

ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ НИКОТИНАМИДА, ОСНОВАННЫЙ НА КРОСС-РЕЦИКЛИЗАЦИИ 2,6-ДИАМИНО-4-АРИЛ-3,5-ДИЦИАНО-4Н-ТИОПИРАНОВ С АЦЕТОАЦЕТАНИЛИДОМ И АЛКИЛИРУЮЩИМИ РЕАГЕНТАМИ

© В. Д. Дяченко,^{1*} Т. А. Рыльская,¹ И. В. Дяченко,¹ И. Н. Калашник,¹ А. В. Черных²

¹Луганский национальный университет имени Т. Шевченко

Украина, 91011, Луганск, ул. Оборонная, 2; e-mail: dyachvd@mail.ru

²Институт органической химии Национальной академии наук Украины, Киев

*Исследована трехкомпонентная реакция 2,6-диамино-4-арил-3,5-дициано-4Н-тиопиранов, ацетоацетанилидов и алкилирующих реагентов, в ходе которой реализуется кросс-рециклизация тиопиранов с последующим образованием 6-алкилтио-4-арил-N-арил-2-метил-5-циано-никотинамидов, 3-имино-6-метил-2-(4-метоксибензоил)-4-(3,4-диметоксифенил)-N-фенил-2,3-дигидротиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамидов и 3-амино-6-метил-4-(3,4-диметоксифенил)-2-(4-оксо-4Н-пиридо[1,2-*a*]пиримидин-2-ил)-N-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамидов.*

Ключевые слова: 4Н-тиопираны, кросс-рециклизация, ацетоацетанилид, замещенные никотинамиды, тиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид.

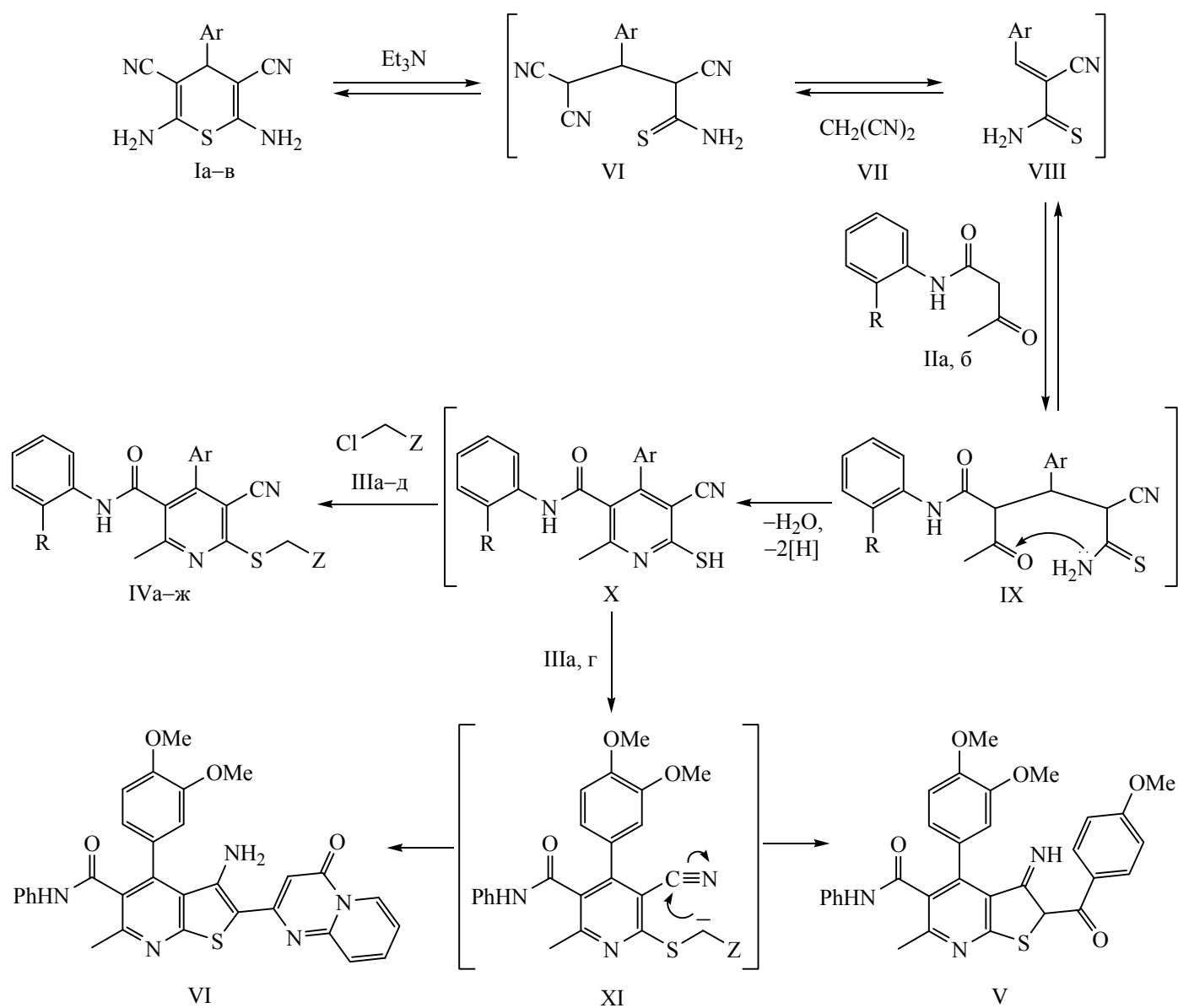
Поиск биологически активных соединений среди производных никотинамида является перспективным, в частности, для создания гербицидов [1, 2] и препаратов для лечения болезни Альцгеймера [3, 4].

