

СИНТЕЗ И НЕКОТОРЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ АМИДОВ 4-(2,5-ДИГИДРО-2,5-ДИОКСО-1H-ПИРРОЛ-1-ИЛ)-БЕНЗОЙНОЙ И -ФЕНИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТ

© 2023 г. О. А. Колямшин^{1,*}, Ю. Н. Митрасов², В. А. Данилов¹,
Ю. Ю. Пыльчикова¹, А. А. Авруйская²

¹ Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, Московский пр. 15, Чебоксары, 428015 Россия

² Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, Чебоксары, 428000 Россия

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

Поступило в редакцию 17 октября 2022 г.

После доработки 17 октября 2022 г.

Принято к печати 21 декабря 2022 г.

Амиды 4-аминобензойной и 4-аминофенилэтановой кислот при последовательном действии малеинового и уксусного ангидридов превращаются в амиды 4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1H-пиррол-1-ил)бензойной и 4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1H-пиррол-1-ил)фенилэтановой кислот, которые взаимодействуют со вторичными аминами по реакции аза-Михаэля с образованием амидов 4-(3-диалкиламино-2,5-диоксо-2,3,4,5-тетрагидро-1H-пиррол-1-ил)бензойной и 4-(3-диалкиламино-2,5-диоксо-2,3,4,5-тетрагидро-1H-пиррол-1-ил)фенилэтановой кислот.

Ключевые слова: амиды 4-аминобензойной кислоты, амиды 4-аминофенилэтановой кислот, малеиновый ангидрид, малеинимиды, сукцинимиды

DOI: 10.31857/S0044460X23020026, EDN: PZXDWP

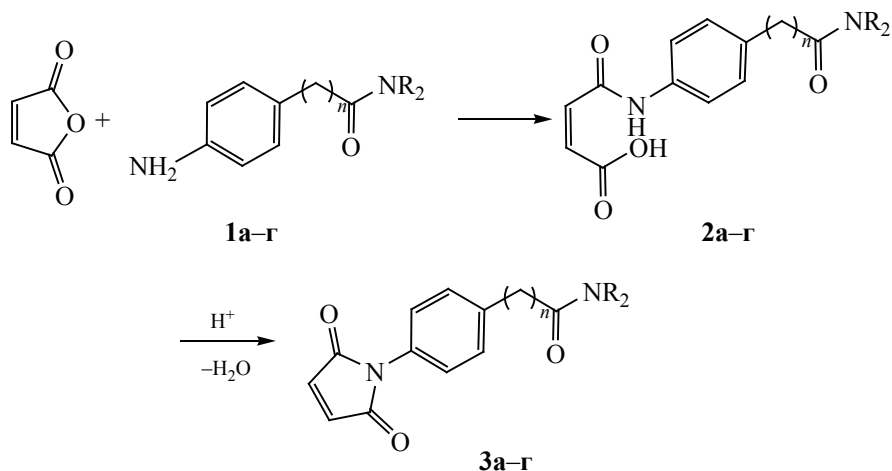
Производные 1H-пиррол-2,5-дионов (малеинимидов) являются ценными синтонами органического синтеза. Это обусловлено наличием в их составе высокоактивной двойной связи, за счет которой малеинимиды присоединяют разнообразные нуклеофильные и электрофильные реагенты, вступают в реакции циклоприсоединения, а также легко полимеризуются и сополимеризуются с различными непредельными соединениями [1, 2]. Значительный интерес для получения термостойких полимеров представляют бис-малеинимиды на основе сложных эфиров [3–5] и амидов [6–9] *m*- или *p*-аминобензойных кислот.

Весьма привлекательным свойством производных малеинимидов является их высокая и разноплановая биологическая активность [1]. Так, недавно были описаны 1-[4-(*E*)-3-арилакрилоил]фенил]-3,4-дибром-1H-пирролил-2,5-ди-

оны, обладающие антиканцерогенным и противотуберкулезным действием [10]. На основе тетрафенилпорфиринов, содержащих в своем составе малеинимидные группы, получены карбо-рансодержащие порфирины, которые могут быть использованы при лечении опухолей головного мозга, печени и рака кожи [11]. На основе малеинимидов также были синтезированы сукцинимиды с высокой противоопухолевой [12, 13], антиаритмической, антигистаминной, антихолестеремической [14, 15], снотворной и седативной активностью [16, 17].

