

# ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЕЙ ПИРАЗОЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОДМЕТАНА В КАЧЕСТВЕ АЛКИЛИРУЮЩЕГО АГЕНТА

Затонская Л.В., Потапов А.С., Хлебников А.И.

Разработан способ получения солей пиразолия, который основан на взаимодействии иодистого метила с дииодпроизводными пиразола с линкером, содержащим четыре, пять, шесть, восемь или десять метиленовых групп. Полученные соединения исследованы методом ЯМР-спектроскопии, а также элементным анализом.

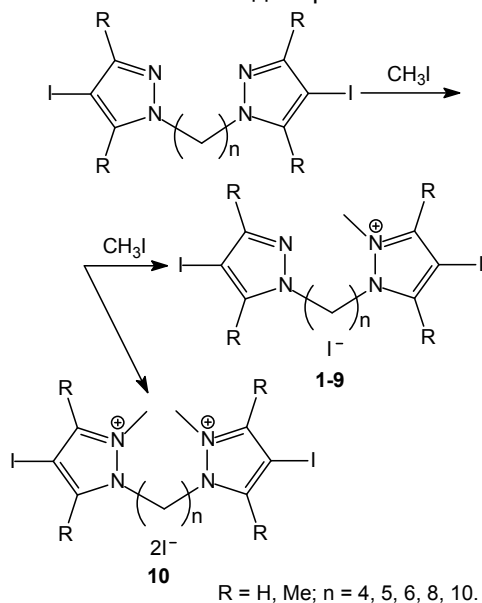
Ключевые слова: иодистый метил, дииодпроизводные пиразола, алкилирование, соли моно- и дипиразолия

## ВВЕДЕНИЕ

Соли бис(пиразолил)производных представляют большой интерес в органическом синтезе, это связано с тем что они способны образовывать N-гетероциклические карбены [1], которые, в свою очередь, благодаря своим свойствам [2], представляют большой интерес в различных областях химии [3].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из ранее полученных нами бис(4-иодпиразол-1-ил)алканов и бис(4-иод-3,5-диметилпиразол-1-ил)алканов [4] были синтезированы соли моно- и дипиразолия:



Способ получения основан на переводе дииодпроизводных в соли путем метилирования атома азота во втором положении пиразольных циклов иодистым метилом.

Следует отметить, что при взаимодействии иодистого метила с 1,10-бис(4-иод-3,5-диметилпиразол-1-ил)деканом продуктом реакции является соль дипиразолия (10), в ос-

тальных же случаях – соль монопиразолия (1-9).

Полученные соли моно- и дипиразолия были перекристаллизованы с помощью диметилформамида ( $C_3H_7ON$ ), затем у каждого соединения была измерена температура плавления (таблица 1).

Таблица 1 – Температуры плавления солей дипиразолия

Соединение	R, n	Температура плавления, °C
1	R=H, n=4	198-199
2	R=H, n=5	193-195
3	R=H, n=6	181-182
4	R=H, n=8	162-164
5	R=H, n=10	150-152
6	R=CH <sub>3</sub> , n=4	244-246
7	R=CH <sub>3</sub> , n=5	230-232
8	R=CH <sub>3</sub> , n=6	173-174
9	R=CH <sub>3</sub> , n=8	158-160
10	R=CH <sub>3</sub> , n=10	235-237

Строение полученных соединений было подтверждено с помощью ЯМР  $^1H$  и  $^{13}C$  спектроскопии. Анализ ЯМР-спектров позволил определить химические сдвиги сигналов (N-CH<sub>3</sub>), отвечающих за образование солей моно- и дипиразолия.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР регистрировали на приборе Bruker AV-300 (рабочая частота 300 МГц для протонов, 75 МГц для ядер  $^{13}C$ ) Сигналы в спектрах ЯМР для атомов пиразольных колец относили согласно работе [5]. Элементный анализ выполняли на анализаторе Carlo Erba.

3,5-Диметил-1H-пиразол синтезировали из сернокислого гидразина «ч.д.а.» и ацетилацетона «ч.» по методике [6]. Диметилсульфоксид очищали по общепринятой методике [7].

