

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ НА ОСНОВЕ 2-АМИНОТИАЗОЛИЕВЫХ КАТИОНОВ

© 2023 г. Н. О. Ярош*, И. А. Дорофеев, Л. В. Жилицкая

ФГБУН «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», Россия, 664033 Иркутск, ул. Фаворского, 1

*e-mail: yarosh.nina@irioch.irk.ru

Поступила в редакцию 19.04.2022 г.

После доработки 12.05.2022 г.

Принята к публикации 14.05.2022 г.

Взаимодействием 2-аминотиазола и 2-аминобензотиазола с (йодметил)производными силанов, у которых один из атомов углерода при атоме кремния находится в состоянии sp^3 -, sp^2 - или sp -гибридизации, в отсутствие основных сред получены и идентифицированы методами ЯМР, УФ спектроскопии неизвестные ранее кремнийорганические соли и ионные жидкости 2-аминотиазола и 2-аминобензотиазола.

Ключевые слова: 2-амино-1,3-тиазол, 2-амино-1,3-бензотиазол, 1-(йодметил)триметилсилан, 1-(йодметил)диметилфенилсилан, 1-(йодметил)диметилэтинилсилан, 1-(йодметил)(диметил)[2-(триметилсилил)этинил]силан, 1-(йодметил)(диметил)(2-фенилэтинил)силан, алкилирование, йодиды, трийодиды

DOI: 10.31857/S051474922305004X, **EDN:** DQJOND

ВВЕДЕНИЕ

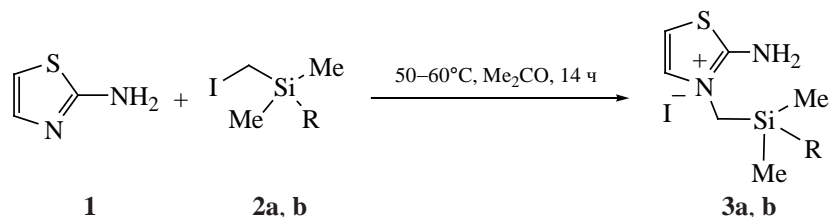
Аминотиазолы – молекулы с электронно-богатыми атомами серы и азота – играют ключевую роль в дизайне биологически активных соединений, проявляющих противовирусную [1] и противоопухолевую [1–4], а также противомикробную [2, 5], противовоспалительную [5–8], антиоксидантную [2, 7], противодиабетическую [9], противосудорожную [10], антималярийную [11, 12] активность. Входят в состав сельскохозяйственных химикатов [2, 7, 13], являются компонентами дисперсных красителей [14], матриц инертных покрытий [15], адсорбентов тяжелых металлов [16], сенсоров для идентификации металлов [17]. Среди кремнийорганических производных 2-аминотиазола обнаружены вещества с нейротропной активностью [18]. Несмотря на важное место в медицинской химии кремнийорганические производные аминотиазола практически не изучены. Недавно нами получены первые кремнийорганические биспроизводные 2-аминотиазолов [19]. В продолжение исследований в этой области мы изучили алкилирование 2-аминотиазола и 2-аминобензотиазола моно(йодметил)производными

силанов, у которых один из атомов углерода при атоме кремния находится в состоянии sp^3 -, sp^2 - или sp -гибридизации, в отсутствие основных сред. Можно ожидать, что продукты этой реакции, в биологическую активность которых вносит вклад и йод, и кремнийорганическая составляющая, будут проявлять более широкий спектр биологической активности, повышенную липофильность и биосовместимость благодаря биогенным элементам. В литературе имеются сведения о том, что наличие триметилсилильной группы в соли 2-аминотиазола усиливает цитотоксическое действие [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При взаимодействии 2-амино-1,3-тиазола (**1**) с 1-(йодметил)триметилсиланом (**2a**) в сухом ацетоне при 50–60°C в отсутствие основных сред и катализаторов алкилирование протекает по эндциклическому атому азота с образованием монооксида 2-амино-3-[(триметилсилил)метил]-1,3-тиазол-3-ия (**3a**) с выходом 69% (схема 1). Реакция 2-амино-1,3-тиазола (**1**) с 1-(йодметил)диметилфенилсиланом (**2b**) протекает аналогично, приводя

Схема 1



R = Me (**2a**), Ph (**2b**).

к йодиду 2-амино-3-{[диметил(фенил)силил]метил}-1,3-тиазол-3-ия (**3b**) (выход 61%).

