

РЕАКЦИИ N-БЕНЗИЛ- И N-(2-ФЕНИЛЭТИЛ)МАЛЕИНИМИДОВ СО ВТОРИЧНЫМИ АМИНАМИ

© 2022 г. О. А. Колямшин^{a,*}, Ю. Н. Митрасов^b, В. А. Данилов^a,
А. А. Авруйская^b, Ю. Ю. Пыльчикова^a

^a Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, Московский пр. 15, Чебоксары, 428015 Россия

^b Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, Чебоксары, 428000 Россия

*e-mail: kolyamshin.oleg@yandex.ru

Поступило в редакцию 25 декабря 2021 г.

После доработки 30 января 2022 г.

Принято к печати 1 февраля 2022 г.

Взаимодействие N-бензилмалеинимида со вторичными аминами протекает по реакции аза-Михаэля и приводит к образованию 3-(R₂-амино)замещенных сукцинимидов. Нуклеофильное присоединение вторичных аминов к N-(2-фенилэтил)малеинимиду протекает с раскрытием цикла и приводит к синтезу несимметричных диамидов малеиновой кислоты.

Ключевые слова: амиды малеиновой кислоты, малеинимиды, сукцинимиды, диамиды малеиновой кислоты

DOI: 10.31857/S0044460X22050018, **EDN:** CITUOI

Малеинимиды являются универсальной платформой для синтеза разнообразных биологически активных соединений. Описано большое количество примеров получения малеинимидов с различными биогенными группами в составе заместителей при атоме азота [1–10]. Перспективным представляется присоединение различных по природе реагентов по высокоактивной двойной связи C=C в малеинимидах. В результате присоединения нуклеофильных реагентов были получены замещенные сукцинимиды с антиаритмической, антигистаминной, антихолестеремической [11, 12], снотворной и седативной активностью [13, 14]. Описано получение сукцинимидов, обладающих высокой противоопухолевой активностью [15, 16]. Исследование реакций малеинимидов с нуклеофильными реагентами с целью разработки методов получения новых типов потенциально биологически активных замещенных сукцинимидов весьма актуально.

Реакции функционально замещенных по бензольному кольцу N-фенилмалеинимидов со вторичными аминами при эквимольном соотношении реагентов завершаются образованием производных 3-(диалкиламино)-N-фенилсукцинимидов – продуктов нуклеофильного присоединения по двойной связи C=C [17–20]. В продолжение этих работ с целью установления влияния природы заместителя при атоме азота на протекание реакции нами изучено взаимодействие N-бензил- (**1**) и N-(2-фенилэтил)малеинимида (**2**) с N-нуклеофилами – вторичными алифатическими (диэтиламин) и циклическими (пиперидин и морфолин) аминами.

Реакции малеинимида **1** со вторичными аминами проводили при эквимольном соотношении реагентов в среде 1,4-диоксана. Для завершения реакции (контроль по данным ТСХ) реакционную смесь выдерживали в течение нескольких часов при комнатной температуре в реакции с диэтиламином **3a** или при 80–90°C в реакциях с пипериди-

Схема 1.

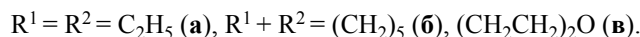
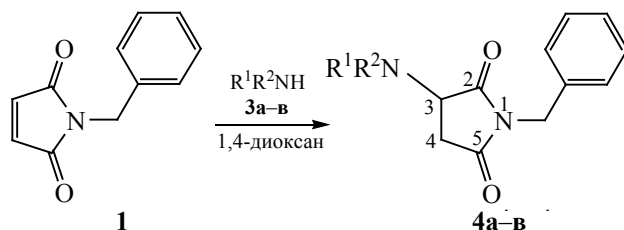
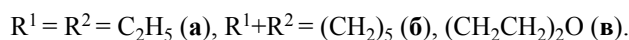
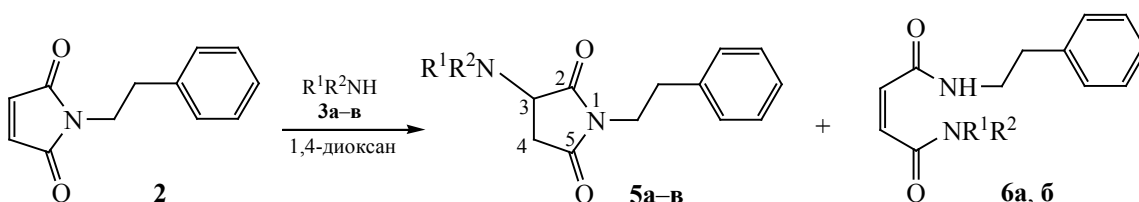


