



Bài báo nghiên cứu

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC TRONG PHÂN TÍCH ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ CÁC MẪU THỰC VẬT HÓA TRO

Trương Hữu Ngân Thy, Huỳnh Thị Yến Hồng, Trương Thị Hồng Loan*

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG TPHCM, Việt Nam

**Tác giả liên hệ: Huỳnh Thị Yến Hồng – Email: htyhong@hcmus.edu.vn*

Ngày nhận bài: 26-3-2020; ngày nhận bài sửa: 28-4-2020, ngày chấp nhận đăng: 24-9-2020

TÓM TẮT

Trong công trình này, chúng tôi phân tích đồng vị phóng xạ ^{238}U , ^{232}Th và ^{40}K trong một số mẫu thực vật hóa tro bằng phổ kế gamma HPGe. Trong phân tích mẫu phóng xạ môi trường trên phổ kế gamma thì các đỉnh năng lượng thấp luôn khó khăn khi xử lý và gây ra sai số lớn do ảnh hưởng của nền phong lớn tại đỉnh năng lượng. Để nâng cao độ chính xác trong các kết quả phân tích ^{238}U và ^{232}Th của các mẫu này, chúng tôi tiến hành tách đồng vị ^{40}K trong mẫu bằng phương pháp hóa học. Mẫu sau khi tách ^{40}K và mẫu chứa ^{40}K được khảo sát trên phổ kế gamma. Kết quả phân tích ^{238}U , ^{232}Th và ^{40}K trước và sau khi tách được so sánh với nhau. Từ đó, chúng tôi đánh giá ảnh hưởng từ vùng Compton của ^{40}K lên các đỉnh năng lượng của ^{238}U và ^{232}Th trong các mẫu thực vật hóa tro.

Từ khóa: phương pháp tách hóa; vùng Compton; hoạt độ phóng xạ; phổ gamma

1. Giới thiệu

Khảo sát sự tồn tại của các nguyên tố phóng xạ trong mẫu thực vật có ý nghĩa khoa học và thực tế trong việc đánh giá mức độ ảnh hưởng phóng xạ, từ đó đưa ra các đề xuất nông nghiệp và sinh hoạt cho người dân. Vấn đề xác định các mẫu phóng xạ có hoạt độ thấp một cách chính xác và nhanh chóng là một trong những hướng nghiên cứu đã và đang được phát triển. Trong quy trình phân tích trên phổ kế gamma thông thường, các mẫu có hoạt độ thấp rất khó phân biệt với nền phong tự nhiên. Do đó, để tăng thống kê số đếm của mẫu lên phổ đo thì lượng mẫu buộc phải tăng thêm, cụ thể là bằng cách tro hóa đối với các mẫu thực vật. Trong công trình nghiên cứu của Saeed và cộng sự (2011) về phóng xạ trong thực vật xác định trên hệ phổ kế gamma thì chủ yếu khảo sát các đồng vị ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K . Theo Robison và cộng sự (2006) để xác định hoạt độ đồng vị phóng xạ ^{137}Cs cũng như một số đồng vị phóng xạ tự nhiên khác trong các mẫu môi trường thì cần các giải pháp nâng cao khả năng phát hiện của hệ đo. Trong công trình nghiên cứu của Changizi và cộng sự

Cite this article as: Trương Hữu Ngân Thy, Huỳnh Thị Yến Hồng, & Trương Thị Hồng Loan (2020). A research method for improving precision in radioactive analysis of ashed plant samples. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 17(9), 1675-1687.

(2010) đối với các mẫu thực vật thì hàm lượng của đồng vị ^{40}K lớn hơn so với các đồng vị phóng xạ khác. Vì thế, khi đo các mẫu tro thực vật bằng phổ kế gamma thì phổ của đồng vị ^{40}K chiếm ưu thế trên phổ đo của mẫu. Bên cạnh đó, Ferdous và cộng sự (2013) đã xác định đồng vị phóng xạ ^{238}U thông qua đỉnh năng lượng 63,3 keV và 92,6 keV của ^{234}Th . Đồng vị ^{232}Th được xác định qua đỉnh năng lượng 338,3 keV và 911,1 keV của ^{228}Ac . Đồng vị ^{40}K được xác định qua đỉnh năng lượng 1461 keV của nó. Tuy nhiên, khi hoạt độ của đồng vị ^{40}K trong mẫu lớn hơn nhiều so với các đồng vị phóng xạ khác thì vùng Compton của phổ ^{40}K , năng lượng từ 50 keV đến 1220 keV sẽ nâng nền phong dưới chân các đỉnh năng lượng dưới 1220 keV. Điều này sẽ làm ảnh hưởng đến độ chính xác của các kết quả phân tích, đặc biệt là các đỉnh 63,3 keV và 92,6 keV nằm trên nền phong cao của phổ gamma trong miền năng lượng thấp.