В отличие от этого, взаимодействие 2-амино-1,3-тиазола (**1**) с 1-(йодметил)(диметил)[2-(триметилсилил)этинил]- или 1-(йодметил)(диметил)-(2-фенилэтинил)силанами **2c** или **2d**, у которых один из атомов углерода при атоме кремния находится в состоянии *sp*-гибридизации, в аналогичных условиях сопровождается расщеплением связи Si-C_{sp} в аддукте N³-алкилирования йодоводородом с образованием лабильных аминотиазольных йодсиланов, которые далее в процессе выделения из реакционной смеси подвергаются гидролизу влагой воздуха или растворителя с образованием соответствующих силанолов. Межмолекулярная конденсация последних приводит к силоксановому дийодиду 2-амино-3-{3-[(2-амино-1,3-тиазол-3-ий-3-ил)метил]-1,1,3,3-тетраметилдисилоксанилметил}-1,3-тиазол-3-ия (**4**) (схема 2). На образование силоксановой структуры указывает нали-

чие в спектрах ЯМР ²⁹Si сигнала атома кремния при 6.2 м.д. и отсутствие такового при ацетиленовой связи в области -17.0÷-15.0 м.д. Кроме того, в ИК спектрах имеется полоса поглощения при 1086 см⁻¹, отвечающая валентному колебанию группировки Si-O-Si. Соединение **4** получено нами ранее по реакции 2-аминотиазола **1** с 1,3-бис(йодметил)-1,1,3,3-тетраметилдисилоксаном. Физико-химические характеристики силоксанового производного **4**, полученного разными методами, совпали [19].

Ранее для получения ионной жидкости на основе имидазолов или меркаптобензимидазола нами успешно применялась трехкомпонентная реакция между азолом, алкилирующим агентом и молекулярным йодом в отсутствие растворителя [20–22]. Функцию растворителя и катализатора благодаря поляризующим и сольватирующим свойствам выполняли образующиеся в процессе реакции жидкие соли. Однако аналогичный подход для синтеза

Схема 2

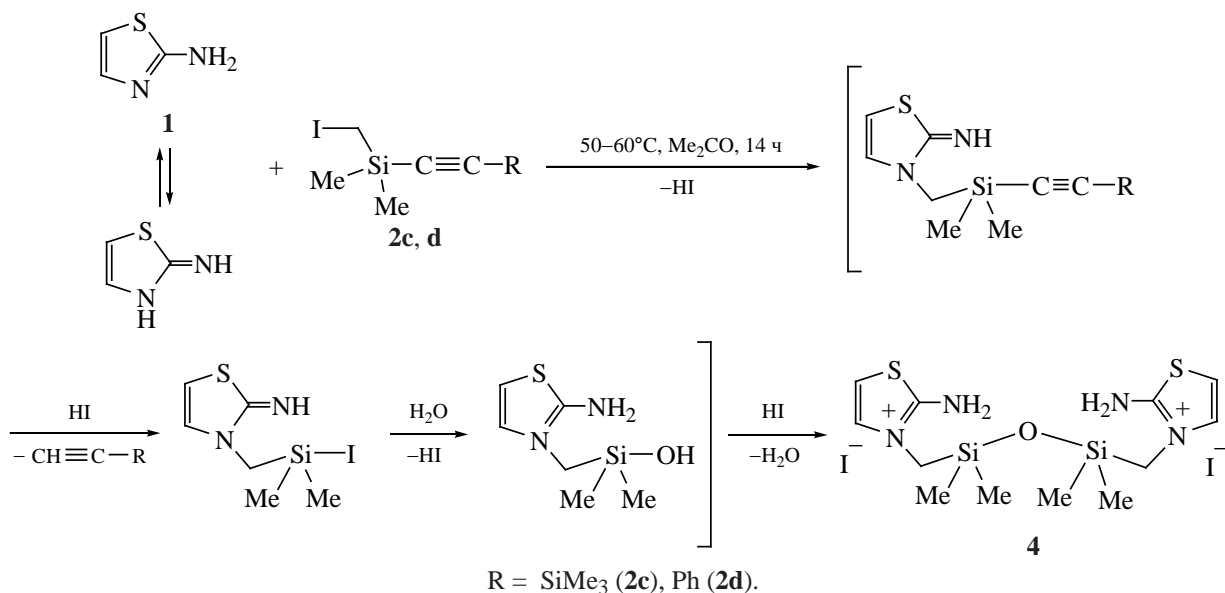
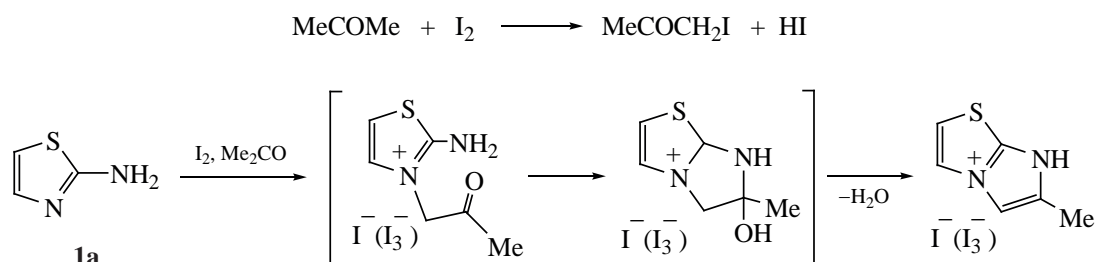