Развитие исследований в области синтеза функционально замещенных производных никотинамида [5–8] показало, что при кросс-рециклизации 2,6-диамино-4-арил-3,5-дициано-4Н-тиопиранов (Ia–в) с ацетоацетанилидами (IIa, б) в кипящем этаноле в присутствии эквимолярного количества триэтиламина с последующим добавлением в реакционную среду алкилирующих реагентов (IIIa–д) образуются новые представители производных никотинамида – 6-алкилтио-4, N-диарил-2-метил-5-цианоникотинамиды (IVa–ж), 3-имино-6-метил-2-(4-метоксибензоил)-4-(3,4-диметоксифенил)-N-фенил-2,3-дигидротиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (V) и 3-амино-6-метил-4-(3,4-диметоксифенил)-2-(4-оксо-4Н-пиридо[1,2-*a*]пиримидин-2-ил)-N-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (VI).

Путь реакции включает, по-видимому, раскрытие тиопиранового цикла с образованием интермедиата (VI), элиминирующего малонитрил (VII) и арилметиленцианотиоацетамид (VIII) [9–11]. К последнему по Михаэлю присоединяется ацетоацетанилид (II), что приводит к образованию соот-

ветствующего неустойчивого аддукта (IX), внутримолекулярно гетероциклизующегося в условиях реакции в замещенный пиридин (X). Образовавшийся в ходе кросс-рециклизации продукт (X) подвергается региоселективному алкилированию по атому серы с образованием соответствующих тиоэфиров (IVa–ж), что соответствует общим закономерностям химии 2-меркаптопиридинов [12, 13]. В тоже время введение в данную кросс-рециклизацию тиопирана (Ia), ацетоацетанилида (IIa) и 4-метоксифенацилхлорида (IIIa) привело не к ожидаемому тиоэфиру (XI), а к ранее неизвестному 3-имино-6-метил-2-(4-метоксибензоил)-4-(3,4-диметоксифенил)-N-фенил-2,3-дигидротиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамиду (V) вследствие легкой внутримолекулярной циклизации интермедиата (XI). Отметим, что обычно образование замещенных тиено[2,3-*b*]пиридинов по такому типу не останавливалось на стадии имина (V) вследствие его спонтанного перехода в амин [14–16]. Именно по такому пути протекает данная реакция в случае использования в качестве алкилирующего реагента 4-оксо-2-хлорметил-4Н-пиридо-[1,2-*a*]пиримидина (IIIг). При этом получен 3-амино-6-метил-4-(3,4-диметоксифенил)-2-(4-оксо-4Н-пиридо[1,2-*a*]пиримидин-2-ил)-N-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (VI).

