ЖУРНАЛ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ, 2022, том 58, № 3, с. 264–269

УДК 547.745 + 547.816.9

РЕГИО- И ДИАСТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОЕ [4+2]-ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ 4,5-ДИАРОИЛ-1*H*-ПИРРОЛ-2,3-ДИОНОВ И ЦИКЛОПЕНТАДИЕНА

© 2022 г. А. А. Мороз, Д. И. Антонов, М. В. Дмитриев, А. Н. Масливец*

ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия, 614068 Пермь, ул. Букирева, 15
**e-mail: koh2@psu.ru*

Поступила в редакцию 06.08.2021 г.
После доработки 18.08.2021 г.
Принята к публикации 21.08.2021 г.

Термически инициируемое [4+2]-циклоприсоединение 4,5-диароил-1*H*-пиррол-2,3-дионов и циклопентадиена, выступающего в роли диенофила, приводит к образованию замещенных 5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дионов, структура одного из полученных соединений подтверждена рентгеноструктурным анализом. Реакция протекает регио- и диастереоселективно, в результате образуется только один *эндо*-продукт реакции гетеро-Дильса–Альдера. Описанная реакция является удобным препаративным способом синтеза труднодоступных замещенных циклопента[5,6]-пирано[4,3-*b*]пирролов.

Ключевые слова: поликарбонильные соединения, 1*H*-пиррол-2,3-дионы, диоксогетероциклы, циклоприсоединение, циклопентадиен, реакция гетеро-Дильса–Альдера

DOI: 10.31857/S0514749222030041

ВВЕДЕНИЕ

Оксопроизводные гетероциклов, в том числе 1*H*-пиррол-2,3-дионы, широко используются как диены [1–4] и как диенофилы [5–7] для получения сложных гетероциклических систем. Для циклоалкадиенов в этих реакциях также можно ожидать двойственной реакционной способности. Известно, например, что моноциклические 1*H*-пиррол-2,3-дионы вступают в реакции фотоциклоприсоединения с циклоалкадиенами с образованием [4+2] и [2+2] циклоаддуктов [8–10]. При термической активации циклоалкадиены по отношению к 1*H*-пиррол-2,3-дионам могут выступать и как диены [8], и как диенофилы [11] с образованием продуктов как нормальной реакции Дильса–Альдера, так и реакции гетеро-Дильса–Альдера (схема 1).

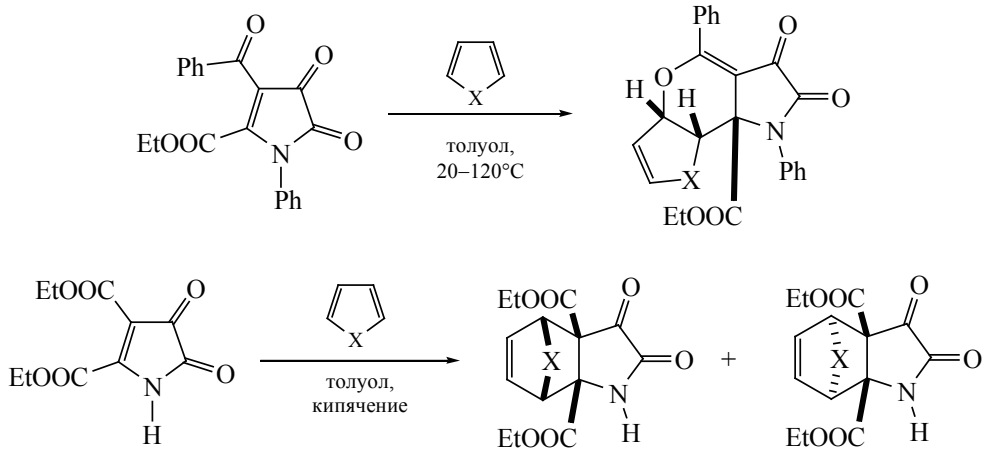
Реакции циклоприсоединения 4,5-диароил-1*H*-пиррол-2,3-дионов с циклопентадиеном не изучены. Наличие в молекулах пирролдионов кратной связи C=C и двух дополнительных ароильных групп может привести к реализации новых реакционных направлений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При взаимодействии 4,5-диароил-1*H*-пиррол-2,3-дионов **1a–f** с циклопентадиеном при комнатной температуре в безводном хлороформе в течение 24 ч (контроль методами ТСХ и ВЭЖХ-МС) образуются циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пирролы **2a–f** (схема 2).

