

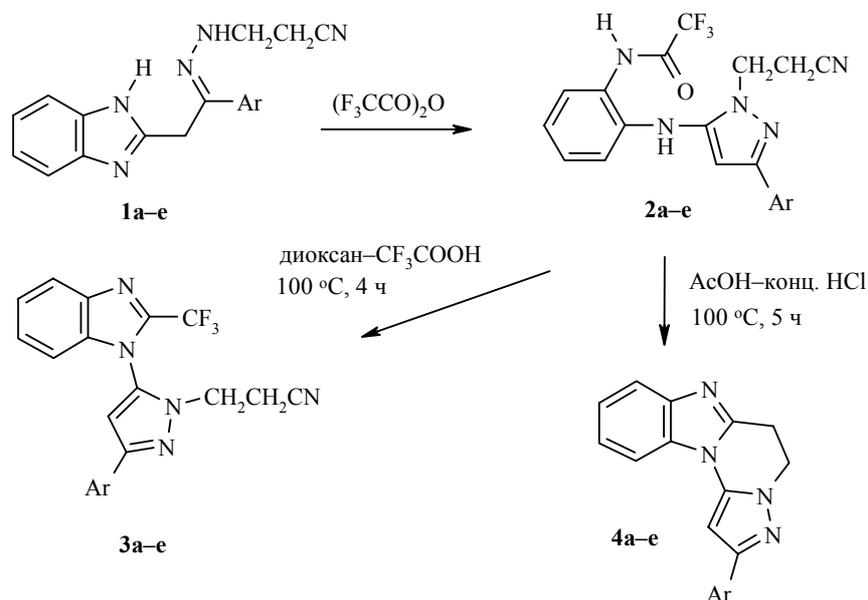
И. Б. Дзвинчук, М. О. Лозинский

**СИНТЕЗ НОВОЙ ПОЛИГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ПИРАЗОЛО[5',1':2,3]ПИРИМИДО[1,6-*a*]БЕНЗИМИДАЗОЛА**

Цианэтилгидразоны 2-ароилметил-1Н-бензимидазолов при взаимодействии с трифторацетангидридом рециклизуются с образованием 3-арил-5-(2-трифторацетиламиноанилино)-1-цианэтилпиразолов. Продукты рециклизации могут циклизоваться с замыканием бензимидазольного кольца двумя способами: с образованием 1-(5-пиразолил)бензимидазолов или 5,6-дигидропроизводных новой полигетероциклической системы — пиразоло[5',1':2,3]пиримидо[1,6-*a*]бензимидазола.

Ключевые слова: бензимидазолы, гидразоны, пиразолы, пиримидины, трифторацетангидрид, ацилирование, рециклизация, циклоконденсация.

Ранее мы показали, что взаимодействие гидразонов 2-ацилметил-1Н-бензимидазолов с ацилирующими реагентами сопровождается рециклизацией с образованием 5-(*o*-ациламиноанилино)пиразолов [1–4], которые при нагревании могут циклизоваться в 1-(5-пиразолил)-1Н-бензимидазолы [1, 4, 5]. В настоящей работе нами представлено применение этих приемов молекулярного дизайна для построения новой полигетероциклической системы исходя из цианэтилгидразонов 2-фенацил-1Н-бензимидазолов **1a–e**.



1–4 a Ar = Ph, **b** Ar = 4-MeOC₆H₄, **c** Ar = 4-BrC₆H₄, **d** Ar = 4-ClC₆H₄, **e** Ar = 4-O₂NC₆H₄

