

# Nghiên cứu sự vận chuyển các đồng vị phóng xạ và kim loại từ đất lên thực vật sau một thời gian trồng

Wũ Ngọc Ba<sup>1</sup>, Bùi Ngọc Thiện<sup>2</sup>, Phan Thị Xuan Mai<sup>2</sup>, Trương Thị Hồng Loan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Phòng Thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG - HCM

<sup>2</sup>Khoa Vật lý – Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG - HCM

## Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng quá trình vận chuyển đồng vị phóng xạ từ đất lên rau muống sau một khoảng thời gian trồng từ 18 đến 26 ngày. Kết quả sau cho thấy sau một thời gian trồng hoạt độ phóng xạ beta giảm 1,25 lần. Trong khi hoạt độ phóng xạ tự nhiên của <sup>210</sup>Pb, <sup>228</sup>Ac, <sup>208</sup>Tl và <sup>214</sup>Bi tăng dần theo thời gian sinh trưởng và phát triển của cây. Nhưng ngược lại, hoạt độ <sup>40</sup>K có sự suy giảm theo thời gian trồng. Giữa các nguyên tố kim loại trong nhóm alkali có sự tương quan với nhau. Giữa K và nguyên tố Cs, Na có sự tương quan nghịch với nhau.

**Keywords:** Đồng vị phóng xạ, kim loại, thực vật, hệ số vận chuyển.

## 1. Giới thiệu

Trong quá trình sinh trưởng và phát triển, thực vật hấp thu các đồng vị phóng xạ tự nhiên hay nhân tạo ở môi trường xung quanh. Vì thế, trong thực vật vẫn tồn tại một lượng phóng xạ tự nhiên, nhân tạo nhất định nhưng tùy mức độ phóng xạ trong thực vật mà có sự ảnh hưởng sức khỏe con người. Tuy nhiên, tình hình phong nền phóng xạ ngày càng tăng do các sự cố rò rỉ hạt nhân, ô nhiễm môi trường do sự khai thác quặng và tro xỉ từ nhà máy nhiệt điện mà các đồng vị phóng xạ tự nhiên, nhân tạo có thể phát tán vào đất trồng, nước tưới, không khí và lắng đọng trên bề mặt lá. Các đồng vị phóng xạ tự nhiên, nhân tạo, kim loại từ đất đá di chuyển vào cây trồng thông qua các cơ chế hấp thu chất dinh dưỡng của cây. Sự di chuyển của các nguyên tố trong các thành phần khác nhau của cây cũng không giống nhau và được đặc trưng bởi hệ số vận chuyển (Transfer factor) TF. Vì thế khi con người sử dụng những thực phẩm trồng trong môi đất vô tình đã đưa vào cơ thể một lượng phóng xạ. Tùy thuộc vào hàm lượng phóng xạ cao hay thấp, thời gian sử dụng thực phẩm dài hay ngắn sẽ ảnh hưởng tới sức khỏe con người.

