

苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素质谱特征的研究

钱振华¹ 贾薇² 刘翠梅^{*2}

¹(公安部物证鉴定中心, 北京 100038) ²(公安部禁毒情报技术中心, 北京 100193)

摘 要 采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)法和超高效液相色谱-串联四极杆飞行时间质谱(UPLC-QTOF-MS)法对新一代合成大麻素苯基异丙基(CUMYL)-酰胺系列化合物进行分析。GC-MS 分析采用 Agilent DB-5MS 石英毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm),以 140℃ 为初温进行程序升温,在电子轰击源(EI)模式下采集数据;UPLC-QTOF-MS 分析采用 Waters Acquity UPLC BEH C₁₈ 色谱柱(100 mm×2.1 mm, 1.7 μm),以 0.1% 甲酸(A)-乙腈(B)为流动相进行梯度洗脱,在电喷雾正离子(ESI⁺)-碰撞诱导解离(CID)模式下采集数据。通过总结此类物质在两种模式下获得的碎片离子与分子结构的关系,推测其可能的碎裂途径,并归纳了通过特征性离子快速筛查未知 CUMYL-酰胺系列合成大麻素的方法,为此类物质的鉴定提供了参考。

关键词 气相色谱-质谱联用;超高效液相色谱-串联四极杆飞行时间质谱;新精神活性物质;苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素;特征性离子;碎裂途径

1 引言

合成大麻素是一系列具有类似天然大麻作用的人工合成物质。吸食合成大麻素能产生比天然大麻更强烈的快感^[1],这导致合成大麻素迅速蔓延,已成为新精神活性物质中涵盖物质种类最多、滥用最严重的毒品^[2,3]。

早期的合成大麻素可分为 8 种类型,包括萘甲酰基吡咯、萘乙基吡咯、萘甲酰基吡咯、萘乙基茛、苯甲酰基吡咯、苯乙酰基吡咯、环己基酚和经典大麻素^[4]。在合成大麻素还未被列入管制的初期,JWH (John W. Huffman) 系列化合物滥用现象明显,如 JWH-018、JWH-073、JWH-250 和 JWH-122 等。但是,合成大麻素更新换代十分迅速,一种物质被列入管制后,通常会有另一种具有类似效果的新化合物迅速进入毒品市场。首先,JWH 系列化合物中最有代表性的吡咯环被吡啶环取代;之后,萘环逐渐被酰胺基、金刚烷基或喹啉环取代。基于此,之前合成大麻素的分类方法已经不再适用。目前,可将合成大麻素的结构分解为 4 个关键部分:带取代基的母核(Core)、链接部分(Linker)、带取代基的环(或称链接组)(Linked group)和末端取代基(Tail)^[3]。

由于合成大麻素更新换代迅速,品种数量众多,对公众健康和社会安全造成了严重危害。为应对此问题,各国政府采取了多种新措施加强管控。日本、美国、英国等国家多采用同系物法案^[5]。目前,我国主要采用的还是逐一列举的列管办法。鉴于此,法庭科学实验室需要建立可靠、准确的合成大麻素定性与定量分析方法。对于已知的合成大麻素,传统的质谱定性与定量分析方法通常使用标准物质,将检测物的质谱图与标准物质的谱图进行比较,以确定所检测的化合物。然而,在新物质数量如此快速增长的情况下,标准物质很难及时获取,且新化合物的质谱图也常很难被添加到通用的商业化质谱库中。如没有标准物质,则必须通过对其质谱进行详细的研究和解析才能对其进行鉴定^[6~11]。

新一代苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素是以吡咯/吡啶为母核,以酰胺基为链接部分,以苯基异丙基为链接组,末端有各种不同取代基的一类化合物,结构见图 1。目前已经确认的苯基异丙基-酰胺合成大麻素有 17 种^[12]。苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素物质于 2015 年起才逐渐出现在新精神活性物质滥用市场,由于出现时间较短,其分析方法的研究较少,部分文献对苯基异丙基-酰胺合成大麻素进行了结构鉴定和定量分析,如 Bovens 等^[13]对 CUMYL-PINACA、CUMYL-5F-PINACA、CUMYL-4CN-

BINACA、CUMYL-5F-P7AICA、CUMYL-4CN-B7AICA 的结构表征, Ölmöz 等^[14]对植物样本中 CUMYL-4CN-BINACA 的识别, Angerer 等^[15]对 CUMYL-PEGACLONE 的识别, Nash 等^[16]对 CUMYL-PEGACLONE 的热分解产物及其在生物检材中的检验, Ernsta 等^[17]对 CUMYL-5F-P7AICA 和 CUMYL-PEGACLONE 的定性和定量分析。还有少量文献报道了对苯基异丙基-酰胺合成大麻素的药理学性质研究, 如 Dobaja 等^[18]对 CUMYL-PINACA 的中毒研究, Kevin 等^[19]对 CUMYL-PICA 和 CUMYL-5F-PICA 的药代动力学及代谢产物的研究, Longworth 等^[20]对 CUMYL-BICA、CUMYL-PICA、CUMYL-5F-PICA、CUMYL-5F-PINACA 及其类似物的药理学研究, Akiko 等^[21]对 CUMYL-PINACA、CUMYL-5F-PINACA 等 7 种苯基异丙基-酰胺合成大麻素的大麻活性研究, Staeheli 等^[22]对 CUMYL-PINACA、CUMYL-5F-PINACA 等 5 种物质的体内代谢研究, Ozturk 等^[23]对 CUMYL-4CN-BINACA 代谢物的研究等。

