

Điều tra và đánh giá phong phóng xạ xung quanh nhà máy nhiệt điện than ở thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh

Vũ Ngọc Ba^{1,2}, Huỳnh Nguyễn Phong Thu^{1,2}, Nguyễn Văn Thắng^{1,2}, Huỳnh Trúc Phương^{2,3}, Võ Hồng Hải^{2,3}, Lê Xuân Thuý^{2,4}, Trương Thị Hồng Loan^{1,2,3,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Khoa Vật lý-Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

⁴Khoa Sinh học và Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Trương Thị Hồng Loan, Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Khoa Vật lý-Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: tthloan@hcmus.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 11-7-2021
- Ngày chấp nhận: 05-01-2022
- Ngày đăng: 07-02-2022

DOI: 10.32508/stdjns.v6i1.1101



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này hoạt độ phóng xạ, liều hấp thụ gamma ngoài trời, liều hiệu dụng hằng năm và chỉ số nguy cơ ung thư do phơi chiếu phóng xạ tự nhiên từ mẫu đất xung quanh nhà máy nhiệt điện than ở thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh đã được đánh giá, nhờ sử dụng hệ phổ kế gamma phòng thấp đầu dò HPGe. Kết quả cho thấy trung bình hoạt độ phóng xạ của ²²⁶Ra, ²³²Th và ⁴⁰K trong 28 mẫu đất thu thập lần lượt là 38,52 ± 2,55; 36,45 ± 2,70 và 454,20 ± 31,79 Bq kg⁻¹. Liều hấp thụ gamma ngoài trời, liều hiệu dụng hằng năm và chỉ số nguy cơ ung thư tương ứng do phơi nhiễm tia gamma từ các mẫu đất thu thập có giá trị trung bình lần lượt là 58,75 nGy h⁻¹; 0,07 mSv y⁻¹ và 0,25 × 10⁻³ và ở trong giới hạn khuyến cáo của Ủy ban khoa học liên hiệp quốc về hiệu ứng bức xạ UNSCEAR (2000). Theo kết quả nghiên cứu, đến thời điểm hiện tại, chưa thấy mối nguy cơ về phơi chiếu bức xạ tự nhiên từ đất do nguồn gốc địa chất hay rơi lắng phóng xạ từ tro bay đối với dân cư khu vực xung quanh nhà máy nhiệt điện than khảo sát. Tuy nhiên cần tiếp tục khảo sát định kỳ phong phóng xạ và đánh giá các chỉ tiêu về nguy hiểm sức khỏe để có những dữ liệu cập nhật, cũng như phản ánh được sự thay đổi và sự tích lũy nếu có của các đồng vị phóng xạ trong đất theo thời gian hoạt động của nhà máy.

Từ khóa: hoạt độ phóng xạ, liều hấp thụ gamma ngoài trời, liều hiệu dụng hằng năm, chỉ số nguy cơ ung thư, nhà máy nhiệt điện than ở thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh

MỞ ĐẦU

Than, được sử dụng làm nguyên liệu nhiên liệu trong các nhà máy nhiệt điện chạy than, sản xuất ra năng lượng đồng thời cũng sinh ra chất thải rắn, chẳng hạn như tro nặng và tro nhẹ. Sau quá trình tro hóa, các nguyên tố vô cơ (kim loại và các đồng vị phóng xạ) được làm giàu lên trong tro^{1,2}. Phần tro nặng lắng đọng ở đáy lò, được gọi là tro đáy. Tro nhẹ (tro bay) được vận chuyển qua các phần của lò với các dòng khí chảy về phía ống thoát khí. Tùy thuộc vào hệ thống kiểm soát khí thải của ống thoát, hầu hết tro được thu gom. Tuy nhiên, trong quá trình đốt than, radon, một sản phẩm phân rã khí của chuỗi ²³⁸U và ²³²Th, được giải phóng vào khí quyển và phân tán vào môi trường xung quanh, và lắng đọng trên đất xung quanh nhà máy nhiệt điện chạy than^{3,4}. UNSCEAR (1988) cho biết sự phóng xạ thải ra trong khí quyển chủ yếu liên quan đến tỷ lệ tro bay đi qua các ống khói. Số lượng tro phát thải vào khí quyển thay đổi khác nhau tùy vào công nghệ của máy: trong các nhà máy sử dụng công nghệ cũ khoảng 10% tro được giải phóng, trong khi các nhà máy công nghệ hiện đại với thiết bị kiểm soát khí thải phức tạp thì việc thải ra có thể giảm xuống 0,5% tro bay⁵. Flues (2002)⁶ đã nghiên cứu mẫu đất