Trong nước, các công trình nghiên cứu liên quan về vấn đề này như khảo sát của Lưu và cộng sự (2016) có trình bày một số giải pháp để nâng cao độ nhạy của phép đo phóng xạ bằng hệ phổ kế gamma phân giải cao nhằm nâng cao khả năng xác định hàm lượng các đồng vị phóng xạ và giảm sai số cho các giá trị đo được. Để nâng cao độ nhạy trong phép đo, các tác giả đề xuất cần phải giảm giá trị MDA (giới hạn phát hiện hoạt độ) thông qua tối ưu các yếu tố: giảm phong của hệ đo tới mức tối đa có thể được, tăng khối lượng mẫu đo, tăng thời gian đo mẫu và tăng hiệu suất ghi của hệ đo. Trong đó, chỉ tập trung nghiên cứu ba giải pháp: ép mẫu giảm thể tích để tăng hiệu suất ghi, tăng khối lượng mẫu và thời gian đo hợp lí. Kết quả cho thấy, giá trị MDA giảm được 4-6 lần, tuy nhiên việc tăng khối lượng mẫu hay tăng thời gian đo là hữu hạn đối với mỗi hệ đo và cần xác định hợp lí. Trong nghiên cứu xác định hàm lượng ^{238}U trong mẫu lương thực thực phẩm bằng hệ phổ kế HPGe, Lưu và nnk (2016) xác định hàm lượng ^{238}U thông qua đồng vị con ^{234}Th bằng một trong hai đỉnh 63,3 keV và 92,6 keV. Tác giả sử dụng thuật toán tách đỉnh trong chương trình Gamma Vision để tách đỉnh nhiễu gamma 63,9 keV của ^{232}Th lên đỉnh 63,3 keV của ^{234}Th hoặc tách đỉnh tia X ^{228}Ac lên đỉnh 92,6 keV của ^{234}Th . Mặt khác, sử dụng phần mềm ANGLE 3 để hiệu chỉnh tự hấp thụ khi thay đổi chiều cao và mật độ mẫu dạng trụ khi đánh giá hiệu suất ghi đối với hai đỉnh gamma, giúp nâng cao độ chính xác trong việc xác định giá trị hoạt độ của ^{238}U trong mẫu lương thực, thực phẩm.

Do đó trong công trình này, để nâng cao độ chính xác các kết quả phân tích của mẫu thực vật hóa tro, chúng tôi tiến hành tách đồng vị ^{40}K bằng phương pháp hóa học. Sau đó, quá trình khảo sát lại mẫu đo được tiến hành. Từ đó, chúng tôi đánh giá sự ảnh hưởng từ vùng Compton của ^{40}K lên các đỉnh năng lượng của đồng vị khác trong các mẫu thực vật hóa tro. Khi phân tích các đồng vị phóng xạ có hoạt độ thấp có trong thực vật trước và sau khi hóa tro khá khó khăn do nền Compton gây ra bởi đỉnh quang điện 1461 keV của đồng vị ^{40}K . Do đó, việc loại bỏ bớt ^{40}K ra khỏi mẫu nhằm giảm sự ảnh hưởng của nền Compton do đỉnh quang điện của đồng vị phóng xạ ^{40}K tạo ra lên phổ các đồng vị phóng xạ khác, giúp việc phân tích dễ dàng hơn.

Trong phân tích đồng vị phóng xạ có trong các mẫu thực vật để nâng cao độ chính xác của phép đo, việc tăng diện tích đỉnh, tăng hiệu suất ghi và tăng thời gian đo mẫu thích hợp giúp cải thiện sai số thống kê trong phân tích các đồng vị phóng xạ. Sai số giá trị hoạt độ phụ thuộc vào các yếu tố sai số của hiệu suất ghi, sai số xác suất phát gamma, sai số thời gian đo mẫu, sai số khối lượng mẫu và sai số diện tích đỉnh. Đối với mẫu trước và sau khi tách Kali đều được đóng và đo cùng điều kiện nên sai số giá trị hoạt độ chỉ còn phụ thuộc vào sai số diện tích đỉnh. Và nền phong dưới từng đỉnh năng lượng ảnh hưởng lên sai số diện tích đỉnh. Do đó, độ chính xác của phép đo được phản ánh qua giá trị sai số hoạt độ phụ thuộc nhiều vào nền phong dưới từng đỉnh năng lượng. Việc tăng thời gian đo mẫu, tăng lượng mẫu giúp tăng diện tích đỉnh từng đỉnh năng lượng cho kết quả chính xác trong phân tích. Trong công trình này, nền phong dưới từng đỉnh năng lượng được giảm bằng cách tách Kali ra khỏi mẫu khiến cho diện tích đỉnh tại từng đỉnh năng lượng tăng. Điều này được đánh giá dựa vào kết quả so sánh giá trị sai số hoạt độ trước và sau khi tách. Vùng Compton gây ra bởi đỉnh 1461 keV của đồng vị ^{40}K sẽ nâng nền phong các đỉnh năng lượng thấp hơn 1243 keV lên cao. Điều này làm ảnh hưởng đến độ chính xác của các kết quả phân tích, đặc biệt là các đỉnh năng lượng thấp 46,5 keV của đồng vị ^{210}Pb , đỉnh 63,8 keV và 92,3 keV của đồng vị ^{234}Th .

