

В. И. Теренин, Н. А. Целищева, Е. В. Кабанова,
А. П. Плешкова, Н. В. Зык

ФОРМИЛИРОВАНИЕ 3,4-ДИГИДРОПИРРОЛО[1,2-*a*]ПИРАЗИНОВ*

Изучено формилирование в условиях реакции Вильсмейера 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразинов, содержащих в положении 1 алкильный или аралкильный заместители. Показано, что направление реакции зависит от строения исходных 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразинов. Формилирование 1-метилзамещенных 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразинов протекает по метильной группе.

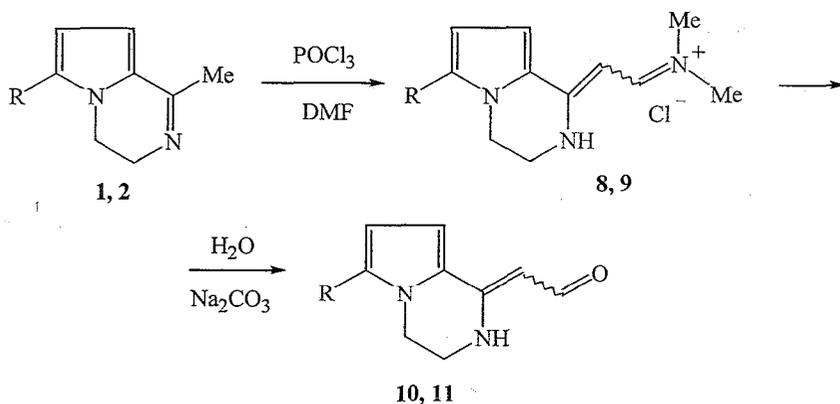
Ключевые слова: 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразин, формилирование по Вильсмейеру.

Производные пирролодипразинов привлекают внимание исследователей благодаря их широкому спектру биологической активности. Системы пирроло[1,2-*a*]пипразина и его дигидроаналога — 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразина (единственного известного дигидропроизводного пирролодипразинов из шести возможных) изучены недостаточно [1]. Известно, что ароматические пирроло[1,2-*a*]пипразины устойчивы к действию слабых электрофилов. Так, незамещенный пирроло[1,2-*a*]пипразин при кипячении с избытком уксусного ангидрида в течение 24 ч образует 6-ацетилпирроло[1,2-*a*]пипразин с выходом всего 16% [2]. При формилировании незамещенного пирроло[1,2-*a*]пипразина в условиях реакции Вильсмейера с выходом 60% было получено, по мнению авторов, 8-формилпроизводное [1], хотя приведенный спектр ЯМР ^1H данного соединения заставляет усомниться в правильности идентификации его структуры. В более ранней работе подобная попытка формилирования пирроло[1,2-*a*]пипразина не удалась [3]. В то же время сами пирролы достаточно легко формилируются и ацилируются, причем в зависимости от их строения и условий реакции образуются продукты замещения по α - или β -положениям пиррольного кольца [4].

Нами показано [5], что трифторацетилирование 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразинов, являющихся аналогами пирролов с иминогруппой в α -положении пиррольного кольца, протекает неоднозначно и зависит от строения исходных 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразинов. С целью продолжения исследований были изучены реакции формилирования 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пипразинов 1–7, содержащих алкильные или аралкильные заместители в положениях 1 и 6 гетероцикла, ДМФА в присутствии хлорокиси фосфора (метод Вильсмейера—Хаака).

* Посвящается памяти А. Н. Коста в связи с 85-летием со дня рождения.

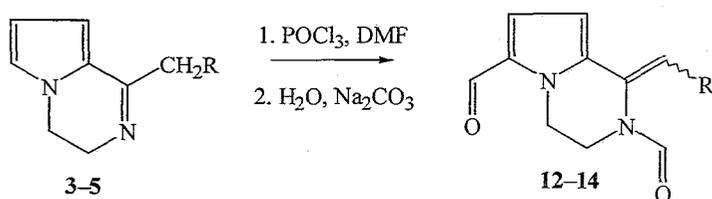
Молекула 1-замещенного 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазина содержит два реакционных центра, по которым наиболее вероятна атака электрофила, — это немостиковый атом азота пиазинового кольца и атом углерода C₍₆₎ (α-положение пиррольного кольца). Однако в результате проведенных реакций формилирования было найдено, что 1-метил- (1) и 1,6-диметил-3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазин (2) образуют формильные производные по метильной группе в положении 1 — соответственно 2-(1,2,3,4-тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазин-1-илиден)ацетальдегид (10) и 2-(6-метил-1,2,3,4-тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазин-1-илиден)ацетальдегид (11):



1, 8, 10 R = H; 2, 9, 11 R = Me

Проведение реакции в избытке реагента (ДМФА в качестве растворителя) при комнатной температуре в течение 3–6 ч приводит к иминиевым солям 8, 9, гидролизом которых получены 1-метиленформильные производные 10, 11.

