

В. Ф. Седова, О. П. Шкурко

**НИТРОФЕНИЛПИРИМИДИНЫ  
В РЕАКЦИИ С БЕНЗИЛЦИАНИДОМ.  
СИНТЕЗ ПИРИМИДИНИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ  
2Н-ИНДАЗОЛА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЦИКЛИЗАЦИЕЙ  
ЗАМЕЩЕННЫХ ДИБЕНЗОИЛАЗОКСИБЕНЗОЛОВ**

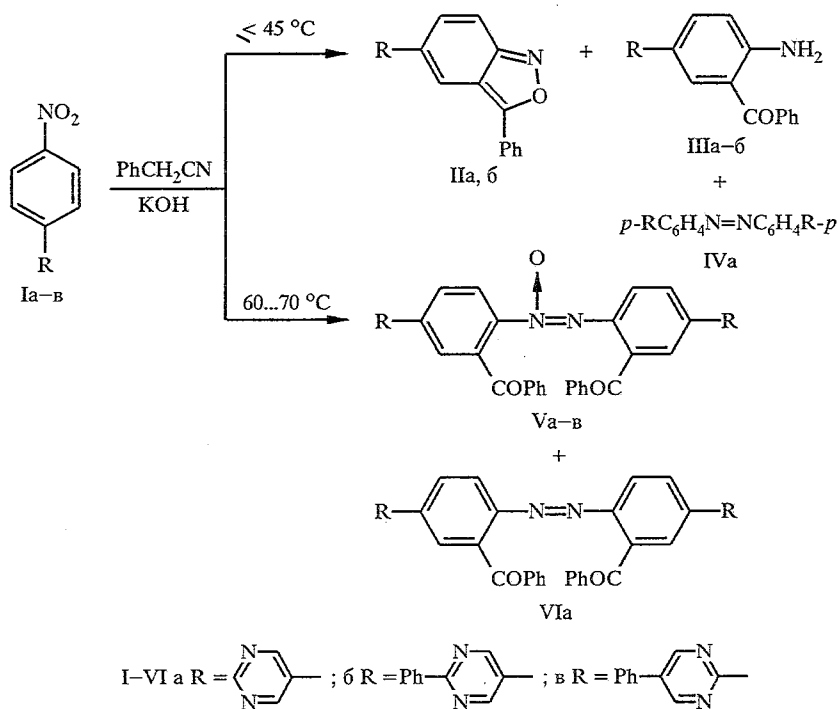
Установлено, что в результате взаимодействия 2- и 5-(*n*-нитрофенил)пиримидинов с бензилцианидом в сильнощелочной среде при 65 °С образуются пиримидинилзамещенные дибензоилазоксibenзола. При более низкой температуре степень превращения указанных реагентов низка и получается сложная смесь продуктов. Восстановление синтезированных производных азоксibenзола приводит к замещенным 2Н-индазолам.

Продолжая изучать влияние пиримидинильного заместителя на свойства ароматических нитропроизводных [1], мы обратились к реакции *n*-нитрофенилпиримидинов с бензилцианидом в сильноосновной среде [2, 3]. Взаимодействие ароматических нитросоединений с замещенными бензилцианидами используется как для синтеза 2,1-бензизоксазолов [3, 4], так и продуктов их восстановления — *o*-аминобензофенонов, являющихся исходными соединениями для получения полимеров [5—7], бензодиазепинов [3] и других практически интересных классов соединений [8]. Среди гетероциклических соединений в эту реакцию были вовлечены 1-замещенные 5-нитробензимидазолы, что привело к получению соответствующих имидазобензизоксазолов, восстановленных далее до N-замещенных 5-амино-6-бензоилбензимидазолов [9].

В литературе имеются сведения о неоднозначности протекания указанной реакции в зависимости от среды, концентрации исходных реагентов, характера других заместителей в ароматическом ядре, содержащем нитрогруппу, иных факторов [10—12] и отмечается возможность образования различных продуктов вследствие сложных окислительно-восстановительных процессов [13].

В качестве исходных соединений нами были использованы 2- и 5-(*n*-нитрофенил)пиримидины (Ia—в). Установлено, что взаимодействие бензилцианида с соединением Ib в метаноле в присутствии КОН при 0...5 °С, т. е. в условиях реакции бензилцианида с 4-нитродифенилом и его 4'-хлорили бромзамещенными [14], не имеет места (табл. 1, методика А) и практически не происходит с соединениями Ia,б при температурах до 45 °С. Это указывает на понижение реакционной способности нитроароматического субстрата при замене в нем арильного заместителя на электроноакцепторный пиримидинильный [15].