我国于 2012 年起开展新精神活性物质监测项目,截至 2020 年,在新精神活性物质市场共查获 6 种苯基异丙基-酰胺合成大麻素: CUMYL-THPINACA、CUMYL-4CN-BINACA、CUMYL-5F-PINACA、CUMYL-5F-P7AICA、CUMYL-5F-PICA 和 CUMYL-PEGACLONE,其结构式见图 2。这 6 种物质的母核包括吲哚、吡啶、7 位 N 杂化吲哚及成环吲哚,末端取代基包括四氢吡喃环、烷基、卤代烷基、氰基烷基等,可较好地代表苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素物质的特征。本研究采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)法和超高效液相色谱-四极杆串联飞行时间质谱(UPLC-QTOF-MS)法分析这 6 种物质,并对获得的质谱图进行分析,确定此类物质在裂解过程中形成的特征性离子并推测其裂解机理,为今后快速、简便、有效地筛查苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素提供新方法和新思路。

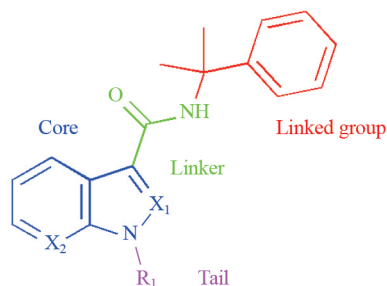


图 1 苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素骨架结构

Fig. 1 Skeleton structure of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids

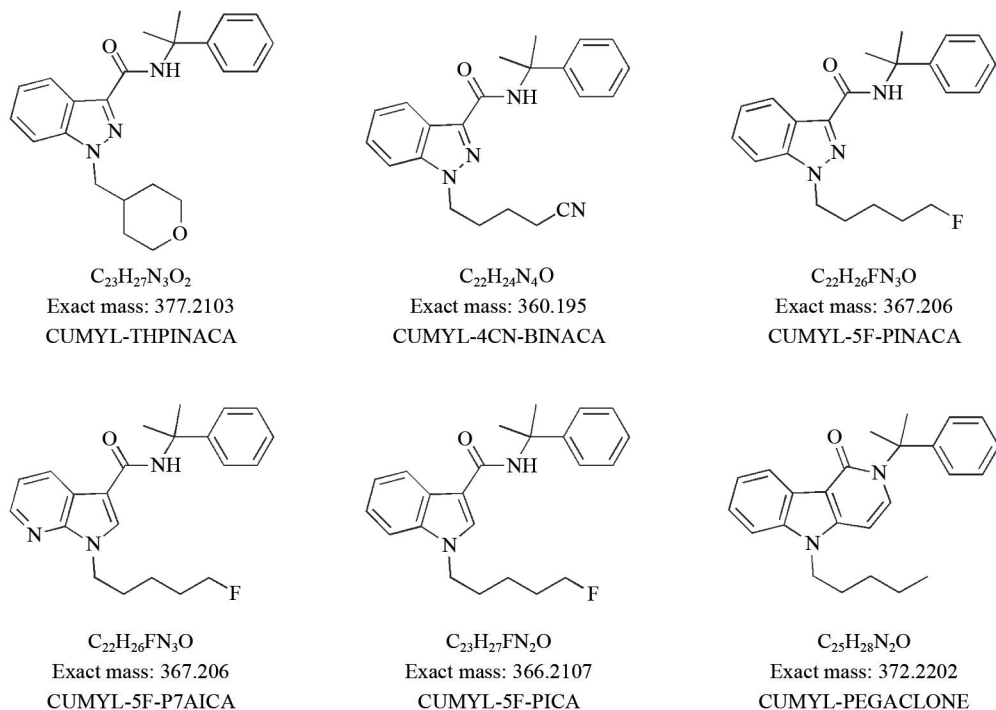


图 2 6 种苯基异丙基-酰胺合成大麻素的结构式和和精确分子量

Fig. 2 Chemical structures and exact mass of 6 kinds of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids

2 实验部分

2.1 仪器与试剂

QP-2010Ultra 气相色谱-质谱联用仪(日本岛津公司); ACQUITY UPLC I-Class 超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司); Q-TOF MS 5600 高分辨四极杆-飞行时间质谱仪(美国 AB Sciex 公司)。

经核磁共振确定 6 种 CUMYL-酰胺(CUMYL-THPINACA、CUMYL-4CN-BINACA、CUMYL-5F-PINACA、CUMYL-5F-P7AICA、CUMYL-5F-PICA 和 CUMYL-PEGACLONE)合成大麻素样品由国家毒品实验室提供; 乙腈(色谱纯,美国 Fisher 公司); 甲酸、甲醇(色谱纯,德国 Merck 公司); 超纯水由美国 Millipore 公司超纯水仪制得。

2.2 样品溶液的制备

将固体样品研磨均匀,称取适量,用甲醇溶解,摇匀,配制成 1 mg/mL 的甲醇溶液,供 GC-MS 分析; 再用 0.1% 甲酸溶液稀释至 1 $\mu\text{g/mL}$,离心,取上清液,供 UPLC-QTOF-MS 分析。

