

## **СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ 5-НИТРО-, 5-АМИНОИНДОЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ**

**Ямашкин С.А., Позднякова О.В., Алямкина Е.А.**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», Саранск, Россия, e-mail: yamashk@yandex.ru; [saranskchem@mail.ru](mailto:saranskchem@mail.ru)*

**Проведен синтез и изучено поведение 5-амино-7-метил-2-фенил- и 5-амино-1,7-диметил-2-фенилиндолов со свободным  $\beta$ -положением пиррольного кольца в реакции с  $\beta$ -дикарбонильными соединениями (ацетилацетоном и дибензоилметаном). При этом установлено образование соответствующих енаминов – исходных соединений для получения пирролохинолинов.**

Ключевые слова: 7-метил-2-фенилиндол, 7-метил-5-нитро-2-фенилиндол, 5-амино-7-метил-2-фенилиндол, 7-метил- и 1,7-диметил-2-фенил-5-аминоиндолы, ацетилацетон, енаминокетоны.

## **SYNTHESIS OF SUBSTITUTED 5-NITRO, 5-AMINOINDOLES AND ANALYSIS OF THEIR PROPERTIES**

**Yamashkin S.A., Pozdnyakova O.V., Alyamkina E.A.**

*Mordovian State Pedagogical Institute named after M.E. Evseyev, Saransk, e-mail: yamashk@yandex.ru; [saranskchem@mail.ru](mailto:saranskchem@mail.ru)*

**The synthesis of 5-amino-7-methyl-2-phenyl- and 5-amino-1,7-dimethyl-2-phenylindoles with free  $\beta$ -position of pyrrol ring in reaction with  $\beta$ -dicarbonyl compounds (acetylacetone and dibenzoylmethane) has been carried out, after which their behaviour was studied. The formation of corresponded enamins – initial compounds for getting pyrroloquinolines – was ascertained**

Key words: 7-methyl-2-phenylindoles, 7-methyl-2-phenyl-, 1,7-dimethyl-2-phenyl-5-nitro- and 5-aminoindoles, acetylacetone, dibenzoylmethane.

### **Введение**

Нитроиндолы, содержащие нитрогруппу в бензольном кольце, используются в качестве исходных соединений для получения бензаминоиндолов, а последние при синтезе пирролохинолинов – структурных аналогов PQQ [4].

Одним из основных способов получения нитроиндолов является прямое введение нитрофункции в бензольное кольцо индольного бицикла в условиях реакции электрофильного замещения [6]. Установлено, что характер замещения в пиррольном кольце индолов не оказывает существенного влияния на ход реакции нитрования в сильноокислой среде, а направление электрофильной атаки определяется заместителем бензольного

фрагмента. Так, 2-фенилиндол в этих условиях нитруется в положение 5, нитрование 2,3,7-триметилиндола идет с образованием двух изомеров 5-нитро- и 6-нитро-2,3,7-триметилиндолов, 5-метил-2-фенилиндол нитруется в положение 6. Интересно было изучить поведение 7-метил-2-фенилиндола (**1**) в реакции нитрования, так как сведения об этом в литературе отсутствуют.

**Целью исследования** является изучение поведения 7-метил-2-фенилиндола в реакции нитрования, а также проведение синтеза и исследование 5-амино-7-метил-2-фенил- и 5-амино-1,7-диметил-2-фенилиндолов со свободным  $\beta$ -положением пиррольного кольца в реакции с  $\beta$ -дикарбонильными соединениями (ацетилацетоном и дибензоилметаном).

#### **Материалы и методы исследования**

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  записаны на приборе *Bruker DRX 500 SF* при 500 МГц в диметилсульфоксиде. Расчетные спектры соединений выполнены с использованием программы ACD/LABS HNMR Spectrum Generator: Chemsketch Windows. Масс-спектры зарегистрированы на масс-спектрометре *FINNIGAN MAT. INCOS-50* с прямым вводом образца в ионный источник при энергии ионизации 70 эВ, токе эмиссии 1,5 мА и температуре 70–250 °С. Электронные спектры сняты на приборе *LEKI SS2109UV* в этаноле. Очистку продуктов реакции проводили методом колоночной хроматографии. В качестве сорбента использовали оксид алюминия (нейтральный, I и II ст. акт. по Брокману). Контроль за ходом реакции, чистотой полученных соединений, определение  $R_f$  осуществляли с помощью ТСХ на пластинках *Silufol UV-254* в системах: бензол (А), бензол-этилацетат 10 : 1 (Б), бензол-этилацетат 5 : 1 (В), бензол-этилацетат 3 : 1 (Г), бензол-гексан 3 : 1 (Д), бензол – 1 капля этилацетата (Е).

