ХИМИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. — 1993. — № 9. — С. 1271—1276

В. И. Келарев, Р. А. Караханов, Ю. Н. Поливин,
А. М. Куатбеков, А. С. Ремизов, А. И. Микая

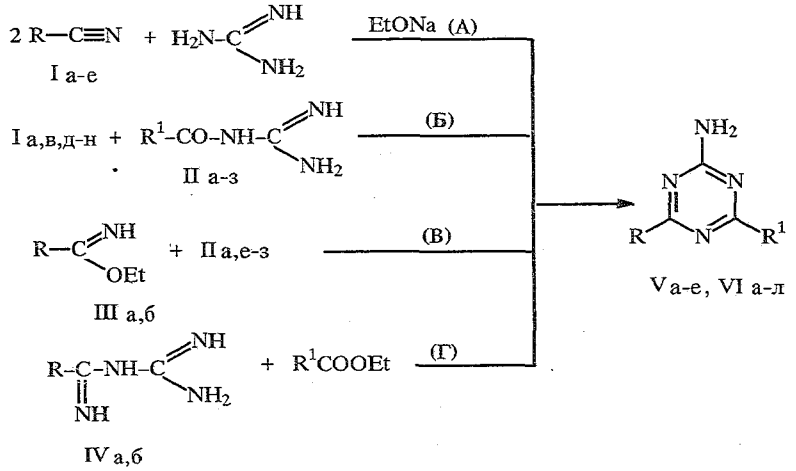
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ *сим*-ТРИАЗИНА

11*. СИНТЕЗ 2-АМИНО-*сим*-ТРИАЗИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ АЛКИЛЬНЫЕ РАДИКАЛЫ

Циклоконденсацией алифатических нитрилов с гуанидином синтезированы 2-амино-4,6-диалкил-*сим*-триазины. Взаимодействием N-ацилгуанидинов с нитрилами или иминоэфирами получены 2-амино-4-алкил-6-замещенные *сим*-триазины. Аминотриазины этого типа образуются также при конденсации N-имидоилгуанидинов со сложными эфирами.

В продолжение исследований по синтезу производных *сим*-триазина, содержащих алкильные радикалы [2—4], нами синтезированы 2-амино-*сим*-триазины, содержащие алкильные радикалы нормального строения C_5...C_{17}. Соединения этого типа могут представить интерес как стабилизаторы и добавки к полимерным материалам, маслам и топливам.

6-Замещенные 2-амино-4-алкил-*сим*-триазины были получены несколькими способами, которые обычно применяются при синтезе моноамино-*сим*-триазинов: конденсацией алифатических нитрилов (I) с гуанидином [5—7] (метод А) или с N-ацилгуанидинами (II) [7, 8] (метод Б); конденсацией N-ацилгуанидинов II с иминоэфирами карбоновых кислот (III) [7, 9] (метод В) и конденсацией N-имидоилгуанидинов (IV) с эфирами кислот [7, 9, 10] (метод Г). Следует отметить, что методы Б—Г позволяют получать амино-*сим*-триазины, содержащие в кольце два различных заместителя.



Iа—е, Va—е (R=R^1) а R = C_5H_{11}, б R = C_6H_{13}, в R = C_8H_{17}, г R = $C_{10}H_{21}$, д R = $C_{12}H_{25}$, е R = $C_{15}H_{31}$; Iж—и ж R = Me, з R = Ph, и R = CCl_3; IIа—з а R^1 = C_5H_{11}, б R^1 = C_6H_{13}, в R^1 = $C_{12}H_{25}$, г R^1 = $C_{13}H_{27}$, д R^1 = $C_{17}H_{35}$, е R^1 = Ph, ж R^1 = CCl_3, з R^1 = фурил-2; IIIа,б а R = C_5H_{11}, б R = пиридил-3; IVа,б а R = Ph, б R = пиридил-3; VIа—л а R = C_5H_{11}, R^1 = Ph; б R = C_8H_{17}, R^1 = Ph; в R = C_5H_{11}, R^1 = Cl_3C; г R = C_5H_{11}, R^1 = фурил-2; д R = Me, R^1 = C_6H_{13}; е R = Me, R^1 = $C_{13}H_{27}$; ж R = Me, R^1 = $C_{17}H_{35}$; з R = Ph, R^1 = $C_{13}H_{27}$; и R = Cl_3C, R^1 = $C_{12}H_{25}$; к R = Cl_3C, R^1 = $C_{17}H_{35}$; л R = пиридил-3, R^1 = C_5H_{11}

* Сообщение 10 см. [1].