Соединения **2a–f** – желтые кристаллические вещества, легкорастворимые в ДМСО, хлороформе и ацетоне, нерастворимые в алканах и воде.

Схема 1



X = CH_2, $(CH_2)_2$.

Структура соединений **2a–f** подтверждена данными ЯМР и ИК спектроскопии. В спектрах ЯМР соединений **2a–f** содержится только один набор сигналов, соответствующий одному из возможных диастереомеров. Для однозначного установления относительной конфигурации трех хиральных центров соединений **2** выращены монокристаллы соединения **2f** и выполнен РСА.

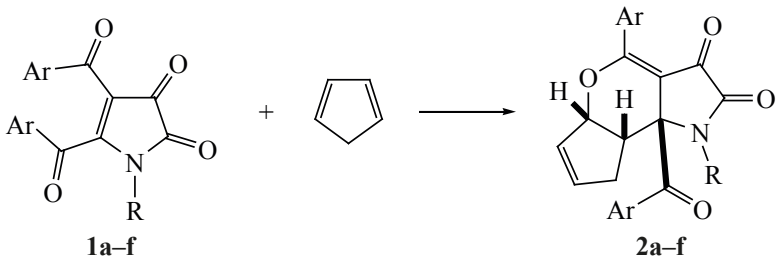
По данным РСА, соединение **2f** кристаллизуется в центросимметричной пространственной группе моноклинной сингонии в виде одного диастереомера (см. рисунок). Пиррольный цикл плоский в пределах 0.04 Å. Циклопентановое кольцо находится в конформации конверт с выходом атома C^5 из плоскости остальных атомов цикла на 0.20 Å. Пирановый цикл принимает конформацию искаженная ванна, атомы O^3 и C^4 отклоняются от плоскости $C^5C^9C^{10}C^3$ на 0.28 и 0.59 Å соответственно.

Образование соединений **2a–f** происходит вследствие термически инициируемого [4+2]-циклоприсоединения циклопентадиена, выступающего в роли диенофила, к сопряженной гетеро-диеновой системе C^5=C^4–C=O пирролдионов **1a–f**. Образующиеся продукты соответствуют *эндо* переходному состоянию, как и в случае аналогичной реакции циклоалкадиенов с 4-бензоил-1-фенил-5-этоксикарбонил-1*H*-пиррол-2,3-дионом [11]. Стоит отметить, что при анализе реакционных масс методом ВЭЖХ-МС нами фиксировалось образование двух альтернативных изомеров соединений **2** в следовых (менее 1%) количествах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

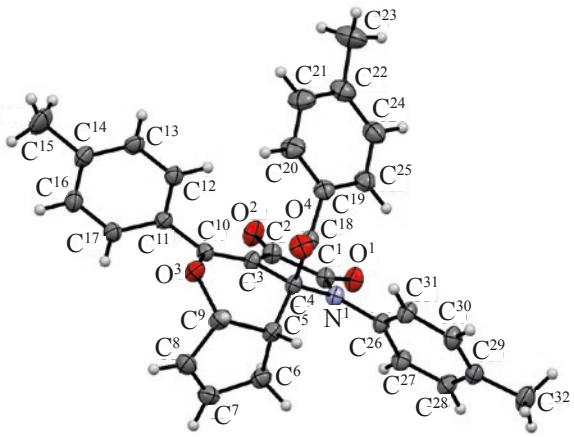
ИК спектры полученных соединений записаны на спектрофотометре Perkin Elmer Spectrum Two (США) в виде пасты в вазелиновом масле. Спектры ЯМР ^{1}H и ^{13}C записаны на спектрометре

