

Giới thiệu một số phương pháp phân tích hydrocarbon thơm đa vòng trong mẫu thực phẩm và đồ uống tại Việt Nam

**Nguyễn Đức Hiếu¹, Nguyễn Văn Đức¹, Trần Phương Huyền¹,
Nguyễn Thị Thu Thúy², Nguyễn Linh Trang¹, Đặng Minh Hương Giang¹,
Chu Thị Huệ¹, Nguyễn Thị Ánh Hoàng¹, Hoàng Quốc Anh^{1*}**

¹*Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam*

²*Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, Việt Nam*

(Ngày đến tòa soạn: 17/07/2023; Ngày chấp nhận đăng: 24/08/2023)

Tóm tắt

Hydrocarbon thơm đa vòng (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) là nhóm chất ô nhiễm hữu cơ phổ biến trong môi trường và được quan tâm nghiên cứu do chúng có độc tính cao, bao gồm cả khả năng gây ung thư và đột biến gen. Thực phẩm được cho là nguồn phơi nhiễm PAHs quan trọng ở người, vì vậy phân tích PAHs trong thực phẩm là một nhiệm vụ cần thiết của kiểm nghiệm an toàn thực phẩm. Bài báo tổng quan này tập hợp thông tin về phương pháp phân tích PAHs đã được áp dụng trong các nghiên cứu trước đây trên đối tượng mẫu thực phẩm và đồ uống ở Việt Nam, bao gồm các bước tách chiết, làm sạch dịch chiết, phân tích định lượng trên hệ thống sắc ký. Đây là bài báo tổng quan đầu tiên về phương pháp phân tích PAHs trong thực phẩm tại Việt Nam, nêu lên thực trạng về năng lực phân tích nhóm chất này cũng như bàn luận về ưu nhược điểm của các phương pháp đã được áp dụng. PAHs được chiết từ nền mẫu vào các dung môi hữu cơ kém phân cực với các kỹ thuật chiết lỏng-lỏng, lỏng-rắn, chiết siêu âm, chiết lỏng áp suất cao. Các chất cản trở trong dịch chiết mẫu có thể được loại bỏ bằng nhiều kỹ thuật khác nhau: xử lý với acid, kiềm, sắc ký thẩm thấu gel, chiết pha rắn, chiết phân tán pha rắn. PAHs được tách và định lượng trên hệ thống sắc ký khí khối phổ (GC-MS, GC-MS/MS, GC×GC-TOF/MS) và sắc ký lỏng với detector huỳnh quang (HPLC-FLD). Các quy trình phân tích đều được kiểm soát chất lượng bằng các kết quả với mẫu trắng, giới hạn phát hiện/định lượng, chất chuẩn đánh giá độ thu hồi, mẫu lặp lại. Các nghiên cứu tổng thể nhằm đánh giá hàm lượng PAHs trong nhiều loại mẫu thực phẩm cần tiếp tục được thực hiện nhằm xây dựng ngưỡng tiêu thụ an toàn cho nhóm chất ô nhiễm này ở Việt Nam.

Từ khóa: PAHs, GC/MS, thực phẩm, đồ uống, Việt Nam.

*Điện thoại: 0353937217

Email: hoangquocanh1990@gmail.com

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hydrocarbon thơm đa vòng (PAHs) là nhóm các chất ô nhiễm hữu cơ điển hình và tồn tại phổ biến trong các thành phần môi trường như nước, đất, không khí, trầm tích và sinh vật [1]. Bên cạnh một lượng nhỏ PAHs có liên quan đến nguồn gốc tự nhiên và được sản xuất trong công nghiệp, trên 90% lượng PAHs trong môi trường được sinh ra một cách không chủ định từ các hoạt động thiêu đốt và sử dụng sản phẩm dầu mỏ của con người [2]. Một số PAHs có khả năng gây ung thư, gây đột biến gen và có ảnh hưởng đến hoạt động của các hệ cơ quan trong cơ thể [3]. Trong môi trường, PAHs tương đối trơ về mặt hoá học và kỵ nước [4]. Tuy nhiên trong cơ thể động vật, các PAHs có thể bị chuyển hóa thành các sản phẩm diol epoxide có khả năng liên kết với các đại phân tử sinh học (như acid deoxyribonucleic), dẫn đến sai lệch trong quá trình phiên mã, gây đột biến gen và hình thành tế bào ung thư [5]. Con người có thể bị phơi nhiễm PAHs thông qua nhiều con đường khác nhau như hít thở không khí, sự nuốt phải bụi và đất, hút thuốc lá và đặc biệt là qua con đường tiêu thụ thực phẩm và đồ uống [6].

Sự có mặt của PAHs trong thức ăn và đồ uống là kết quả của quá trình tích lũy các chất này trong nguyên liệu thực phẩm (do tiếp nhận từ môi trường ô nhiễm) và từ quá trình chế biến thực phẩm (đặc biệt là chế biến ở nhiệt độ cao) [7]. Tiêu thụ thực phẩm là con đường phơi nhiễm chính đối với PAHs ở người, kể cả ở người không hút thuốc [8]. Một số nghiên cứu đã chỉ ra mối liên quan giữa sự phơi nhiễm PAHs từ thực phẩm và việc tăng nguy cơ mắc ung thư phổi và da ở người [9, 10]. Các PAHs thường được tìm thấy trong thực phẩm bao gồm: anthracen (Ant), benz[*a*]anthracen (BaA), benzo[*b*]fluoranthren (BbF), benzo[*j*]fluoranthren (BjF), benzo[*k*]fluoranthren (BkF), benzo[*a*]pyren (BaP), benzo[*e*]pyren (BeP), benzo[*ghi*]perylene (BP), chrysen (Chr), dibenz[*a,h*]anthracen (DA), fluoranthren (Flt), fluoren (Flu), indeno[1,2,3-*cd*]pyren (IP), naphthalen (Nap), phenanthren (Phe) và pyren (Pyr) [11]. Trong khi các nghiên cứu về PAHs trong môi trường thường quan tâm đến 16 chất ưu tiên theo Cục Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (US EPA) thì các nghiên cứu về PAHs trong thực phẩm chủ yếu phân tích các nhóm nhỏ hơn như PAH2 (BaP, Chr), PAH4 (BaP, Chr, BaA, BbF) hay PAH8 (BaP, Chr, BaA, BbF, BkF, DA, IP, BP) [11]. Ủy ban Châu Âu đã ban hành Quy định 835/2011 về mức hàm lượng tối đa của BaP và PAH4 trong các loại thực phẩm [12]. Các quy định về mức hàm lượng tối đa của PAHs trong thực phẩm và nước uống được tóm tắt trong Bảng 1.