7-Метил-2-фенилиндол (**1**) получают из *орто*-толилгидразина по известной методике [1]. Нитроиндолы **2**, **3** и аминоиндолы **4**, **5** получены по известным методикам, приведенным в работе [6].

#### **Общая методика получения енаминов (А).**

Смесь аминоиндола и ацетилацетона кипятят в течение нескольких часов. По окончании реакции (хроматографический контроль) избыток ацетилацетона отгоняют в вакууме. Остаток растворяют в смеси бензола с петролейным эфиром и пропускают через слой (2 см) оксида алюминия.

#### **Общая методика получения енаминов (Б).**

К аминоиндолу прибавляют удвоенное количество дибензоилметана и выдерживают при 170–180 °С. По окончании реакции (хроматографический контроль) продукт реакции выделяют методом ТСХ на оксиде алюминия, в качестве элюента используют хлороформ.

*Орто*-толилгидразин. Получают по методике, приведенной в работе [2], из 18,83 г (0,18 моль) *о*-толуидина. Выход: 17,47 г (81,4%).

7-Метил-2-фенилиндол (**1**). Получают по методике, приведенной в работе [1], из 12,29 г (0,10 моль) *орто*-толилгидразина и 24,00 г (0,20 моль) ацетофенона. Выход: 7,74 г (37,4%),  $R_f = 0,75$  (А), т. пл. = 108 °С (из этанола). Найдено, %: С 85,86; Н 6,37;  $\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{N}$ ; вычислено, %: С 86,92; Н 6,32.

7-Метил-5-нитро-2-фенилиндол (**2**). Получают из 1 г (0,0048 моль) 7-метил-2-фенилиндола (**1**). Очищают пропусканием через слой 1,5–2 см оксида алюминия в смеси хлороформ-петролейный эфир (4 : 1). Выход 1,21 г (99%),  $R_f = 0,67$  (Б), т. пл. = 205–206 °С (из смеси хлороформ-петролейный эфир). Найдено, %: С 71,39; Н 4,81;  $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_2\text{N}_2$ ; вычислено, %: С 71,42; Н 4,79.

1,7-Диметил-5-нитро-2-фенилиндол (**3**). Получают из 0,8 г (0,00317 моль) 7-метил-5-нитро-2-фенилиндола (**2**). Очищают перекристаллизацией из гептана. Выход: 0,74 г (98%),  $R_f = 0,50$  (Д), т. пл. = 111–112 °С (из гептана). Найдено, %: С 72,12; Н 5,34;  $C_{16}H_{14}O_2N_2$ ; вычислено, %: С 72,16; Н 5,30.

5-Амино-7-метил-2-фенилиндол (**4**). Получают из 0,93 г (0,0037 моль) 7-метил-5-нитро-2-фенилиндола (**2**). Очищают перекристаллизацией из бензола. Выход: 0,64 г (90%),  $R_f = 0,45$  (Г), т. пл. = 186 °С (из бензола). Найдено, %: С 80,79; Н 5,43;  $C_{15}H_{14}N_2$ ; вычислено, %: С 81,05; Н 6,35.

5-Амино-1,7-диметил-2-фенилиндол (**5**). Получают из 0,83 г (0,0031 моль) 1,7-диметил-5-нитро-2-фенилиндола (**3**). Очищают перекристаллизацией из бензола. Выход: 0,64 г (87%),  $R_f = 0,40$  (В), т. пл. = 134 °С (из бензола). Найдено, %: С 81,28; Н 6,86;  $C_{16}H_{16}N_2$ ; вычислено, %: С 81,32; Н 6,82.

(3Z)-4-(7-метил-2-фенил-1Н-5-аминоиндолил)пентен-3-он-2 (**6**). Получают по методике А из смеси 0,32 г (0,0014 моль) 5-амино-7-метил-2-фенилиндола (**4**) и 3 мл ацетилацетона, но кипятят в течение 3 ч. Перекристаллизовывают из смеси бензол-петролейный эфир (1 : 2). Выход: 0,3738 г (86%),  $R_f = 0,54$  (Б), т. пл. = 237–238 °С (из бензола). Найдено, %: С 78,72; Н 6,86;  $C_{20}H_{20}N_2O$ ; вычислено, %: С 78,92; Н 6,62.

