

1,4-ДИХАЛЬКОГЕНИНЫ: СИНТЕЗ ИЗ ДИХЛОРЭТЕНОВ И ЭЛЕМЕНТНЫХ ХАЛЬКОГЕНОВ В СИСТЕМЕ ГИДРАЗИНГИДРАТ–ГИДРОКСИД КАЛИЯ

© 2021 г. В. С. Никонова^a, В. А. Грабельных^{a,*}, И. Н. Богданова^a, Н. Г. Сосновская^b,
Н. В. Истомина^b, Н. В. Руссавская^a, И. Б. Розенцвейг^{a,c}, Н. А. Корчевин^{a,b}

^a Иркутский институт химии имени А. Е. Фаворского Сибирского отделения Российской академии наук,
ул. Фаворского 1, Иркутск, 664033 Россия

^b Ангарский государственный технический университет, Ангарск, 665835 Россия

^c Иркутский государственный университет, Иркутск, 664003 Россия

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

Поступило в Редакцию 1 марта 2021 г.

После доработки 1 марта 2021 г.

Принято к печати 16 марта 2021 г.

В системе гидразингидрат–КОН исследована возможность синтеза 1,4-дихалькогенинов реакцией винилиденхлорида или 1,2-дихлорэтена с элементными халькогенами. При использовании винилиденхлорида максимальный выход 1,4-диселенина составляет 38%, 1,4-дителлуриин не образуется. Из 1,2-дихлорэтена получены диселенин (45%) и дителлуриин (21%). Предложен механизм образования молекул дихалькогенинов, который позволяет объяснить различия в поведении 1,1- и 1,2-дихлорэтенов в реакции с теллуридом калия. При введении в реакцию двух халькогенов с выходом до 7% получены 1,4-дихалькогенины с разными атомами халькогенов.

Ключевые слова: 1,4-дихалькогенины, винилиденхлорид, 1,2-дихлорэтен, система гидразингидрат–КОН, галогенофильная атак

DOI: 10.31857/S0044460X21050097

1,4-Дихалькогенины представляют большой теоретический интерес с точки зрения их электронного и пространственного строения. Эти вопросы остаются дискуссионными даже для простейшего представителя – 1,4-дитиина [1]. Практический интерес к соединениям подобного типа обусловлен, в частности, возможностью получения из них наноразмерных макроциклов, применение которых перспективно как в микроэлектронике, так и в медицине [2].

Физико-химические исследования структуры 1,4-дихалькогенинов сдерживается отсутствием простых методов их получения, базирующихся на доступных исходных реагентах. Достаточно

простой метод синтеза может быть основан на использовании бисэтинилхалькогенидов, при этом выход целевых 1,4-дихалькогенинов составляет 60–80% [3]. Однако в литературе описано только применение бисэтинилсульфидов, которые, в свою очередь, синтезируют либо на основе ацетиленидов щелочных металлов в жидком аммиаке, либо путем дегидрохлорирования еще более труднодоступного бис(2-хлорвинил)сульфида [3]. 1,4-Диселенин получен с выходом 79% при термоллизе Z-1,2-бис(бензилселенил)этена, который синтезируют из дибензилдиселенида и ацетилена (давление 12 атм.) в водно-щелочном ДМСО [4]. Реакцией элементного теллура с ацетиленом в системе гидразингидрат–КОН–ГМФТА–H₂O при темпера-

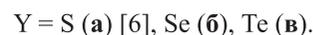
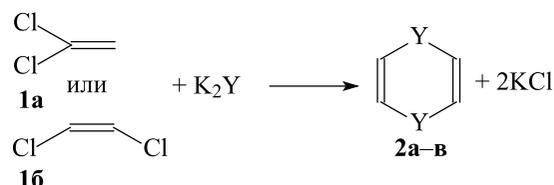
Схема 1.



туре 50–60°C и давлении 14 атм. впервые получен 1,4-дителлуриин с выходом 2% [5].