Таблица 1

Характеристики синтезированных соединений

Соединение	Брутто-формула	$T_{пл}$, °C*	R_f**	Спектр ПМР, δ, м. д.***					Выход, % (метод)
				CH_3, т	CH_2, м	CH_2, т	NH_2 (ш. с, 2H)	Другие протоны	
Va	$C_{13}H_{24}N_4$	79...80,5	0,68 (а)	1,14 (6H)	1,26...1,38 (12H)	3,18 (4H)	5,69	—	60 (А), 64 (Б), 83 (В)
Vб	$C_{15}H_{28}N_4$	82...83	0,50 (б)	1,12 (6H)	1,32...1,46 (16H)	3,08 (4H)	5,60	—	52 (А)
Vв	$C_{19}H_{36}N_4$	90...91,5	0,42 (б)	1,21 (6H)	1,28...1,74 (24H)	2,96 (4H)	5,78	—	55 (А)
Vг	$C_{23}H_{44}N_4$	85...86	0,56 (б)	1,14 (6H)	1,26...2,04 (32H)	2,92 (4H)	6,28	—	50 (А)
Vд	$C_{27}H_{52}N_4$	87...88	0,52 (б)	1,08 (6H)	1,30...1,96 (40H)	2,88 (4H)	6,08	—	45 (А), 86 (Б)
Ve	$C_{33}H_{64}N_4$	92...93	0,48 (б)	1,20 (6H)	1,30...1,88 (52H)	3,10 (4H)	6,15	—	48 (А)
VIa	$C_{14}H_{18}N_4$	134...135,5	0,29 (б)	1,15 (3H)	1,30...1,41 (6H)	3,04 (2H)	5,82	6,88...7,08 (5H, м, аром.)	73 (Б), 82 (В), 91 (Г)
VIб	$C_{17}H_{24}N_4$	146...147	0,54 (а)	1,18 (3H)	1,34...1,60 (12H)	3,20 (2H)	5,73	6,92...7,16 (5H, м, аром.)	84 (Б), 93 (Г)
VIв	$C_9H_{13}Cl_3N_4$	148...149	0,42 (в)	1,10 (3H)	1,38...1,50 (6H)	3,12 (2H)	6,10	—	78 (Б), 85 (В)
VIг	$C_{12}H_{16}N_4$	210 (разл.)	0,36 (а)	1,15 (3H)	1,28...1,41 (6H)	3,08 (2H)	5,85	6,12 (1H, д. д. 4-H фурана, J_{34} = 3,5 Гц), 6,28 (1H, д. д, 3-H фурана, J_{35} = 0,8 Гц), 7,10 (1H, д. д, 5-H фурана, J_{45} = 1,8 Гц)	76 (Б), 90 (В)
VIд	$C_{10}H_{18}N_4$	142....143,5	0,74 (в)	1,16 (3H)	1,42...1,80 (8H)	3,10 (2H)	5,66	2,32 (3H, с, Me)	60 (Б)
VIe	$C_{17}H_{32}N_4$	126...126,5	0,64 (б)	1,22 (3H)	1,31...1,92 (22H)	2,93 (2H)	5,60	2,54 (3H, с, Me)	87 (Б)
VIж	$C_{21}H_{40}N_4$	129...130	0,58 (б)	1,18 (3H)	1,30...2,06 (30H)	2,98 (2H)	5,86	2,45 (3H, с, Me)	84 (Б)
VIз	$C_{22}H_{34}N_4$	118...119	0,34 (в)	1,06 (3H)	1,24....2,02 (22H)	2,83 (2H)	6,04	7,02....7,18 (5H, м, аром.)	89 (Б)
VIи	$C_{16}H_{27}Cl_3N_4$	140...141,5	0,87 (б)	1,25 (3H)	1,38...1,90 (20H)	3,30 (2H)	6,14	—	92 (Б)
VIк	$C_{21}H_{37}Cl_3N_4$	163...164	0,81 (б)	1,21 (3H)	1,25...1,98 (30H)	3,15 (2H)	5,92	—	90 (Б)
VIл	$C_{13}H_{17}N_5$	164...165	0,78 (в)	1,14 (3H)	1,30...1,44 (6H)	3,22 (2H)	5,78	7,38...7,78 (4H, м, аром.)	89 (В), 92 (Г)

* Соединения очищены перекристаллизацией: Va,б — из смеси этанол—гексан, 5 : 1; Vв, VIa,б,л — из этанола; Vг—е, VIд,ж—н — из водного этанола; VIв,г,к — из водного ДМФА; VIe — из ацетонитрила.
** ТСХ на Al_2O_3; в скобках приведены системы растворителей (см. экспериментальную часть).
*** Спектры соединений Va—е, VIб,е—з,л сняты в ДМСО-D_6; VIa,в,г,и,к — в ацетоне-D_6; VIд — в CD_3OD.