Bảng 1. Quy định hàm lượng tối đa của PAHs trong thực phẩm và nước uống trên thế giới

Tổ chức ban hành	Đối tượng	Mức hàm lượng quy định
Tổ chức Y tế Thế giới (WHO)	Nước uống	BaP: 0,7 µg/L ứng với rủi ro ung thư ELCR = 10 ⁻⁵ Flt: 4 µg/L ứng với lượng hấp thụ hàng ngày chấp nhận được (TDI)

<i>Tổ chức ban hành</i>	<i>Đối tượng</i>	<i>Mức hàm lượng quy định</i>
Cục Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (US EPA)	Nước uống	BaP: 0,2 µg/L ứng với mức hàm lượng chất ô nhiễm tối đa (MCL)
Ủy ban châu Âu (EC)	Dầu mỡ	BaP: 2,0 µg/kg; PAH4: 10,0 µg/kg
	Hạt cacao	BaP: 5,0 µg/kg; PAH4: 30,0 µg/kg
	Dầu dừa	BaP: 2,0 µg/kg; PAH4: 20,0 µg/kg
	Thịt hun khói	BaP: 2,0 µg/kg; PAH4: 12,0 µg/kg
	Cá hun khói	BaP: 2,0 µg/kg; PAH4: 12,0 µg/kg
	Nhuễn thể	BaP: 6,0 µg/kg; PAH4: 35,0 µg/kg
	Ngũ cốc	BaP: 1,0 µg/kg; PAH4: 1,0 µg/kg
	Sản phẩm sữa	BaP: 1,0 µg/kg; PAH4: 1,0 µg/kg

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra sự ô nhiễm PAHs trong nhiều đối tượng môi trường tại Việt Nam như không khí, bụi, đất, trầm tích, nước [13-16]. Tuy nhiên, thông tin về các chất ô nhiễm này trong mẫu thực phẩm ở nước ta còn khá hạn chế. Một trong những nguyên nhân gây ra sự thiếu hụt thông tin này là năng lực phân tích PAHs trong mẫu thực phẩm tại các phòng thí nghiệm còn chưa được chú trọng, trong khi các phương pháp tiêu chuẩn về phân tích PAHs trong thực phẩm còn chưa được ban hành. Nhằm tập hợp cơ sở dữ liệu hiện có về phương pháp phân tích PAHs trong thực phẩm và đồ uống ở Việt Nam, chúng tôi đã tiến hành tra cứu trên các hệ thống dữ liệu khoa học quốc tế và trong nước để thực hiện bài báo tổng quan này. Kết quả tìm kiếm thông tin đã lựa chọn được 04 bài báo khoa học công bố trên các tạp chí quốc tế và 04 bài báo trong nước liên quan đến PAHs trong thực phẩm, đồ uống hoặc nguyên liệu thực phẩm chưa qua chế biến.

Các đối tượng mẫu phân tích được chia thành các nhóm chính như sau: trà [17-20], cà phê [17, 21], rau [22], thủy hải sản [23-24] và một số loại thực phẩm chế biến [17]. Nội dung tổng quan hướng đến 03 khía cạnh chính: (1) phương pháp xử lý mẫu thực phẩm cho phân tích PAHs, (2) phương pháp phân tích định lượng PAHs và (3) đảm bảo chất lượng và kiểm soát chất lượng của quy trình phân tích PAHs trong mẫu thực phẩm.

2. KỸ THUẬT XỬ LÝ MẪU THỰC PHẨM VÀ ĐỒ UỐNG CHO PHÂN TÍCH PAHs

Quy trình xử lý mẫu thực phẩm cho phân tích PAHs thường gồm 2 giai đoạn chính: (1) tách chiết PAHs từ nền mẫu vào dung môi phù hợp và (2) loại bỏ các chất cản trở có trong dịch chiết mẫu. Một số kỹ thuật xử lý mẫu thực phẩm trong quy trình phân tích PAHs được tóm tắt trong Bảng 2, Hình 1, Hình 2 và Hình 3.

Bảng 2. Kỹ thuật xử lý mẫu thực phẩm và đồ uống cho phân tích PAHs

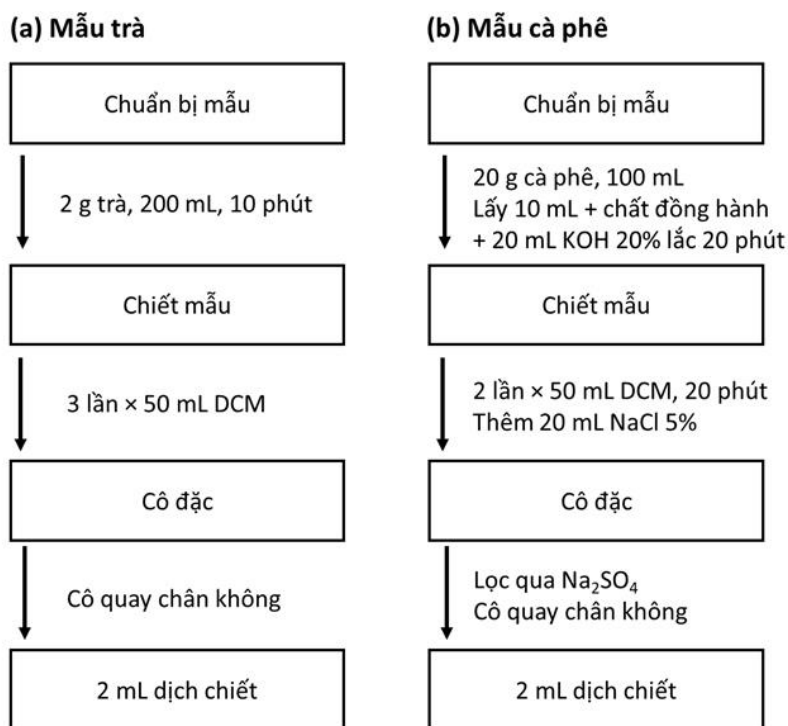
Kỹ thuật xử lý mẫu	Nền mẫu	Cách tiến hành	Nguồn
Chiết lỏng - lỏng	Nước trà và nước cà phê	Chiết lỏng - lỏng với diclometan (DCM) và làm khan với Na ₂ SO ₄	[20] [21]
		Mẫu được đồng nhất hoặc xử lý với HCl đậm đặc. PAHs được chiết từ mẫu vào dung môi hữu cơ như acetonitril, DCM, chloroform.	[17] [18] [19] [20] [24]
Chiết siêu âm	Cá nước ngọt	Đông khô mẫu sau đó chiết siêu âm với hỗn hợp dung môi DCM/hexan (1:1, v/v)	[23]
Chiết lỏng áp suất cao	Rau muống	Chiết lỏng áp suất cao (PLE) với hexan và hỗn hợp DCM/hexan (1:4, v/v).	[22]
Chiết phân tán pha rắn (QuEChERS)	Trà, cà phê, bánh, mì ăn liền, củ quả sấy, thịt nướng	QuEChERS (với hỗn hợp chất làm sạch MgSO ₄ , PSA, C18, silica gel).	[17] [18]
		Sắc ký thẩm thấu gel	Trà, bột cà phê
Chiết pha rắn	Nước trà, nước cà phê, rau muống, cá nước ngọt và vẹm xanh	Cột làm sạch chứa silica gel hoặc silica gel và alumina với dung môi hexan, hỗn hợp DCM/hexan với tỉ lệ DCM từ 10-50% hoặc 25%	[20] [21] [22] [23]
		DCM/pentan.	[24]