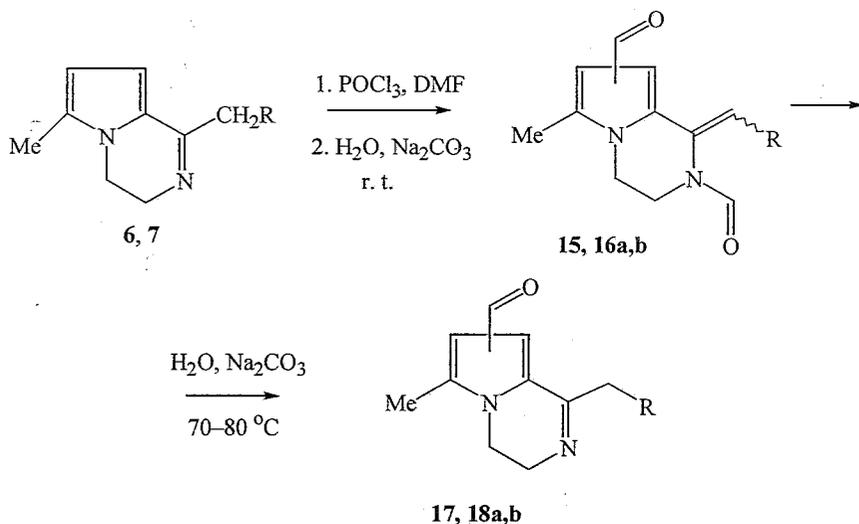
При формилировании 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазинов 3–7 с отличным от метильного заместителем в положении 1 направление реакции меняется и образуются дизамещенные по атому азота N₍₂₎ и по пиррольному кольцу формильные производные. Так, соединения 3–5, в которых α-положение пиррольного кольца свободно для электрофильной атаки, дают диформильные производные по атому азота N₍₂₎ и атому углерода C₍₆₎ — соответственно 1-этилиден-, 1-пропилиден- и 1-(1-фенилметилен)-1,2,3,4-тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазин-2,6-дикарбальдегиды 12–14:



3, 12, R = Me; 4, 13 R = Et; 5, 14 R = Ph

Соединение **14** представляет собой смесь двух изомеров относительно двойной связи в положении 1 гетероцикла в соотношении, близком к эквимолярному, которые поддаются препаративному выделению. Анализ спектров ЯМР ^1H позволяет установить строение каждого из изомеров. Так, сигнал протона в положении 8 *E*-изомера **14a** претерпевает значительный сильнополюсный сдвиг (~ 1 м. д.) по сравнению с *Z*-изомером **14b** вследствие попадания в область экранирования фенильного заместителя.

Если в исходном 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазине α -положение пиррольного кольца занято метильной группой, то электрофильное замещение первоначально идет по атому азота $\text{N}_{(2)}$ и по атомам углерода $\text{C}_{(7)}$ или $\text{C}_{(8)}$ пиррольного кольца. В случае 6-метил-1-этил-3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазина (**6**) наблюдается образование только одного продукта — 6-метил-1-этилиден-1,2,3,4-тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазин-2,8-дикарбальдегида (**15**). Формилирование 6-метил-1-пропил-3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазина (**7**) приводит к смеси 2,7- и 2,8-дикарбальдегидов **16a** и **16b** соответственно с преобладанием 2,7-изомера **16a**. При нагревании в водном растворе карбоната натрия соединения **15** и **16a,b** превращаются соответственно в 6-метил-1-этил-3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазин-8-карбальдегид (**17**) и смесь 1-пропил-6-метил-3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиазин-7-карбальдегида (**18a**) и изомерного 8-карбальдегида **18b**. Отметим, что соединение **16a** представляет собой смесь двух поворотных изомеров относительно амидной связи, согласно данным спектров ЯМР ^1H высокого разрешения.