В том же интервале температур, но при использовании в качестве растворителя ДМСО (методика В) или смеси метанол — N-метилпирролидон и увеличении количества основания (методика Г) большая часть (до 80%) исходных соединений Ia,б возвращалась неизменной, а продукты их превращений представляли собой сложные смеси. В случае 5-(*n*-нитрофенил)пиримидина (Ia) данные масс-спектров высокого разрешения отдельных компонентов такой смеси, выделенных хроматографически, указывают на наличие в ней 5-(пиримидинил-5)-3-фенил-2,1-бензизоксазола (IIa), 2-амино-5-(пиримидинил-5)бензофенона (IIIa) и 4,4'-ди(пиримидинил-5)азобензола (IVa). Аналогично, в случае 5-(*n*-нитрофенил)-2-фе-



нилпиримидина (Iб) в продуктах реакции зафиксированы бензизоксазол (IIб) и аминобензофенон (IIIб).

При повышении температуры реакционной смеси до  $65^\circ\text{C}$  (методика Д) из бензилцианида и нитропроизводного Ia был получен преимущественно

Т а б л и ц а 1

Условия и результаты взаимодействия нитрофенилпиримидинов Ia—в с бензилцианидом

Методика	Исходное соединение	Условия реакции*					Результаты реакции	
		мольное соотношение I : бензилцианид : основание	растворитель (Рл)	кол-во Рл, мл/ммоль I	$T, ^\circ\text{C}$	продолжительность, ч	возврат I, %	продукты реакции <sup>2</sup>
А	Iб	1 : 1,6 : 32	MeOH	7	0...20...60	7	97	—
Б	Ia	1 : 1,2 : 18	MeOH-МАП, 3 : 1	8	45	42	95	—
В	Ia	1 : 1,2 : 18	DMCO	11	25	24	80	—
Г	Ia	1 : 1,2 : 32	MeOH-МАП, 3 : 1	8	45	33	80	IIa, IIIa, IVa
	Iб	1 : 1,2 : 32	MeOH-МАП, 3 : 1	8	45	38	92	IIб, IIIб
Д	Ia	1 : 1,2 : 32	MeOH-МАП, 3 : 2	6	65	7	—	Va, VIa (следы)
	Iб	1 : 1,2 : 32	MeOH-МАП, 3 : 2	6	65	1,5	—	Vб
	Iв	1 : 1,2 : 32	MeOH-МАП, 3 : 2	6	65	1,5	—	Vв

\* По методикам А, Б, Г, Д в качестве основания использовался KOH, по методике В — NaOH; МАП — N-метил- $\alpha$ -пирролидон; температура проведения реакции по методике А: при  $0^\circ\text{C}$  4 ч, затем при  $20^\circ\text{C}$  1 ч и при  $60^\circ\text{C}$  2 ч (см.[14]).

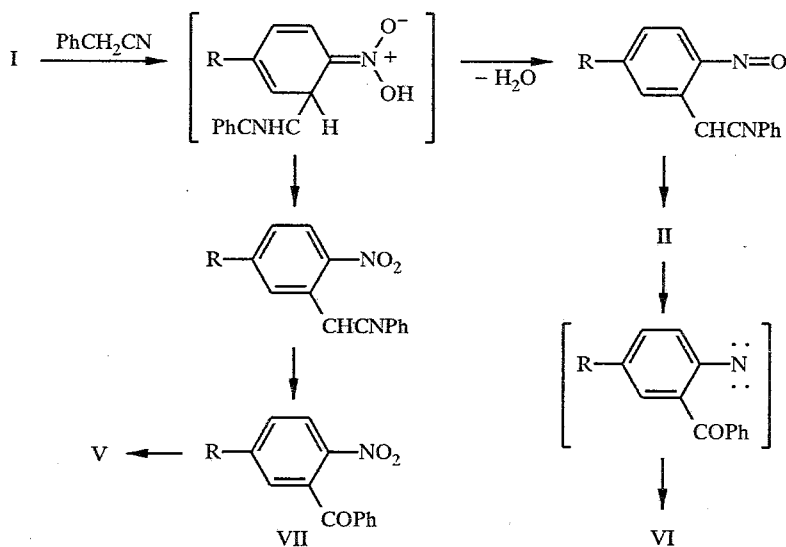
<sup>2</sup> Выходы указаны в табл. 2; в опытах по методикам В и Д выделение и идентификация других продуктов, кроме указанных в табл. 1, не проводились.

