

XÁC ĐỊNH ĐỒNG THỜI 19 CATHINONE TỔNG HỢP TRONG MẪU VIÊN NÉN BẰNG THIẾT BỊ SẮC KÝ KHÍ KHỐI PHỔ

Đến tòa soạn 31-03-2022

Đỗ Duy Nam, Trịnh Thị Huyền Trang, Phạm Đức Trọng

Viện Khoa học hình sự, Bộ Công An

Email: namc21@gmail.com

SUMMARY

SIMULTANEOUS DETERMINATION OF 19 SYNTHETIC CATHINONES IN TABLETS BY GAS CHROMATOGRAPHY- MASS SPECTROMETRY

Synthetic cathinones, which are a group of β -keto analogs of phenethylamine, have been reported as the most emerging new psychoactive substances in the past decade. The quantity and variety of synthetic cathinones have continued to increase, which poses considerable risks to public health and social security. In this study, an analytical method based on liquid-liquid extraction combined with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was carried out and applied in the simultaneous determination of 19 synthetic cathinones in tablets. Under the optimized conditions of liquid-liquid extraction, the determination of synthetic cathinones in tablets was carried out with GCMS. Good linear relationships of 19 synthetic cathinones were obtained in the range of 5–20 $\mu\text{g/L}$ with the correlation coefficients (r) ranging from 0.9901 to 0.9968, the limits of detection were in the range between 1.2 and 1.5 $\mu\text{g/mL}$, and the limits of quantitation were between 3.9 and 5.0 $\mu\text{g/mL}$. The results show the advantages of the approach in the determination of synthetic cathinones in tablets with fast detection, high efficiency and sensitivity. The practical application indicated that this method could provide scientific basis for the determination of drugs of abuse in other laboratories.

1. MỞ ĐẦU

Cathinone là alkaloid được tìm thấy trong bụi cây Khat (*Catha edulis*). Do sự tương đồng về cấu trúc với Amphetamine nên các chất cathinone tổng hợp thường được gọi là Amphetamine tự nhiên. Trong vài năm qua, các sản phẩm có chứa cathinone tổng hợp đã tràn ngập thị trường ma túy ở Hoa Kỳ và nhiều nơi khác. Những sản phẩm này, thường được gọi với những tên gọi khác nhau như “muối tắm”, “thực phẩm thực vật” hoặc “thuốc kê đơn”. Chúng được mua công khai qua mạng internet, tại các trạm xăng hoặc tại các cửa hàng lớn một cách “hợp pháp” để thay cho ma túy bất hợp pháp. [5], [8]

Những chế phẩm “muối tắm” chứa cathinone

tổng hợp “thế hệ đầu tiên” phổ biến nhất gồm:

3,4-Methylenedioxypyrovalerone (MDPV), 3,4-methylenedioxymethcathinone (methyline) và 4-methylmethcathinone (mephedrone). Tuy nhiên, sau khi Cơ quan Quản lý Thực thi Ma túy Hoa Kỳ đặt chúng theo quy định của Bảng I, chúng đã được thay thế bằng các cathinone “thế hệ thứ hai” gồm: α -pyrrolidinopentiophenone (α -PVP), α -pyrrolidinopropiophenone (α -PPP), 3,4-methylenedioxy- α -pyrrolidinobutiophenone (MDPBP) và 3,4-methylenedioxy- α -pyrrolidinopropiophenone (MDPPP). [4]

Các sản phẩm có chứa cathinone tổng hợp thường được sử dụng bằng cách hít (hít thở),

đường uống hoặc tiêm tĩnh mạch. Liều sử dụng thường dao động từ 20 đến 80 mg, trong một số trường hợp có thể thấp tới 5 mg hoặc cao tới 125 mg với thời gian tác dụng có thể kéo dài 30 phút sau khi sử dụng. Việc lạm dụng cathinone tổng hợp ảnh hưởng nhiều đến hoạt động vận động cơ địa, điều hòa nhiệt độ, học tập và trí nhớ của con người như: gây chán ăn, mờ mắt, lo lắng, trầm cảm, lú lẫn, ảo giác, rối loạn tâm thần ngắn hạn, nặng hơn có thể làm tăng nhịp tim, kích động, hưng hăng, ảo giác, hôn mê và trong một số trường hợp có thể gây tử vong. [10]