Схема 2



1a–f **2a–f**

1, **2**, R = Ar = Ph (**a**); R = Bn, Ar = Ph (**b**); R = C_6H_4Cl-4, Ar = Ph (**c**);
R = C_6H_4OMe-4, Ar = Ph (**d**), R = C_6H_4OMe-4, Ar = C_6H_4Me-4 (**e**), R = Ar = C_6H_4Me-4 (**f**).



Молекулярная структура соединения **2f** в представлении неводородных атомов эллипсоидами тепловых колебаний с 20% вероятностью

Bruker Avance III HD 400 [рабочая частота 400 (^{1}H) и 100 (^{13}C) МГц] (Швейцария) в $CDCl_3$, внутренний стандарт – ГМДС. Элементный анализ выполняли на анализаторе Vario MICRO cube (Германия). Температуры плавления измеряли на приборе Mettler Toledo MP90 (Швейцария). Полноту протекания реакций определяли методом ультра-ВЭЖХ-МС на приборе Waters ACQUITY UPLC I-Class (США) (колонка Acquity UPLC BEH C18 1.7 мкм, подвижная фаза – ацетонитрил–вода, скорость потока 0.6 мл/мин, диодно-матричный детектор PDA eλ Detector и масс-спектрометрический детектор Xevo TQD). ТСХ анализ проводили на пластинках Merck Silica gel 60 F_{254} (Германия), проявляли парами иода и УФ излучением 254 нм. Хлороформ сушили перегонкой над P_2O_5. Исходные 4,5-диароил-1*H*-пиррол-2,3-дионы **1** синтезированы по известному методу [12]. Остальные реактивы и растворители получены из коммерческих источников (Alfa Aesar, Merck Life Science LLC).

(5a*S,8a*S**,8b*R**)-8b-Бензоил-1,4-дифенил-5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дион (2a).** К раствору 0.381 г (1 ммоль) пирролдиона **1a** в 3 мл безводного хлороформа добавляли 0.066 г (1 ммоль) циклопентадиена, смесь выдерживали при перемешивании при комнатной температуре в течение 24 ч. Растворитель упаривали в вакууме, остаток перекристаллизовывали из смеси ацетона и гексана. Выход 0.326 г (73%), желтые кристаллы, т.пл. 169–171°C (ацетон, гексан). ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 1722, 1705, 1691, 1621. Спектр ЯМР ^{1}H ($CDCl_3$), δ, м.д.: 2.10–2.22 м (2H, C^8H_2), 4.05 к (1H, C^{8a}H, *J* 7.7 Гц), 5.95 д.д (1H, C^{5a}H, *J* 8.0, 2.2 Гц), 6.04–6.8 м (2H, C^6H + C^7H), 7.27–7.32 м (1H$_{аром}$), 7.36–7.46 м (8H$_{аром}$), 7.48–7.55 м (2H$_{аром}$), 7.61–7.64 м (2H$_{аром}$), 7.70–7.73 м (2H$_{аром}$). Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$), δ, м.д.: 34.1, 42.0, 69.5, 90.3, 104.3, 123.4 (2C), 127.6, 128.17 (2C), 128.22 (2C), 129.2 (2C), 129.7 (2C), 129.8, 130.6 (2C), 131.5, 132.8, 133.7, 135.9, 136.4, 138.3, 163.0, 170.6, 177.4, 198.2. Найдено, %: C 77.76; H 4.85; N 3.21. $C_{29}H_{21}NO_4$. Вычислено, %: C 77.84; H 4.73; N 3.13.

