

С. А. Ямашкин, Н. Я. Кучеренко, М. А. Юровская

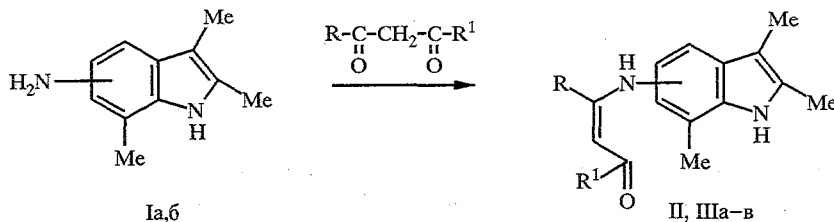
2,3,7-ТРИМЕТИЛ-5- И -6-АМИНОИНДОЛЫ В СИНТЕЗЕ ПИРРОЛОХИНОЛИНОВ

Исследована возможность использования 2,3,7-триметил-5- и -6-аминоиндолов для различных вариантов синтеза пирролохинолинов. Установлено, что енамины, полученные из 2,3,7-триметил-6-аминоиндола, легко циклизуются в замещенные пирроло [3,2-*g*] хинолины, что является удобным препаративным способом их получения. Показано, что *peri*-эффект метильной группы превалирует над *ortho*-эффектом метильного заместителя в положении 7 при аннелировании пиридинового ядра к бензольному кольцу в процессе циклизации соответствующих 5-енаминоиндолов.

Продолжая исследования в области бензаминоиндолов [1], мы изучили возможность использования 2,3,7-триметил-5- и -6-аминоиндолов в различных процессах образования пирролохинолиновой системы. Если индол с аминогруппой в положении 6 может быть исходным соединением для получения пирролохинолинов с заведомо линейным сочленением колец, то в случае 5-аминоаналога с двумя свободными *ortho*-положениями, особенно в условиях реакции Комба, возникает проблема, связанная с региоориентацией процесса замыкания пиридинового кольца с образованием либо линейного, либо углового изомера. С одной стороны известно, что метильная группа в бензольном кольце анилинов обычно блокирует циклизацию в *ortho*-положение по отношению к ней [2]. С другой стороны, мы ранее показали [3], что образование пирролохинолинов с тем или иным сочленением колец из 5-аминоиндолов существенно зависит от характера заместителя в положении 3 пиррольного кольца. Поэтому следует ожидать, что образование угловых пирролохинолинов из 2,3,7-триметил-5-аминоиндолов должно затруднять наличие метильной группы в положении 3, а линейных — в положении 7. Таким образом, целью нашего исследования явилась проверка этих предположений и разработка методов синтеза новых замещенных пирролохинолинов.

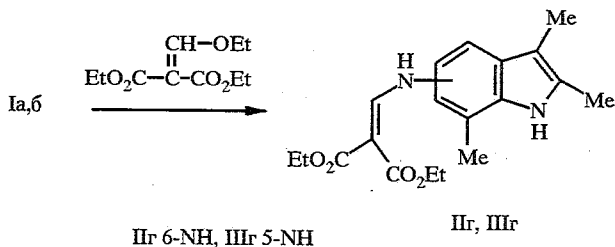
Исходные аминоиндолы были получены восстановлением соответствующих нитроиндолов, синтезированных прямым нитрованием бензольного кольца 2,3,7-триметилиндола. Нитрование приводит к образованию смеси (~1 : 1) 5- и 6-нитросоединений. Препаративное разделение этой смеси в толстом слое Al₂O₃ дает возможность получить в чистом виде лишь более хроматографически подвижный 5-нитроиндол. 2,3,7-Триметил-6-нитроиндол удается выделить только в смеси с 5-нитроизомером, поэтому после хроматографического разделения 6-нитроизомер необходимо перед восстановлением дополнительно очищать перекристаллизацией из хлороформа.