(3Z)-4-(1,7-диметил-2-фенил-1Н-5-аминоиндолил)пентен-3-он-2 (**7**). Получают по методике А из смеси 0,34 г (0,0014 моль) 5-амино-1,7-диметил-2-фенилиндола (**5**) и 3 мл ацетилацетона, но кипятят в течение 3,5 ч. Перекристаллизовывают из петролейного эфира. Выход 0,32 г (70%),  $R_f = 0,53$  (В), т. пл. = 205–206 °С (из бензола). Найдено, %: С 79,14; Н 7,06;  $C_{21}H_{22}N_2O$ ; вычислено, %: С 79,21; Н 6,96.

(3Z)-1,3-дифенил-3-[(7-метил-2-фенил-1Н-5-аминоиндолил)]пропен-2-он-1 (**8**). Получают по методике Б из 0,41 г (0,0018 моль) 5-амино-7-метил-2-фенилиндола (**4**), но нагревают в течение 5 ч. Перекристаллизовывают из петролейного эфира. Выход: 0,21 г (27%),  $R_f = 0,53$  (Е), т. пл. = 205–206 °С (из петролейного эфира). Найдено, %: С 84,03; Н 5,71;  $C_{30}H_{24}N_2O$ ; вычислено, %: С 80,08; Н 5,56.

(1Z, 3Z)-1,3-дифенил-3-[(1,7-диметил-2-фенил-1Н-5-ил)имино)]проп-1-ен-1-ол (**9**). Получают по методике Б из 0,29 г (0,0013 моль) 5-амино-7-метил-2-фенилиндола (**4**), но нагревают в течение 7 ч. Перекристаллизовывают из смеси бензол-петролейный эфир. Выход: 0,03 г (5%), т. пл. = 186–187 °С (из бензола). Найдено, %: С 83,92; Н 6,18;  $C_{31}H_{26}N_2O$ ; вычислено, %: С 84,13; Н 5,92.

Спектральные характеристики соединений **1–9** приведены в таблице 1

**Таблица 1 – Спектральные характеристики соединений 1–9**

Со-еди-не-ние	Спектр ЯМР $^1H, \delta, \text{м.д.}, J (\text{Гц})^*$	Масс-спектр, $M/z$ (I отн., %)	Уф-спектр	
			$\lambda \text{ max, нм}$	$\lg \epsilon$
1	2	3	4	5
<b>1</b>	2,50 (3H, с, 7-CH <sub>3</sub> ), 6,87 (1H, д, $J_{56}=7,5$ , H-6), 6,90 (1H, д, $J_{56}=7,5$ , H-5), 6,91 (1H, с, H-3), 7,31 (1H, т, $J=7,5$ , <i>n</i> -H 2-Ph), 7,35 (1H, д, $J=7,5$ , H-4), 7,46 (2H, т, $J=7,5$ , <i>m</i> -H 2-Ph), 7,94 (2H, д, $J=7,5$ , <i>o</i> -H 2-Ph), 11,05	206 (M <sup>+</sup> , 55), 178 (10), 104 (13), 103 (18), 102 (14), 77 (27), 51 (15)	210 245 310	4,49 4,58 4,75