(5a*S,8a*S**,8b*R**)-1-Бензил-8b-бензоил-4-фенил-5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дион (2b).** Синтезирован аналогично соединению **2a** из 0.395 г (1 ммоль) пирролдиона **1b**. Выход 0.217 г (47%), т.пл. 170–172°C (ацетон, гексан). ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 1717, 1703, 1681, 1619. Спектр ЯМР ^{1}H ($CDCl_3$), δ, м.д.: 1.38 д.д.т (1H, C^8H_2, *J* 17.9, 8.4, 2.1 Гц), 1.71–1.79 м (1H, C^8H_2), 4.06 т.д (1H, C^{8a}H, *J* 8.2, 6.3 Гц), 4.27 д (1H, CH_2Ph, *J* 14.4 Гц), 4.88 д (1H, CH_2Ph, *J* 14.5 Гц), 5.73 д.т (1H, C^{5a}H, *J* 7.9, 2.4 Гц), 5.90–5.97 м (2H, C^6H + C^7H), 7.20–7.24 м (3H$_{аром}$), 7.29–7.40 м (6H$_{аром}$), 7.42–7.47 м (1H$_{аром}$), 7.48–7.52 м (3H$_{аром}$), 7.70–7.74 м (2H$_{аром}$). Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$), δ, м.д.: 33.8, 42.7, 46.4, 68.8, 90.6, 106.9, 128.1 (2C), 128.3 (2C), 128.5, 128.8 (2C), 128.9 (2C), 129.4, 130.0 (2C), 130.4 (2C), 131.6, 132.8, 133.6, 135.1, 136.0, 138.8, 164.2, 170.2, 178.4, 196.8. Найдено, %: C 78.34; H 5.11; N 3.03. $C_{30}H_{23}NO_4$. Вычислено, %: C 78.08; H 5.02; N 3.03.

(5a*S,8a*S**,8b*R**)-8b-Бензоил-4-фенил-1-(4-хлорфенил)-5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дион (2c).** Синтезирован аналогично соединению **2a** из 0.415 г (1 ммоль) пирролдиона **1c**. Выход 0.428 г (89%), т.пл. 183–185°C (ацетон, гексан). ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 1725, 1704, 1678, 1618. Спектр ЯМР ^{1}H ($CDCl_3$), δ, м.д.: 2.11–2.17 м (2H, C^8H_2), 4.05 к (1H, C^{8a}H, *J* 7.6 Гц), 5.96 д (1H, C^{5a}H, *J* 8.0 Гц), 6.05–6.09 м (2H, C^6H + C^7H), 7.34–7.44 м (8H$_{аром}$), 7.49–7.56 м (2H$_{аром}$), 7.60 д (2H$_{аром}$, *J* 7.1 Гц), 7.71 д (2H$_{аром}$, *J* 7.1 Гц). Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$), δ, м.д.: 34.0, 42.0, 69.6, 90.2, 104.1, 124.5 (2C), 128.1 (2C), 128.3 (2C), 129.3 (2C), 129.8, 129.9 (2C), 130.6 (2C), 131.4, 132.9, 133.3, 133.8, 134.4, 136.2, 138.2, 163.0, 170.9, 176.9, 197.9. Найдено, %: C 72.06; H

4.32; N 3.08. $C_{29}H_{20}ClNO_4$. Вычислено, %: C 72.28; H 4.18; N 2.91.