Поступило в Редакцию 2 февраля 2015 г.



I, Ar = Ph (а), 3-FC₆H₄ (б), 3,4-(MeO)₂C₆H₃ (в); II, R = H (а), Me (б); III, Z = 4-MeOC₆H₄CO (а), 4-MeOC₆H₄NHCO (б), 4-оксо-4,5,6,7-тетрагидро-3H-циклопента[4,5]тиено[2,3-*b*]пиримидин-2-ил (в), 4-оксо-4H-пиридо[1,2-*a*]пиримидин-2-ил (г), 2-фенилоксазол-4-ил (д); IV, R = Me, Ar = 3-FC₆H₄, Z = 4-MeOC₆H₄CO (а), R = H, Ar = 3,4-(MeO)₂C₆H₃, Z = 4-MeOC₆H₄NHCO (б); R = H, Ar = Ph, Z = 4-оксо-4,5,6,7-тетрагидро-3H-циклопента[4,5]тиено[2,3-*b*]пиримидин-2-ил (в); R = Me, Ar = 3-FC₆H₄, Z = 4-оксо-4,5,6,7-тетрагидро-3H-циклопента[4,5]тиено[2,3-*b*]пиримидин-2-ил (г); R = H, Ar = Ph, Z = 4-оксо-4H-пиридо[1,2-*a*]пиримидин-2-ил (д); R = Me, Ar = 3-FC₆H₄, Z = 2-фенилоксазол-4-ил (е); R = H, Ar = 3,4-(MeO)₂C₆H₃, Z = 2-фенилоксазол-2-ил (ж).

Данные ИК и ЯМР спектроскопии подтверждают строение соединений (IVa-ж), (V) и (VI). Так, в ИК спектрах наблюдаются характеристические полосы поглощения валентных колебаний сопряженной цианогруппы, амидного фрагмента и карбонильной группы при 2212–2226, 1675–1684 и 1704–1718 см⁻¹ соответственно. Отметим, что вывод о существовании структуры (V) в виде имина сделан

на основании тех фактов, что в его ИК спектре отсутствует полоса поглощения валентных колебаний сопряженной цианогруппы. В то же время наблюдается полоса поглощения валентных колебаний иминогруппы при 1625 см⁻¹, что согласуется с литературными данными [17]. Кроме того, в спектре ЯМР ¹H соединения (V) помимо сигналов протонов заместителей тиенопиридинового фрагмента в со-

ответствующих областях δ наблюдается сигнал протона C^2H в виде синглета при 3.98 м. д. и сигнал протона иминогруппы в виде уширенного синглета при 6.76 м. д.

Спектры ЯМР ^{13}C соединений (IVa–e) и (VI) содержат сигналы всех структурных фрагментов в соответствующих областях δ .

Экспериментальная часть

ИК спектры записывали на приборе UR-20 в таблечках КВг. Спектры ЯМР 1H и ^{13}C регистрировали на спектрофотометре Varian-Gemini (500.13 и 125.75 МГц соответственно) в растворах ДМСО- d_6 , внутренний стандарт – ТМС. Элементный анализ осуществляли на микроанализаторе EuroVector EA-3000. Хромато-масс-спектры получали на приборе Agilent 1100/DAD/HSD/VLG 119562. Температуры плавления определяли на блоке Кофлера. Контроль за ходом реакции осуществляли методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе ацетон–гексан (3:5), проявление парами иода и УФ облучением.

