

В. Н. Брицун*, Н. В. Пикун, А. Б. Рябицкий, М. О. Лозинский

ГЕТЕРОЦИКЛИЗАЦИИ
3-(R-АМИНО)-3-МЕТИЛТИО-1-ФЕНИЛПРОПЕНОНОВ
И 5-БЕНЗОИЛ-6-МЕТИЛТИО-1,2-ДИГИДРОПИРИДИН-2-ОНОВ
С 1,2- И 1,3-ДИНУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Взаимодействием 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов и 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-онов с *N,N*- и *N,C*-1,2- и -1,3-динуклеофилами, протекающим региоспецифически по типу [3+2]- и [3+3]-циклоконденсаций, получены производные пиразола, бензимидазо[1,2-*a*]-пиридина, бензимидазо[1,2-*a*]пиримидина, имидазо[1,2-*a*]пиримидина, [1,2,4]триазоло[4,3-*b*]пиридазина и 6,7-дигидро-2*H*-пиразоло[3,4-*b*]пиридина. Проанализирована региоселективность проведенных реакций.

Ключевые слова: 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-оны, 6-амино-5-бензоил-1-метил-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-он, 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропеноны, 1-*R*¹-5-(R-амино)-3-фенилпиразолы, бензимидазо[1,2-*a*]пиридины, бензимидазо[1,2-*a*]пиримидины, 6,7-дигидро-2*H*-пиразоло[3,4-*b*]пиридины, 1,2,4-триазол, [1,2,4]триазоло[4,3-*b*]пиридазины, гетероциклизация, [3+2]- и [3+3]-циклоконденсации.

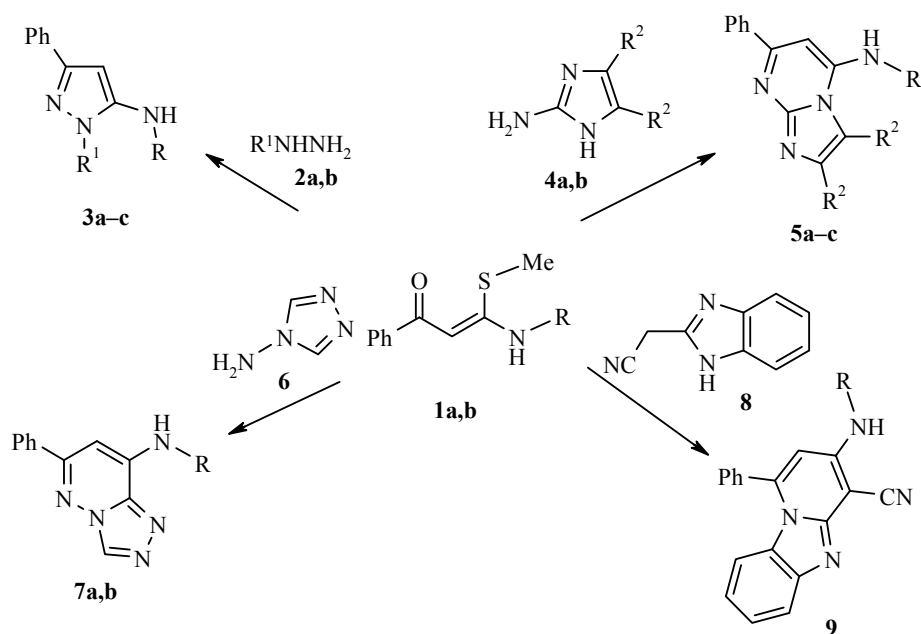
3-Алкилтио-3-(R-амино)-1-арилпропеноны могут реагировать как с электрофильными, так и с нуклеофильными и полицентровыми реагентами. Вследствие этого они являются ценными исходными соединениями для синтеза азотсодержащих гетероциклов – производных пиримидина, пиррола, пиридина, изоксазола и хинолина [1–5]. В реакциях с нуклеофилами эти субстраты реагируют по двум реакционным центрам – карбонильной группе и C-3 [5]. Относительная лёгкость протекания таких гетероциклизаций обусловлена хорошей нуклеофугностью алкилтио-группы 3-алкилтио-3-(R-амино)-1-арилпропенонов. Вместе с тем наличие конкурирующих реакционных центров может приводить к неселективному осуществлению реакций 3-алкилтио-3-(R-амино)-1-арилпропенонов с несимметричными динуклеофилами. Следует отметить, что, за исключением работы [5], исследований по данной тематике не проводилось.