На основании изложенного выше можно заключить, что исследования по синтезу и изучению свойств новых типов малеинимиды представляются весьма актуальными. В связи с этим, целью настоящей работы явились синтез и изучение свойств неописанных ранее амидов 4-(2,5-ди-

Схема 1.



$n = 0$, $R = \text{CH}_3$ (**a**), C_2H_5 (**б**); $n = 1$, $\text{R}_2\text{N} = \text{пиперидин-1-ил}$ (**в**); $n = 0$, $\text{R}_2\text{N} = \text{NHCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (**г**).

гидро-2,5-диоксо-1*H*-пиррол-1-ил)бензойной и -фенилуксусной кислот.

Ранее нами было показано, что эфиры 4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1*H*-пиррол-1-ил)бензойной и -фенилуксусной кислот реагируют со вторичными аминами по реакции аза-Михаэля, что позволило синтезировать неизвестные 3- R_2 -аминосукцинимиды [18–20]. Поэтому весьма логичным представлялось вовлечение в данную реакцию также амидов этих кислот, что позволило бы получить новые соединения, содержащие фармакофорные имидную и амидную группы.

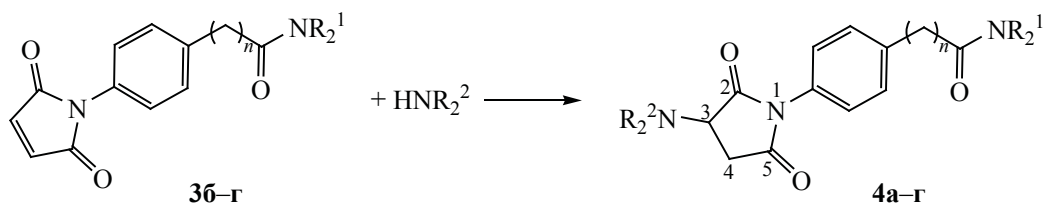
Исходные амиды были получены в результате двухстадийного процесса, который включал первоначальное взаимодействие малеинового ангидрида с амидами 4-аминобензойной (**1a**, **б**, **г**) и 4-аминофенилэтановой (**1в**) кислот и последующую циклизацию образующихся малеинмоноамидов **2a–г** под действием уксусного ангидрида в присутствии ацетата натрия. Выходы амидов 4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1*H*-пиррол-1-ил)бензойной (**3a**, **б**, **г**) и 4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1*H*-пиррол-1-ил)фенилэтановой (**3в**) кислот составили 48–92% (схема 1).

Синтезированные моноамиды **2a–г** и малеинимиды **3a–г** представляют собой бесцветные

или светло-желтые кристаллические вещества. В ИК спектрах малеинимидов **3a–г** присутствуют полосы поглощения, характерные для валентных колебаний карбонильных групп малеинимидного цикла ($1757\text{--}1760$ и $1705\text{--}1708\text{ см}^{-1}$) и амидной группы (амид I в области $1620\text{--}1635\text{ см}^{-1}$ и амид II при 1540 см^{-1} для имида **3г**). Наряду с этим в спектрах имеются полосы поглощения группы $\text{HC}=\text{CH}$ ($1618\text{--}1620\text{ см}^{-1}$) и ароматического кольца ($3050\text{--}3090$, $1490\text{--}1580$, $820\text{--}850\text{ см}^{-1}$). Протоны цикла малеинимидов **3a–г** являются магнитно эквивалентными и проявляются в спектрах ЯМР ^1H в виде характерных синглетов в слабом поле при 7.08–7.21 м. д., а протоны *n*-фениленовой группы – в виде дублетов с δ 7.25–7.46 и 7.32–7.99 м. д. ($^3J_{\text{HH}}$ 8.3–8.5 Гц).

Малеинимиды **3a–г** представляют повышенный интерес в качестве матрицы для синтеза новых типов сукцинимидов, потенциально обладающих биологической активностью. В связи с этим нами осуществлено взаимодействие малеинимидов **3б–г** со вторичными аминами (диэтиламино, пиперидином и морфолином). Реакции проводили в среде абсолютного 1,4-диоксана при температуре 25–70°C. Протекание реакции контролировали с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Схема 2.