	(1 H, c, H-1)			
<b>2</b>	2,65 (3H, c, 7-CH <sub>3</sub> ), 7,16 (1H, c, H-3), 7,40 (1H, т, J=7,5, n-H 2-Ph), 7,51 (2H, т, J=7,5, m-H 2-Ph), 7,83 (1H, c, H-4), 7,97 (2H, д, J=7,5, o-H 2-Ph), 8,39 (1H, c, H-6), 11,79 (1H, c, H-1)	252 (M <sup>+</sup> , 100), 207 (14), 206 (69), 204 (18), 194 (16), 178 (18), 152 (12), 128 (16), 103 (11), 102 (20), 89 (13), 77 (46), 76 (18), 75 (13), 63 (14), 51 (21), 39 (12)	216 (пл) 296 343	4,10 4,52 3,97
<b>3</b>	—————	—————	216 (пл) 282 332	4,51 4,50 4,03
<b>4</b>	2,40 (3H, c, 7-CH <sub>3</sub> ), 4,35 (2H, c, 5-NH <sub>2</sub> ), 6,32 (1H, c, H-3), 6,50 (1H, c, H-4), 6,60 (1H, c, H-6), 7,25 (1H, т, J=7,5, п-H 2-Ph), 7,41 (2H, т, J=7,5, m-H 2-Ph), 7,85 (2H, д, J=7,5, o-H 2-Ph), 10,59 (1H, c, H-1)	222 (M <sup>+</sup> , 100), 221 (29), 111 (11), 77 (13), 51 (10)	208 226 318	4,28 4,25 4,23
<b>5</b>	—————	—————	204 234 302	4,37 4,42 4,18
<b>6</b>	1,96 (3H, c, CO-CH <sub>3</sub> ), 1,98 (3H, c, =C-CH <sub>3</sub> ), 2,54 (3H, c, 7-CH <sub>3</sub> ), 5,18 (1-H, c, H <sub>вин.</sub> ), 6,73 (1H, д, H-3), 6,87 (1H, д, H-4), 7,18 (1H, д, H-6), 7,33 (1H, т, J=7,5, m-H 2-Ph), 7,47 (2H, т, J=7,5, m-H, 2-Ph), 7,93 (2H, д, J=7,5, o-H 2-Ph), 11,19 (1 H, c, NH <sub>пир</sub> ), 12,46 (1H, c, NH <sub>амин</sub> )	304 (M <sup>+</sup> , 71), 287 (61), 261 (100), 246 (81), 206 (26), 178 (11), 144 (21), 123 (17), 102 (11), 84 (20), 77(33), 43 (83)	203 230 325	4,31 4,32 4,63
<b>7</b>	1,96 (3H, c, CO-CH <sub>3</sub> ), 1,98 (3H, c, =C-CH <sub>3</sub> ), 2,76 (3H, c, 7-CH <sub>3</sub> ), 3,91 (3H, c, 1-CH <sub>3</sub> ), 5,19 (1H, c, H <sub>вин.</sub> ), 6,50 (1-H, c, H-3), 6,73 (1H, д, H-4), 7,21 (1H, д, H-6), 7,43 (1H, т, J=7,5, n- H 2-Ph), 7,47 (2H, т, J=7,5, m-H 2-Ph), 7,54	318 (M <sup>+</sup> , 85), 301 (68), 275 (100), 260 (98), 234 (16), 218 (16), 204 (25), 178 (10), 151 (23), 130 (23), 115 (16), 84	203 230 320	4,45 4,42 4,50