Схема 2.



ном **3б** и морфолином **3в**. Образующиеся соединения осаждали водой и перекристаллизовывали из гексана. В результате реакций малеинимида **1** со вторичными аминами образуются исключительно продукты присоединения по двойной связи **4а–в** (схема 1).

Сукцинимиды **4а–в** – светло-желтые кристаллические соединения, строение которых однозначно подтверждается данными масс-спектрометрии, ИК и ЯМР 1H спектроскопии. В масс-спектрах соединений **4а–в** наблюдаются малоинтенсивные пики молекулярных ионов $[M]^+$, m/z 260, 272 и 274 соответственно, а также продуктов их фрагментации. В ИК спектрах отсутствуют характерные полосы поглощения связи $C=C$, а в спектрах ЯМР 1H – синглеты протонов при C_{sp^2} , что свидетельствует о протекании реакции присоединения по двойной связи гетероцикла. Протоны метиленовой группы сукцинимидного цикла C^4H_2 диастереотопны и в спектрах ЯМР 1H проявляются в виде дублета дублетов в области 2.60–2.75 и 2.85–2.88 м. д. соответственно, а протон C^3H – в виде дублета дублетов при 3.92–4.15 м. д. ($^2J_{HH}$ 18.2, $^3J_{HH}$ 4.8–4.9 и 8.9 Гц). Метиленовые протоны бензильной группы резонируют в более слабом поле в виде синглета

при 4.53–4.55 м. д. В спектрах проявляются также сигналы протонов этильной группы, бензольного, пиперидинового и морфолинового циклов.

В случае малеинимида **2** наряду с нуклеофильным присоединением вторичных аминов по связи $C=C$ с образованием сукцинимидов **5а–в** протекает конкурирующая реакция с раскрытием малеимидного цикла с образованием диамидов малеиновой кислоты. Соотношение продуктов двух реакций зависит от природы нуклеофила. В реакции с морфолином получен исключительно сукцинимид **5в**, а с диэтиламином и пиперидином наряду с сукцинимидами **5а, в** с выходом до 20% образуются несимметричные диамиды малеиновой кислоты **6а, б** (схема 2).

Смесь сукцинимида **5а** и диамида **6а** удается разделить на индивидуальные соединения, используя их различную растворимость в 1,4-диоксане. Диамид **6а** в диоксане малорастворим и выпадает после окончания реакции в виде бесцветных кристаллов (выход 20%). Сукцинимид **5а** был выделен с выходом 73% после упаривания фильтрата при 70°C. Образование диамида малеиновой кислоты **6а** однозначно подтверждается данными

спектра ЯМР ^1H , в котором наряду с сигналами этильных и фенилэтильных протонов, имеются синглет при 11.77 м. д., соответствующий протону амидной группы, и дублеты при 5.61 и 6.06 м. д. ($^3J_{\text{HH}}$ 13.2 Гц), характерные для протонов связи $\text{CH}=\text{CH}$. Величина константы спин-спинового взаимодействия указывает на *цис*-конфигурацию образующегося диамида **6a**. Такое пространственное строение благоприятствует образованию внутримолекулярной водородной связи между амидными группами, о чем свидетельствует слабополюный сдвиг протона группы NH.