Фрагмент 3-алкилтио-3-(R-амино)-1-арилпропенонов входит в структуру 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-онов, аннелирование которых азотсодержащими динуклеофильными реагентами изучалось нами ранее [6, 7]. Однако полученные данные нуждаются в дополнении и обобщении.

Целью настоящей работы является исследование региоселективности и выяснение закономерностей циклоконденсаций 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов и 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-онов с азотсодержащими динуклеофильными реагентами несимметричного строения.

Гетероциклизации 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов **1a,b** с азотсодержащими динуклеофилами осуществляются в достаточно жёстких

условиях – в кипящем гексаноле. Мы установили, что пропеноны **1a,b** реагируют с замещёнными гидразинами **2a,b**, 2-аминоимдазолом (**4a**) и 2-аминобензимидазолом (**4b**), 4-амино-1,2,4-триазолом (**6**), 2-цианометил-бензимидазолом (**8**) региоспецифически, с образованием лишь одного продукта в каждом случае (табл. 1–3).

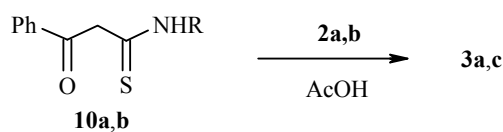


1a, 3a,b, 5b, 7a, 9 R = Me; **1b, 3c, 5a,c, 7b** R = Ph; **2a, 3a** R¹ = Me; **2b, 3b,c** R¹ = Ph; **4a, 5a** R² = H; **4b, 5b,c** R² + R² = бензо

Так как спектры ЯМР ¹H соединений **3a–c** (табл. 2) малоинформативны и не позволяют выяснить, являются ли они 1,3- или 1,5-дизамещёнными пиразолами, то идентификация этих соединений была проведена встречным синтезом.

В отличие от 5-ариламино-1,3-дизамещённых пиразолов [8, 9], 1,5-диалкил-3-ариламинопиразолы менее доступны [10].

Реакцией 2-бензоилтиоацетамидов **10a,b** с гидразинами **2a,b** по методике [8] нами были синтезированы 1,3-дизамещённые пиразолы **3a,c**. Спектральные и физические свойства соединений **3a,c**, полученных из исходных реагентов **1a,b** и **10a,b**, оказались идентичными. Это даёт нам право утверждать, что продуктами гетероциклизации 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов **1a,b** с гидразинами **2a,b** являются пиразолы **3a–c**. Следует отметить, что пиразолы такой структуры были синтезированы ранее циклоконденсацией 2-ацилацетамидов с гидразинами и реактивом Лорсона [11], однако с меньшими выходами.



10a R = Me, **b** R = Ph

Строение продуктов гетероциклизации 3-метилтио-3-(R-амино)-1-фенилпропенонов **1a,b** с 2-аминоимидазолами **4a,b** и 2-(цианометил)бензимидазолом (**8**) было подтверждено данными спектроскопии ЯМР ^1H . В спектрах бензимидазо[1,2-*a*]пиримидинов **5b,c** сигналы протонов Н-6 находятся в диапазоне 7.03–7.31 м. д., тогда как в случае пиридо[1,2-*a*]-бензимидазола **9** сигнал протона Н-9 смещён в сильное поле (6.14 м. д.) вследствие экранирования, обусловленного влиянием кольцевых π -электронных токов фенильного кольца.

Можно сделать вывод, что атом углерода карбонильной группы субстрата **1a,b** реагирует с экзоциклическим атомом азота реагента **4a,b**, а в случае отсутствия такового (бензимидазол **8**) – с эндоциклическим атомом азота. Исходя из этих данных, есть основания полагать, что продуктами реакции пропенонов **1a,b** с 4-амино-1,2,4-триазолом (**6**), по всей видимости, являются [1,2,4]триазоло[4,3-*b*]пиридазины **7a,b**.

