

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: **Bùi Thị Hồng**
2. Giới tính: Nữ
3. Ngày sinh: 15/04/1993
4. Nơi sinh: Nam Định
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh: số 3613 /QĐ-ĐHKHTN ngày 30/11/2020 của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo (nếu có): Quyết định số 4411/QĐ-ĐHKHTN ngày 30/12/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội về việc tạm ngừng học; Quyết định số 4861/QĐ-ĐHKHTN ngày 25/12/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội về việc tiếp tục học.
7. Tên đề tài luận án: *Nghiên cứu sự dịch chuyển một số đồng vị phóng xạ và kim loại từ đất lên thực vật bằng các phương pháp phân tích hạt nhân.*
8. Chuyên ngành: Vật lý nguyên tử và hạt nhân
9. Mã số: 9440130.04
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS.TS Bùi Văn Loát
11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:

Luận án đã hoàn thành các mục tiêu và nội dung đề ra, thu được các kết quả như sau:

1. Nâng cao chất lượng phân tích hoạt độ phóng xạ trong mẫu thực vật: Để giảm độ bất định trong phân tích hoạt độ các đồng vị phóng xạ ^{226}Ra , ^{228}Ra và ^{40}K trong mẫu rau củ và quả khô, luận án đã tiến hành phương pháp than hóa thực vật. Kết quả cho thấy, khi sấy khô mẫu và tiếp tục than hóa trong điều kiện thiếu oxy ở 600°C trong 2 giờ, không có sự mất mát các đồng vị trên, đồng thời độ giàu của chúng tăng lên 4,2 lần, độ bất định phép đo mẫu thực vật giảm từ 3 đến 6 lần.

2. Xác định hệ số dịch chuyển của các đồng vị phóng xạ và kim loại từ đất lên cây trồng: Luận án đã phân tích hoạt độ phóng xạ, hàm lượng kim loại trong đất và thực vật tại các khu vực có nền địa chất khác nhau là Hà Nội, Phú Thọ và Lào Cai. Kết quả cho thấy hệ số dịch chuyển của các đồng vị phóng xạ và kim loại phụ thuộc vào điều kiện sinh trưởng, địa chất của từng khu vực và các thông số hóa lý của đất:

- Hệ số dịch chuyển trung bình của ^{226}Ra , ^{228}Ra nhỏ hơn 1, trong khi đó hệ số dịch chuyển trung bình của ^{40}K lớn hơn 1. Sự khác biệt đối với TF giữa rau muống cạn và rau muống nước, cũng như TF của rau muống ở Hà Nội và Phú Thọ khẳng định vai trò của điều kiện sinh trưởng của cây cũng như phong bức xạ tự nhiên đối với quá trình hấp thụ và tích lũy đồng vị phóng xạ từ đất lên cây trồng.

- Phân tích thành phần chính (PCA) cho thấy các yếu tố hóa lý của đất có ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình hấp thụ các đồng vị phóng xạ trong cây trồng. Cụ thể, pH đất và thành phần hạt mịn (silt) có mối tương quan âm, trong khi hàm lượng cát lại thể hiện mối tương quan dương với hệ số dịch chuyển. Những kết quả này phù hợp với cơ sở lý thuyết về cơ chế tương tác giữa các đặc tính đất và sự vận chuyển các đồng vị phóng xạ từ đất vào thực vật.
- Hệ số dịch chuyển của các nguyên tố kim loại giảm dần theo thứ tự $K > Na > Rb > Mn > Fe$ ở cả Hà Nội và Lào Cai, trong đó K và Na có hệ số lớn hơn 1, các nguyên tố còn lại nhỏ hơn 1. Ngoại trừ Fe, các nguyên tố khác có hệ số dịch chuyển cao hơn ở Lào Cai so với Hà Nội. Phân tích đa biến cũng chỉ ra sự cạnh tranh trong hấp thụ của một số nguyên tố, đặc biệt giữa Fe-Mn và Na-K-Rb.

