

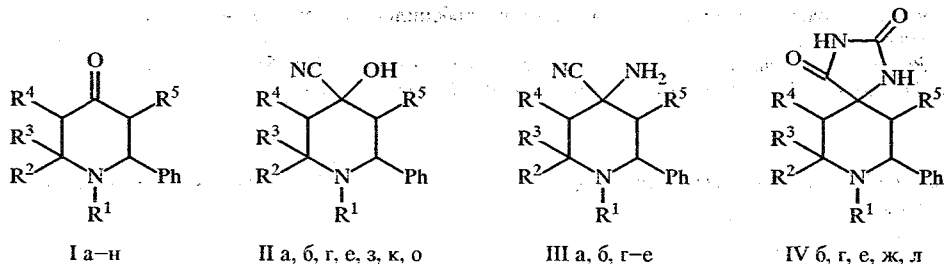
А. С. Московкин, М. Ю. Дьяков, Т. Д. Соколова,  
Б. В. Унковский

### МАСС-СПЕКТРЫ 4-ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ 2-ФЕНИЛПИПЕРИДИНОВ

Основные направления масс-спектрального распада 4-функционально замещенных 2-фенилпиперидинов однотипны и связаны преимущественно с расщеплением пиперидинового цикла и потерей молекул алкенов, содержащих функциональные группы.

В продолжение наших исследований [1—3] по изучению закономерностей синтеза и свойств производных 2-фенилпиперидинов в настоящей работе изучено масс-спектральное поведение 4-функционально замещенных 2-фенилпиперидинов I—IV. До сих пор подробное изучение масс-спектров соединений этого типа проведено только для метилзамещенных 4-пиперидинов [4—10], а также некоторых метилзамещенных 4-амино-4-циано- и 4-гидрокси-4-цианопиперидинов и пиперидин-4-спирогидантоинов [8, 9]. Для фрагментации всех этих соединений под действием электронного удара характерно образование интенсивных ионов, обусловленных отрывом заместителя из  $\alpha$ -положения по отношению к атому азота пиперидинового цикла. Литературные данные по фрагментации 4-функционально замещенных фенилпиперидинов касаются только двух производных 2,6-дифенил-4-пиперидона [5, 11].

Строение производных 2-фенил-4-пиперидона I, 4-гидрокси-4-циано-2-фенилпиперидина II, 4-амино-4-циано-2-фенилпиперидина III и 2-фенилпиперидин-4-спирогидантоина IV установлено с помощью спектров ПМР и ЯМР  $^{13}\text{C}$  [1—3, 12].



Iа—н, IIа,б,г,е,з,к,о, IIIа,б,г—е, IVб,г,е,ж,л а  $\text{R}^5 = \text{Me}$ ; б  $\text{R}^1 = \text{R}^5 = \text{Me}$ ; в  $\text{R}^4 = \text{Me}$ ; г  $\text{R}^1 = \text{R}^4 = \text{Me}$ ; д  $\text{R}^4 = \text{R}^5 = \text{Me}$ ; е  $\text{R}^1 = \text{R}^4 = \text{R}^5 = \text{Me}$ ; ж  $\text{R}^2 = \text{R}^3 = \text{Me}$ ; з  $\text{R}^1 = \text{R}^2 = \text{R}^3 = \text{Me}$ ; и  $\text{R}^2 = \text{Ph}$ ,  $\text{R}^5 = \text{Me}$ ; к  $\text{R}^2 = \text{Ph}$ ,  $\text{R}^4 = \text{R}^5 = \text{Me}$ ; л  $\text{R}^1 = \text{Me}$ ; м  $\text{R}^1 = \text{Et}$ ; н  $\text{R}^1 = \text{Pr}$ ; о  $\text{R}^1 = \text{R}^5 = \text{Me}$ ,  $\text{R}^2 = \text{Ph}$ , остальные  $\text{R} = \text{H}$