2.1. Kỹ thuật chiết PAHs trong mẫu thực phẩm và đồ uống

Đối với các mẫu lỏng như nước trà và nước cà phê, kỹ thuật chiết lỏng-lỏng được sử dụng phổ biến [20, 21]. Mẫu nước trà (2 g trà, 200 mL nước sôi, 10 phút) được chiết 3 lần, mỗi lần với 50 mL diclometan (DCM). Các phần dịch chiết hữu cơ được gộp lại và cô đặc đến 2 mL trước khi làm sạch [20]. Mẫu nước cà phê được chuẩn bị bằng cách pha phin từ 20 g bột cà phê và 100 mL nước sôi, sau đó 10 mL nước cà phê được chuyển vào phễu chiết. Hỗn hợp chất đồng hành và 20 mL KOH 20% được thêm vào phễu chiết và tiến hành lắc phễu trong 20 phút. Mẫu được chiết 2 lần, mỗi lần với 50 mL DCM. Phần dịch chiết được rửa với 20 mL NaCl 5%, làm khan qua Na₂SO₄ và cô quay chân không đến 2 mL [21].

Chiết lỏng - lỏng dùng phễu chiết là kỹ thuật chiết cổ điển, đơn giản và hiệu quả dành cho các chất hữu cơ kém phân cực (như PAHs) từ các nền mẫu nước. Dung môi hữu cơ kém phân cực như DCM thường được sử dụng. Tuy nhiên, kỹ thuật này có nhược điểm là sử dụng

lượng dung môi tương đối lớn, khoảng 100 mL trở lên. Sự có mặt của các chất kiềm mạnh như KOH hoặc chất điện li mạnh như NaCl có tác dụng loại bỏ một số thành phần tạp chất có trong nền mẫu thông qua phản ứng hóa học hoặc hỗ trợ cân bằng phân bố. Lượng vết nước có mặt trong dịch chiết hữu cơ cần được loại bỏ với Na_2SO_4 khan trước các bước xử lý dịch chiết tiếp theo.

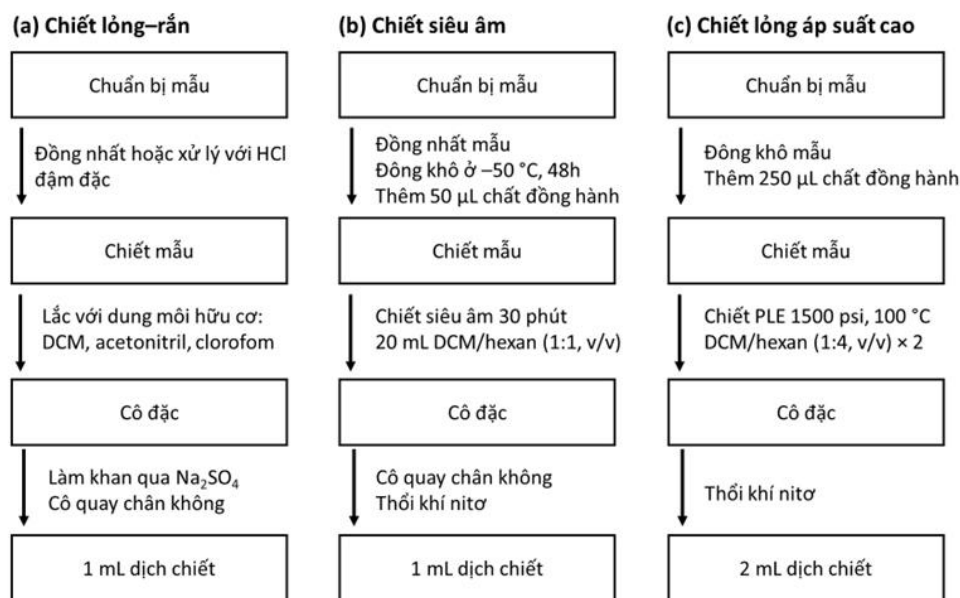


Hình 1. Quy trình chiết lỏng - lỏng cho PAHs trong: (a) nước trà [20] và (b) nước cà phê [21].

Đối với các nền mẫu rắn, nhiều kỹ thuật chiết khác nhau đã được áp dụng như chiết lỏng-rắn [17-21, 24], chiết siêu âm [23] và chiết lỏng áp suất cao [22]. Với bản chất kém phân cực, các dung môi hoặc hệ dung môi được dùng để chiết PAHs cũng kém phân cực như: toluen, hexan, DCM, DCM/hexan (tỉ lệ DCM từ 20-50%) và chloroform. Một số quy trình chiết được bổ sung muối như NaCl và MgSO_4 để hỗ trợ chuyển PAHs từ nền mẫu ưa nước vào dung môi hữu cơ [17-18]. Trong một số trường hợp, mẫu được xử lý với HCl đậm đặc hoặc dung dịch KOH để loại bỏ các tạp chất như chất béo, protein [21, 24]. Sau khi xử lý mẫu với acid hoặc kiềm, dịch chiết hữu cơ cần được rửa với nước deion hoặc dung dịch NaCl 5% để loại bỏ lượng dư acid, kiềm [21, 24]. Dịch chiết thường được làm khan bằng Na_2SO_4 và cô đặc trước khi làm sạch.

Các kỹ thuật chiết mẫu rắn nhìn chung đều hướng đến việc chuyển chất phân tích từ nền mẫu sang một hệ dung môi phù hợp. Tuy nhiên cân bằng pha và sự hòa tan PAHs từ mẫu rắn sẽ phức tạp hơn nhiều so với nền mẫu lỏng, và sự hỗ trợ quá trình chiết bằng các yếu tố như nhiệt độ, áp suất, sóng siêu âm, rung lắc cơ học là cần thiết nhằm đảm bảo hiệu quả chiết và rút ngắn thời gian chiết. Chiết lỏng - rắn bằng cách lắc mẫu với dung môi trong

thời gian dài (vài giờ hoặc lâu hơn). Tuy kỹ thuật này đơn giản và có thể áp dụng tại nhiều phòng thí nghiệm nhưng có hạn chế về lượng dung môi chiết lớn, thời gian chiết kéo dài và hiệu quả chiết cần được thẩm định với mẫu chuẩn. Năng lượng từ sóng siêu âm cũng được sử dụng để hỗ trợ quá trình chiết với hệ thiết bị và quy trình thao tác tương đối đơn giản. Chiết lỏng áp suất cao hay chiết tăng cường dung môi kết hợp hai yếu tố là nhiệt độ và áp suất để đạt được hiệu quả chiết tương đương với kỹ thuật chiết cổ điển như chiết Soxhlet.