Hiện nay, trên thế giới có nhiều phương pháp phân tích cathinone tổng hợp như: phương pháp quang phổ hồng ngoại, phương pháp sắc ký khí khối phổ, phương pháp sắc ký lỏng khối phổ, phương pháp quang phổ cộng hưởng từ hạt nhân. Trong đó, phương pháp sắc ký khí khối phổ kết hợp với kỹ thuật chiết lỏng - lỏng là phương pháp phổ biến, có tính chọn lọc, độ nhạy cao, phù hợp với cả mẫu nhiều và mẫu ít mà không cần dẫn xuất như: phân tích 16 cathinone tổng hợp trong mẫu nước tiểu với giới hạn phát hiện (LOD) từ 0,005 - 0,01 µg/ml, giới hạn định lượng (LOQ) từ 0,01 - 0,02 µg/ml [3]. Phân tích 34 cathinone tổng hợp trong mẫu máu với giới hạn phát hiện từ 0,02 - 0,72 ng/ml, giới hạn định lượng từ 1 - 2,5 ng/ml [6].

Tại Việt Nam, trong những năm từ 2016 - 2019, Viện Khoa học hình sự đã giám định và phát hiện các chất mới thuộc nhóm này gồm: M P P, BMDP, 4-CEC, 4-CMC, Eutylone, Pyrovalerone và N-Ethylhexedrone (chủ yếu xuất hiện ở dạng viên nén với nhiều logo và hình dạng khác nhau). Tuy nhiên, cho đến nay chưa có một công trình nào nghiên cứu xây dựng quy trình kỹ thuật giám định các chất ma túy nhóm cathinone tổng hợp, do đó các phòng thí nghiệm trực thuộc Công an các tỉnh đều phải chuyển mẫu về Viện Khoa học hình sự giám định. Trước yêu cầu thực tiễn ngày càng cấp bách, phân tích đồng thời các cathinone tổng hợp trong mẫu viên nén bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ đã được nghiên cứu và thực hiện.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Dung dịch chuẩn gốc: 19 chất chuẩn cathinone tổng hợp gồm: Cathinone, Methcathinone, 4 - CEC, 4-methylcathinone, α-PVP, Diethylpropion, Ethylone, MDPBP, MDPV, Mephedrone, Methylone, Pentadron, Pyrovalerone, 4-CMC, α- PHP, Benzylone (BMDP), Eutylone, N- Ethylpentylone, N-Ethylhexedrone được pha trong methanol sao cho nồng độ dung dịch chuẩn gốc là 1mg/ml. Dung dịch nội chuẩn docosane 1 mg/ml: Cân 10 mg docosane hòa tan trong n-hexan (lượng tối

thiểu) và định mức thành 10ml bằng hỗn hợp dung môi chloroform:methanol (6:4).

Các dung môi gồm: methanol, acetonitril, ethyl acetate, dichloromethan, diethyl ether, chloroform,

- Hàm lượng chất phân tích:

$$\text{Trong đó: } C\% = \frac{C_t \cdot V_t}{m_t} \cdot 100$$

n-hexan là các dung môi siêu tinh khiết phân tích dùng cho LCMS của hãng Merck.

Các hóa chất như: muối Na₂SO₄ khan, NaOH, HCl đều là hóa chất tinh khiết phân tích. Khí N₂ 99,999% được dùng làm thổi khô, cô đặc mẫu.

Mẫu trắng: Là mẫu có thành phần: lactozơ.

Mẫu thực: Là mẫu viên nén có chứa chất trong nhóm cathinone tổng hợp thu giữ trong một số vụ án tại Việt Nam.

2.2. Quy trình, điều kiện thí nghiệm

Mẫu viên nén tổng hợp được đồng nhất hóa mẫu (nghiền thành bột mịn, trộn đều). Cân 100 mg bột viên hòa tan trong 100ml dung dịch HCl 0,1M (tỷ lệ mẫu khoảng 1 mg bột viên/ml dung dịch), siêu âm hòa tan mẫu trong 30 phút. Lấy 2ml dịch lọc mẫu trắng, thêm 1ml dung dịch đệm phosphat pH 11. Thêm tiếp 2ml dung môi ethyl acetate, lắc xoay 3 - 5 phút, lý tâm 5 phút với tốc độ 3000 vòng/phút để tách pha. Dịch chiết thu được cho chảy qua Na₂SO₄ khan. Lấy 1ml pha dịch chiết, thêm 100µl dung dịch HCl 1% trong methanol, thổi khô mẫu bằng dòng khí nitơ ở 40°C tới cạn. Hòa tan cân bằng 1ml dung dịch nội chuẩn docosane 5 mg/l.