Взаимодействие 2,3,7-триметил-5- (Ia) и -6-аминоиндолов (Iб) с дикарбонильными соединениями приводит к образованию соответствующих енаминов II, III:



Ia 6-NH₂, б 5-NH₂; II (6-NH), III (5-NH); а R = R¹ = Me,
б R = R¹ = Ph, в R = Me, R¹ = OEt

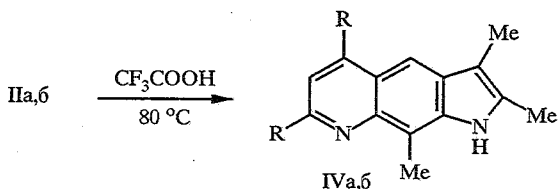
Эти же аминоиндолы с этоксиметиленмалоновым эфиром образуют соответствующие аминометиленмалонаты:



IIг 6-NH, IIIг 5-NH

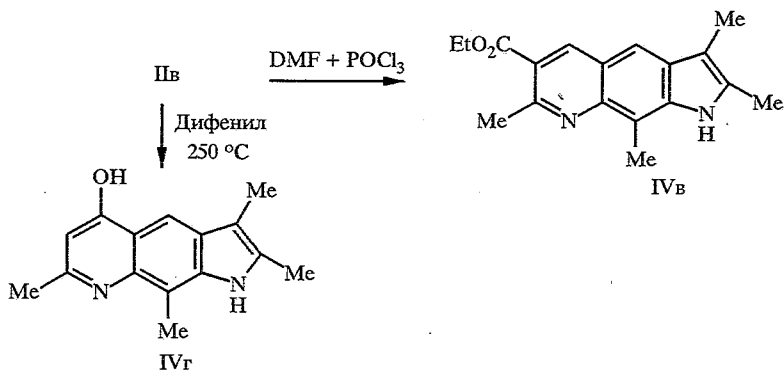
Спектральные и другие характеристики соединений II, III приведены в табл. 1. Соединения IIв, IIIв использовали для дальнейших превращений без выделения.

Следовало ожидать, что циклизация енаминов II должна привести к соответствующим пирролохинолинам с линейным сочленением колец. Действительно, енамины IIа,б в трифторуксусной кислоте дают алкил- и фенилзамещенные пирроло [3,2-*g*]хинолины IVа,б.

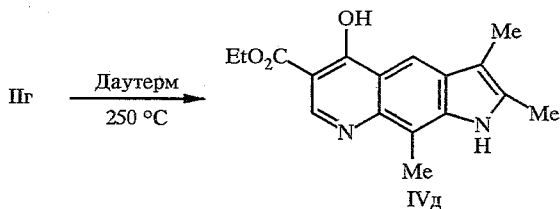


IVа R = Me. б R = Ph

Енаминокротонат IIв в условиях реакции Вильсмейера превращается в пирролохинолин IVв, а при кипячении в дифениле образует пирролохинолин IVг.



Из енамина IIг также в условиях высокотемпературной циклизации (кипящий даутерм) образуется соответствующий пирролохинолин IVд.

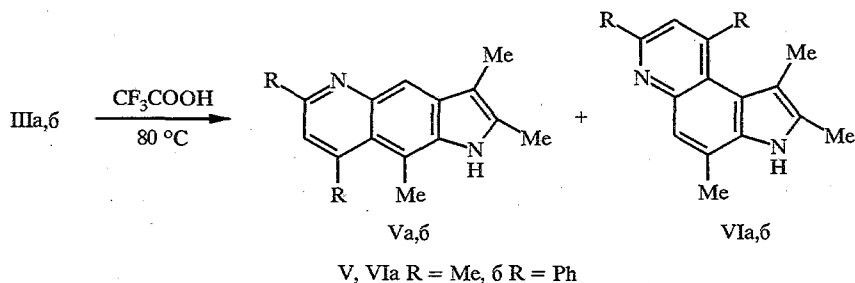


Высокие выходы пирроло [3,2-*g*]хинолинов в описанных выше реакциях циклизации енаминов, полученных из 2,3,7-триметил-6-аминоиндола, делают этот метод препаративным.

Как уже отмечалось, в енаминах III имеются два свободных орто-положения для замыкания цикла, что может приводить в условиях

реакций циклизации к образованию смеси линейных и угловых пирролохинолинов.