2.3 实验方法

2.3.1 GC-MS 条件 色谱柱: Aglient DB-5MS 石英毛细管柱(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μm); 柱温 140 $^{\circ}\text{C}$,保持 3 min,以 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至 320 $^{\circ}\text{C}$,保持 13 min; 载气(He)流速 1 mL/min; 分流进样,进样量 1 μL ,分流比 40:1; 进样口温度 280 $^{\circ}\text{C}$ 。EI 电离模式; 电子能量 70 eV; 离子源温度 230 $^{\circ}\text{C}$; 接口温度 250 $^{\circ}\text{C}$; 质量扫描范围 m/z 35 ~ 500。

2.3.2 UPLC-QTOF-MS 条件 色谱柱: Waters Acquity UPLC BEH C_{18} 柱(100 mm $\times$ 2.1 mm $\times$ 1.7 μm),柱温 40 $^{\circ}\text{C}$; 流动相: A 为 0.1% 甲酸溶液, B 为乙腈; 梯度洗脱(0 ~ 8.0 min, 5% ~ 90% B; 8.0 ~ 9.5 min, 90% B; 9.5 ~ 9.6 min, 90% ~ 5% B; 9.6 ~ 12 min, 5% B); 流速 0.4 mL/min; 进样量 1 μL 。DuoSpray 离子源,ESI 正离子模式,离子源温度 600 $^{\circ}\text{C}$,喷雾电压 5500 V,雾化器压力 344.7 kPa,辅助加热气压力 344.7 kPa,气帘气压力 206.8 kPa; TOF 全扫描模式,去簇电压 80 V,碰撞能量 5 V,扫描范围 m/z 100 ~ 1000; 二级碰撞诱导解离(CID)模式,碰撞能量 (35 $\pm$ 15) V,扫描范围 m/z 50 ~ 1000。

3 结果与分析

3.1 GC-MS 分析及碎裂规律推测

在 2.3 节条件下,6 种苯基异丙基-酰胺合成大麻素得到完全分离,其总离子流色谱图及质谱图分别示于图 3 和图 4。

苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的分子离子峰丰度都不高,碎裂主要发生在以下 3 个位置:(1)链接部分的酰胺基和链接组苯基异丙基之间的断裂;(2)链接部分的酰胺基内部 C 原子和 N 原子之间的断裂;(3)链接部分的酰胺基和母核之间的断裂。推测的碎裂途径见图 5,主要特征离子信息见表 1。

3.2 UPLC-QTOF-MS 分析及碎裂规律推测

在 2.3 节条件下,6 种苯基异丙基-酰胺合成大麻素的提取离子流色谱图如图 6 所示。

在电喷雾正离子模式下,苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的一级质谱见图 7 (7A,7C,7E,7G,7I,7K),其一级质谱呈现出以下特点:(1)一般准分子离子峰 $[\text{M}+\text{H}]^{+}$ 是丰度最高的峰;(2)存在 $[\text{M}+23]^{+}$ 和 $[\text{M}+39]^{+}$ 峰,推测二者分别是 $[\text{M}+\text{Na}]^{+}$ 和 $[\text{M}+\text{K}]^{+}$ 。

CUMYL-THPINACA、CUMYL-4CN-BINACA 和 CUMYL-5F-PINACA 都属于母核为吡啶的苯基异丙基-酰胺合成大麻素,二级质谱相对简单(图 7B、7D、7F), $[\text{M}+\text{H}]^{+}$ 的丰度非常低。 $[\text{M}+\text{H}]^{+}$ 失去苯基异

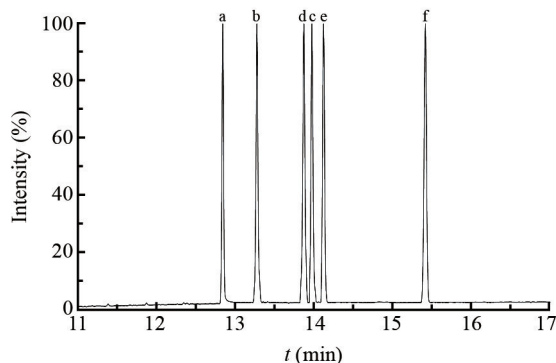


图 3 苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的总离子流色谱图

Fig. 3 Total ion chromatogram of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids

a. CUMYL-5F-PINACA; b. CUMYL-5F-P7AICA; c. CUMYL-5F-PICA; d. CUMYL-4CN-BINACA; e. CUMYL-THPINACA; f. CUMYL-PEGACLONE.