Синтез 1,4-дихалькогенинов может базироваться на использовании дигалогенпроизводных этилена – 1,1-дихлорэтена (винилиденхлорида) **1a** и 1,2-дихлорэтена **1б** (*Z*- и *E*-изомеры). Недавно нами была исследована реакция дихлорэтенов **1a**, **б** с элементной серой в системе гидразингидрат–KOH (генерирование K₂S) [6]. Легко выделяемый из реакционной смеси 1,4-дйтиин получен с выходом 32% из соединения **1a** и 46% при использовании 1,2-дихлорэтена **1б**. Ранее при реакции винилиденхлорида **1a** с селеном и теллурием в системе N₂H₄·H₂O–KOH циклические продукты не были идентифицированы [7]. Описана возможность синтеза гетероциклических структур – ненасыщенных тиакраунэфиров, реакцией винилиденхлорида **1a** [8] и *Z*-1,2-дихлорэтена **Z-1б** [9] с сульфидом натрия в ацетонитриле в присутствии катализаторов межфазного переноса. Максимальный суммарный выход тиакраунэфиров получен при использовании в качестве катализатора эфира 15-краун-5 (0.4 экв.) и составил в обоих случаях

Схема 2.



40%, выход 1,4-дйтиина составил 12.8 [8] и 17.6% [9]. *Z*-1,2-Дихлорэтен в присутствии эфира 15-краун-5 с селенидом натрия (получен из селена, NaOH и ронгалита) позволил синтезировать ненасыщенные селенакраунэфиры с суммарным выходом 29% (выход 1,4-диселенина 7%) [10].

Целью данной работы является изучение дополнительных возможностей получения 1,4-дихалькогенинов с использованием дихлорэтенов **1a**, **б** и элементных халькогенов (S, Se, Te) в основно-восстановительной системе гидразингидрат–KOH. Элементные халькогены в этой системе переходят в активные нуклеофильные реагенты – халькогениды калия [11] (схема 1).

Полученные растворы халькогенидов калия использованы в дальнейших реакциях без выделения в индивидуальном состоянии.

Таблица 1. Условия реакции (схема 2) и выходы 1,4-дихалькогенинов **2a–в** (время реакции – 5 ч)

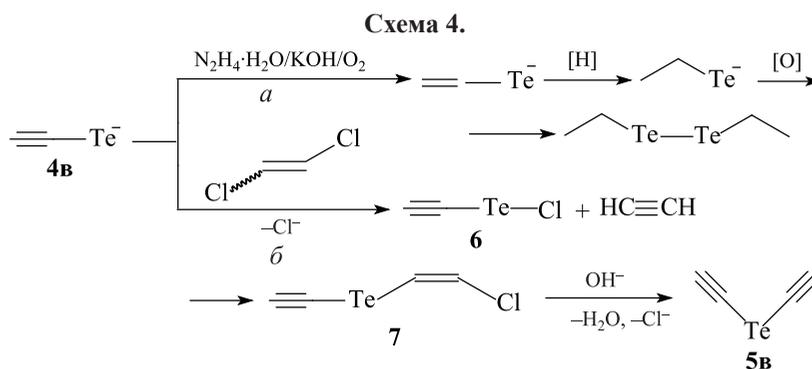
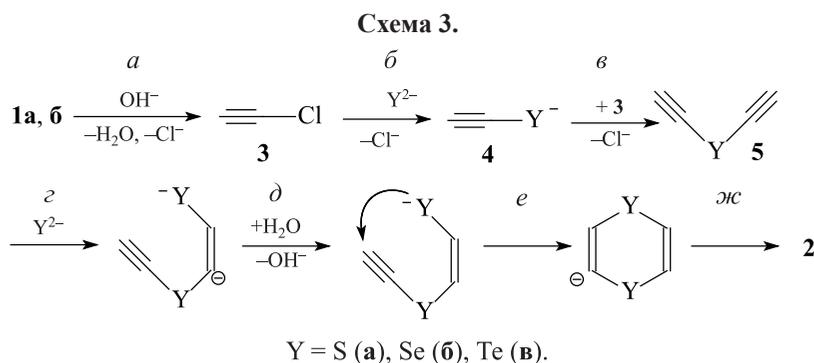
№ опыта	Используемые реагенты		Соотношение		T, °C	Выход, %
	Y	дигалогенид	Y:KOH	1:Y		
1	Se	1a	1:4	3:1	25	38 (2б)
2	Se	1a	1:4	3:1	10–15	24 (2б)
3	Se	1б	1:4	3:1	25	40 (2б)
4	Se	1б	1:4	3:1	10–15	45 (2б)
5	Te	1a	1:8	3:1	25	(25) ^a
6	Te	1a	1:8	3:1	10–15	(33) ^a
7	Te	1a	1:8	3:1	50	(18) ^a
8	Te	1б	1:8	3:1	25	18 (2в) (35) ^a
9	Te	1б	1:8	3:1	10–15	21 (2б) (27) ^a
10 ^б	S	1a	1:4	2:1	23	32 (2a)
11 ^б	S	1a	1:4	6:1	15–20 ^б	30 (2a)
12 ^б	S	1a	1:4	2.5:1	10–15 ^г	23 (2a)
13 ^б	S	1б	1:4	4:1	23	14 (2a)
14 ^б	S	1б	1:4	3:1	23	46 (2a)