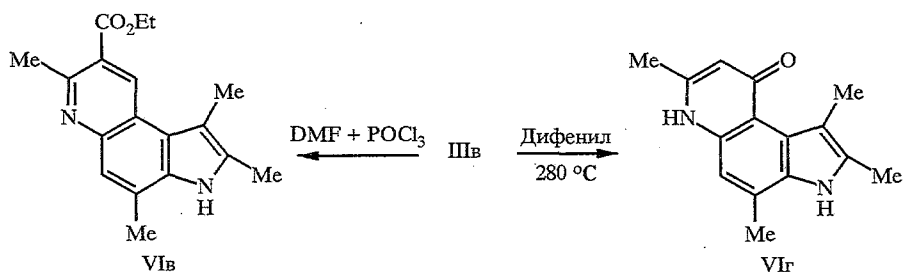
Мы установили, что в условиях кислотной циклизации (кипячение в трифторуксусной кислоте) енамина IIIa в реакционной смеси обнаруживаются как ангулярный VIa, так и линейный Va пирролохинолины в соотношении 4 : 1.



Полученные изомеры отличаются друг от друга химическими сдвигами протонов γ -N пиридинового фрагмента, β -метильной группы и группы NH пиррольного кольца в спектрах ПМР, характер которых хорошо согласуется со спектрами описанных ранее аналогичных структур [4]. В УФ спектрах пирролохинолинов Va и VIa наблюдаются характерные для пирролохинолинов с таким сочленение колец различия в соотношении интенсивностей полос поглощения в коротковолновой области спектра [4]. Енаминокетон IIIб в условиях кислотной циклизации также дает смесь линейного и углового пирролохинолинов примерно в том же соотношении, что и енамин IIIa (по интегральной интенсивности сигналов характеристических протонов в спектрах ПМР), однако из-за трудностей разделения изомеры в свободном виде выделены не были.

В отличие от енаминов IIIa,b из соединения IIIв в условиях реакции Вильсмейера и при кипячении в дифениле образуются ангулярно сочлененные пирролохинолины VIa,b.

Строение пирролохинолинов доказано сравнительным анализом данных спектров ПМР и УФ соединений VI со спектрами описанных в литературе подобных структур (см. табл. 2) [3, 4].



Таким образом, преимущественное образование линейных пирролохинолинов в условиях кислотной циклизации соединений IIIa,b говорит о том, что в процессе замыкания пиридинового цикла *peri*-эффект метильной группы в β -положении пиррольного кольца превалирует над *ortho*-влиянием аналогичного заместителя в положении 7, что в основном и определяет направление реакции. Региоориентация циклизации других енаминов укладывается в общую концепцию образования угловых и линейных пирролохинолинов из 2,3-диметил-5-аминоиндолов, высказанную ранее [2].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ПМР зарегистрированы на приборе Bruker AC-200P в ДМСО- D_6 относительно ТМС. УФ спектры измерены на приборе Spcord в этаноле. Контроль за ходом реакций и чистотой выделенных соединений осуществляли на пластинках Silufoi UV-254 в системах бензол—этилацетат, 10 : 1 (А), 1 : 1 (Б); этилацетат—метанол, 1 : 1 (В) бензол—этилацетат—метанол, 10 : 10 : 1 (Г).

Характеристики енаминов II и III

Соединение	Брутто-формула	Найдено, % Вычислено, %			T _{пл} , °C	R _f (система)	УФ спектр		Спектр ПМР, δ, м. д.	Выход, %
		C	H	N			λ _{max}	lgε		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Па, 4-(2,3,7-триметилиндолил-6-амино)пентен-3-он-2	C ₁₆ H ₂₀ N ₂ O	<u>75,23</u> 75,00	<u>7,81</u> 7,81	<u>10,79</u> 10,96	159...160	0,11 (А)	227 313	4,46 4,29	1,63 (3H, с, β-CH ₃); 1,92 (3H, с, α-CH ₃); 2,05 (3H, с, 3-CH ₃); 2,17 (3H, с, 2-CH ₃); 2,25 (3H, с, 7-CH ₃); 4,98 (1H, с, Н _{вин}); 6,57 (1H, д, J = 9 Гц, 5-H); 7,03 (1H, д, J = 9 Гц, 4-H); 9,12 (1H, с, 1-H); 12,17 (1H, с, NH _{имин})	72
Пб, 1,3-дифенил-3-(2,3,7-триметилиндолил-6-амино)пропен-2-он-1	C ₂₆ H ₂₄ N ₂ O	82,10	6,40	<u>7,10</u> 7,36	211...212	0,48 (А)	205 227 345	4,41 4,38 4,07	2,10 (3H, с, 3-CH ₃); 2,35 (3H, с, 2-CH ₃); 2,46 (3H, с, 7-CH ₃); 6,11 (1H, с, Н _{вин}); 6,38 (1H, д, J = 7 Гц, 5-H); 6,94 (1H, д, J = 7 Гц, 4-H); 7,65 (10H, м, 2C ₆ H ₅); 10,50 (1H, с, 1-H); 12,94 (1H, с, NH _{имин})	38
Пг, диэтиловый эфир N-(2,3,7-триметилиндолил-6-амино)метилемалоновой кислоты	C ₁₉ H ₂₄ N ₂ O ₄	<u>66,09</u> 66,26	<u>7,05</u> 7,02	<u>8,14</u> 8,13	210...211	0,20 (А)	227 277 357	4,30 4,06 4,27	1,30 (6H, м, 2OCH ₂ CH ₃); 2,15 (3H, с, 3-CH ₃); 2,35 (3H, с, 2-CH ₃); 2,40 (3H, с, 7-CH ₃); 4,20 (4H, м, OCH ₂ CH ₃); 6,97 (1H, д, J ₄₅ = 9 Гц, 4-H); 7,28 (1H, д, J ₅₄ = 7 Гц, 5-H); 8,39 (1H, д, J = 16 Гц, Н _{вин}); 10,57 (1H, с, 1-H); 10,96 (1H, д, J = 16 Гц, NH _{имин})	66