Таблица 1

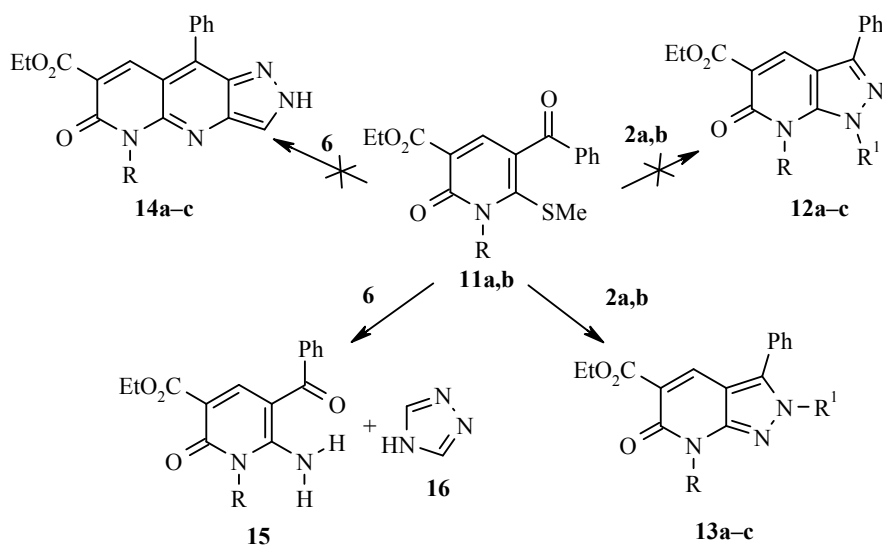
Характеристики синтезированных соединений

Соединение	Брутто-формула	Найдено, % Вычислено, %			Т. пл., °С*	Выход, %
		С	Н	N		
3a	$\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{N}_3$	<u>70.34</u>	<u>7.19</u>	<u>22.13</u>	54–57	57
		70.56	7.00	22.44		
3b	$\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{N}_3$	<u>77.09</u>	<u>6.11</u>	<u>17.08</u>	101–103 106–108 [12]	61
		77.08	6.06	16.85		
3c	$\text{C}_{21}\text{H}_{17}\text{N}_3$	<u>80.88</u>	<u>5.78</u>	<u>13.25</u>	150–153	68
		81.00	5.50	13.49		
5a	$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_4$	<u>75.36</u>	<u>5.20</u>	<u>19.73</u>	272–278	66
		75.51	4.93	19.57		
5b	$\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{N}_4$	<u>74.40</u>	<u>5.32</u>	<u>20.65</u>	297–300	60
		74.43	5.14	20.42		
5c	$\text{C}_{22}\text{H}_{16}\text{N}_4$	<u>78.73</u>	<u>4.52</u>	<u>16.47</u>	328–331	52
		78.55	4.79	16.66		
7a	$\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}_5$	<u>64.04</u>	<u>5.05</u>	<u>30.85</u>	268–270	45
		63.99	4.92	31.09		
7b	$\text{C}_{17}\text{H}_{13}\text{N}_5$	<u>70.79</u>	<u>4.66</u>	<u>24.53</u>	307–309	49
		71.07	4.56	24.37		
9	$\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{N}_4$	<u>76.72</u>	<u>5.01</u>	<u>18.59</u>	305–308	37
		76.49	4.73	18.78		
13a	$\text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_3$	<u>65.67</u>	<u>5.38</u>	<u>13.72</u>	161–164	73
		65.58	5.50	13.50		
13b	$\text{C}_{22}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_3$	<u>71.03</u>	<u>5.28</u>	<u>11.26</u>	170–172	79
		70.76	5.13	11.25		
13c	$\text{C}_{23}\text{H}_{21}\text{N}_3\text{O}_3$	<u>71.46</u>	<u>5.47</u>	<u>11.13</u>	131–133	53
		71.30	5.46	10.85		
15	$\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4$	<u>64.15</u>	<u>5.08</u>	<u>9.36</u>	295–298	51
		63.99	5.37	9.33		
16	$\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3$	<u>35.04</u>	<u>4.24</u>	<u>61.11</u>	116–118 119–121 [13]	29
		34.78	4.38	60.84		

* Соединения **3a,b**, **13a,c** перекристаллизованы из 2-пропанола, **3c**, **13b**, **16** – из этанола, **5a-c**, **7a,b**, **9**, **15** – из ДМСО.