3. Đánh giá nguy cơ phóng xạ trong đất và trong rau tại các khu vực nghiên cứu:

Dựa trên hoạt độ phóng xạ trong đất, luận án đã tính toán các chỉ số nguy hiểm do phóng xạ tại Hà Nội, Lào Cai và Phú Thọ. Kết quả cho thấy khu vực Hà Nội và Lào Cai an toàn đối với cư dân, trong khi một số địa điểm tại Phú Thọ, đặc biệt gần mỏ sắt, có nguy cơ chiếu xạ cao hơn. Đồng thời, nghiên cứu cũng đánh giá liều tương đương lên các cơ quan khi tiêu thụ thực phẩm nhiễm phóng xạ. Kết quả cho thấy:

- Rau muống ở Phú Thọ và rau củ quả ở Lào Cai có liều tương đương cao hơn so với Hà Nội.
- ^{40}K tập trung chủ yếu ở hệ tiêu hóa, trong khi ^{226}Ra và ^{228}Ra chủ yếu tích tụ trong xương.

4. **Đánh giá nguy cơ từ kim loại trong rau:** Luận án đã tiến hành tính toán chỉ số nguy hiểm mục tiêu (THQ) đối với kim loại trong các mẫu rau, củ, quả thu thập tại Hà Nội và Lào Cai. Kết quả cho thấy phần lớn mẫu tại Hà Nội có giá trị THQ < 1 , ngoại trừ ba mẫu rau muống (P-HN2, P-HN6, P-HN7) có chỉ số THQ của Mn vượt ngưỡng an toàn (THQ > 1). Ngược lại, tại khu vực có nền phong phóng xạ cao ở Mường Hum (Lào Cai), chỉ số THQ trung bình đạt 2,59, trong đó nhóm rau củ dài ngày thể hiện mức nguy cơ cao hơn so với nhóm rau ngắn ngày. Đáng chú ý, Mn là nguyên tố có giá trị THQ cao nhất, phản ánh tiềm năng gây tác động bất lợi đến sức khỏe người tiêu dùng. Những phát hiện này góp phần nhấn mạnh kết luận quan trọng của nghiên cứu: trong các khu vực có phong phóng xạ tự nhiên cao, rủi ro sức khỏe không nhất thiết bắt nguồn từ phóng xạ, mà có thể chủ yếu đến từ sự tích lũy kim loại nặng trong cây trồng.

12. Các hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Tiến hành khảo sát hệ số dịch chuyển các đồng vị phóng xạ và kim loại ở các khu vực khác nhau trên diện tích rộng hơn.
- Xây dựng các bộ số liệu về hệ số dịch chuyển các đồng vị phóng xạ và kim loại đối với từng loại rau cụ thể ở các khu vực khác nhau.
- Phân tích các tính chất hóa lý của đất và đánh giá thêm các yếu tố như bón phân, lượng mưa, thời điểm lấy mẫu để có cái nhìn tổng quan về cơ chế sự vận chuyển của các đồng vị phóng xạ và kim loại từ đất lên cây trồng.

- Phân tích hàm lượng kim loại dựa trên nhiều phương pháp khác như phương pháp TXRF, PIXE, ICP-OES để đưa ra được phương pháp tối ưu nhất trong nhận diện và phân tích hàm lượng các kim loại nặng trong đất cũng như các mẫu thực vật

13. Các công trình công bố liên quan đến luận án:

1. **Bui, T.-H.**, Bui, V.-L., Leuangtakoun, S., Lathdavong, L., Xayhuangsy, S., Duong, D.-T., Tran, D.-K., Tran, V.-K., Le, N.-T., Phan, G., et al. (2023). Characteristics of natural radionuclides and ^{137}Cs in surface soil in Phonsavan, Xiengkhouang, Laos. *Nuclear Technology and Radiation Protection*, 38, 289–300.

2. **Bui, T.-H.**, Bui, V.-L., Duong, V.-H., Duong, D.-T., Le, N.-T., Tran, D.-K., Tran, V.-K., Ha, T.-T.-L., Phan, G.T.T., Tran, V.-H., et al. (2024). Transfer of natural radionuclides from soil to water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk) under flooded and unflooded conditions in Hanoi, Vietnam. *Journal of Environmental Radioactivity*, 277, 107445.