Ша, 4-(2,3,7-триметилиндолил-5-амино)пент-3-он-2	$C_{16}H_{20}N_2O$	$\frac{75,17}{75,00}$	$\frac{7,79}{7,81}$	$\frac{11,05}{10,94}$	161...162	0,17 (А)	206 233 319	4,32 4,36 4,29	1,93 (3H, с, β -CH ₃); 2,00 (3H, с, α -CH ₃); 2,12 (3H, с, 3-H ₃); 2,35 (3H, с, 2-CH ₃); 2,46 (3H, с, 7-CH ₃); 5,14 (1H, с, Н _{вин}); 6,60 (1H, с, 6-Н); 6,95 (1H, с, 4-Н); 10,50 (1H, с, 1-Н); 12,33 (1H, с, NH _{имин})	46
Шб, 1,3-дифенил-3-(2,3,7-триметилиндолил-5-амино)пропен-2-он-1	$C_{26}H_{24}N_2O$	82,10	6,31	$\frac{7,01}{7,36}$	116...117	0,56 (А)	213 290 (пл.) 397	4,67 4,02 4,08	1,94 (3H, с, 3-CH ₃); 2,26 (6H, с, 2- и 7-CH ₃); 6,06 (1H, с, Н _{вин}); 6,40 (1H, с, 6-Н); 6,63 (1H, с, 4-Н); 8,65 (10H, м, 2C ₆ H ₅); 10,40 (1H, с, 1-Н); 13,00 (1H, с, NH _{имин})	39
Шг, диэтиловый эфир N-(2,3,7-триметилиндолил-5-амино)метилемалоновой кислоты	$C_{19}H_{24}N_2O_4$	66,26	7,02	$\frac{7,73}{8,14}$	169...170	0,25 (А)	205 229 292 341	4,24 4,19 4,16 4,20	1,30 (6H, м, 2OCH ₂ CH ₃); 2,18 (3H, с, 3-CH ₃); 2,34 (3H, с, 2-CH ₃); 2,53 (3H, с, 7-CH ₃); 4,20 (4H, м, OCH ₂ CH ₃); 6,80 (1H, с, 6-Н); 7,11 (1H, с, 4-Н); 8,43 (1H, д, J = 16 Гц, Н _{вин}); 10,50 (1H, с, 1-Н); 10,77 (1H, д, J = 16 Гц, NH _{имин})	66