Thiết bị: Phương pháp được thực hiện trên hệ

sắc ký khí khối phổ k p Agilent 7890 GC-MS/MS; cột Agilent J&W DB-1MS (30m x 0,25mm; 0,25µm).

Tính kết quả: xây dựng đường hồi quy $y = ax + b$ biểu diễn sự biến thiên của nồng độ chất phân tích và tỷ lệ diện tích pic của chất phân tích so với nội chuẩn.

S_i : tỷ lệ diện tích pic của chất phân tích và nội chuẩn trong dung dịch mẫu thực.

a,b: hệ số trong phương trình đường chuẩn dạng $y = ax + b$.

k: Hệ số pha loãng mẫu.

V_i : thể tích dung dịch mẫu thực (l).

m_i : khối lượng bột mẫu thực đem hòa tan (mg)

: Khối lượng trung bình viên (mg).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tối ưu điều kiện phân tích

Điều kiện sắc ký khí:

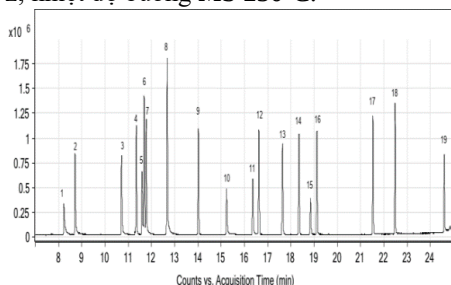
- Nồng độ chất phân tích: $C_t = k \frac{S - b}{a}$

- Khối lượng chất phân tích: $m = \frac{C_t \cdot V_t \cdot \bar{m}_v}{m_i}$

Khí mang Heli, tốc độ dòng 1,0ml/phút; thể tích tiêm 1µl, tỷ lệ chia dòng 9:1; nhiệt độ đầu phun 225°C.

Chương trình gradient nhiệt độ: 90°C (giữ 1 phút), tăng đến 150°C với tốc độ 8°C/phút, tăng đến 200°C với tốc độ 5°C/phút, tiếp tục tăng đến 280°C với tốc độ 10°C/phút (giữ ở 280°C trong 3,5 phút).

Điều kiện khối phổ: nguồn ion hóa EI 70eV; chế độ quét: Full scan trong khoảng 50 - 550 m/z; nhiệt độ buồng MS 230°C.



Hình 1. Sắc ký đồ của 19 cathinone tổng hợp

(1:cathinone; 2: methcathinone; 3:

mephedrone; 4:Pentadrone; 5: 4-CMC, 6: diethylpropion; 7: 4-methylcathinone; 8: 4-CEC; 9: N-Ethylhexedrone;

10: methylone; 11: ethylone; 12: α-PVP; 13: eutylone; 14: α-PHP; 15: Pyrovalerone; 16: N-Ethylpentylone; 17: MDPBP; 18: MDPV; 19: Benzylone)

Bảng 1. Thời gian lưu, phân mảnh và điểm IP

Chất phân tích	t_R	Mảnh con	Điểm IP
1	8,15	<u>44</u> , 77, 51, 105	6
2	8,64	<u>58</u> , 77, 51, 56	6
3	10,63	<u>58</u> , 91, 56, 65	6
4	11,26	<u>86</u> , 44, 77, 87	6
5	11,51	<u>58</u> , 111, 77	4,5
6	11,60	<u>100</u> , 44, 77, 726	6
7	11,69	<u>44</u> , 91, 119	4,5
8	12,59	<u>72</u> , 44, 111, 75	6
9	13,92	<u>114</u> , 77, 58, 115	6
10	15,13	<u>58</u> , 56, 63, 65	6
11	16,26	<u>72</u> , 44, 70, 42, 149	7,5
12	16,52	<u>126</u> , 127, 77, 105	6
13	17,54	<u>86</u> , 87, 58, 63	6
14	18,24	<u>140</u> , 77, 141	4,5
15	18,74	<u>126</u> , 127, 91, 119	6
16	19,02	100, 58, 149, 65	6
17	21,45	<u>112</u> , 113, 70	4,5
18	22,40	<u>126</u> , 127, 149, 55	6
19	24,52	<u>91</u> , 134, 65, 135	6

Với chương trình nhiệt độ như khảo sát đã tách được 19 cathinone tổng hợp. Số điểm nhận dạng IP > 4 nên đáp ứng được yêu cầu của AOAC trong phân tích định tính.