В работах [6, 7] мы изучали региоселективность гетероциклизаций 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-онов **11a,b**, содержащих фрагмент 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов **1a,b**. С целью выяснения различий и сходств реакций структурно близких соединений **1a,b** и **11a,b** мы исследовали циклоконденсации **11a,b** с замещёнными гидразинами **2a,b** и 4-амино-1,2,4-триазолом (**6**).

Циклами, образующимися при реакции 1,2-дигидропиридин-2-онов **11a,b** с гидразинами **2a,b**, могут быть как 1-R¹-7-алкил-3-фенил-5-этоксикарбонил-6,7-дигидро-1*H*-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-6-оны **12a-c**, так и 2-R¹-7-алкил-3-фенил-5-этоксикарбонил-6,7-дигидро-2*H*-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-6-оны **13a-c**. Выяснилось, что взаимодействие происходит селективно с образованием только соединений **13a-c**.



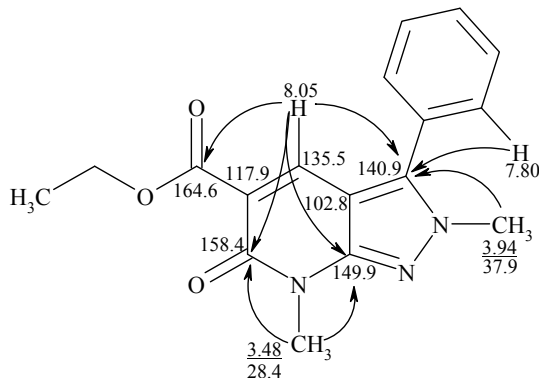
11a, 12a,b, 13a,b, 14a,b, 15 R = Me; **11b, 12c, 13c, 14c** R = Et; **12a, 13a** R¹ = Me; **12b,c, 13b,c** R¹ = Ph

Таблица 2

ИК спектры синтезированных соединений

Соединение	ν , см ⁻¹
3a	3400, 3100, 3000, 2900, 1590, 1520, 1500, 1460, 1370
3b	3250, 3100, 3000, 2950, 1600, 1560, 1500, 1470, 1420, 1360
3c	3200, 3100, 3000, 1605, 1550, 1490, 1460, 1410
5a	3100, 3000, 1620, 1570, 1490, 1400
5b	3100, 2950, 1615, 1560, 1500
5c	3100, 3000, 1610, 1580, 1500
7a	3280, 3000, 2900, 1620, 1580, 1540, 1510
7b	3100, 3000, 1610, 1580, 1550
9	3300, 3100, 3000, 2200, 1640, 1610, 1540
13a	3000, 2900, 1710, 1650, 1630, 1560, 1520
13b	3000, 2850, 1710, 1640, 1600, 1560
13c	3000, 2900, 1715, 1650, 1610, 1550
15	3350, 3200, 3000, 1720, 1660, 1580, 1500, 1390

Структуры полученных продуктов определялись методами 2D-спектроскопии (экспериментами NOESY и HETCOR). В качестве объекта взято соединение, которому могла быть приписана структура **12a** или **13a**. В спектре HETCOR дальних гетероядерных корреляций ^{13}C – ^1H проявляется спин-спиновое взаимодействие $\text{C}(3)$ – NCH_3 , осуществляющееся через три связи. Положение сигнала атома $\text{C}(3)$ (140.9 м. д.) доказывается наличием дальней корреляции $\text{C}(3)$ – $\text{H}-2',6'$. Такое взаимодействие возможно лишь для изомера **13a**.



Основные корреляции и отнесение сигналов в спектрах ^1H и ^{13}C соединения **13a**

Для этого же соединения **13a** нами определены пространственные корреляции ^1H – ^1H с применением гомоядерного эффекта Оверхаузера (эксперимент NOESY). В спектре ЯМР ^1H сигналы протонов фенильной группы проявляются в виде неразрешенного мультиплета (7.52–7.73 м. д.), тогда как в спектре NOESY наблюдается корреляционный пик, доказывающий взаимодействие протонов группы $\text{N}(2)$ – CH_3 (3.94 м. д.) с протонами фенильной группы через пространство. Это возможно лишь в случае изомера **13a** вследствие близости пространственного расположения соответствующих молекулярных фрагментов. Следовательно, образование пиразоло[3,4-*b*]пиридин-6-онов **13a–c** однозначно подтверждено методами 2D-спектроскопии.