2. Phương pháp và vật liệu

2.1. Phổ kế gamma HPGe GMX35P4-70

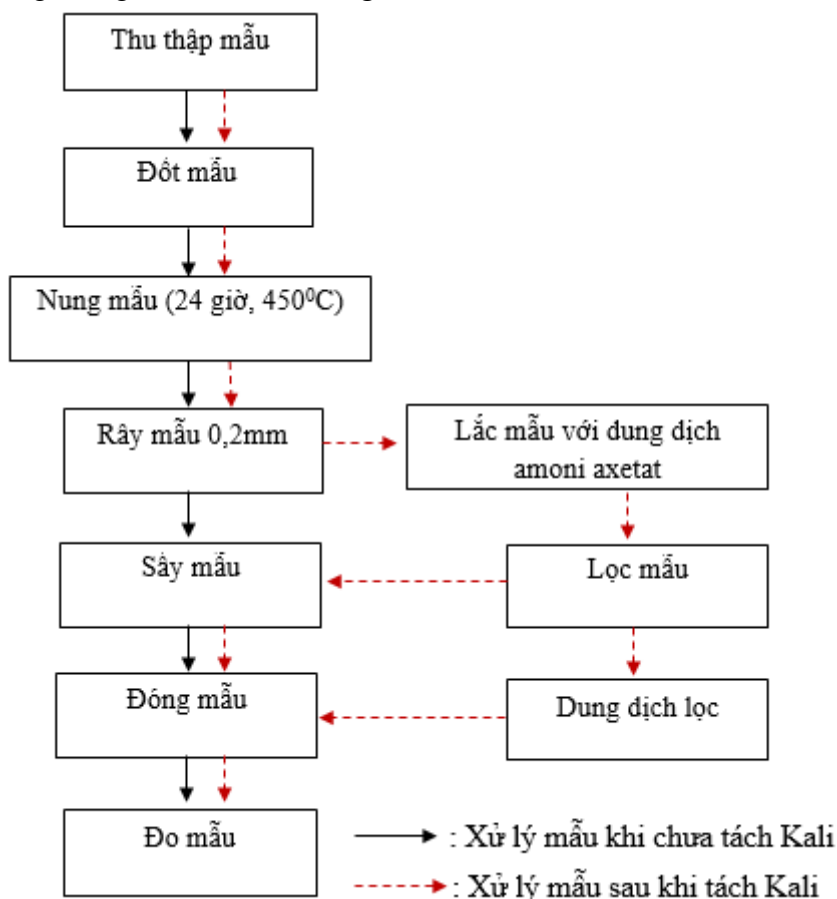
Trong công trình này, phổ kế gamma được sử dụng thuộc Phòng Thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG TPHCM (cơ sở Linh Trung). Phổ kế gồm có các phần chính như sau: đầu dò HPGe số hiệu GMX35P4-70 được tích hợp bộ tiền khuếch đại và các thiết bị kèm theo gồm nguồn nuôi cao thế cho đầu dò, khuếch đại, bộ biến đổi tương tự thành số và khối phân tích đa kênh được tích hợp trong một thiết bị được gọi là DSPEC jr 2.0TM, buồng chì che chắn phong bao quanh đầu dò, và thiết bị làm lạnh cho đầu dò X-Cooler III. Hệ phổ kế được ghép nối với máy tính thông qua cổng USB, việc ghi nhận và xử lý phổ kế gamma được thực hiện bằng các phần mềm chuyên dụng MEASTRO – 3.2 (GammaVision – 5.3). Phổ kế gamma phong thấp có thể ghi nhận các tia gamma có năng lượng từ khoảng 3 keV-10 MeV với độ phân giải năng lượng cao (1,85 keV ở 1332 keV của ^{60}Co , tỉ số đỉnh/Compton 61/1).

2.2. Quy trình xử lý mẫu

Trong thực vật hàm lượng các đồng vị phóng xạ thường rất thấp, khi phân tích bằng mẫu tươi các đồng vị phóng xạ có hoạt độ thấp thường không xác định chính xác. Phương pháp làm giàu mẫu phân tích bằng tro hóa giúp tăng hàm lượng phóng xạ trong mẫu nhưng dẫn đến việc hàm lượng ^{40}K trong mẫu cao gây khó khăn cho việc phân tích các đồng vị phóng xạ ở vùng năng lượng thấp. Do đó, phương pháp xử lý hóa học tách Kali khỏi mẫu làm giảm đáng kể hoạt độ ^{40}K có trong mẫu giúp cho việc phân tích các đồng vị phóng xạ hoạt độ thấp dễ dàng hơn. Thực vật lấy Kali chủ yếu từ đất và phân bón dưới dạng ion hòa

tan. Vì vậy, ta có thể sử dụng dung dịch amoni axetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) để chuyển các dạng Kali có trong mẫu thực vật về dạng Kali hòa tan trong dung dịch.

Quy trình tách Kali được thực hiện trong công trình bao gồm các bước: (1) Sử dụng cân tiểu li để lấy khoảng 50g mẫu tro cho vào bình tam giác, sau đó thêm vào 500ml dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, (2) Đặt bình lên máy lắc và tiến hành lắc trong khoảng thời gian từ 30 phút đến 90 phút, (3) Sử dụng giấy lọc để tách mẫu tro ra khỏi dung dịch. Phần mẫu tro được đặt vào khay nhôm và đưa vào tủ sấy để sấy khô ở nhiệt độ 80°C trong 24 giờ đến khi mẫu khô hoàn toàn, sau đó mẫu được đóng vào hộp trụ để phân tích. Phần dung dịch lọc được đóng vào hộp marinelli. Việc loại bỏ ^{40}K bằng dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ được khảo sát ở các giá trị nồng độ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ khác nhau (0,1 M, 0,05 M và 0,01 M). Với 50g mẫu tro được thêm vào dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ và được lắc đều trong một khoảng thời gian nhất định (30 phút, 60 phút, 90 phút). Mục đích giúp kiểm tra nồng độ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ và thời gian lắc phù hợp để việc loại bỏ Kali đạt hiệu quả tốt nhất. Khảo sát mẫu với nồng độ và thời gian lắc khác nhau được thực hiện với cùng một quy trình trên. Quy trình xử lý mẫu hóa tro tại phòng thí nghiệm thể hiện bằng sơ đồ trên Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình xử lý mẫu hóa tro

Một số hình ảnh trong quy trình xử lý mẫu thực vật tại phòng thí nghiệm được thể hiện trong các Hình 2, Hình 3, Hình 4 và Hình 5.



Hình 2. Dung dịch CH_3COONH_4

Hình 3. Máy lắc mẫu



Hình 4. Lọc mẫu



Hình 5. Mẫu sau khi đóng hộp

2.3. Phương pháp tách đỉnh nhiễu tham gia vào trong hai đỉnh 63,3 keV và 92,6 keV của ^{234}Th

Kali trong thực vật tồn tại dưới dạng ion và khi bị hóa tro thì chúng thuộc dạng kali dễ tiêu nên có thể tách kali bằng dung dịch amoni axetat 1 mol/l theo tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8662: 2011/BKHCN.

Phương pháp phân tích sử dụng trong công trình này là phương pháp phân tích từng đỉnh. Giá trị hoạt độ A (Bq/kg) của các đồng vị phóng xạ được xác định như sau:

$$A = \frac{S}{\varepsilon(E).m.f.t} \quad (1)$$

trong đó, S là diện tích tại đỉnh năng lượng E (số đếm), $\varepsilon(E)$ là hiệu suất ghi của đầu dò ứng với năng lượng E, m là khối lượng mẫu (kg), f là hiệu suất phát gamma của hạt nhân tại đỉnh năng lượng E (%), t là thời gian đo mẫu (s).