2,6-Диамино-4-фенил-3,5-дициано-4*H*-тиопиран (Ia), 2,6-диамино-4-(3-фторфенил)-3,5-дициано-4*H*-тиопиран (Iб) и 2,6-диамино-4-(3,4-диметоксифенил)-3,5-дициано-4*H*-тиопиран (Iв) получали по методикам [18–20] соответственно.

6-Алкилтио-4, N-диарил-2-метил-5-цианоникотинамиды (IVa–ж), 3-имино-6-метил-2-(4-метоксибензоил)-4-(3,4-диметоксифенил)-N-фенил-2,3-дигидротиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (V) и 3-амино-6-метил-4-(3,4-диметоксифенил)-2-(4-оксо-4*H*-пиридо[1,2-*a*]пиримидин-2-ил)-N-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (VI) (общая методика). Смесь 10 ммоль тиопирана (I), 10 ммоль ацетоацетанилида (II) и 1.4 мл (10 ммоль) триэтиламина в 50 мл этанола кипятили 5 ч. После охлаждения до 20°C к реакционной смеси при перемешивании прибавляли 5.6 мл (10 ммоль) 10%-ного водного раствора КОН и раствор, приготовленный из 10 ммоль алкилхлорида (III) и 25 мл ДМФА. Смесь перемешивали 2 ч и оставляли на 48 ч, затем разбавляли 25 мл воды. Осадок отфильтровывали, промывали водой, этанолом и гексаном и сушили.

2-Метил-6-[(2-(4-метоксифенил)-2-оксоэтил)тио]-N-(*o*-толил)-4-(3-фторфенил)-5-цианоникотинамид (IVa). Выход 4.5 г (85%), бесцветные кристаллы, т. пл. 204–206°C (BuOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3338 (NH), 2226 ($C\equiv N$), 1718 ($C=O$), 1684 (CONH). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 1.87 с (3H, Me), 2.37 с (3H, Me), 3.88 с (3H, MeO), 4.91 с (2H, CH_2),

6.98 д (1H, $H_{аром}$, J 6.8 Гц), 7.06–7.21 м (5H, $H_{аром}$), 7.28–7.42 м (3H, $H_{аром}$), 7.57–7.62 м (1H, $H_{аром}$), 8.11 д (2H, $H_{аром}$, J 8.8 Гц), 9.85 уш. с. (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_C , м. д.: 12.38, 32.63, 37.69, 55.69, 103.32, 114.10 (2C), 114.77, 115.79, 115.97, 116.65, 116.82, 125.06, 126.06, 128.99, 129.22, 130.48, 130.75, 130.87, 130.94, 132.27, 135.07, 149.70, 158.14, 160.67, 160.83, 162.62, 163.47, 163.82, 191.62. Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 526 (100) [$M + 1$]⁺. Найдено, %: C 68.47; H 4.55; N 7.86. $C_{30}H_{24}FN_3O_3S$. Вычислено, %: C 68.56; H 4.60; N 7.99. M 525.606.

2-Метил-4-(3,4-диметоксифенил)-6-[2-(4-метоксифениламино)-2-оксоэтилтио]-N-фенил-5-цианоникотинамид (IVб). Выход 4.3 г (76%), бесцветные кристаллы, т. пл. 208–210°C (BuOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3390 (NH), 2212 ($C\equiv N$), 1675 (CONH). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 2.52 с (3H, Me), 3.65 с (3H, MeO), 3.72 с (3H, MeO), 3.76 с (3H, MeO), 4.22 с (2H, CH_2), 6.89 д (2H, $H_{аром}$, J 7.9 Гц), 7.04–7.12 м (5H, $H_{аром}$), 7.27 с (1H, $H_{аром}$), 7.43 д (2H, $H_{аром}$, J 7.2 Гц), 7.51 д (2H, $H_{аром}$, J 7.8 Гц), 10.20 уш. с. (1H, NH), 10.45 уш. с. (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_C , м. д.: 22.83, 35.04, 55.22, 55.48, 55.53, 103.61, 111.56, 112.16, 114.00 (2C), 115.22, 119.46 (2C), 120.79 (2C), 121.49, 124.18, 126.14, 128.90 (2C), 129.15, 132.23, 138.32, 148.24, 149.86, 151.02, 155.39, 157.86, 161.35, 164.07, 165.38. Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 569 (100) [$M + 1$]⁺. Найдено, %: C 65.33; H 4.85; N 9.78. $C_{31}H_{28}N_4O_5S$. Вычислено, %: C 65.48; H 4.96; N 9.85. M 568.657.