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЕЙ ПИРАЗОЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОДМЕТАНА В КАЧЕСТВЕ  
АЛКИЛИРУЮЩЕГО АГЕНТА

**4,4'-диiod-2'-метил-1,1'-(1,4-бутан)-пиразолия иодид (1).** В круглодонной колбе с плотно притертой крышкой полностью растворяли 0,442 г (1 ммоль) 1,4-бис(4-iodпиразол-1-ил)бутана в 2 мл  $\text{CH}_3\text{I}$ , закрывали плотно крышкой и на неделю помещали в термостат при температуре 37 °С, образовавшиеся кристаллы соединения фильтровали под вакуумом, промывали диэтиловым эфиром (1 мл). После высушивания получили 0,49 г (68 %) бесцветного твердого вещества. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,78 м (4H,  $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 4,08 с (3H, N- $\text{CH}_3$ ); 4,16 т (2H,  $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 4,43 т (2H,  $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 7,53 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 7,93 с (1H,  $\text{C}^5$ -Pz); 8,69 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 8,72 (1H,  $\text{C}^5$ -Pz). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 25,0 ( $\beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 26,2 ( $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 37,1 (N- $\text{CH}_3$ ); 49,0 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 50,6 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 56,8 ( $\text{C}^4$ -Pz); 61,3 ( $\text{C}^4$ -Pz); 134,2 ( $\text{C}^5$ -Pz); 140,7 ( $\text{C}^5$ -Pz); 142,1 ( $\text{C}^3$ -Pz); 143,5 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{11}\text{H}_{15}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 22.62 (23.12); Н, 2.59 (2.33); I, 65.19 (64.86); N, 9.59 (9.69).

**4,4'-диiod-2'-метил-1,1'-(1,5-пентан)-пиразолия иодид (2)** получен аналогично соединению 1. Выход 75 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,21 м (2H,  $\gamma$ - $\text{CH}_2$ ); 1,81 м (4H,  $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 4,11 с (3H, N- $\text{CH}_3$ ); 4,40 м (4H,  $\alpha, \alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 7,49 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 7,92 с (1H,  $\text{C}^5$ -Pz); 8,70 с (2H,  $\text{C}^3, \text{C}^5$ -Pz). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 22,2 ( $\gamma$ - $\text{CH}_2$ ); 26,9 ( $\beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 28,8 ( $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 37,1 (N- $\text{CH}_3$ ); 49,4 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 51,0 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 56,5 ( $\text{C}^4$ -Pz); 60,8 ( $\text{C}^4$ -Pz); 134,1 ( $\text{C}^5$ -Pz); 140,6 ( $\text{C}^5$ -Pz); 141,9 ( $\text{C}^3$ -Pz); 143,2 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 24.10 (24.40); Н, 2.87 (2.57); I, 63.66 (63.56); N, 9.37 (9.47).

**4,4'-диiod-2'-метил-1,1'-(1,6-гексан)-пиразолия иодид (3)** получен аналогично соединению 1. Выход 81 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,26 м (4H,  $\gamma, \gamma'$ - $\text{CH}_2$ ); 1,77 м (4H,  $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 4,10 с (3H, N- $\text{CH}_3$ ); 4,39 т (4H,  $\alpha, \alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 7,49 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 7,92 с (1H,  $\text{C}^5$ -Pz); 8,68 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 8,73 с ( $\text{C}^5$ -Pz). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 24,8 ( $\gamma'$ - $\text{CH}_2$ ); 25,1 ( $\gamma$ - $\text{CH}_2$ ); 27,4 ( $\beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 29,3 ( $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 37,1 (N- $\text{CH}_3$ ); 49,7 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 51,3 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 56,4 ( $\text{C}^4$ -Pz); 60,6 ( $\text{C}^4$ -Pz); 134,0 ( $\text{C}^5$ -Pz); 140,6 ( $\text{C}^5$ -Pz); 141,9 ( $\text{C}^3$ -Pz); 143,2 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{13}\text{H}_{19}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 25.51 (25.47); Н, 3.13 (2.94); I, 62.21 (62.47); N, 9.15 (9.12).

