

УДК 547.379 + 547.318

КРОСС-СОЧЕТАНИЕ БИС(*E*-2-БРОМВИНИЛ)-СЕЛЕНИДА С ТЕРМИНАЛЬНЫМИ АЦЕТИЛЕНАМИ В ПРИСУТСТВИИ Pd(PPh₃)₄: ПЕРВЫЙ ПРИМЕР ВОВЛЕЧЕНИЯ ВИНИЛСЕЛЕНИДОВ В РЕАКЦИЮ СОНОГАШИРЫ

© 2021 г. А. В. Мартынов*, Н. А. Махаева, М. В. Мусалов, С. В. Амосова

ФГБУН «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», Россия, 664033 Иркутск, ул. Фаворского, 1
*e-mail: almartynov2011@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.08.2021 г.
После доработки 10.09.2021 г.
Принята к публикации 12.09.2021 г.

Бис(*E*-2-бромвинил)селенид подвергается реакции кросс-сочетания с терминальными ацетиленами в присутствии Pd/CuI катализатора при комнатной температуре с участием как атома брома, так и селанильной функции и образованием как замещенных бис(1-бутен-3-инил)селенидов, так и ендиновых углеводов с полным сохранением конфигурации исходного селенида.

Ключевые слова: бромвинилселенид, кросс-сочетание, терминальные ацетилены, палладиевый катализатор, ендины, бис(1-бутен-3-инил)селениды

DOI: 10.31857/S0514749221110100

Реакция кросс-сочетания Соногаширы винилхлоридов, -бромидов, -иодидов и -трифлатов с терминальными ацетиленами в присутствии Pd(0) или Pd(II)/CuI и при использовании амина в качестве основания является одним из действенных методов синтеза ениновых углеводов [1–5]. В то же время ненасыщенные халькогениды могут быть удобной альтернативой галогенидам в качестве источника электрофильных частиц в реакциях Соногаширы, так как окислительное присоединение органиселенидов по палладию идет быстрее, чем присоединение органических галогенидов, потому что связь углерод-селен более лабильна, чем связь углерод-галоген [6]. Однако до сих пор в реакцию кросс-сочетания Соногаширы удалось вовлечь только винилтеллуриды [7]. Так, *Z*-винилтеллуриды в реакциях кросс-сочетания с терминальными ацетиленами, катализируемых

PdCl₂/CuI, дают соответствующие ениновые углеводороды с сохранением *Z*-конфигурации [8]. Аналогичным образом, с образованием ениновых углеводов *Z*-конфигурации, реагируют с терминальными ацетиленами в тех же условиях *Z*-бис(винил)теллуриды. Однако дивинилселениды оказались полностью инертны в этих реакциях, исходные соединения обычно выделялись в неизменном виде, в независимости от взятого палладиевого катализатора [9]. В случае *E*-1-бромвинилселенидов в реакциях кросс-сочетания с терминальными ацетиленами, катализируемых Pd(PPh₃)₄, участвовал только атом брома, селанильная группа в кросс-сочетании участия не принимала. В результате в качестве продуктов реакции были выделены только соответствующие *Z*-2-органиселено-1,3-енины [10]. Аналогично, с образованием *E*-1-арилселено-замещенных 1,3-ени-

нов, в которых сохраняется конфигурация исходной винильной группы, идет реакция *E*-1-иодо-2-арилселеноэтиленов с терминальными ацетиленами [11]. И в этом случае селанильная функция в реакцию не вступает. Осуществить кросс-сочетание как телланильной, так и селанильной функций в *Z,Z*- и *E,E*-бис(винил)халькогенидах с терминальными ацетиленами авторам [12] удалось при использовании никелиевого катализатора Ni(dppf)Cl₂ в сочетании с CuI. Реакция и здесь происходила с сохранением исходной конфигурации халькогенидов и образованием соответствующих енинов. Лишь в случае ацетиленовых селенидов при использовании системы PdCl₂(PPh₃)₂/Cu(OAc)₂·H₂O в ДМФА удалось реализовать реакцию Соногаширы с участием селанильной функции. Взаимодействие арилэтинилбутилселенида с терминальными ацетиленами при этом приводило к образованию диацетиленовых углеводородов с высокими выходами [13].