$n = 0$, $R^1 = C_2H_5$, $R^2 = C_2H_5$ (**4a**); $n = 1$, R^1_2N = пиперидин-1-ил, $R^2 = C_2H_5$ (**4б**); $n = 0$, $R^1_2N = NHCH_2C_6H_5$, $R^2 = C_2H_5$ (**4в**); $n = 0$, $R^1_2N = NHCH_2C_6H_5$, R^2_2N = пиперидин-1-ил (**4г**).

По данным ИК и ЯМР 1H спектроскопии, в результате реакции образуются соответствующие 3- R_2 -диалкиламинозамещенные сукцинимиды **4а–г**, т. е. происходит аза-присоединение по Михаэлю вторичных аминов к малеинимидам **3б–г** (схема 2).

Сукцинимиды **4а–г** образуются с хорошими выходами (80–94%) и представляют собой бесцветные кристаллические соединения. В ИК спектрах соединений **4а–г** имеются полосы поглощения в области 1690–1710 и 1750–1775 cm^{-1} , соответствующие валентным колебаниям $C=O$ -групп в сукцинимидном цикле, а также 1635–1670 cm^{-1} – полоса амид I. Соединения **4в, г** дополнительно характеризуются полосами поглощения амид II (1536–1541 cm^{-1}) и валентных колебаний $N-H$ связи (3294–3346 cm^{-1}). Незначительный сдвиг максимума поглощения ν_{N-H} в низкочастотную область указывает на ассоциированный характер амидной группы [21].

Протоны метиленовой группы цикла (C^4H_2) имидов **4а–г** являются диастереотопными и в спектрах ЯМР 1H проявляются в виде дублета дублетов в области 2.70–2.80 и 2.95–2.97 м. д. соответственно, как и протон C^3H (4.01–4.28 м. д., $^2J_{HH}$ 18.0–18.2, $^3J_{HH}$ 4.9–5.6 и 9.0–9.1 Гц). В спектрах имеются также сигналы протонов алкиламиногрупп, бензольного, пиперидинового и морфолинового колец. Протон амидной группы имидов **4в, г** резонирует в слабом поле в виде триплета с δ 9.13–9.14 м. д. ($^3J_{HH}$ 6.0 Гц), а метиленовые протоны бензильной группы – в виде дублета с δ 4.50 м. д. В масс-спектрах соединений **4а–г** имеются пики молекулярных ионов и продуктов их фрагментации.

Таким образом, в результате проведенных исследований на основе амидов 4-аминобензойной и 4-аминофенилэтановой кислот синтезированы новые типы малеинимидов и 3- R_2 -диалкиламинозамещенных сукцинимидов, структура которых изучена методами масс-спектрометрии, ИК и ЯМР 1H спектроскопии.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали коммерческие реагенты и растворители.

ИК спектры получены на спектрофотометре ФСМ 1202 в вазелиновом масле. Спектры ЯМР 1H зарегистрированы на спектрометре Bruker DRX500 (500.13 МГц) в $DMCO-d_6$, внутренний стандарт – тетраметилсилан. Масс-спектры сняты на приборе Finnigan MAT INCOS-50 (энергия ионизирующих электронов 70 эВ). Элементный анализ осуществляли на анализаторе PerkinElmer 2400 CHN. Температуры плавления определяли капиллярным методом.

(Z)-4-N-[4-(N,N-Диметилкарбамоил)фениламино]-4-оксобут-2-еновая кислота (2a). К раствору 1.62 г (0.01 моль) N,N-диметил-4-аминобензамида **1a** в 5 мл ацетона постепенно при перемешивании добавляли раствор 0.98 г (0.01 моль) малеинового ангидрида в 3 мл ацетона. Выделившийся осадок отфильтровывали, промывали ацетоном (3×0.5 мл) и сушили на воздухе. Выход 0.16 г (57%), бесцветные кристаллы, т. пл. 165°C. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3277, 3188 $[NHC(O)]$, 1710, 1690 ($C=O$), 1618 ($CH=CH$), 3080, 1595, 851 (C_6H_4). Найдено, %: C 59.33; H 5.10; N 10.29. $C_{13}H_{14}N_2O_4$. Вычислено, %: C 59.54; H 5.38; N 10.68.