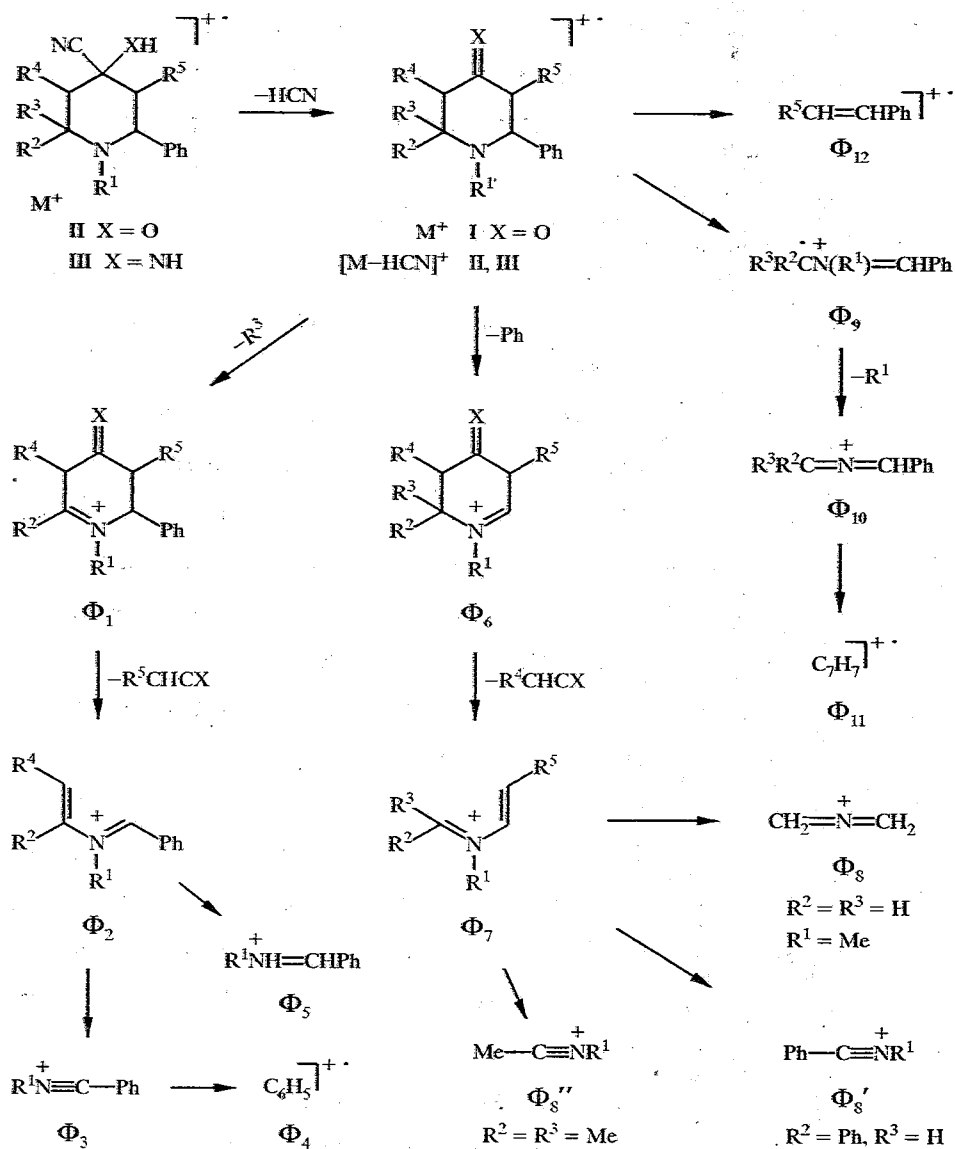
Масс-спектры изученных соединений I—IV приведены в табл. 1. Пики молекулярных ионов  $\text{M}^+$  4-пиперидинов I достаточно интенсивны, а в спектре 1-метил-2-фенил-4-пиперидона Iл является максимальным (табл. 1). Распад ионов  $\text{M}^+$  I согласуется с фрагментацией ранее изученных 4-пиперидинов [4—9, 11]. Отщепление атома водорода из  $\alpha$ -положения по отношению к атому азота в молекулярных ионах соединений Iа—е, л—н (или метильного радикала) для соединений Iж,з) приводит к образованию фрагментов  $\Phi_1$  (табл. 2). Отношение интенсивностей пиков ионов  $\text{M}^+$  и  $\Phi_1$  является характерным для масс-спектров изученных соединений (для соединений Iа,в,д  $I_{\text{M}^+}/I_{\Phi_1} = 24,2—27,5$ , а для их N-метильных аналогов Iб,г,е — 2,7—6,6) и позволяет определять наличие или отсутствие метильного