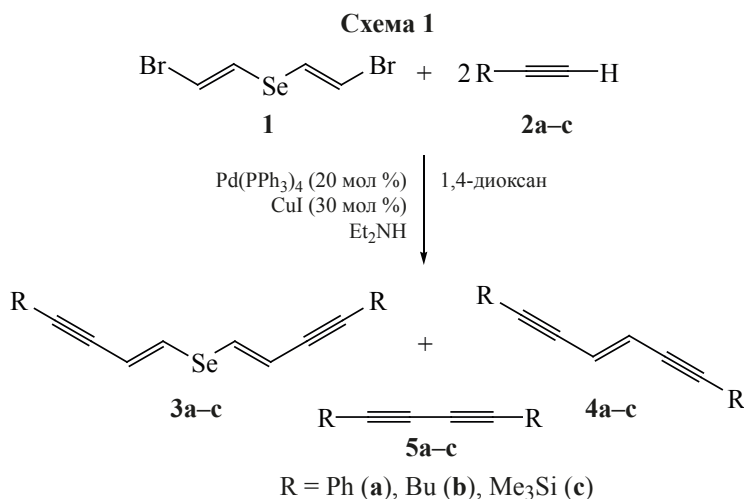
Ранее нами в ходе изучения электрофильных реакций присоединения к ненасыщенным соединениям дибромида селена, генерируемого *in situ* из селена и брома, синтезирован бис(*E*-2-бромвинил)-селенид **1**, образующийся количественно при стереоселективном присоединении SeBr₂ к ацетилену в CCl₄ при давлении 10–12 атм [14]. Наличие в полученном реагенте атомов брома, находящихся в транс-положении к атому селена, делает его удобным исходным соединением для синтеза на основе реакции Соногаширы бис-ениновых селенидов заданной *E*-конфигурации. Учитывая результаты

исследований [9–11] можно было ожидать, что данный процесс будет хемоселективен.

Однако совершенно неожиданно кросс-сочетание селенида **1** с такими терминальными ацетиленами, как фенилацетилен (**2a**), 1-гексин (**2b**) и триметилэтинилсилан (**2c**), взятыми в 3-кратном избытке, в присутствии Pd(PPh₃)₄ и CuI и диэтиламина в качестве основания, привело к образованию как ожидаемых бис-ениновых селенидов – бис[(*E*)-4-фенил-1-бутен-3-инил]селенида (**3a**), ди[(*E*)-1-октен-3-инил]селенида (**3b**) и бис[(*E*)-4-(триметилсилил)-1-бутен-3-инил]селенида (**3c**), соответственно, в которых сохраняется конфигурация исходного селенида **1**, так и ендиенов – (*E*)-1,6-дифенил-3-гексен-1,5-диена (**4a**), (*E*)-7-тетрадецен-5,9-диена (**4b**) и триметил[(*E*)-6-(триметилсилил)-3-гексен-1,5-диинил]силана (**4c**), в которых также сохранена конфигурация исходного селенида (схема 1).

В качестве побочных продуктов в соответствии с классической схемой циклической каталитической реакции, включающей в себя образование ацетиленидов меди и диацетиленовых комплексов Pd, подвергающихся далее восстановительному элиминированию ацетиленид-анионов [4, 5], при этом образуются диацетилены **5a–c**. Их образование подтверждается как спектрами ЯМР ¹H, идентичными известным, так и соответствующими молекулярными ионами в масс-спектрах выделенных продуктов.

Согласно данным спектров ЯМР ¹H реакционных смесей, эффективность замещения селаниль-



ной функции по сравнению с атомом брома в реакции в значительной степени зависит от природы терминального ацетилена. Соотношение селенид 3:ендиин 4 составляет 1:3 для фенилацетилена (2a), 1:0.9 для 1-гексина (2b) и 1:1.1 для триметилэтинилсилана (2c). Выходы селенидов 3 при этом варьируются от 21% для соединения 3a до 51% для соединения 3b, эндиин 4 от 18% для соединения 4c до 65% для соединения 4a.