2-Метил-6-[(4-оксо-4,5,6,7-тетрагидро-3*H*-циклопента[4,5]тиено[2,3-*d*]пиримидин-2-ил)метилтио]-N,4-дифенил-5-цианоникотинамид (IVв). Выход 3.7 г (68%), бесцветный порошок, т. пл. 285–287°C (ДМФА). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3338, 3374 (NH), 2220 ($C\equiv N$), 1679 (CONH). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 2.36 т (2H, CH_2 , J 6.7 Гц), 2.56 с (3H, Me), 2.83–2.94 м (4H, 2 CH_2), 4.58 с (2H, SCH_2), 7.04 т (1H, $H_{аром}$, J 7.3 Гц), 7.24 т (2H, $H_{аром}$, J 7.6 Гц), 7.33 д (2H, $H_{аром}$, J 7.6 Гц), 7.45 уш. с (5H, Ph), 10.36 уш. с (1H, NH), 12.69 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_C , м. д.: 22.77, 27.49, 28.67, 29.03, 32.69, 103.63, 114.80, 118.60, 119.71 (2C), 124.25, 128.40, 128.50 (2C), 128.83, 129.31, 129.78, 133.97, 137.40, 138.06, 139.54, 144.25, 151.45, 153.39, 157.87, 158.25, 160.56, 163.63, 167.93, 186.62. Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 548 (100) [$M - 1$]⁺. Найдено, %: C 65.44; H 4.17; N 12.60. $C_{30}H_{23}N_5O_2S_2$. Вычислено, %: C 65.56; H 4.22; N 12.74. M 549.679.

2-Метил-6-[(4-оксо-4,5,6,7-тетрагидро-3*H*-циклопента[4,5]тиено[2,3-*d*]пиримидин-2-ил)метилтио]-N-(*o*-толил)-4-(3-фторфенил)-5-цианони-

котионамид (IVг). Выход 4.2 г (72%), бесцветные кристаллы, т. пл. 275–277°C (ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3344, 3388 (NH), 2217 (C≡N), 1681 (CONH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.89 с (3H, Me), 2.37 т (2H, SCH_2), 2.63 с (3H, Me), 2.76–2.89 м (4H, 2CH_2), 4.60 с (2H, SCH_2), 7.01–7.18 м (4H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.26–7.42 м (3H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.52–7.63 м (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 9.97 уш. с (1H, NH), 12.72 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 17.45, 22.83, 27.48, 28.67, 29.02, 32.69, 103.49, 114.63, 115.83, 116.64, 118.63, 125.09, 126.05, 129.36, 130.47, 130.83, 130.89, 132.33, 135.11, 136.14, 137.40, 139.54, 149.86, 153.35, 157.86, 158.43, 160.35, 160.66, 162.60, 163.79, 167.92. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 582 (100) $[M + 1]^+$. Найдено, %: C 63.94; H 4.12; N 13.95. $\text{C}_{31}\text{H}_{24}\text{FN}_5\text{O}_2\text{S}_2$. Вычислено, %: C 64.01; H 4.16; N 12.04. M 581.697.