При взаимодействии 1,2-дигидропиридин-2-она **11a,b** с 4-амино-1,2,4-триазолом (**6**), подобно конденсациям с 2-аминоазолами [6, 7], предполагалось синтезировать пиридо[3,2-*e*][1,2,4]триазоло[4,3-*b*]пиридазин-7-оны **14a–c**. Но выяснилось, что реализуется иной путь – продуктами реакции являются 6-амино-5-бензоил-1-метил-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-он (**15**) и 1,2,4-триазол (**16**). В спектре ЯМР ^1H соединения **15** сигналы группы NH_2 проявляются в виде двух уширенных синглетов, находящихся достаточно далеко друг от друга (8.53 и 10.33 м. д.). Очевидно протон первичной аминогруппы, находящийся в слабом поле, образует прочную водородную связь с атомом кислорода бензоильной группы.

Таким образом, в данном превращении 4-амино-1,2,4-триазол (**6**) является переносчиком аминогруппы. О подобных реакциях для производных 4-амино-1,2,4-триазола сообщалось в работе [13], в которой образование 1,2,4-триазола наблюдалось при термоллизе тетрафторбората 1-(1',2',4'-триазол-4'-ил)-2,4,6-триметилпиридиния.

Спектры ЯМР ^1H синтезированных соединений

Соединение	Химические сдвиги, δ , м. д. (J , Гц)*
3a	2.72 (3H, д, $J = 2.9$, NHCH_3); 3.56 (3H, с, 1- CH_3); 5.52 (1H, уш. с, NHMe); 5.72 (1H, с, H-4); 7.21 (1H, м, H Ph); 7.33 (2H, м, H Ph); 7.67 (2H, м, H Ph)
3b	2.75 (3H, д, $J = 3.2$, NHCH_3); 5.53 (1H, уш. с, NHMe); 5.94 (1H, с, H-4); 7.28 (4H, м, H Ph); 7.50 (2H, м, H Ph); 7.62 (2H, м, H Ph); 7.78 (2H, м, H Ph)
3c	6.68 (1H, с, H-4); 6.75 (1H, м, H Ph); 6.88 (2H, м, H Ph); 7.16 (2H, м, H Ph); 7.32–7.49 (6H, м, H Ph); 7.67 (2H, м, H Ph); 7.88 (2H, м, H Ph); 8.08 (1H, с, NHPh)
5a	6.67 (1H, с, H-6); 7.29–7.63 (9H, м, H Ar); 7.95 (2H, м, H Ar); 8.07 (1H, д, $J = 2.6$, H-3); 9.70 (1H, уш. с, NHPh)
5b	3.21 (3H, д, $J = 3.6$, NHCH_3); 6.71 (1H, с, H-3); 7.31 (1H, м, H-6); 7.43–7.60 (5H, м, H Ar + NHMe); 7.73 (1H, м, H Ar); 8.28 (2H, м, H Ar); 8.45 (1H, м, H Ar)
5c	6.63 (1H, с, H-3); 7.03 (3H, м, H Ar); 7.27–7.46 (8H, м, H Ar); 7.79 (2H, м, H Ar); 8.77 (1H, м, H Ar); 12.82 (1H, уш. с, NHPh)
7a	2.86 (3H, д, $J = 3.5$, NHCH_3); 7.03 (1H, с, H-7); 7.27 (1H, уш. с, NHMe); 7.55 (3H, м, H Ph); 8.12 (2H, м, H Ph); 9.11 (1H, с, H-3)
7b	7.03 (1H, м, H Ar); 7.30–7.38 (3H, м, H Ar); 7.59 (3H, м, H Ar); 7.75 (2H, м, H Ar); 8.26 (2H, м, H Ar); 9.28 (1H, с, H-3); 9.62 (1H, уш. с, NHPh)
9	3.04 (3H, д, $J = 3.2$, NHCH_3); 6.14 (1H, м, H-9); 6.40 (1H, с, H-2); 6.78 (1H, м, H Ar); 7.23 (1H, м, H Ar); 7.57–7.71 (7H, м, H Ar + NHMe)
13a**	1.26 (3H, т, $J = 6.9$, OCH_2CH_3); 3.49 (3H, с, 7- CH_3); 3.94 (3H, с, 2- CH_3); 4.19 (2H, к, $J = 6.9$, OCH_2CH_3); 7.52–7.73 (5H, м, H Ph); 8.04 (1H, с, H-4)
13b	1.28 (3H, т, $J = 6.8$, OCH_2CH_3); 3.54 (3H, с, 7- CH_3); 4.22 (2H, к, $J = 6.8$, OCH_2CH_3); 7.30–7.52 (10H, м, H Ph); 8.12 (1H, с, H-4)
13c	1.28 (6H, м, 2 CH_2CH_3); 4.23 (4H, м, 2 CH_2CH_3); 7.32–7.53 (10H, м, H Ph); 8.12 (1H, с, H-4)
15	1.16 (3H, т, $J = 6.4$, OCH_2CH_3); 3.38 (3H, с, 1- CH_3); 4.07 (2H, к, $J = 6.4$, OCH_2CH_3); 7.46–7.52 (5H, м, H Ph); 8.20 (1H, с, H-4); 8.53 (1H, уш. с, NH); 10.33 (1H, уш. с, $\text{NH}\cdots\text{O}$)