^a В скобках указан выход Et₂Te₂.

^б По данным работы [6].

^в Время реакции – 1 ч.

^г Время реакции – 8.5 ч.



Образование 1,4-дихалькогенинов **2а–в** можно представить схемой 2.

Условия реакции и выходы соединений **2а–в** представлены в табл. 1. Как видно из таблицы, дихалькогенины **2а** и **2б** образуются с умеренным выходом как из винилиденхлорида **1а**, так и из 1,2-дихлорэтена **1б**. В то же время 1,4-дителлуриин **2в** получен только при использовании реагента **1б**, в случае винилиденхлорида **1а** в качестве продукта реакции выделен только диэтилдителлурид (выход до 33%). Этот продукт образуется наряду с 1,4-дителлурином и при использовании дихлорида **1б**.

По аналогии с данными работ [3, 6] можно предположить, что образование соединений **2** происходит за счет участия продукта дегидрохлорирования дихлорэтенов **1а, б** – хлорацетилена **3**, в соответствии со схемой 3.

Образование целевых продуктов **2** инициируется стадией *a* представленной схемы. Дальнейшие реакции хлорацетилена через последовательные стадии *б* и *в* приводят к диэтинилхалькогенидам **5**, превращение которых в дихалькогенины **2** описано в литературе на примере диэтинилсульфида [3].

По данным квантово-химических расчетов¹, активационные барьеры стадии дегидрохлорирования (*a*) соединений **1а** и **1б** с образованием хлорацетилена примерно одинаковые. Превращения, представленные на схеме 3, хорошо согласуются с данными по участию серы и селена. Однако результаты квантово-химических расчетов и предполагаемая схема не объясняют различие реакции K_2Te с винилиденхлоридом **1а** и 1,2-дихлорэтеном **1б**. Такое различие может быть обусловлено особенностями реакционной способности теллуриорганических соединений [13]. Важной особенностью теллуриорганических соединений является более высокая галогенофильность в реакциях с галогенорганическими соединениями (по сравнению с серо- и селенсодержащими анионами) [14]. Галогенофильная атака наблюдается для соединений, у которых в вицинальном положении к атому галогена находится уходящая группа. Этому условию отвечает 1,2-дихлорэтен **1б**, но не отвеча-

¹ Квантово-химические расчеты выполнены Е.А. Чиркиной (Ангарский государственный технический университет) в рамках теории функционала электронной плотности методом B3LYP/6-311++G(d,p) в соответствии с работой [12], в которой рассмотрено дегидрохлорирование винилиденхлорида в системе гидразингидрат–щелочь.