Аналогично синтезировали соединения **2б–г**.

(Z)-4-N-[4-(N,N-Диэтилкарбамоил)фениламино]-4-оксобут-2-еновая кислота (2б). Выход 87%, светло-желтый порошок, т. пл. 188°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3280, 3178 [NHC(O)], 1700 (C=O), 1618 (амид I), 1545 (амид II), 1634 (CH=CH), 3080, 1595, 844 (C_6H_4). Найдено, %: C 62.19; H 6.34; N 10.01. $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_4$. Вычислено, %: C 62.06; H 6.25; N 9.95.

(Z)-4-Оксо-4-{4-[2-оксо-2-(пиперидин-1-ил)-этил]фениламино}бут-2-еновая кислота (2в). Выход 77%, желтый порошок, т. пл. 180–181°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3260, 3180 [NHC(O)], 1670, 1600 (C=O), 1620 (C=C), 3060, 830 (C_6H_4). Найдено, %: C 64.39; H 6.22; N 8.71. $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{O}_4$. Вычислено, %: C 64.54; H 6.37; N 8.86.

(Z)-4-[4-N-(Бензилкарбамоил)фениламино]-4-оксобут-2-еновая кислота (2г). Выход 91%, светло-желтый порошок, т. пл. 197–199°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3320 [NHC(O)], 1690, 1660 (C=O), 3050, 810, 750 (C_6H_5 , C_6H_4). Найдено, %: C 66.49; H 5.05; N 8.51. $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4$. Вычислено, %: C 66.66; H 4.97; N 8.64.

N,N-Диметил-4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1H-пиррол-1-ил)бензамид (3а). Смесь 0.29 г (11 ммоль) амида **2а**, 0.45 г (44 ммоль) уксусного ангидрида и 0.1 г безводного ацетата натрия нагревали при 80–85°C в течение 10 мин, затем охлаждали до комнатной температуры и размешивали с 10 мл воды. Осадок отфильтровывали, промывали водой (10×1 мл) и сушили на воздухе. Выход 0.23 г (79%), бесцветные кристаллы, т. пл. 230–232°C (ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1719 (C=O), 1614 (CH=CH), 3058, 848 (C_6H_4). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.93 с и 3.00 с (6H, CH_3), 7.20 с (2H, CH=CH), 7.41 д и 7.52 д (4H, C_6H_4 , $^3J_{\text{HH}}$ 8.4 Гц). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 244 (10.6) [M] $^+$. Найдено, %: C 63.69; H 5.02; N 11.59. $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: C 63.93; H 4.95; N 11.47.

N,N-Диэтил-4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1H-пиррол-1-ил)бензамид (3б). Смесь 6.39 г (22 ммоль) амида **2б**, 3.34 г (33 ммоль) уксусного ангидрида, 0.3 г ацетата натрия и 20 мл ДМФА перемешивали при температуре 50–60°C в течение 4 ч, затем добавляли 200 мл холодной воды. Выделившийся осадок отфильтровывали, многократно промывали водой и сушили на воздухе. Выход

2.9 г (48%), бесцветные кристаллы, т. пл. 176–177°C (EtOAc). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1700 (C=O), 1615 (CH=CH), 3045, 825 (C_6H_4). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.35 т (6H, CH_3 , $^3J_{\text{HH}}$ 7.0 Гц Гц), 3.75 м (4H, CH_2), 7.08 с (2H, CH=CH), 7.40 с (4H, C_6H_4). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 272 (11.6) [M] $^+$. Найдено, %: C 66.39; H 5.70; N 10.11. $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: C 66.16; H 5.92; N 10.29.

Соединения **3в**, **г** получали аналогично.