trong vùng lân cận của một CFPP sau 35 năm hoạt động, gây ra một sự gia tăng nhỏ nồng độ nhân phóng xạ tự nhiên trong môi trường xung quanh. Bên cạnh vấn đề hít radon tiềm ẩn, sự ô nhiễm đất do các sản phẩm phân rã lâu năm, ²¹⁰Po và ²¹⁰Pb, phải được xem xét. Các nhà máy nhiệt điện chạy than được coi là một trong những nguồn chính phi hạt nhân của chất ô nhiễm công nghệ phóng xạ (Papaefthymiou, 2013)⁷. CFPP tạo ra một tỷ lệ lớn tro bay được làm giàu với phóng xạ tự nhiên trong quá trình hoạt động của nhà máy. Do đó, những chất này khi bị ra ngoài môi trường làm thay đổi bối cảnh tự nhiên của mức độ phóng xạ, tổng liều phóng xạ và thành phần hóa học của đất, chúng có thể bị cây hấp thụ và ảnh hưởng đến hệ sinh thái mỏng manh (Habib, 2019)⁸. Tùy thuộc vào hệ thống kiểm soát khí thải của lò đốt, phần lớn tro được thu gom và phần nào còn sót lại được thải vào khí quyển và lắng đọng trên đất xung quanh nhà máy nhiệt điện than. Do đó, cần xác định mức độ phóng xạ tự nhiên và ảnh hưởng của nó đến môi trường và sức khỏe con người xung quanh nhà máy điện than.

Phóng nền bức xạ luôn có trong môi trường, và tất cả mọi người luôn luôn tiếp xúc và bị phơi chiếu một liều

Trích dẫn bài báo này: Ba V N, Thu H N P, Thắng N V, Phương H T, Hải V H, Thuý L X, Loan T T H. Điều tra và đánh giá phong phóng xạ xung quanh nhà máy nhiệt điện than ở thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*, 2022; 6(1):1837-1845.

bức xạ nhất định. Bức xạ ion hóa tiềm ẩn những rủi ro đối với sức khỏe con người và hệ sinh thái. Trong nước và trên thế giới việc nghiên cứu phóng xạ môi trường được các nhà khoa học khá quan tâm và diễn ra thường xuyên liên tục. Có nhiều công trình nghiên cứu ở các nước quan tâm đến tác động của phóng xạ môi trường từ sự đốt cháy nhiên liệu hóa thạch (Aycik et al., 1997, Bem et al. 1998, Flues, 2002; Beck, 2007) ^{6,9-11}. Việc nghiên cứu phóng xạ và tác động của nó được chú ý nhiều hơn khi một loạt các vụ tai nạn hạt nhân xảy ra như Chernobyl năm 1986 ở Ukraina, Fukushima năm 2011 ở Nhật Bản. Trong đất, hàm lượng các nguyên tố phóng xạ cao hơn trong các loại môi trường khác như: nước, thực vật, không khí. Con người bị phơi nhiễm bởi bức xạ ion hóa, khoảng 2,4 mSv y⁻¹ từ các nguồn tự nhiên, trong đó, khoảng 1,0 mSv y⁻¹ là do sự tiếp xúc của radon ¹². Beck (2007) ¹¹ đã quan sát thấy rằng trong hầu hết các trường hợp, hoạt động phát thải không ảnh hưởng đáng kể đến môi trường xung quanh nếu có hệ thống lọc bụi tốt. Tuy nhiên, một số loại than chứa lượng đồng vị phóng xạ tự nhiên lớn hơn đáng kể đã được tìm thấy. Cho đến nay, hầu hết các nhà khoa học đều thống nhất là mối tương quan giữa mức rủi ro sức khỏe con người và liều bức xạ tuân theo quy luật tuyến tính không ngưỡng, tức là mức rủi ro càng cao khi liều bức xạ càng lớn. Đây là cơ sở của nguyên lý hạn chế liều được nhiều quốc gia trên thế giới xây dựng thành tiêu chuẩn hoặc thậm chí là quy chuẩn quốc gia.