29 Trong những thập niên gần đây, sự nghiên cứu hàm lượng phóng xạ, kim loại trong  
30 thực vật được khá nhiều các nhà khoa học quan tâm ở các nước trên thế giới. Sự nghiên  
31 cứu này nhằm mục đích: (i) xác định hàm lượng phóng xạ, kim loại trong cây trồng qua  
32 đánh giá ảnh hưởng của nó đối với sức khỏe con người; (ii) xác định hệ số vận chuyển  
33 phóng xạ, kim loại từ đất lên thực vật qua đó nhằm mục đích sử dụng thực vật vào vấn đề  
34 làm giảm hàm lượng phóng xạ, kim loại ở những nơi có hàm lượng cao. **Pew Basu và**  
35 **cộng sự (2018)** đánh giá liều chiếu xạ trong của  $^{40}\text{K}$  trong lương thực và thực phẩm của  
36 dân cư khu vực nhà máy hạt nhân Kalpakkam. **Yadav và cộng sự (2016)** đã tiến hành  
37 xác định hoạt độ của các đồng vị phóng xạ tự nhiên  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  và  $^{232}\text{Th}$  trong cây lúa mì  
38 trong vòng hai năm bằng hệ phổ kế gamma. **Tetty-Larbi và cộng sự (2013)** đã tiến  
39 hành nghiên cứu và đánh giá hoạt độ và liều hiệu dụng thường niên của các đồng vị  
40 phóng xạ tự nhiên  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  và  $^{40}\text{K}$  trong thảo mộc. **Al-Hamarneh (2016)** đã đo hoạt độ  
41 phóng xạ của các đồng vị phóng xạ tự nhiên  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ , và  $^{210}\text{Pb}$ , và đồng vị phóng  
42 xạ tự nhiên  $^{137}\text{Cs}$  trong đất và các thành phần khác nhau của cây lúa. Khu vực khảo sát là  
43 gần nhà máy điện hạt nhân Kaiga. **Luu Việt Hưng (2014)** đã tiến hành nghiên cứu tích tụ  
44 của đồng vị phóng xạ từ đất lên thực vật. Các loại nông sản như rau ngót, chè, ngô trồng  
45 trên đất Ferralic Acrisol cùng với tụ khoáng đất hiem và phóng xạ có mức tích tụ các  
46 nhân phóng xạ trong phần ăn uống được không cao. **Vandenhove và cộng sự . (2009)** đã  
47 nghiên cứu hệ số TF đối với các nguyên tố U, Th, Ra, Pb và Po trong hơn 700 mẫu thực  
48 vật chia làm 9 nhóm lớn: ngũ cốc (cereals), rau ăn lá (leafy vegetables), rau không lá  
49 (non-leafy vegetables), rễ (root crops), củ (tubers), trái cây (fruits), thảo mộc (herbs), cỏ  
50 (pastures/grasses), rơm rạ (fodder). Kết quả cho thấy hệ số TF cao ở những nhóm fodder,  
51 pastures/grasses, leafy vegetables và thấp ở những nhóm legumes và cereals.  
52 **Asaduzzaman Kh. và cộng sự (2014)** nghiên cứu hệ số TF của các đồng vị phóng xạ  
53  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  và  $^{88}\text{Y}$  từ đất vào rễ rau củ tại một số nơi của Malaysia. Kết quả nghiên  
54 cứu cho thấy có sự xuất hiện của đồng vị phóng xạ nhân tạo  $^{88}\text{Y}$  trong mẫu khoai mì được  
55 trồng ở vùng Puchong.

56 Ngoài các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hút và tích tụ phóng xạ, kim loại trong  
57 thực vật (đất, giống, phân bón và sự chăm sóc) thì chúng ta thấy rằng mỗi giai đoạn sinh

58 trường và phát triển của thực vật sẽ hấp thụ một lượng phóng xạ, kim loại khác nhau. Mà  
59 rất ít các công trình nghiên cứu và nói về vấn đề ảnh hưởng phóng xạ, kim loại theo thời  
60 gian. Do đó, trong công trình này chúng tôi sẽ đi nghiên cứu về sự vận chuyển và tích tụ  
61 của phóng xạ theo thời gian.

## 62 **2. Phương pháp và vật liệu**

### 63 **2.1 Vị trí lấy mẫu**

64 Rau được trồng tại cơ sở trồng rau thuộc xã Xuân Thới Thượng, huyện Hóc Môn,  
65 Thành phố Hồ Chí Minh. Xuân Thới Thượng nằm về phía Tây Nam của Huyện Hóc  
66 Môn, phía Bắc giáp xã Xuân Thới Sơn (Huyện Hóc Môn), phía Nam giáp xã Vĩnh Lộc A  
67 (Huyện Bình Chánh), phía Đông giáp xã Bà Điểm (Huyện Hóc Môn), phía Tây giáp nông  
68 trường Phạm Văn Hai (Huyện Bình Chánh). Xã có diện tích 18,09 km<sup>2</sup>, dân số năm 1999  
69 là 17861 người, mật độ dân số đạt 987 người/km<sup>2</sup>

70 Xã Xuân Thới Thượng là vùng đất màu mỡ, có nhiều kênh rạch, nguồn nước dồi  
71 dào thuận lợi cho trồng rau tươi, đồng thời đây cũng là một trong những vựa rau lớn của  
72 Thành phố Hồ Chí Minh. Đây cũng là nơi có nhiều khu công nghiệp phát triển nên tiềm  
73 tàng sự ô nhiễm môi trường do nước xả thải chưa được kiểm soát đầy đủ. Do đó cần thiết  
74 để đánh giá chất lượng rau tươi thông qua việc đánh giá hàm lượng kim loại có trong rau  
75 sau khi thu hoạch.