Конденсацией по методу А из нитрилов Iа—е нами получены 2-амино-4,6-диалкил-*сим*-триазины (Va—е). Лучшие выходы этих продуктов (45...60%) были достигнуты при продолжительном кипячении реагентов (молярное соотношение 2 : 1) в бутаноле в присутствии этилата натрия. При этом наряду с 2-амино-*сим*-триазинами Va—е были выделены неидентифицированные высокоплавкие продукты побочных реакций ($T_{пл}$> >320 °С), плохо растворимые в большинстве органических растворителей.

По методу Б из нитрилов Iа,в,д—и и N-ацилгуанидинов IIа—з с выходами 60...92% образуются 2-амино-4,6-диалкил-*сим*-триазины Va,д и 6-замещенные 2-амино-4-алкил-*сим*-триазины VIа—к (табл. 1). Соединения Va,д и VIа—г,з были синтезированы при нагревании (140...150 °С; 6...8 ч) соответствующих нитрилов с N-ацилгуанидинами IIа—з (молярное соотношение 4 : 1). 2-Амино-*сим*-триазины VIе,ж,и,к получали при продолжительном кипячении (18...20 ч) N-ацилгуанидинов IIв—д в избытке ацетонитрила Iж или трихлорацетонитрила Iз.

В результате конденсации N-ацилгуанидинов IIа,е—з с реакционноспособными иминоэфирами IIIа,б по методу В после непродолжительного кипячения эквимолекулярных количеств этих реагентов в этаноле с высокими выходами образуются 2-амино-*сим*-триазины Va и VIа,в,г,л (табл. 1). В качестве побочных продуктов при помощи ТСХ обнаружены нитрилы и амиды капроновой и никотиновой кислот.

Аналогично из N-имидоилгуанидинов IVа,б и эфиров соответствующих кислот (метод Г) синтезировали 2-амино-*сим*-триазины VIа,б,л.

В ИК спектрах всех синтезированных 2-амино-*сим*-триазинов Va—е и VIа—л наблюдаются максимумы поглощения переменной интенсивности в области 1570...1555, 1530...1520, 1425...1410, 1120...1095, 1010...995, 815...805 и 720...705 $см^{-1}$, характерные для валентных внеплоскостных и плоскостных деформационных колебаний кольца *сим*-триазина [1—4, 11, 12]. В спектрах *сим*-триазинов, содержащих трихлорметильные группы (VIв,и,к), эти полосы смещены в низкочастотную область по сравнению со спектрами других амино-*сим*-триазинов. В области валентных колебаний NH в спектрах всех соединений имеются две широкие полосы поглощения: одна из них наблюдается в диапазоне 3330...3285 (ν_{as}NH), другая проявляется в интервале 3180...3155 $см^{-1}$ (ν_{as} NH). Такое положение и форма дублета валентных колебаний NH свидетельствуют о наличии в этих соединениях в кристаллическом состоянии прочной водородной связи [4, 11]. Интенсивные максимумы поглощения в области 1660...1635 $см^{-1}$ относятся к ножничным колебаниям связей NH в первичных аминогруппах *сим*-триазинов [4, 13].

В спектрах ПМР 2-амино-*сим*-триазинов Va—е и VIа—л (табл. 1) сигналы протонов аминогрупп представлены в виде уширенных синглетов интенсивностью в две протонные единицы в интервале 5,60...6,26 м. д. [1, 4]. В спектрах этих соединений в области 1,08...3,30 м. д. наблюдаются три группы сигналов, относящихся к протонам алкильных радикалов. Сигналы протонов метильных групп имеют вид симметричных триплетов при 1,08...1,25 м. д. Сложные мультиплеты в интервале 1,26...2,04 м. д. следует приписать протонам метиленовых звеньев, а несимметричные триплеты, смещенные в слабое поле (2,83...3,30 м. д.) — группам CH_2, связанным с триазиновым кольцом [2, 3].