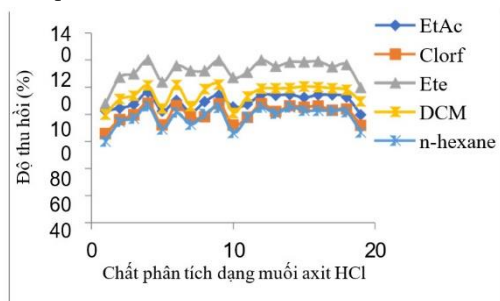
Đối với phân tích định lượng, để tăng độ nhạy của phương pháp có thể sử dụng SIM mảnh ion đặc trưng (mảnh gạch chân) là mảnh có cường độ lớn nhất để phân tích. Ngoài ra, để giảm sự sai khác giữa mỗi lần thí nghiệm chúng tôi sử dụng chất nội chuẩn docosane trong phân tích định lượng.

3.2. Khảo sát dung môi tách chiết

Các cathinone tổng hợp thường tồn tại ở dạng bazơ hoặc dạng muối HCl. Tùy theo mục đích và yêu cầu, chúng ta có thể chiết để thu dạng bazơ hoặc dạng muối axit. Trong quá trình chiết, dung môi chiết đóng vai trò quan trọng

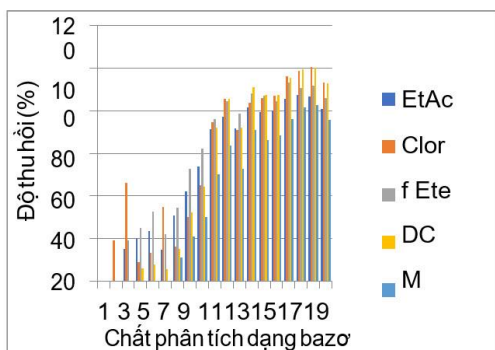
trong việc tách chiết các chất phân tích ra khỏi thành phần tá dược.

Để nghiên cứu ảnh hưởng của dung môi tới độ thu hồi của quá trình chiết, chúng tôi sử dụng 5 dung môi thông dụng để khảo sát gồm: ethyl acetate (viết tắt là EtAc), chloroform (viết tắt là Clorf), diethyl ether (viết tắt là Ete), dichloromethan (viết tắt là DCM) và n-hexan. Kết quả như sau:



Hình 2. Ảnh hưởng của dung môi chiết tới độ thu hồi dạng muối axit HCl

Cathinone tổng hợp ở dạng muối có độ thu hồi khá cao. Trong đó diethyl ether bay hơi rất nhanh ở nhiệt độ phòng, khả năng lặp lại thấp, gây ra sai số dương cho phép phân tích và khó kiểm soát nên diethyl ether không được chúng tôi sử dụng trong phân tích định lượng các cathinone tổng hợp. Trong bốn dung môi còn lại gồm: ethyl acetate, chloroform, dichloromethan và n-hexan đều có thể sử dụng để chiết mẫu. Tuy nhiên ethyl acetate có độ thu hồi tốt (đạt từ 79,68 - 96,23%), độ ổn định cao và là dung môi khá nhẹ dễ phân lớp, khi chiết pha hữu cơ ở phía trên, dễ dàng để tách pha hữu cơ ra khỏi pha nước nên được sử dụng để phân tích định tính và định lượng cathinone tổng hợp trong mẫu viên nén.

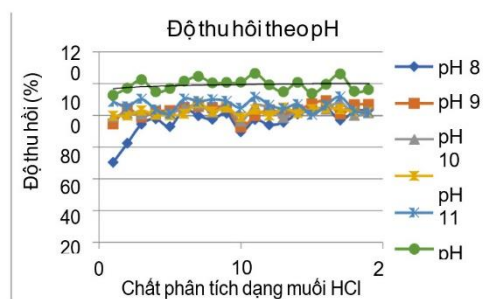


Hình 3. Ảnh hưởng của dung môi chiết tới độ thu hồi dạng bazơ

So với độ thu hồi ở dạng muối axit HCl thì độ thu hồi ở dạng bazơ giảm đáng kể, đặc biệt là: cathinone và methcathinone (gần như không quan sát thấy tín hiệu phân tích), mephedrone, pentedrone, 4-CMC, diethylpropion, 4-methylcathinone,... độ thu hồi chỉ đạt từ 0 - 40%. Đó là do các cathinone tổng hợp này không bền ở dạng bazơ, chúng dễ phân hủy khi gặp nhiệt độ, độ ẩm hoặc pH. Do đó, để phương pháp có tính ổn định, hiệu suất tốt chúng tôi chiết tách và nghiên cứu các cathinone tổng hợp ở dạng muối axit HCl.