## Масс-спектры\* соединений I—IV

Соединение	Значение $m/z$ (интенсивность, %)
Ia	189 (97), 133 (34), 132 (100), 119 (27), 118 (84), 117 (33), 105 (47), 104 (91), 91 (59), 78 (17), 77 (25)
Iб	203 (76), 202 (32), 146 (54), 132 (22), 126 (25), 119 (25), 118 (100), 117 (28), 91 (28), 84 (20), 42 (46)
Iв	189 (68), 146 (53), 119 (11), 118 (32), 105 (24), 104 (100), 103 (14), 91 (23), 78 (11), 77 (15), 56 (11)
Iг	203 (56), 202 (10), 160 (21), 126 (43), 119 (14), 118 (39), 104 (100), 103 (12), 77 (9), 70 (16), 42 (10)
Id	203 (79), 146 (92), 133 (24), 132 (20), 119 (28), 118 (100), 117 (37), 105 (28), 104 (53), 91 (59), 77 (18)
Ie	217 (54), 216 (14), 160 (44), 140 (26), 132 (18), 119 (31), 118 (100), 117 (32), 91 (25), 84 (17), 42 (33)
Iж	203 (50), 188 (50), 160 (25), 146 (39), 131 (78), 106 (40), 104 (100), 103 (29), 77 (29), 58 (40), 42 (47)
Iз	217 (15), 202 (76), 131 (72), 118 (24), 104 (30), 103 (27), 98 (19), 77 (24), 72 (23), 56 (100), 42 (23)
Iи	265 (41), 194 (36), 133 (19), 132 (23), 118 (19), 117 (23), 106 (41), 104 (100), 103 (19), 91 (17), 77 (17)
Ik	279 (51), 195 (20), 194 (82), 146 (26), 133 (52), 118 (100), 117 (83), 115 (21), 106 (41), 104 (21), 91 (38)
Il	189 (100), 188 (30), 146 (42), 119 (21), 118 (82), 112 (79), 104 (65), 103 (21), 77 (25), 70 (48), 42 (67)
Iм	203 (73), 160 (31), 132 (49), 126 (72), 104 (79), 103 (36), 91 (29), 84 (100), 77 (35), 56 (54), 42 (88)
Iн	217 (13), 188 (60), 117 (18), 104 (29), 103 (16), 91 (16), 84 (81), 77 (16), 43 (28), 42 (100), 41 (17)
Iо	216 (0,7), 189 (100), 133 (30), 132 (89), 119 (25), 118 (79), 117 (26), 105 (39), 104 (76), 91 (49), 77 (19)
Iп	230 (4), 203 (100), 202 (41), 146 (58), 132 (28), 126 (31), 119 (27), 118 (98), 91 (23), 84 (22), 42 (60)
Iр	230 (29), 203 (38), 160 (26), 153 (72), 132 (26), 126 (31), 119 (33), 118 (57), 104 (100), 70 (32), 42 (48)
Iс	244 (8), 217 (65), 160 (50), 140 (28), 132 (22), 119 (40), 118 (100), 117 (27), 91 (20), 84 (19), 42 (37)
Iз	244 (0,3), 217 (16), 202 (78), 131 (61), 118 (24), 104 (24), 98 (18), 77 (15), 72 (25), 56 (100), 42 (22)
Iк	306 (0,9), 279 (54), 195 (20), 194 (84), 146 (25), 133 (53), 118 (100), 117 (75), 106 (48), 104 (19), 91 (34)
Iо	306 (3), 279 (51), 146 (29), 120 (79), 119 (18), 118 (100), 117 (24), 104 (90), 91 (23), 77 (16), 42 (45)
Iша	215 (3), 199 (51), 133 (29), 132 (44), 119 (57), 118 (100), 117 (29), 105 (45), 104 (92), 91 (79), 70 (35)
Iшб	229 (5), 203 (35), 202 (37), 159 (60), 158 (53), 146 (39), 132 (39), 125 (96), 118 (100), 117 (33), 91 (43)
Iшг	229 (11), 159 (43), 158 (44), 125 (55), 120 (100), 119 (36), 118 (73), 104 (68), 70 (49), 44 (38), 42 (87)
Iшд	229 (2), 203 (22), 147 (21), 146 (55), 119 (61), 118 (100), 117 (28), 105 (32), 104 (58), 91 (73), 84 (23)
Iше	243 (7), 173 (35), 160 (40), 139 (38), 132 (28), 119 (52), 118 (100), 117 (31), 91 (33), 84 (28), 42 (51)
Ivб	273 (25), 196 (14), 160 (31), 155 (44), 146 (31), 132 (29), 119 (45), 118 (100), 117 (22), 91 (21), 42 (46)
Ivг	273 (29), 196 (58), 169 (100), 160 (36), 154 (32), 146 (54), 119 (49), 118 (76), 104 (66), 70 (61), 42 (64)
Ive	287 (21), 169 (40), 161 (34), 160 (93), 119 (78), 118 (100), 117 (29), 91 (25), 84 (35), 44 (20), 42 (53)
Ivж	273 (0,3), 258 (63), 217 (79), 160 (56), 154 (44), 146 (59), 106 (64), 104 (100), 58 (80), 44 (53), 42 (94)
Ivл	259 (18), 182 (41), 155 (100), 146 (67), 132 (23), 119 (23), 118 (60), 104 (28), 70 (41), 44 (23), 42 (58)

