⁹), 128.38 (C^m), 129.60 (C⁷), 130.43 (Cⁿ),

133.68 (C^o), 135.15 (C⁸), 133.57 (C^{5'}), 137.04 (C^{3'}), 140.49 (C^{2'}), 142.19 (C^{i'}), 180.09 (C²), 195.19 (C=O). Спектр ЯМР ²⁹Si (CDCl₃): δ_{Si} –1.2 м. д. УФ спектр (CH₃CN), λ_{max}, нм: 291, 362. Найдено, %: С 33.43; Н 2.82; I 48.29; N 1.79; S 8.15; Si 3.53. C₂₂H₂₂I₃NOS₂Si. Вычислено, %: С 33.48; Н 2.80; I 48.23; N 1.77; S 8.12; Si 3.56.

Триодид 2-[диметил(фенилэтинил)силлиметилтио]-3(2-оксопропил)-1,3-бензотиазол-3-ия (7). Выход 0.54 г (35%), темно-красное масло. Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ, м. д. (J , Гц): 0.54 с (6H, CH₃Si), 2.56 с (3H, CH₃), 3.24 с (2H, CH₂Si), 6.09 (2H, CH₂N), 7.36–7.46 м (3H, H^{o,n}), 7.49–7.54 м (2H, H^m), 7.77 д. д (1H, H⁶, ³J_{HH} 6.8, 7.8 Гц), 7.86 д. д (1H, H⁵, ³J_{HH} 6.8, 7.8 Гц), 8.18 д (1H, H⁴, ³J_{HH} 7.8 Гц), 8.44 д (1H, H⁷, ³J_{HH} 7.8 Гц). Спектр ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ_C, м. д.: –2.78 (CH₃), 20.70 (CH₂Si), 26.93 (CH₃), 58.09 (CH₂N), 108.35 (C≡), 112.66 (C≡), 115.09 (C⁴), 121.16 (Cⁱ), 123.62 (C⁷), 127.71 (C⁶), 128.09 (Cⁿ), 128.24 (C^m), 129.35 (C⁵), 131.30 (C⁸), 134.54 (C^o), 142.46 (C⁹), 184.84 (C²), 198.66 (C=O). Спектр ЯМР ²⁹Si (CDCl₃): δ_{Si} –15.2 м. д. УФ спектр (CH₃CN), λ_{max}, нм: 293, 361. Найдено, %: С 32.42; Н 2.82; I 48.93; N 1.79; S 8.29; Si 3.63. C₂₁H₂₂I₃NOS₂Si. Вычислено, %: С 32.45; Н 2.85; I 48.98; N 1.80; S 8.28; Si 3.61.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жилицкая Лариса Владимировна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6076-5924>

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследования выполнены с использованием материально-технической базы Байкальского аналитического центра коллективного пользования СО РАН.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhilitskaya L.V., Shainyan B.A., Yarosh N.O. // *Molecules*. 2021. Vol. 26. N 8. P. 2190. doi 10.3390/molecules26082190
2. Borazjani N., Jarrahpour A., Rad J.A., Mohkam M., Behzadi M., Ghasemi Y., Mirzaeinia S., Karbalaie-