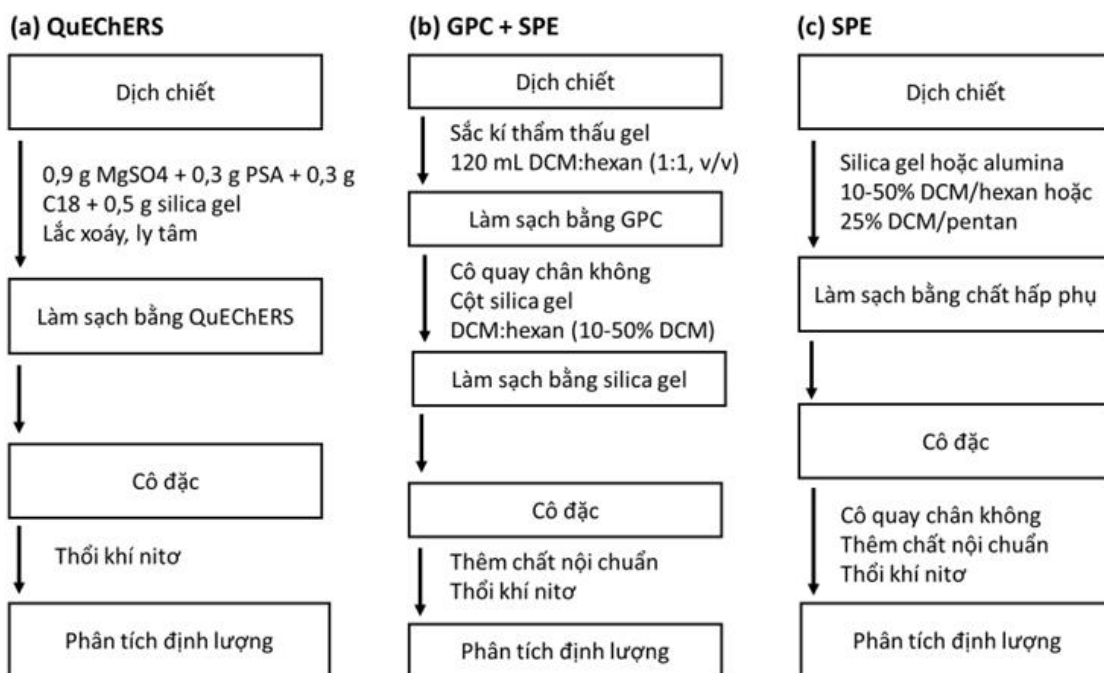
Hình 2. Quy trình chiết mẫu rắn cho phân tích PAHs với các kỹ thuật: (a) chiết lỏng - rắn [17-21, 24], (b) chiết siêu âm [23] và (c) chiết lỏng áp suất cao [22].

2.2. Kỹ thuật làm sạch dịch chiết mẫu

Các kỹ thuật làm sạch khác nhau được áp dụng với nền mẫu rắn như: chiết phân tán pha rắn (hay còn gọi là phương pháp QuEChERS với các ưu điểm như nhanh, đơn giản, tiết kiệm, hiệu quả, ổn định, an toàn) [17-18], sắc ký thẩm thấu gel [19-21] và chiết pha rắn [20-24]. Dịch chiết từ trà và cà phê (6 mL) được làm sạch bằng kỹ thuật QuEChERS với hỗn hợp 0,9 g MgSO₄, 0,3 g PSA, 0,3 g C18 và 0,5 g silica gel [17-18]. Ngoài ra, dịch chiết PAHs còn được làm sạch qua các bước sắc ký thẩm thấu gel (với pha tĩnh Bio-Bead SX3 và dung môi rửa giải DCM/hexan, 1:1, v/v) và chiết pha rắn (với cột silica gel 1 g và dung môi rửa giải DCM/hexan (1:9, v/v) hoặc hexan) [19-21]. Dịch chiết PAHs từ các mẫu cá nước ngọt được làm sạch bằng silica gel với hỗn hợp dung môi rửa giải DCM/hexan (1:1, v/v) [23]. Bên cạnh đó, dịch chiết mẫu vẹm xanh được làm sạch bằng cột chiết pha rắn chứa 4 g silica gel và 4 g alumina. Cột được rửa với pentane trước khi nạp mẫu và các PAHs được rửa giải bằng hỗn hợp DCM/pentan (1:4, v/v) [24]. Quy trình phân tích PAHs trong mẫu rau muống đã kết hợp bước làm sạch mẫu cùng với bước chiết mẫu khi bổ sung silica gel vào cột chiết [22].

Làm sạch dịch chiết mẫu là bước quan trọng trong quy trình phân tích PAHs nhằm loại bỏ các tạp chất có thể gây ảnh hưởng đến tín hiệu và kết quả định lượng của PAHs, đặc biệt trong các nền mẫu sinh học phức tạp như thực phẩm. Sắc ký thẩm thấu gel (GPC) được sử

dụng để loại bỏ hiệu quả các đại phân tử sinh học (như protein hay lipid) dựa trên nguyên tắc loại trừ theo kích cỡ phân tử. Chiết pha rắn với các chất hấp phụ như silica gel và alumina được sử dụng phổ biến để loại trừ các tạp chất theo cơ chế hấp phụ chọn lọc. Trên cột silica gel, PAHs sẽ được tách khỏi các tạp chất mạch hở và các chất phân cực hơn với hệ dung môi có độ phân cực phù hợp, thường là hỗn hợp của DCM trong hexan hoặc pentan với tỉ lệ DCM dao động từ 10 đến 50%. Riêng đối với nền mẫu thực phẩm, kỹ thuật QuEChERS được áp dụng với nhiều ưu điểm đã nêu ở trên. Trong đó các tạp chất bị hấp phụ bởi hóa chất và tách ra khỏi dịch chiết mẫu bởi lực li tâm.



Hình 3. Quy trình làm sạch dịch chiết mẫu cho phân tích PAHs với các kỹ thuật: (a) chiết phân tán pha rắn [17-18], (b) sắc ký thẩm thấu gel kết hợp chiết pha rắn [19-21] và (c) chiết pha rắn [22-24].

3. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐỊNH LƯỢNG PAHs TRONG MẪU THỰC PHẨM VÀ ĐỒ UỐNG

Để phân tích hỗn hợp PAHs ở mức hàm lượng vết trong nền mẫu thực phẩm, các phương pháp sắc ký ghép nối detector khác nhau đã được áp dụng. Một số phương pháp tách và định lượng PAHs đã được sử dụng trong các nghiên cứu trước đây bao gồm: sắc ký khí khối phổ (GC-MS) [19-22], sắc ký khí khối phổ 2 lần (GC-MS/MS) [17-18], sắc ký khí hai chiều kết nối khối phổ thời gian bay (GC×GC-TOF/MS) [23] và sắc ký lỏng hiệu năng cao với detector huỳnh quang (HPLC-FLD) [24]. Các hệ thống thiết bị và điều kiện phân tích PAHs sử dụng trong các nghiên cứu trước đây được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Phương pháp phân tích định lượng PAHs trong mẫu thực phẩm và đồ uống

Loại mẫu	Phương pháp phân tích định lượng	Nguồn
Trà, cà phê, bánh, mì ăn liền, củ quả sấy, thịt nướng	Hệ thống: GC-MS/MS (Thermo Fisher Scientific, USA)	[17]
	Cột tách DB-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm; Agilent Technologies) Khí mang: helium (1 mL/phút) Chương trình nhiệt độ: 70 °C (1 phút), đến 270 °C (10 °C/phút), đến 280 °C (2 °C/phút, giữ 3 phút), đến 310 °C (2 °C/phút, giữ 1 phút) Nhiệt độ bộ phận kết nối: 310 °C Detector: ion hóa và đập electron (70 eV) Khí và chạm: nitrogen (1 mL/phút) Chất phân tích: Nap, 1-Me-Nap, 2-Me-Nap, Acy, Ace, Flu, Flt, Pyr, BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, IP, DA, BP.	[18]
Trà và cà phê	Hệ thống: GC/MS QP2010 (Shimadzu, Nhật Bản)	[19]
	Cột tách: BPX5 (60 m × 0,25 mm × 0,25 μm; Trajan Scientific)	[20]
	Khí mang: helium (1-1,5 mL/phút)	[21]
	Chương trình nhiệt độ: 60 °C (2 phút), đến 210 °C (30 °C/phút), đến 310 °C (5 °C/phút, giữ 15 phút) Nhiệt độ cổng bơm mẫu, interface và nguồn ion: 260, 300 và 230 °C Detector: ion hóa và đập electron (EI) và quan sát chọn lọc ion (SIM) Chất phân tích: Acy, Ace, Flu, Phe, Ant, Flt, Pyr, BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, IP, DA, BP.	
Rau muống	Hệ thống: GC 6890N, MS 5975B (Agilent Technologies, USA)	[22]
	Cột tách: ZB-5 (20 m × 0,18 mm × 0,18 μm; Phenomenex) Khí mang: helium (0,8 mL/phút) Chương trình nhiệt độ: 35 °C (2 phút), đến 100 °C (40 °C/phút), đến 315 °C (6 °C/phút, giữ 10,54 phút) Nhiệt độ bộ phận kết nối (interface) và nguồn ion: 300 và 230 °C Detector: chế độ quan sát chọn lọc ion (SIM) Chất phân tích: Nap, Acy, Ace, Flu, Phe, Ant, Flt, Pyr, BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, IP, DA, BP.	
Cá	Hệ thống: GC 7890A (Agilent Technologies, USA), ToFMS (Pegasus 4D, LECO, USA) Cột tách: DBX5 (60 m × 0,25 mm × 0,25 μm; SGE, Anh) Khí mang: helium (1,5 mL/phút) Chương trình nhiệt độ: 60 °C (1 phút), đến 200 °C (15 phút), đến 220 °C (3 phút, giữ 15 phút), đến 260 °C (10 phút, giữ 5 phút), đến 290 °C (10 phút, giữ 3 phút), đến 320 °C (3 phút, giữ 15 phút) Nhiệt độ bộ phận kết nối (interface) và nguồn ion: 310 và 230 °C Chất phân tích: Nap, Acy, Ace, Flu, Phe, Ant, Flt, Pyr, BcP, CPP, BaA, Chr, BbF, BkF, BfF, DMBA, BaP, BeP, MCA, IP, DA, BP, DBP, DaiP, DalP.	[23]
Vẹm xanh	Hệ thống: HPLC Dionex UltiMate 3000 (Thermo Scientific, USA) Cột tách: PAH Eclipse, C8, 250 mm × 3 mm × 5 μm (Agilent Technologies) Tiền cột: Acclaim™ 120, C18, 150 mm × 4,6 mm × 5 μm (Thermo Fisher Scientific) Chất phân tích: Nap, Ace, Flu, Phe, Ant, Flt, Pyr, BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, dBA, BP, IP	[24]

3.1. Sắc ký khí khối phổ (GC-MS)

Sắc ký khí ghép nối khối phổ dạng tứ cực là phương pháp được sử dụng rộng rãi để phân tích PAHs. Cột tách mao quản silica với pha tĩnh tương đương 5% phenyl 95% methyl polysiloxane như cột BPX5 (60 m × 0,25 mm × 0,25 μm; Trajan Scientific) và cột ZB-5 (20 m × 0,18 mm × 0,18 μm; Phenomenex) đã được dùng để tách PAHs [19-22]. Khi sử dụng cột tách 20 m ZB-5, một số nhóm chất không được phân tách hoàn toàn như chrysene/triphenylene, benzo[*b/k/j*]fluoranthenes và dibenz[*a,h*]anthracene/dibenz[*a,c*]anthracene [22]. Trong các trường hợp này, tín hiệu đo sẽ được dùng để tính tổng hàm lượng cho các chất đồng rửa giải. Khí mang helium có tốc độ dòng 0,8 đến 1,5 mL/phút. Chương trình nhiệt độ được áp dụng để đạt được hiệu quả tách và thời gian lưu phù hợp. Nhiệt độ cao nhất của chương trình nằm trong khoảng 310 đến 315 °C. Nhiệt độ của bộ phận ghép nối GC-MS (interface) thường được đặt ở 300 °C, cao hơn so với cổng bơm mẫu (260 °C) và nguồn ion (230 °C). Detector MS được vận hành ở chế độ ion hóa dương và đập electron (EI) để hình thành các mảnh ion định lượng chính là ion phân tử của PAHs. Các mảnh ion định lượng của một số PAHs cụ thể như sau: Nap (128), Acy (152), Ace (154), Flu (166), Phe/Ant (178), Flt/Pyr (202), BaA/Chr (228), BbF/BkF/BaP (252), IP/BP (276) và DA (278) [22]. Các mảnh ion định lượng này được thu nhận và xử lý ở chế độ quan sát chọn lọc ion (SIM) [19-22].

Sắc ký khí khối phổ là một trong những phương pháp phổ biến nhất được sử dụng để phân tích định lượng PAHs nói riêng và các chất ô nhiễm hữu cơ có khả năng bay hơi nói chung. Ở khía cạnh tách chất, sắc ký khí với cột mao quản có độ dài từ 30 đến 60 m và pha tĩnh phù hợp có thể đạt được hiệu quả tách tốt cho hầu hết các cặp chất trong hỗn hợp PAHs. Sau khi tách sắc ký, các PAHs được dẫn vào bộ phận detector MS và trải qua các quá trình ion hóa, tách khối và ghi nhận tín hiệu. Hầu hết các nghiên cứu đã thực hiện đều sử dụng chế độ ion hóa và đập electron để quan sát ion dương (EI+), tách khối bằng tứ cực (quadrupole mass analyzer) và ghi nhận tín hiệu ở chế độ quan sát chọn lọc ion. So với phương pháp khác như sắc ký khí với detector ion hóa ngọn lửa (GC-FID), GC-MS cho kết quả phân tích PAHs chính xác với độ chọn lọc cao và giới hạn phát hiện thấp hơn rõ rệt.