3.3. Khảo sát môi trường chiết (pH)

Môi trường chiết xuất là một trong những yếu tố quan trọng quyết định hiệu suất của quá trình chiết. Các cathinone tổng hợp được nghiên cứu là các alkaloid chứa nitơ bậc 1, 2 hoặc 3 nên có tính kiềm. Để khảo sát ảnh hưởng của yếu tố này, chúng tôi nghiên cứu chiết các cathinone tổng hợp trong dung dịch đệm phosphat có pH từ 8- 13. Kết quả như sau:



Hình 4. Ảnh hưởng của pH đến độ thu hồi dạng muối HCl

Các cathinone tổng hợp dạng muối HCl đều cho độ thu hồi cao khi chiết bằng ethyl acetate. Với pH 13 độ thu hồi tuy rất cao nhưng có phần khó kiểm soát nên không dùng trong phân tích định lượng cathinone tổng hợp. Với pH 8 độ thu hồi có thể tạm chấp nhận nhưng vẫn chưa đạt yêu cầu của AOAC (Association of Official Analytical Chemists) trong phân tích định lượng nên pH này cũng không được nghiên cứu sử dụng. Với pH từ 9 - 12 độ thu hồi khá cao, ổn định nên có thể sử dụng môi trường kiềm có pH từ 9 - 12 để chiết các cathinone tổng hợp. Để thống nhất chúng tôi sử dụng dung dịch đệm phosphat có pH 11 trong các khảo sát tiếp theo

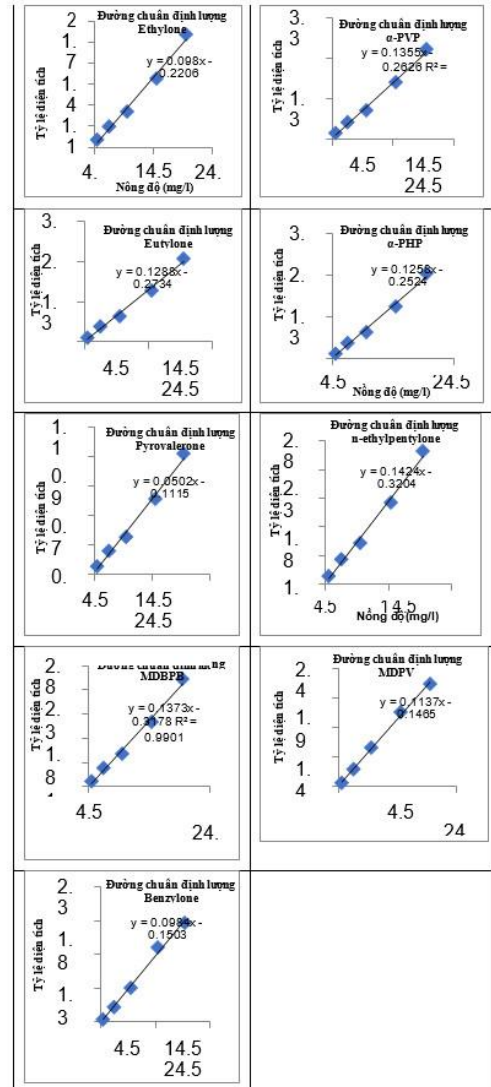
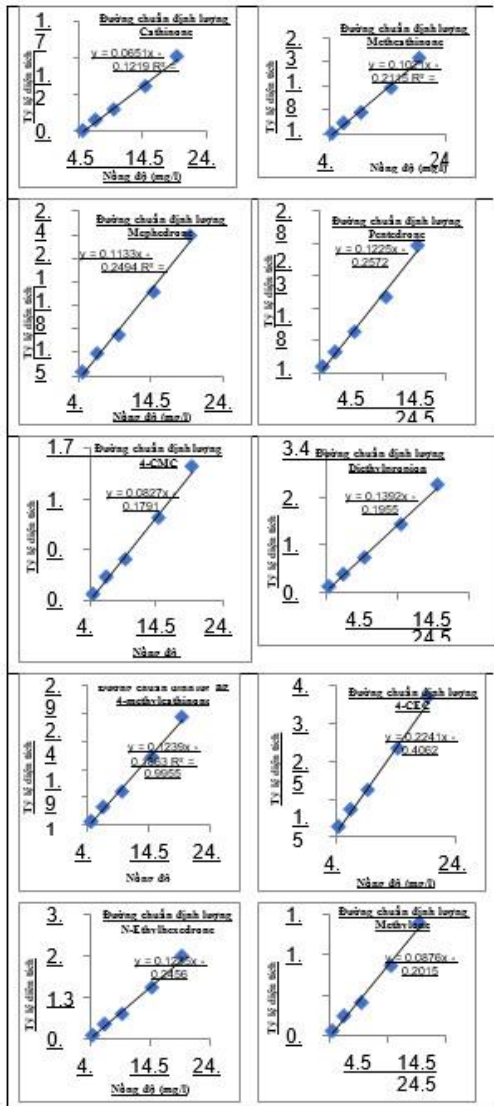
thay vì dùng dung dịch kiểm vì chúng có khả năng giữ cho pH của dung dịch không thay đổi trong quá trình thí nghiệm.