N-(Пиперидин-1-ил)-2-[4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1H-пиррол-1-ил)-фенил]этанамид (3в). Выход 82%, бесцветные кристаллы, т. пл. 139–141°C (этанол). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1690 (C=O), 1620 (CH=CH), 3080, 820 (C_6H_4). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.37–1.44 м (4H, CH_2), 1.53–1.58 м (2H, CH_2), 3.43–3.46 м (4H, CH_2N), 3.74 с [2H, $\text{CH}_2\text{C}(\text{O})$], 7.17 с (2H, CH=CH), 7.25 д и 7.32 д (4H, C_6H_4 , $^3J_{\text{HH}}$ 8.3 Гц). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 298 (12.2) [M] $^+$. Найдено, %: C 68.24; H 6.28; N 9.54. $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: C 68.44; H 6.08; N 9.39.

N-Бензил-4-(2,5-дигидро-2,5-диоксо-1H-пиррол-1-ил)бензамид (3г). Выход 92%, бесцветные кристаллы, т. пл. 188–190°C (этанол). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3280 [C(O)NH], 1705 (C=O), 1630 (CH=CH), 3080, 850, 760 (C_6H_5 , C_6H_4). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 4.53 д (2H, CH_2N , $^3J_{\text{HH}}$ 6.0 Гц), 7.22 с (2H, CH=CH), 7.23–7.34 м (5H, C_6H_5), 7.46 д и 7.99 д (4H, C_6H_4 , $^3J_{\text{HH}}$ 8.5 Гц), 9.13 т (1H, NHCO, $^3J_{\text{HH}}$ 6.0 Гц). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 306 (11.5) [M] $^+$. Найдено, %: C 70.44; H 4.38; N 9.29. $\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: C 70.58; H 4.61; N 9.15.

N,N-Диэтил-4-[3-(N,N-диэтиламино)-2,5-диоксо-2,3,4,5-тетрагидро-1H-пиррол-1-ил]бензамид (4а). К суспензии 1.09 г (4 ммоль) малеинида **3б** в 3 мл 1,4-диоксана при 25°C добавляли раствор 0.293 г (4 ммоль) диэтиламина в 2 мл диоксана. После упаривания растворителя в вакууме получили густое красное масло, которое при растирании кристаллизуется. Выход 1.3 г (94%), бесцветные кристаллы, т. пл. 91–94°C (толуол). ИК спектр, ν , см^{-1} : 1750, 1690, 1680 (C=O), 3080, 1590, 840 (C_6H_4). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.20 т и 1.35 т (12H, CH_3 , $^3J_{\text{HH}}$ 7.0 Гц), 2.65 м (4H, CH_2N), 2.70 м (1H, C^4H , сукцинимид), 2.95 д. д (1H, C^4H , сукцинимид, $^2J_{\text{HH}}$ 18.0, $^3J_{\text{HH}}$ 9.0 Гц), 3.35 м (4H, CH_2NCO), 4.20 д. д. (1H, C^3H , сукцинимид, $^3J_{\text{HH}}$ 5.6,

9.0 Гц), 7.32 д и 7.43 д (4H, C₆H₄, ³J_{HH} 8.5 Гц). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 345 (2.6) [*M*]⁺. Найдено, %: C 66.24; H 7.69; N 12.29. C₁₉H₂₇N₃O₃. Вычислено, %: C 66.06; H 7.88; N 12.16.

N-Пиперидин-1-ил-2-[4-(3-N,N-диэтиламино-2,5-диоксо-2,3,4,5-тетрагидро-1H-пиррол-1-ил)фенил]этанамид (4б). К суспензии 1.06 г (3.4 ммоль) малеинимида **3в** в 3 мл 1,4-диоксана при комнатной температуре добавляли раствор 0.25 г (3.4 ммоль) диэтиламина в 2 мл диоксана. Через 24 ч выпавший осадок отфильтровывали, сушили на воздухе. Выход 1.1 г (80%), бесцветные кристаллы, т. пл. 137–139°C (толуол). ИК спектр, *v*, см⁻¹: 1710 (C=O), 3057, 1597, 811 (C₆H₄). Спектр ЯМР ¹H, *δ*, м. д.: 1.10 т (6H, CH₃, ³J_{HH} 7.0 Гц), 1.45–1.65 м (4H, CH₂, пиперидин), 2.65 м (4H, CH₂N, ³J_{HH} 7.0 Гц), 2.70 м (1H, C⁴H, сукцинимид), 2.95 д. д (1H, C⁴H, сукцинимид, ²J_{HH} 18.0, ³J_{HH} 9.0 Гц), 3.45 м (4H, CH₂N, пиперидин), 3.70 с [2H, CH₂C(O)], 4.20 д. д. (1H, C³H, сукцинимид, ³J_{HH} 5.6, 9.0 Гц), 7.15 д и 7.30 д (4H, C₆H₄, ³J_{HH} 8.5 Гц). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 367 (1.8) [*M*]⁺. Найдено, %: C 67.64; H 7.78; N 11.29. C₂₁H₂₉N₃O₃. Вычислено, %: C 67.90; H 7.78; N 11.31.