3. **Bui Thi Hong**, Vu Ngoc Ba, Nguyen An Son, Nguyen Thi Minh Sang, Bui Thi Hoa, Bui Van Loat. (2024). Transport and accumulation of nutrients in plant samples using Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF). *Advances in the Earth, Mining and Environmental Sciences for Safe and Sustainable Development*, 1, 113.

4. **Thi-Hong Bui**, Viet-Hoang Tran, Vu Ngoc Ba, Anh-Hung Vu, Hoai-Nam Tran, Van-Loat Bui (2025), “Evaluation of heavy metal elements in soil in Hanoi and Lao Cai using the k₀ – NAA method”, *IOP Journal of Physics: Conference Series (JPCS) 3040, 012018 (Scopus)*.

5. Nguyen The Nghia, Vu Ngoc Ba, Bui Van Loat, Nguyen Van Dung, Tran Van Khanh, **Bui Thi Hong**. (2025). Relationship between physicochemical parameters with radioactive concentration in soil and annual effective dose. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. Vol.334 (6).

Hà Nội, ngày 21 tháng 07 năm 2025

TM. Tập thể hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

Nghiên cứu sinh

(Ký và ghi rõ họ tên)

DOCTORAL DISSERTATION INFORMATION

1. Doctoral candidate's full name: Bui Thi Hong
2. Gender: Female
3. Date of birth: April 15, 1993
4. Place of birth: Nam Dinh
5. Admission decision: No. 3613/QĐ-ĐHKHTN dated November 30, 2020, issued by the University of Science, Vietnam National University, Hanoi.
6. Training process updates (if any):
 - Decision No. 4411/QĐ-ĐHKHTN dated December 30, 2022, by the Rector of the University of Science, Vietnam National University, Hanoi, on temporary suspension of studies.
 - Decision No. 4861/QĐ-ĐHKHTN dated December 25, 2022, by the Rector of the University of Science, Vietnam National University, Hanoi, on resumption of studies.
7. Title of the dissertation: *Study on the transfer of certain radioactive isotopes and metals from soil to plants using nuclear analysis methods.*
8. Major: Atomic and Nuclear Physics
9. Code: 9440130.04
10. Academic supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bui Van Loat
11. Summary of New Findings of the Dissertation:

The dissertation has achieved the set objectives and produced the following results:

1. Improvement in the analysis of radioactivity in plant samples: To reduce uncertainty in the activity analysis of radioactive isotopes ^{226}Ra , ^{228}Ra and ^{40}K in dried vegetable and fruit samples, the study applied a carbonization method. Results showed that after drying and carbonizing the samples under low-oxygen conditions at 600°C for 2 hours, there was no loss of the isotopes. Meanwhile, their concentration increased by 4.2 times, and measurement uncertainty decreased by 3 to 6 times.
2. Determination of transfer factors (TF) of radioactive isotopes and metals from soil to plants: The activity and content of radionuclides and metals in soil and plant samples were analyzed at locations with different geological backgrounds: Hanoi, Phu Tho, and Lao Cai. Key findings include:
 - The average transfer factors of ^{226}Ra , ^{228}Ra were less than 1, while that of ^{40}K was greater than 1. Differences in TF between water spinach grown in flooded and unflooded conditions and between regions (Hanoi vs. Phu Tho)

emphasize the influence of plant growing conditions and natural radiation background on radionuclide uptake.