Характеристики синтезированных соединений

Соединение	Брутто-формула	Найдено, % Вычислено, %			Т. пл., °С	Выход, %
		С	Н	N		
1a	C ₁₈ H ₁₇ N ₅	<u>71.22</u>	<u>5.37</u>	<u>22.95</u>	162–163	94
		71.27	5.65	23.09		
1b	C ₁₉ H ₁₉ N ₅ O	<u>68.33</u>	<u>5.57</u>	<u>20.95</u>	122–123	83
		68.45	5.74	21.01		
1c	C ₁₈ H ₁₆ BrN ₅	<u>56.45</u>	<u>4.14</u>	<u>18.37</u>	183.5–185	93
		56.56	4.22	18.32		
1d	C ₁₈ H ₁₆ ClN ₅	<u>63.88</u>	<u>4.85</u>	<u>20.84</u>	171–172	91
		64.00	4.77	20.73		
1e	C ₁₈ H ₁₆ N ₆ O ₂	<u>61.97</u>	<u>4.49</u>	<u>24.03</u>	196–198	37
		62.06	4.63	24.12		
2a	C ₂₀ H ₁₆ F ₃ N ₅ O	<u>60.12</u>	<u>4.18</u>	<u>17.47</u>	152–153.5	83
		60.15	4.04	17.54		
2b	C ₂₁ H ₁₈ F ₃ N ₅ O ₂	<u>58.61</u>	<u>4.17</u>	<u>16.22</u>	87–88.5	71
		58.74	4.23	16.31		
2c	C ₂₀ H ₁₅ BrF ₃ N ₅ O	<u>50.19</u>	<u>3.07</u>	<u>14.56</u>	161–162.5	81
		50.23	3.16	14.64		
2d	C ₂₀ H ₁₅ ClF ₃ N ₅ O	<u>55.32</u>	<u>3.36</u>	<u>16.09</u>	158–159.5	71
		55.37	3.49	16.14		
2e	C ₂₀ H ₁₅ F ₃ N ₆ O ₃	<u>54.08</u>	<u>3.62</u>	<u>18.79</u>	186–187.5	90
		54.06	3.40	18.91		
3a	C ₂₀ H ₁₄ F ₃ N ₅	<u>62.87</u>	<u>3.58</u>	<u>18.29</u>	121–122.5	87
		62.99	3.70	18.36		
3b	C ₂₁ H ₁₆ F ₃ N ₅ O	<u>61.25</u>	<u>3.79</u>	<u>16.93</u>	120–121.5	86
		61.31	3.92	17.02		
3c	C ₂₀ H ₁₃ BrF ₃ N ₅	<u>52.04</u>	<u>2.66</u>	<u>15.12</u>	105–106.5	78
		52.19	2.85	15.22		
3d	C ₂₀ H ₁₃ ClF ₃ N ₅	<u>57.79</u>	<u>3.01</u>	<u>16.72</u>	102–103	78
		57.77	3.15	16.84		
3e	C ₂₀ H ₁₃ F ₃ N ₆ O ₂	<u>56.22</u>	<u>3.18</u>	<u>19.64</u>	146.5–148	82
		56.34	3.07	19.71		
4a	C ₁₈ H ₁₄ N ₄	<u>75.63</u>	<u>4.97</u>	<u>19.49</u>	217–218.5	90
		75.51	4.93	19.57		
4b	C ₁₉ H ₁₆ N ₄ O	<u>72.21</u>	<u>5.03</u>	<u>17.63</u>	189–190	90
		72.14	5.10	17.71		
4c	C ₁₈ H ₁₃ BrN ₄	<u>59.23</u>	<u>3.51</u>	<u>15.28</u>	257.5–259	88
		59.19	3.59	15.34		
4d	C ₁₈ H ₁₃ ClN ₄	<u>67.43</u>	<u>4.11</u>	<u>17.43</u>	233–234.5	86
		67.40	4.08	17.47		
4e	C ₁₈ H ₁₃ N ₅ O ₂	<u>65.32</u>	<u>3.78</u>	<u>21.03</u>	301–302	95
		65.25	3.95	21.14		

Установлено, что взаимодействие соединений **1a–e** с трифторуксусным ангидридом сопровождается рециклизацией с образованием ожидаемых 3-арил-5-(трифторацетиламиноанилино)-1-цианэтилпиразолов **2a–e**. Последние могут циклизоваться с замыканием бензимидазольного кольца