Характеристики синтезированных соединений

Соединение	Брутто-формула	$T_{пл.}, ^\circ C$	ИК спектр, $\nu, \text{см}^{-1}$		УФ спектр		Выход, %
			C=O	NH	растворитель	$\lambda_{\text{max.}} \text{ нм (lg } \epsilon)$	
IIIa*	$C_{17}H_{13}N_3O$	147...149	1615	3325, 3430	Этанол	252 (4,32), 308 (4,23), 395 (3,70)	10
Va	$C_{34}H_{22}N_6O_3$	254...257	1675	—	ДМФА	360 (4,35)	53
Vб	$C_{46}H_{30}N_6O_3$	309...312	1675	—	ДМФА	285 (4,69), 368 (4,57)	65
Vв	$C_{46}H_{30}N_6O_3$	297...300	1665	—	ДМФА	312 (4,71), 365 (4,49)	40
VIIIa	$C_{34}H_{22}N_6O$	238...242	1670	—	Этанол	263(4,75), 312 пл. (4,37)	80
VIIIб	$C_{46}H_{30}N_6O$	244...247	1670	—	ДМФА	300 (4,82)	83
XI	$C_{17}H_{13}N_3O$	212...213	1670	3300	Этанол	220 пл. (4,25), 295 (4,43)	17

\* Приведены характеристики образца, синтезированного из соединения X.

один продукт, который, по данным масс-спектра, оказался не ожидаемым бензизоксазолом IIIa, а 2,2'-дibenzoил-4,4'-ди(пиримидинил-5)азоксибензолом (Va) с незначительной примесью азобензола (VIa). В тех же условиях взаимодействие бензилцианида с соединениями Ib,в привело к соответствующим окрашенным азоксисоединениям (Vб,в). В ИК спектрах продуктов Va—в (табл. 2) имеются полосы поглощения валентных колебаний групп C=O ароматических кетонов при 1665...1675 и отсутствуют полосы валентных колебаний N—H в области 3100...3500  $\text{см}^{-1}$ . В спектре ПМР соединения Va, снятого в  $\text{CDCl}_3$  (табл. 3), в слабом поле обнаруживаются два отдельных сигнала пиримидиновых протонов 2-Н с соотношением интегральных интенсивностей 1 : 1, что указывает на неравноценность двух пиримидинильных заместителей. Сигналы протонов 4-Н и 6-Н пиримидинильных групп в спектре соединения Vб проявляются в виде двух синглетов с соотношением интенсивностей 2 : 2, а в спектре соединения Va (в  $\text{CDCl}_3$ ) — в виде одного четырехпротонного синглета (табл. 3). Ранее



другие авторы [12, 13] отмечали образование в такой реакции азоксипроизводных как с *o*-бензоильной группой в ароматическом кольце, так и без нее, и уже тогда было показано [12], что повышение температуры реакции приводит к увеличению выхода азоксипроизводного при исчезновении в реакционной смеси замещенного 2,1-бензизоксазола.

Образование различных продуктов в реакции бензилцианида с ароматическими нитросоединениями обычно объясняют протеканием ряда параллельных превращений, которые могут приводить к азо- (VI) и азоксибензофенонам (V). Так, в соответствии с данными работы [16], один из путей включает образование бензизоксазолов II, которые через промежуточные нитрены (см. [3]) могут давать азосоединения VI. Для другого пути рассматриваются окислительно-восстановительные процессы, протекающие в системе карбанион—нитросоединение, когда основными продуктами реакции становятся азоксипроизводные [13]. Последние превращения преобладают при более высоких температурах и могут приводить в изучаемой нами реакции к образованию соединений III, IV, V и VII.