Соединения **5b**, **6b** разделить вышеописанным способом не удалось из-за их хорошей растворимости в 1,4-диоксане. По данным ЯМР ^1H , в смеси находится около 10% диамида **6b**. В спектре ЯМР ^1H присутствуют характерные дублеты протонов двойной связи при 6.51 и 6.86 м. д. и синглет протона амидной группы при 8.57 м. д. Сукцинимид **5b** выделен в чистом виде из этой смеси перекристаллизацией из гексана.

Строение соединений **5a–в** подтверждено данными ЯМР ^1H . В спектрах ЯМР ^1H протоны сукцинимидного цикла проявляются в виде дублета дублетов при 2.43–2.58, 2.71–2.79 (CH_2) и 3.76–4.00 м. д. (CH) ($^2J_{\text{HH}}$ 18.1–18.2, $^3J_{\text{HH}}$ 4.6–5.2 и 8.9 Гц). 2-Фенилэтильная группа регистрируется мультиплетом фенильных протонов в области 7.10–7.29 м. д., дублетом дублета при 2.80–2.81 м. д. α -метилового группы и мультиплетом (по-видимому, дублет триплетов) при 3.54–3.68 м. д. β -метилового протонов. Магнитная неэквивалентность этих протонов может быть обусловлена пространственной близостью бензильных связей C–H с карбонильной группой имида, что, вероятно, создает предпосылки для образования слабых внутримолекулярных водородных связей. В аналогичный процесс, по-видимому, вовлечены и α -метилового группы аминокетильных групп в положении 3 сукцинимидного кольца соединений **5a, в**, на что указывает удвоение сигналов протонов в группах CH_2N .

Различные результаты, полученные при взаимодействии вторичных аминов с малеинимидами **1** и **2**, на наш взгляд, могут быть объяснены как стерическими факторами, так и увеличением основности аминов от морфолина к диэтиламину. С возрастом длины углеродной цепи при фениль-

ной группе у малеинимидов **1** и **2** увеличивается доступность имидного атома азота для атаки вторичными аминами, вследствие чего вероятность реакции раскрытия цикла с образованием диаминов малеинового кислоты **6a, б** возрастает.

Таким образом, при взаимодействии N-бензилмалеинимида со вторичными аминами происходит нуклеофильное присоединение по двойной связи $\text{C}=\text{C}$ с образованием соответствующих сукцинимидов, а с N-(2-фенилэтил)малеинимидом реакция присоединения сопровождается раскрытием гетероцикла с образованием диимидов малеинового кислоты.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры получены на спектрофотометре ФСМ 1202 в вазелиновом масле, спектры ЯМР ^1H – на спектрометре Bruker DRX500 (500.13 МГц) в $\text{DMCO}-d_6$, внутренний стандарт – тетраметилсилан. Масс-спектры получены на приборе Finnigan MAT INCOS-50 (энергия ионизирующих электронов – 70 эВ). Анализ методом ТСХ проводили на пластинках Sorbfil ПТСХ-II-B, подвижная фаза – 1,4-диоксан, проявитель – пары иода. Элементный анализ проводили на анализаторе PerkinElmer 2400 CHN. Температуры плавления определяли капиллярным методом. Использовали коммерческие продукты, растворители очищали перегонкой.

Моноамиды малеинового кислоты **2b, в** и малеинимиды **1, 2** синтезировали по методикам, описанным в работе [21]. Выход имида **1** составил 83% [т. пл. 71–72°C (*i*-PrOH)], выход имида **2** – 80%, мелкокристаллический порошок, т. пл. 109–111°C.

1-Бензил-3-(диэтиламино)-1H-пирролидин-2,5-дион (4a). Раствор 3.744 г (0.02 моль) малеинимида **1** и 1.463 г (0.02 моль) диэтиламина в 15 мл 1,4-диоксана выдерживали при комнатной температуре 24 ч, затем смешивали с 100 мл воды. Выделившийся осадок отфильтровывали, промывали на фильтре водой (5 × 5 мл) и сушили на воздухе. Выход 1.88 г (36%), светло-желтый кристаллический порошок, т. пл. 82–84°C (гексан), R_f 0.63. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3446 (обертон), 1705 ($\text{C}=\text{O}$), 1182 ($\text{C}-\text{N}-\text{C}$); 3062, 1602, 717 (C_6H_5). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 0.95 т (6H, 2CH_3 , $^3J_{\text{HH}}$ 7.0 Гц), 2.50 м (4H, CH_2), 2.60 д. д (1H, C^4H , $^2J_{\text{HH}}$ 18.2, $^3J_{\text{HH}}$ 4.9 Гц), 2.85 д. д (1H, C^4H , $^2J_{\text{HH}}$ 18.2, $^3J_{\text{HH}}$