Таблица 2. Реакции дихлорэтенов **1а, б** с двумя халькогенами (температура 25°C, время реакции 5 ч, соотношение S(Se):KOH=1:4, Te:KOH=1: 8, **1а,б**:Y¹+Y²=2:1

№ опыта	Дигалогенид	Y ¹ , Y ²	Выход ^а , %	
			2	8
1	1а	S, Se	4 (2а), 18 (2б)	5 (8а)
2	1б	S, Se	6 (2а), 14 (2б)	7 (8а)
3	1а	S, Te	2 (2а), (38) ^б	2 (8б)
4	1б	S, Te	6 (2а), (47) ^б	Следы (8б)
5	1а	Se, Te	2 (2б), (29) ^б	0.2 (8в)
6	1б	Se, Te	5 (2б), 1.7(2в), (37) ^б	4.5 (8в)

^а Выходы рассчитаны по данным ЯМР ¹H.^б Выход Et₂Te₂.

ет винилиденхлорид **1а**, для которого отщепление двух атомов хлора, по-видимому, невозможно.

Получение диэтилдителлурида при участии K₂Te в реакции (схема 2) позволяет предположить формирование фрагментов C₂Te, которое осуществляется по стадиям *a* и *б* схемы 3. Дальнейшие превращения аниона ≡Te⁻ **4в** не происходят по стадии *в* схемы 3 и могут быть представлены схемой 4.

В случае винилиденхлорида **1а** реакция преимущественно протекает по направлению *a* (схема 4), а в случае 1,2-дихлорэтена **1б** наряду с направлением *a* становится возможным и направление *б*. Галогенофильная атака аниона **4в** на атом хлора 1,2-дихлорэтена **1б** приводит к образованию этинилтеллуридилхлорида **6** и ацетилена. Эти два продукта вступают между собой во взаимодействие. Подобное присоединение хорошо известно для сульфенилхлоридов, присоединение которых к ацетиленам служит удобным методом получения хлорвинилсульфидов [15]. Легкое взаимодействие с ацетиленами описано также для арилтеллуридилтрибромидов [16]. Продукт присоединения этинилтеллуридилхлорида **6** к ацетилену – 2-хлорвинилтеллуридилхлорид **7** – в условиях реакции дегидрохлорируется с образованием бисэтинил-

теллурида **5в**, который далее в соответствии со схемой 3 участвует в образовании 1,4-дителлурина **2в**.

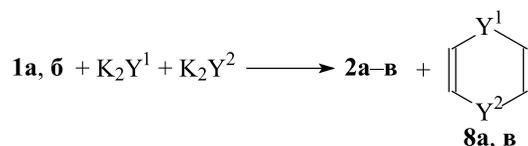
В отсутствие объекта галогенофильной атаки этинилтеллуридил-анион **4в** находится в водно-гидразиновой фазе, в которой может происходить гидрирование кратных связей [17], приводящее к этилтеллурилату калия, легкое окисление которого дает диэтилдителлурид.

Исследована возможность получения 1,4-дихалькогенинов с двумя разными халькогенами. Для этого в реакцию с дихлорэтенами **1а, б** вводили эквимольную смесь халькогенидов калия K₂Y¹ и K₂Y², полученных отдельно в соответствии со схемой 1. Результаты этих экспериментов приведены в табл. 2. Процесс можно представить схемой 5.

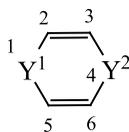
Соединения **8** образуются с низким выходом, и их образование во всех случаях сопровождается получением соединений **2** также с невысоким выходом. При использовании теллура в качестве одного из халькогенов во всех опытах наблюдалось существенное образование Et₂Te₂ (максимальный выход 47%), формирование которого происходит путем последовательных превращений, представленных на схеме 4 (направление *a*).

Как видно из данных табл. 2, суммарный выход продуктов **2** и **8** составляет всего 2–27%. Наибо-

Схема 5.



8: Y¹ = S, Y² = Se (**а**), Y¹ = S, Y² = Te (**б**), Y¹ = Se, Y² = Te (**в**).