Спектры ЯМР ^1H соединений 1а-е – 4а-е

Соединение	Химические сдвиги, δ , м. д., J (Гц)
1	2
1a	2.80 (2H, т, $J = 6.3$, CH_2CN); 3.51 (2H, д.т, $J_1 = 6.3$, $J_2 = 4.5$, CH_2N); 4.23 (2H, с, CH_2); 7.12–7.15 (2H, м, H-5,6); 7.24–7.29 (1H, м, $\text{H}_{\text{Ar}}-4$); 7.31–7.36 (2H, м, $\text{H}_{\text{Ar}}-3$, 5); 7.45 (1H, д, $J = 7.2$, H-7); 7.53 (1H, д, $J = 8.1$, H-4); 7.79 (3H, м, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6 + \text{NH}$); 12.38 (1H, с, H-1)
1b	2.78 (2H, т, $J = 6.0$, CH_2CN); 3.48 (2H, д.т, $J_1 = 5.7$, $J_2 = 4.5$, CH_2N); 3.75 (3H, с, OCH_3); 4.20 (2H, с, CH_2); 6.89 и 7.73 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 7.8$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 7.12–7.14 (2H, м, H-5,6); 7.44 (1H, д, $J = 5.4$, H-7); 7.53 (1H, д, $J = 6.0$, H-4); 7.59 (1H, т, $J = 4.5$, NH); 12.32 (1H, с, H-1)
1c	2.80 (2H, т, $J = 6.0$, CH_2CN); 3.51 (2H, д.т, $J_1 = 5.7$, $J_2 = 4.5$, CH_2N); 4.22 (2H, с, CH_2); 7.12–7.14 (2H, м, H-5,6); 7.47 (2H, м, H-4,7); 7.52 и 7.73 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.4$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 7.82 (1H, т, $J = 4.5$, NH); 12.35 (1H, с, H-1)
1d	2.79 (2H, т, $J = 6.3$, CH_2CN); 3.51 (2H, д.т, $J_1 = 6.0$, $J_2 = 4.5$, CH_2N); 4.21 (2H, с, CH_2); 7.12–7.14 (2H, м, H-5,6); 7.38 и 7.79 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.7$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 7.46 (1H, м, H-7); 7.51 (1H, м, H-4); 7.80 (1H, м, NH); 12.33 (1H, с, H-1)
1e	2.82 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2CN); 3.51 (2H, д.т, $J_1 = 6.0$, $J_2 = 4.5$, CH_2N); 4.28 (2H, с, CH_2); 7.12–7.14 (2H, м, H-5,6); 7.45 (1H, м, H-7); 7.51 (1H, м, H-4); 7.98 и 8.17 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 9.0$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 8.15 (1H, м, NH); 12.37 (1H, с, H-1)
2a	3.05 (2H, т, $J = 6.9$, CH_2CN); 4.26 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2N); 6.49 (1H, с, H-4); 6.83 (1H, д, $J = 7.5$, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-6); 6.89 (1H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-4); 7.17–7.23 (2H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-3,5); 7.28–7.33 (1H, м, $\text{H}_{\text{Ar}}-4$); 7.38–7.43 (2H, м, $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 7.63 (1H, с, NH); 7.81 (2H, д, $J = 7.5$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$); 10.75 (1H, с, NHCO)
2b	3.03 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2CN); 3.78 (3H, с, OCH_3); 4.23 (2H, т, $J = 6.3$, CH_2N); 6.41 (1H, с, H-4); 6.82 (1H, д, $J = 7.5$, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-6); 6.88 (1H, м, $2\text{-F}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-4); 6.96 и 7.73 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.7$, $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$); 7.17–7.22 (2H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-3,5); 7.61 (1H, с, NH); 10.76 (1H, с, NHCO)
2c	3.05 (2H, т, $J = 6.9$, CH_2CN); 4.26 (2H, т, $J = 6.9$, CH_2N); 6.52 (1H, с, H-4); 6.84 (1H, д, $J = 7.5$, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-6); 6.89 (1H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-4); 7.18–7.23 (2H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-3,5); 7.60 и 7.76 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.7$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 7.67 (1H, с, NH); 10.79 (1H, с, NHCO)
2d	3.05 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2CN); 4.27 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2N); 6.52 (1H, с, H-4); 6.84 (1H, д, $J = 7.8$, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-6); 6.90 (1H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-4); 7.18–7.23 (2H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-3,5); 7.47 и 7.83 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.7$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 7.67 (1H, с, NH); 10.80 (1H, с, NHCO)
2e	3.08 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2CN); 4.32 (2H, т, $J = 6.6$, CH_2N); 6.69 (1H, с, H-4); 6.87–6.95 (2H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-4,6); 7.20–7.25 (2H, м, $2\text{-CF}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4$: H-3,5); 7.75 (1H, с, NH); 8.09 и 8.28 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.7$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$); 10.80 (1H, с, NHCO)
3a	3.05 (2H, м, CH_2CN), 4.20 (2H, м, CH_2N), 7.33 (1H, с, H-4'), 7.38–7.60 (6H, м, H-5,6,7 + $\text{H}_{\text{Ar}}-3,4,5$), 7.93 (2H, д, $J = 6.9$, $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$), 8.01–8.04 (1H, м, H-4)
3b	3.04 (2H, м, CH_2CN), 3.81 (3H, с, OCH_3), 4.15 (2H, м, CH_2N), 7.04 и 7.84 ($2 \times 2\text{H}$, два д, $J = 8.4$, $\text{H}_{\text{Ar}}-3,5$ и $\text{H}_{\text{Ar}}-2,6$), 7.22 (1H, с, H-4'), 7.45 (1H, д, $J = 8.1$, H-7), 7.55 (2H, м, H-5,6), 8.02 (1H, д, $J = 8.1$, H-4)