Схема 3



ионной жидкости на основе 2-аминотиазола без растворителя оказался безуспешным, поэтому для гомогенизации смеси использовали ацетон. По данным спектроскопии ЯМР ^1H , ^{13}C реакционной смеси найдено, что, наряду со слабоинтенсивными сигналами атомов водорода и углерода желаемого продукта реакции N^3 -алкилсилилирования, присутствуют сигналы побочных продуктов. Образование смеси продуктов, вероятно, связано с параллельной реакцией, в которой произошло частичное йодирование ацетона. Образовавшийся 1-йодпропан-2-он, как более реакционноспособный по сравнению с йодсиланом, проалкилировал аминотиазол, о чем свидетельствует появление в спектрах ЯМР ^1H , ^{13}C сигналов атомов водорода и углерода при 2.19 и 5.12, 27.48 и 57.71 м.д. (группы CH_3 и CH_2N соответственно). Йод, в свою очередь, инициировал внутримолекулярную циклизацию продукта N^3 -алкилирования, на что указывают химические сдвиги сигналов атомов водорода и углерода для метильной группы при 2.39 и 11.64 м.д., двойной связи в цикле при 7.89 и 112.80 м.д. соответственно (схема 3) [23, 24]. Таким образом, значения сигналов атомов водорода и углерода оказались идентичны таковым для продуктов алкилирования и циклизации, полученных ранее реакцией 2-аминотиазола с 1-йодпропан-2-оном [24].

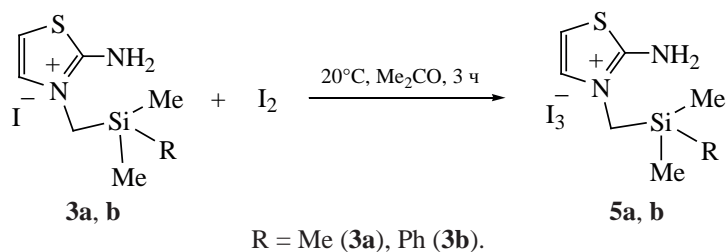
В связи с этим для синтеза кремнийсодержащей ионной жидкости осуществили взаимодей-

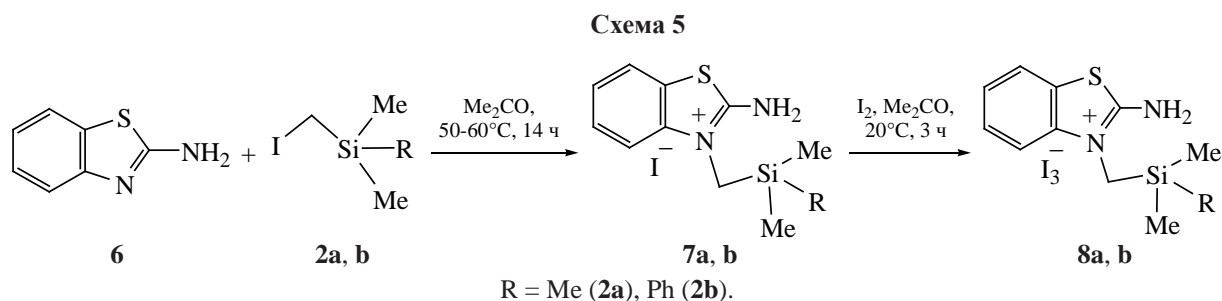
ствие отдельно полученного моноиодида **3a** с эквимольным количеством йода при комнатной температуре, в результате которого образовался трийодид 2-амино-3-[(триметилсилил)метил]-1,3-тиазол-3-ия (**5a**) (выход 90%) (схема 4). Подобным приемом из йодид-аниона соединения **3b** и йода получен трийодид 2-амино-3-[[диметил(фенил)силил]метил]-1,3-тиазол-3-ия (**5b**) с выходом 88% (схема 4).

Для выявления общих закономерностей изучаемой реакции осуществили взаимодействие 2-аминобензотиазола с (йодметил)производными силанов, содержащих один sp^3 - или sp^2 -гибридизированный атом углерода при атоме кремния. Эксперимент показал, что наличие ароматического фрагмента в молекуле **1b** не влияет на направление реакции, время ее проведения и выход продуктов. Реакция 2-амино-1,3-бензотиазола (**6**) с 1-(йодметил)триметилсиланом (**2a**) или 1-(йодметил)диметилфенилсиланом (**2b**) в тех же условиях привела к кремнийорганическим йодидам 2-аминобензотиазоля **7a, b** с выходом 62 и 56% соответственно (схема 5). Взаимодействие моноиодидов **7a, b** с эквимольным количеством йода позволило получить новые ионные жидкости на основе 2-аминобензотиазоля **8a, b** (выходы 87 и 86%) (схема 5).