Масс-спектры синтезированных 2-амино-*сим*-триазинов также хорошо подтверждают предложенное строение. Найденные молекулярные массы веществ соответствуют расчетным, а характер фрагментации согласуется с приводимыми структурами. В масс-спектрах всех изученных *сим*-триазинов Va—е и VIа—л (табл. 2) присутствуют пики молекулярных ионов $M^{+\cdot}$ (5,0...37,0%), стабильность которых зависит от склонности заместителей к фрагментации под электронным ударом. Все спектры содержат пики ионов

Таблица 2

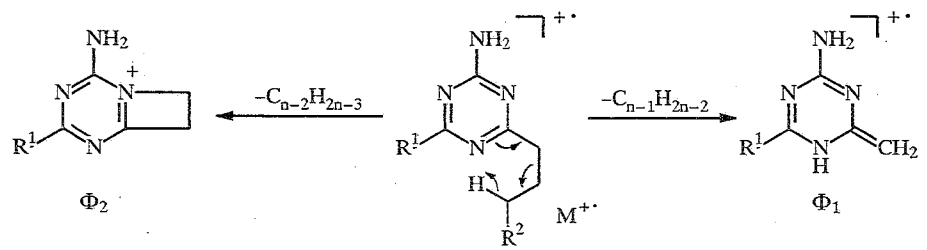
Масс-спектры 2-амино-4-алкил-6-замещенных *сим*-триазинов

Соединение	Значения m/z ($I_{отн}$, %)*
Va	236 (M^+, 7,5), 235 (3), 193 ($Ф_2$, 22,5), 192 (4), 180 ($Ф_1$, 100), 151 (3), 137 ($Ф_3$, 65), 124 ($Ф_4$, 27), 97 (24), 96 (32)
Vб	264 (M^+, 6,5), 263 (3), 235 (5), 207 ($Ф_2$, 15), 194 ($Ф_1$, 100), 165 (7), 151 (10), 137 ($Ф_3$, 54), 124 ($Ф_4$, 37), 97 (28), 96 (19)
Vв	320 (M^+, 7), 319 (4), 277 (5), 235 ($Ф_2$, 25), 222 ($Ф_1$, 100), 193 (12), 137 ($Ф_3$, 59), 124 ($Ф_4$, 18), 97 (30), 96 (25)
Vд	432 (M^+, 9), 431 (4), 291 ($Ф_2$, 27), 290 (10), 278 ($Ф_1$, 100), 154 (27), 153 (10), 137 ($Ф_3$, 63), 124 ($Ф_4$, 21), 96 (28)
Ve	516 (M^+, 6), 515 (3), 333 ($Ф_2$, 18), 320 ($Ф_1$, 100), 196 (14), 182 (9), 137 ($Ф_3$, 63), 124 ($Ф_4$, 12), 97 (24), 96 (38)
VIa	242 (M^+, 37), 241 (13), 213 (7), 199 ($Ф_2$, 23), 186 ($Ф_1$, 100), 185 (15), 104 ($Ф_6$, 35), 103 ($Ф_5$, 76), 77 (22), 51 (45)
VIб	284 (M^+, 32), 283 (7), 241 (12), 199 ($Ф_2$, 17), 186 ($Ф_1$, 100), 185 (14), 104 ($Ф_6$, 23), 103 ($Ф_5$, 70), 77 (32), 51 (24)
VIв	282** (M^+, 5), 247** ($Ф_8$, 30), 239** ($Ф_2$, 21), 221 ($Ф_1$, 76), 212** ($Ф_7$, 100), 186** (8), 151** (18), 117** ($Ф_9$, 26), 116 (8), 108** ($Ф_{10}$, 61)
VIг	232 (M^+, 33), 203 (M-HCO, 36), 193 (M-C_3H_3, 9), 189 ($Ф_2$, 52), 176 ($Ф_1$, 100), 165 (32), 94 ($Ф_6$, 38), 93 ($Ф_5$, 70), 67 (9), 39 (13)
VIe	292 (M^+, 15), 291 (6), 168 (17), 154 (54), 137 ($Ф_2$, 26), 124 ($Ф_1$, 100), 97 (37), 96 (11), 83 (14), 82 (10)
VIи	380** (M, 9), 345** ($Ф_8$, 52), 310** ($Ф_7$, 100), 275 (31), 239** ($Ф_2$, 27), 221** ($Ф_1$, 67), 186** (17), 151 (7), 117** ($Ф_9$, 18), 108** ($Ф_{10}$, 32)
VIк	450** (M^+, 5,5), 415** ($Ф_8$, 43), 380** ($Ф_7$, 100), 239** ($Ф_2$, 21), 221** ($Ф_1$, 81), 166** (8), 131** (18), 117** ($Ф_9$, 26), 108** ($Ф_{10}$, 61), 96 (7)
VIл	243 (M^+, 18), 242 (8), 214 (5), 200 ($Ф_2$, 22), 187 ($Ф_1$, 100), 186 (32), 105 ($Ф_6$, 30), 104 ($Ф_5$, 67), 78 (21), 51 (19)