6 R = Me; **15**, **17** R = Me, 8-CHO; 7 R = Et,
16a, **18a** R = Et, 7-CHO; **16b**, **18b** R = Et, 8-CHO

Спектры ЯМР синтезированных соединений

Соединение	Т. пл., °С	ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д., J (Гц)	ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.	Выход, %
1	2	3	4	5
8	215	3.05 (3H, с, $\text{N}^+\text{-CH}_3$), 3.40 (3H, с, $\text{N}^+\text{-CH}_3$); 3.83 (2H, м, 3-Н или 4-Н); 4.18 (2H, т, $J = 5.93$, 4-Н или 3-Н); 5.19 (1H, д, $J = 12.42$, CHCHN^+); 6.33 (1H, д, д, $J_{78} = 3.77$, $J_{76} = 2.54$, 7-Н); 6.92 (1H, д, д, $J_{87} = 4.24$, $J_{86} = 1.17$, 8-Н); 7.00 (1H, д, д, $J_{67} = 2.47$, $J_{68} = 1.48$, 6-Н); 9.21 (1H, уш. с, CHCHN^+); 11.20 (1H, с, NH)	37.17, 39.69, 43.28, 45.71 ($\text{CH}_3\text{-N}^+$, C-3, 4); 83.76 (CHCHN^+); 110.94, 115.64 ($\text{C}_{(7,8)}$), 127.29 ($\text{C}_{(6)}$); 122.20 ($\text{C}_{(8a)}$), 155.31 ($\text{C}_{(1)}$); 156.16 (CHCHN^+)	58
9	254 (с разл.)	2.17 (3H, с, 6- CH_3); 2.88 и 3.21 (6H, 2с, $\text{CH}_2\text{-N-CH}_3$); 3.66 (2H, м, 3-Н или 4-Н); 3.88 (2H, т, $J = 5.96$, 4-Н или 3-Н); 5.00 (1H, д, $J = 12.56$, CHCHN^+); 5.96 (1H, д, $J = 3.46$, 7-Н или 8-Н); 6.75 (1H, д, $J = 3.68$, 8-Н или 7-Н); 8.91 (1H, д, $J = 12.25$, CHCHN^+); 10.83 (1H, с, H-N)	11.49 (6- CH_3); 37.01, 39.44, 40.20, 45.52 ($\text{C}_{(3,4)}$, $\text{N}^+\text{-CH}_3$); 83.45 (CHCHN^+); 110.67, 116.10 ($\text{C}_{(7,8)}$); 122.10 ($\text{C}_{(8a)}$), 136.73 ($\text{C}_{(6)}$), 154.84 ($\text{C}_{(1)}$); 155.42 (CHCHN^+)	52
10	78–80	3.59...3.62 (2H, м, 4-Н или H-3); 4.09 (2H, т, $J = 5.98$, 3-Н или H-4); 5.42 (1H, д, $J = 3.05$, CHCH=O); 6.23 (1H, д, д, $J_{78} = 4.06$, $J_{76} = 2.46$, 7-Н); 6.72 (1H, д, д, $J_{87} = 4.09$, $J_{86} = 1.48$, 8-Н); 6.81 (1H, д, д, $J_{67} = 2.67$, $J_{68} = 1.66$, 6-Н); 9.04 (1H, д, $J = 3.07$, CHCH=O); 10.80 (1H, с, NH)		42
11	110–112	2.27 (3H, с, 6- CH_3); 3.64 (2H, т, $J = 5.08$, 3-Н или 4-Н); 3.98 (2H, т, $J = 5.83$, 4-Н или 3-Н); 5.37 (1H, д, $J = 3.30$, CHCH=O); 6.01 (1H, д, $J = 3.85$, 7-Н или 8-Н); 6.69 (1H, д, $J = 3.98$, 8-Н или 7-Н); 9.00 (1H, д, $J = 2.81$, CHCH=O); 10.86 (1H, с, H-N)	11.52 (6- CH_3); 39.32, 40.59 ($\text{C}_{(3,4)}$); 89.79 (CHCH=O); 109.34, 111.42 ($\text{C}_{(7,8)}$); 122.09, 133.56 ($\text{C}_{(6,8a)}$), 152.67 (C-1); 185.14 (CHCH=O)	58