Нестабильными также оказались и продукты N^3 -силилалкилирования 2-аминобензотиазоля **6** с

Схема 4





(йодметил)производными силанов **2c** и **2d**, содержащих ацетиленовую связь. Было выделено силоксановое биспроизводное 2-аминобензотиазола **9**. Физико-химические константы и спектральные характеристики кремнийорганического йодида **9** совпадают с таковыми синтезированного нами ранее на основе реакции реакции 2-аминобензотиазола с 1,3-бис(йодметил)-1,1,3,3-тетраметилдисилоксаном (схема 6) [19]. Этот факт свидетельствует о том, что для получения силоксановых производных 2-аминотиазола и 2-аминобензотиазола возможно использование 1-(йодметил)(диметил)-[2-(триметилсилил)этинил]- или 1-(йодметил)-(диметил)(2-фенилэтинил)силанов в качестве альтернативных алкилирующих агентов.

Монойодиды **3a, b** и **5a, b** представляют собой светло-желтые порошки, растворимые в ДМСО и ДМФА. Трийодиды **7a, b** и **8a, b** – красные масла, растворимые в ацетоне. Состав и строение синтезированных соединений **3a, b, 4, 5a, b, 7a, b, 8a, b, 9** подтверждены данными элементного анализа, ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{29}Si и УФ спектроскопии. Йодиды **3a, b** и **5a, b** имеют одинаковый вид УФ спектра с максимумом поглощения в области 193–210 и 222–223 нм. В УФ спектрах трийодидов **7a, b** и **8a, b** наблюдаются характерные для аниона (I_3^-) полосы поглощения в области 288–292 и 361–362 нм [25].

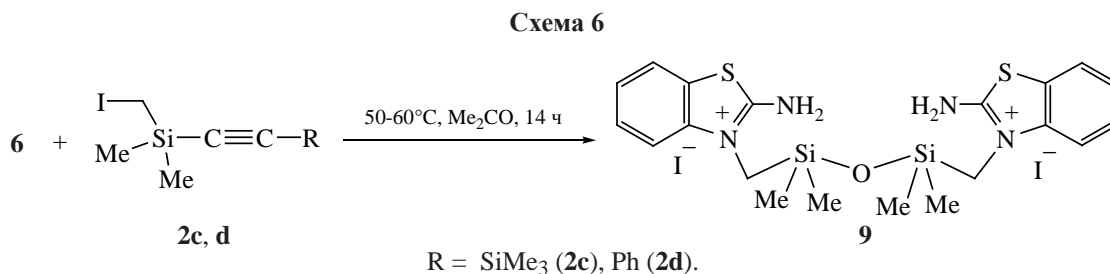
Соединения **3a, b, 4a, b, 7a, b, 8a, b** содержат фармакофорные тиазольные фрагменты, биоге-

ные элементы, анионы йода и являются потенциально биологически активными веществами. Согласно прогнозу, выполненному с помощью программы PASS [26], эти соединения могут с хорошей долей вероятности проявлять антиангинальную активность ($P_a = 0.722-0.838$), а соединения **7b** и **8b** могут также обладать антипаразитарным действием ($P_a = 0.701$ и 0.712).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{15}Si регистрировали на приборе Bruker DPX-400 (Германия) с рабочими частотами 400.13 (^1H), 100.61 (^{13}C), 79.5 (^{29}Si) МГц соответственно. В качестве растворителей использовали ДМСО- d_6 или $\text{Me}_2\text{CO}-d_6$. 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 (Великобритания). Содержание йода определено меркурометрическим методом объемного анализа. Температура плавления определена на приборе Micro-Hot-Stage PolyTherm A (Германия). Контроль за ходом реакций осуществляли методами спектроскопии ЯМР ^1H , ^{13}C и методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254 (элюент ацетон, визуализация хроматограмм парами йода).

Взаимодействие 2-амино-1,3-тиазола (1) или 2-амино-1,3-бензотиазола (6) с йодсиланами



2a–d (общая методика). Смесь аминотиазолов **1** (0.20 г, 2 ммоль), **6** (0.30 г, 2 ммоль) и йодсиланов **2a–d** [0.43 г (2 ммоль) **2a**, 0.55 г (2 ммоль) **2b**, 0.59 г (2 ммоль) **2c**, 0.60 г (2 ммоль) **2d**] в 2 мл безводного ацетона перемешивали при 50–60°C до полной конверсии алкилирующих соединений (контроль ЯМР ^1H , ^{13}C). Выпавший осадок продуктов отфильтровывали, промывали ацетоном, эфиром, сушили в вакууме.