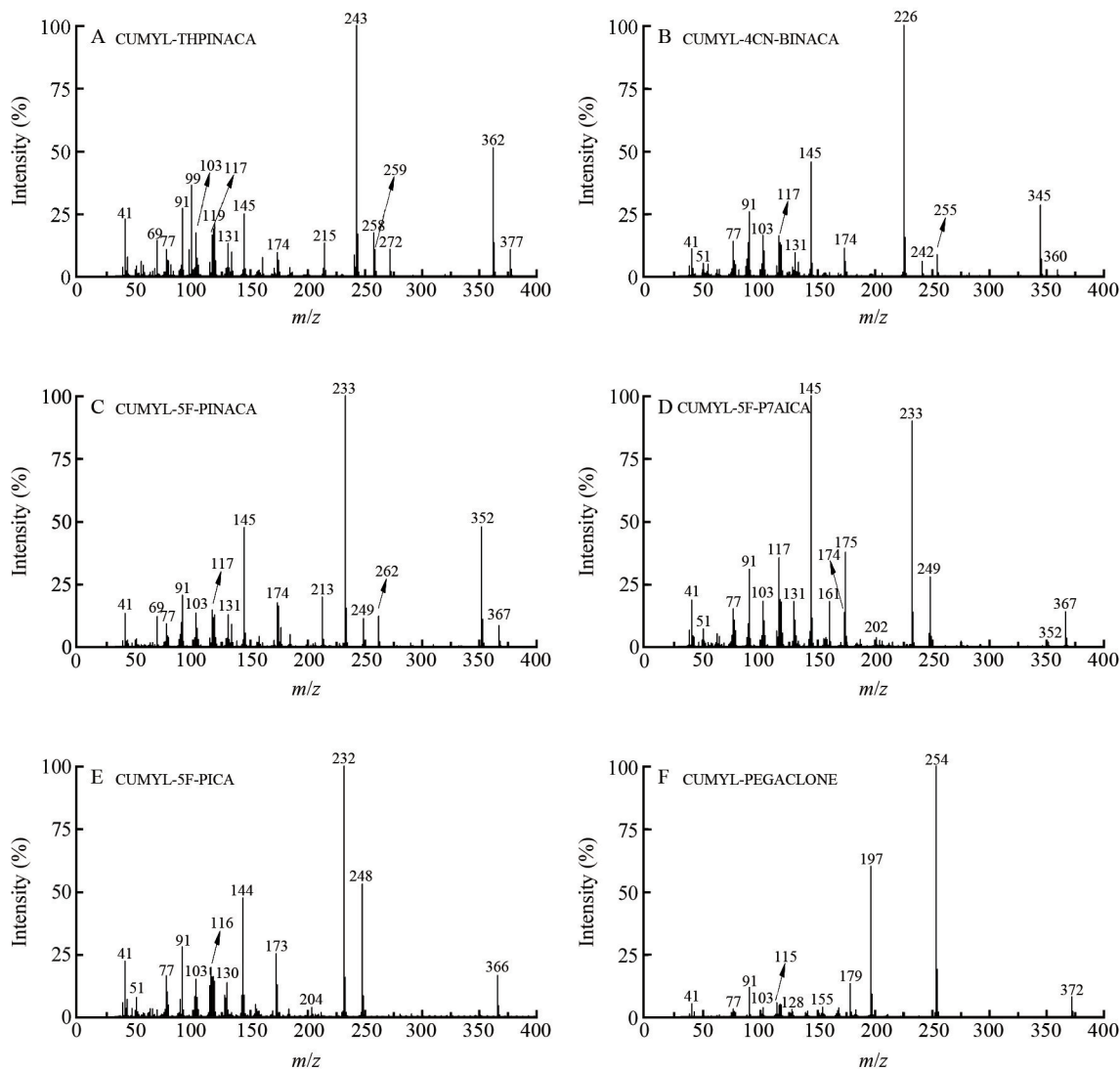


图 4 苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的 EI-MS 质谱图

Fig. 4 Mass spectra of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids obtained by electron impact mass spectrometry (EI-MS)

表 1 EI 模式下苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素主要特征离子质荷比一览表

Table 1 Characteristic ions of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids obtained by EI-MS

化合物 Compound	特征离子质荷比 Characteristic ion (<i>m/z</i>)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
CUMYL-THPINACA	362	272	259	243	174	145	131	117	103	91	77
CUMYL-4CN-BINACA	345	255	242	226	174	145	131	117	103	91	77
CUMYL-5F-PINACA	352	262	249	233	174	145	131	117	103	91	77
CUMYL-5F-P7AICA	/	/	249	233	174	145	131	117	103	91	77
CUMYL-5F-PICA	/	/	248	232	173	144	130	116	103	91	77
CUMYL-PEGACLONE	/	/	254	/	197	/	/	/	103	91	77

丙基,得到离子 a。 $[M+H]^+$ 中酰胺的 C—N 键发生 α 断裂,形成稳定的吡唑酰阳离子 b,其在 MS^2 中的丰度最高,是 3-羰基吡唑/吡啶类合成大麻素的典型碎片离子^[24]。离子 b 的进一步碎裂取决于取代基 R_1 ,如果 R_1 为氟代饱和烷基,离子 b 会脱去 HF,得到 $C_{13}H_{13}N_2O^+$ (m/z 213. 1022),此离子进一步脱去烯烃,得到离子 c ($C_8H_5N_2O^+$, m/z 145. 0396); 同时,离子 b 还会发生 α 断裂及 F 原子的重排,得到 $C_9H_6FN_2O^+$ (m/z 177. 0459)。如果 R_1 不为氟代饱和烷基,离子 b 会直接脱去 R_1 ,得到离子 c; R_1 为环