- Principal Component Analysis (PCA) indicated that soil physicochemical parameters significantly affect plant uptake of radioactive isotopes. Specifically, soil pH and silt content had negative correlations, while sand content had a positive correlation with transfer factors. These findings align with theoretical frameworks on soil–plant radionuclide interactions.
 - The transfer factors of metal elements decreased in the order $K > Na > Rb > Mn > Fe$ in both Hanoi and Lao Cai. K and Na had $TF > 1$; others had $TF < 1$. Except for Fe, metals generally had higher TF values in Lao Cai than in Hanoi. Multivariate analysis revealed competitive absorption behaviors, particularly between Fe–Mn and Na–K–Rb.
3. Radiation risk assessment in soil and vegetables in study areas: Based on measured radioactivity levels in soil, radiation hazard indices were calculated for Hanoi, Lao Cai, and Phu Tho. Results showed:
- Hanoi and Lao Cai areas were safe for residents, whereas some locations in Phu Tho, especially near iron mines, posed higher radiation risks.
 - Internal dose assessments showed higher equivalent doses in water spinach from Phu Tho and vegetables from Lao Cai compared to Hanoi.
 - ^{40}K mainly accumulated in the digestive system, while ^{226}Ra and ^{228}Ra concentrated in bones.
4. Metal contamination risk assessment in vegetables:
Target Hazard Quotients (THQ) for metals were calculated for vegetable samples from Hanoi and Lao Cai. Findings include:
- Most Hanoi samples had $THQ < 1$, except three water spinach samples (P-HN2, P-HN6, P-HN7) where Mn exceeded safe levels ($THQ > 1$).
 - In Muong Hum (Lao Cai), a high natural radiation background area, the average THQ reached 2.59, with long-growth-period vegetables showing higher risk than short-term ones.
 - Mn had the highest THQ, highlighting its potential adverse health effects. These results emphasize a critical conclusion: in areas with high natural radiation backgrounds, health risks may arise more from heavy metal accumulation in plants than from radioactivity itself.
12. Future Research Directions:
- Investigate transfer factors of radionuclides and metals across a wider range of locations.
 - Establish datasets of transfer factors for specific vegetable types across various regions.
 - Analyze soil physicochemical properties and evaluate additional factors (e.g., fertilizer use, rainfall, sampling time) to gain a comprehensive understanding of radionuclide and metal transfer mechanisms from soil to plants.

- Apply various analytical techniques such as TXRF, PIXE, and ICP-OES to identify the most effective method for quantifying heavy metals in soils and plant samples.

13. Publications Related to the Dissertation:

1. **Bui, T.-H.**, Bui, V.-L., Leuangtakoun, S., Lathdavong, L., Xayhuangsy, S., Duong, D.-T., Tran, D.-K., Tran, V.-K., Le, N.-T., Phan, G., et al. (2023). Characteristics of natural radionuclides and ^{137}Cs in surface soil in Phonsavan, Xiengkhouang, Laos. *Nuclear Technology and Radiation Protection*, 38, 289–300.

2. **Bui, T.-H.**, Bui, V.-L., Duong, V.-H., Duong, D.-T., Le, N.-T., Tran, D.-K., Tran, V.-K., Ha, T.-T.-L., Phan, G.T.T., Tran, V.-H., et al. (2024). Transfer of natural radionuclides from soil to water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk) under flooded and unflooded conditions in Hanoi, Vietnam. *Journal of Environmental Radioactivity*, 277, 107445.

3. **Bui Thi Hong**, Vu Ngoc Ba, Nguyen An Son, Nguyen Thi Minh Sang, Bui Thi Hoa, Bui Van Loat. (2024). Transport and accumulation of nutrients in plant samples using Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF). *Advances in the Earth, Mining and Environmental Sciences for Safe and Sustainable Development*, 1, 113.

4. **Thi-Hong Bui**, Viet-Hoang Tran, Vu Ngoc Ba, Anh-Hung Vu, Hoai-Nam Tran, Van-Loat Bui (2025), “Evaluation of heavy metal elements in soil in Hanoi and Lao Cai using the k_0 – NAA method”, *IOP Journal of Physics: Conference Series (JPCS) 3040, 012018 (Scopus)*.

5. Nguyen The Nghia, Vu Ngoc Ba, Bui Van Loat, Nguyen Van Dung, Tran Van Khanh, **Bui Thi Hong**. (2025). Relationship between physicochemical parameters with radioactive concentration in soil and annual effective dose. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. Vol.334 (6).

Hà Nội, ngày 21 tháng 07 năm 2025

For the Supervisory team

(Sign and full name)

PhD Student

(Sign and full name)

Assoc. Prof. Bui Van Loat

Bui Thi Hong