3.4. Thẩm định phương pháp và ứng dụng phân tích mẫu thực tế

Thẩm định phương pháp có kết quả như sau:

cầu của AOAC trong phân tích định lượng cathinone tổng hợp từ mẫu viên n n.

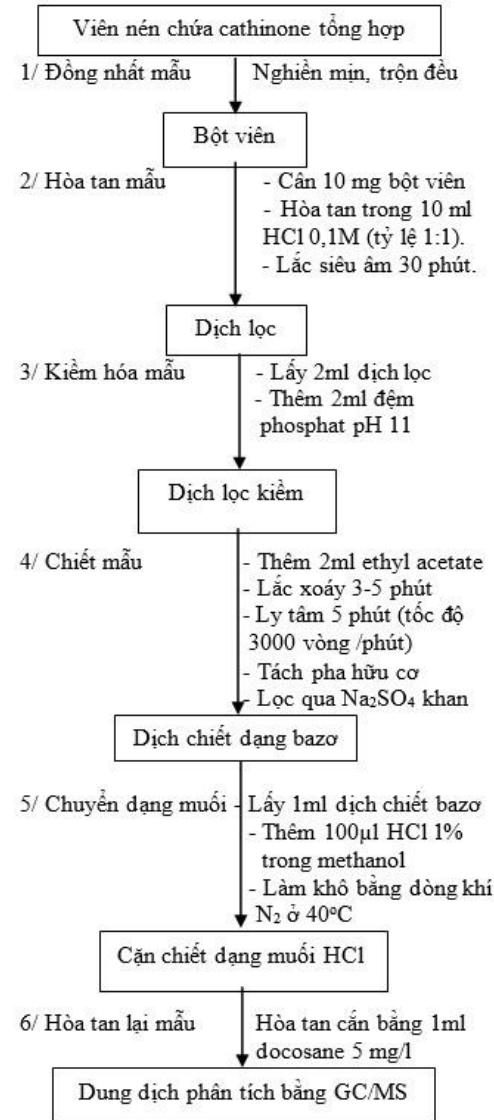
Trên cơ sở thực nghiệm đã nghiên cứu, chúng tôi đưa ra quy trình phân tích định tính và định lượng các cathinone tổng hợp từ mẫu viên n n như sau:



Hình 5. Đường chuẩn định lượng các cathinone tổng hợp

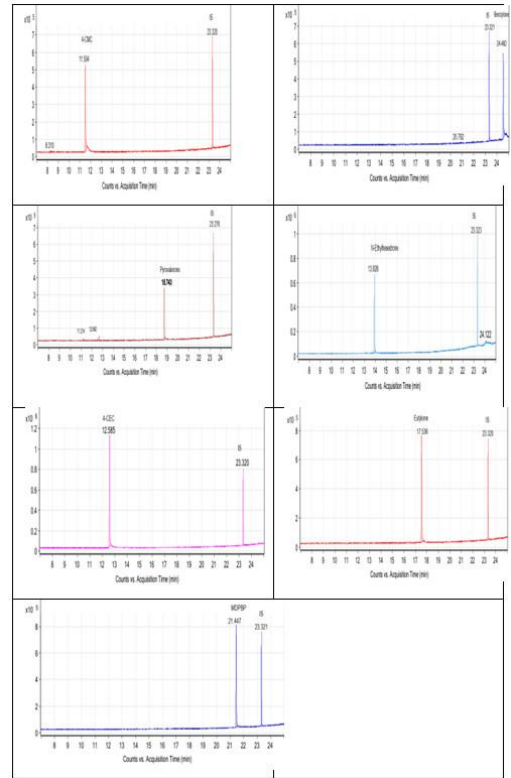
- Khoảng tuyến tính từ 5 - 200 mg/l.
- Hệ số R từ: 0,9901 to 0,9968.
- Phương pháp có giới hạn phát hiện từ 1,2 - 1,5 mg/l; giới hạn định lượng từ 3,9 - 5,0 mg/l.
- Độ chụm tốt (% RS từ 1,15 - 5,12%), phương pháp có độ ổn định tốt, chọn lọc cao; độ thu hồi cao (R% từ 80,59 - 97,07% với một lần chiết); ảnh hưởng của nền mẫu đều nhỏ hơn 20% đáp ứng yêu cầu của AOAC trong phân tích định lượng cathinone tổng hợp từ mẫu viên n n.