Т а б л и ц а 3

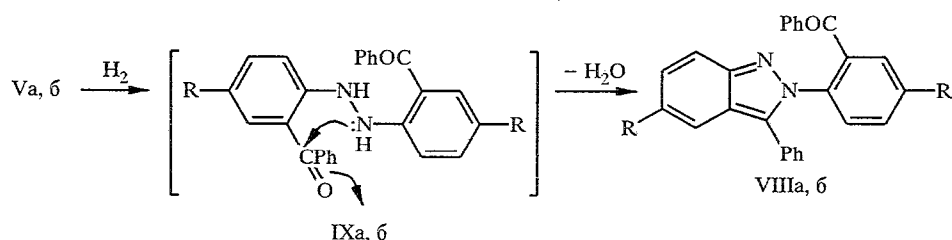
Данные масс-спектров и спектров ПМР синтезированных соединений

Соединение	Масс-спектр, $m/z$	Спектр ПМР, $\delta$ , м. д., КССВ ( $J$ ), Гц*			
		растворитель	$H_{\text{Het}}$		$H_{\text{Ar}}$
			2-Н (1H, c)	4-Н, 6-Н (c)	
Ша*2	275 ( $M^+$ ), 198 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ), 170 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 143, 116, 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 89, 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	CDCl <sub>3</sub>	9,06	8,76 (2H)	8,07...8,58 (4H, м), 7,58...7,38 (3H, м), 6,86 (1H, д, $J = 8,5$ )
Va	562 ( $M^+$ ), 546, 502 (M-60), 457 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	CDCl <sub>3</sub>	9,24, 9,21	8,93 (4H)	7,85...7,30 (16H, м),
		DMCO-D <sub>6</sub>	9,24, 9,20	9,24 (2H), 9,20 (2H)	8,09...7,97 (4H, м), 7,66...7,61 (6H, м), 7,60...7,45 (6H, м)
Vб	714 ( $M^+$ ), 698, 654 (M-60), 609 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 505, 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	DMCO-D <sub>6</sub>	—	9,35 (2H), 9,31 (2H)	8,49...8,42 (4H, м), 8,19...8,06 (5H, м), 7,79...7,64 (6H, м), 7,61...7,51 (11H, м)
Vв	714 ( $M^+$ , $I \leq 2\%$ ), 609 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 466, 450, 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	DMCO-D <sub>6</sub>	—	9,31 (4H)	8,89...8,11 (7H, м), 8,11...7,73 (9H, м), 7,73...7,43 (10H, м)
VIIa	530 ( $M^+$ ), 501 (M-29), 453 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ), 425 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 149, 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	CDCl <sub>3</sub>	9,20, 9,11	8,98 (2H), 8,9	7,83...7,19 (11H, м), 7,33 (5H, c)
VIIб	682 ( $M^+$ ), 653 (M-29), 605 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ), 577 (M-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 447, 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	DMCO-D <sub>6</sub>	—	9,36 (2H), 9,29 (2H)	8,45 (4H, м), 8,23...8,07 (3H, м), 7,78...7,64 (5H, м), 7,55 (8H, м)
XI	275 ( $M^+$ ), 105 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO), 77 (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )	CDCl <sub>3</sub>	9,17	8,93 (2H)	7,91...7,84 (2H, д, д, $J = 8,5$ и 1,8), 7,81 (2H, д, $J = 8,5$ ), 7,58 (2H, д, $J = 8,5$ ), 7,54...7,43 (3H, м)

\* Сигналы протонов группы NH<sub>2</sub> (VIIa) и NH (XI) имеют вид уширенных синглетов при 6,29 и 8,02 м. д. соответственно.

\*2 Приведены характеристики образца, полученного бензоилированием соединения X.

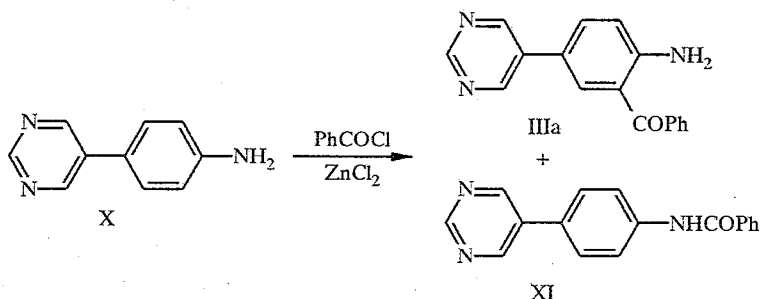
При гидрировании выделенных нами азоксипроизводных Va,б были получены соединения, не содержащие групп NH и NH<sub>2</sub> (по спектральным данным и отсутствию качественной реакции с *n*-диметиламинобензальдегидом). Пространственная структура одного из них была установлена с помощью РСА [17] как 2-[2-бензоил-4-(пиримидинил-5)фенил]-5-(пиримидинил-5)-3-фенил-2Н-индазол (VIIIa). Соответственно второе соединение (VIIIб) является его близким аналогом с фенильной группировкой в пиримидиновом кольце. В масс-спектрах полученных 2Н-индазолов VIIIa,б наблюдаются характерные линии ионов M<sup>+</sup>, (M-29)<sup>+</sup>, (M-COPh)<sup>+</sup>, PhCO<sup>+</sup> и Ph<sup>+</sup>, а в ИК спектрах имеются полосы валентных колебаний групп C=O при 1670 см<sup>-1</sup>, характерные для бензофенонов. В спектрах ПМР соединений VIIIa,б в слабом поле присутствуют двойные сигналы пиримидиновых протонов, свидетельствующие о неравноценности двух пиримидиновых колец в молекулах этих соединений (табл. 4). По-видимому, промежуточно образующиеся при гидрировании гидразопроизводные (IXa,б) в силу пространственной близости групп NH и C=O легко циклизуются до соответствующих индазольных производных.