Строение селенидов 3a–c подтверждено данными ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопии, элементарным анализом и данными масс-спектрометрии. Масс-спектры полученных селенидов характеризуются выраженными молекулярными ионами. В спектрах ЯМР ^1H наблюдаются два дублета сигналов протонов группы $\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{Se}$ *E*-конфигурации с соответствующей константой спин-спинового расщепления (15.6–15.8 Гц). Спектры ЯМР ^{13}C характеризуются низкопольными сигналами углеродов группы $\text{CH}=\text{C}$, соседствующей с ацетиленовой связью (δ 114.60–115.53 м.д.) и высокопольными сигналами углеродов группы $=\text{CH}-\text{Se}$ (δ 128.4–132.22 м.д.), а также сигналами углеродов тройной связи в диапазоне 78.90–102.75 м.д.

E-Эндиины 4a–c, образующиеся в реакции, описаны в литературе [15–19] и, более того, являются коммерчески доступными соединениями. Идентифицированы они как сравнением ЯМР ^1H спектров с известными спектрами *E*- [15, 16] и *Z*-изомеров [15, 17, 18] соответствующих эндиин 4, так и масс-спектрами, в которых наблюдаются выраженные молекулярные ионы.

Кросс-сочетание бис(2-бромвинил)селенида (1) с фенилацетиленом (2a). Смесь 29 мг (0.15 ммоль) CuI и 116 мг (0.1 ммоль) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ в 2 мл 1,4-диоксана перемешивали в атмосфере аргона при комнатной температуре 15 мин, затем добавляли последовательно 290 мг (4 ммоль) диэтиламина в 0.5 мл 1,4-диоксана и 145 мг (0.5 ммоль) селенида 1 в 0.5 мл диоксана, перемешивали полученную смесь 1 ч, после чего добавляли 306 мг (3 ммоль) фенилацетилена (2a) в 1 мл 1,4-диоксана. Через 24 ч перемешивания в атмосфере аргона при комнатной температуре реакционную смесь разбавляли 15 мл воды, экстрагировали 3 раза 5 мл хлороформа, хлороформные вытяжки сушили CaCl_2 . После удаления растворителя и

избытка реагентов в вакууме остаток промывали гексаном. Из 255 мг полученной реакционной смеси, содержащей, по данным ^1H ЯМР спектроскопии, бис[(*E*)-4-фенил-1-бутен-3-инил]селенид (3a) и (*E*)-1,6-дифенил-3-гексен-1,5-диин (4a) в соотношении 1:3, а также дифенилдиацетилен (5a), продукты 3a и 4a выделяли методом колоночной хроматографии на силикагеле, последовательно элюируя продукты гексаном, смесью гексан–хлороформ (1:1) и хлороформом.

Бис[(*E*)-4-фенил-1-бутен-3-инил]селенид (3a). Выход 35 мг (21%), коричневое масло. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (*J*, Гц): 6.14 д (1H, $=\text{CH}-\text{C}\equiv$, *J* 15.8), 7.09 д (1H, $\text{SeCH}=\text{C}$, *J* 15.8), 7.29–7.33 м (6H_{аром}), 7.43–7.46 м (4H_{аром}). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.д.: 87.58 ($\equiv\text{C}$), 91.09 ($\equiv\text{C}$), 114.72 ($=\text{CH}-\text{C}\equiv$), 123.15 (C_{аром}), 128.51 (C_{аром}H), 130.83 (C_{аром}H), 131.59 ($=\text{CHSe}$), 131.64 (C_{аром}H). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 334 (16) [*M*]⁺, 276 (9), 252 (100) [*M*–H₂Se]⁺, 239 (10), 226 (11), 176 (4), 152 (12), 139 (7), 126 (58), 115 (24), 101 (10), 77 (25). Найдено, %: C 72.15; H 4.47; Se 23.89. C₂₀H₁₄Se. Вычислено, %: C 72.07; H 4.23; Se 23.69. *M* 333.28.

(*E*)-1,6-дифенил-3-гексен-1,5-диин (4a). Выход 74 мг (65%), светло-коричневые иглы, т.пл. 110°C (т.пл. 110–112°C [15]). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (*J*, Гц): 6.27 с (2H, $=\text{CH}$), 7.29–7.33 м (6H_{аром}), 7.43–7.46 м (4H_{аром}). Лит. *E*-изомер [15]: 6.29 с (2H, $=\text{CH}$), 7.26–7.36 м (6H_{аром}), 7.45–7.49 м (4H_{аром}); *Z*-изомер [15]: 6.10 с (2H, $=\text{CH}$), 7.33–7.36 м (6H_{аром}), 7.50–7.54 м (4H_{аром}). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 228 (100) [*M*]⁺, 202 (14) [*M*–C₂H₂]⁺, 150 (5), 126 (20), 113 (26), 100 (9), 77 (3).