Йодид 2-амино-3-[(триметилсилил)метил]-1,3-тиазол-3-ия (3a). Выход 0.43 г (69%), светло-желтый порошок, т.пл. 167–168°C. УФ спектр (CH_3CN), $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 210, 223. Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 0.07 с (9H, CH_3), 3.78 с (2H, CH_2), 7.07 д (1H, H^5 , 3J 4.5 Гц), 7.32 д (1H, H^4 , 3J 4.5 Гц), 9.17 с (2H, NH_2). Спектр ЯМР ^{13}C (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –2.48 (CH_3), 40.52 (CH_2), 108.51 (C^5), 130.93 (C^4), 166.40 (C^2). Спектр ЯМР ^{29}Si (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –9.80. Найдено, %: С 26.49; Н 4.81; I 40.56; N 8.87; S 10.10; Si 8.99. $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{IN}_2\text{SSi}$. Вычислено, %: С 26.45; Н 4.78; I 40.45; N 8.92; S 10.19; Si 8.92.

Йодид 2-амино-3-[[диметил(фенил)силил]метил]-1,3-тиазол-3-ия (3b). Выход 0.46 г (61%), светло-желтый порошок, т.пл. 215–217°C. УФ спектр (CH_3CN), $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 191, 222. Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 0.37 с (6H, CH_3), 3.96 с (2H, CH_2), 6.99 д (1H, H^5 , 3J 4.5 Гц), 7.10 д (1H, H^4 , $^3J_{\text{HH}}$ 4.5 Гц), 7.36–7.44 м (?H, Ph), 7.51–7.54 м (?H, Ph), 9.15 с (2H, NH_2). Спектр ЯМР ^{13}C (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –3.54 (CH_3), 40.76 (CH_2), 108.27 (C^5), 124.48 (C^m), 130.51 (C^n), 130.79 (C^4), 134.33 (C^o), 134.87 (C^u), 166.69 (C^2). Спектр ЯМР ^{29}Si (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –2.50. Найдено, %: С 38.26; Н 4.47; I 33.74; N 7.42; S 8.55; Si 7.46. $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{IN}_2\text{SSi}$. Вычислено, %: С 38.30; Н 4.52; I 33.78; N 7.45; S 8.51; Si 7.45.

Йодид 2-амино-3-[(триметилсилил)метил]-1,3-бензотиазол-3-ия (5a). Выход 0.45 г (62%), светло-желтый порошок, т.пл. 265–267°C. УФ спектр (CH_3CN), $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 205, 223. Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 0.72 с (9H, CH_3), 4.02 с (2H, CH_2), 7.07–7.13 м (1H, H^6), 7.22–7.32 м (1H, H^5), 7.40–7.49 м (1H, H^4), 7.70–7.81 м (1H, H^7), 9.88 уш.с (2H, NH_2). Спектр ЯМР ^{13}C (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –1.43 (CH_3), 37.38 (CH_2), 114.56 (C^4), 122.56 (C^8), 123.91 (C^7), 125.64 (C^6), 127.91 (C^5), 138.94

(C^9), 166.25 (C^2). Спектр ЯМР ^{29}Si (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 5.04. Найдено, %: С 36.24; Н 4.63; I 34.91; N 7.67; S 8.80; Si 7.64. $\text{C}_{11}\text{H}_{17}\text{IN}_2\text{SSi}$. Вычислено, %: С 36.26; Н 4.67; I 34.89; N 7.69; S 8.79; Si 7.69.

Йодид 2-амино-3-[[диметил(фенил)силил]метил]-1,3-бензотиазол-3-ия (5b). Выход 0.48 г (56%), светло-желтый порошок, т.пл. 260–261°C. УФ спектр (CH_3CN), $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 205, 223. Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 0.38 (6H, CH_3), 4.14 с (2H, CH_2), 7.28–7.47 м (8H, $\text{H}^{4,5,6,o,m,n}$), 7.90–7.94 м (1H, H^7), 9.75 уш.с (2H, NH_2). Спектр ЯМР ^{13}C (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –2.88 (CH_3), 37.25 (CH_2), 114.68 (C^4), 122.56 (C^8), 123.82 (C^7), 125.70 (C^6), 127.77 (C^n), 128.36 (C^o), 130.48 (C^5), 134.31 (C^m), 135.10 (C^9), 138.94 (C^u), 166.52 (C^2). Спектр ЯМР ^{29}Si (ДМСО- d_6), δ , м.д.: –2.20. Найдено, %: С 45.10; Н 4.43; I 29.85; N 6.54; S 7.53; Si 6.54. $\text{C}_{16}\text{H}_{19}\text{IN}_2\text{SSi}$. Вычислено, %: С 45.07; Н 4.46; I 29.81; N 6.57; S 7.51; Si 6.57.