8.9 Гц), 4.15 д. д (1H, C^3H , $^3J_{HH}$ 4.9, 8.9 Гц), 4.55 с (2H, $PhCH_2$), 7.22–7.33 м (5H, C_6H_5). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 260 (1.9) $[M]^+$. Найдено, %: С 69.75; Н 7.39; N 10.56. $C_{15}H_{20}N_2O_2$. Вычислено, %: С 69.20; Н 7.74; N 10.75.

1-Бензил-3-(пиперидин-1-ил)-1H-пирролидин-2,5-дион (4б). Раствор 3.744 г (0.02 моль) малеинимида **1** и 1.703 г (0.02 моль) пиперидина в 15 мл 1,4-диоксана нагревали 1 ч при 80–85°C, затем смешивали с 100 мл воды. Осадок отфильтровывали, промывали на фильтре водой (5 × 5 мл) и сушили на воздухе. Выход 2.9 г (50%), светло-желтый порошок, т. пл. 105–106°C (гексан), R_f 0.64. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3450 (обертон), 1699 (C=O), 1180 (C–N–C), 717 (C_6H_5). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 1.36 м (2H, C^4H_2 , пиперидин), 1.45 м (4H, C^3H_2 , C^5H_2 , пиперидин), 2.33 м (2H, $C^{2,6}H_2$, пиперидин), 2.68 д. д. (1H, C^4H , $^2J_{HH}$ 18.2, $^3J_{HH}$ 4.8 Гц), 2.84 д. д. (1H, C^4H , $^2J_{HH}$ 18.2, $^3J_{HH}$ 8.9 Гц), 3.92 д. д. (1H, C^3H , $^3J_{HH}$ 4.8, 8.9 Гц), 4.53 с (2H, $PhCH_2$), 7.22–7.33 м (5H, C_6H_5). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 272 (0.7) $[M]^+$. Найдено, %: С 70.75; Н 7.29; N 10.46. $C_{16}H_{20}N_2O_2$. Вычислено, %: С 70.56; Н 7.40; N 10.29.

1-Бензил-3-(морфолин-4-ил)-1H-пирролидин-2,5-дион (4в). Раствор 3.74 г (0.02 моль) малеинимида **1** и 1.74 г (0.02 моль) морфолина в 15 мл 1,4-диоксана нагревали 1 ч при 80–85°C и упаривали при 100°C в чашке Петри до постоянной массы. Выход 4.75 г (86%), масло, кристаллизующееся при комнатной температуре, т. пл. 64–66°C, R_f 0.66. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3434 (обертон), 1714, 1696 (C=O), 1175 (C–N–C), 3055, 1606, 750 (C_6H_5). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 2.38 м и 2.78 м (4H, CH_2N , морфолин), 2.75 д. д. (1H, C^4H , $^2J_{HH}$ 18.2, $^3J_{HH}$ 4.9 Гц), 2.88 д. д. (1H, C^4H , $^2J_{HH}$ 18.2, $^3J_{HH}$ 8.9 Гц), 3.54 т (4H, CH_2O , $^3J_{HH}$ 4.6 Гц), 3.93 д. д. (1H, C^3H , $^3J_{HH}$ 4.9, 8.9 Гц), 4.55 с (2H, $PhCH_2$), 7.22–7.34 м (5H, C_6H_5). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 274 (1.6) $[M]^+$. Найдено, %: С 66.75; Н 6.39; N 10.46. $C_{15}H_{18}N_2O_3$. Вычислено, %: С 65.68; Н 6.61; N 10.21.