Кросс-сочетание бис(2-бромвинил)селенида (1) с 1-гексином (2b). Аналогично из 35 мг (0.18 ммоль) CuI , 114 мг (0.1 ммоль) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$, 290 мг (4 ммоль) диэтиламина, 148 мг (0.51 ммоль) селенида 1, 255 мг (3.1 ммоль) 1-гексина (2b) в 6 мл 1,4-диоксана за 20 ч получали 392 мг смеси продуктов, содержащей, по данным ^1H ЯМР спектроскопии, ди[(*E*)-1-октен-3-инил]селенид (3b) и (*E*)-7-тетрадецен-5,9-диин (4b) в соотношении 1:0.9, а также додека-5,7-диин (5b). Продукты выделены методом колоночной хроматографии на силикагеле при последовательном элюировании гексаном, смесью гексан–хлороформ (9:1 → 1:9), хлороформом.

Ди[(E)-1-октен-3-инил]селенид (3b). Выход 74.5 мг (51%), коричневое масло. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 0.92 т (6H, 2CH_3 , J 7.2), 1.42 секстет (4H, 2CH_2 , J 7.3), 1.52 квинтет (4H, 2CH_2 , J 7.2), 2.31 т.д (4H, $2 =\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2$, J 6.9, 2.2), 5.89 д.т (2H, $2 =\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2$, J 15.8, 2.2), 6.84 д (2H, $2\text{SeCH}=\text{C}$, J 15.8). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.д.: 13.76 (CH_3), 19.33 (CH_2-CH_3), 22.14 ($\text{CH}_2-\text{C}\equiv$), 30.86 (CH_2), 78.90 ($\text{C}\equiv$), 92.32 ($\text{C}\equiv$), 115.53 ($=\text{CH}-\text{C}\equiv$), 128.94 ($=\text{CHSe}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 294 (30) $[M]^+$, 251 (18) $[M - \text{C}_3\text{H}_7]^+$, 209 (28), 195 (55), 183 (6), 169 (9), 155 (24), 141 (48), 128 (100), 115 (57), 105 (11), 91 (45), 77 (30), 65 (36). Найдено, %: C 65.87; H 7.35; Se 26.74. $\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{Se}$. Вычислено, %: C 65.51; H 7.56; Se 26.93. M 293.31.

(E)-7-Тетрадецен-5,9-диин (4b). Выход 29.5 мг (31%), коричневое масло. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 0.91 т (6H, 2CH_3 , J 7.2), 1.42 секстет (4H, 2CH_2 , J 7.3), 1.52 квинтет (4H, 2CH_2 , J 7.2), 2.25 т (4H, 2CH_2 , J 7.0), 5.88 с (2H, $\text{CH}=\text{CH}$). Лит. *E*-изомер [17]: 0.90 т (6H, 2CH_3 , J 7.2), 1.48 м (8H, 4CH_2), 2.37 т (4H, 2CH_2 , J 6.8), 5.70 с (2H, $\text{CH}=\text{CH}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 188 (57) $[M]^+$, 173 (3) $[M - \text{CH}_3]^+$, 145 (22) $[M - \text{C}_3\text{H}_7]^+$, 131 (78) $[M - \text{C}_4\text{H}_9]^+$, 117 (88), 115 (77), 105 (38), 91 (100), 77 (55), 63 (27), 51 (31).

Кросс-сочетание бис(2-бромвинил)селенида (1) с триметилэтинилсиланом (2с). Аналогично из 30 мг (0.16 ммоль) CuI , 116 мг (0.1 ммоль) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$, 298 мг (4.1 ммоль) диэтиламина, 149 мг (0.51 ммоль) селенида **1** и 301 мг (3.1 ммоль) триметилэтинилсилана (**2с**) в 6 мл 1,4-диоксана через 22 ч получали 278 мг смеси, содержащей, по данным ^1H ЯМР спектроскопии, бис[(E)-4-(триметилсилил)-1-бутен-3-инил]селенид (**3с**) и триметил[(E)-6-(триметилсилил)-3-гексен-1,5-диинил]силан (**4с**) в соотношении 1:1.1, и 1,4-бис(триметилсилил)бутадиин (**5с**). Смесь разделяли методом колоночной хроматографии на силикагеле при последовательном элюировании гексаном, смесью гексан-хлороформ (4:1), хлороформом.