\* Приведены пик молекулярного иона и 10 наиболее интенсивных пиков.

заместителя при атоме азота пиперидинового цикла. Аналогичное различие в соотношении интенсивностей пиков ионов  $M^+$  и  $[M-Me]^+$  ( $\Phi_1$ ) наблюдается и в случае соединений I ж,з. Ретродисновый распад ионов  $\Phi_1$  с потерей молекулы кетона  $R^5CHCO$  приводит к образованию фрагментов  $\Phi_2$ , массовое число которых указывает на наличие метильного заместителя у  $C_3$ - и  $C_5$ -атомов пиперидинового цикла. Фрагменты  $\Phi_2$  могут также образовываться непосредственно из ионов  $M^+$ . Дальнейшая фрагментация ионов  $\Phi_2$  протекает с образованием ионов  $\Phi_3$ — $\Phi_5$ .



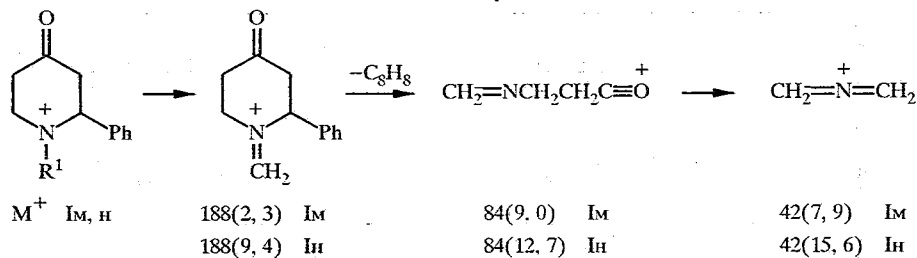
Ранее [5] при изучении масс-спектров 2,6-дифенил-4-пиперидона было показано, что хотя отрыв от иона  $M^+$  фенильного радикала происходит, интенсивность образующегося при этом иона значительно меньше интенсивности иона, обусловленного отрывом метильного радикала в аналогичных метилзамещенных 4-пиперидонах. В масс-спектрах изученных соединений I также наблюдается пик иона  $\Phi_6$ , образующегося в результате потери ионом  $M^+$  фенильного радикала. При этом интенсивность пика