- Heidari, H.R., Ghanbari M.M., Batta G., Turos E. // *Med. Chem. Res.* 2019. Vol. 28. P. 329. doi 10.1007/s00044-018-02287-0
3. Yatam S., Jadav S.S., Gundla K.P., Paidikondala K., Ankireddy A.R., Babu B.N., Ahsan M.J., Gundla R. // *ChemistrySelect.* 2019. Vol. 4. P. 11081. doi 10.1002/slct.201902972
 4. He J., Cai L., Chen Y., He Y., Wang M., Tang J., Guan H., Wang J., Peng X. // *Radiotherap. Oncol.* 2018. Vol. 129. P. 30. doi 10.1016/j.radonc.2018.02.007
 5. Avila-Sorros A., Tapia-Alvarado J.D., Noguera-Torres B., Chacón-Vargas K.F., Díaz-Cedillo F., Vargas-Díaz M.E., Morales-Morales D. // *Molecules.* 2019. Vol. 24. P. 3077. doi 10.3390/molecules24173077
 6. More A.P., Mhaske S.T. // *Arab. J. Sci. Eng.* 2016. Vol. 41. P. 2239. doi 10.1007/s13369-015-1974-5
 7. Li Y., Zhang S.W., Ding Q., Feng D.P., Qin B.F., Hu L.T. // *Tribol. Int.* 2017. Vol. 114. P. 121. doi 10.1016/j.triboint.2017.04.022
 8. Zheng D., Wang X., Zhang M., Ju C. // *Tribol. Lett.* 2019. Vol. 67. P. 47. doi 10.1007/s11249-019-1161-z
 9. Dahaghin Z., Mousavi H.Z., Sajjadi S.M. // *J. Mol. Liq.* 2017. Vol. 231. P. 386. doi 10.1016/j.molliq.2017.02.023
 10. Мансурова И.А., Исупова О.Ю., Бурков А.А., Алалыкин А.А., Кондрашов С.В., Шилов И.Б., Краева Е.Ю. // *Рос. нанотехнол.* 2016. Т. 11. С. 9; Mansurova I.A., Isupova O.Yu., Burkov A.A., Alalykin A.A., Kondrashov S.V., Shilov I.B., Kraeva E.Yu. // *Nanotechnologies in Russia.* 2016. Vol. 11. N 9–10. P. 603. doi 10.1134/S1995078016050116
 11. Silicon in Organic, Organometallic, and Polymer Chemistry / Ed. M.A. Brook. New York: J. Wiley and Sons, 2000. P. 18.
 12. Гребнева Е.А., Болгова Ю.И., Трофимова О.М., Албанов А.И., Бородин Т.Н. // *ХГС.* 2019. Т. 55. С. 762; Grebneva E.A., Bolgova Y.I., Trofimova O.M., Albanov A.I., Borodina T.N. // *Chem. Heterocycl. Compd.* 2019. Vol. 55. N 8. P. 762. doi 10.1007/s10593-019-02532-3
 13. Zhilitskaya L.V., Yarosh N.O., Shagun L.G., Dorofeev I.A., Larina L.I. // *Mendeleev Commun.* 2017. Vol. 27. P. 352. doi 10.1016/j.mencom.2017.07.010
 14. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А. // *ЖОрХ.* 2020. Т. 56. С. 789; Yarosh N.O., Zhilitskaya L.V., Shagun L.G., Dorofeev I.A. // *Russ. J. Org. Chem.* 2020. Vol. 56. P. 833. doi 10.1134/S1070428020050164
 15. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А. // *ЖОрХ.* 2018. Т. 54. С. 1410; Yarosh N.O., Zhilitskaya L.V., Shagun L.G., Dorofeev I.A. // *Russ. J. Org. Chem.* 2018. Vol. 54. P. 1427. doi 10.1134/S1070428018090282
 16. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А., Ларина Л.И. // *ЖОрХ.* 2019. Т. 55. С. 1157; Yarosh N.O., Zhilitskaya L.V., Shagun L.G., Dorofeev I.A., Larina L.I. // *Russ. J. Org. Chem.* 2019. Vol. 55. P. 1071. doi 10.1134/S1070428019080013
 17. Мелоян Е.К., Сафроненко А.В., Ганцгорн Е.В., Хмара Л.Е., Голубева А.О., Джабр М.А. // *Биомедицина.* 2021. 17. С. 111; Meloyan E.K., Safronenko A.V., Gantsgorn E.V., Hmara L.E., Golubeva A.O., Jabr M.A. // *J. Biomed.* 2021. Vol. 17. N 3. P. 111. doi 10.33647/2074-5982-17-3-111-118
 18. Сиваев И.Б. // *ХГС.* 2017. Т. 53. С. 638; Sivaev I.B. // *Chem. Heterocycl. Compd.* 2017. Vol. 53. P. 638. doi 10.1007/s10593-017-2106-9
 19. Hesemann P., Nguyen T.P., Hankari S.E. // *Materials.* 2014. Vol. 7. P. 2978. doi 10.3390/ma7042978
 20. Al-Mohammed N.N., Hussien R.S.D., Alias Y., Abdullah Z. // *RSC Adv.* 2015. Vol. 5. P. 2869. doi 10.1039/C4RA14027C
 21. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А., Ларина Л.И. // *ЖОрХ.* 2017. Т. 53. С. 413; Yarosh N.O., Zhilitskaya L.V., Shagun L.G., Dorofeev I.A., Larina L.I. // *Russ. J. Org. Chem.* 2017. Vol. 53. P. 413. doi 10.1134/S1070428017030162

First Synthesis of *N*-Organyl-*S*-silylorganyl Derivatives of 2-Mercaptobenzothiazole

N. O. Yarosh^a, L. V. Zhilitskaya^{a,*}, and I. A. Dorofeev^a

^a *A. E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, 664033 Russia*

**e-mail: lara_zhilitskaya@irioch.irk.ru*

Received December 6, 2022; revised January 10, 2023; accepted January 12, 2023

The alkylation of 2-[dimethyl-(phenyl)/(phenylethynyl)silyl)methylthio]benzothiazoles with α -iodoketones of the aliphatic, aromatic and heteroaromatic series in the absence of basic media and solvents leads to formation of unknown salts based on 2-mercaptobenzothiazolium cations.

Keywords: 2-[(dimethylphenylsilyl)methylthio]-1,3-benzothiazole, 2-[(dimethyl-phenylethynylsilyl)methylthio]-1,3-benzothiazole, 1-iodo-propanone, 1-iodo-2-*p*-tolyl-ethanone, 2-iodo-1-(2-thienyl)-1-ethanone, alkylation, triiodides