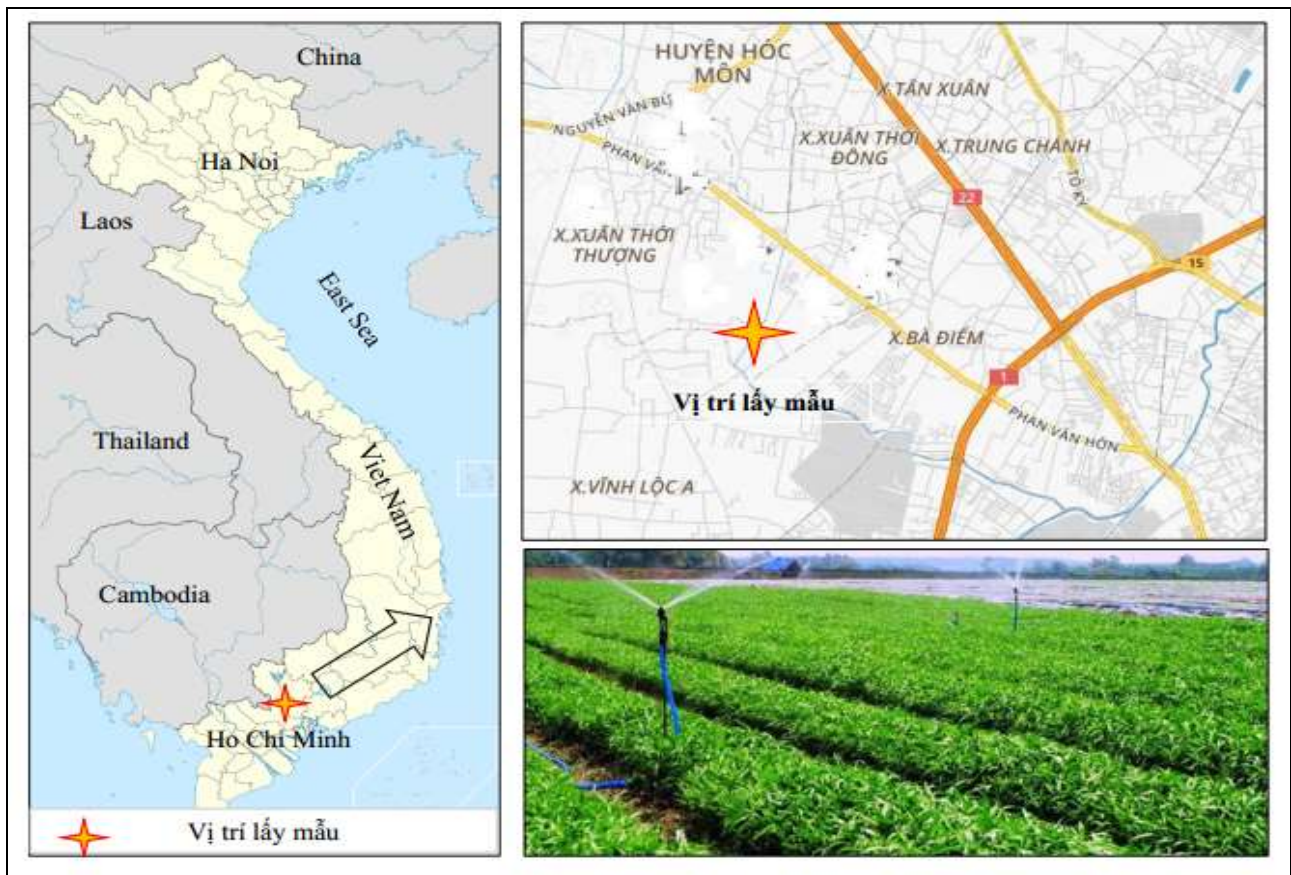
76 Trong quá trình sinh trưởng và phát triển, cây trồng hấp thụ và tích tụ một lượng  
77 đồng vị phóng xạ. Tuy nhiên, trong mỗi giai đoạn phát triển, nhu cầu dinh dưỡng của cây  
78 sẽ có sự khác nhau. Khi con người sử dụng các loại rau xanh đã vô tính đưa một lượng  
79 phóng xạ và kim loại vào trong cơ thể qua đường ăn uống và gây ra một liều chiếu trong  
80 nhất định. Do đó, chúng ta cần đánh giá khả năng hấp thụ và tích tụ khoáng chất của rau  
81 trong từng giai đoạn phát triển. Trong công trình này, Chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu  
82 và theo dõi sự thay đổi sự tích tụ phóng xạ theo thời gian sau 18, 20, 22, 24, 26 ngày  
83 trồng của cây rau muống. Bởi vì, rau muống là một trong số những loại rau phổ biến ở  
84 nước ta. Rau muống là loại cây dễ trồng vì nó thích hợp để trồng với nhiều loại đất và có  
85 thể trồng quanh năm. Rau muống có thời gian sinh trưởng và phát triển trong thời gian  
86 ngắn từ 15 đến 25 ngày. Bảng 1 trình bày thời điểm lấy mẫu:

87

**Bảng 1:** Các thời điểm lấy mẫu rau muống

STT	Tên mẫu	Thời gian trồng (ngày)	Thời điểm lấy mẫu
1	M1	18	26/04/2016
2	M2	20	28/04/2016
3	M3	22	30/04/2016
4	M4	24	02/05/2016
5	M5	26	04/05/2016

88



89

90

**Hình 1:** Vị trí lấy mẫu.

91

92

## 93 2.2 Phương pháp xác định

### 94 *Hệ phổ kế gamma HPGe*

95 Trong công trình này là hệ phổ kế gamma siêu tinh khiết HPGe thuộc phòng thí  
96 nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân (NTLab), trường Đại học Khoa học Tự nhiên –ĐHQG-HCM  
97 với hiệu suất tương đối 35%, độ phân giải 1,8% ở đỉnh 1332,5keV. Phần chính của đầu  
98 dò GC3520 là tinh thể Ge đường kính 62,2 mm, cao 50,1 mm. Bên trong tinh thể có hốc  
99 trụ đường kính 7,5 mm, sâu 23 mm với cửa sổ đầu dò nhôm 1,5mm. Tinh thể được đặt  
100 trong buồng chì dày 100 mm và 10 mm thép bên ngoài. Để hạ chế tia x-ray của chì sử  
101 dụng một lớp đồng (1,6 mm) và thiếc (1mm). Hệ điều khiển Lynx 32 k dựa trên bộ điều  
102 khiển tín hiệu số và được điều khiển bằng phần mềm Genie 2000. Mẫu được đặt trong hộp  
103 polietilen có đường kính 76,5 mm, chiều cao mẫu 20 cm. Mẫu được nhốt trong vòng 30  
104 ngày để đạt cân bằng phóng xạ giữa  $^{226}\text{Ra}$  và con cháu.

### 105 ***Hệ đếm tổng Alpha – beta***

106 Hệ đếm LB4200 được sử dụng để đo tổng hoạt độ phóng xạ alpha và beta trong các  
107 mẫu rau. Hệ được trang bị buồng chì che chắn phòng môi trường và hệ thống phản trùng  
108 triệt phong vũ trụ. Phong alpha giảm xuống dưới 0,1 cpm và phong beta giảm xuống dưới  
109 0,75 cpm. Hiệu suất ghi tổng alpha lớn hơn 38 % đối với nguồn chuẩn  $^{210}\text{Po}$  và hiệu suất  
110 ghi tổng beta lớn hơn 45 % đối với nguồn chuẩn  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ . Khay đếm mẫu có đường kính  
111 2 inch (4,5 cm). Mẫu rau sau khi thu thập được nung ở  $450^{\circ}\text{C}$  để thành tro hoàn toàn. Sau  
112 đó mẫu được rải đều lên khay và mẫu được đo trong thời gian 86400 s.

### 113 ***Hệ phân tích kích hoạt neutron***

114 Để phân tích hàm lượng nguyên tố, chúng tôi sử dụng phương pháp kích hoạt  
115 neutron trên lò phản ứng ở Viện nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt. Đây là loại lò phản ứng  
116 nghiên cứu TRIGA - MARK II của Hoa Kỳ chế tạo, công suất danh định hiện tại là 500  
117 kW. Mẫu được đo với hai chế độ chiếu khác nhau: (i) Mẫu chiếu ngắn được chiếu tại  
118 kênh 7-1 trong thời gian 60 giây, được đo lần 1 trong 120 giây và đo lần 2 trong 400  
119 giây; (ii) Mẫu chiếu dài được chiếu tại mâm quay trong thời gian 10 giờ, thời gian chờ rã  
120 từ 2 đến 3 tuần, được đo lần 1 trong 1200 giây và đo lần 2 trong 7200 giây. Mẫu sau khi  
121 thu thập được sấy ở  $70^{\circ}\text{C}$  trong khoảng 48 giờ cho đến khi đủ khô, cho vào máy nghiền  
122 thô. Sau đó mẫu tiếp tục được cho vào tủ sấy ở  $105^{\circ}\text{C}$ , sấy trong khoảng từ 4 – 10 giờ rồi