Sai số giá trị hoạt độ của phương pháp này:

$$\frac{\sigma_A^2}{A^2} = \frac{\sigma_S^2}{S^2} + \frac{\sigma_m^2}{m^2} + \frac{\sigma_t^2}{t^2} + \frac{\sigma_f^2}{f^2} + \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\varepsilon^2} \quad (2)$$

trong đó, σ_A , σ_S , σ_m , σ_t , σ_f , σ_ε là sai số của giá trị A, S, m, t, f, ε tương ứng.

Bên cạnh đó, độ nhạy của phương pháp phân tích còn được đánh giá qua giá trị hoạt độ phóng xạ nhỏ nhất của một đồng vị phóng xạ mà thiết bị còn có thể phát hiện, được gọi là giới hạn phát hiện hoạt độ MDA (Bq/kg). Giá trị MDA tính theo công thức sau:

$$MDA = \frac{2,71 + 4,66.\sigma_B}{\varepsilon(E).m.f.t} \quad (3)$$

trong đó, giá trị độ lệch chuẩn của phòng được xác định là $\sigma_B = \sqrt{N_B}$, N_B là diện tích đỉnh của nền phóng xạ tại đỉnh năng lượng E (số đếm).

Như vậy, để nâng cao độ nhạy trong phân tích đồng vị phóng xạ cần phải giảm sai số và giá trị MDA nhỏ nhất có thể đối với đồng vị phóng xạ đó. Và một trong những phương pháp để giảm giá trị MDA là giảm giá trị phóng, nghĩa là cần phải giảm giá trị số đếm phóng dưới đỉnh năng lượng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khảo sát kết quả tách Kali khi thay đổi nồng độ CH_3COONH_4 và thời gian lã

Đối tượng thực vật khảo sát phóng xạ tự nhiên trong công trình là cây ngấn ngày. Rau xanh là một trong những cây ngấn ngày dùng làm thức ăn mà con người tiêu thụ hàng ngày. Trong rau xanh có các nguồn bức xạ đến từ đất, nước, phân bón bao gồm các nguồn phóng xạ tự nhiên từ các chuỗi phân rã ^{238}U , ^{232}Th , ^{235}U , ^{40}K và một lượng nhỏ các đồng vị phóng xạ nhân tạo. Các chất phóng xạ trong rau xanh sẽ đi trực tiếp vào cơ thể con người thông qua việc ăn uống, góp phần làm tăng liều lượng bức xạ mà con người hấp thụ. Việc khảo sát hoạt độ phóng xạ sẽ tạo cơ sở đánh giá an toàn của rau xanh trên thị trường, là tiền đề để đánh giá, kiểm tra an toàn phóng xạ đối với các loại lương thực thực phẩm khác. Trong công trình, kí hiệu RM là rau muống và RD là rau dền, đây là những loại rau được trồng và sử dụng phổ biến ở nước ta.

Kết quả hoạt độ các đồng vị phóng xạ trong các mẫu thực vật trước và sau khi tách Kali bằng dung dịch CH_3COONH_4 theo các nồng độ và thời gian lã khác nhau được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Hoạt độ (Bq/kg mẫu tươi) các đồng vị phóng xạ trong các mẫu trước và sau khi tách Kali bằng dung dịch CH_3COONH_4 theo các nồng độ và thời gian lắng khác nhau (sai số 2σ)

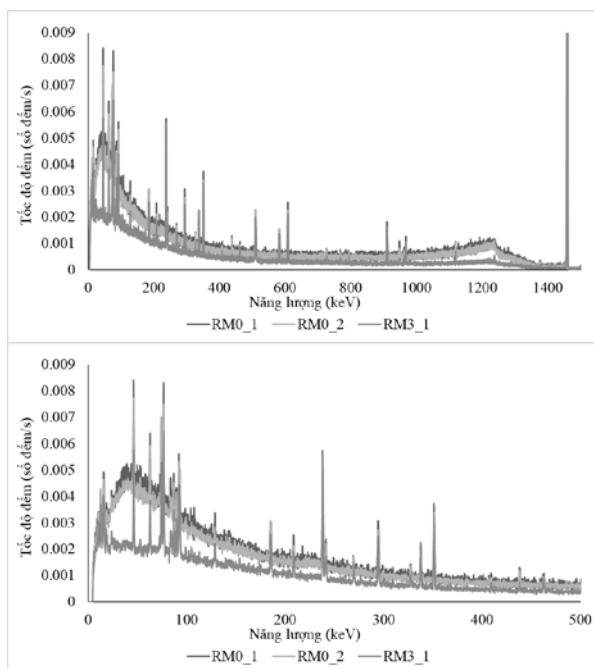
Mẫu	Nồng độ CH_3COONH_4 (Mol)	Thời gian lắng (giờ)	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg mẫu tươi)				
			Pb-210	U-238	Ra-226	Th-232	K-40
RD0			$0,35 \pm 0,05$	$0,48 \pm 0,05$	$0,46 \pm 0,09$	$0,82 \pm 0,07$	112 ± 6
RD4_1		0,5	$0,36 \pm 0,06$	$0,44 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,09$	$0,82 \pm 0,07$	112 ± 7
RD4_2	0,05	1	$0,32 \pm 0,06$	$0,48 \pm 0,06$	$0,45 \pm 0,11$	$0,79 \pm 0,08$	113 ± 7
RD4_3		1,5	$0,32 \pm 0,06$	$0,43 \pm 0,05$	$0,44 \pm 0,11$	$0,77 \pm 0,08$	112 ± 7
RD5_1		0,5	$0,31 \pm 0,06$	$0,5 \pm 0,06$	$0,43 \pm 0,09$	$0,80 \pm 0,08$	112 ± 7
RD5_2	0,01	1	$0,35 \pm 0,06$	$0,47 \pm 0,06$	$0,41 \pm 0,10$	$0,77 \pm 0,08$	113 ± 7
RD5_3		1,5	$0,31 \pm 0,05$	$0,43 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,09$	$0,78 \pm 0,07$	112 ± 7
RM0			$0,32 \pm 0,06$	$0,28 \pm 0,04$	$0,49 \pm 0,13$	$0,55 \pm 0,07$	137 ± 8
RM3_1		0,5	$0,30 \pm 0,02$	$0,29 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,04$	$0,54 \pm 0,03$	137 ± 1
RM3_2	0,1	1	$0,35 \pm 0,03$	$0,32 \pm 0,02$	$0,23 \pm 0,03$	$0,53 \pm 0,03$	131 ± 1
RM3_3		1,5	$0,42 \pm 0,07$	$0,3 \pm 0,03$	$0,33 \pm 0,07$	$0,58 \pm 0,06$	136 ± 7