3.2. Sắc ký khí khối phổ hai lần (GC-MS/MS)

Các điều kiện GC cho phân tích PAHs trên hệ thống GC-MS/MS nhìn chung không có khác biệt nhiều so với hệ thống GC-MS. Cột tách DB-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm; Agilent Technologies) được sử dụng để tách các PAHs [17-18]. Trong 2 nghiên cứu này, chương trình nhiệt độ của lò cột được cài đặt như sau: giữ ở 70 °C trong 1 phút, tăng đến 270 °C (10 °C/phút), tăng đến 280 °C (2 °C/phút, giữ 3 phút) và cuối cùng tăng đến 310 °C (2 °C/phút, giữ 1 phút). Khí mang helium và khí va chạm nitrogen cùng có tốc độ dòng 1 mL/phút. Nhiệt độ của bộ phận interface là 310 °C. So với phương pháp GC-MS, phương pháp GC-MS/MS sử dụng bộ 3 tứ cực có độ chọn lọc cao hơn. Sau khi ion hóa các PAHs ở tứ cực thứ nhất, các ion mẹ sẽ được dẫn qua tứ cực thứ hai (có vai trò là buồng va chạm) và tiếp tục hình thành các mảnh ion con, được tách và ghi nhận ở tứ cực thứ 3. Năng lượng va chạm và mảnh ion quan sát (định lượng, định tính) của mỗi chất sẽ được tối ưu trên hệ thống

GC-MS/MS. Một ví dụ về độ chọn lọc cao hơn của GC-MS/MS so với GC-MS được đưa ra với Nap như sau: ở MS đơn tứ cực, năng lượng 70 eV thì m/z định lượng của Nap là 128; trong khi đó, ở MS/MS ba tứ cực, năng lượng ion hóa thứ nhất 70 eV hình thành m/z 128,2, năng lượng ion hóa thứ hai 15 eV và 20 eV hình thành m/z 127,2 (định lượng) và 102,1 (định tính) [17, 22]. So với phương pháp GC-MS, phương pháp GC-MS/MS có độ chọn lọc cao hơn do điều kiện để nhận diện một chất khác hơn cũng như khả năng loại bỏ các tín hiệu nhiễu của chất ảnh hưởng tốt hơn. Tuy nhiên, hệ thống GC-MS/MS cách thức vận hành phức tạp hơn và chi phí phân tích cao, nên vẫn chưa được áp dụng rộng rãi ở nhiều phòng thí nghiệm ở nước ta.

4. THẨM ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP

4.1. Mẫu trắng

Các mẫu trắng được phân tích đồng thời với các mẫu thực để kiểm soát sự nhiễm bẩn chất phân tích từ các nguồn khác nhau như dụng cụ, hóa chất, môi trường phòng thí nghiệm. Đối với các mẫu có hàm lượng PAHs thấp, việc phân tích mẫu trắng và hiệu chỉnh kết quả phân tích mẫu thực với mẫu trắng là rất quan trọng. Mẫu trắng được đề cập đến trong hầu hết các nghiên cứu với những mục đích khác nhau như kiểm soát sự nhiễm bẩn [20-23] hoặc làm nền mẫu thêm chuẩn xác định giới hạn phát hiện [17-18]. Một số nghiên cứu sử dụng nước để làm mẫu trắng [17-18, 20], trong khi các nghiên cứu còn lại không cung cấp thông tin đầy đủ về loại mẫu này. Yêu cầu mẫu trắng có thành phần tương tự với mẫu thực nhìn chung chưa được thực hiện và mức hàm lượng cụ thể của PAHs trong mẫu trắng chưa được báo cáo trong các nghiên cứu trước đây trên mẫu thực phẩm tại Việt Nam. Một số nghiên cứu đã cho thấy mức hàm lượng nền của PAHs không cao và không cần phải hiệu chỉnh hàm lượng trong mẫu thực với mẫu trắng [20, 22].

4.2. Giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng

Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) là những thông số quan trọng, đặc biệt khi báo cáo kết quả của các mẫu có hàm lượng PAHs thấp. LOD và LOQ có thể được tính theo các cách khác nhau: (1) 3 lần hoặc 10 lần độ lệch chuẩn của các mẫu trắng thêm chuẩn ở mức nồng độ thấp [18]; (2) mức nồng độ ứng với tỉ lệ tín hiệu/nhiều bằng 3 hoặc 10 [20]; (3) tính toán dựa trên phương trình đường chuẩn và mức hàm lượng trong mẫu trắng [22]; (4) dựa vào giới hạn phát hiện của thiết bị và tiến hành thêm chuẩn vào nền mẫu [23]. Khoảng giá trị LOD và/hoặc LOQ của PAHs trong mẫu thực phẩm được so sánh trong Bảng 4.

Giá trị LOD và LOQ không có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiên cứu sử dụng phương pháp sắc ký khí, với LOD của PAHs dao động từ 0,01 đến 0,16 ng/g và LOQ dao động từ 0,03 đến 0,53 ng/g [17, 19, 21, 23]. Giá trị LOD của phương pháp HPLC-FLD nhìn chung cao hơn so với các phương pháp GC-MS, dao động từ 0,09 đến 3,6 ng/g [24]. LOD và LOQ đạt được bằng phương pháp GC-MS đều đáp ứng được giá trị yêu cầu của Ủy ban Châu Âu cho giới hạn phát hiện, định lượng của PAHs ($LOD \leq 0,3$ ng/g; $LOQ \leq 0,9$ ng/g) [26].

Bảng 4. Các yếu tố đánh giá phương pháp của quy trình phân tích PAHs trong mẫu thực phẩm

Loại mẫu (phương pháp phân tích)	LOD (ng/g)	LOQ (ng/g)	Độ thu hồi (%)	Độ chụm (RSD%)	Nguồn
Thực phẩm (GC-MS/MS)	0,01-0,1	0,03-0,30	70-101	5-20	[17]
Trà (GC-MS)	0,06-0,16	0,21-0,53	53-132	–	[19]
Cà phê (GC-MS)	0,03-0,06	–	52-98	–	[21]
Cá (GC×GC-ToFMS)	0,03	0,1	67-126	–	[23]
Vẹm (HPLC-FLD)	0,09-3,6	–	72-112	< 15%	[24]