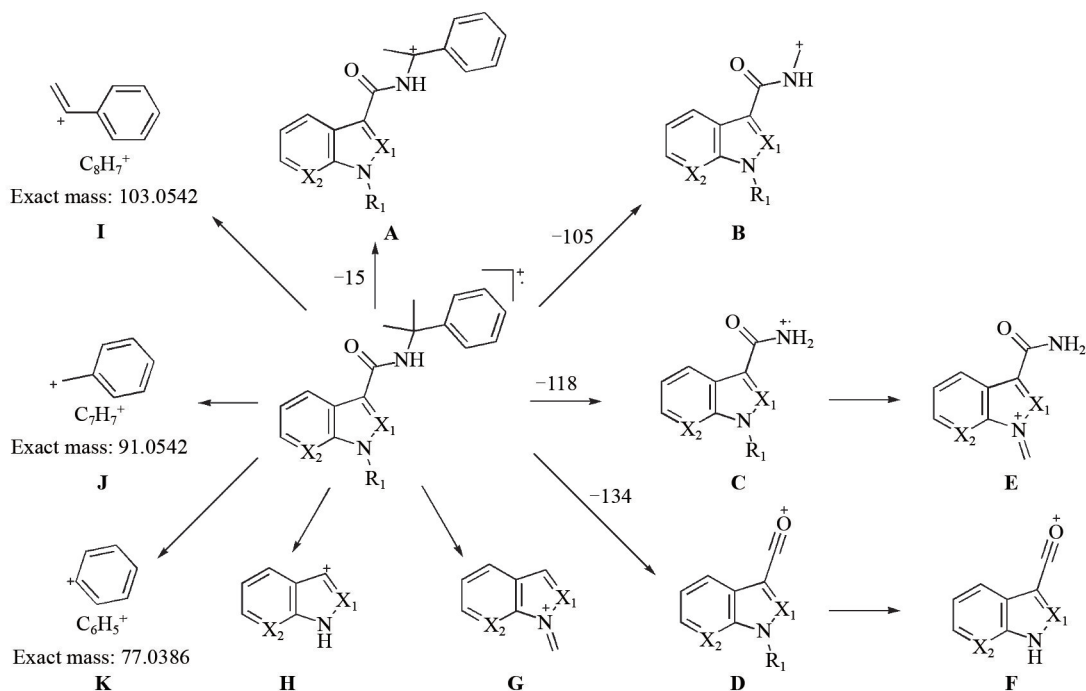


图 5 EI 模式下,苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素可能的碎裂途径

Fig. 5 Proposed fragmentation pathways of product ions for cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids obtained by EI-MS

烃(包括芳香烃、杂环烃等),还能得到离子 R_1 。 $[M+H]^+$ 还会发生酰胺 N 原子和苯基异丙基 C 原子 N—C 键的 α 断裂,得到苯基异丙基离子 d($C_9H_{11}^+$, m/z 119.0855)和卓翁离子 e($C_7H_7^+$, m/z 91.0542)。可能的碎裂途径见图 8A。

CUMYL-5F-P7AICA 和 CUMYL-5F-PICA 属于母核为吡啶的苯基异丙基-酰胺合成大麻素,其二级质谱中的碎片离子较多,见图 7H 和 7J。与母核为吡啶的苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素类似,也会生成离子 a、b、c、d、e。不同的是,离子 a 是 MS^2 中的丰度最高的碎片离子。 $[M+H]^+$ 还会发生吡啶环和酰胺基之间的断裂,得到离子 f。同样,如果 R_1 为氟代饱和烷基,离子 f 会脱去 HF,得到离子 g。可能的碎裂途径见图 8B。

由于酰胺 N 原子和吡啶成环,所以 CUMYL-PEGACLONE 是以 γ -吡啶酮为母核的特殊的苯基异丙基-酰胺合成大麻素,二级质谱图见 7L。它的碎裂过程既展现出苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的共性,生成离子 a、d、e,又存在特殊性:离子 a 会失去戊基,得到 $C_{11}H_9N_2O^+$ (m/z 185.0709); 由于存在酮基,离子 a 和 $C_{11}H_9N_2O^+$ 都会失去一分子 H_2O , 分别得到 $C_{16}H_{17}N_2^+$ (m/z 237.1386) 和 $C_{11}H_7N_2^+$ (m/z 167.0604)。存在 2 个失去 H_2O 的碎片离子是此物质的独特之处。可能的碎裂途径见图 8C。

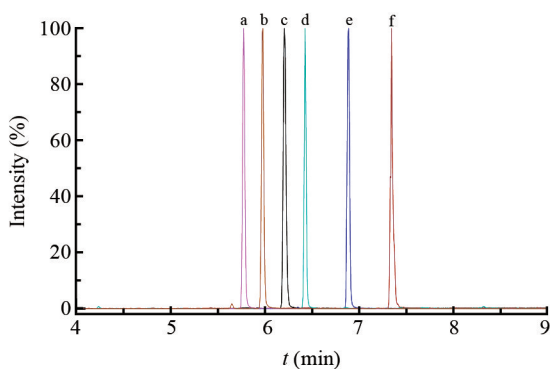


图 6 苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的提取离子色谱图

Fig. 6 Extracted ion chromatogram of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids

a. CUMYL-5F-P7AICA; b. CUMYL-4CN-BINACA; c. CUMYL-THPINACA; d. CUMYL-5F-PICA; e. CUMYL-5F-PINACA; f. CUMYL-PEGACLONE.