Các nghiên cứu trên cho thấy mối quan ngại lớn của cộng đồng nhìn nhận tro xỉ than có thể là nguồn thải tích lũy tiềm năng các chất phóng xạ, và việc sử dụng các phương pháp đánh giá về hoạt độ phóng xạ cho loại vật liệu này là cần thiết. Hiện tại Việt Nam có ít các nghiên cứu về phóng xạ và tác động của các nhà máy nhiệt điện đến khu vực xung quanh nhà máy được công bố. Do đó, trong nghiên cứu này chúng tôi đã điều tra, đánh giá phóng xạ xung quanh nhà máy nhiệt điện than ở thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh và tính toán liều chiếu gây ra bởi phóng xạ cũng như nguy cơ ung thư đối với dân chúng xung quanh nhà máy. Số liệu này giúp các nhà quản lý môi trường đánh giá phóng xạ xung quanh nhà máy và là cơ sở để xem xét đánh giá tác động của phóng xạ đối với môi trường xung quanh sau một thời gian dài nhà máy hoạt động.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vị trí lấy mẫu – chuẩn bị mẫu

Trà Vinh là tỉnh duyên hải đồng bằng sông Cửu Long, giữa 2 con sông lớn là sông Cổ Chiên và Sông Hậu,

phía Đông giáp tỉnh Bến Tre, phía Tây giáp tỉnh Vĩnh Long, phía Nam giáp tỉnh Sóc Trăng, phía Bắc giáp tỉnh Bến Tre, có 65 km bờ biển. Trà Vinh cách thành phố Hồ Chí Minh 200 km. Trà Vinh ở trong vùng nhiệt đới có khí hậu ôn hòa, nhiệt độ trung bình 26–27 °C, độ ẩm trung bình 80–85%/năm, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, trung bình lượng mưa từ 1.400–1.600 mm. Thị xã Duyên Hải có vị trí về phía Nam của tỉnh Trà Vinh, với tổng diện tích đất tự nhiên là 38.405 ha. Duyên Hải có địa hình mang tính chất của vùng đồng bằng ven biển rất đặc thù với những giống cát hình cánh cung chạy dài theo hướng song song với bờ biển. Địa hình thị xã Duyên Hải khá thấp và tương đối bằng phẳng với cao trình bình quân phổ biến là 0,4–1,2 m so với mặt nước biển. Nhà máy nhiệt điện than Duyên Hải tại ấp Mù U, xã Dân Thành, thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh. Nhiệt điện than Duyên Hải gồm các tổ máy 1, 3 và 4 với tổng công suất khoảng 2.490 MW; mỗi năm sản xuất sản lượng điện 16 tỷ kWh. Trong nghiên cứu này, 28 mẫu đất xung quanh nhà máy, cách nhà máy 0–2 km, được thu thập vào tháng 11 năm 2019. Trên vùng đất đã chọn, việc lấy mẫu được thực hiện bằng cách sử dụng core bằng thép không gỉ F 100 mm lấy mẫu tại đỉnh và tâm của hình vuông có đường chéo 2 m, độ sâu 0–30 cm. Thu gộp 5 core đất trong hình vuông trên, rồi các mẫu được trộn đều vào nhau với khối lượng trên 1 kg. Mẫu sau khi lấy được chứa trong túi nylon và dán nhãn, chuyển về phòng thí nghiệm. Mẫu đất sau khi thu thập được rải đều trên khay nhựa, nhật bỏ rễ, rác và phơi khô ở nhiệt độ phòng, hoặc sấy ở nhiệt độ 50 °C, rồi được nghiền và rây qua khe 0,2 mm, sấy khô và đóng hộp kỹ để phân tích các chỉ tiêu về phóng xạ tự nhiên trong mẫu.