* Для узких мультиплетов указаны их центры.

** Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO-d_6) δ , м. д.: 14.1 (OCH_2CH_3); 28.4 (7- CH_3); 37.9 (2- CH_3); 60.3 (OCH_2CH_3); 102.8 (C-4); 117.9 (C-5); 126.8, 129.2, 129.3, 129.8 (C Ph); 135.5 (C-3a); 140.9 (C-3); 149.9 (C-7a); 158.4 (C-6); 164.6 (C=O).

Результаты, полученные нами в этой работе и ранее [6, 7], позволяют в определённой степени сравнить реакционную способность и региоселективность реакций 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов **1a,b** и содержащих такой же структурный фрагмент 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-он **11a,b** по отношению к динуклеофильным реагентам. Гетероциклизации производных 1,2-дигидропиридин-2-она **11a,b** осуществляются в более мягких условиях, чем подобные реакции арилпропенонов **1a,b**, и характеризуются иной хемоселективностью. Если циклоконденсации азотсодержащих 1,2- и 1,3-динуклеофильных реагентов с 1,2-дигидропиридин-2-онами **11a,b** протекают, соответственно, как реакции экзоциклической и эндоциклической амино-

групп динуклеофила, соответственно, по атому С-6 пиридинового кольца и бензоильному фрагменту, то для 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенонов **1a,b** наблюдается иная направленность гетероциклизаций. Реакции экзоциклической и эндоциклической аминогрупп динуклеофила осуществляются по карбонильной группе и атому С-3 субстратов **1a,b**. Данное явление обусловлено тем, что в замещённых 1,2-дигидропиридин-2-онах **11a,b** енаминный фрагмент является частью π -дефицитного гетероцикла. Это дополнительно понижает электронную плотность на атоме С-6 и способствует атаке экзоциклической аминогруппы нуклеофила именно по этому реакционному центру.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры зарегистрированы на приборе UR-20 в таблетках КВг. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C записаны на приборе Varian Gemini 2000 (400 и 100 МГц соответственно) в растворе DMSO-d_6 , внутренний стандарт ТМС. 2D-Эксперименты проведены по методикам [14, 15] с использованием стандартных настроек. В спектре NOESY время смешивания составляло 0.7 с, в спектрах HETCOR значения $K_{\text{CH}}^1 J_{\text{CH}} = 140$ и $^n J_{\text{CH}} = 8$ Гц.

1-R¹-5-(R-амино)-3-фенилпиразолы 3a–c, 4-(R-амино)-2-фенилбензимидазо[1,2-*a*]пиримидины 5b,c, 8-(R-амино)-6-фенил[1,2,4]триазоло[4,3-*b*]пиримидины 7a,b, 3-метиламино-1-фенил-3,4-дигидропиридо[1,2-*a*]бензимидазол-4-карбонитрил (9). Раствор 2 ммоль 3-(R-амино)-3-метилтио-1-фенилпропенона **1a,b** и 2 ммоль соответствующего реагента **2a,b, 4a,b, 6** или **8** в 15 мл 1-гексанола кипятят с обратным холодильником 3 ч. Отгоняют 12 мл 1-гексанола и охлаждают. Осадок отфильтровывают и сушат.