- Trên cơ sở thực nghiệm đã nghiên cứu, chúng tôi đưa ra quy trình phân tích định tính và định lượng các cathinone tổng hợp từ mẫu viên nén như sau:



Hình 6. Quy trình phân tích cathinone tổng hợp trong mẫu viên nén bằng phương pháp GC-MS

Sử dụng quy trình đã được thẩm định ở trên vào phân tích một số mẫu có chứa các cathinone tổng hợp được gửi đến Viện Khoa học hình sự trong thời gian qua. Các thông tin về mẫu đã được mã hóa từ M1-M7 để đảm bảo tính bảo mật thông tin, kết quả như sau:



Hình 7. Sắc ký đồ của một số mẫu thực
Bảng 2. Kết quả phân tích một số mẫu thực tế thu được từ các vụ án gửi đến Viện KHHS

Ký hiệu mẫu	Kết quả phân tích
M1	- Định tính: 4-CMC - Định lượng: $35,78 \pm 0,63$ (%)
M2	- Định tính: Benzylone (BMDP) - Định lượng: $26,98 \pm 0,32$ (%)
M3	- Định tính: Pyrovalerone - Định lượng: $40,86 \pm 0,25$ (%)
M4	- Định tính: N-Ethylhexedrone - Định lượng: $38,00 \pm 0,81$ (%)
M5	- Định tính: 4-CEC - Định lượng: $39,39 \pm 0,71$ (%)
M6	- Định tính: Eutylone - Định lượng: $36,16 \pm 0,33$ (%)
M7	- Định tính: MDPBP - Định lượng: $24,16 \pm 0,45$ (%)

Các mẫu chứa chất ma túy nhóm cathinone tổng hợp thu giữ ở Việt Nam trong thời gian qua có đặc điểm sau:

- + Mẫu thu giữ ở dạng bột viên n n hoặc viên n n với nhiều logo, h nh dạng, màu sắc khác nhau.
- + Tất cả các mẫu thu giữ đều chứa chất ma túy (thường chứa một loại chất) dạng muối HCl.
- + Đều chứa chất pha trộn: có loại một chất pha trộn, có loại 2 hoặc 3 chất pha trộn. Các chất pha trộn thường gồm: đường (dextrose, maltose, lactose), bột talc, tinh bột,...
- + Hàm lượng các chất ma túy nhóm cathinone tổng hợp trong mẫu viên n n thường từ 20 - 40%.

4. KẾT LUẬN

- Đã xây dựng được điều kiện phân tích trên thiết bị GC-MS kết hợp với cột Agilent 7890 GC- MS/MS; cột Agilent J&W DB-1MS (30m x 0,25mm; 0,25 μ m): Khí mang Heli với tốc độ 1,0ml/phút, thể tích tiêm 1 μ l, tỷ lệ chia dòng 9:1, nhiệt độ lò cột: 90°C (giữ 1 phút), tăng đến 150°C với tốc độ 8°C/phút, tăng đến 200°C với tốc độ 5°C/phút, tiếp tục tăng đến 280°C với tốc độ 10°C/phút (giữ ở 280°C trong 3,5 phút); nhiệt độ đầu phun 225°C; nguồn ion hóa ESI 70eV; chế độ quét: Full scan trong dải khối 50 - 550 m/z
- Tối ưu điều kiện xử lý mẫu từ viên n n chứa các chất trong nhóm cathinone tổng hợp: phương pháp chiết lỏng - lỏng sử dụng dung môi ethyl acetate trong môi trường có pH 11 để thu cathinone tổng hợp dạng muối axit HCl. Phương pháp chiết đơn giản, không cần chiết lặp, độ thu hồi đạt từ 80,59 - 97,07% với một lần chiết.
- Đã xây dựng phương pháp định tính, định lượng cho 19 cathinone tổng hợp: xây dựng được đường chuẩn định lượng cho các cathinone tổng hợp trong khoảng tuyến tính từ 5 - 20 mg/l với độ lặp lại tốt về thời gian lưu, tỷ lệ diện tích pic; độ chụm và độ đúng cao; hiệu suất thu hồi tốt, ảnh hưởng của nền mẫu đáp ứng yêu cầu phân tích của AOAC.
- Đã phân tích một số mẫu thực là các viên nén