**4,4'-диiod-2'-метил-1,1'-(1,8-октан)-пиразолия иодид (4)** получен аналогично соединению 1. Выход 73 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,26 м (8H,  $\delta, \delta', \gamma, \gamma'$ - $\text{CH}_2$ ); 1,78 м (4H,  $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 4,11 с (3H, N- $\text{CH}_3$ ); 4,41 т (4H,  $\alpha, \alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 7,47 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 7,91 с (1H,

$\text{C}^5$ -Pz); 8,73 с (2H,  $\text{C}^3, \text{C}^5$ -Pz). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 25,3 ( $\delta'$ - $\text{CH}_2$ ); 25,6 ( $\delta$ - $\text{CH}_2$ ); 27,6 ( $\gamma'$ - $\text{CH}_2$ ); 28,0 ( $\gamma$ - $\text{CH}_2$ ); 29,5 ( $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 37,1 (N- $\text{CH}_3$ ); 49,7 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 51,4 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 56,4 ( $\text{C}^4$ -Pz); 60,9 ( $\text{C}^4$ -Pz); 134,0 ( $\text{C}^5$ -Pz); 140,5 ( $\text{C}^5$ -Pz); 141,8 ( $\text{C}^3$ -Pz); 143,1 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{15}\text{H}_{23}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 28.15 (28.10); Н, 3.62 (3.44); I, 59.48 (59.76); N, 8.75 (8.70).

**4,4'-диiod-2'-метил-1,1'-(1,10-декан)-пиразолия иодид (5)** получен аналогично соединению 1. Выход 63 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,24 м (12H,  $\epsilon, \epsilon', \delta, \delta', \gamma, \gamma'$ - $\text{CH}_2$ ); 1,71 м (2H,  $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 1,80 м (2H,  $\beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 4,08 м (3H, N- $\text{CH}_3$ ; 2H,  $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 4,40 т (2H,  $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 7,48 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 7,91 с (1H,  $\text{C}^5$ -Pz); 8,68 с (1H,  $\text{C}^3$ -Pz); 8,74 с (1H,  $\text{C}^5$ -Pz). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 25,0 ( $\epsilon'$ - $\text{CH}_2$ ); 25,5 ( $\epsilon$ - $\text{CH}_2$ ); 27,2 ( $\delta'$ - $\text{CH}_2$ ); 28,2 ( $\delta, \gamma'$ - $\text{CH}_2$ ); 28,6 ( $\gamma, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 29,5 ( $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 37,0 (N- $\text{CH}_3$ ); 49,2 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 51,5 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 56,1 ( $\text{C}^4$ -Pz); 60,5 ( $\text{C}^4$ -Pz); 134,0 ( $\text{C}^5$ -Pz); 140,0 ( $\text{C}^5$ -Pz); 141,2 ( $\text{C}^3$ -Pz); 143,0 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 30.56 (30.74); Н, 4.07 (3.87); I, 56.98 (56.97); N, 8.39 (8.42).

**4,4'-диiod-2',3,3',5,5'-пентаметил-1,1'-(1,4-бутан)пиразолия иодид (6)** получен аналогично соединению 1. Выход 93 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,70 м (4H,  $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 2,07 с (3H, 5-Me-Pz); 2,24 с (3H, 3-Me-Pz); 2,44 с (3H, 5'-Me-Pz); 2,47 с (3H, 3'-Me-Pz); 4,01 с (3H, N- $\text{CH}_3$ ); 4,07 т (2H,  $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 4,50 т (2H,  $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 11,4 (3-Me-Pz); 13,1 (3'-Me-Pz); 13,3 (5'-Me-Pz); 13,6 (5-Me-Pz); 25,1 ( $\beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 25,9 ( $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 35,3 (N- $\text{CH}_3$ ); 47,1 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 48,2 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 62,9 ( $\text{C}^4$ -Pz); 69,2 ( $\text{C}^4$ -Pz); 140,0 ( $\text{C}^5$ -Pz); 147,1 ( $\text{C}^5$ -Pz); 147,5 ( $\text{C}^3$ -Pz); 148,0 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{15}\text{H}_{23}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 28.15 (27.78); Н, 3.62 (3.29); I, 59.48 (60.61); N, 8.75 (8.32).