Бис[(E)-4-(триметилсилил)-1-бутен-3-инил]-селенид (3с). Выход 46 мг (28%), светло-желтое масло. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 0.20 с [18H , $2\text{Si}(\text{CH}_3)_3$], 5.93 д (2H, $2 =\text{CH}-\text{C}\equiv$, J 15.6), 7.04 д (2H, $2 =\text{CHSe}$, J 15.6). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.д.: -0.04 [$(\text{CH}_3)_3\text{Si}$], 96.41 ($\equiv\text{C}-\text{Si}$), 102.75 ($\equiv\text{C}-\text{C}\equiv$),

114.60 ($=\text{CH}-\text{C}\equiv$), 132.22 ($=\text{CH}-\text{Se}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 326 (5) $[M]^+$, 311 (4) $[M - \text{CH}_3]^+$, 295 (3), 223 (2), 173 (10), 155 (2), 145 (10), 123 (2), 108 (10), 73 (100) [$(\text{CH}_3)_3\text{Si}$] $^+$. Найдено, %: C 51.23; H 6.35; Se 23.95. $\text{C}_{14}\text{H}_{22}\text{Si}_2\text{Se}$. Вычислено, %: C 51.67; H 6.81; Se 24.26. M 325.46.

Триметил[(E)-6-(триметилсилил)-3-гексен-1,5-диинил]силан (4с). Выход 39 мг (18%), светло-желтые кристаллы, т.пл. 75°C ($75-76^\circ\text{C}$ [19]). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 0.18 с [18H , $2(\text{CH}_3)_3\text{Si}$], 5.99 с (2H, $\text{CH}=\text{CH}$). Лит. *E*-изомер [16]: 0.17 с [18H , $2\text{Si}(\text{CH}_3)_3$], 5.99 с (2H, $\text{CH}=\text{CH}$); *Z*-изомер [18]: 0.20 с [18H , $2\text{Si}(\text{CH}_3)_3$], 5.88 с (2H, $\text{CH}=\text{CH}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 220 (16) $[M]^+$, 205 (100) $[M - \text{CH}_3]^+$, 147 (2) $[M - (\text{CH}_3)_3\text{Si}]^+$, 145(6), 107 (2), 95 (24), 73 (54) [$(\text{CH}_3)_3\text{Si}$] $^+$.

Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C зарегистрированы на приборе Bruker Avance DPX-400 (400 и 101 МГц соответственно) в растворе CDCl_3 (внутренний стандарт – гексаметилдисилоксан для спектров ЯМР ^1H). Сигналы углерода растворителя (δ 77.16 м.д.) служили в качестве внутреннего стандарта для ^{13}C спектров. Масс-спектры получены на приборе Shimadzu QP-5050A (ЭУ, 70 эВ). Элементный анализ выполнен на автоматическом анализаторе Termo Flash EA 2000 CHNS. В реакциях использовался сухой 1,4-диоксан. $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$, CuI и терминальные ацетилены приобретены в Alfa-Aesar. Бис(*E*-2-винил)селенид (**1**) синтезирован по известной методике винилированием дибромида селена [14].

ВЫВОДЫ

В отличие от известных реакций Соногаширы галогенвинилселенидов с терминальными ацетиленами, в которых замещаются только атомы галогена, в реакции Соногаширы бис(2-бромвинил)селенида участвуют как атомы брома, так и селанильная функция, что приводит к образованию как замещенных бис(1-бутен-3-инил)селенидов, так и эндиновых углеводородов с полным сохранением конфигурации исходного селенида.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Байкальскому аналитическому центру коллективного пользования СО РАН за спектральные и аналитические исследования.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мартынов Александр Викторович, ORCID:
<http://orcid.org/0000-0001-9483-7968>

Махаева Наталья Александровна, ORCID:
<http://orcid.org/0000-0002-8808-0994>

Мусалов Максим Викторович, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7638-8377>