4.3. Độ thu hồi

Độ thu hồi là một yếu tố cần thiết trong hồ sơ thẩm định giá trị sử dụng của phương pháp, phản ánh độ đúng của phương pháp và kiểm soát sự mất mát chất phân tích trong toàn bộ quy trình. Độ thu hồi có thể được đánh giá qua mẫu thêm chuẩn hỗn hợp chất chuẩn PAHs (có thể là nền mẫu trắng hoặc nền mẫu thực) hoặc thông qua chất chuẩn đồng hành (thường là chất chuẩn đánh dấu đồng vị bền deuterium hoặc ¹³C được thêm vào mẫu thực). Độ thu hồi của PAHs được báo cáo nhìn chung tương đối tốt với các khoảng giá trị 70%-101% [17-18], 53%-132% [19, 20], 67%-126% [23] và 72%-112% [24]. Một số PAHs phân tử khối thấp như Nap, dẫn xuất methyl của Nap (1-Me-Nap và 2-Me-Nap), Ace, Acy có độ thu hồi thấp do có khả năng dễ bay hơi trong quá trình phân tích [17-19]. Bên cạnh đó, các PAHs có phân tử khối từ cao (IP, DA, BP) cũng có thể bị mất mát do giữ lại ở bước làm sạch mẫu sử dụng chất hấp phụ C18 để loại bỏ các chất béo [17-18]. Độ thu hồi của các chất chuẩn đánh dấu đồng vị deuterium được thêm vào trước hoặc trong quá trình xử lý mẫu dao động từ 52%–98% [21] hoặc có giá trị trung bình 81% [22], đáp ứng được yêu cầu về độ thu hồi 50%–120% của Ủy ban Châu Âu [26].

4.4. Độ chụm

Độ chính xác của phương pháp phân tích, ngoài độ đúng (đánh giá thông qua độ thu hồi) còn bao gồm độ chụm hoặc độ lặp lại được đánh giá thông qua độ lệch chuẩn tương đối (RSD) khi phân tích các mẫu lặp. Quy định về độ lặp lại theo Ủy ban Châu Âu là RSD < 23% [26] được sử dụng làm mốc tham chiếu cho các nghiên cứu về PAHs trong thực phẩm tại Việt Nam. Độ lặp lại của PAHs trong các mẫu trà thêm chuẩn ở mức hàm lượng 1, 5 và 10 ng/g dao động từ 5% đến 20% [17]. Độ lặp lại của mẫu lặp (mẫu thực, *n* = 2) trong mỗi đợt mẫu thực tế (*n* = 10) nhỏ hơn 15% [24]. Tuy nhiên, độ lặp lại của phương pháp phân tích còn chưa được báo cáo đầy đủ bởi các nghiên cứu còn lại [18-23].

5. KẾT LUẬN

Phương pháp phân tích PAHs trong mẫu thực phẩm (đã qua chế biến hoặc chưa qua chế biến) và đồ uống (trà, cà phê) tại Việt Nam đã được tổng quan trong bài báo này, nhằm

đưa ra những thông tin cụ thể về kỹ thuật tách chiết, làm sạch dịch chiết, phân tích định lượng và kiểm soát chất lượng. Nhìn chung, các nghiên cứu đã được thực hiện đều đáp ứng được một số yêu cầu cơ bản của phân tích lượng vết PAHs trong nền mẫu thực phẩm phức tạp: (1) sử dụng phương pháp đo có độ chọn lọc cao, giới hạn phát hiện thấp như GC-MS, GC-MS/MS, GC×GC-ToFMS hay HPLC-FLD; (2) sử dụng hoặc phát triển các quy trình xử lý mẫu có kiểm soát chất lượng với các thông số như độ thu hồi, độ lặp lại, giới hạn phát hiện, mức hàm lượng trong mẫu trắng; (3) đáp ứng được các yêu cầu của quốc tế về đảm bảo chất lượng. Các nghiên cứu đã công bố khả năng phát hiện PAHs ở mức hàm lượng từ 0,01 đến 0,16 ng/g cho phương pháp GC và từ 0,09 đến 3,6 ng/g cho phương pháp HPLC. Tuy nhiên, số lượng các nghiên cứu về PAHs trong mẫu thực phẩm ở nước ta còn rất ít, có thể xuất phát từ một số nguyên nhân như sự thiếu hụt về kinh phí nghiên cứu và năng lực phân tích hạn chế. Các nghiên cứu thẩm định, phát triển phương pháp cũng chưa được thực hiện một cách hoàn chỉnh, ví dụ như còn thiếu kết quả phân tích các mẫu chuẩn được chứng nhận (SRM, CRM) hoặc kết quả phân tích liên phòng thí nghiệm. Thêm vào đó, khảo sát về các dẫn xuất của PAHs (với độc tính tương đương hoặc thậm chí cao hơn PAHs) trong thực phẩm còn chưa được thực hiện. Nhằm nâng cao năng lực phân tích, năng lực công bố quốc tế, hoàn thiện cơ sở dữ liệu về mức độ ô nhiễm và các biện pháp đảm bảo an toàn thực phẩm liên quan đến PAHs và dẫn xuất của chúng, các nghiên cứu tổng thể và chuyên sâu tiếp theo về nhóm chất ô nhiễm này ở Việt Nam là rất cần thiết. Các hướng nghiên cứu cụ thể cần tiếp tục được thực hiện bao gồm: (1) mở rộng các đối tượng mẫu thực phẩm và đồ uống, (2) phát triển danh sách các chất phân tích bao gồm PAHs và dẫn xuất của PAHs, (3) tăng cường các yếu tố thẩm định phương pháp với mẫu chuẩn hoặc các mẫu liên phòng thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. K. Srogi, "Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review," *Environmental Chemistry Letters*, vol. 5, pp. 169-195, 2007.
- [2]. A. S. Tsibart, A. N. Gennadiev, "Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils: sources, behavior, and indication significance (a review)," *Eurasian Soil Science*, vol. 46, pp. 728-774, 2013.
- [3]. Y. V. Pashin, L. M. Bakhitova, "Mutagenic and Carcinogenic Properties of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons," *Environmental Health Perspectives*, vol. 30, pp. 185-189, 1979.
- [4]. H. I. Abdel-Shafy, M. S. M. Mansour, "A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impacts, effect on human health and remediation," *Egyptian Journal Petroleum*, vol. 25, pp. 107-123, 2016.
- [5]. D. H. Phillips, "Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in the diet," *Mutation Research: Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, vol. 443, pp. 139-147, 1999.
- [6]. K. Sun, Y. Song, F. He, M. Jing, J. Tang, R. Liu, "A review of human and animals exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: Health risk and adverse effects, photo-induced toxicity and regulating effect of microplastics," *Science of the Total Environment*, vol. 773, pp. 145403, 2021.