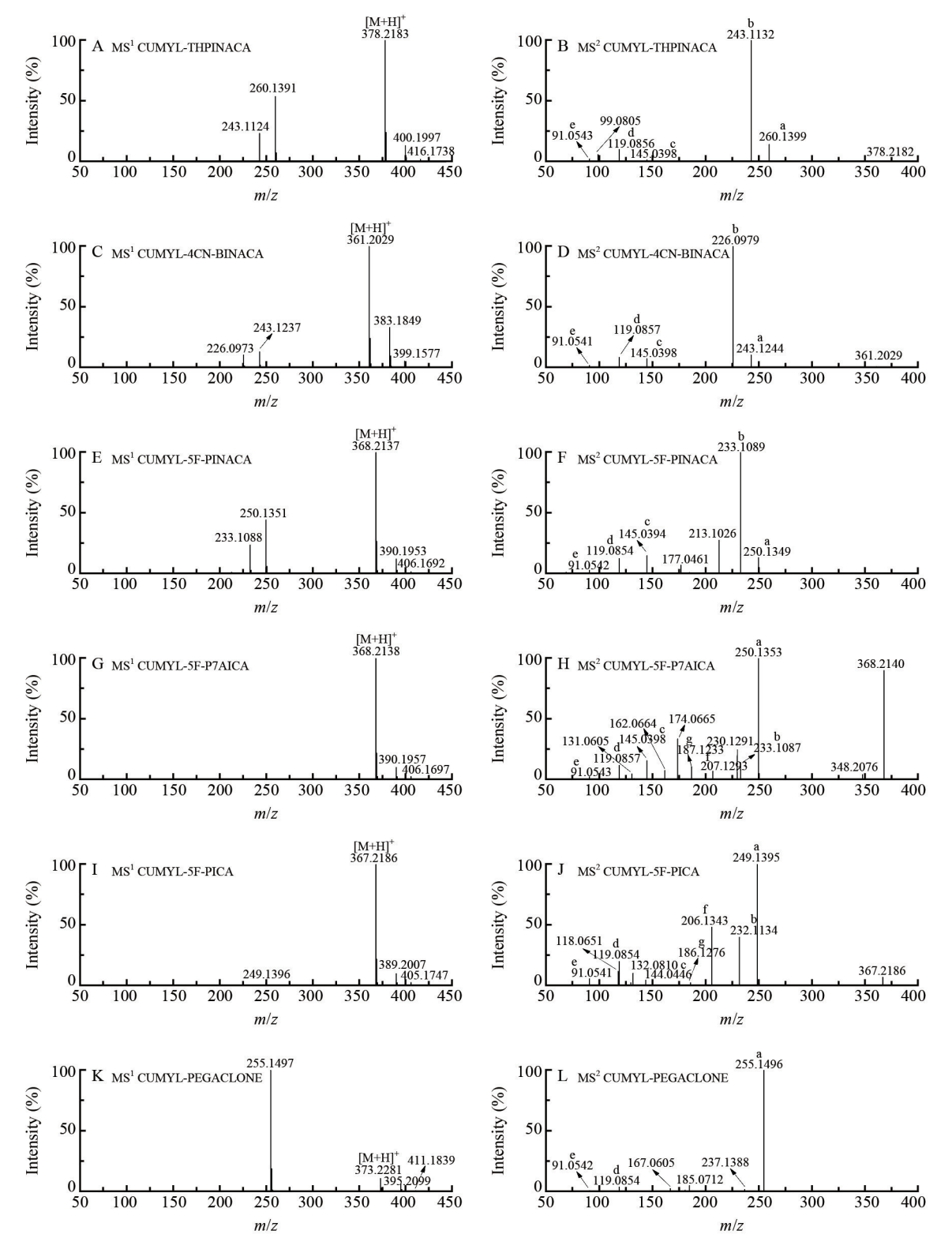


图 7 苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的 ESI-MS 质谱图

Fig. 7 Mass spectra of cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids obtained by ultra performance liquid chromatography-electrospray ionization-quadrupole time-of-flight-mass spectrometry in MS¹ and MS² mode