Окончание таблицы 1

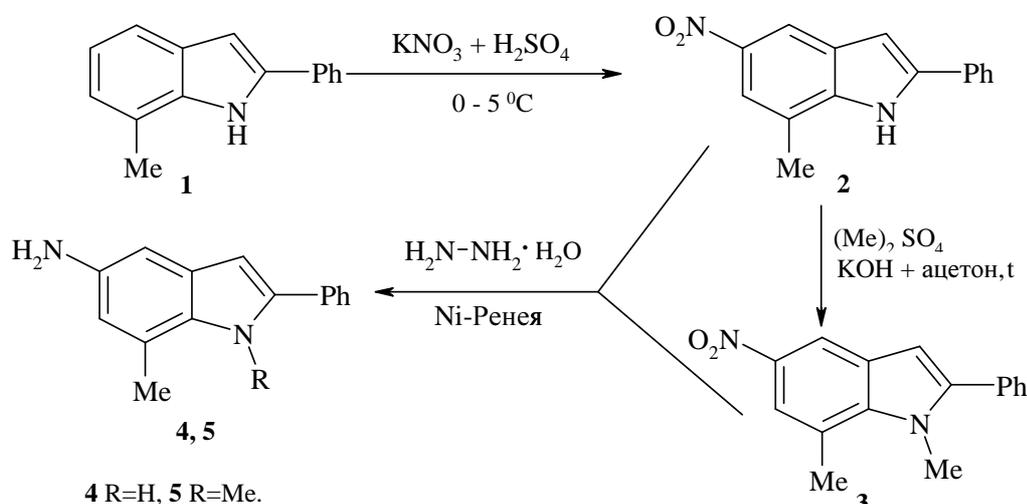
1	2	3	4	5
	(2H, т, J=7,5, o-H 2-Ph), 12,44 (1H, c, NH <sub>амин</sub> )	(23), 43 (85).		
<b>8</b>	2,50 (3H, c, 7-CH <sub>3</sub> ), 6,12 (1H, c, H <sub>вин.</sub> ), 6,57 (1H, д, H-3), 6,71 (1H, д, H-4), 6,81 (1H, д, H-6), 7,31 (1H, т, J=7,5, п-H =C-Ph), 7,34 (2H, д, J=7,5, o-H 2-Ph), 7,36 (1H, д, J=7,5, o-H CO-Ph), 7,38 (2H, д, J=7,5, n-H 2-Ph), 7,43 (1H, т, J=7,5, п-H 2-Ph), 7,48 (2H, м, J=7,5, m-H =C-Ph), 7,53 (2H, д, J=7,5, m-H CO-Ph), 7,88 (2H, д, J=7,5, o-H =C-Ph), 8,00 (2H, д, J=7,5, o-H CO-Ph), 11,09 (1H, c, NH <sub>пир</sub> ), 13,02 (1H, c, NH <sub>амин</sub> )	428 (M <sup>+</sup> , 50), 103 (8), 102 (8), 78 (11), 77 (100), 51 (14)	-	-
<b>9</b>	2,49 (3H, c, 7-CH <sub>3</sub> ), 2,95 (3H, c, 1-CH <sub>3</sub> ), 4,00 (1H, д, H-4), 5,51 (1H, д, H <sub>вин.</sub> ), 7,27 (1H, д, H-6), 7,28 (1H, т, J=7,5, п-H N=C-Ph), 7,39-7,60 (м, J=7,5, o-H 2-Ph, o-H	442 (M <sup>+</sup> , 55), 424 (100), 407 (37), 406 (50), 394 (60), 393 (80), 78 (8), 77 (10)	-	-

C=C-Ph, 2-Ph, м-Н 2-Ph, м-Н N=C-Ph, п-Н C=C-Ph), 7,68 (2H, д, J=7,5, о-Н N=C-Ph), 7,82 (2H, д, J=7,5, о-Н C=C-Ph), 8,28 (1H, с, Н-6).			
---	--	--	--

### Результаты и их обсуждение

Исходный индол **1** мы получали по известной реакции Фишера из орто-толилгидразина [1].

При использовании в качестве объекта нитрования индола **1** следовало ожидать образования как минимум трех изомерных нитроиндолов с альтернативным вхождением нитрогруппы в положение 4, 5, 6, исключая замещения по положению C<sub>3</sub> из-за протонирования (сильнокислая среда). Также не исключалась возможность образования нитропроизводного по 2-Ph группе. Однако из реакционной смеси нами выделен с хорошим выходом 7-метил-5-нитро-2-фенилиндол (**2**).



Спектр ЯМР <sup>1</sup>H соединения **2** подтверждает строение. Расчетный спектр ЯМР <sup>1</sup>H 7-метил-5-нитро-2-фенилиндола (**2**) хорошо согласуется с экспериментальным. Масс-спектр нитроиндола **2** характерен для масс-спектрального распада индолов с метарасположенными в бензольном кольце Me и NO<sub>2</sub> – группами [3]. УФ-спектр соединения **2** характеризуется тремя полосами поглощения с λ<sub>max</sub> (lg ε) в этаноле: 216<sub>(пл.)</sub> (4,10), 296 (4,52), 343 (3,97) нм.

Таким образом, установлено, что в молекуле индола **1** метильная группа в бензольном кольце не оказывает влияния на направление реакции нитрования. По-видимому, определяющим является фактор протонирования β-положения пиррольного кольца.

Полученный нитроиндол **2** был исследован в реакции метилирования диметилсульфатом в щелочной среде. При этом с выходом 97% получен 1,7-диметил-5-нитро-2-фенилиндол (**3**). УФ-спектры для соединений **2** и **3** практически идентичны: 216<sub>(пл.)</sub> (4,51), 282 (4,50), 332 (4,03) нм.

Синтезированные нитроиндолы **2**, **3** далее были использованы для получения соответствующих аминокислот. Нитрогруппа в бензольном кольце легко подвергается восстановлению под действием гидразингидрата на активном Ni-Ренея. В результате с хорошим выходом получены 7-метил- и 1,7-диметил-2-фенил-5-аминоиндолы (**4**, **5**).