123 dùng cối nghiền và máy nghiền tinh nghiền thành bột. Mẫu sau đó được đóng gói dạng  
124 nút bán kính khoảng 1 cm. Sau khi chiếu và chờ, tất cả các mẫu được đo trên hệ phổ kế  
125 gamma dùng detector HPGe mã số GMX-30190 ở phòng thí nghiệm phân tích kích hoạt  
126 neutron dụng cụ (INAA-Lab), Viện nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt.

### 127 3 Kết quả và thảo luận

#### 128 3.1. Phân tích hoạt độ phóng xạ và kim loại trong mẫu

129 Trong bảng 2, hoạt độ alpha và beta trong mẫu rau có sự biến thiên theo quy luật.  
130 Hoạt độ beta trong rau giảm dần theo thời gian trồng, đạt giá trị cực đại tại thời điểm M1  
131 là 1004,901 Bq/kg và đạt giá trị cực tiểu ở vị trí M5 là 804,991 Bq/kg. Sau 8 ngày từ thời  
132 điểm M1 đến M5 hoạt độ beta giảm 1,25 lần. Nguyên nhân, Trong các mẫu rau chứa một  
133 lượng lớn hàm lượng kali (Bảng 2) là đây thành phần chính cho sự đóng góp tổng beta  
134 trong mẫu (với hệ số tương quan giữa hoạt độ  $^{40}\text{K}$  và tổng beta  $R^2 = 0,8097$ ) giảm dần  
135 theo thời gian sinh trưởng và phát triển của cây. Hoạt độ alpha trong rau đạt cực đại  
136 (10,211 Bq/kg) tại thời điểm 24 ngày sau khi trồng rau và hoạt độ alpha đạt cực tiểu  
137 (5,916 Bq/kg) tại thời điểm 20 ngày sau khi trồng rau.

138 **Bảng 2:** Tổng hoạt độ alpha-beta thời gian

Tên mẫu	Tổng hoạt độ (Bq/kg)			
	Đất		Rau	
	Alpha	Beta	Alpha	Beta
<b>M1</b>	222,05(120)	420,92(7)	9,219(5)	1004,90(15)
<b>M2</b>	232,19(6)	390,80(7)	5,916(5)	968,841(15)
<b>M3</b>	256,14(120)	494,63(8)	6,272(120)	874,299(14)
<b>M4</b>	263,41(6)	515,32(8)	10,211(5)	865,060(14)
<b>M5</b>	260,54(6)	390,80(7)	9,585(5)	804,991(14)

139

140 **Bảng 3:** Hoạt độ phóng xạ gamma của các đồng vị theo thời gian

Nguyên tố	M1	M2	M3	M4	M5
<sup>212</sup> Pb	1,061(51)	1,027(49)	0,822(48)	1,307(57)	1,400(59)
<sup>228</sup> Ac	3,793(310)	3,511(303)	3,849(370)	5,174(346)	5,092(364)
<sup>208</sup> Tl	0,859(143)	0,879(136)	0,721(126)	1,247(141)	1,478(145)
<sup>214</sup> pb	2,269(189)	2,340(109)	2,472(215)	2,843(123)	3,277(133)
<sup>214</sup> Bi	2,212(131)	2,014(122)	2,054(149)	2,686(126)	2,800(139)
<sup>40</sup> K	960,76(3060)	982,58(3130)	882,93(2818)	916,58(2920)	788,74(2515)

141 Kết quả bảng 3, khả năng hấp thụ, tích tụ của các nguyên tố trong thực vật cùng một  
142 chuỗi <sup>232</sup>Th và <sup>238</sup>U là khác nhau. Giữa các nguyên tố trong cùng một chuỗi không có sự  
143 cân bằng hóa học trong mẫu rau. Sự khác nhau này là do nhu cầu dinh dưỡng của cây  
144 trong quá trình sinh trưởng, phát triển và những đặc tính hóa học khác nhau của các  
145 nguyên tố.