данного иона значительно возрастает в спектрах N-алкильных производных Ib, г, е, л — по сравнению с незамещенными при атоме азота 4-пиперидонами Ia, в, д. Наличие двух *gem*-метильных групп при C<sub>6</sub>-атоме пиперидинового цикла в соединениях Iж, з подавляет процесс образования иона Ф<sub>6</sub> (табл. 2) за счет более легкого отрыва метильного радикала с образованием иона Ф<sub>1</sub>. Практически не наблюдается пик иона Ф<sub>6</sub> в спектрах 2,6-дифенилпроизводных Iи, к. Массовое число иона Ф<sub>7</sub>, образующегося далее в результате ретродиенового распада иона Ф<sub>6</sub> (схема 1), — позволяет установить присутствие метильной группы у атома C<sub>3</sub> пиперидинового цикла.

Синхронный разрыв связей C<sub>2</sub>—C<sub>3</sub> и C<sub>5</sub>—C<sub>6</sub> в ионах M<sup>+</sup> соединений I приводит к образованию ионов Ф<sub>9</sub>, которые далее распадаются с образованием ионов Ф<sub>10</sub> и Ф<sub>11</sub>. Ион Ф<sub>11</sub>, имеющий, по-видимому, тропиловую структуру, является характерным для спектров алкилбензолов [13].

В спектрах всех изученных 4-пиперидонов I наблюдаются пики ионов алкилбензолов Ф<sub>12</sub>, обусловленных одновременным разрывом в ионах M<sup>+</sup> C<sub>3</sub>—C<sub>4</sub>- и C<sub>2</sub>—N-связей. В масс-спектрах соединений Ib, д, е, к максимальную интенсивность имеют пики ионов *m/z* 118\*, а в спектрах соединений Iv, г, ж, и — ионов *m/z* 104 (табл. 1). Этим ионам в случае соединений Ib, в, е, и могут соответствовать две структуры [C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>NR<sup>1</sup>]<sup>+</sup> (ион Ф<sub>3</sub>) и [C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>R<sup>5</sup>]<sup>+</sup> (ион Ф<sub>12</sub>). Относительный вклад изобарных ионов Ф<sub>3</sub> и Ф<sub>12</sub> установлен с помощью масс-спектров высокого разрешения. В спектрах соединений Ib, е иону 118 соответствуют две структуры [C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>N]<sup>+</sup> и [C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>]<sup>+</sup> с отношением интенсивностей 6 : 1, а в спектрах соединений Iv, ж, и иону 104 отвечают две структуры [C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>N]<sup>+</sup> и [C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>]<sup>+</sup> с отношением 1 : 2.

Установленные закономерности распада ионов M<sup>+</sup> соединений Ia—л соблюдаются и в случае N-алкилзамещенных 4-пиперидонов Im, н. Однако для этих соединений доминирующим направлением фрагментации ионов M<sup>+</sup> является потеря части алкильного заместителя при атоме азота и далее молекулы алкилбензола. Большая устойчивость ионов 188 типична для аминных фрагментов, образующихся при отщеплении заместителей из α-положения относительно ионно-радикального центра [14].



Масс-спектры 4-гидрокси-4-циано- (II) и 4-амино-4-цианопиперидинов (III) содержат малоинтенсивные пики ионов M<sup>+</sup> (табл. 1). Для их ранее изученных аналогов — 2-метилпиперидинов [8, 9] наиболее характерной является фрагментация с образованием ионов [M—Me]<sup>+</sup> и [M—Me—HCN]<sup>+</sup>. Пики ионов [M—HCN]<sup>+</sup> в спектрах этих соединений малоинтенсивны. Напротив, для соединений II, III основным направлением распада ионов M<sup>+</sup> является потеря молекулы HCN. Отрыв от ионов M<sup>+</sup> соединений II, III фенильного радикала хотя и происходит, но пики образующихся при этом ионов в спектрах или малоинтенсивны, за исключением соединений Iг, или практически отсутствуют. Дальнейшая фрагментация ионов [M—HCN]<sup>+</sup> протекает по направлениям распада ионов M<sup>+</sup> 4-пиперидонов I (табл. 2). Общим для фрагментации ионов M<sup>+</sup> соединений II, III является потеря