2-Метил-6-[(4-оксо-4H-пиридо[1,2-а]пиримидин-2-ил)метилтио]-N,4-дифенил-5-цианоникотинамид (IVд). Выход 4.1 г (81%), бесцветные кристаллы, т. пл. 232–234°C (BuOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3352 (NH), 2218 (C≡N), 1682 (C=O), 1676 (CONH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.62 с (3H, Me), 4.62 с (2H, SCH_2), 6.59 с (1H, C^3H , пиридопиримидин), 7.04 т (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.2 Гц), 7.24 т (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.8 Гц), 7.32–7.39 м (3H, $\text{H}_{\text{аром}}$, пиридопиримидин), 7.42–7.51 м (5H, Ph), 7.71 д (1H, пиридопиримидин, J 8.8 Гц), 7.98 т (1H, пиридопиримидин, J 7.2 Гц), 8.94 д (1H, пиридопиримидин, J 6.7 Гц), 10.39 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 22.93, 35.28, 102.17, 103.80, 114.83, 116.48, 119.74 (2C), 124.24, 125.72, 127.11, 128.42 (2C), 128.48 (2C), 128.82, 129.27, 129.74, 134.05, 137.95, 138.10, 150.81, 151.51, 157.12, 158.23, 160.63, 163.24, 163.72, 186.53. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 504 (100) $[M + 1]^+$. Найдено, %: C 69.10; H 3.95; N 13.85. $\text{C}_{29}\text{H}_{21}\text{N}_5\text{O}_2\text{S}$. Вычислено, %: C 69.17; H 4.20; N 13.91. M 503.587.

2-Метил-N-(*o*-толил)-6-(2-фенилоксазол-4-илметилтио)-4-(3-фторфенил)-5-цианоникотинамид (IVе). Выход 3.8 г (72%), бесцветные кристаллы, т. пл. 233–235°C (BuOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3366 (NH), 2220 (C≡N), 1674 (CONH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.92 с (3H, Me), 2.76 с (3H, Me), 4.60 с (2H, SCH_2), 7.03–7.19 м (4H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.31–7.44 м (3H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.52–7.63 м (4H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.99 д (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.9 Гц), 8.20 с (1H, C^5H , оксазол), 9.87 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 17.41, 23.00, 25.43, 103.88, 114.65, 115.81, 116.00, 116.63, 116.80, 125.08, 125.99 (2C), 126.10 (2C), 126.74, 129.26 (2C), 130.51, 130.82, 132.28, 135.11, 137.56, 137.61 (2C), 149.87, 158.57, 160.54, 160.67, 160.75,

162.62, 163.93. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 535 (100) $[M + 1]^+$. Найдено, %: C 69.58; H 4.25; N 10.33. $\text{C}_{31}\text{H}_{23}\text{N}_4\text{FO}_2\text{S}$. Вычислено, %: C 69.65; H 4.34; N 10.48. M 534.617.

2-Метил-4-(3,4-диметоксифенил)-N-фенил-6-(2-фенилоксазол-4-илметилтио)-5-цианоникотинамид (IVж). Выход 4.8 г (85%), бесцветные кристаллы, т. пл. 202–204°C (ДМФА). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3355 (NH), 2219 (C≡N), 1676 (CONH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.71 с (3H, Me), 3.66 с (3H, MeO), 3.77 с (3H, MeO), 4.54 с (2H, SCH_2), 6.86–7.09 м (4H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.24 т (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.4 Гц), 7.44 д (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.8 Гц), 7.46–7.54 м (4H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.97 д (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 8.1 Гц), 8.06 с (1H, C^5H , оксазол), 10.34 уш. с (1H, NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 563 (100) $[M + 1]^+$. Найдено, %: C 68.22; H 4.54; N 9.85. $\text{C}_{32}\text{H}_{26}\text{N}_4\text{O}_4\text{S}$. Вычислено, %: C 68.31; H 4.66; N 9.96. M 562.648.