Xác định hoạt độ phóng xạ gamma

Hệ phổ kế gamma sử dụng trong công trình này gồm các phần chính sau: đầu dò bán dẫn germanium siêu tinh khiết HPGe loại đồng trục (coaxial), có kí hiệu GC3520, gắn liền với tiền khuếch đại, thiết bị Lynx DSA tích hợp nguồn nuôi cao thế, khối khuếch đại, bộ biến đổi tương tự thành số và khối phân tích đa kênh (ADC–MCA), đầu dò được làm lạnh bằng nitrogen lỏng, buồng chì che chắn phòng thấp mã số 747 của hãng Canberra. Hệ phổ kế được ghép nối với máy tính thông qua cổng cáp, việc ghi nhận và xử lý phổ kế gamma được thực hiện bằng phần mềm chuyên dụng Genie 2000. Đầu dò có hiệu suất tương đối 35% và độ phân giải năng lượng 1,8 keV FWHM tại đỉnh 1332,5 keV của ⁶⁰Co. Chi tiết phương pháp phân tích hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong mẫu đất được tham khảo từ ISO 2007 ¹³ và được trình bày chi tiết trong công trình Loan và cộng sự (2018) ¹⁴.

Liều bức xạ và chỉ số nguy cơ ung thư

Liều hấp thụ gamma ngoài trời (D) ($nGy h^{-1}$) được tính trong không khí ở độ cao 1 m so với mặt đất. Liều hấp thụ được tính theo công thức ^{15,16}:

$$D (nGyh^{-1}) = 0,4368A_{Ra} + 0,5993A_{Th} + 0,0417 A_K \quad (1)$$

trong đó A_{Ra} , A_{Th} , A_K tương ứng là hoạt độ của radium, thorium và potassium ($Bq kg^{-1}$).

Liều hiệu dụng hàng năm (AEDE) ($mSv y^{-1}$) được tính theo công thức ^{15,16}:

$$AEDE (mSvy^{-1}) = D (nGyh^{-1}) \times 8760 (h) \times 0,2 \times 0,7 (Sv/Gy) \times 10^{-6} \quad (2)$$

Nguy cơ ung thư (ELCR) được tính toán theo giá trị ước tính của liều hiệu dụng hàng năm ^{15,16}:

$$ELCR = AEDE \times DL \times RF \quad (3)$$

trong đó, ELCR là nguy cơ ung thư; DL là tuổi thọ (70 năm) và RF là hệ số nguy cơ ung thư gây tử vong. Đối với hiệu ứng ngẫu nhiên, ICRP đề xuất giá trị 0,05 cho công chúng ¹⁷.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hoạt độ phóng xạ trong mẫu

Hoạt độ phóng xạ của mẫu đất xung quanh khu vực nhà máy nhiệt điện Duyên Hải được trình bày trong Bảng 1. Kết quả cho thấy hoạt độ phóng xạ của ²²⁶Ra, ²³²Th và ⁴⁰K trong mẫu đất khá đa dạng. Hoạt độ của ²²⁶Ra là khoảng từ $28,4 \pm 1,7 Bq kg^{-1}$ tại vị trí DH9 đến $58,1 \pm 3,5 Bq kg^{-1}$ tại vị trí DH39, trung bình $38,5 \pm 2,6 Bq kg^{-1}$. Hoạt độ của ²³²Th là khoảng từ $26,3 \pm 1,6 Bq kg^{-1}$ tại vị trí DH10 đến $61,0 \pm 3,5 Bq kg^{-1}$ tại vị trí DH39, trung bình $36,5 \pm 2,4 Bq kg^{-1}$. Hoạt độ của ⁴⁰K dao động từ $292,9 \pm 20,5 Bq kg^{-1}$ tại vị trí DH27 đến $753,8 \pm 52,8 Bq kg^{-1}$ tại vị trí DH15, trung bình $454,2 \pm 31,8 Bq kg^{-1}$. Kết quả cho thấy hoạt độ phóng xạ trong nghiên cứu ở khu vực gần nhà máy nhiệt điện Duyên Hải có sự tương đồng với giá trị công bố 35; 30 và $400 Bq kg^{-1}$ tương ứng của ²²⁶Ra, ²³²Th và ⁴⁰K theo UNSCEAR 2000 ¹².