- [7]. V. Basal, K. H. Kim, “Review of PAH contamination in food products and their health hazards,” *Environmental International*, vol. 84, pp. 26-38, 2015.
- [8]. Z. Xia, X. Duan, W. Qiu, B. Wang, S. Tao, Q. Jiang, B. Lu, Y. Song, X. Hu, “Health risk assessment on dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Taiyuan, China,” *Science of the Total Environment*, vol. 408, pp. 5331-5337, 2010.
- [9]. J. G. Brody, R. A. Rudel, “Environmental pollutants and breast cancer,” *Environmental Health Perspectives*, vol. 111, pp. 1007-1019, 2003.
- [10]. B. M. Lee, G. A. Shim, “Dietary Exposure Estimation of Benzo[a]Pyrene and cancer risk assessment,” *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, vol. 70, pp. 1391-1394, 2007.
- [11]. V. Basal, K. H. Kim, “Review of PAH contamination in food products and their health hazards,” *Environmental International*, vol. 84, pp. 26-38, 2015.
- [12]. Commission Regulation (EC) No 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs. Official Journal of the European Union, vol. 215, pp. 7-8, 2011.
- [13]. A. Q. Hoang, S. Takahashi, L. H. Tuyen, N. M. Tue, N. M. Tu, T. T. T. Nguyen, M. B. Tu, “Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Air and Dust Samples from Vietnamese End-of-life Vehicle Processing Workshops: Contamination Status, Sources, and Exposure Risks,” *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 110, pp. 110, 2023.
- [14]. H. Q. Anh, S. Takahashi, D. T. Thao, N. H. Thai, P. T. Khiết, N. T. Q. Hoa, L. T. P. Quynh, L. N. Da, T. B. Minh, T. M. Tri, “Analysis and Evaluation of Contamination Status of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Settled House and Road Dust Samples from Hanoi,” *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, vol. 35, pp. 63-71, 2019.
- [15]. N. T. Q. Hoa, H. Q. Anh, N. M. Tue, N. T. Trung, L. N. Da, T. V. Quy, N. T. A. Huong, G. Suzuki, S. Takahashi, S. Tanabe, P. C. Thuy, P. T. Dau, P. H. Viet, L. H. Tuyen, “Soil and sediment contamination by unsubstituted and methylated polycyclic aromatic hydrocarbons in an informal e-waste recycling area, northern Vietnam: Occurrence, source apportionment, and risk assessment,” *Science of the Total Environment*, vol. 709, pp. 135852, 2020.
- [16]. V. K. Trang, D. H. Tuan, “Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) concentration in the Nhue river water flowing through the inner districts of Hanoi City,” *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, vol. 740, pp. 46-56, 2022.
- [17]. T. T. T. Lam, Y. H. Dao, L. K. T. Nguyen, H. K. Ma, H. N. Tran, G. T. Le, “Simultaneous Determination of 18 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Daily Foods (Hanoi Metropolitan Area) by Gas Chromatography–Tandem Mass Spectrometry,” *Foods*, vol. 7, pp. 201, 2018.
- [18]. D. T. Nguyen, P. D. Luu, T. D. Doan, Y. H. Dao, G. T. Le, “Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Contamination in Three Tea Samples Collected in Two Different Areas of Vietnam,” *Journal of Food and Nutrition Research*, vol. 7, pp. 51-64, 2019.

- [19]. N. T. Quynh, N. T. Mai, P. T. L. Anh, D. H. Anh, N. T. Ngoc, P. H. Viet, “Optimizing the Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tea Samples,” *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, vol. 35, pp. 87-97, 2019.
- [20]. L. A. P. Thi, N. T. Ngoc, N. T. Quynh, N. V. Thanh, T. T. Kim, D. H. Anh, P. H. Viet, “Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in dry tea leaves and tea infusions in Vietnam: contamination levels and dietary risk assessment,” *Environmental Geochemistry Health*, vol. 42, pp. 2853-2863, 2020.
- [21]. N. T. Quynh, N. T. Ngoc, T. T. Kim, N. V. Thanh, P. T. L. Anh, D. H. Anh, P. H. Viet, “Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in some roasted and instant coffee products in Vietnam: Content and risk assessment for human health,” *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, vol. 62, pp. 6-12, 2020.
- [22]. E. S. Boll, J. H. Christensen, P. E. Holm, “Quantification and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment, soil, and water spinach from Hanoi, Vietnam,” *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 10, pp. 261-269, 2008.
- [23]. P. D. Quang, P. T. Vi, T. T. Mai, N. T. Ngooc, T. T. Kim, D. L. H. Bao, P. H. Viet, L. H. Tuyen, “Monitoring of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in several fish species collected from some lakes in Hanoi area,” *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, vol. 22, pp. 19-23, 2017.
- [24]. H. T. T. Thuy, P. T. Luu, T. T. C. Loan, N. V. Dong, L. D. Bao, T. T. H. Yen, D. X. Huy, “Bioaccumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Green Mussels (*Perna viridis*) from Cangio Area, Hochiminh City,” *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, vol. 36, pp. 38-45, 2020.
- [25]. P. Plaza-Bolanos, A. G. Frenich, J. L. M. Vidal, “Polycyclic aromatic hydrocarbons in food and beverages. Analytical methods and trends,” *Journal of Chromatography A*, vol. 1217, pp. 6303-6326, 2010.
- [26]. European Commission, 2011. Commission Regulation (EU) No 836/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 333/2007 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, 3-MCPD and benzo(a)pyrene in foodstuff. Official Journal of the European Union, pp. L215 9-16.

A mini-review on analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons in Vietnamese food and beverage samples

**Nguyen Duc Hieu¹, Nguyen Van Duc¹, Tran Phuong Huyen¹,
Nguyen Thi Thu Thuy², Nguyen Linh Trang¹, Dang Minh Huong Giang¹,
Chu Thi Hue¹, Nguyen Thi Anh Huong¹, Hoang Quoc Anh^{1,*}**

¹ *Faculty of Chemistry, University of Science,
Vietnam National University, Hanoi, Vietnam*

² *Faculty of Chemistry, TNU University of Science, Thai Nguyen University, Vietnam*

Abstract

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a common class of organic pollutants in the environment and are of great research interest because of their high toxicity, including carcinogenicity and mutagenicity. Food is an important source of PAHs exposure in humans, so analysis of PAHs in food is an essential task of food safety testing. This review article gathers information about the analysis methods of PAHs that has been applied in previous studies on food and beverage samples in Vietnam, including steps of extraction, purification of extracts, and quantitative analysis on a chromatographic system. PAHs are extracted from the sample matrix into less polar organic solvents with different techniques such as liquid-liquid, liquid-solid, ultrasonic extraction, and pressurized liquid extraction. Interferences in sample extracts can be removed by various techniques: acid and alkali treatment, gel permeation chromatography, solid phase extraction, and dispersive solid phase extraction. PAHs are separated and quantified on gas chromatography-mass spectrometry systems (GC-MS, GC-MS/MS, GC×GC-ToFMS) or liquid chromatograph with fluorescence detector (HPLC-FLD). Analytical procedures are all quality controlled by results with blank samples, limits of detection/quantification, recovery standards, and replicate samples. Overall studies to evaluate the content of PAHs in a variety of food samples need to continue to be performed to establish safe consumption thresholds for this group of pollutants in Vietnam.

Keywords: *PAHs, GC/MS, food, beverage, Vietnam.*