**4,4'-диiod-2',3,3',5,5'-пентаметил-1,1'-(1,5-пентан)пиразолия иодид (7)** получен аналогично соединению 1. Выход 94 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,26 м (2H,  $\gamma$ - $\text{CH}_2$ ); 1,70 м (4H,  $\beta, \beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 2,06 с (3H, 5-Me-Pz); 2,22 с (3H, 3-Me-Pz); 2,45 с (3H, 5'-Me-Pz); 2,46 с (3H, 3'-Me-Pz); 4,02 с (3H, N- $\text{CH}_3$ ; 2H,  $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 4,47 т (2H,  $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 11,5 (3-Me-Pz); 13,1 (3'-Me-Pz); 13,4 (5'-Me-Pz); 13,7 (5-Me-Pz); 22,6 ( $\gamma$ - $\text{CH}_2$ ); 27,6 ( $\beta'$ - $\text{CH}_2$ ); 28,9 ( $\beta$ - $\text{CH}_2$ ); 35,3 (N- $\text{CH}_3$ ); 47,5 ( $\alpha'$ - $\text{CH}_2$ ); 48,9 ( $\alpha$ - $\text{CH}_2$ ); 62,8 ( $\text{C}^4$ -Pz); 69,6 ( $\text{C}^4$ -Pz); 139,8 ( $\text{C}^5$ -Pz); 147,0 ( $\text{C}^5$ -Pz); 147,4 ( $\text{C}^3$ -Pz); 147,9 ( $\text{C}^3$ -Pz). Элементный анализ  $\text{C}_{16}\text{H}_{25}\text{I}_3\text{N}_4$  вычислено (найдено): С, 29.38 (29.28); Н, 3.85 (3.64); I, 58.20 (58.55); N, 8.57 (8.53).

**4,4'-дииод-2',3,3',5,5'-пентаметил-1,1'-(1,6-гексан)пиразолия иодид (8)** получен аналогично соединению **1**. Выход 92 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,30 м (4H,  $\gamma, \gamma'$ -CH $_2$ ); 1,67 м (4H,  $\beta, \beta'$ -CH $_2$ ); 2,07 с (3H, 5-Me-Pz); 2,22 с (3H, 3-Me-Pz); 2,46 с (6H, 5',3'-Me-Pz); 4,02 ш (3H, N-CH $_3$ ; 2H,  $\alpha$ -CH $_2$ ); 4,46 т (2H,  $\alpha'$ -CH $_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 11,5 (3-Me-Pz); 13,1 (3'-Me-Pz); 13,4 (5'-Me-Pz); 13,7 (5-Me-Pz); 25,0 ( $\gamma'$ -CH $_2$ ); 25,4 ( $\gamma$ -CH $_2$ ); 28,0 ( $\beta'$ -CH $_2$ ); 29,3 ( $\beta$ -CH $_2$ ); 35,3 (N-CH $_3$ ); 47,6 ( $\alpha'$ -CH $_2$ ); 49,1 ( $\alpha$ -CH $_2$ ); 62,7 (C $^4$ -Pz); 69,5 (C $^4$ -Pz); 139,7 (C $^5$ -Pz); 147,0 (C $^5$ -Pz); 147,3 (C $^3$ -Pz); 147,9 (C $^3$ -Pz). Элементный анализ C $_{17}$ H $_{27}$ I $_3$ N $_4$  вычислено (найдено): C, 30.56 (30.37); H, 4.07 (3.82); I, 56.98 (57.53); N, 8.39 (8.28).