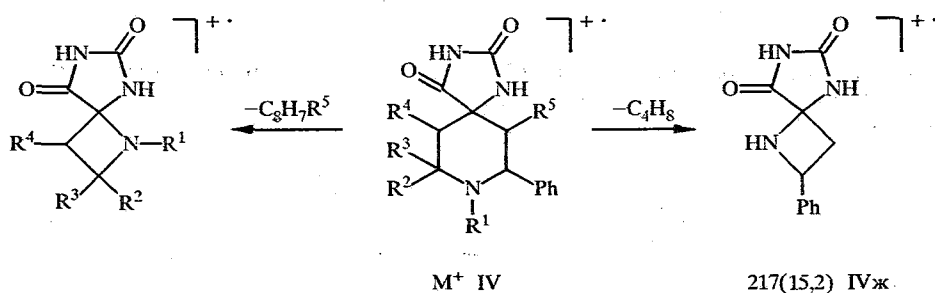
\* Здесь в тексте и на схемах приведены значения *m/z* и в скобках () указана интенсивность пиков ионов по отношению к полному ионному току (% Σ<sub>40</sub>).

Интенсивность пиков характеристических ионов в масс-спектрах соединений I—IV

Соединение	W <sub>M</sub>	Интенсивность (% от полного ионного тока) W <sub>M</sub>													
		[M—HX] <sup>+</sup>	[M—HCN] <sup>+</sup>	Ф <sub>1</sub>	Ф <sub>2</sub>	Ф <sub>3</sub>	Ф <sub>4</sub>	Ф <sub>5</sub>	Ф <sub>6</sub>	Ф <sub>7</sub>	Ф <sub>8—Ф<sup>n</sup>8</sub>	Ф <sub>9</sub>	Ф <sub>10</sub>	Ф <sub>11</sub>	Ф <sub>12</sub>
Ia	12,1	—	—	0,5	10,9	9,9	2,7	1,6	0,3	0,8	—	2,9	7,6	6,4	1,5
Iб	12,3	—	—	4,5	7,6	12,0	2,0	0,8	3,5	2,8	6,5	0,7	Ф <sub>3</sub>	3,9	2,1
Iв	14,6	—	—	0,6	10,0	6,3	2,8	1,0	0,9	2,1	—	2,1	6,0	4,3	12,5
Iг	13,2	—	—	2,0	4,3	7,9	1,9	0,4	8,7	3,3	2,0	0,3	Ф <sub>3</sub>	1,5	20,4
Id	11,0	—	—	0,4	11,0	6,4	2,2	1,3	0,3	0,8	—	3,4	10,0	7,1	2,0
Ie	10,4	—	—	2,3	7,3	14,2	1,6	0,8	4,3	0,6	5,5	0,7	Ф <sub>3</sub>	4,1	2,3
Iж	6,4	—	—	5,5	4,3	3,8	3,2	4,4	0,3	2,6	5,2	0,6	Ф <sub>2</sub>	1,6	7,2
Iз	2,4	—	—	10,6	0,2	3,3	3,3	0,9	0,7	2,6	13,9	—	1,3	1,7	4,2
Iи	8,8	—	—	—	1,1	5,9	3,0	7,3	—	0,5	Ф <sub>3</sub>	6,4	6,4	3,0	11,8
Iк	7,4	—	—	—	0,8	2,4	1,9	4,8	—	3,0	Ф <sub>3</sub>	2,3	9,5	4,4	11,6
Il	11,7	—	—	3,1	4,3	8,4	2,6	0,3	8,1	4,9	6,9	0,3	Ф <sub>3</sub>	1,6	6,7
Iм	7,7	—	—	2,0	2,8	4,4	3,2	0,2	6,5	9,0	4,9	0,1	2,3	2,6	7,1
Ин	2,4	—	—	0,3	0,7	1,9	2,5	—	1,6	1,7	1,5	—	1,7	2,5	4,5
Иа	0,1	0,3	12,7	0,6	11,3	9,7	2,4	1,7	—	0,9	—	3,2	8,7	6,2	1,4
Иб	0,6	1,2	12,7	5,2	7,4	10,7	1,5	0,8	0,3	2,8	7,6	0,8	Ф <sub>3</sub>	2,9	1,8