3-Имино-6-метил-2-(4-метоксибензоил)-4-(3,4-диметоксифенил)-N-фенил-2,3-дигидроотиено[2,3-*b*]пиримидин-5-карбоксамид (V). Выход 4.0 г (72%), желтый порошок, т. пл. 142–144°C (EtOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3387, 3339 (NH), 1693 (C=O), 1670 (CONH), 1625 (C=NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.68 с (3H, Me), 3.73 с (3H, MeO), 3.80 с (3H, MeO), 3.88 с (3H, MeO), 3.98 с (1H, C^2H), 6.76 уш. с (1H, C=NH), 6.94–7.06 м (5H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.09 с (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.22 т (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.5 Гц), 7.42 д (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 8.0 Гц), 7.78 д (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 8.0 Гц), 10.25 уш. с (1H, CONH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 552 (100) $[M - 1]^+$. Найдено, %: C 67.16; H 4.80; N 7.43. $\text{C}_{31}\text{H}_{27}\text{N}_3\text{O}_5\text{S}$. Вычислено, %: C 67.25; H 4.92; N 7.59. M 553.635.

3-Амино-6-метил-4-(3,4-диметоксифенил)-2-(4-оксо-4H-пиридо[1,2-а]пиримидин-2-ил)-N-фенилтиено[2,3-*b*]пиримидин-5-карбоксамид (VI). Выход 4.2 г (75%), желтые иглообразные кристаллы, т. пл. 273–275°C (ДМФА), т. субли. 250°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3215, 3345, 3398 (NH, NH_2), 1689 (C=O), 1670 (CONH), 1647 [$\delta(\text{NH}_2)$]. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.60 с (3H, Me), 3.71 с (3H, MeO), 3.79 с (3H, MeO), 6.16 с (1H, C^3H , пиридопиримидин), 6.37 уш. с (2H, NH_2), 6.95–7.14 м (3H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.16 с (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.22–7.31 м (3H, $\text{H}_{\text{аром}}$), 7.42 д (2H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.5 Гц), 7.75 д (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 8.8 Гц), 7.91 т (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 7.2 Гц), 8.90 д (1H, $\text{H}_{\text{аром}}$, J 6.3 Гц), 10.19 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 22.46, 55.53, 55.64, 95.33, 101.94, 111.43, 112.51, 115.69, 119.46, 121.20, 121.51, 123.94, 125.28, 125.58, 127.06, 128.83, 130.78, 136.16, 138.54, 142.99, 144.14, 148.24, 149.18, 150.31, 154.22, 156.41, 158.74, 158.87, 162.37, 165.12, 186.58.

Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 564 (100) [$M + 1$]⁺. Найдено, %: С 65.92; Н 4.30; N 12.32. $C_{31}H_{25}N_5O_4S$. Вычислено, %: С 66.06; Н 4.47; N 12.43. M 563.641.