(5a*S,8a*S**,8b*R**)-8b-Бензоил-1-(4-метоксифенил)-4-фенил-5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дион (2d).** Синтезирован аналогично соединению **2a** из 0.411 г (1 ммоль) пирролдиона **1d**. Выход 0.157 г (33%), т.пл. 178–180°C (ацетон, гексан). ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 1720, 1706, 1679, 1620. Спектр ЯМР ^{1}H ($CDCl_3$), δ, м.д.: 2.12–2.25 м (2H, C^8H_2) 3.80 с (3H, CH_3O) 4.03 к (1H, $C^{8a}H$, *J* 7.8 Гц), 5.91 д.т (1H, $C^{5a}H$, *J* 8.0, 2.0 Гц), 6.03–6.10 м (2H, C^6H + C^7H), 6.88–6.95 м (2H$_{аром}$), 7.28–7.34 м (2H$_{аром}$), 7.35–7.44 м (4H$_{аром}$), 7.47–7.56 м (2H$_{аром}$), 7.60–7.67 м (2H$_{аром}$), 7.68–7.75 м (2H$_{аром}$). Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$), δ, м.д.: 34.2, 42.1, 55.7, 69.6, 90.3, 104.8, 115.0 (2C), 125.2 (2C), 128.2 (2C), 128.3 (2C), 128.4, 129.2 (2C), 129.8, 130.6 (2C), 131.5, 132.8, 133.7, 136.4, 138.3, 158.9, 163.1, 170.2, 177.7, 197.9. Найдено, %: C 75.43; H 4.92; N 2.86. $C_{30}H_{23}NO_5$. Вычислено, %: C 75.46; H 4.86; N 2.93.

(5a*S,8a*S**,8b*R**)-8b-(4-Метилбензоил)-4-(4-метилфенил)-1-(4-метоксифенил)-5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дион (2e).** Синтезирован аналогично соединению **2a** из 0.439 г (1 ммоль) пирролдиона **1e**. Выход 0.409 г (81%), т.пл. 178–180°C (ацетон, гексан). ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 1720, 1700, 1667, 1606. Спектр ЯМР ^{1}H ($CDCl_3$), δ, м.д.: 2.10–2.23 м (2H, C^8H_2), 2.35 с (3H, CH_3), 2.39 с (3H, CH_3), 3.78 с (3H, OCH_3), 4.00 т.д (1H, $C^{8a}H$, *J* 8.0, 6.8 Гц), 5.88 д.т (1H, $C^{5a}H$, *J* 8.0, 2.0 Гц), 6.01–6.06 м (2H, C^6H + C^7H), 6.87–6.91 м (2H$_{аром}$), 7.16–7.21 м (4H$_{аром}$), 7.26–7.30 м (2H$_{аром}$), 7.57–7.60 м (2H$_{аром}$), 7.65–7.68 м (2H$_{аром}$). Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$), δ, м.д.: 21.6, 22.0, 34.1, 42.2, 55.6, 69.7, 90.2, 104.6, 114.9 (2C), 125.3 (2C), 128.5, 128.6 (2C), 128.9, 129.0 (2C), 129.77, 129.84 (2C), 130.6 (2C), 133.5, 138.2, 143.7, 144.8, 158.8, 163.3, 170.3, 177.6, 197.2. Найдено, %: C 75.74; H 5.58; N 2.73. $C_{32}H_{27}NO_5$. Вычислено, %: C 76.02; H 5.38; N 2.77.

(5a*S,8a*S**,8b*R**)-8b-(4-Метилбензоил)-1,4-ди-(4-метилфенил)-5a,8,8a,8b-тетрагидро-1*H*-циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пиррол-2,3-дион (2f).** Синтезирован аналогично соединению **2a** из 0.423 г (1 ммоль) пирролдиона **1f**. Выход 0.220 г (45%), т.пл. 134–135°C (ацетон, гексан). ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 1725, 1698, 1678, 1606. Спектр ЯМР ^{1}H, $CDCl_3$, δ, м.д.: 2.11–2.19 м (2H, C^8H_2), 2.33 с (3H, CH_3), 2.35 с (3H, CH_3), 2.39 с (3H, CH_3), 4.01 к (1H, $C^{8a}H$, *J* 7.6 Гц), 5.91 д.т (1H, $C^{5a}H$, *J* 8.0, 1.7 Гц), 6.00–6.06 м (2H, C^6H + C^7H), 7.15–7.22 м (6H$_{аром}$), 7.27–7.30 м (2H$_{аром}$), 7.55–7.58 м (2H$_{аром}$), 7.64–7.67 м (2H$_{аром}$). Спектр ЯМР ^{13}C ($CDCl_3$), δ, м.д.: 21.1, 21.6, 22.0, 34.1, 42.1, 69.6, 90.1, 104.3, 123.5 (2C), 128.5 (2C), 128.9, 129.0 (2C), 129.8, 129.8 (2C), 130.2 (2C), 130.7 (2C), 133.2, 133.6, 137.6, 138.2, 143.6, 144.8, 163.3, 170.5, 177.5, 197.4. Масс-спектр: *m/z* 490 $[M + H]^+$. Найдено, %: C 78.79; H 5.55; N 2.97. $C_{32}H_{27}NO_4$. Вычислено, %: C 78.51; H 5.56; N 2.86. *M* + H 490.