Kết quả trung bình hoạt độ phóng xạ được so sánh với những nghiên cứu trong khu vực và thế giới được trình bày trong Bảng 2. Trong cùng khu vực ở Trà Vinh, trung bình hoạt độ phóng xạ của ⁴⁰K trong nghiên cứu này có sự tương đồng, nhưng hoạt độ của ²³²Th thấp hơn so với nghiên cứu của Huy (2012) khoảng gần 2 lần ¹⁸. Kết quả trung bình hoạt độ phóng xạ của ²²⁶Ra và ²³²Th trong nghiên cứu này có cao hơn so với với nghiên cứu của Huy (2012) ¹⁸ và Ba (2019) ¹⁹ với mẫu đất ở khu vực TP. HCM. Tuy nhiên, hoạt độ của ⁴⁰K tại Duyên Hải có giá trị cao

hơn khoảng 2 lần so với hoạt độ tính toán ở khu vực TP. HCM. Sự khác nhau này do sự khác nhau đặc điểm loại đất hình thành của 2 khu vực Duyên Hải và TP. HCM ²⁰. Đối với các nghiên cứu trước đây trên thế giới cho thấy hoạt độ của ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K ở khoảng 68,0; 58 và $551 Bq kg^{-1}$ ở Malaysia ¹⁶, 33,0; 16 và $574,0 Bq kg^{-1}$, tương ứng ở Bangladesh ²¹ 54,13; 83,04; $337,53 Bq kg^{-1}$ ở India ²²; 39,4; 45,6 và $420,0 Bq kg^{-1}$ ở Mỹ ²³; 30,0; 44 và $653 Bq kg^{-1}$ ở Đài Loan ²⁴. Kết quả cho thấy có sự khác biệt giữa các nghiên cứu có thể là do: (i) Đặc điểm vị trí địa lý, loại đất đá được hình thành trong quá trình phong hóa, đặc điểm khí hậu, thời tiết, hình dạng hạt và kích thước hạt cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt động của hạt nhân phóng xạ trong mẫu ²⁵; (ii) Khả năng hút các nguyên tố phóng xạ trong quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật tại nơi khảo sát ²⁶; (iii) Quá trình tương tác của môi trường dưới tác động của điều kiện thời tiết, lượng mưa và độ pH dẫn đến độ linh động và dễ dàng di chuyển của ²²⁶Ra ²⁷.

Liều hấp thụ gamma ngoài trời, hiệu dụng hàng năm và chỉ số nguy cơ ung thư

Liều hấp thụ gamma ngoài trời (D) được trình bày ở cột thứ 7 của Bảng 2. Các giá trị D có được từ 45,62 đến $92,93 nGy h^{-1}$ với giá trị trung bình $58,75 nGy h^{-1}$. Giá trị này ở trong khoảng tính toán của các nghiên cứu trước đây ^{16,18,19}.

Liều hiệu dụng hàng năm (AEDE) của các đồng vị phóng xạ tự nhiên trong mẫu đất khá đa dạng được trình bày trong cột thứ 8 của Bảng 2. Giá trị AEDE dao động từ $0,056 mSv y^{-1}$ tại vị trí DH13, đến $0,114 mSv y^{-1}$ tại vị trí DH39, với giá trị trung bình là $0,072 mSv y^{-1}$. Giá trị này tương đồng với giá trị liều hiệu dụng $0,07 mSv y^{-1}$ được cung cấp bởi UNSCEAR (2000) ¹² và Mohammed và cộng sự (2017) ¹⁵ ($0,06 mSv y^{-1}$). Kết quả trong nghiên cứu này cao hơn so với nghiên cứu của Kolo (2017) ²⁸ ($0,02 mSv y^{-1}$) nhưng thấp hơn so với nghiên cứu của Taskin và cộng sự (2009) ²⁹ ($0,144 mSv y^{-1}$).

Bảng 1: So sánh hoạt độ phóng xạ trong đất với các nghiên cứu khác

Địa điểm	Hoạt độ (Bq kg ⁻¹)	²³² Th	⁴⁰ K	Tài liệu tham khảo
Duyên Hải	²²⁶ Ra 38,52	36,45	454,20	Nghiên cứu này.
Việt Nam	42,77	59,84	411,93	Huy (2012) ¹⁸
Trà Vinh	26,48	61,00	414,60	Huy (2012) ¹⁸
Hồ Chí Minh	22,80	28,90	212,60	Ba (2019) ¹⁹
Malaysia	68,00	58,00	551,00	Abdullahi (2019) ¹⁶
Bangladesh	33,00	16,00	574,00	Miah (1998) ²¹
India	54,10	83,00	337,50	Mehra (2012) ²²
Mỹ	39,40	45,60	420,00	Ingersoll (1983) ²³
Đài Loan	30,00	44,00	653,00	Chen (1993) ²⁴