Từ kết quả Bảng 1, mẫu thực vật khi chưa tách Kali (RD0) được đo trong khoảng thời gian 3 ngày, sai số hoạt độ phóng xạ của đồng vị ^{238}U là 0,05 Bq/kg, ^{232}Th là 0,07 Bq/kg, ^{226}Ra là 0,09 Bq/kg, ^{210}Pb là 0,05 Bq/kg. Mẫu này sau khi tách Kali (RD4 và RD5) được đo trong khoảng thời gian 1 ngày, sai số hoạt độ phóng xạ trung bình của đồng vị ^{238}U là 0,055 Bq/kg, ^{232}Th là 0,077 Bq/kg, ^{226}Ra là 0,098 Bq/kg, ^{210}Pb là 0,058 Bq/kg. Tương tự, đối với mẫu thực vật khi chưa tách Kali (RM0), sai số hoạt độ phóng xạ của đồng vị ^{238}U là 0,04 Bq/kg khi đo trong khoảng 2 ngày. Với mẫu này khi đã tách Kali (RM3_2) cũng được đo trong khoảng 2 ngày và sai số hoạt độ phóng xạ của đồng vị ^{238}U là 0,02 Bq/kg. Từ những kết quả trên cho thấy, với mẫu đã tách Kali các đồng vị có sai số của hoạt độ gần như không thay đổi khi giảm thời gian đo mẫu hay khi đo trong thời gian tương đương các đồng vị có sai số nhỏ hơn rất nhiều. Do đó, phương pháp tách Kali khỏi mẫu làm giảm đáng kể sự ảnh hưởng của phổ nền lên phổ của các đồng vị phóng xạ có trong mẫu. Các mẫu đã tách Kali có thể giảm thời gian đo nhưng vẫn cho kết quả với sai số không đổi trong khoảng tin cậy.

3.2. Khảo sát sự ảnh hưởng từ nền Compton của ^{40}K lên vùng năng lượng thấp

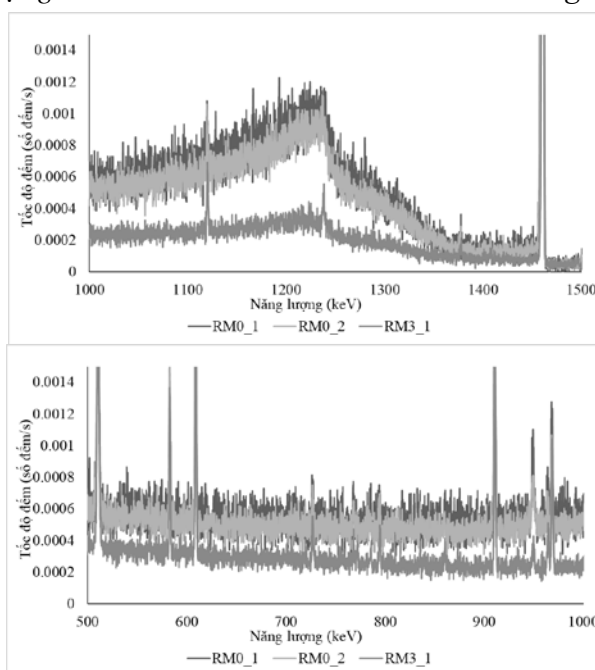
Chúng tôi tiến hành đánh giá sự ảnh hưởng từ vùng Compton của đồng vị ^{40}K lên các đỉnh năng lượng của đồng vị khác trong các mẫu thực vật hóa tro qua các phổ trước và sau khi tách Kali bằng dung dịch CH_3COONH_4 theo các nồng độ khác nhau tương ứng với các khoảng thời gian lắng khác nhau. Phổ đo được chia thành 3 vùng riêng biệt (vùng năng lượng thấp từ 0-500 keV, vùng năng lượng từ 500-1000 keV và vùng năng lượng chứa đỉnh ^{40}K từ 1000-1500 keV) để đánh giá rõ hơn sự ảnh hưởng của phổ ^{40}K lên đỉnh năng lượng của các đồng vị khác trên từng vùng. Hình 6 trình bày phổ năng lượng toàn vùng năng lượng khảo sát và theo 3 vùng năng lượng riêng biệt của mẫu thực vật trước khi tách

Kali theo thời gian đo khác nhau và sau khi tách Kali bằng dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,1M theo các thời gian lắc khác nhau.



Hình 6a. Năng lượng từ 0-1500 keV.