3-(Диэтиламино)-1-(2-фенилэтил)-1H-пирролидин-2,5-дион (5а) и (2Z)-N-(2-Фенилэтил)-N',N'-диэтилбут-2-ендиамид (6а). К раствору 4.024 г (0.02 моль) малеинимида **2** в 10 мл 1,4-диоксана при комнатной температуре постепенно приливали раствор 1.463 г (0.02 моль) диэтиламина в 5 мл 1,4-диоксана. Реакционная смесь

самопроизвольно разогревалась до 30°C. Смесь выдерживали при комнатной температуре 24 ч. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали холодным 1,4-диоксаном (3 × 1 мл) и сушили на воздухе. Выход 1.1 г (20%), бесцветные кристаллы, т. пл. 60–61°C (1,4-диоксан), R_f 0.03. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3244, 3190, 1660, 1599 (NHCO), 1708 (C=O); 3030, 1628, 696 (CH=CH); 3030, 1556, 740 (C_6H_5). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 1.15 м (6H, $2CH_3$, $^3J_{HH}$ 7.2 Гц), 2.88 к (4H, CH_2 , $^3J_{HH}$ 7.2 Гц), 2.72 т (2H, NCH_2CH_2Ph , $^3J_{HH}$ 6.5 Гц), 3.31 т (2H, NCH_2CH_2Ph , $^3J_{HH}$ 6.5 Гц), 5.61 д и 6.06 д (2H, CH=CH, $^3J_{HH}$ 13.2 Гц), 7.17–7.29 м (5H, C_6H_5), 11.77 с [1H, C(O)NH]. Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 274 (0.1) $[M]^+$. Найдено, %: С 70.35; Н 7.99; N 10.36. $C_{16}H_{22}N_2O_2$. Вычислено, %: С 70.04; Н 8.08; N 10.21.

Фильтрат упаривали в чашке Петри при 70°C до постоянной массы и получали сукцинимид **5а**. Выход 3.99 г (73%), масло, R_f 0.59. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3461 (обертон, C=O), 1773, 1704 (C=O); 3028, 1603, 1395, 702 (CH=CH); 3060, 1579, 1492, 752 (C_6H_5). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 0.93 т (6H, CH_3CH_2 , $^3J_{HH}$ 7.1 Гц), 2.35 к и 2.36 к (4H, CH_3CH_2N , $^3J_{HH}$ 7.1 Гц), 2.43 д. д. (1H, C^4H , $^3J_{HH}$ 5.2 и 18.1 Гц), 2.72 д. д. (1H, C^4H , $^3J_{HH}$ 8.9, 18.1 Гц), 2.81 д. д. (2H, $PhCH_2CH_2$, $^3J_{HH}$ 7.2, 7.5 Гц), 3.56–3.67 м (2H, NCH_2CH_2Ph), 4.00 д. д. (1H, C^3H , $^3J_{HH}$ 5.2, 8.9 Гц), 7.16–7.29 м (5H, C_6H_5). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 274 (1.5) $[M]^+$. Найдено, %: С 70.45; Н 7.89; N 10.46. $C_{16}H_{22}N_2O_2$. Вычислено, %: С 70.04; Н 8.08; N 10.21.

3-(Пиперидин-1-ил)-1-(2-фенилэтил)-1H-пирролидин-2,5-дион (5б) и (2Z)-N-пиперидин-1-ил-N'-(2-фенилэтил)бут-2-ендиамид (6б). Смесь 4.024 г (0.02 моль) малеинимида **2** и 1.703 г (0.02 моль) пиперидина в 15 мл 1,4-диоксана нагревали при 90–100°C 1 ч и упаривали при 70°C в чашке Петри до постоянной массы. Выход смеси соединений **5б** и **6б** 5.25 г (92%), масло, постепенно кристаллизующееся при комнатной температуре, т. пл. 53–54°C, R_f 0.06 (**6б**), 0.49 (**5б**). По данным ЯМР 1H , количество диамида **6б** в смеси составляет 10%. ИК спектр диамида **6б**, ν , cm^{-1} : 3445, 1704 (C=O), 3292 (NHCO), 1184 (C–N–C), 3050, 3030, 1595, 748 (C_6H_5). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 8.53 с (1H, NHCO), 6.85 д и 6.50 д (2H, CH=CH, $^3J_{HH}$ 15.5 Гц).