12	97-99	2.05 (3H, д, $J = 7.33$, CHCH_3); 4.01 (2H, т, $J = 5.83$, 3-Н или 4-Н); 4.50 (2H, т, $J = 5.72$, 4-Н или 3-Н); 5.70 (1H, к, $J = 7.66$, CHCH_3); 6.58 (1H, д, $J = 4.40$, 7-Н); 7.01 (1H, д, $J = 4.28$, 8-Н); 8.44 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.58 (1H, с, 6-CHO)	14.05 (CHCH_3); 37.73, 44.54 ($\text{C}_{(3,4)}$); 110.76, 116.16, 123.92 ($\text{C}_{(7,8)}$, CHCH_3); 128.64, 130.77, 132.09 ($\text{C}_{(1,6,8a)}$); 160.07 ($\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 179.56 (6-CHO)	45
13		1.21 (3H, т, $J = 7.62$, CH_3); 2.46 (2H, кв, $J = 7.42$, CH_2CH_3); 4.01 (2H, т, $J = 5.59$, 3-Н или 4-Н); 4.50 (2H, т, $J = 5.87$, 4-Н или 3-Н); 5.54 (1H, т, $J = 7.12$, CHCH_2CH_3); 6.54 (1H, д, $J = 4.05$, 7-Н); 6.69 (1H, д, $J = 4.55$, 8-Н); 8.44 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.57 (1H, с, 6-CHO)	13.85 (CH_2CH_3); 21.64 (CH_2CH_3); 37.83, 44.54 ($\text{C}_{(3,4)}$); 110.61, 123.89, 124.24 ($\text{C}_{(7,8)}$, CHCH_2CH_3); 127.16, 130.90, 132.04 ($\text{C}_{(1,6,8a)}$); 160.08 ($\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 179.51 (6-CHO)	50
14		14a : 4.07 (2H, т, $J = 5.50$, Н-3 или Н-4); 4.53 (2H, т, $J = 5.38$, Н-4 или Н-3); 5.92 (1H, д, $J = 4.34$, Н-8); 6.54 (1H, с, $\text{CH}-\text{Ph}$); 6.68 (1H, д, $J = 4.38$, Н-7); 7.33-7.43 (5H, м, Ph); 8.68 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.49 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-6$) 14b : 4.13 (2H, т, $J = 5.10$, Н-3 или Н-4); 4.51 (2H, т, $J = 4.93$, Н-4 или Н-3); 6.66 (1H, д, $J = 4.57$, Н-7); 6.81 (1H, с, $\text{CH}-\text{Ph}$); 6.96 (1H, д, $J = 4.00$, Н-8); 7.32-7.41 (5H, м, Ph); 8.21 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.54 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-6$)		65
15		1.94 (3H, д, $J = 7.37$, CHCH_3); 2.21 (3H, с, CH_3-6); 3.89 (2H, т, $J = 5.76$, Н-3 или Н-4); 4.06 (2H, т, $J = 5.78$, Н-4 или Н-3); 6.42 (1H, с, Н-7); 7.29 (1H, кв, $J = 7.33$, CHCH_3); 8.26 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.82 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-8$)	11.53, 13.60 (6- CH_3 , CHCH_3); 41.89, 37.45 ($\text{C}_{(3,4)}$); 111.92, 120.31 ($\text{C}_{(7)}$, CHCH_3); 127.78, 128.19, 129.19, 130.39 ($\text{C}_{(1,6,8,8a)}$); 161.96 ($\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 184.79 (8-CHO)	59