Склонность азо-, азокси- и гидразобензолов к образованию индазольных производных при наличии в *o*-положении карбонильных групп хорошо известна [18—20]. Так, при восстановлении 2,2'-дibenзоилазобензола был получен замещенный индазол [18].

Полученные азоксибензолы Va—в имеют в УФ спектрах интенсивную полосу поглощения в области 360...370 нм. Эта полоса исчезает при переходе к продуктам гидрирования — индазолам VIII, которые поглощают в области 300...312 нм.

Обнаружив присутствие аминобензофенона IIIa в реакционной смеси при взаимодействии соединения Ia с бензилцианидом и ожидая образования того же соединения при восстановлении азоксипроизводного Va, мы осуществили встречный синтез аминобензофенона IIIa бензоилированием 5-(*n*-аминофенил)пиримидина (X) хлористым бензоилом в присутствии ZnCl<sub>2</sub>.



В результате были получены с невысокими выходами соединения IIIa и 4-(пиримидинил-5)бензанилид (XI), строение которых подтверждено спектральными данными (табл. 2, 3). В УФ спектре продукта С-бензоилирования IIIa, в отличие от бензанилида XI, наблюдается bathochromный сдвиг длинноволновой полосы поглощения. Бензоилирование того же соединения X в присутствии AlCl<sub>3</sub> привело лишь к бензанилиду XI.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ПМР синтезированных соединений записаны на приборе Bruker WP-200 SY (внутренний стандарт ТМС или сигнал ДМСО при 2,50 м. д.), ИК спектры получены на приборе Specord M-80 в таблетках KBr или в растворе  $\text{CHCl}_3$ , УФ спектры — на спектрофотометре Specord UV-vis. Масс-спектры регистрировали на спектрометре Finnigan MAT-8200. Физико-химические и спектральные характеристики соединений приведены в табл. 2, 3.

Данные элементного анализа на С, Н, N соответствуют вычисленным значениям.

Исходные (*n*-нитрофенил)пиримидины Ia—в синтезированы взаимодействием соответствующих триметилсоединений с амидинами в присутствии оснований по улучшенной нами методике [21]; указанные реагенты применяли в мольных соотношениях 1,0 : 1,5 : 1,5 (основание— $\text{CH}_3\text{ONa}$ ) или 1,0 : 1,5 : 1,0 (основание— $\text{NaOH}$ ). Это позволило получить слабоокрашенные продукты, пригодные к работе без дополнительной очистки, с выходами 46 (Ia), 97 (Iб) и 81% (Iв).