Индивидуальный сукцинимид **5b** был выделен из смеси соединений **5b** и **6b** перекристаллизацией из гексана, бесцветные кристаллы, т. пл. 56–58°C (гексан), R_f 0.56. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3448 (обертон, C=O), 1694 (C=O), 3090, 3060, 3040, 1600, 751 (C_6H_5). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.24 м, 1.32 м, 1.41 м (6H, CH_2 , пиперидин), 2.15 м (4H, CH_2N , пиперидин), 2.51 д. д (1H, C^4H , $^2J_{\text{HH}}$ 18.2, $^3J_{\text{HH}}$ 4.6 Гц), 2.71 д. д (1H, C^4H , $^2J_{\text{HH}}$ 18.2, $^3J_{\text{HH}}$ 8.9 Гц), 2.80 д. д (2H, $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{Ph}$, $^3J_{\text{HH}}$ 6.9, 7.6 Гц), 3.54–3.67 м (2H, $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{Ph}$), 3.76 д. д (1H, C^3H , $^3J_{\text{HH}}$ 4.6, 8.9 Гц), 7.16–7.28 м (5H, C_6H_5). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 286 (0.8) $[M]^+$. Найдено, %: C 71.65; H 7.49; N 10.01. $\text{C}_{17}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 71.30; H 7.74; N 9.78.

3-(Морфолин-4-ил)-1-(2-фенилэтил)-1H-пирролидин-2,5-дион (5b). Смесь 4.024 г (0.02 моль) малеинимида **2** и 1.744 г (0.02 моль) морфолина в 15 мл 1,4-диоксана нагревали 1 ч при 90–100°C и упаривали при 70°C в чашке Петри до постоянной массы. Выход 4.81 г (86%), бесцветные кристаллы, т. пл. 87–88°C (гексан), R_f 0.55. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3456 (обертон), 1695 (C=O), 1168 (C–N–C); 3070, 3040, 1600, 754 (C_6H_5). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.20 м (2H, CH_2N), 2.61 м (2H, CH_2N), 2.58 д. д (1H, C^4H , $^2J_{\text{HH}}$ 18.2, $^3J_{\text{HH}}$ 4.8 Гц), 2.75 д. д (1H, C^4H , $^2J_{\text{HH}}$ 18.2, $^3J_{\text{HH}}$ 8.9 Гц), 2.81 д. д (2H, $\text{PhCH}_2\text{CH}_2\text{N}$, $^3J_{\text{HH}}$ 7.1, 7.6 Гц), 3.49 м (4H, CH_2O), 3.55–3.68 м (2H, $\text{PhCH}_2\text{CH}_2\text{N}$), 3.78 д. д (1H C^3H , $^3J_{\text{HH}}$ 4.8, 8.9 Гц), 7.14–7.29 м (5H, C_6H_5). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 288 (1.4) $[M]^+$. Найдено, %: C 66.85; H 7.09; N 9.56. $\text{C}_{16}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: C 66.65; H 6.99; N 9.72.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Колямшин Олег Актарьевич, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3473-1827>

Митрасов Юрий Никитич, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4083-7863>

Данилов Владимир Александрович, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9140-1747>

Авруйская Анжелика Анатольевна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7042-9166>