Рентгеноструктурный анализ соединения 2f выполнен на дифрактометре Xcalibur Ruby (Agilent Technologies, Великобритания) с CCD-детектором по стандартной методике [MoK_α-излучение, 295(2) K, ω-сканирование с шагом 1°]. Поглощение учтено эмпирически с использованием алгоритма SCALE3 ABSPACK [13]. Сингония кристалла ($C_{32}H_{27}NO_4$, *M* 489.54) моноклинная, пространственная группа $P2_1/n$, *a* 13.966(3) Å, *b* 12.343(2) Å, *c* 16.087(3) Å, β 109.51(2)°, *V* 2613.8(9) Å^3, *Z* 4, $d_{выч}$ 1.244 г/см^3, μ 0.082 мм$^{-1}$. Структура расшифрована с помощью программы SHELXS [14] и уточнена полноматричным методом наименьших квадратов по F^2 в анизотропном приближении для всех неводородных атомов с использованием программы SHELXL [15] с графическим интерфейсом OLEX2 [16]. При уточнении атомов водорода использована модель *наездника*. Окончательные параметры уточнения: R_1 0.0702 [для 2805 отражений с $I > 2\sigma(I)$], wR_2 0.2385 (для всех 6148 независимых отражений), *S* 1.020. Результаты РСА зарегистрированы в Кембриджском центре кристаллографических данных под номером CCDC 2101763 и могут быть запрошены по адресу www.ccdc.cam.ac.uk/data_request/cif.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Термически инициируемое [4+2]-циклоприсоединение циклопентадиена, выступающего в роли диенофила, к сопряженной гетеро-диеновой системе C=C–C=O 4,5-диарол-1*H*-пиррол-2,3-дионов **1** протекает регио- и диастереоселективно. Описанная реакция является удобным препаративным способом синтеза труднодоступных замещенных циклопента[5,6]пирано[4,3-*b*]пирролов.

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена финансовой поддержке Пермского научно-образовательного центра «Рациональное недропользование», 2021 г.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мороз Анна Андреевна, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3951-7691

Антонов Дмитрий Ильич, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7101-1351

Дмитриев Максим Викторович, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8817-0543

Масливец Андрей Николаевич, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7148-4450