Взаимодействие йодидов 3a, b и 5a, b с элементарным йодом (общая методика). Смесь йодидов **3a, b** и **5a, b** [0.63 г (2 ммоль) **3a**, 0.75 г (2 ммоль) **3b**, 0.73 г (2 ммоль) **5a**, 0.85 г (2 ммоль) **5b**] и 0.51 г (2 ммоль) йода в 5 мл ацетона перемешивали 3 ч при комнатной температуре. По окончании остаток **7a, b** и **8a, b** осаждали 35 мл гексана, промывали охлажденным эфиром и сушили в вакууме.

Трийодид 2-амино-3-[(триметилсилил)метил]-1,3-тиазол-3-ия (7a). Выход 1.03 г (90%), красное масло. УФ спектр (CH_3CN), $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 292, 362. Спектр ЯМР ^1H (ацетон- d_6), δ , м.д.: 0.21 с (9H, CH_3), 3.96 с (2H, CH_2), 7.17 д (1H, H^5 , 3J 4.4 Гц), 7.38 д (1H, H^4 , 3J 4.4 Гц), 8.60 (2H, NH_2). Спектр ЯМР ^{13}C (ацетон- d_6), δ , м.д.: –2.58 (CH_3), 41.42 (CH_2), 108.94 (C^5), 131.40 (C^4), 167.02 (C^2). Спектр ЯМР ^{29}Si (ацетон- d_6), δ , м.д.: –9.42. Найдено, %: С 14.76; Н 2.66; I 67.06; N 4.93; S 5.64; Si 4.91. $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{I}_3\text{N}_2\text{SSi}$. Вычислено, %: С 14.79; Н 2.64; I 67.08; N 4.93; S 5.63; Si 4.93.

Трийодид 2-амино-3-[[диметил(фенил)силил]метил]-1,3-тиазол-3-ия (7b). Выход 1.11 г (88%), красное масло. УФ спектр (CH_3CN), $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 291, 362. Спектр ЯМР ^1H (ацетон- d_6), δ , м.д.: 0.37 с (6H, CH_3), 3.91 с (2H, CH_2), 6.99 д (1H, H^5 , 3J 4.6 Гц), 7.09 д (1H, H^4 , 3J 4.6 Гц), 7.37–7.48 м

(3H, C^{o,n}), 7.51–7.55 м (2H, C^m), 9.13 с (2H, NH₂). Спектр ЯМР ¹³C (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: –3.42 (CH₃), 40.00 (CH₂), 108.22 (C⁵), 128.57 (C^m), 130.61 (Cⁿ), 130.95 (C⁴), 134.38 (C^o), 134.92 (C^u), 166.86 (C²). Спектр ЯМР ²⁹Si (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: 5.06. Найдено, %: C 22.87; H 2.67; I 60.50; N 4.41; S 5.06; Si 4.4. C₁₂H₁₇IN₂SSi. Вычислено, %: C 22.86; H 2.70; I 60.48; N 4.44; S 5.08; Si 4.44.

Трийодид 2-амино-3-[(триметилсилил)метил]-1,3-бензотиазол-3-ия (8a). Выход 1.08 г (87%), красное масло. УФ спектр (CH₃CN), λ_{макс}, нм: 288, 361. Спектр ЯМР ¹H (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: 0.23 с (9H, CH₃), 4.23 с (2H, CH₂), 7.53 д.д (1H, H⁶, ³J 7.1, 8.2 Гц), 7.68 д.д (1H, H⁵, ³J 7.1, 8.1 Гц), 7.82 д (1H, H⁴, ³J 8.1 Гц), 8.03 д (1H, H⁷, ³J 8.2 Гц), 9.36 уш.с (2H, NH₂). Спектр ЯМР ¹³C (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: –2.32 (CH₃), 37.80 (CH₂), 114.66 (C⁴), 122.73 (C⁸), 123.55 (C⁷), 126.15 (C⁶), 128.18 (C⁵), 139.14 (C⁹), 166.89 (C²). Спектр ЯМР ²⁹Si (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: 6.50. Найдено, %: C 21.32; H 2.74; I 61.62; N 4.53; S 5.14; Si 4.55. C₁₁H₁₇I₃N₂SSi. Вычислено, %: C 21.36; H 2.75; I 61.65; N 4.53; S 5.18; Si 4.53.