**4,4'-дииод-2',3,3',5,5'-пентаметил-1,1'-(1,8-октан)пиразолия иодид (9)** получен аналогично соединению **1**. Выход 99 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,27 м (8H,  $\delta, \delta', \gamma, \gamma'$ -CH $_2$ ); 1,64 м (4H,  $\beta, \beta'$ -CH $_2$ ); 2,06 с (3H, 5-Me-Pz); 2,21 с (3H, 3-Me-Pz); 2,44 с (3H, 5'-Me-Pz); 2,47 с (3H, 3'-Me-Pz); 4,01 с (3H, N-CH $_3$ ; 2H,  $\alpha$ -CH $_2$ ); 4,46 т (2H,  $\alpha'$ -CH $_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 11,2 (3-Me-Pz); 12,1 (3'-Me-Pz); 12,5 (5'-Me-Pz); 13,0 (5-Me-Pz); 25,0 ( $\delta'$ -CH $_2$ ); 25,5 ( $\delta$ -CH $_2$ ); 28,2 ( $\gamma', \gamma$ -CH $_2$ ); 29,5 ( $\beta', \beta$ -CH $_2$ ); 35,0 (N-CH $_3$ ); 47,8 ( $\alpha'$ -CH $_2$ ); 50,0 ( $\alpha$ -CH $_2$ ); 62,2 (C $^4$ -Pz); 69,0 (C $^4$ -Pz); 139,5 (C $^5$ -Pz); 146,5 (C $^5$ -Pz); 147,0 (C $^3$ -Pz); 148,0 (C $^3$ -Pz). Элементный анализ C $_{19}$ H $_{31}$ I $_3$ N $_4$  вычислено (найдено): C, 32.78 (32.38); H, 4.49 (4.30); I, 54.69 (55.53); N, 8.05 (7.79).

**4,4'-дииод-2,2',3,3',5,5'-гексаметил-1,1'-(1,10-декан)дипиразолия дииодид (10)** получен аналогично соединению **1**. Выход 98 %. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 1,27 м (12H,  $\epsilon, \delta, \gamma$ -CH $_2$ ); 1,65 м (4H,  $\beta$ -CH $_2$ ); 2,44 с (6H, 5-Me-Pz); 2,47 с (6H, 3-Me-Pz); 4,00 с (6H, N-CH $_3$ ); 4,45 т (4H,  $\alpha$ -CH $_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ , м. д.: 13,0 (3-Me-Pz); 13,1 (5-Me-

Pz); 25,5 ( $\epsilon$ -CH $_2$ ); 27,9 ( $\delta$ -CH $_2$ ); 28,0 ( $\gamma$ -CH $_2$ ); 28,8 ( $\beta$ -CH $_2$ ); 35,2 (N-CH $_3$ ); 47,5 ( $\alpha$ -CH $_2$ ); 69,0 (C $^4$ -Pz); 147,0 (C $^5$ -Pz); 148,0 (C $^3$ -Pz). Элементный анализ C $_{22}$ H $_{38}$ I $_4$ N $_4$  вычислено (найдено): C, 30.51 (30.64); H, 4.42 (4.14); I, 58.60 (58.59); N, 6.47 (6.63).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлен новый способ получения солей моно- и дипиразолия, который прост и не требует дорогостоящих и нестабильных алкилирующих агентов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 13-03-98033 р\_сибирь\_a и № 12-03-31197 мол\_a.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yuan Han and Han Vinh Huynh. Pyrazolin-4-ylidenes: a new class of intriguing ligands // Dalton Trans. 2011. Vol. 40. pp. 2141–2147.
2. Adrien T. Normand and Kingsley J. Cavell. Donor-Functionalised N-Heterocyclic Carbene Complexes of Group 9 and 10 Metals in Catalysis: Trends and Directions // *Eur. J. Inorg. Chem.* 2008. pp. 2781–2800.
3. Wolfgang A. Herrmann. N-Heterocyclic Carbenes: A New Concept in Organometallic Catalysis // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2002. Vol. 41, pp. 1290-1309.
4. Потапов А.С., Затонская Л.В., Хлебников А.И. Синтез бис(пиразол-1-ил)алканов с длинным полиметиленовым линкером в суперосновной среде // Ползуновский вестник. 2013. № 1. С. 7-9.
5. Byers P., Cauty A., Honeyman T., Claramunt R., Lopez C., Lavandera J., Elguero J. Synthesis and carbon-13 NMR spectroscopy of poly(pyrazol-1-yl)alkane ligands // *Gazz. Chim. Ital.* 1992. Vol. 122. P. 341-344.
6. Wiley R., Hexner P. 3,5-Dimethylpyrazole // *Org. Synth.* 1951. Vol. 31. P. 43-44.
7. Беккер Х. Органикум: В 2-х т. Т. 2. М.: Мир, 2008. 488 с.