Hình 6b. Năng lượng từ 0-500 keV

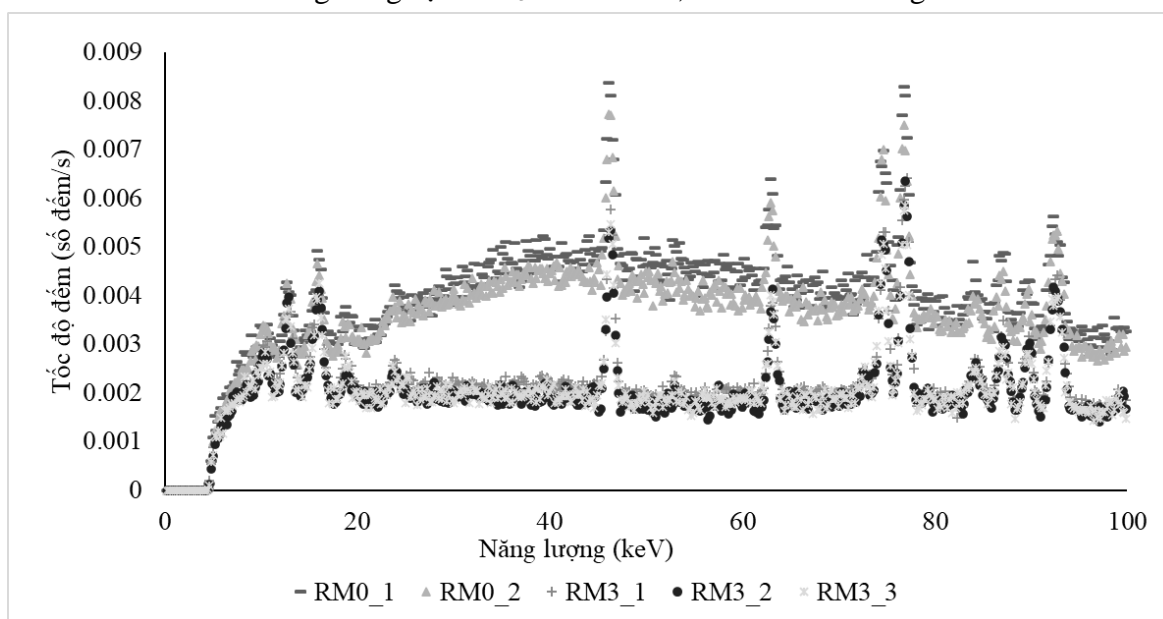


Hình 6c. Năng lượng từ 500-1000 keV.

Hình 6d. Năng lượng từ 1000-1500keV

Hình 6. Phổ năng lượng của mẫu thực vật trước khi tách Kali theo thời gian đo khác nhau và sau khi tách Kali bằng dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,1M theo các thời gian lắc khác nhau

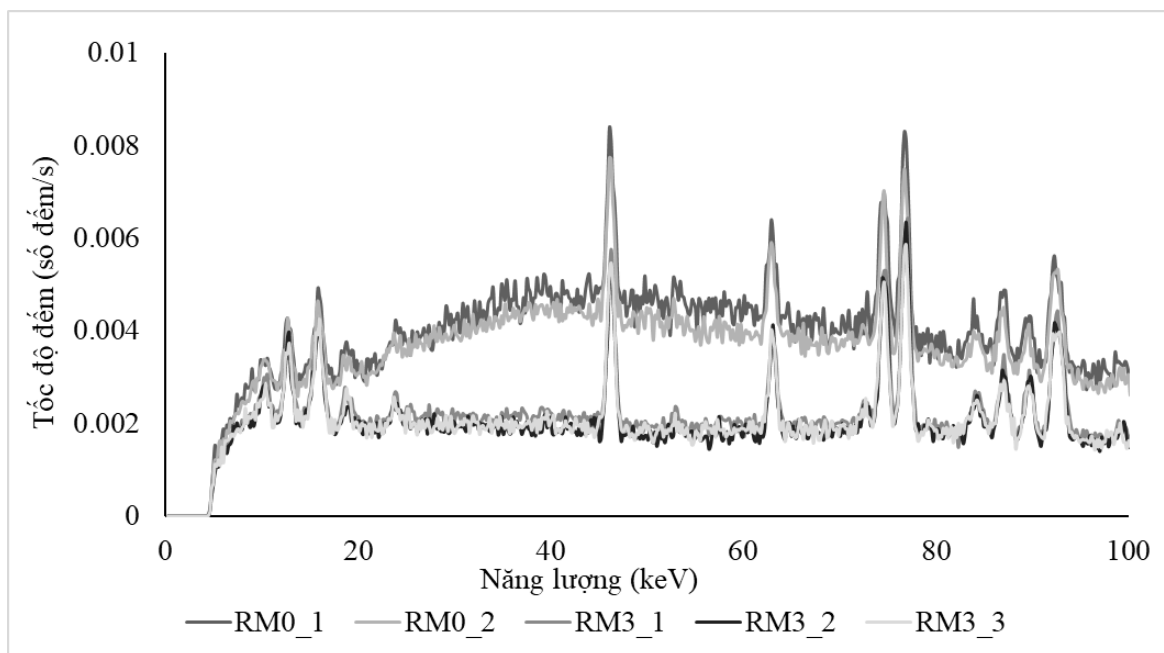
Dựa trên Hình 6, có thể thấy được vùng Compton gây ra bởi đỉnh quang điện của đồng vị ^{40}K sau khi tách Kali giảm không đáng kể ở vùng năng lượng cao nhưng giảm rõ rệt ở vùng năng lượng thấp từ 0-500 keV. Để thấy rõ hơn sự ảnh hưởng đến các đỉnh năng lượng thấp của nền Compton của đồng vị ^{40}K , Hình 7 thể hiện phổ năng lượng ở vùng năng lượng thấp từ 0-100 keV (vùng chứa các đỉnh năng lượng sử dụng trong phân tích các đồng vị trong chuỗi Uranium như đỉnh 46,5 keV của đồng vị ^{210}Pb , đỉnh 63,8 keV và 92,3 keV của đồng vị ^{234}Th) của mẫu thực vật trước khi tách Kali theo thời gian đo khác nhau và sau khi tách Kali bằng dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,1M theo các thời gian lắc khác nhau.