* Приведены десять наиболее интенсивных пиков в масс-спектре.

** Ионы, содержащие изотоп ^{35}Cl.

$[M-H]^+$, интенсивность которых примерно в 2 раза меньше интенсивности соответствующего $M^{+\cdot}$, что характерно для аминопроизводных *сим*-триазина [14]. Для соединений Va—е, VIa—л, содержащих легко расщепляющиеся под электронным ударом алкильные заместители, конкурирующий распад триазинового цикла не характерен, однако присутствие последнего обеспечивает весьма специфические направления фрагментации. Первичная фрагментация молекулярных ионов $M^{+\cdot}$ в масс-спектрах 2-амино-4,6-диалкил-*сим*-триазинов Va—е и 6-замещенных 2-амино-4-алкил-*сим*-триазинов VIa,б,г—з,л происходит по нескольким конкурирующим направлениям. Основной распад $M^{+\cdot}$ этих соединений связан с β-расщеплением связи С—С алкильного радикала и элиминированием алкена состава $C_{n-1}H_{2n-2}$ в результате перегруппировки Мак-Лафферти [3, 15]. При этом образуются осколочные ионы $Ф_1$, интенсивность которых является максимальной в масс-спектрах указанных соединений.



В меньшей степени в масс-спектрах этих соединений проявляется параллельно протекающее элиминирование алкильного радикала состава $C_{n-2}H_{2n-3}$, приводящее к ионам $Ф_2$, интенсивность пиков которых составляет 15...27% от максимальной. Дальнейший распад ионов $Ф_1$ для диалкил-*сим*-триазинов Va—е связан с легким отщеплением радикала $C_{n-2}H_{2n-3}$ за счет второй алкильной группы. Интенсивность пиков соответствующих ионов $[M-C_{n-1}H_{2n-2}-C_{n-2}H_{2n-3}]^+$ (ион $Ф_3$; m/z 137) составляет 54...67% от максимальной. Труднее происходит выброс из иона $Ф_1$ второй молекулы алкена $C_{n-1}H_{2n-2}$ (ион $Ф_4$; m/z 124).

В масс-спектрах 2-амино-4-алкил-6-фенил(гетерил)-*сим*-триазинов (VIa,б,г,л) наблюдаются заметные процессы, обусловленные расщеплением триазинового цикла в ионе $Ф_1$. Деструкция цикла в ионе $Ф_1$ происходит с образованием как нечетноэлектронного фрагмента $[R^1CN]^{+\cdot}$ (ион $Ф_5$), так и четноэлектронного фрагмента $[R^1CNH]^+$ (ион $Ф_6$), что характерно для арил- и гетерилзамещенных *сим*-триазинов [14, 16]. Интенсивность пиков ионов $Ф_5$ в спектрах указанных соединений составляет 70...76%, а интенсивность пиков ионов $Ф_6$ — 22...48% от максимальной.

В масс-спектре 2-амино-*сим*-триазина VIг наблюдаются также процессы, связанные с конкурентным распадом фуранового цикла и приводящие к образованию осколочных ионов с m/z 203 $[M-HCO]^+$, m/z 193 $[M-C_3H_3]^+$ и m/z 39 [16].