Трийодид 2-амино-3-[[диметил(фенил)силил]метил]-1,3-бензотиазол-3-ия (8b). Выход 1.17 г (86%), красное масло. УФ спектр (CH₃CN), λ_{макс}, нм: 289, 362. Спектр ЯМР ¹H (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: 0.55 с (6H, CH₃), 4.34 с (2H, CH₂), 7.27–7.59 м (8H, H^{4,5,6,9,m,n}), 7.92–7.99 м (1H, H⁷) 9.24 уш.с (2H, NH₂). Спектр ЯМР ¹³C (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: –4.29 (CH₃), 37.32 (CH₂), 114.24 (C⁴), 121.98 (C⁸), 122.92 (C⁷), 125.53 (C⁶), 127.47 (Cⁿ), 127.78 (C^o), 129.85 (C⁵), 133.49 (C^m), 133.97 (C⁹), 138.38 (C^u), 166.39 (C²). Спектр ЯМР ²⁹Si (ацетон-*d*₆), δ, м.д.: –1.30. Найдено, %: C 28.22; H 2.75; I 56.06; N 4.13; S 4.74; Si 4.09. C₁₆H₁₉I₃N₂SSi. Вычислено, %: C 28.24; H 2.79; I 56.03; N 4.11; S 4.71; Si 4.11.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование йодметилпроизводных силанов, у которых один из атомов углерода при атоме кремния находится в состоянии *sp*³-, *sp*²- или *sp*-гибридизации, в качестве алкилирующих агентов аминотиазолов позволяет получать кремнийорганические соли, в том числе силоксановые, и ионные жидкости. Трийодиды на основе 2-аминотиазола и 2-аминобензотиазола могут быть рекомендованы

в качестве реагентов при создании малотоксичных лекарственных препаратов, высвобождающих с определенной скоростью молекулярный йод [27, 28].

БЛАГОДАРНОСТИ

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

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дорофеев Иван Афанасьевич, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4646-6554>

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

Ярош Нина Олеговна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8096-4656>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Galochkina A.V., Bollikanda R.K., Zarubaev V.V., Tentler D.G., Lavrenteva I.N., Slita A.V., Chirra N., Kantevari S. *Arch. Pharm. Chem. Life Sci.* **2019**, 352, e1800225. doi 10.1002/ardp.201800225
- Sultanova R.M., Lobov A.N., Shumadalova A.V., Meshcheryakova S.A., Zileeva Z.R., Khusnutdinova N.S., Vakhitov V.A., Vakhitova Y.V. *Nat. Prod. Res.* **2021**, 35, 1340–1348. doi 10.1080/14786419.2019.16484592
- Shareef M.A., Devi G.P., Routhu S.R., Kumar C.G., Kamal A., Babu B.N. *RSC Med. Chem.* **2020**, 11, 1178–1184. doi 10.1039/D0MD00188K
- Alizadeh S.R., Hashemi S.M. *Med. Chem. Res.* **2021**, 30, 771–806. doi 10.1007/s00044-020-02686-2
- Bala R., Kumari P., Sood S., Kumar V., Singh N., Singh, K. *J. Heterocycl. Chem.* **2018**, 55, 2507–2515. doi 10.1002/jhet.3282
- Maghraby M.T.-E., Abou-Ghadir O.M.F., Abdel-Moty S.G., Ali A.Y., Salem O.I.A. *Bioorg. Med. Chem.* **2020**, 28, 7115403. doi 10.1016/j.bmc.2020.115403
- Reddy G.M., Garcia J.R., Reddy V.H., de Andrade A.M., Camilo A.Jr., Ribeiro R.A.P., de Lazaro S.R. *Eur. J. Med. Chem.* **2016**, 123, 508–513. doi 10.1016/j.ejmech.2016.07.062
- Giri R.S., Thaker H.M., Giordano T., Williams J., Rogers D., Sudersanam V., Vasu K.K. *Eur. J. Med.*