Характеристики пирролохинолинов IV, V, VI

Соединение	Брутто-формула	Найдено, % Вычислено, %			T _{пл.} , °C	R _f (система)	УФ спектр		Спектр ПМР, δ, м. д.	Выход, %
		C	H	N			λ _{max}	lg ε		
IVа, 2,3,5,7,9-пентаметил-пирроло[3,2-g]хинолин	C ₁₆ H ₁₈ N ₂	<u>80,33</u> 80,67	<u>7,59</u> 7,56	<u>11,69</u> 11,76	245...246	0,35 (B)	204 225 266 340	4,16 4,41 4,64 3,91	2,25 (3H, с, 3-CH ₃); 2,43 (3H, с, 2-CH ₃); 2,60 (3H, с, 9-CH ₃); 2,67 (3H, с, 5-CH ₃); 2,83 (3H, с, 7-CH ₃); 7,03 (1H, с, 6-H); 7,77 (1H, с, 4-H); 10,50 (1H, с, 1-H)	55
IVб, 2,3,9-триметил-5,7-дифенилпирроло[3,2-g]-хинолин	C ₂₆ H ₂₂ N ₂	86,19	6,07	<u>7,29</u> 7,73	185...186	0,57 (B)	204 220 (пл) 243 292 344 (пл)	4,48 4,30 4,28 4,52 3,60	2,12 (3H, с, 3-CH ₃); 2,24 (3H, с, 2-CH ₃); 2,90 (3H, с, 9-CH ₃); 7,65 (12H, м, 2C ₆ H ₅ и 4-, 6-H); 9,98 (1H, с, 1-H)	50
IVв, 2,3,7,9-тетраметил-6-этоксикарбонилпирроло[3,2-g]хинолин	C ₁₈ H ₂₀ N ₂ O ₂	<u>72,83</u> 72,98	<u>6,85</u> 6,80	<u>9,17</u> 9,45	221...222	0,55 (B)	217 256 294 370	4,28 4,18 4,71 3,84	1,40 (3H, с, OCH ₂ CH ₃); 2,27 (3H, с, 3-CH ₃); 2,52 (3H, с, 2-CH ₃); 2,96 (6H, с, 7- и 9-CH ₃); 4,39 (4H, м, OCH ₂ CH ₃); 7,90 (1H, с, 4-H); 8,86 (1H, с, 5-H); 10,78 (1H, с, 1-H)	43
IVг, 2,3,7,9-тетраметил-5-гидроксипирроло[3,2-g]-хинолин	C ₁₅ H ₁₆ N ₂ O	<u>74,90</u> 74,97	<u>6,90</u> 6,71	11,67	> 300	0,83 (B)	206 234 265 328	3,97 4,07 4,25 3,38	2,20 (3H, с, 3-CH ₃); 2,30 (3H, с, 2-CH ₃); 2,34 (3H, с, 9-CH ₃); 2,65 (3H, с, 7-CH ₃); 5,79 (1H, с, 6-H); 8,00 (1H, с, 4-H); 9,98 (1H, с, 8-H); 10,54 (1H, с, 1-H)	52

IVд, 2,3,9-триметил-5-гидрокси-6-этоксикарбонил-пирроло [3,2- <i>g</i>] хиолин	$C_{17}H_{18}N_2O_3$	$\frac{68,13}{68,44}$	$\frac{6,34}{6,08}$	$\frac{9,35}{9,39}$	> 300	0,37 (B)	227 253 (пл) 273 299 363	4,06 4,06 4,28 4,15 4,59	1,30 (3H, т, OCH_2CH_3); 2,33 (3H, с, 3- CH_3); 2,37 (3H, с, 2- CH_3); 2,60 (3H, с, 9- CH_3); 4,22 (2H, κ, OCH_2CH_3); 8,12 (1H, с, 4-H); 8,40 (1H, с, 7-H); 10,76 (1H, с, 1-H); 11,28 (1H, с, OH)	43
Vа, 2,3,6,8,9-пентаметил-пирроло [2,3- <i>g</i>] хиолин	$C_{16}H_{18}N_2$	$\frac{80,70}{80,67}$	$\frac{7,60}{7,56}$	11,76	> 300	0,05 (Г)	231 272 357	4,30 4,43 3,84	2,27 (3H, с, 3- CH_3); 2,50 (3H, с, 2- CH_3); 2,83 (3H, с, 6- CH_3); 3,08 (3H, с, 9- CH_3); 3,13 (3H, с, 8- CH_3); 7,36 (1H, с, 7-H); 8,14 (1H, с, 4-H); 11,33 (1H, с, 1-H)	30
VIа*, 1,2,4,7,9-пентаметил-пирроло [3,2- <i>f</i>] хиолин	$C_{16}H_{18}N_2$	80,67	7,56	11,76	> 300	0,30 (Г)	230 267 340	4,12 4,04 3,55	2,49 (3H, с, 2- CH_3); 2,74 (3H, с, 1- CH_3); 2,67 (3H, с, 4- CH_3); 2,78 (3H, с, 7- CH_3); 2,86 (3H, с, 9- CH_3); 7,41 (1H, с, 8-H); 7,50 (1H, с, 5-H); 11,89 (1H, с, 1-H)	8
VIв, 1,2,4,7-тетраметил-8-этоксикарбонилпирроло- [3,2- <i>f</i>] хиолин	$C_{18}H_{20}N_2O_2$	72,98	6,80	$\frac{8,94}{9,45}$	212...213	0,11 (B)	242 291 360	4,48 4,11 3,79	1,40 (3H, м, OCH_2CH_3); 2,45 (3H, с, 1- CH_3); 2,60 (3H, с, 2- CH_3); 2,84 (3H, с, 4- CH_3); 4,40 (2H, м, OCH_2CH_3); 7,38 (1H, с, 5-H); 9,13 (1H, с, 9-H); 11,26 (1H, с, 3-H)	59
VIг, 1,2,4,7-тетраметил-9-гидрокси-пирроло [3,2- <i>f</i>] хиолин	$C_{15}H_{16}N_2O$	$\frac{75,04}{74,97}$	$\frac{6,62}{6,71}$	$\frac{11,73}{11,66}$	208...210	0,68 (B)	220 246 255 291 345	4,30 4,21 4,21 3,97 3,86	2,30 (3H, с, 1- CH_3); 2,39 (3H, с, 2- CH_3); 2,49 (3H, с, 7- CH_3); 2,60 (3H, с, 4- CH_3); 5,77 (1H, с, 8-H); 6,88 (1H, с, 5-H); 10,75 (1H, с, 3-H); 10,89 (1H, с, 6-H)	69