Таблица 3. Данные спектроскопии ЯМР для 1,4-дихалькогенинов **2**, **8**

№	δ_{H} , м. д.		δ_{C} , м. д.		$\delta_{\text{Se(Te)}}$
	Y^1CH	Y^2CH	Y^1C	Y^2C	
2a	6.19 (6.00 [1], 6.43 [3])		121.27 (120.56 [3])		378.5 (636.2)
2б	7.02 ($^2J_{\text{SeH}}$ 48.6, $^3J_{\text{SeH}}$ 7.6 Гц) (7.02 [4])		120.1 ($^1J_{\text{CSe}}$ 117.4 Гц) (120.11 [4])		
2в	8.28 (8.28 [5])		118.28 (118.3 [5])		344.3 а
8a	6.50 д ($^2J_{\text{HH}}$ 6.9 Гц)	6.69 д ($^2J_{\text{SeH}}$ 45.8 Гц)	122.26 а	118.57 а	
8б	7.28 д ($^3J_{\text{HH}}$ 7.6 Гц)	7.65 д ^б			446.3 (547.7)
8в	7.41 д ($^3J_{\text{HH}}$ 7.6 Гц)	7.77 д ($^2J_{\text{SeH}}$ 46.3 Гц) ^б	125.83	109.52	

^а Определить не удалось, в виду низкой концентрации соединения **8б** в смеси.

^б Константа $^2J_{\text{TeH}}$ не определена ввиду низкой концентрации соединений **8б** и **8в**.

лее низкие значения суммарного выхода этих продуктов наблюдаются при использовании теллура в качестве одного из реагентов. Данные ЯМР для соединений представлены в табл. 3.

Для оценки путей дополнительных превращений халькогенид-анионов при осуществлении реакции по схеме 5 водногидразиновые слои после экстракции продуктов **2** и **8** были обработаны 1-бромпропаном аналогично работе [6]. Основными продуктами алкилирования водногидразиновых слоев в экспериментах 1 и 2 (табл. 2) были дипропилдиселенид и дипропилдисульфид (соотношение по данным ХМС ~ 3:1), что соответствует результатам, полученным в работе [6]. В водногидразиновых слоях, полученных в экспериментах 3 и 4, в которых использовано большое количество КОН (КОН:Те = 8:1), сера и теллур присутствуют в виде анионов S^{2-} и Te^{2-} . При алкилировании они дают Pr_2S и Pr_2Te в соотношении 1.5:1 (ХМС). Меньшее количество Pr_2Te обусловлено основным направлением превращения теллура в Et_2Te_2 . Аналогичная картина наблюдается и при обработке водногидразиновых слоев из экспериментов 5 и 6. Их обработка 1-бромпропаном дает Pr_2Se и Pr_2Te .

Таким образом, на данном этапе исследований использование дихлорэтенев и элементных халькогенов в системе гидразингидрат–КОН может быть успешно применено (в виду доступности реагентов, мягких условий реакции и легкости отделения целевых продуктов) только для синтеза 1,4-дихалькогенинов с одинаковыми атомами ха-

логенов. Получение 1,4-дихалькогенинов с двумя разными атомами халькогенов требует дополнительной оптимизации условий реакции.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{77}Se , ^{125}Te получены на спектрометре Bruker DPX-400 (400.13, 100.62, 76.31 и 126.2 МГц соответственно) в растворах $\text{DMCO}-d_6$ или CDCl_3 , внутренний стандарт – ТМС (^1H , ^{13}C), Me_2Se (^{77}Se) и Me_2Te (^{125}Te). Масс-спектры сняты на хромато-масс-спектрометре Shimadzu GCMS-QP5050A (хроматографическая колонка SPB-5, 60000×0.25 мм, масс-анализатор квадрупольный, электронная ионизация, 70 эВ, температура ионного источника – 190°C, диапазон детектируемых масс 34–650 Да). ИК спектры зарегистрированы в тонком слое на спектрометре Bruker IFS-25.