- Chem.* **2009**, *44*, 2184–2189. doi 10.1016/j.ejmech.2008.10.031
9. Mao W., Ning M., Liu Z., Zhu Q., Leng Y., Zhang A. *Bioorg. Med. Chem.* **2012**, *20*, 2982–2991. doi 10.1016/j.bmc.2012.03.008.
 10. Siddiqui N., Ahsan W. *Med. Chem. Res.* **2011**, *20*, 261–268. doi 10.1007/s00044-010-9313-6
 11. Rezaei Z., Sarkari B., Khabnadideh S., Farjami M., Mehrjou M., Yazdi A., Riazimontazer E., Fararouei M. *Anti-Infect. Agents.* 2020, *18*, 178–189. doi 10.2174/2211352517666190527112955
 12. Bueno J.M., Carda M., Crespo B., Cufiàt A.C., Cozar C., León M.L., Marco J.A., Roda N., Sanz-Cervera J.F. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2016**, *26*, 3938–3944. doi 10.1016/j.bmcl.2016.07.010.
 13. Kim D.-S., Chun S.-J., Jeon J.-J., Lee S.-W., Joe G.-H. *Pest. Manag. Sci.* **2004**, *60*, 1007–1012. doi 10.1002/ps.873
 14. Maradiya H.R. *J. Saudi Chem. Soc.* **2012**, *16*, 69–74. doi 10.1016/j.jscs.2010.10.021
 15. Elshaarawy R.F.M., Mustafa F.H.A., Sofy A.R., Hmed A.A., Janiak C. *J. Environment. Chem. Engineer.* **2019**, *7*, 102800. doi 10.1016/j.jece.2018.11.044
 16. Wang X., Lv P., Zou H., Li Y., Li X., Liao Y. *Industr. Engineer. Chem. Res.* **2016**, *55*, 4911–4918. doi 10.1021/acs.iecr.5b04630
 17. Xu Y., Yang L., Wang H., Zhang Y., Yang X., Pei M., Zhang G. *J. Photochem. Photobiolog. A Chem.* **2020**, *391*, 112372. doi 10.1016/j.jphotochem.2020.112372
 18. Zablotskaya A., Segal I., Germane S., Shestakova I., Domracheva I., Nesterova A., Geronikaki A., Lukevics E. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2002**, *38*, 859–866. doi 10.1023/A:1020698107686
 19. Дорофеев И.А., Жилицкая Л.В., Ярош Н.О. *ЖОХ.* **2022**, *92*, 740–745. [Dorofeev I.A., Zhilitskaya L.V., Yarosh N.O. *Russ. J. Gen. Chem.* **2022**, *92*, 806–810.] doi 10.31857/S0044460X22050092
 20. Шагун Л.Г., Дорофеев И.А., Жилицкая Л.В., Ярош Н.О., Ларина Л.И. *ЖОрХ.* **2019**, *55*, 1084–1088. [Shagun L.G., Dorofeev I.A., Zhilitskaya L.V., Yarosh N.O., Larina L.I. *Russ. J. Org. Chem.* **2019**, *55*, 983–987.] doi 10.1134/S107042801907011
 21. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А., Ларина Л.И. *ЖОрХ.* **2019**, *55*, 1157–1162. [Yarosh N.O., Zhilitskaya L.V., Shagun L.G., Dorofeev I.A., Larina L.I. *Russ. J. Org. Chem.* **2019**, *55*, 1625–1629.] doi 10.1134/S0512749219080019
 22. Жилицкая Л.В., Ярош Н.О., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А. *ЖОХ.* **2019**, *89*, 1239–1244. [Zhilitskaya L.V., Yarosh N.O., Shagun L.G., Dorofeev I.A. *Russ. J. Gen. Chem.* **2019**, *89*, 1625–1629.] doi 10.1134/S1070363219080127
 23. Meakins G.D., Musk S.R.R., Robertson C.A., Woodhouse L.S. *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1.* **1989**, 643–648. doi 10.1039/P19890000643
 24. Дорофеев И.А., Жилицкая Л.В., Ярош Н.О. *ЖОХ.* **2021**, *91*, 1937–1943. [Dorofeev I.A., Zhilitskaya L.V., Yarosh N.O. *Russ. J. Gen. Chem.* **2021**, *91*, 2447–2452.] doi 10.1134/S1070363221120136
 25. Reiller P., Mercier-Bion F., Gimenez N., Barre N., Miserque F. *Radiochim. Acta.* **2006**, *94*, 739–745. doi 10.1524/ract.2006.94.9.739
 26. <http://www.pharmaexpert.ru/PASSOnline/>
 27. Страдомский Б.В., Солодунов Ю.Ю. *Экспериментальная и клиническая фармакология мазевых форм стелланина (1,3-диэтилбензимидазолия трийодида)*. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, **2013**.
 28. Мелоян Е.К., Сафроненко А.В., Ганцгорн Е.В., Хмара Л.Е., Голубева А.О., Джабр М.А. *Биомедицина.* **2021**, *17*, 111–117. [Meloyan E.K., Safronenko A.V., Gantsgorn E.V., Hmara L.E., Golubeva A.O., Jabr M.A. *J. Biomed.* **2021**, *17*, 111–117.] doi 10.33647/2074-5982-17-3-111-118

Organosilicon Derivatives Based on 2-Aminothiazolium Cations

N. O. Yarosh*, I. A. Dorofeev, and L. V. Zhilitskaya

*Favorskii Irkutsk Institute of Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
ul. Favorskogo, 1, Irkutsk, 664033 Russia
e-mail: yarosh.nina@irioch.irk.ru

Received April 19, 2022; revised May 12, 2022; accepted May 14, 2022

The reactions of 2-aminothiazole and 2-aminobenzothiazole with (iodomethyl) derivatives of silanes in the absence of a base gave the previously unknown organosilicon salts and ionic liquids of 2-aminothiazole and 2-aminobenzothiazole. Structure of the obtained compounds was proved by NMR, and UV spectroscopy methods.

Keywords: 2-amino-1,3-thiazole, 2-amino-1,3-benzothiazole, 1-(iodomethyl)trimethylsilane, 1-(iodomethyl)dimethylphenylsilane, 1-(iodomethyl)dimethylethynylsilane, 1-(iodomethyl)(dimethyl)[2-(trimethylsilyl)ethynyl]silane, 1-(iodomethyl)(dimethyl)(2-phenylethynyl)silane, silylalkylation, iodides, triiodides