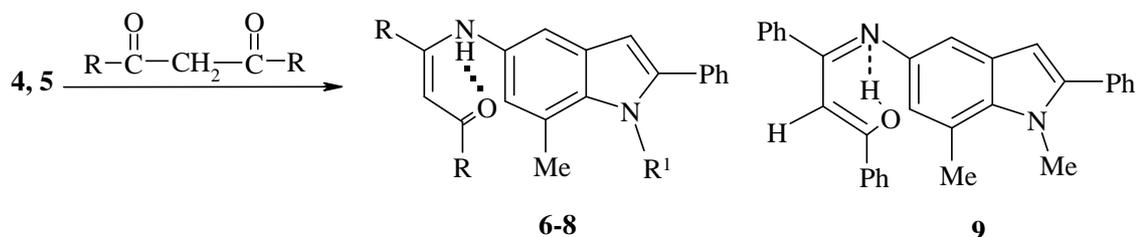
Спектр ЯМР <sup>1</sup>H соединения **4** в дополнение ко всем сигналам протонов в спектре

нитроиндола **2** содержит синглетный сигнал двух протонов аминогруппы (4,36 м. д.). Амин **4** устойчив под действием электронного удара, о чем свидетельствуют в масс-спектре максимальные сигналы молекулярного иона с  $m/z$  222 (100%) и  $[M - H]$  с  $m/z$  221 (29%). УФ-спектры соединений **4**, **5** идентичны и характеризуются тремя полосами поглощения с  $\lambda_{\max}$  ( $\lg \epsilon$ ) в этаноле: **4** (208 (4,28), 226 (4,25), 318 (4,23) нм), **5** (204 (4,37), 234 (4,42), 302 (4,18) нм).

Таким образом, нами разработаны методы синтеза и получены аминоиндолы **4**, **5**, которые далее были исследованы в реакциях с  $\beta$ -дикарбонильными соединениями – ацетилацетоном и дибензоилметаном.

Интерес к  $\beta$ -незамещенным аминоиндолам вызван тем, что при их взаимодействии с  $\beta$ -дикетонами не исключалась возможность конденсации по положению С-3 аминоиндола. Но результаты нашего исследования показали, что реакция по С-3 положению не реализуется.

Так, при использовании ацетилацетона в реакции конденсации с аминоиндолами **4**, **5** получены с хорошим выходом енаминокетоны **6** и **7**.



**6** R=Me, R<sup>1</sup>=H; **7** R=R<sup>1</sup>=Me; **8** R=Ph, R<sup>1</sup>=H, **9** R=Ph, R<sup>1</sup>=Me.

В случае использования дибензоилметана в реакции с амином **4** результаты оказались аналогичными и был получен соответствующий енаминокетон **8**.

Енаминное строение соединений **6–8** подтверждают спектры ЯМР <sup>1</sup>H (таблица 1). О тонком хелатированном Z-строении енаминкетонов [5] судили по химическому сдвигу сигнала винильного протона. Исходя из того, что этот водород как в форме Z, так и E не подвержен обменным процессам, правомерно отнесение сигнала для разных изомеров с использованием расчетных спектров ЯМР <sup>1</sup>H. По данным теоретических спектров, сигнал H<sub>вин.</sub> Z-изомеров (для енаминкетонов **6**, **7**) проявляется в области 5,28 м. д., а сигнал того же протона в форме E в области 5,00 м. д. Аналогично наблюдается различие в химическом сдвиге сигнала H<sub>вин.</sub> и для соединения **8** (6,07 м. д. для Z-изомера, 5,89 м. д. для E-изомера).

Слабополюный сдвиг сигнала винильного протона для Z-изомеров, по-видимому, связан с взаимодействием аминного водорода с карбонильным кислородом, что приводит к некоторому уменьшению электронной плотности на енаминном фрагменте.