N-Бензил-4-(3-N,N-диэтиламино-2,5-диоксо-2,3,4,5-тетрагидро-1H-пиррол-1-ил)бензамид (4в). Раствор 1.12 г (3.7 ммоль) малеинимида **3г** в 6 мл 1,4-диоксана при 25°C постепенно смешивали с раствором 0.27 г (3.7 ммоль) диэтиламина в 2 мл диоксана. Образовавшуюся суспензию нагревали 1.5 ч при 45–50°C, затем добавляли 60 мл воды. Осадок отфильтровывали, промывали водой (5×2 мл) и сушили на воздухе. Выход 1.17 г (83%), бесцветный порошок, т. пл. 155–157°C (диоксан). ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3346 [NHC(O)], 1707, 1640 (C=O), 3056, 3030, 1600, 824 (C₆H₅, C₆H₄). Спектр ЯМР ¹H, *δ*, м. д.: 1.03 т (6H, CH₃, ³J_{HH} 7.1 Гц), 2.62 м (4H, CH₃CH₂N), 2.75 д. д (1H, C⁴H, сукцинимид, ²J_{HH} 18.0, ³J_{HH} 5.6 Гц), 2.95 д. д (1H, C⁴H, сукцинимид, ²J_{HH} 18.0, ³J_{HH} 9.0 Гц), 4.28 д. д (1H, C³H, сукцинимид, ³J_{HH} 5.6, 9.0 Гц), 4.50 д (2H, PhCH₂NH, ³J_{HH} 6.0 Гц), 7.24–7.33 м (5H, C₆H₅), 7.37 д и 7.99 д (4H, C₆H₄, ³J_{HH} 8.5 Гц), 9.13 т (1H, NHCO, ³J_{HH} 6.0 Гц). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 379 (3.7) [*M*]⁺. Найдено, %: C 69.44; H 6.48; N 11.99. C₂₂H₂₅N₃O₃. Вычислено, %: C 69.64; H 6.64; N 11.07.

N-Бензил-4-(3-пиперидин-1-ил-2,5-диоксо-

2,3,4,5-тетрагидро-1H-пиррол-1-ил)бензамид (4г) получали аналогично. Выход 80%, бесцветный порошок, т. пл. 185–187°C (диоксан). ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3294 [NHC(O)], 1709, 1635 (C=O), 3030, 1595, 738, 696 (C₆H₅, C₆H₄). Спектр ЯМР ¹H, *δ*, м. д.: 1.39–1.53 м [6H, (CH₂)₃, пиперидин], 2.44–2.48 м и 2.77–2.80 м (4H, NCH₂, пиперидин), 2.80 д. д (1H, C⁴H, сукцинимид, ²J_{HH} 18.2, ³J_{HH} 4.9 Гц), 2.97 д. д (1H, C⁴H, сукцинимид, ²J_{HH} 18.2, ³J_{HH} 9.1 Гц), 4.01 д. д (1H, C³H, сукцинимид, ³J_{HH} 4.9, 9.1 Гц), 4.50 д (2H, PhCH₂NH, ³J_{HH} 6.0 Гц), 7.23–7.33 м (5H, C₆H₅), 7.37 д и 7.99 д (4H, C₆H₄, ³J_{HH} 8.5 Гц), 9.14 т (1H, NHCO, ³J_{HH} 6.0 Гц). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 391 (2.8) [*M*]⁺. Найдено, %: C 70.24; H 6.08; N 10.59. C₂₃H₂₅N₃O₃. Вычислено, %: C 70.57; H 6.44; N 10.73.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. СПб.: Профессия, 2006. 528 с.
2. Митрасов Ю.Н., Колямин О.А., Данилов В.А. Маленимиды: синтез, свойства и полимеры на их основе. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. унив., 2017. 286 с.
3. Sava M., Găină C., Găină V. // Rev. Roum. Chim. 2001. Vol. 46. P. 1167.
4. Sava M.J. Appl. Polym. Sci. 2004. Vol. 91. P. 3806. doi 10.1002/app.13548
5. Пат. 3887582 (1975). США // РЖХим. 1976. 8Н189 П.
6. Alwin K., Johan B., Theo J.D. // Polymer. 2010. Vol. 51. P. 1887. doi 10.1016/j.polymer.2010.03.015
7. Пат. 5198551 (1993). США // РЖХим. 1994. 18С279 П.
8. Milano J.S., Mekkid S., Vernet J.L. // Eur. Polym. J. 1998. Vol. 34. P. 717. doi 10.1016/S0014-3057(97)00184-5
9. Milano J.C., Mekkid S., Vernet J.L. Eur. Polym. J. 1997. Vol. 33. P. 1333. doi 10.1016/S0014-3057(96)00143-7
10. Patel J.R., Dholakiya B.Z. // Med. Chem. Res. 2012. Vol. 21. P. 1977. doi 10.1007/s00044-011-9718-x