Список литературы

- [1] *Michelotti E L., Young D H., McLouchlin T A.* Pat. 752523 (2002). Australia // РЖХим. 2003. 03.01-190.316П.
- [2] *Микелотти Э.Л., Янг Д.Х., Маклафлин Т.Э.* Пат. 97110874/04 (1999). РФ // РЖХим. 1999. 230461П.
- [3] *Nakajo A., Tokumasu M., Kito M., Takahara A., Ono Y., Takeda T., Kajagaga Y., Koganei H.* Pat. EP 1191022 (2002) // РЖХим. 2002. 02.14-190.65П.
- [4] *Shutske G.M., Kapples K.I., Tomer J.D., Hrib N.J., Jurcak J.G.* Pat. US 5869480 (1999) // РЖХим. 1999. 23085П.
- [5] *Дяченко В.Д., Битюкова О.С.* // ЖОХ. 2012. Т. 82. Вып. 3. С. 468; *Dyachenko V.D., Bityukova O.S.* // Russ. J. Gen. Chem. 2012. Vol. 82. N 3. P. 461. DOI:10.1134/S1070363212030164.
- [6] *Дяченко В.Д., Красников Д.А.* // ЖОрХ. 2012. Т. 48. Вып. 7. С. 958; *Dyachenko V.D., Krasnikov D.A.* // Russ. J. Org. Chem. 2012. Vol. 48. N 7. P. 953. DOI: 10.1134/S1070428012070111.
- [7] *Дяченко В.Д., Карпов Е.Н., Феськов И.А.* // ЖОХ. 2013. Т. 83. Вып. 9. С. 1496; *Dyachenko V.D., Karpov E.N., Feskov I.A.* // Russ. J. Gen. Chem. 2013. Vol. 83. N 9. P. 1716. DOI: 10.1134/S1070363213090156.
- [8] *Дяченко В.Д., Красников Д.А., Хорик М.В.* // ХГС. 2008. № 7. С. 1018; *Dyachenko V.D., Krasnikov D.A., Khorik M.V.* // Chem. Heterocyclic Compd. 2008. Vol. 44. N 7. P. 815. DOI: 10.1007/s10593-008-0114-5.
- [9] *Рыльская Т.А., Дяченко В.Д.* // ЖОрХ. 2011. Т. 47. Вып. 5. С. 779; *Ryl'skaya T.A., Dyachenko V.D.* // Russ. J. Org. Chem. 2011. Vol. 47. N 5. P. 787. DOI: 10.1134/S107042801105023X.
- [10] *Дяченко В.Д., Чернега А.Н., Гарасевич С.Г.* // ЖОХ. 2005. Т. 75. Вып. 10. С. 1688; *Dyachenko V.D., Chernega A.N., Garasevich S.G.* // Russ. J. Gen. Chem. 2005. Vol. 75. N 10. P. 1610. DOI: 10.1007/s11176-005-0475-8.
- [11] *Дяченко В.Д.* // Укр. хим. ж. 2008. Т. 74. № 10. С. 100.
- [12] *Литвинов В.П.* // Усп. хим. 2006. Т. 75. № 7. С. 645; *Litvinov V.P.* // Russ. Chem. Rev. 2006. Vol. 75. N 7. P. 577. DOI: 10.1007/RC2006v075n07ABEH003619.
- [13] *Litvinov V.P., Rodinovskaya L.A., Sharanin Yu.A., Shestopalov A.M., Senning A.* // Sulfur Rep. 1993. Vol. 13. N 1. P. 1. Sulfur Reports. 1992. Vol. 13. N 1. P. 1. DOI: 10.1080/01961779208048951.
- [14] *Дяченко В.Д., Красников Д.А.* // Укр. хим. ж. 2005. Т. 71. № 6. С. 86.
- [15] *Abdel-Fattah A.M.* // Phosphorus, Sulfur, Silicon, Relat. Elem. 2000. Vol. 156. N 1. P. 53. DOI: 10.1080/10426500008044993.
- [16] *Mohamed A.M.G.-E., Mohamed A.A.E., Adel A.M.T.* // Heteroatom Chem. 2007. Vol. 18. N 4. P. 405. DOI: 10.1002/hc.20313.
- [17] *Преч Э., Бюльманн Ф., Афвольтер К.* Определение строения органических соединений. М.: Мир, 2006. 438 с.
- [18] *Шаранин Ю.А., Шестопалов А.М., Нестеров В.Н., Меленчук С.Н., Промоненков В.К., Шкловер В.Е., Стручков Ю.Т., Литвинов В.П.* // ЖОрХ. 1989. Т. 25. Вып. 6. С. 1323.
- [19] *Дяченко В.Д., Кривоколыско С.Г., Шаранин Ю.А., Литвинов В.П.* // ЖОрХ. 1997. Т. 33. Вып. 7. С. 1084.
- [20] *Abdel-Latif F.F.* // Bull. Chem. Soc. Japan. 1989. Vol. 62. N 11. P. 3768. DOI: 10.1246/bcsj.62.3768.