* M^+ : Найдено 238. Вычислено 238 (масс-спектрометрически).

2,3,7-Триметил-6-нитро- и 2,3,7-триметил-5-нитроиндол. К охлажденному до 0 °С раствору 1,59 г (10 ммоль) свежеперекристаллизованного 2,3,7-триметилиндола в 25 мл 96% серной кислоты добавляют при охлаждении и перемешивании охлажденный раствор 1,01 г (10 ммоль) нитрата калия в 25 мл H₂SO₄ той же концентрации с такой скоростью, чтобы температура не поднималась выше 10 °С. Через 10...15 мин реакционную массу выливают на лед. При образовании осадка с крупными частицами его отфильтровывают, многократно промывают водой, сушат на воздухе. В случае образования мелкодисперсного осадка его экстрагируют хлороформом (~200 мл), экстракт промывают 2 раза 10...12% водным аммиаком, 2...3 раза водой, сушат Na₂SO₄, хлороформ отгоняют. Смесь двух изомеров (в соотношении 1 : 1 по данным спектров ПМР) разделяют препаративно на пластинках с незакрепленным толстым слоем Al₂O₃ (нейтральная, 1 ст. акт.) в хлороформе. Выход менее полярного 2,3,7-триметил-5-нитроиндола 15%, $T_{пл}$ 205...206 °С (из хлороформа). Спектр ПМР (CCl₄—DMCO-D₆): 2,13 (3H, с, 3-CH₃); 2,30 (3H, с, 2-CH₃); 2,40 (3H, с, 7-CH₃); 7,50 (1H, д, J_{64} = 2 Гц, 6-H); 7,95 (1H, д, J_{46} = 2 Гц, 4-H); 10,75 м. д. (1H, с, 1-H). УФ спектр, λ_{max} (lg ϵ): 215(4,14); 267 (4,01); 333 нм (3,73). Найдено, %: C 64,5; H 5,7. C₁₁H₁₂N₂O₂. Вычислено, %: C 64,7; H 5,9.

Выход более полярного 2,3,7-триметил-6-нитроиндола с примесью изомерного 5-нитроиндола 42%. 6-Нитроиндол отделяют от изомерного индола многократной кристаллизацией из смеси хлороформ—гептан, $T_{пл}$ 198...199 °С. Спектр ПМР (CCl₄—DMCO-D₆): 2,00 (3H, с, 3-CH₃); 2,20 (3H, с, 2-CH₃); 2,55 (3H, с, 7-CH₃); 6,97 (1H, д, J_{45} = 9 Гц, 4-H); 7,50 (1H, д, J_{54} = 9 Гц, 5-H); 10,75 м. д. (1H, с, 1-H). УФ спектр, λ_{max} (lg ϵ): 222(4,18); 260(3,74); 313 нм (3,60). Найдено, %: C 64,4; H 5,6. C₁₁H₁₂N₂O₂. Вычислено, %: C 64,7; H 5,9.