Основной путь фрагментации молекулярных ионов $M^{+\cdot}$ в масс-спектрах соединений VIв,и,к обусловлен элиминированием из $M^{+\cdot}$ последовательно трех атомов хлора, причем пики ионов $[M-Cl_2]^{+\cdot}$ (ион $Ф_7$) имеют максимальную интенсивность, а пики ионов $[M-Cl]^{+\cdot}$ (ион $Ф_8$) — интенсивность 30...52% от максимальной. Второй путь распада обусловлен β-расщеплением связей С—С алкильных радикалов с образованием осколочных ионов с m/z 239 (ион $Ф_2$) и m/z 221 (ион $Ф_1$). При дальнейшей фрагментации иона $Ф_1$ происходит последовательное элиминирование трех атомов хлора. В масс-спектрах амино-*сим*-триазинов VIв,и,к присутствуют также пики ионов с m/z 117 $[Cl_3C]^+$ (ион $Ф_9$) и с m/z 108 $[Cl_2CCN]^+$ (ион $Ф_{10}$).

Отметим, что в масс-спектрах изученных 2-амино-*сим*-триазинов Va—е и VIa—л наблюдаются также малоинтенсивные пики ионов, соответствующие выбросу из молекулярного иона радикалов C_mH_{2m+1} (m = 1...n-3, где n — число углеродных атомов).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры сняты на приборе UR-20 в таблетках с KBr. Спектры ПМР записаны на спектрометре Bruker WP-80 SY, внутренний стандарт ТМС. Масс-спектры получены на приборе LKB-2091 с использованием системы прямого ввода образца в ионный источник (энергия ионизирующих электронов 70 эВ, ток эмиссии 25 мкА, температура ионного источника 200 °С) при температуре испарения образцов 130...150 °С. Контроль за ходом реакций и чистотой полученных соединений вели с помощью ТСХ на Al_2O_3 (III ст. акт. по Брокману) в системах растворителей CCl_4—этанол, 15 : 1 (а); бензол—метанол, 20 : 1 (б) и бензол—метанол, 10 : 1 (в); проявление парами йода.

Исходные N-гексаноил- (IIа) [17], N-гептаноил- (IIб) [17], N-бензоил- (IIе) [18], N-трихлорацетил- (IIж) [18] и N-(фуроил-2)гуанидины (IIз) [19]; этиловые иминоэфиры капроновой (IIIа) [20] и никотиновой кислоты (IIIб) [21] получены по указанным методикам. N-Тридеканоил- (IIв) [2], N-тетрадеканоил- (IIг) [2] и N-октадеканоилгуанидин (IId) [2], а также N-бензимидоил- (IVa) [7] и N-(пиридил-3-имидоил)гуанидин (IVб) [7] синтезированы ранее.

Характеристики впервые синтезированных триазинов приведены в табл. 1, данные элементного анализа для них на С, Н и N соответствуют вычисленным.

2-Амино-4,6-диалкил-*сим*-триазины (Va—е). А. К раствору этилата натрия, полученному из 0,74 г (32 ммоль) натрия в 50 мл абсолютного этанола, прибавляют порциями 2,02 г (30 ммоль) гидрохлорида гуанидина. Реакционную смесь кипятят 1 ч, охлаждают до 0 °С, выпавший осадок NaCl отфильтровывают, фильтрат упаривают в вакууме. Остаток растворяют в 100 мл бутанола, прибавляют 60 ммоль нитрила Iа—е и раствор кипятят при перемешивании 18...20 ч до исчезно-

вения (по данным ТСХ) исходного нитрила. Растворитель отгоняют в вакууме, остаток промывают горячим гексаном (3 × 15 мл) и кристаллизуют из подходящего растворителя (см. табл. 1).

2-Амино-4-пентил-6-фенил-*сим*-триазин (VIа). Б. Смесь 4,65 г (48 ммоль) нитрила Ia и 1,95 г (12 ммоль) N-бензоилгуанидина (IIе) перемешивают 8 ч при 150 °С. Реакционную смесь упаривают при пониженном давлении, остаток промывают эфиром (3 × 15 мл).

Аналогично синтезируют **2-амино-*сим*-триазины Va,д и VIб—г,з.**

2-Амино-4-додецил-6-трихлорметил-*сим*-триазин (VIи). Б. Смесь 10,0 г (70 ммоль) трихлорацетонитрила Iи и 3,06 г (12 ммоль) N-ацилгуанидина IIв кипятят при перемешивании 18...20 ч до исчезновения в реакционной смеси исходного IIв (по данным ТСХ). Реакционную смесь упаривают при пониженном давлении, остаток промывают эфиром, получают *сим*-триазин VIи.

Аналогично синтезируют *сим*-триазины VIе,ж,к.