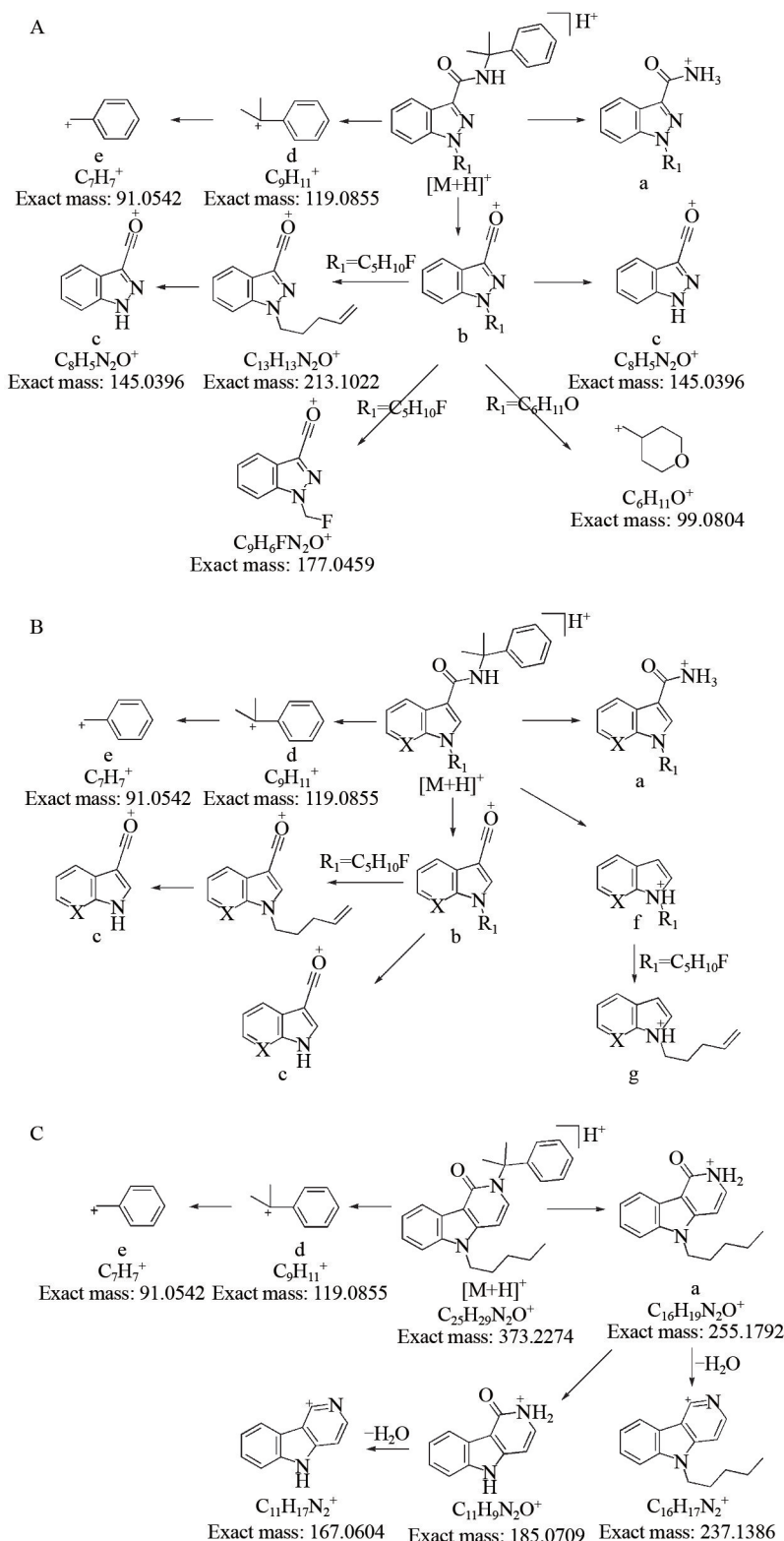


图 8 ESI-CID 模式下, 苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素可能的碎裂途径

Fig. 8 Proposed fragmentation pathways of product ions for cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids obtained by electrospray ionization in-source collision-induced dissociation

4 结 论

采用 GC-MS 和 UPLC-QTOF-MS 法分析 6 种苯基异丙基-酰胺合成大麻素, 由于此类物质具有相同的骨架和类似的分子结构, 因而在 EI 和 ESI-CID 模式下的碎裂途径和碎片离子也具有高度的相似性。苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的碎裂过程多发生在酰胺基与苯基异丙基之间、酰胺基内部或者酰胺基与吡啶/吡啶环之间。当一种物质被列入管制后, 类似物会迅速出现, 类似物化学结构的变化通常很小。本研究总结的碎裂规律可用于苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的筛查过程, 作为判断未知物是否属于苯基异丙基-酰胺系列合成大麻素的依据, 据此推测其可能的结构。