2,3,7-Триметил-5-аминоиндол (Iб). К раствору 1,02 г (5 ммоль) 2,3,7-триметил-5-нитроиндола в 100 мл абсолютного этанола добавляют 8 мл концентрированного гидразингидрата и каталитические количества активного никеля Ренея. Реакционную массу перемешивают при нагревании 1...1,5 ч. По окончании реакции (контроль хроматографический) еще горячую смесь отфильтровывают от катализатора, отгоняют метанол до минимального объема и добавляют 50 мл воды. Выпавший осадок отфильтровывают, многократно промывают водой, сушат. Выход 0,64 г (73%), $T_{пл}$ 169...170 °С (из бензола). Спектр ПМР (CCl₄—DMCO-D₆): 1,98 (3H, с, 3-CH₃); 2,18 (6H, с, 2-, 7-CH₃); 3,28 (2H, с, NH₂); 6,03 (1H, уш. с, 6-H); 6,23 (1H, уш. с, 4-H); 9,10 м. д. (1H, с, 1-H). УФ спектр, λ_{max} (lg ϵ): 214 пл (4,19); 282 (4,33); 303 нм (3,63). Найдено, %: C 75,4; H 7,6. C₁₁H₁₄N₂. Вычислено, %: C 75,9; H 8,0.

2,3,7-Триметил-6-аминоиндол (Iа). Получают аналогично из 2,3,7-триметил-6-нитроиндола, выход 65%, $T_{пл}$ 154...155 °С (из бензола). Спектр ПМР (CCl₄—DMCO-D₆): 1,98 (3H, с, 3-CH₃); 2,13 (3H, с, 7-CH₃); 2,17 (3H, с, 2-CH₃); 3,12 (2H, с, NH₂); 6,20 (1H, д, J_{54} = 9 Гц, 5-H); 6,68 (1H, д, J_{45} = 9 Гц, 4-H); 8,78 м. д. (1H, с, 1-H). УФ спектр, λ_{max} (lg ϵ): 208 пл (4,13); 275 (4,38); 303 нм (3,37).

Енамины II, III и пирролохинолины IV—VI получены по методикам, описанным в работах [1, 3]. Условия образования енаминов аминаиндолов: II, IIIа — кипячение с ацетилацетоном 1...1,5 ч; II, IIIб — нагревание с дибензоилметаном при 170 °С 1,5...2 ч; II, IIIв — кипячение в бензоле с ацетоуксусным эфиром со следами уксусной кислоты 10...14 ч; II, IIIг — кипячение с этоксиметиленмалоновым эфиром в спирте 2 ч. Условия циклизации енаминов: II, IIIа,б — кипячение в трифторуксусной кислоте 1...2 ч; II, IIIв — А. кипячение в дифениле 5...10 мин; Б. кипячение в хлороформе с реактивом Вильсмейера 6 ч; IIIг — кипячение в даутерме 5...10 мин. Соединения II, IIIа,в очищают пропусканием нагретого раствора в смеси бензола с гептаном через слой Al₂O₃ с последующей перекристаллизацией из гептана; II, III, IVб — препаративно в толстом слое Al₂O₃ в хлороформе; II, III, IVг, IVд, Vбв — перекристаллизацией из водного этанола с активированным углем; V, VIа — препаративно в толстом слое Al₂O₃ в системе бензол—этилацетат—метанол, 10 : 1 : 1, с последующей перекристаллизацией из этанола. Физико-химические характеристики полученных соединений приведены в табл. 1, 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямашкин С. А., Юровская М. А. // ХГС. — 1997. — № 11. — С. 1486.
2. Ямашкин С. А., Юдин Л. Г., Кост А. Н. // ХГС. — 1992. — № 8. — С. 1011.
3. Кост А. Н., Ямашкин С. А., Юдин Л. Г. // ХГС. — 1977. — № 6. — С. 770.
4. Ямашкин С. А. // ХГС. — 1992. — № 11. — С. 1520.

Мордовский государственный педагогический институт
им. М. Е. Евсевьева, Саранск 430007, Россия
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова, Москва 119899, Россия
e-mail: yumar@org.chem.msu.ru

Поступило в редакцию 29.10.97