Hình 7. Phổ năng lượng của mẫu thực vật trước khi tách Kali và sau khi tách Kali

Kí hiệu RM0_1, RM0_2 lần lượt là mẫu thực vật được đo bằng phổ kế với thời gian tương ứng là 1 ngày và 2 ngày. Đồ thị cho thấy đo thời gian lâu vẫn hạ được nền Compton. Tuy nhiên, khi so sánh hai trường hợp tăng thời gian đo và tách Kali thì tách Kali cho kết quả giảm nền Compton tốt hơn và hiệu quả hơn trong phân tích. Phổ sau khi tách Kali có nền thấp hơn, chân nền Compton từ dạng cong trở về dạng thẳng, hình dạng của các đỉnh năng lượng nâng cao và rõ ràng hơn. Điều này giúp dễ dàng phát hiện và tính toán diện tích đỉnh trong các phép phân tích từng đỉnh.

Xét thêm việc ảnh hưởng vùng Compton gây ra bởi đỉnh quang điện của đồng vị ^{40}K bằng dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ với các nồng độ thấp hơn và với mẫu thực vật chứa đồng vị Kali thấp hơn. Hình 8 trình bày phổ năng lượng ở vùng năng lượng thấp từ 0-100 keV của mẫu thực vật trước khi tách Kali theo thời gian đo khác nhau và sau khi tách Kali bằng dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ với các nồng độ 0,05 M và 0,01 M theo các thời gian lắc khác nhau.



Hình 8. Phổ năng lượng của mẫu thực vật trước khi tách Kali và sau khi tách Kali

Kí hiệu RD0_1, RD0_2 lần lượt là mẫu thực vật chưa tách Kali được đo bằng hệ phổ kế với thời gian tương ứng là 2 ngày và 3 ngày. Đồ thị cho thấy đo thời gian lâu vẫn hạ được nền Compton nhưng không đáng kể. Và cũng giống như đối với mẫu RM0, khi so sánh hai trường hợp tăng thời gian đo và tách Kali thì tách kali cho kết quả giảm nền Compton tốt hơn và hiệu quả hơn trong phân tích. Phổ năng lượng sau khi tách Kali nền Compton được giảm rõ rệt, chân nền Compton từ dạng cong trở về dạng thẳng, hình dạng của các đỉnh năng lượng nâng cao và rõ ràng hơn.

3.3. Khảo sát MDA của các đỉnh năng lượng theo từng nồng độ CH_3COONH_4 với thời gian lức khác nhau

Để thấy rõ sự ảnh hưởng từ vùng Compton của phổ Kali các đồng vị có đỉnh năng lượng nằm trong vùng Compton của ^{40}K (5 keV đến 1243 keV), tiến hành phân tích định lượng thông qua giá trị giới hạn phát hiện MDA cho các đỉnh 46,5 keV của ^{210}Pb , đỉnh 63,8 keV và 92,3 keV của ^{234}Th , đỉnh 186,2 keV của ^{226}Ra , đỉnh 238,6 keV của ^{212}Pb , đỉnh 338,3 keV và 911,1 keV của ^{228}Ac . Giá trị MDA của các đồng vị phóng xạ có đỉnh năng lượng quang điện thấp hơn năng lượng cạnh Compton của đỉnh năng lượng 1461 keV được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị MDA (Bq/kg mẫu tươi) của các đỉnh năng lượng phụ thuộc nồng độ CH_3COONH_4 và thời gian lắc mẫu

Mẫu	C(%)	t(phút)	MDA (Bq/kg)						
			46,5 keV	63,8 keV	92,3 keV	186,2 keV	238,6 keV	338,3 keV	911,1 keV
RD0	0	0	0,27	0,26	0,12	0,21	0,016	0,062	0,08
RD4_1		30	0,21	0,19	0,1	0,19	0,015	0,058	0,068
RD4_2	0,05	60	0,15	0,16	0,09	0,17	0,013	0,054	0,068
RD4_3		90	0,16	0,13	0,09	0,17	0,013	0,053	0,057
RD5_1		30	0,22	0,18	0,09	0,17	0,014	0,062	0,067
RD5_2	0,01	60	0,19	0,14	0,1	0,16	0,013	0,059	0,065
RD5_3		90	0,18	0,08	0,08	0,15	0,011	0,049	0,053
RM0	0	0	0,42	0,23	0,19	0,26	0,025	0,094	0,12
RM3_1		30	0,14	0,09	0,07	0,13	0,011	0,039	0,049
RM3_2	0,1	60	0,14	0,08	0,07	0,13	0,01	0,036	0,048
RM3_3		90	0,13	0,08	0,06	0,12	0,009	0,035	0,045

Từ Bảng 2 cho thấy, đối với mẫu thực vật RD0 sau khi tách Kali, đỉnh 46,5 keV có MDA giảm từ 0,27 Bq/kg xuống 0,15 Bq/kg, đỉnh 63,8 keV giảm từ 0,26 Bq/kg xuống 0,08 Bq/kg, đỉnh 92,3 keV giảm từ 0,12 Bq/kg xuống 0,08 Bq/kg, đỉnh 186,2 keV giảm từ 0,21 Bq/kg xuống 0,15 Bq/kg, đỉnh 238,6 keV giảm từ 0,016 Bq/kg xuống 0,011 Bq/kg, đỉnh 338,3 keV giảm từ 0,062 Bq/kg xuống 0,049 Bq/kg, đỉnh 911,1 keV giảm từ 0,08 Bq/kg xuống 0,053 Bq/kg. Đối với mẫu RM0, đỉnh 46,5 keV có MDA giảm từ 0,42 xuống 0,13, đỉnh 63,8 keV giảm từ 0,23 Bq/kg xuống 0,08 Bq/kg, đỉnh 92,3 keV giảm từ 0,19 Bq/kg xuống 0,06 Bq/kg, đỉnh 186,2 keV giảm từ 0,26 Bq/kg xuống 0,12 Bq/kg, đỉnh 238,6 keV giảm từ 0,025 Bq/kg xuống 0,09 Bq/kg, đỉnh 338,3 keV giảm từ 0,094 Bq/kg xuống 0,035 Bq/kg, đỉnh 911,1 keV giảm từ 0,12 Bq/kg xuống 0,045 Bq/kg. Các kết quả trên cho thấy, giá trị MDA tại các đỉnh năng lượng đều giảm sau khi tách Kali, giá trị MDA sau khi tách khác có sự thay đổi khác nhau đối với từng mẫu và từng đỉnh năng lượng. Giá trị MDA thay đổi nhiều nhất ở các đỉnh năng lượng thấp và đối với mẫu chứa nhiều Kali.