Масс-спектральный распад соединений **6–8** осуществляется однотипно с образованием ионов высокой интенсивности  $[M - Me]^+$  (для **6**, **7**),  $[M - Ph]^+$  (для **8**),  $[M - OH]$  (для **6–8**)  $[M - MeCO]^+$  (для **6**, **7**),  $[M - PhCO]^+$  (для **8**),  $[M - MeCO - Me]^+$  (для **6**, **7**),  $[M - PhCO - Me]^+$  (для **8**),  $[Me - CO]^+$  (для **6**, **7**),  $[Ph - CO]^+$  (для **8**),  $[Ph]^+$  (для **6–8**). Такая фрагментация, а именно отщепление от M-ионов радикалов OH, Me, Ph, Me-CO, Ph-CO, позволяет предположить, что в газовой среде для молекул соединений **6–8** имеет место как енаминная, так и енольная формы.

Из реакционной массы, полученной после нагревания смеси амина **5** и дибензоилметана, выделено (с небольшим выходом) соединение **9**, которому согласно спектральным данным приписана иминоенольная структура с *cis*–*cis* строением. Об этом свидетельствует отсутствие сигнала N–H в спектре ЯМР  $^1\text{H}$  и химический сдвиг винильного протона в области 5,50 м. д., что согласуется с расчетным спектром. Химический сдвиг  $\text{H}_{\text{вин}}$  в последнем для исследуемой структуры составляет 5,65 м. д. Масс-спектр соединения **9** характеризуется низкоинтенсивным (1%) пиком молекулярного иона и сигналами ионов  $[\text{M} - \text{OH}]^+$  (31%),  $[\text{M} - \text{OH} - \text{H}]^+$  или  $[\text{M} - \text{H}_2\text{O}]^+$  (100%). Фрагментация с элиминированием радикала OH свидетельствует о енольной форме соединения **9**, который далее с потерей водорода от иона  $[\text{M} - 17]^+$  либо сразу с отщеплением воды превращается в соответствующий пирролохинолин.

### Выводы

Таким образом, в ходе проведенного исследования на основе 7-метил-2-фенилиндола синтезированы новые соединения: 7-метил-5-нитро-2-фенил-, 1,7-диметил-5-нитро-2-фенил-, 5-амино-7-метил-2-фенил-, 5-амино-1,7-диметил-2-фенилиндолы. Исследовано поведение 5-амино-7-метил-2-фенил- и 5-амино-1,7-диметил-2-фенилиндолов со свободным  $\beta$ -положением пиррольного кольца в реакции с ацетилацетоном и дибензоилметаном. При этом установлено, что первичная конденсация исследованных амининдолов реализуется исключительно за счет аминогруппы и приводит к соответствующим енаминокетонам **6–9**. Разработаны методы выделения и очистки полученных нитро-, амининдолов и енаминокетонов, с использованием современных физико-химических методов анализа строго доказана их тонкая структура. Изучение способности соединений **6–9** циклизироваться с образованием соответствующих пирролохинолинов будет предметом отдельного исследования.

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы по теме: «Синтез индольных и пирролохинолиновых структур», государственный контракт № П988 от 27 мая 2010 г.*

### Список литературы

1. Жунгиету Г.И., Будылин В.А., Кост А.Н. Препаративная химия индола. – Кишинев : Штинца, 1975. – С. 35–36.
2. Прянишников Н.Д. Практикум по органической химии : учеб. для вузов / под ред. А.Е. Успенского. – М. : ГНТИ Химической литературы, 1956. – 244 с.
3. Терентьев П.Б. Масс-спектрометрия в органической химии : учеб. для вузов. – М. : Высш. шк., 1979. – 224 с.
4. Ямашкин С.А. Нитроиндолы, амининдолы, пирролохинолины // Избранные методы синтеза и модификации гетероциклов. Химия синтетических индольных систем / под ред. В.Г. Карцева. – М. : ISB PRESS, 2004. – Т. 3. – С. 472–498.
5. Ямашкин С.А., Юровская М.А. О *cis*- и *trans*-изомерии индолиленаминокарбонильных соединений // Химия гетероцикл. соед. – 1999. – № 10. – С. 1336–1344.
6. Ямашкин С.А., Юровская М.А. Синтез некоторых нитро- и амининдолов // Химия гетероцикл. соед. – 1999. – № 12. – С. 1630–1636.

**Рецензенты:**

Васин В.А., профессор, доктор химических наук, зав. кафедрой органической химии Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева, г. Саранск.

Танайсейчук Б.С., д.х.н., профессор, профессор кафедры органической химии Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева, г. Саранск.

**Работа получена 03.10.2011**