hoặc bột viên n n thu giữ tại Việt Nam. Hàm lượng cathinone tổng hợp trong mẫu viên n n thường dao động từ 20 - 40%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alsenedi, Khalid (2018), The analysis and long- term stability of amphetamine-type stimulants and synthetic cathinones in urine using novel extraction methods and GC-MS, Forensic Medicine and Science.
2. Alzaabi, Jasim Ali Mohamed (2019), "Development of a New Analytical Method for Separation and Quantitative Determination of Synthetic Cathinones in Urine Using Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry". Chemistry Theses.
3. D.; Chen, X.; Ming, Z.; Jiang, L.; Zhou, Y (2022). Simultaneous Determination of 16 Kinds of Synthetic Cathinones in Human Urine Using a Magnetic Nanoparticle Solid-Phase Extraction Combined with Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Separations, 9, 3.
4. Gannon BM, Galindo KI, Mesmin MP, Sulima A, Rice KC, Collins GT (May 2018). "Relative reinforcing effects of second-generation synthetic cathinones: Acquisition of self- administration and fixed ratio dose-response curves in rats". Neuropharmacology. 134 (Pt A): 28–35.
5. Marusich JA, Antonazzo KR, Wiley JL, Blough BE, Partilla JS, Baumann MH (December 2014). "Pharmacology of novel synthetic stimulants structurally related to the "bath salts" constituent 3,4-methylenedioxypyrovalerone (MDPV)". Neuropharmacology. 87: 206–13.
6. Mateusz Kacper Woźniak, Laura Banaszkiewicz, Marek Wiergowski, Ewa Tomczak, Marzena Kata, Beata Szpiech, Jacek Namieśnik & Marek iziuk (2020), Development and validation of a GC-MS/MS

method for the determination of 11 amphetamines and 34 synthetic cathinones in whole blood, *Forensic Toxicology*, volume 38, pages 42–58.

7. Mónica Antunes, Margarida Sequeira, Mariana de Caires Pereira, Maria João Caldeira, Susana

Santos, João Franco, Mário Barroso and Helena Gaspar (2021), Determination of Selected Cathinones in Blood by Solid-Phase Extraction and GC–MS, *Journal of Analytical Toxicology*, 45:233–242.

8. Rickli A, Hoener MC, Liechti ME (March 2015). "Monoamine transporter and receptor interaction profiles of novel psychoactive substances: para-halogenated amphetamines and pyrovalerone cathinones". *European Neuropsychopharmacology*. 25 (3): 365–76.

9. Shu-Yuan Cheng, Theron Ng-A-Qui, Bruce Eng & Jonathan Ho (2017). Detection of cathinone and mephedrone in plasma by LC-MS/MS using standard addition quantification technique. *Journal of Analytical Science and Technology*, volume 8, Article number: 19.

10. United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) (2020), Recommended

methods for the Identification and Analysis of Synthetic Cathinones in Seized

11. Materials.

<https://www.unodc.org/unodc/en/scientists/recommended-methods-for-the-identification-and-analysis-of-synthetic-cathinones-in-seized-materials.html>

12. Wei-Yin Hong, Ya-Chun Ko, Mei-Chih Lin, Po-Yu Wang, Yu-Pen Chen, Lih-Ching Chiueh, Daniel Yang-Chih Shih, Hsiu-Kuan Chou, Hwei-Fang Cheng (2016), Determination of Synthetic Cathinones in Urine Using Gas Chromatography–Mass Spectrometry Techniques, *Journal of Analytical Toxicology*, Volume 40, Issue 1, Pages 12–16

13. Wiergowski M, Woźniak MK, Kata M, Iziuk M (August 2016). "Determination of MDPBP in postmortem blood samples by gas chromatography coupled with mass spectrometry". *Monatshefte für Chemie*. 147 (8): 1415–1421.

14. **Tác giả liên hệ:** Đỗ Uy Nam, Viện khoa học hình sự, Bộ Công an, đường Trịnh Văn Bô, Nam Từ Liêm, Hà Nội. Email: namc21@gmail.com.