11. Ольшевская В.А., Макаренков А.В., Короткова Н.С., Кононова Е.Г., Коновалова Н.В., Калинин В.Н. // Докл. АН. 2014. Т. 458. № 1. С. 47; *Ol'shevskaya V.A., Makarenkov A.V., Korotkova N.S., Kononova E.G., Konovalova N.V., Kalinin V.N.* // Doklady Chem. 2014. Vol. 458. Pt 1. P. 165. doi 1134/S0012500814090018
12. 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
13. Patel J.R., Dholakiya B.Z. // Res. Chem. Intermed. 2013. Vol. 39. P. 4159. doi 10.1007/s11164-012-0932-z
14. Пат. 583226 (1976). Швейцария // РЖХим. 1977. 14О131П.
15. Пат. 30308 (1968). Япония // РЖХим. 1970. 7Н374П.
16. Пат. 30313 (1968). Япония // РЖХим. 1970. 7Н375П.
17. Пат. 21433 (1968). Япония // РЖХим. 1969. 23Н310П.
18. Колямшин О.А., Данилов В.А., Дашкова Г.Ю., Кольцов Н.И. // ЖОрХ. 2005. Т. 41. 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. № 3. С. 395; *Kolyamshin O.A., Danilov V.A., Kol'tsov N.I.* // Russ. J. Org. 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. № 9. С. 1321. doi 10.1134/S0044460X19090026; *Kolyamshin O.A., Mitrasov Yu.N., Danilov V.A., Avruiskay A.A.* // Russ. J. Gen. Chem. 2019. Vol. 89. N 9. P. 1740. doi 10.1134/S1070363219090020
21. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний. 2013. 438 с.

Synthesis and Some Transformations of 4-(2,5-Dihydro-2,5-dioxo-1H-pyrrol-1-yl)benzoic and -phenylacetic Acids Amides

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

^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 October 17, 2022; revised October 17, 2022; accepted December 21, 2022

The reactions of 4-aminobenzoic and 4-aminophenylacetic acids amides with maleic anhydride yielded the corresponding monoamides of maleic acid, the cyclization of which gave amides of 4-(2,5-dihydro-2,5-dioxo-1H-pyrrol-1-yl)benzoic and 4-(2,5-dihydro-2,5-dioxo-1H-pyrrol-1-yl)phenylethanoic acids. Their reactions with secondary amines afforded the corresponding 4-(3-dialkylamino-2,5-dioxo-2,3,4,5-tetrahydro-1H-pyrrol-1-yl)benzoic and 4-(3-dialkylamino-2,5-dioxo-2,3,4,5-tetrahydro-1H-pyrrol-1-yl)phenylethanoic acids amides.

Keywords: amides of 4-aminobenzoic and 4-aminophenylethanoic acids, maleic anhydride, maleinimides, succinimides