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yang L., Huang W., He X.H., Yang M.C., Li X., He G., Peng C., Han B. *Adv. Synth. Catal*. **2016**, *358*, 2970–2975. doi 10.1002/adsc.201600465
2. Mao Z., Li W., Shi Y., Mao H., Lin A., Zhu C., Cheng Y. *Chem. Eur. J*. **2013**, *19*, 9754–9759. doi 10.1002/chem.201301039
3. Касаткина С.О., Степанова Е.Е., Дмитриев М.В., Масливец А.Н. *ЖОрХ*. **2018**, *54*, 1049–1054. [Kasatkina S.O., Stepanova E.E., Dmitriev M.V., Maslivets A.N. *Russ. J. Org. Chem*. **2018**, *54*, 1055–1060.] doi 10.1134/S107042801807014X
4. Касаткина С.О., Титов М.С., Степанова Е.Е., Дмитриев М.В., Масливец А.Н. *ЖОрХ*. **2018**, *54*, 624–629. [Kasatkina S.O., Titov M.S., Stepanova E.E., Dmitriev M.V., Maslivets A.N. *Russ. J. Org. Chem*. **2018**, *54*, 626–632.] doi 10.1134/S1070428018040188
5. Zhou Y., Lu Y., Hu X., Mei H., Lin L., Liu X., Feng X. *Chem. Comm*. **2017**, *53*, 2060–2063. doi 10.1039/C6CC10125A
6. Jayakumar S., Louven K., Strohmann C., Kumar K. *Angew. Chem., Int. Ed*. **2017**, *56*, 15945–15949. doi 10.1002/anie.201708355
7. Mohri K., Yokoyama K., Komiya H., Watanabe Y., Yoshida Y., Isobe K., Tsuda Y. *Chem. Pharm. Bull*. **2003**, *51*, 502–507. doi 10.1248/cpb.51.502
8. Sano T., Enomoto H., Yasui K., Horiguchi Y., Kiuchi F., Tsuda Y. *Chem. Pharm. Bull*. **1993**, *41*, 846–853. doi 10.1248/cpb.41.846
9. Sano T., Horiguchi Y., Takayanagi H., Ogura H., Tsuda Y. *Chem. Pharm. Bull*. **1988**, *36*, 3130–3133. doi 10.1248/cpb.36.3130
10. Sano T., Horiguchi Y., Tsuda Y. *Chem. Pharm. Bull*. **1990**, *38*, 3283–3295. doi 10.1248/cpb.38.3283
11. Horiguchi Y., Sano T., Kiuchi F., Tsuda Y. *Chem. Pharm. Bull*. **1996**, *44*, 681–689. doi 10.1248/cpb.44.681
12. Силайчев П.С., Кудреватых Н.В., Масливец А.Н. *ЖОрХ*. **2012**, *48*, 259–262. [Silaichev P.S., Kudrevatykh N.V., Maslivets A.N. *Russ. J. Org. Chem*. **2012**, *48*, 249–252.] doi 10.1134/S1070428012020145
13. CrysAlisPro, Agilent Technologies, Version 1.171.37.33 (release 27-03-2014 CrysAlis171 .NET)
14. Sheldrick G.M. *Acta Crystallogr., Sect. A*. **2008**, *64*, 112–122. doi 10.1107/S0108767307043930
15. Sheldrick G.M. *Acta Crystallogr., Sect. C*. **2015**, *71*, 3–8. doi 10.1107/S2053229614024218
16. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., Puschmann H. *J. Appl. Crystallogr*. **2009**, *42*, 339–441. doi 10.1107/S0021889808042726

Regio-and Diastereoselective [4+2] Cycloaddition of 4,5-Diaroyl-1*H*-pyrrole-2,3-diones and Cyclopentadiene

A. A. Moroz, D. I. Antonov, M. V. Dmitriev, and A. N. Maslivets*

Perm State University, ul. Bukireva, 15, Perm, 614068 Russia
**e-mail: koh2@psu.ru*

Received August 6, 2021; revised August 18, 2021; accepted August 21, 2021

Thermal [4+2] cycloaddition of 4,5-diaroyl-1*H*-pyrrole-2,3-diones to cyclopentadiene acting as a dienophile leads to the formation of substituted 5a,8,8a,8b-tetrahydro-1*H*-cyclopenta[5,6]pyrano[4,3-*b*]pyrrole-2,3-diones, the structure of one of the obtained compounds was confirmed by single crystal X-ray analysis. The reaction proceeds regio- and diastereoselectively affording only one *endo* adduct of the hetero-Diels–Alder reaction. The reaction is a convenient preparative method for the synthesis of hardly accessible substituted cyclopenta[5,6]-pyrano[4,3-*b*]pyrroles.

Keywords: polycarbonyl compounds, 1*H*-pyrrole-2,3-diones, dioxoheterocycles, cycloaddition, cyclopentadiene, hetero-Diels–Alder reaction