Взаимодействие бензилцианида с соединениями Ia,б (методики А—Г). К раствору KOH в метаноле (или NaOH в ДМСО по методике В) добавляют суспензию бензилцианида и соединения Ia (или Iб) в растворителе. Реакционную смесь перемешивают несколько часов при 0...45 °С (табл. 1), далее добавляют воду и 10% HCl до pH 5...6. Выпавший осадок, содержащий в основном исходное соединение I, отфильтровывают, промывают метанолом (или этилацетатом). Фильтрат (методика Г) экстрагируют эфиром, экстракт сушат над  $\text{MgSO}_4$ , объединяют с метанолом (этилацетатом) после промывки осадка, упаривают и остаток хроматографируют на колонке с  $\text{SiO}_2$ , используя в качестве элюентов последовательно петролейный эфир—эфир (1 : 1), эфир, эфир—этилацетат (1 : 3), этанол. Собранные отдельно фракции упаривают и анализируют с помощью масс-спектрокопии. В случае исходного Ia в соответствующих фракциях идентифицируют соединения: Ia, 5-(пиримидинил-5)-2,1-бензозоксазол (IIa,  $M^+$  найдено: 273,0915,  $\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{N}_3\text{O}$ , вычислено: 273,0902), 2-амино-5-(пиримидинил-5)бензофенон (IIIa,  $M^+$  найдено: 275,1046,  $\text{C}_{17}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}$ , вычислено: 275,1058) и 4,4'-ди(пиримидинил-5)азобензол (IVa,  $M^+$  найдено: 338,1251,  $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{N}_6$ , вычислено: 338,1279). Соединение IIIa по масс-спектру и ТСХ (значение  $R_f$  и качественная реакция на аминогруппу с диметиламинобензальдегидом) идентично образцу, полученному бензоилированием соединения Ха.

В случае исходного соединения Iб (методика Г) в полученных фракциях идентифицируют соединения: Iб, 5-(2-фенилпиримидинил-5)-2,1-бензозоксазол (IIб,  $M^+$  найдено: 349,1238,  $\text{C}_{23}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}$ , вычислено: 349,1215) и 2-амино-5-(2-фенилпиримидинил-5)бензофенон (IIIб,  $M^+$  найдено: 351,1343,  $\text{C}_{23}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}$ , вычислено: 351,1371).

2,2'-Дибензоил-4,4'-ди(пиримидинил-5)азоксибензол (Va) (методика Д). К раствору 25,2 г (0,45 моль) KOH в 70 мл метанола добавляют горячий раствор 2,8 г (0,014 моль) соединения Ia и 2,0 г (0,017 моль) бензилцианида в смеси 40 мл метанола и 50 мл *N*-метилпирролидона. Реакционную смесь перемешивают при 60...70 °С 7 ч, охлаждают до комнатной температуры, добавляют 150 мл воды и 10% HCl до pH 5...6. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают метанолом и водой, кипятят с 50 мл метанола или этилацетата, отфильтровывают, дважды кристаллизуют из ДМФА, получают 2,1 г продукта, который, по данным масс-спектрометрии, представляет собой соединение Va ( $M^+$  найдено: 562,1782,  $\text{C}_{34}\text{H}_{22}\text{N}_6\text{O}_3$ , вычислено: 562,1752) с незначительной примесью соответствующего азобензола VIa ( $M^+$  найдено: 546,1823,  $\text{C}_{34}\text{H}_{22}\text{N}_6\text{O}_2$ , вычислено: 546,1803). Аналитический образец азоксибензола Va получают дальнейшей очисткой указанного продукта. Последний наносят на колонку с  $\text{SiO}_2$ , промывают последовательно эфиром, этилацетатом, метанолом, далее смывают горячим ДМФА, высаживают из охлажденного раствора в ДМФА водой и повторно кристаллизуют из ДМФА.

Аналогично из соединений Iб, в получают азоксипроизводные Vб, в соответственно.

2-[2-Бензоил-4-(пиримидинил-5)фенил]-5-(пиримидинил-5)-3-фенил]-2H-индазол (VIIIa). Гидрируют 0,5 г (0,1 ммоль) соединения Va в смеси 25 мл этанола и 25 мл уксусной кислоты при атмосферном давлении водорода в присутствии 0,05 г Pd/C (4%) до прекращения поглощения водорода. Катализатор отфильтровывают, фильтрат упаривают, остаток обрабатывают раствором  $\text{NaHCO}_3$ , экстрагируют  $\text{CHCl}_3$ , экстракт упаривают, остаток кристаллизуют из этанола, получают 0,33 г соединения VIIIa.

Аналогично, из азоксипроизводного Vб получают индазол VIIIб.