1	2
3c	3.06 (2H, м, CH ₂ CN), 4.18 (2H, м, CH ₂ N), 7.36 (1H, с, Н-4'), 7.44–7.47 (1H, м, Н-7), 7.54–7.57 (2H, м, Н-5,6), 7.69 и 7.87 (2 × 2H, два д, $J = 9.0$, H _{Ar} -2,6 и H _{Ar} -3,5), 8.00–8.03 (1H, м, Н-4)
3d	3.06 (2H, м, CH ₂ CN), 4.20 (2H, м, CH ₂ N), 7.37 (1H, с, Н-4'), 7.45–7.48 (1H, м, Н-7), 7.52–7.55 (2H, м, Н-5,6), 7.57 и 7.94 (2 × 2H, два д, $J = 8.7$, H _{Ar} -2,6- и H _{Ar} -3,5), 8.01–8.04 (1H, м, Н-4)
3e	3.07 (2H, м, CH ₂ CN), 4.26 (2H, м, CH ₂ N), 7.47–7.50 (1H, м, Н-7), 7.56 (1H, с, Н-4'), 7.56–7.58 (2H, м, Н-5,6), 8.02–8.05 (1H, м, Н-4), 8.19 и 8.36 (2×2H, два д, $J = 9.0$, H _{Ar} -2,6 и H _{Ar} -3,5)
4a	3.58 (2H, т, $J = 5.1$, CCH ₂), 4.55 (2H, т, $J = 5.4$, NCH ₂), 7.33–7.37 (2H, м, Н-9,10), 7.40 (1H, с, Н-1), 7.42–7.48 (3H, м, H _{Ar} -3,4,5), 7.73 (1H, д, $J = 6.3$, Н-11), 7.97 (2H, д, $J = 5.4$, Н-11), 8.07 (1H, д, $J = 6.6$, Н-8)
4b	3.62 (2H, т, $J = 6.9$, CCH ₂), 3.81 (3H, с, OCH ₃), 4.52 (2H, т, $J = 6.9$, NCH ₂), 7.02 и 7.89 (2×2H, два д, $J = 8.7$, H _{Ar} -2,6 и H _{Ar} -3,5), 7.29 (1H, с, Н-1), 7.32–7.44 (2H, м, Н-9,10), 7.73 (1H, д, $J = 7.5$, Н-11), 8.05 (1H, д, $J = 7.8$, Н-8)
4c	3.57 (2H, т, $J = 6.9$, CCH ₂), 4.55 (2H, т, $J = 6.9$, NCH ₂), 7.32–7.44 (2H, м, Н-9,10), 7.43 (1H, с, Н-1), 7.66 и 7.91 (2×2H, два д, $J = 8.4$, H _{Ar} -3,5- и H _{Ar} -2,6), 7.73 (1H, д, $J = 8.1$, Н-11), 8.05 (1H, д, $J = 7.8$, Н-8)
4d	3.57 (2H, т, $J = 6.9$, CCH ₂), 4.55 (2H, т, $J = 6.9$, NCH ₂), 7.32–7.44 (2H, м, Н-9,10), 7.40 (1H, с, Н-1), 7.52 и 7.98 (2×2H, два д, $J = 8.7$, H _{Ar} -3,5 и H _{Ar} -2,6), 7.72 (1H, д, $J = 8.1$, Н-11), 8.04 (1H, д, $J = 7.8$, Н-8)
4e	3.59 (2H, т, $J = 6.9$, CCH ₂), 4.60 (2H, т, $J = 7.2$, NCH ₂), 7.32–7.445 (2H, м, Н-9,10), 7.59 (1H, с, Н-1), 7.72 (1H, д, $J = 8.1$, Н-11), 8.05 (1H, д, $J = 7.5$, Н-8), 8.19 и 8.30 (2×2H, два д, $J = 9.3$, H _{Ar} -3,5 и H _{Ar} -2,6)