2-Амино-4-пентил-6-(фурил-2)-*сим*-триазин (VIг). В. Смесь 2,29 г (15 ммоль) N-ацилгуанидина IIз и 2,14 г (15 ммоль) этилового иминоэфира IIIа в 40 мл абсолютного этанола кипятят при перемешивании 2 ч, охлаждают до 20 °С и выливают в 200 мл холодной воды. Выделившийся осадок продукта VIг отфильтровывают и высушивают в вакууме над P_2O_5.

Аналогично синтезируют 2-амино-*сим*-триазины Va и VIа,в,л.

2-Амино-4-октил-6-фенил-*сим*-триазин (VIб). Г. Смесь 3,24 г (20 ммоль) N-имидоилгуанидина IVa и 3,72 г (20 ммоль) этилового эфира пеларгоновой кислоты в 50 мл абсолютного этанола кипятят и далее обрабатывают, как описано для соединения VIг, получая *сим*-триазин VIб.

Аналогично синтезируют 2-амино-*сим*-триазины VIа,л.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Келарев В. И., Ремизов А. С., Караханов Р. А., Поливин Ю. Н., Ойетайо Д.* // ХГС. — 1992. — № 10. — С. 1312.
2. *Келарев В. И., Аммар Диби, Лунин А. Ф.* // ХГС. — 1985. — № 11. — С. 1557.
3. *Келарев В. И., Аммар Диби, Лунин А. Ф., Малова О. В.* // ЖОрХ. — 1985. — Т. 21. — С. 1306.
4. *Келарев В. И., Караханов Р. А., Завьялов В. И., Аммар Диби, Головин А. Н., Лисицын Е. А., Беллуль М.* // ЖОрХ. — 1988. — Т. 24. — С. 1100.
5. Pat. 1212547 BRD / *Kabbe H., Eiter K., Moelle F.* // C. A. — 1966. — Vol. 64. — 15900.
6. *Alsofrom D., Grossberg H., Sheffer H.* // J. Heterocycl. Chem. — 1976. — Vol. 13, N 4. — P. 917.
7. *Келарев В. И., Караханов Р. А., Беллуль М., Ушакова Р. А., Микая А. И.* // ХГС. — 1988. — № 5. — С. 674.
8. *Russel R. B., Hitchings G. H., Chase B. H.* // J. Amer. Chem. Soc. — 1952. — Vol. 74 , N 21. — P. 5403.
9. *Келарев В. И., Караханов Р. А., Кокосова А. С., Ганкин Г. Д.* // ХГС. — 1992. — № 9. — С. 1250.
10. *Nagasaka H., Joshikawa E., Odo K.* // J. Synt. Org. Chem. Japan. — 1967. — Vol. 25. — P. 1048.
11. *Финкельштейн А. И., Бойцов Е. Н.* // Усп. химии. — 1962. — Т. 31. — С. 1496.
12. Физические методы в химии гетероциклических соединений / Под ред. А. Р. Катрицкого. — М.; Л.: Химия, 1966. — С. 594.
13. *Финкельштейн А. И.* // Опт. и спектр. — 1958. — Т. 5. — С. 264.
14. *Preston P. N., Steedmann P. W., Palmer M. H., Mackenzie S. M., Stevens M. F.* // Org. Mass Spectrom. — 1970. — Vol. 3, N 7. — P. 863.
15. *Джонсон Р.* Руководство по масс-спектрометрии для химиков-органиков. — М.: Мир, 1975. — 236 с.
16. *Porter Q. H., Balders J.* Mass-Spectrometry of Heterocyclic Compounds. — N. Y.: Willey-Intersci., 1971. — P. 376.
17. Beilst. — 1932. — Bd 3. — S. 75.
18. *Traube W.* // Chem. Ber. — 1910. — Bd 43, N 8. — S. 3590.
19. *Смолярчук А. А., Коберник А. П., Иванова Н. И., Скворцов И. М., Алексашин Ю. В.* // Хим.-фарм. журн. — 1976. — Т. 10. , № 7. — С. 72.
20. *Дроздов А. М., Бехли Е. Н.* // ЖОХ. — 1944. — Т. 14 , № 2. — С. 289.
21. *Watanabe H., Kikugawa Y., Yamada S.* // Chem. Pharm. Bull. — 1973. — Vol. 21 , N 3. — P. 465.

Государственная академия нефти и газа им. И. М. Губкина, Москва 117917

Поступило в редакцию 05.07.93