2-Амино-5-(пиримидинил-5)бензофенон (IIIa) и 4-(пиримидинил-5)бензанилид (XI). К смеси 3,4 г (0,024 моль) хлористого бензоила и 2,3 г (0,017 моль) безводного  $\text{ZnCl}_2$ , нагретой до 140 °С, в течение 30 мин порциями добавляют 1,9 г (0,011 моль) соединения Ха. Полученную

массу выдерживают 1 ч при 200 °С, охлаждают до 100 °С, добавляют за 45 мин по каплям 7 мл 60% уксусной кислоты, приливают 11 мл конц. серной кислоты, кипятят 4 ч и оставляют на ночь. Реакционную смесь выливают на 100 г льда, экстрагируют  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , экстракт промывают 50 мл 3 н.  $\text{HCl}$ , затем 5 н.  $\text{NaOH}$  ( $3 \times 50$  мл), сушат  $\text{MgSO}_4$ . Растворитель упаривают, остаток растирают с 50 мл бензола, отфильтровывают 0,5 г соединения XI,  $T_{\text{пл}} 212...213$  °С (из этанола). Маточный раствор пропускают через слой  $\text{SiO}_2$ , упаривают, получают 0,3 г соединения IIIa,  $T_{\text{пл}} 147...149$  °С (из петролейного эфира).

В тех же условиях, но в присутствии безводного  $\text{AlCl}_3$  (вместо  $\text{ZnCl}_2$ ) соединение XI получают с выходом 21%,  $T_{\text{пл}} 208...210$  °С

*Данная работа выполнена при финансовой поддержке Международного научного фонда, грант № NQN000.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровик В. П., Седова В. Ф., Шкурко О. П. // ХГС. — 1993. — № 11. — С. 1534.
2. Comprehensive Heterocyclic Chemistry / Eds. A. R. Katritzky, C. W. Rees. — Oxford: Pergamon, 1984. — Vol. 6. — P. 120.
3. Smalley R. K. // Adv. Heterocycl. Chem. — 1981. — Vol. 29. — P. 43.
4. Jpn. Kokai Tokyo Koho 85.252.472 / Ataka K., Watanabe M. // C. A. — 1986. — Vol. 104. — 207253.
5. Kim K. A., Park S. Y., Kim N., Hong S. J., Sasabe H. // J. Appl. Polym. Sci. — 1992. — Vol. 46. — P. 1; C. A. — 1992. — Vol. 117. — 172204.
6. Stille J. K., Harris R. M., Padaki S. M. // Macromolecules. — 1981. — Vol. 14. — P. 486; C. A. — 1981. — Vol. 95. — 7807.
7. Fr. Demande 2.536.079 / Papir Y. S. // C. A. — 1984. — Vol. 101. — 131334.
8. Prabhu V. S., Seshadri S. // Dyes Pigm. — 1984. — Vol. 5. — P. 371; C. A. — 1984. — Vol. 101. — 172997.
9. Печенина В. М., Мухина Н. А., Клименко В. Г., Граник В. Г. // ХГС. — 1986. — № 8. — С. 1082.
10. Jaszowska A., Serafinowa B. // Roczn. Chem. — 1972. — Vol. 46. — P. 2051.
11. Vejdeck Z., Rajsner M., Dlabac A., Ryska M., Holubek J., Svatek E., Protiva M. // Collection. — 1980. — Vol. 45. — P. 3593.
12. Makosza M., Jagusztyn-Grochowska J. M., Jawdosiuk M. // Roczn. Chem. — 1976. — Vol. 50. — P. 1841.
13. Makosza M., Jagusztyn-Grochowska J. M., Ludwikow M., Jawdosiuk M. // Tetrahedron. — 1974. — Vol. 30. — P. 3723.
14. Giovannini E., De Sousa B. F. S. // Helv. Chim. Acta. — 1979. — Vol. 62. — P. 185.
15. Mataev V. P., Shkurko O. P., Baram S. G. // Adv. Heterocycl. Chem. — 1987. — Vol. 42. — P. 1.
16. Davis R. B., Pizzini L. C. // J. Org. Chem. — 1960. — Vol. 25. — P. 1884.
17. Рыбалова Т. В., Седова В. Ф., Гатилов Ю. П., Шкурко О. П. // Ж. структур. химии. — 1994. — Т. 35. — С. 202.
18. Behr L. C., Fusco R., Jarboe C. H. Pyrazoles, pyrazolines, pyrazolidines, indazoles and condensed rings. — New York: Intersci., 1967. — P. 289.
19. Lee J. H., Matsumoto A., Yoshida M., Simamura O. // Chem. Lett. — 1974. — N 9. — P. 951.
20. Baiocchi L., Corsi G., Palazzo G. // Synthesis. — 1978. — P. 633.
21. Пат. Российской Федерации (положит. решение на заявку 5058229/04 от 01.08.92) / Боровик В. П., Седова В. Ф., Шкурко О. П.