двумя способами. При нагревании в диоксане с трифторуксусной кислотой реакция протекает с участием трифторацетильной группы и образованием 1-(5-пиразолил)-2-трифторметил-1H-бензимидазолов **3a–e**. При кипячении в смеси уксусной и соляной кислот трифторацетильная группа отщепляется в результате гидролиза и циклизация осуществляется с участием цианэтильной группы с одновременным замыканием бензимидазольного и пиримидинового циклов, что приводит к образованию соединений ранее неизвестной системы пиразоло[5',1':2,3]пиримидо[1,6-*a*]-бензимидазола **4a–e**.

Синтезированные соединения – вполне устойчивые кристаллические вещества. Строение и состав всех соединений подтверждены данными элементного анализа (табл. 1) и спектров ЯМР ¹H (табл. 2). Строение соединений **2a** и **3a** подтверждено также ИК спектрами и спектрами ЯМР ¹⁹F, а соединения **4a** – масс-спектром.

Согласно данным спектров ЯМР ¹H, в соединениях **3a–e** из-за существенных пространственных помех затруднено вращение вокруг связи, соединяющей бензимидазольное и пиразольное кольца. Каждый из протонов двух связанных групп CH₂ оказывается в неодинаковом химическом окружении; соответственно, и сигналы этих групп имеют повышенную мультиплетность. Соединения такого типа, как известно [6], представляют собой рацемическую смесь. Гетероциклические фрагменты соединений **3a–e**, по-видимому, не располагаются в одной плоскости. Это

отчетливо проявляется по сдвигу сигнала протона Н-7 бензимидазольного фрагмента в сильное поле (7.44–7.50 м. д.) по сравнению с сигналом протона того же положения бензимидазольного фрагмента соединений **4a–e** (7.72–7.73 м. д.). В соединениях **4a–e** взаиморасположение гетероколец близко к копланарному, и пиразольное кольцо оказывает на ближайший атом водорода бензимидазольного фрагмента максимальное дезэкранирующее влияние. В данном случае оба протона каждой из взаимосвязанных метиленовых групп химически эквивалентны; и сигналы этих групп проявляются в виде хорошо выраженных триплетов.

Таким образом, циклоконденсация 3-арил-5-(трифторацетаминиано)-1-цианэтилпиразолов, протекающая при нагревании с соляной кислотой, является препаративно удобным и эффективным методом синтеза соединений ранее неизвестной тетрациклической системы пиразоло[5',1':2,3]пиримидо[1,6-*a*]бензимидаза.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H и ^{19}F регистрировали на спектрометре Varian VXR-300 (300 МГц) в ДМСО- d_6 , стандарты – ТМС и CFCl_3 . ИК спектры получали на приборе UR-20 в таблетках КВг, масс-спектры – на приборе MX 1321 (70 эВ, 220 °С). Контроль за ходом реакций и чистотой синтезированных соединений проводили методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе растворителей бензол–этанол, 9 : 1, проявление в УФ свете.

Цианэтилгидразон 2-фенацил-1Н-бензимидазола (1a). Смесь 5 ммоль 2-фенацил-1Н-бензимидазола, 7.5 ммоль цианэтилгидразина, 2.5 мл 2-пропанола и 1 капля ледяной уксусной кислоты кипятят 1 ч. Прибавляют 2.5 мл воды и кипятят при перемешивании до начала кристаллизации. После остывания осадок отфильтровывают, промывают смесью 2-пропанола и воды (1 : 1), сушат 5 ч при 80 °С. Продукт получают в аналитически чистом виде.

Гидразоны 1b–d получают аналогично из соответствующих 2-арилметилбензимидазолов [7].