Амосова Светлана Викторовна, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2874-3725>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Sonogashira K., Tohda Y., Hagihara N. *Tetrahedron Lett.* **1975**, *16*, 4467–4470. doi 10.1016/S0040-4039(00)91094-3
- Alami M., Crousse B., Ferri F. *J. Organometal. Chem.* **2001**, *624*, 114–123. doi 10.1016/S0022-328X(00)00909-8
- Dai W.-M., Wu J. *Tetrahedron.* **1997**, *53*, 9107–9114. doi 10.1016/S0040-4020(97)00610-8
- Sonogashira K. *Metal-Catalyzed Cross-coupling Reactions*. Eds. F. Diederich, P. Stang. Wiley-VCH: Weinheim. **1998**, 213–229. doi 10.1002/9783527612222
- Negishi E.-i., Anastasia L. *Chem. Rev.* **2003**, *103*, 1979–2017. doi 10.1021/cr020377i
- Fujiwara S.-I., Toyofuku M., Kuniyasu H., Kambe N. *Pure Appl. Chem.* **2010**, *82*, 565–575. doi 10.1351/PAC-CON-09-11-13
- Zeni G., Braga A.L., Stefani H.A. *Acc. Chem. Res.* **2003**, *36*, 731–738. doi 10.1021/ar0202621
- Zeni G., Comasseto J.V. *Tetrahedron Lett.* **1999**, *40*, 4619–4622. doi 10.1016/S0040-4039(99)00773-X
- Zeni G., Menezes P.H., Moro A.V., Braga A.L., Silveira C.C., Stefani H.A. *Synlett.* **2001**, 1473–1475. doi 10.1055/s-2001-16799
- Braga A.L., Zeni G., Andrade L.H., Silveira C.C., Stefani H.A. *Synthesis.* **1998**, 39–41. doi 10.1055/s-1998-2006
- Fang X., Jiang M., Hu R., Cai M. *Synth. Commun.* **2008**, *38*, 4170–4181. doi 10.1080/00397910802323064
- Silveira C.C., Braga A.L., Vieira A.S., Zeni G. *J. Org. Chem.* **2003**, *68*, 662–665. doi 10.1021/jo0261707
- Stein A.L., Bilheri F.N., Zeni G. *Chem. Commun.* **2015**, *51*, 15522–15525. doi 10.1039/C5CC06347G
- Musalov M.V., Potapov V.A., Musalova M.V., Amosova S.V. *Tetrahedron.* **2012**, *68*, 10567–10572. doi 10.1016/j.tet.2012.09.099
- Cao X., Yang Y., Wang X. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1.* **2002**, 2485–2489. doi 10.1039/b207296n
- Lindsell W.E., Preston P.N., Tomb P.J. *J. Organometal. Chem.* **1992**, *439*, 201–212. doi 10.1016/0022-328X(92)80230-U
- Kosinski C., Hirsch A., Heinemann F.W., Hampel F. *Eur. J. Org. Chem.* **2001**, 3879–3890. doi 10.1002/1099-0690(200110)2001:20<3879::AID-EJOC3879>3.0.CO;2-K
- Chemin D., Linstrumelle G. *Tetrahedron.* **1994**, *50*, 5335–5344. doi 10.1016/S0040-4020(01)80691-8
- Vollhardt K.P.C., Winn L.S. *Tetrahedron Lett.* **1985**, *26*, 709–712. doi 10.1016/S0040-4039(00)89115-7

Cross-Coupling of Bis(*E*-2-bromovinyl)selenide with Terminal Acetylenes in a Presence of Pd(PPh₃)₄: a First Example of Vinylselenide Involvement in the Sonogashira Cross-Coupling

A. V. Martynov*, N. A. Makhaeva, M. V. Musalov, and S. V. Amosova

A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry, SB RAS, ul. Favorskogo, 1, Irkutsk, 664033 Russia

**e-mail: almartynov2011@yandex.ru*

Received August 26, 2021; revised September 10, 2021; accepted September 12, 2021

Bis(*E*-2-bromovinyl)selenide cross-couples with terminal acetylenes in a presence of Pd/CuI catalyst at room temperature involving both bromine atom and selenyl function and resulting in both substituted bis(1-buten-3-ynyl)selenides and endiynes with a complete retention of the parent selenide configuration.

Keywords: bromovinylselenide, cross-coupling, terminal acetylenes, palladium catalyst, endiynes, bis(1-buten-3-ynyl)selenides