Получение халькогенидов калия K_2Y . К раствору, содержащему необходимое (табл. 1) количество КОН в гидразингидрате при перемешивании прибавляли порциями соответствующее количество порошкообразного халькогена. Смесь перемешивали 2 ч при 80–85°C. Охлажденный раствор использовали без дополнительной обработки.

Реакция дихлорэтенев **1a, **б** с раствором K_2Y в гидразингидрате.** К полученному раствору K_2Y при перемешивании и температуре (табл. 1) прибавляли по каплям расчетное количество дихлорэтена **1a** или **1б** и продолжали перемешивание (в табл. 1 указано суммарное время прибавления

дихлорэтена и дополнительного перемешивания). По окончании опыта реакционную смесь экстрагировали диэтиловым эфиром (5 × 30 мл). Экстракты объединяли и сушили MgSO₄, растворитель удаляли. Остаток исследовали методами ИК, ЯМР (¹H, ¹³C, ⁷⁷Se, ¹²⁵Te) спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии. ИК спектр ν, см⁻¹: **2a** 1595 (C=C), **2b** 1530 (C=C), **2в** 1567 (C=C). Данные ЯМР представлены в табл. 3.

При проведении реакций с двумя халькогенидами отдельно приготовленные растворы K₂Y¹ и K₂Y² (соотношение 1:1) объединяли, затем при температуре прибавляли по каплям расчетное количество дихлорэтена **1a** или **1b** (табл. 2). Реакционную смесь обрабатывали как указано выше, остаток анализировали. ИК спектр ν, см⁻¹: **8a** 1567 (C=C), **8в** 1517 (C=C). Данные ЯМР представлены в табл. 3.

Обработка водногидразиновых слоев. После экстракции продуктов реакции водногидразиновые растворы обрабатывали избытком 1-бромпропана. Полученную смесь экстрагировали диэтиловым эфиром. Экстракт сушили MgSO₄, растворитель упаривали в вакууме, остаток анализировали методом хромато-масс-спектрометрии путем сравнения полученных спектров со спектрами заведомых образцов Pr₂S₂, Pr₂Se₂, Pr₂S, Pr₂Se и Pr₂Te.