146 **Bảng 4:** Hàm lượng kim loại và phi kim trong mẫu rau theo thời gian

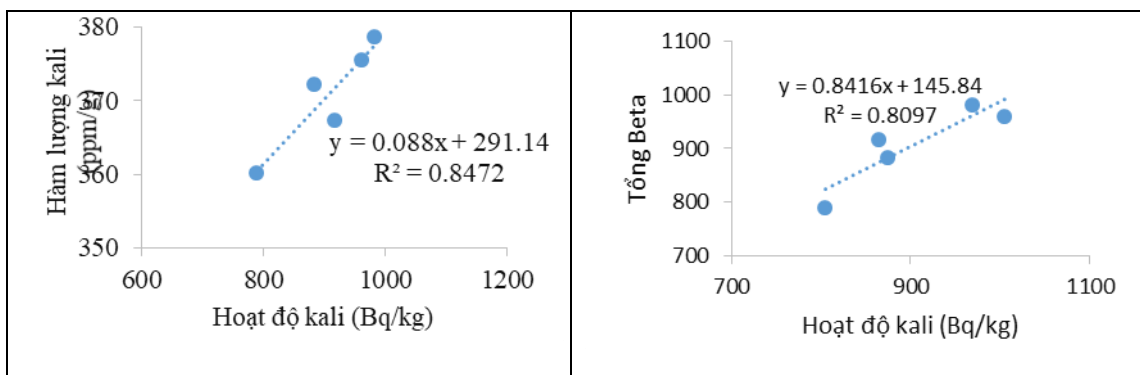
Tên mẫu	Hàm lượng (ppm/g)									
	Alkali metals				Cl	Mn	Fe	Co	Zn	Pa
	Na	K	Cs	Rb						
<b>M1</b>	72,4656	375,6315	0,0016	0,2708	93,4954	1,5128	1,0904	0,0018	0,7586	0,0004
<b>M2</b>	75,4865	378,7526	0,0017	0,2571	76,0558	1,3361	0,8773	0,0018	0,7041	0,0004
<b>M3</b>	86,6636	372,2621	0,0019	0,2345	83,422	1,4488	1,0425	0,0018	0,8277	0,0004
<b>M4</b>	110,9558	367,407	0,0025	0,3065	99,4003	1,6564	1,5958	0,0034	1,0438	0,0008
<b>M5</b>	113,6507	360,2113	0,003	0,2904	82,2151	1,9048	1,8102	0,0031	1,418	0,001

147  
148 Từ kết quả bảng 4, khi thời gian sinh trưởng, phát triển của cây kéo dài thì hàm  
149 lượng kim loại (Na, Cs, Mn, Fe, Co, Zn) tích tụ trong cây rất cũng tăng lên. Đây là những  
150 chất dinh dưỡng cây trồng cần với lượng rất ít nên theo thời gian chúng bị tích tụ dần.  
151 Mặt khác, hàm lượng của nguyên tố clor trong cây không có sự thay đổi theo thời gian