Từ các kết quả so sánh trên thì thấy rằng vùng Compton của ^{40}K trong mẫu thực vật có ảnh hưởng lên các đồng vị phóng xạ khác trong mẫu, sự ảnh hưởng này phụ thuộc vào hoạt độ của ^{40}K trong mẫu. Trong phân tích mẫu phóng xạ môi trường trên hệ phổ kế gamma thì các đỉnh năng lượng thấp luôn khó khăn khi xử lý và gây ra sai số lớn do ảnh hưởng của nền phong lớn tại đỉnh năng lượng. Trong nhiều trường hợp cần thiết, các đỉnh năng lượng thấp được sử dụng trong phân tích, và kết quả buộc phải chấp nhận sai số lớn. Quá trình tách ^{40}K ra khỏi mẫu sẽ giúp nâng cao độ chính xác kết quả phân tích các đỉnh năng lượng này.

4. Kết luận

Trong công trình này, phương pháp tách ^{40}K ra khỏi mẫu tro thực vật được áp dụng để tăng độ chính xác và tăng độ nhạy kết quả phân tích định năng lượng của đồng vị phóng xạ khác trong mẫu, cụ thể là trong vùng 100 keV. Sự ảnh hưởng từ nền Compton của ^{40}K được khảo sát và tỉ lệ với hoạt độ ^{40}K trong mẫu. Đối với các mẫu thực vật có hoạt độ ^{40}K chiếm ưu thế so với các đồng vị khác, và cần sử dụng đến các đỉnh năng lượng thấp thì việc tách ^{40}K ra khỏi mẫu sẽ giúp quá trình phân tích nhanh chóng và chính xác hơn.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi đề tài: “Nghiên cứu phương pháp nâng cao độ chính xác trong phân tích đồng vị phóng xạ môi trường”, Mã số T2019-38.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Changizi, V., Jafarpoor, Z., & Naseri, M. (2010). “Measurement of ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{137}Cs and ^{40}K in edible parts of two types of leafy vegetables cultivated in Tehran province-Iran and resultant annual ingestion radiation dose”. *Iran. J. Radiat. Res.*, 8(2), 103-110.
- Ferdous, M. J., Ahmed S., & Begum A. (2013). “Measurement of ^{238}U , ^{232}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra and ^{40}K activities in vegetable samples and dose assessment for adult population of Bangladesh”, *Bangladesh Journal of Physics*, 13, 65-75.
- Luu, T. B., Luu N. Q., Nguyen N. V., Luu V. H., Tran T. V., Luu V. D., Nguyen C. D., Ha T. L., Nguyen T. S., Nguyen T. K., Dang T. L., Nguyen T. M., Nguyen V. T., Khong N. K., Truong T. H. L., Truong H. N. T., & Thai M. P. (2016). “Research on improving the sensitivity of measurement of the concentration of radioactive isotopes in food in high-resolution gamma spectrometer systems”, *Journal of Science VNU*, 1, 21-29.
- Luu, T. B., Truong T. H. L., Truong H. N. Thy, Huynh T. Y. H., Vu N. B., & Luu N. Q. (2016). “Determining the concentration of radioactive isotope ^{238}U in food samples by high resolution gamma spectrometer”. *Journal of Ho Chi Minh City University of Pedagogy*, 6, 12-23.
- National standard TCVN 8662: 2011 on soil quality – “Methods of determining easily digestive potassium”, 2011.
- Robison, W. L., Hamilton, T. F., C. L. Conrado, & Kehl, S. (2006), “Uptake of Cesium-137 by leafy vegetables and grains from calcareous soils”, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA, United States of America, *IAEA-TECDOC-1497*.
- Saeed, M. A., Wahab, N. A. A., Hossain, I., Ahmed, R., Abdullah, H. Y., Ramli, A. T., & Tahir, B. A. (2011), “Measuring radioactivity level in various types of rice using hyper pure germanium (HPGe) detector”, *International Journal of the Physical Sciences*, 6(32), 7335-7340.

**A RESEARCH METHOD FOR IMPROVING PRECISION
IN RADIOACTIVE ANALYSIS OF ASHED PLANT SAMPLES**

Trương Hữu Ngân Thy, Huỳnh Thị Yến Hồng*, Trương Thị Hồng Loan

University of Science, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

**Corresponding author: Huỳnh Thị Yến Hồng – Email: htyhong@hcmus.edu.vn*

Received: March 26, 2020; Revised: April 28, 2020; Accepted: September 24, 2020

ABSTRACT

In this work, radioactive isotopes of ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K in ash samples of plant using gamma spectrometer HPGe are analyzed. In analyzing environmental radioactive samples on a gamma spectrometer, low energy peaks are always difficult to handle and cause large errors due to the influence of large background at the energy peak. To improve the accuracy of the analytical results for ^{238}U and ^{232}Th , the separation of isotope ^{40}K in ash samples by chemical method is used. The sample for separating ^{40}K and the sample for containing ^{40}K are surveyed on the gamma spectrometer. The analytical results of ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K before and after separation are compared. After that, the effect from the Compton continuum of ^{40}K on the full energy peaks of ^{238}U and ^{232}Th in ash samples of plant is evaluated.

Keywords: Chemical separation; Compton continuum; radioactivity; gamma spectrum