Встречный синтез 1-метил-5-метиламино-3-фенилпиразола (3a) и 1,3-дифенил-5-фениламинопиразола (3c). Соединения **3a,c** получают реакцией тиоацетамидов **10a,b** с гидразинами **2a,b** в AcOH по методике [8].

N,7-Дифенилимидазо[1,2-*a*]пиримидин-5-амин (5a). Раствор 0.538 г (2 ммоль) 3-метилтио-1-фенил-3-фениламинопропенона (**1b**), 0.264 г (1 ммоль) сульфата 2-аминоимидазола (**4a**) и 0.136 г (2 ммоль) этилата натрия в 5 мл безводного этанола кипятят 6 ч. Охлаждают, отфильтровывают осадок соединения **5a**, промывают его водой (2×5 мл) и сушат.

7-R-2-R¹-3-Фенил-5-этоксикарбонил-6,7-дигидро-2H-пиразоло[3,4-*b*]пиридин-6-оны 13a–c получают гетероциклизацией 1-алкил-5-бензоил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-онов **11a,b** с гидразинами **2a,b** по методике [7].

Реакция 5-бензоил-1-метил-6-метилтио-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-она (11a) с 4-амино-1,2,4-триазолом (6). Раствор 0.662 г (2 ммоль) соединения **11a** и 0.168 г (2 ммоль) аминотриазола **6** в 5 мл 1-гексанола кипятят 3 ч. Охлаждают и отфильтровывают осадок, сушат и получают 0.306 г 6-амино-5-бензоил-1-метил-3-этоксикарбонил-1,2-дигидропиридин-2-она (**15**). Фильтрат упаривают и экстрагируют горячей (50–60 °С) водой (2×5 мл). Водный экстракт упаривают до объёма 1 мл, охлаждают и отфильтровывают осадок 0.039 г 1,2,4-триазола (**16**).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. H. Junjappa, H. Ila, C. V. Asokan, *Tetrahedron*, **46**, 5423 (1990).
2. P. K. Mahata, C. Venkatesh, U. K. Syam Kumar, H. Ila, H. Junjappa, *J. Org. Chem.*, **68**, 3966 (2003).
3. H. Schirok, C. Alonso-Alija, M. Michels, *Synthesis*, 3085 (2005).
4. S. Chakrabarti, K. Panda, N. C. Misra, H. Ila, H. Junjappa, *Synlett*, 1437 (2005).
5. A. Rahman, J. N. Vishwakarma, R. D. Yadav, H. Ila, H. Junjappa, *Synthesis*, 247 (1984).
6. В. Н. Брицун, А. Н. Есипенко, В. В. Пироженоко, М. О. Лозинский, *ХГС*, 1216 (2008). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **44**, 979 (2008)].
7. В. Н. Брицун, А. Н. Есипенко, А. Н. Чернега, Э. Б. Русанов, М. О. Лозинский, *ХГС*, 1660 (2007). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **43**, 1411 (2007)].
8. В. Н. Брицун, И. М. Базавова, В. Н. Боднер, А. Н. Чернега, М. О. Лозинский, *ХГС*, 120 (2005). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **41**, 105 (2005)].
9. А. Н. Борисевич, П. С. Пелькис, *ХГС*, 312 (1969). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **5**, 237 (1969)].
10. И. Б. Дзвинчук, С. А. Каргашов, А. В. Выпирайленко, У. Доллер, М. О. Лозинский, *ХГС*, 679 (2004). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **40**, 570 (2004)].
11. D. S. Dodd, R. M. Martinez, *Tetrahedron Lett.*, **45**, 4265 (2004).
12. S. Plescia, G. Daidone, V. Sprio, E. Aiello, *J. Heterocycl. Chem.*, **15**, 1339 (1978).
13. R. A. Abramovitch, J. M. Beckert, H. H. Gibson, A. Belcher, G. Hundt, T. Sierra, S. Olivella, W. T. Pennington, A. Sole, *J. Org. Chem.*, **66**, 1242 (2001).
14. A. Bax, G. A. Morris, *J. Magn. Reson.*, **42**, 501 (1981).
15. D. J. States, R. A. Haberkorn, D. J. Ruben, *J. Magn. Reson.*, **48**, 286 (1982).

Институт органической химии НАН Украины,
ул. Мурманская, 5, Киев 02094, Украина
e-mail: ioch@ioch.kiev.ua

Поступило 18.02.2011