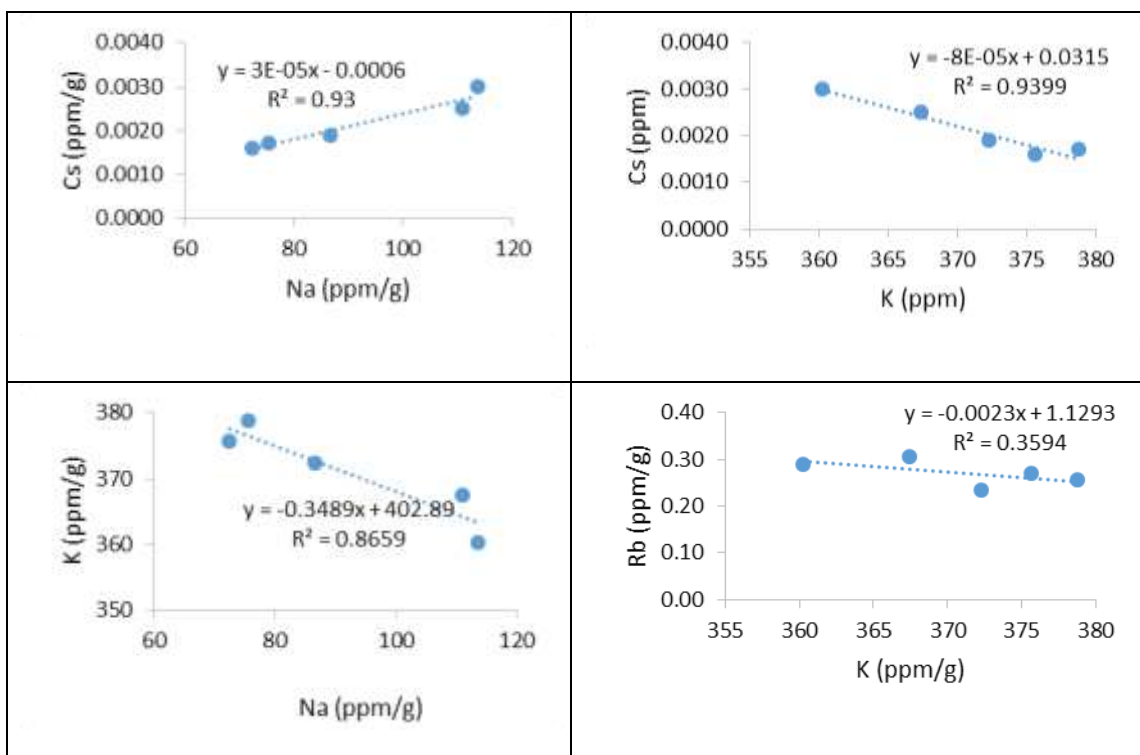
152 bởi vì clor là nguyên tố vi lượng sống còn cho cây trồng clor tham gia vào các phản ứng  
153 năng lượng trong cây. Nó cũng tham gia vào quá trình vận chuyển một số cation như  
154 calci, magie, và kali ở trong cây.

### 155 3.2. Đánh giá tương quan trong nhóm alkali metals

156 Từ kết quả hình 2, Tổng hàm lượng phóng xạ trong nhóm alkali gần như là không  
157 thay đổi (Bảng 4), tuy nhiên thực vật hấp thụ, vận chuyển có thay đổi qua lại giữa các  
158 nguyên tố trong alkali với nhau. Giữa hàm lượng kali và hoạt độ kali có sự tương quan tốt  
159 với nhau với hệ số tương quan  $R^2 = 0,8472$ . Kali là một trong những nguyên tố đóng góp  
160 chính vào tổng beta trong mẫu với  $R^2=0,8097$ . Giữa Na và Cs có sự tương quan thuận với  
161 nhau với hệ số tương quan  $R^2=0,93$ . Kết quả cho thấy rằng khi hàm lượng Na trong mẫu  
162 tăng lên thì hàm lượng Cs trong mẫu cũng tăng lên. Nhưng ngược lại, giữa kali và  
163 nguyên tố Cs có sự tương quan nghịch với nhau với hệ số  $R^2=0,9399$ . Kali là một trong  
164 số nguyên tố làm giảm khả năng hấp thụ Cs trong mẫu. Giữa kali và Natri có sự tương  
165 quan nghịch với nhau với  $R^2=0,8659$ . Khi hàm lượng K trong mẫu đất tăng lên thì khả  
166 năng hút natri trong mẫu rau sẽ giảm đi. Giữa K và Sb cho thấy có sự tương quan yếu với  
167 nhau. Bởi vì, kết quả bảng 3, hàm lượng Sb gần như không có sự thay đổi theo thời gian  
168 trồng cây.







169

**Hình 2:** Mối tương quan giữa đồng vị trong nhóm alkali.

## 170 **Kết luận**

171 Trong công trình này, chúng tôi đã xác định hoạt độ phóng xạ, kim loại trong mẫu  
 172 rau muống theo thời gian sinh trưởng và phát triển của cây. Kết quả, khi thời gian trồng  
 173 tăng lên thì hoạt độ phóng xạ của chuỗi  $^{238}\text{U}$  và  $^{232}\text{Th}$  là tăng lên. Nhưng ngược lại, hoạt  
 174 độ của  $^{40}\text{K}$  bị giảm đi trong mẫu. Số đếm tổng alpha trong mẫu không có sự thay đổi  
 175 nhiều. Tuy nhiên, Tổng beta trong mẫu đã bị giảm đi theo thời gian sinh trưởng và phát  
 176 triển của cây. Hoạt độ phóng xạ beta trong mẫu rau chủ yếu là do sự đóng góp của  
 177 nguyên tố kali trong mẫu. Hàm lượng kim loại Na, Cs, Mn, Fe và Zn trong mẫu rau có sự  
 178 tích tụ tăng lên theo thời gian. Giữa các kim loại trong nhóm alkali thì có sự cạnh tranh  
 179 lẫn nhau trong quá trình sinh trưởng, tích tụ ở cây rau muống.