References

- 1 Seely K A, Lapoint J, Moran J H, Fattore L. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiat.*, **2012**, 39(2): 234–243
- 2 United Nations Office for Drugs and Crime (UNODC). **2018**, <https://www.unodc.org/wdr2018/>
- 3 European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). 2017, <http://www.emcdda.europa.eu/topics/pods/syntheticcannabinoids>
- 4 Advisory Council on the Misuse of Drugs (ACMD). **2009**, <http://www.namsdl.org/library/E2E91AB8-1372-636C-DDFC2BA64093B64C/>
- 5 van Amsterdam J, Nutt D, van den Brink W. *J. Psychopharmacol.*, **2013**, 27(3): 317–324
- 6 Sekuła K, Zuba D, Stanaszek R. *J. Mass Spectrom.*, **2012**, 47(5): 632–643
- 7 Huppertz L M, Kneisel S, Auwaerter V, Kempf J. *J. Mass Spectrom.*, **2014**, 49(2): 117–127
- 8 Mazzarino M, de la Torre X, Botrè F. *Anal. Chim. Acta*, **2014**, 837: 70–82
- 9 Akamatsu S, Yoshida M. *J. Mass Spectrom.*, **2016**, 51(1): 28–32
- 10 Sekuła K, Zuba D, Lorek K. *J. Am. Soc. Mass Spectrom.*, **2018**, 29: 1941–1950
- 11 Hong J, Hur J, Lee W W, Kim B H, Kim H J, Lee D H, Lee J, Lee Y M, Oh H B. *Anal. Methods*, **2019**, 11(41): 5260–5273
- 12 <http://www.caymanchem.com/forensics/search/productSearch>
- 13 Bovens M G, Bissig C, Staeheli S N, Poetzsch M, Pfeiffer B, Kraemer T. *Forensic Sci. Int.*, **2017**, 281: 98–105
- 14 Ölmez N A, Kapucu H, Altun N C, Eren B. *Forensic Toxicol.*, **2018**, 36(1): 192–199
- 15 Angerer V, Mogler L, Steitz J P, Bisel P, Hess C, Schoeder C T, Müller C E, Huppertz L M, Westphal F, Schäper J, Auwärter V. *Drug Test Anal.*, **2018**, 10(3): 597–603
- 16 Nash C, Glowacki L, Gerostamoulos D, Pigou P, Scott T, Kostakis C. *Drug Test Anal.*, **2019**, 11(10): 1480–1485
- 17 Ernsta L, Brandhorst K, Papke U, Altrogge A, Zodel S, Langerd N, Beuerle T. *Forensic Sci. Int.*, **2017**, 277: 51–58
- 18 Dobaja M, Grenc D, Kozelj G, Brvar M. *Clin. Toxicol.*, **2017**, 55(3): 193–195
- 19 Kevin R C, Lefever T W, Snyder R W, Patel P R, Fennell T R, Wiley J L, McGregor I S, Thomas B F. *Forensic Toxicol.*, **2017**, 35(2): 333–347
- 20 Longworth M, Banister S D, Boyd R, Kevin R C, Connor M, McGregor I S, Kassiou M. *ACS Chem. Neurosci.*, **2017**, 8(10): 2159–2167
- 21 Akiko A, Takahiro D, Takaomi T, Akihiro T, Yuka S, Masami K, Akihiko N, Yoshiyuki S. *Forensic Toxicol.*, **2018**, 36(1): 170–177
- 22 Staeheli S N, Poetzsch M, Veloso V P, Bovens M, Bissig C, Steuer A E, Kraemer T. *Drug Test Anal.*, **2018**, 10(1): 148–157
- 23 Ozturk Y E, Yeter O, Ozturk S, Karakus G, Ates I, Buyuk Y, Yurdun T. *Drug Test Anal.*, **2018**, 10(3): 449–459
- 24 QIAN Zhen-Hua, LIU Cui-Mei, HUA Zhen-Dong, GAO Li-Sheng. *J. Chinese Mass Spectrom. Soc.*, **2018**, 39(3): 323–330

钱振华, 刘翠梅, 花镇东, 高利生. 质谱学报, **2018**, 39(3): 323–330

Analysis of Fragmentation Pathways of Cumyl-Carboxamide Synthetic Cannabinoids New Psychoactive Substances

QIAN Zhen-Hua¹, JIA Wei², LIU Cui-Mei^{*2}

¹(Institute of Forensic Science, Ministry of Public Security, Beijing 100038, China)

²(Drug Intelligence and Forensic Center of the Ministry of Public Security, Beijing 100193, China)

Abstract The aim of this study was to determine the ions formed during the fragmentation of new generation cumyl-carboxamide synthetic cannabinoids using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and ultra performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight-mass spectrometry (UPLC-QTOF-MS) to identify ions characteristic for different parts of the molecules. Compounds were analyzed on Agilent DB-5MS column (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm) with an initial temperature of 140°C for gradient increased temperature by GC-MS and Acquity UPLC BEH C₁₈ column (100 mm × 2.1 mm i. d., 1.7 μm particle diameter) with 0.1% formic acid aqueous solution (A)-acetonitrile (B) as mobile phase for gradient elution by UPLC-QTOF-MS. The fragmentation behaviors, especially the MS fragmentation rules, were compared and summarized. According to the structure and the typical fragmentations, these compounds could be easily identified. The countless possibilities to create new synthetic cannabinoids by small changes in chemical structures posed a growing challenge to forensic analysts. The work was helpful to assist forensic laboratories in identifying these kinds of compounds or other substances with similar structure in their case work.

Keywords Gas chromatography-mass spectrometry; Ultra performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight-mass spectrometry; New psychoactive substances; Cumyl-carboxamide synthetic cannabinoid; Characteristic ions; Fragmentation pathway

(Received 12 March 2020; accepted 8 September 2020)

2021 年中国质谱学术大会(杭州)

由中国质谱学会(中国物理学会质谱分会)、中国化学会质谱分析专业委员会和中国仪器仪表学会分析仪器分会质谱仪器专业委员会联合主办、浙江大学承办的 2020 年中国质谱学术大会定于 2020 年 9 月 19 ~ 23 日(延期到 2021 年 9 月 17 ~ 21 日)在浙江省杭州市举办。第八届世界华人质谱学术研讨会也将在同期召开。

会议征文:

征文范围:质谱及相关应用领域的最新研究成果。主要领域包括:1) 质谱基础理论;2) 新方法与新技术;3) 仪器研发;4) 生命科学与医药;5) 材料与能源;6) 环境与食品;7) 地球科学与资源;8) 公共安全等。

稿件要求:凡未在刊物上发表和未在其它学术会议上宣读过的上述领域的稿件均可投稿。本次会议仅接受会议论文摘要,中文或英文撰写均可,稿件模版可以从中国质谱学会网(www.cmss.org.cn/)会议主页上下载,稿件摘要篇幅限 1 页 A4 纸(按稿件模板字体大小)。

论文截稿日期:2021 年 7 月 30 日

口头报告申请截止日期:2021 年 7 月 30 日

优惠注册费缴纳截止日期:2021 年 8 月 15 日