Иг	3,8	0,7	4,3	0,7	2,9	6,4	2,0	0,6	8,1	3,6	5,4	0,8	Ф <sub>3</sub>	1,7	11,2
Ие	1,5	0,8	10,0	2,4	7,6	13,0	1,2	1,0	0,9	2,9	5,6	1,2	Ф <sub>3</sub>	3,0	2,2
Из	0,05	—	2,7	13,1	0,1	3,4	2,5	0,9	—	3,0	16,8	—	0,6	1,3	4,0
Ик	0,1	—	6,7	0,1	0,9	2,4	1,4	6,0	—	3,1	Ф <sub>3</sub>	2,5	10,4	4,2	12,4
Ио	0,5	0,3	6,7	0,2	0,5	11,3	2,1	10,4	0,2	0,8	Ф <sub>3</sub>	0,2	0,2	3,0	1,9
Иа	0,3	4,3	1,4	0,4	3,7	7,8	2,4	1,4	—	3,0	—	4,8	7,3	6,7	1,2
Иб	0,5	2,0	2,8	0,9	3,0	6,6	1,6	1,2	0,2	2,3	6,2	0,6	Ф <sub>3</sub>	3,3	1,1
Иг	1,0	0,4	1,5	1,1	1,6	5,2	2,3	7,1	1,7	3,5	6,2	0,4	Ф <sub>3</sub>	2,1	4,8
Ид	0,2	1,4	1,4	0,4	5,7	6,0	1,9	2,1	—	0,8	—	6,3	9,0	7,5	1,5
Ие	1,9	0,9	1,7	0,7	4,3	9,1	1,3	2,7	0,5	3,0	5,4	0,7	Ф <sub>3</sub>	3,5	1,5
Ивб	3,6	—	—	0,6	8,8	10,2	1,0	0,9	1,7	1,9	5,5	0,7	Ф <sub>3</sub>	2,5	1,7
Ивг	2,7	—	—	0,6	2,8	6,0	1,4	1,3	4,5	4,8	5,0	0,3	Ф <sub>3</sub>	1,7	5,2
Ивс	2,7	—	—	0,3	10,0	9,3	1,1	1,4	1,8	3,8	5,7	0,5	Ф <sub>3</sub>	2,7	1,5
Ивж	0,02	—	—	4,2	3,9	2,2	2,1	4,3	—	2,9	6,3	0,9	Ф <sub>2</sub>	1,3	4,4
Ивл	2,2	—	—	0,9	6,9	6,2	1,6	0,6	4,2	4,2	6,0	0,4	Ф <sub>3</sub>	1,5	2,9

функционального заместителя (ОН или NH<sub>2</sub>, соответственно) в виде радикала и образование иона [M—HX]<sup>+</sup>. Для соединений III, также как и для метилзамещенных 4-амино-4-цианопиперидинов [9], возможен отрыв от иона M<sup>+</sup> молекулы NH<sub>3</sub> или радикала CN. Пики аналогичных ионов в спектрах соединений II отсутствуют. Все показанные выше особенности фрагментации ионов M<sup>+</sup> соединений I, связанные с положением метильных групп в пиперидиновом цикле, проявляются и в спектрах соединений II, III.