1	2	3	4	5
16	Масло	<p>16a (мажорная компонента): 1.18 (3H, т, $J = 7.43$, CH_2CH_3); 2.40 (2H, м, $J = 7.27$, CH_2CH_3); 2.50 (3H, с, 6-CH_3); 3.84–3.91 (2H, м, 3-Н или 4-Н); 4.00–4.05 (2H, м, 4-Н или 3-Н); 5.30 (1H, т, $J = 6.81$, CHCH_2CH_3); 6.76 (1H, с, 8-Н); 8.40 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.85 (1H, с, 7-$\text{CHO}$)</p> <p>16a (минорная компонента): 1.09 (3H, т, $J = 7.19$, CH_2CH_3); 2.26 (2H, м, $J = 7.58$, CH_2CH_3); 2.46 (3H, с, 6-CH_3); 3.84–3.91 (2H, м, 3-Н или 4-Н); 4.00–4.05 (2H, м, 4-Н или 3-Н); 5.78 (1H, т, $J = 7.52$, CHCH_2CH_3); 6.72 (1H, с, 8-Н); 8.26 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.80 (1H, с, 7-$\text{CHO}$)</p> <p>16b: 1.12 (3H, т, $J = 7.44$, CH_2CH_3); 2.20 (3H, с, 6-CH_3); 2.32 (2H, м, $J = 7.55$, CH_2CH_3); 3.84–3.91 (2H, м, 3-Н или 4-Н); 4.00–4.05 (2H, м, 4-Н или 3-Н); 6.40 (1H, с, 7-Н); 7.05 (1H, т, $J = 7.50$, CHCH_2CH_3); 8.23 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-\text{N}$); 9.82 (1H, с, 8-$\text{CHO}$)</p>		55
17	68–70	1.23 (3H, т, $J = 7.55$, CH_2CH_3); 2.53 (3H, с, 6- CH_3); 2.62 (2H, к, $J = 7.56$, CH_2CH_3); 3.81–3.90 (4H, м, 3,4-Н); 6.83 (1H, с, 7-Н); 9.89 (1H, с, 8- CHO)	9.94 (CH_2CH_3); 11.26 (6- CH_3); 28.52 (CH_2CH_3); 38.68, 46.99 ($\text{C}_{(3,4)}$); 109.32, 119.96, 122.20, 124.88 ($\text{C}_{(6,7,8,8a)}$), 162.84 ($\text{C}_{(1)}$); 185.38 ($\text{O}=\text{CH}$)	54
18	Масло	<p>18a: 0.98 (3H, т, $J = 7.31$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 1.70 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 2.53 (3H, с, 6-$\text{CH}_3$); 2.55 (2H, т, $J = 7.65$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 3.72–3.89 (4H, м, 3,4-Н); 6.83 (1H, с, 8-Н); 9.88 (1H, с, 7-CHO)</p> <p>18b: 0.99 (3H, т, $J = 7.31$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 1.70 (2H, м, $J = 7.48$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 2.25 (3H, с, 6-$\text{CH}_3$); 2.81 (2H, т, $J = 7.77$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 3.72–3.89 (4H, м, 3,4-Н); 6.47 (1H, с, 7-Н); 10.15 (1H, с, $\text{O}=\text{CH}-8$)</p>		49

Данные элементного анализа и масс-спектров синтезированных соединений

Со- еди- не- ние	Брутто- формула	Найдено. % Вычислено, %			Масс-спектр, m/z (I , %)
		C	H	N	
8	$C_{11}H_{16}N_3Cl$				190 (M^+ , 14.42), 189 (100), 187 (41.75), 174 (66.86), 159 (56.51), 147 (27.82), 145 (35.84), 131 (16.91), 118 (19.55), 117 (17.21), 44 (12.38), 40 (22.51)
9	$C_{12}H_{18}N_3Cl$	<u>60.08</u> 60.12	<u>7.21</u> 7.57	<u>17.37</u> 17.53	204 (M^+ , 17.38), 203 (100), 188 (85.19), 173 (73.62), 159 (45.07), 148 (18.52), 131 (20.77), 118 (16.33), 94 (11.01), 77 (11.40), 52 (10.85)
11	$C_{10}H_{12}N_2O$				176 (M^+ , 100), 175 (69.68), 161 (33.22), 148 (27.75), 147 (22.04), 133 (13.08), 120 (14.40), 118 (18.83), 106 (16.24), 77 (10.59), 65 (9.71), 51 (10.66)
12	$C_{11}H_{12}N_2O_2$	<u>62.09</u> 64.69	<u>5.60</u> 5.92	<u>12.92</u> 13.72	204 (M^+ , 94.69), 189 (100), 162 (16.56), 161 (27.26), 134 (6.64), 133 (10.13), 118 (4.19), 94 (6.64), 77 (4.49), 65 (2.57)
13	$C_{12}H_{14}N_2O_2$	<u>62.17</u> 66.03	<u>5.90</u> 6.47	<u>12.09</u> 12.84	218 (M^+ , 57.49), 203 (45.82), 189 (25.67), 175 (62.50), 162 (100), 161 (35.67), 147 (10.87), 133 (10.90), 118 (9.51), 104 (8.49), 92 (9.87), 77 (9.17), 65 (9.31)
14	$C_{16}H_{14}N_2O_2$	<u>71.96</u> 72.16	<u>5.14</u> 5.30	<u>10.49</u> 10.52	266 (M^+ , 40.37), 238 (20.77), 237 (98.02), 210 (16.65), 209 (100), 180 (13.12), 167 (16.50), 139 (11.21), 115 (11.11), 105 (17.57), 91 (18.45), 77 (15.41), 63 (10.34), 51 (10.60)
16	$C_{13}H_{16}N_2O_2$				232 (M^+ , 3.31), 231 (4.43), 217 (7.19), 206 (44.32), 191 (21.39), 179 (25.36), 178 (94.49), 177 (100), 163 (19.80), 150 (47.53), 149 (32.17), 136 (22.19), 134 (41.82), 121 (29.75), 106 (15.69), 92 (21.70)
17	$C_{11}H_{14}N_2O$	<u>69.62</u> 69.45	<u>7.51</u> 7.42	<u>15.19</u> 14.73	190 (M^+ , 94.69), 189 (100), 162 (16.56), 161 (27.26), 134 (6.64), 133 (10.13), 118 (4.19), 94 (6.64), 77 (4.49), 65 (2.57)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C зарегистрированы на приборе Varian VXR-400, внутренний стандарт ТМС. Масс-спектры записаны на приборе MS Kratos с энергией ионизации 70 эВ. Контроль за ходом реакций осуществляли методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254. Исходные 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиразины синтезированы по методике [6]. Выходы, константы и данные спектров ЯМР полученных соединений приведены в табл. 1, данные элементного анализа и масс-спектров — в табл. 2.