Цианэтилгидразон 2-(4-нитрофенацил)-1Н-бензимидазола (1e). Смесь 12 ммоль 2-(4-нитрофенацил)-1Н-бензимидазола [7], 28 ммоль цианэтилгидразина, 10 мл ДМСО и 6 капель ледяной уксусной кислоты перемешивают при 90–95 °С в течение 5 ч. Полученный раствор выдерживают 20 ч при 15–17 °С. Выделившийся осадок отфильтровывают, промывают 2-пропанолом. После высушивания в вакууме водоструйного насоса при 115 °С в течение 5 ч продукт получают в аналитически чистом виде.

5-(*o*-Трифторацетаминиано)-3-фенил-1-цианэтилпиразол (2a). К смеси 4 ммоль соединения **1a** в 2 мл безводного диоксана при охлаждении на водяной бане и перемешивании прибавляют по каплям 6 ммоль трифторацетангидрида, поддерживая температуру 17–20 °С. Реакционную смесь оставляют при 20 °С на 1 ч, разбавляют 20 мл воды и 2 мл 20% водного раствора аммиака, подогревают до 60 °С и перемешивают до начала кристаллизации. После остывания осадок отфильтровывают, промывают водой, смесью воды и 2-пропанола (1 : 1), сушат при 75 °С и кристаллизуют из толуола. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1735 (C=O), 2275 (C≡N), 3270, 3435 (N–H). Спектр ЯМР ^{19}F , δ , м. д.: –73.32.

Пиразолы 2b–e получают аналогично из соединений **1b–e**. При получении соединения **2e** объем безводного диоксана увеличивают до 4 мл.

1-(3-Фенил-1-цианэтилпиразол-5-ил)-2-трифторметил-1Н-бензимидазол (3a). Раствор 0.5 г соединения **2a** в смеси 5 мл безводного диоксана и 0.5 мл трифторуксусной кислоты выдерживают 4 ч при 100 °С. Растворитель упаривают в вакууме водоструйного насоса при нагревании до 100 °С, а остаток растворяют в минимальном количестве бензола. Раствор пропускают через невысокую колонку с оксидом алюминия, элюируя бензолом. Бензол упаривают, остаток кристаллизуют из этанола. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 2270 (C≡N). Спектр ЯМР ^{19}F , δ , м. д.: –60.81.

Пиразолилбензимидазолы 3b–e получают аналогично из соединений **2b–e**.

5,6-Дигидро-2-фенилпиразоло[5',1':2,3]пиримидо[1,6-а]бензимидазол (4a). Смесь 0.5 г соединения **2a**, 1 мл уксусной кислоты и 1 мл концентрированной соляной кислоты выдерживают 5 ч при 100 °С. Затем смесь упаривают при перемешивании и нагревании до 140 °С. Твердый остаток кипятят с 5 мл пиридина, смесь осторожно при перемешивании разбавляют 2 мл 20% водного раствора аммиака и 3 мл воды. После остывания осадок отфильтровывают, промывают водой, 2-пропанолом и сушат 5 ч при 115 °С в вакууме водоструйного насоса. Продукт получается в аналитически чистом виде. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 286 M^+ (100), 258 (12), 143 (12), 101 (4).

Соединения 4b–e получают аналогично из соединений **2b–e**.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И. Б. Дзвинчук, В. А. Выпирайленко, М. О. Лозинский, А. Я. Ильченко, *ЖОФХ*, **1**, 13 (2003).
2. И. Б. Дзвинчук, А. В. Выпирайленко, М. О. Лозинский, *ЖОрХ*, **32**, 1759 (1996).
3. И. Б. Дзвинчук, А. В. Выпирайленко, М. О. Лозинский, *ЖОрХ*, **33**, 116 (1997).
4. И. Б. Дзвинчук, А. В. Выпирайленко, М. О. Лозинский, *ЖОрХ*, **34**, 727 (1998).
5. И. Б. Дзвинчук, М. О. Лозинский, *ХГС*, 435 (2003).
6. В. М. Потапов, *Стереохимия*, Химия, Москва, 1988, 317.
7. И. Б. Дзвинчук, А. В. Выпирайленко, М. О. Лозинский, *ХГС*, 1195 (2001).

*Институт органической химии
НАН Украины, Киев 02094
e-mail: iochkiev@ukrpack.net*

Поступило в редакцию 06.01.2004