Пыльчикова Юлия Юрьевна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7526-9288>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khan M.I., Baloch M.K., Ashfaq M., Peters G.J. // Appl. Organomet. Chem. 2005. Vol. 19. N 1. P. 132. doi 10.1002/aoc.807
2. Заявка 2006102130/04 (2004). Россия // РЖХим. 08.04-190.117П.
3. Пат. 51610 (2002). Украина // РЖХим. 03.12-190.135П.
4. А. с. 276195 (1992). ЧСФР // РЖХим. 1994. 4080П.
5. Заявка 3901461 (1990). ФРГ // РЖХим. 1991. 8Н146П.
6. Пат. 5066490 (1991). США // РЖХим. 1993. 6О39П.
7. Заявка 2-131482 (1990). Япония // РЖХим. 1991. 16О448П.
8. Пат. 4130433 (1978). США // РЖХим. 1979. 17С401П.
9. Пат. 94106 (1977). ПНР // РЖХим. 1978. 24Н165П.
10. Коршак В.В., Крамар В.Д., Штильман М.И. А. с. 425477 (1977) // Б. И. 1977. № 35.
11. Пат. 583226 (1973). Швейцария // РЖХим. 1977. 14О131П.
12. Пат. 30308 (1966). Япония // РЖХим. 1970. 7Н374П.
13. Пат. 30313 (1966). Япония // РЖХим. 1970. 7Н375П.
14. Пат. 21433 (1966). Япония // РЖХим. 1969. 23Н310П.
15. Patel J.R., Dhorajiya B.D., Dholakiya B.Z., Badria F.A., Ibrahim A.S. // Med. Chem. Res. 2014. Vol. 23. P. 3907. doi 10.1007/s00044-014-0965-5
16. Patel J.R., Dholakiya B.Z. // Res. Chem. Intermed. 2013. Vol. 39. P. 4159. doi 10.1007/s11164-012-0932-z
17. Колямшин О.А., Данилов В.А. // ЖОрХ. 2004. Т. 40. Вып. 7. С. 1023; Kolyamshin O.A., Danilov V.A. // Russ. J. Org. Chem. 2004. Vol. 40. N 7. P. 982. doi 10.1023/B:RUJO.0000045189.81688.f3
18. Колямшин О.А., Данилов В.А., Даикова Г.Ю., Кольцов Н.И. // ЖОрХ. 2005. Т. 41. Вып. 11. С. 1691; Kolyamshin O.A., Danilov V.A., Dashkova G.Yu., Kol'tsov N.I. // Russ. J. Org. Chem. 2005. Vol. 41. N 11. P. 1657. doi 10.1007/s11178-006-0014-z
19. Колямшин О.А., Данилов В.А., Кольцов Н.И. // ЖОрХ. 2007. Т. 43. Вып. 3. С. 395; Kolyamshin O.A., Danilov V.A., Kol'tsov N.I. // Russ. J. Org. Chem. 2007. Vol. 43. N 3. P. 393. doi 10.1134/S1070428007030104
20. Колямшин О.А., Митрасов Ю.Н., Данилов В.А., Авруйская А.А. // ЖОХ. 2019. Т. 89. Вып. 9. С. 1321. doi 10.1134/S0044460X19090026; Kolyamshin O.A., Mitrasov Yu.N., Danilov V.A., Avruyskaya A.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2019. Vol. 89. N 9. P. 1740. doi 10.1134/S1070363219090020
21. Колямшин О.А., Данилов В.А., Кольцов Н.И. // Бутилевск. сообщ. 2012. Т. 32. № 12. С. 26.

Reactions of *N*-(ω -Phenylalkylene)maleinimides with Secondary Amines

O. A. Kolyamshin^{a,*}, Yu. N. Mitrasov^b, V. A. Danilov^a, A. A. Avruyskaya^b,
and Yu. Yu. Pylchikova^a

^a *I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, 428015 Russia*

^b *I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, 428000 Russia*

**e-mail: kolyamshin.oleg@yandex.ru*

Received December 25, 2021; revised January 30, 2022; accepted February 1, 2022

It was found that the reactions of *N*-benzylmaleinimide with secondary amines proceed at the double C=C bond and lead to the formation of 3-*N,N*-R₂-aminosubstituted succinimides. In the case of *N*-phenethylmaleinimide, the nucleophilic addition of secondary amines is accompanied by an amidization reaction, which proceeds with ring opening and leads to the formation of unsymmetrical maleic acid diamides.

Keywords: maleic acid amides, maleimides, succinimides, maleic acid diamides