Общая методика формилирования. К 10 ммоль хлорокси фосфора при перемешивании и охлаждении по каплям добавляют 25 ммоль сухого ДМФА, смесь перемешивают при охлаждении 30 мин, затем по каплям добавляют раствор 2 ммоль 3,4-дигидропирроло[1,2-*a*]пиразина в 5 мл ДМФА. Реакционную смесь перемешивают 3-6 ч при комнатной температуре, затем выливают на измельченный лед.

В случае соединений **1**, **2** водный раствор экстрагируют хлороформом, хлороформенные вытяжки сушат молекулярными ситами 3 Å, растворитель упаривают. Приливают ацетон, выпавшие соли **8**, **9** отфильтровывают, нагревают в водном растворе карбоната натрия до 60–70 °С, охлаждают, экстрагируют бензолом. Бензольный экстракт сушат ситами 3 Å, растворитель упаривают. Соединения **10**, **11** хроматографируют на колонке с силикагелем 100/160, элюент — бензол.

В случае соединений **3–5** водный раствор нейтрализуют раствором карбоната натрия, нагревают до 60–70 °С, охлаждают и экстрагируют бензолом. Бензольные вытяжки сушат и упаривают, остаток перекристаллизовывают. Соединения **12**, **14b** кристаллизуют из смеси этилацетат–гептан, 1 : 3, соединения **13**, **14a** кристаллизуют из гептана.

В случае соединений **6**, **7** водный раствор нейтрализуют раствором карбоната натрия, экстрагируют бензолом, сушат, растворитель упаривают. Остаток хроматографируют на колонке в системе растворителей бензол–этилацетат, 4 : 1, получают соединения **15**, **16**. Соединения **17**, **18** получают нагреванием соединений **15**, **16** в водном растворе карбоната натрия до 70–80 °С. После охлаждения раствор экстрагируют бензолом, сушат, растворитель упаривают. Соединение **17** кристаллизуют из гептана, **18** хроматографируют на колонке с силикагелем 100/160, элюент — бензол–этилацетат, 4 : 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. J. Minguez, M. Castellote, J. Vaquero, J. Garsia-Navio, J. Alvares-Builla, O. Castano, *J. Org. Chem.*, **61**, 4655 (1996).
2. R. Buchan, M. Fraser, P. V. S. Kong Thoo Lin, *J. Org. Chem.*, **54**, 1074 (1989).
3. W. Paudler, D. Dunham, *J. Heterocycl. Chem.*, **2**, 410 (1965).
4. R. Jones, G. Bean, *The Chemistry of Pyrroles*, Acad. Press, London, 1977.
5. В. И. Теренин, Е. В. Кабанова, М. А. Ковалкина, А. В. Борисов, *ХГС*, 1272 (1998).
6. В. И. Теренин, Е. В. Кабанова, Ю. Г. Бундель, *ХГС*, 763 (1991).

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова, Москва 119899,
Россия
e-mail: vter@org.chem.msu.ru

Поступило в редакцию 11.07.2000