## 180 **Lời cảm ơn**

181 Công trình này được thực hiện với sự tài trợ của Đại học Quốc gia TP.HCM với mã  
 182 số đề tài B2017-18-01. Nhóm tác giả cũng cảm ơn Viện nghiên cứu hạt nhân đã giúp đỡ  
 183 chúng tôi trong việc phân tích nguyên tố kim loại.

184 **Tài liệu**

- 185 1. Asaduzzaman K, Khandaker MU, Amin YM, Bradley DA, Mahat RH, Nor RM  
186 (2014) Soil-to-root vegetable transfer factors for  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , and  $^{88}\text{Y}$  in  
187 Malaysia. *Journal of Environmental Radioactivity* 135:120–127.
- 188 2. Al-Hamarneh IF, Alkhomashi N, Almasoud FI (2016) Study on the radioactivity  
189 and soil-to-plant transfer factor of  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{234}\text{U}$  and  $^{238}\text{U}$  radionuclides in irrigated  
190 farms from the north-western Saudi Arabia. *Journal of Environmental*  
191 *Radioactivity* 160:1–7.
- 192 3. Vandenhove H, Olyslaegers G, Sanzharova N, Shubina O, Reed E, Shang Z,  
193 Velasco H (2009) Proposal for new best estimates of the soil-to-plant transfer  
194 factor of U, Th, Ra, Pb and Po. *Journal of Environmental Radioactivity* 100: 721–  
195 732.
- 196 4. Lưu Việt Hưng (2014), *Nghiên cứu quá trình tích tụ urani, thori và một số đồng vị*  
197 *phóng xạ khác từ đất vào thực vật*, Luận án Tiến sĩ Khoa học Môi trường, Trường  
198 Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- 199 5. Pew Basu, R. Sarangapani, K. Sivasubramanian, B. Venkatraman (2015),  
200 “Estimation of annual effective dose rate due to the ingestion of the primordial  
201 radionuclide  $^{40}\text{K}$  for the population around the Kalpakkam nuclear site, Tamil  
202 Nadu, India”, *Radiation Protection and Environment*, 38(1&2), 14-22.
- 203 6. Yadav P., Garg V. K., Balvinder Singh, Vandana Pulhani, Suman Mor (2017),  
204 Transfer Factors and Effective Dose Evaluation Due to Natural Radioactivity in  
205 Staple Food Grains from the Vicinity of Proposed Nuclear Power Plant, *Exposure*  
206 *and Health*, 10(1), 27–39.
- 207 7. Tettey-Larbi, L., Darko, E. O., Schandorf, C., & Appiah, A. A. (2013), “Natural  
208 radioactivity levels of some medicinal plants commonly used in Ghana”,  
209 *SpringerPlus*, 2(1), 157.

211 **Study of the influence of radionuclide transportation process from**  
212 **soil to plant during the growth stage**

213

214 **Vu Ngoc Ba, Bui Ngoc Thien<sup>2</sup>, Phan Thi Mai<sup>2</sup>, Truong Thi Hong Loan<sup>1,2</sup>**

215 <sup>1</sup>Nuclear Technique Laboratory, VNUHCM-University of Science

216 <sup>2</sup>Faculty of Physics and Engineering Physics, VNUHCM-University of Science

217

218 **ABSTRACT**

219 In the present study, the influence of radionuclide transportation process from soil to  
220 plant were determined during the growth stage of water spinach from 18 to 26 days. The  
221 results indicated that, beta activity concentration decreased about 1,25 times after growing  
222 for an amount of time. Meanwhile, natural radionuclide concentration of <sup>210</sup>Pb, <sup>228</sup>Ac,  
223 <sup>208</sup>Tl and <sup>214</sup>Bi increased during the growth stage of plant. In contrast, <sup>40</sup>K concentration  
224 decreased with the development stage. There are correlation among Alkali metals group  
225 and inverse correlation between K and Cs, Na.

226