Масс-спектры пиперидин-4-спирогидантоинов IV характеризуются интенсивными пиками ионов M<sup>+</sup> (табл. 1). Основные процессы распада ионов M<sup>+</sup> этих соединений полностью совпадают с масс-спектральной фрагментацией изученных 4-пиперидинов I (табл. 2). В то же время, наличие у атома C<sub>4</sub> пиперидинового кольца спирогидантоинового цикла приводит к дополнительным каналам распада ионов M<sup>+</sup> по сравнению с соответствующими 4-пиперидонами. Одним из таких направлений масс-спектрального распада соединений IV является элиминирование из иона M<sup>+</sup> молекулы алкенилбензола, приводящее к интенсивным, а для соединений IVг,л максимальным в спектрах пикам ионов. Для соединения IVж более характерным является потеря ионом M<sup>+</sup> молекулы алкена. Кроме того, в спектрах соединений IVб,г,е,л присутствуют пики ионов [M—Me]<sup>+</sup>, аналоги которых отсутствуют в спектрах соответствующих 4-пиперидинов I.



IVб 155 (5,2), IVг 169 (7,8), IVе 169 (4,3), IVж 169 (0,3), IVл 155 (10,3)

Таким образом, масс-спектрометрическое изучение 4-функционально замещенных 2-фенилпиперидинов I—IV показало, что их фрагментация под действием электронного удара одностипна и связана в основном с расщеплением пиперидинового цикла и потерей молекул алкенов, содержащих функциональные группы. Присутствие фенильного заместителя в соединениях I—IV приводит к тому, что наиболее интенсивные пики в их спектрах содержат ароматическое кольцо. Масс-спектры изученных 2-фенилпиперидинов I—IV дают полную информацию о количестве и положении метильных заместителей в пиперидиновом цикле и позволяют различать структурные изомеры соединений данного класса.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Синтез исследованных соединений I—IV описан в работах [1—3, 15].

Масс-спектры низкого и высокого разрешения получены на приборе Finnigan MAT-90 при энергии ионизирующих электронов 70 эВ методом прямого ввода образца в источник. Температура ионизационной камеры 150 °С, температура испарения образцов 25...120 °С. Разрешение M/ΔM = 8500.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяков М. Ю., Соколова Т. Д., Унковский Б. В., Рожнов В. Б. // ХГС. — 1990. — № 10. — С. 1359.
2. Дьяков М. Ю., Соколова Т. Д., Перетокин А. В., Московкин А. С., Унковский Б. В. // ХГС. — 1991. — № 2. — С. 224.
3. Унковский Б. В., Дьяков М. Ю., Соколова Т. Д., Черкаев Г. В., Рожнов В. Б. // ХГС. — 1992. — № 12. — С. 1628.
4. Quin L. D., Touble T. P. // J. Chem. Soc. (B). — 1971. — N 9. — P. 832.
5. Ермаков А. И., Шейнкер Ю. Н. // ХГС. — 1981. — № 1. — С. 65.
6. Koporski L., Zakrzewski J. // Chem. Papers. — 1986. — Vol. 40. — P. 379.
7. Замкова В. В., Люц А. Е., Есаеналиева М. З., Пралиев К. Д. // Изв. АН КазССР. Сер. хим. — 1987. — № 4. — С. 35.
8. Ермаков А. И., Горосян Ж. К., Шейнкер Ю. Н. // ХГС. — 1979. — № 4. — С. 507.
9. Тосунян А. О., Мадакян В. Н., Мирзоян С. А., Вартанян С. А. // Арм. хим. журн. — 1975. — Т. 28. — С. 216.
10. Тахистов В. В. Практическая масс-спектрометрия органических соединений. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. — С. 123.
11. Gum G., Sindona G., Uccella N. // Org. Mass Spectrom. — 1977. — Vol. 12. — P. 8.
12. Унковский Б. В., Дьяков М. Ю., Черкаев Г. В., Соколова Т. Д. // ХГС. — 1994. — № 6.
13. McLafferty F. W. Mass Spectrometry of Organic Ions. — New York: Academic Press, 1963. — Ch. 10.
14. Ермаков А. И., Шейнкер Ю. Н. // ХГС. — 1981. — № 2. — С. 221.
15. Дьяков М. Ю.: Дис.... канд. хим. наук. — М., 1988. — С. 85.

Московский институт тонкой химической  
технологии им. М. В. Ломоносова,  
Москва 117571

Поступило в редакцию 15.04.94