Работа выполнена с использованием материально-технической базы Байкальского аналитического центра коллективного пользования Сибирского отделения РАН.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kobayashi K., Gajurel C.L. // Sulfur Rep. 2016. Vol. 7. N 2. P. 123. doi 10.1080/17415998609410046
2. Ващенко А.В., Кузнецова С.Ю., Сомина Л.А. // ЖСХ. 2012. Т. 53. № 2. С. 259; Vashchenko A.V., Kuznetsova S.Y., Somina L.A. // J. Struct. Chem. 2012. Vol. 53. P. 247. doi 10.1134/S00224766120200602012
3. Meijer J., Vermeer P., Verkruisje H.D., L. Brandsma // Recueil. 1973. Vol. 92. P. 1326. doi 10.1002/recl.19730921207
4. Potapov V.A., Amosova S.V., Doron'kina I.V., Glass R.S. // Sulfur Lett. 2003. Vol. 26. N 4. P. 137. doi 10.1080/0278611031000138018
5. Amosova S.V., Potapov V.A., Bulakhova Z.A., Romanenko L.S. // Sulfur Lett. 1991. Vol. 13. N 4. P. 143.
6. Леванова Е.П., Никонова В.С., Грабельных В.А., Руссавская Н.В., Албанов А.И., Розенцвейг И.Б., Корчевин Н.А. // ЖОХ. 2018. Т. 88. № 3. С. 353; Levanova E.P., Nikonova V.S., Grabel'nykh V.A., Russavskaya N.V., Albanov A.I., Rozentsveig I.B., Korchevin N.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2018. Vol. 88. N 3. P. 383. doi 10.1134/S1070363218030015
7. Леванова Е.П., Никонова В.С., Грабельных В.А., Руссавская Н.В., Албанов А.И., Розенцвейг И.Б., Корчевин Н.А. // ЖОрХ. 2016. Т. 52. № 7. С. 1075; Levanova E.P., Nikonova V.S., Grabel'nykh V.A., Russavskaya N.V., Albanov A.I., Rozentsveig I.B., Korchevin N.A. // Russ. J. Org. Chem. 2016. Vol. 52. N 7. P. 1070. doi 10.1134/S1070428016070307
8. Sun D.-Q., Yang J.-K. // Synthesis. 2011. N 15. P. 2454. doi 10.1055/s-0030-1260066
9. Tsuchiya T., Shimizu T., Kamigata N. // J. Am. Chem. Soc. 2001. Vol. 123. N 47. P. 11534. doi 10.1021/ja0102742
10. Shimizu T., Kawaguchi M., Tsuchiya T., Hirabayashi K., Kamigata N. // J. Org. Chem. 2005. Vol. 70. N 13. P. 5036. doi 10.1021/jo0502807
11. Розенцвейг И.Б., Никонова В.С., Корчевин Н.А. // Изв. вузов. Сер. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9. № 4. С. 576. doi 10.21285/2227-2925-2019-9-4-576-589
12. Чиркина Е.А., Леванова Е.П., Кривдин Л.Б. // ЖОрХ. 2017. Т. 53. Вып. 7. С. 974; Chirkina E.A., Levanova E.P., Krivdin L.B. // Russ. J. Org. Chem. 2017. Vol. 53. N 7. P. 986. doi 10.1134/S1070428017070053
13. Садеков И.Д., Минкин В.И. // Усп. хим. 1995. Т. 84. № 6. С. 525.
14. Levanova E.P., Grabelnykh V.A., Elaev A.V., Albanov A.I., Klyba L.V., Russavskaya N.V., Tarasova O.A., Rozentsveig I.B., Korchevin N.A. // J. Sulfur Chem. 2012. Vol. 33. N 5. P. 505. doi 10.1080/17415993.2012.710909
15. Поконова Ю.В. Галоидсульфиды. Л.: ЛГУ, 1977. 250 с.
16. Huang X., Wang Y.P. // Tetrahedron Lett. 1996. Vol. 37. N 41. P. 7417. doi 10.1016/0040-4039(96)01615-2
17. Дерягина Э.Н., Корчевин Н.А., Руссавская Н.В., Грабельных В.А. // Изв. АН. Сер. хим. 1998. № 9. С. 1874.

1,4-Dichalcogenins: Synthesis from Dichloroethenes and Elemental Chalcogens in a Hydrazine Hydrate–Potassium Hydroxide System

V. S. Nikonova^a, V. A. Grabelnykh^{a,*}, I. N. Bogdanova^a, N. G. Sosnovskaya^b, N. V. Istomina^b,
N. B. Russavskaya^a, I. B. Rozentsveig^{a,c}, and N. A. Korchevin^{a,b}

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

^b Angarsk State Technical University, Angarsk, 665835 Russia

^c Irkutsk State University, Irkutsk, 664003 Russia

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

Received March 1, 2021; revised March 1, 2021; accepted March 16, 2021

A possibility of the synthesis of 1,4-dichalcogenins by the reaction of vinylidene chloride or 1,2-dichloroethene with elemental chalcogenes in a hydrazine hydrate–KOH system was studied. When vinylidene chloride was used, the maximum yield of 1,4-diselenin was 38%; 1,4-ditellurine was not formed. Diselenin was obtained from 1,2-dichloroethene in 45% yield, while ditellurine was prepared in 21% yield. A plausible mechanism for the formation of dichalcogenin molecules was proposed, which makes it possible to explain the differences in the behavior of 1,1- and 1,2-dichloroethenes in the reaction with potassium telluride. When two chalcogenes were introduced into the reaction, 1,4-dichalcogenins with different chalcogen atoms were obtained with yields of up to 7%.

Keywords: 1,4-dichalcogenins, vinylidene chloride, 1,2-dichloroethene, hydrazine hydrate–KOH system, halogenophilic attack