Bảng 2: Hoạt độ phóng xạ và chỉ số nguy hiểm bức xạ trong đất

Ký hiệu mẫu	Vị trí		Hoạt độ (Bq/kg)			D (nGyh ⁻¹)	AEDE (mSvy ⁻¹)	ELCR (10 ⁻³)
	X	Y	226Ra	232Th	40K			
DH1	9,597575	106,5186	33,76±2,03	29,11±1,69	391,48±27,40	49,51	0,06	0,21
DH4	9,596877	106,5199	34,55±2,07	28,81±1,67	396,41±27,75	49,89	0,06	0,21
DH5	9,596355	106,5199	34,57±2,07	30,95±1,80	408,17±28,57	51,69	0,06	0,22
DH6	9,596671	106,5203	39,28±2,36	32,73±1,90	392,00±27,44	54,27	0,07	0,23
DH7	9,596146	106,5196	35,12±2,11	29,99±1,74	395,91±27,71	50,85	0,06	0,22
DH8	9,595598	106,5206	36,55±2,19	30,25±1,75	403,00±28,21	51,96	0,06	0,22
DH9	9,595950	106,5215	28,44±1,71	27,77±1,61	391,43±27,40	46,24	0,06	0,20
DH10	9,596474	106,5213	30,94±1,86	26,33±1,60	381,39±26,70	46,10	0,06	0,20
DH13	9,595254	106,5224	31,98±1,92	26,44±1,53	356,65±24,97	45,62	0,06	0,20
DH14	9,594593	106,5222	30,66±1,84	31,39±1,82	478,29±33,48	53,07	0,07	0,23
DH15	9,593638	106,5217	39,36±2,36	57,82±3,35	753,84±52,77	84,54	0,10	0,36
DH16	9,592141	106,5219	39,36±2,36	37,13±2,15	420,56±29,44	58,15	0,07	0,25
DH17	9,591888	106,5210	32,11±1,93	27,55±1,60	399,41±27,96	48,13	0,06	0,21
DH18	9,592240	106,5204	37,47±2,25	33,06±1,92	460,26±32,22	56,47	0,07	0,24
DH21	9,592690	106,5187	28,59±1,72	28,21±1,64	416,73±29,17	47,62	0,06	0,21
DH22	9,592215	106,5180	38,59±2,32	38,91±2,26	560,92±39,26	64,72	0,08	0,28
DH23	9,591426	106,5222	34,00±2,04	29,80±1,73	377,88±26,45	49,46	0,06	0,21
DH25	9,590775	106,5212	43,35±2,60	40,33±2,34	430,95±30,17	62,35	0,08	0,27
DH26	9,589879	106,5198	35,88±2,15	29,71±1,72	397,78±27,84	51,11	0,06	0,22
DH27	9,588974	106,5190	43,35±2,60	40,11±2,33	405,91±28,41	61,18	0,08	0,26
DH29	9,587177	106,5184	50,11±3,01	58,81±3,41	661,89±46,33	86,27	0,11	0,37
DH32	9,584723	106,5121	38,52±2,31	38,37±2,23	450,61±31,54	59,76	0,07	0,26
DH33	9,583504	106,5124	54,12±3,25	52,85±3,07	618,08±43,27	82,70	0,10	0,36
DH34	9,583262	106,5117	53,93±3,24	45,73±2,65	452,66±31,69	71,41	0,09	0,31
DH35	9,582897	106,5127	45,81±2,75	45,73±2,65	500,46±35,03	69,65	0,09	0,30
DH37	9,597164	106,5172	39,10±2,35	34,07±1,98	292,87±20,50	50,85	0,06	0,22
DH39	9,594109	106,5146	58,08±3,48	61,03±3,54	701,04±49,07	92,93	0,11	0,40
DH40	9,592131	106,5123	30,96±1,86	27,63±1,60	420,93±29,47	48,54	0,06	0,21
	Nhỏ nhất		28,44±1,71	26,33±1,60	292,87±20,50	45,62	0,05	0,20
	Lớn nhất		58,08±3,48	61,03±3,54	753,84±52,77	92,93	0,11	0,40
	Trung bình		38,52±2,55	36,45±2,37	454,20±31,79	58,75	0,07	0,25
	Giá trị tham khảo ¹²		35	30	400	59	0,07	0,29

Chú ý: x, y lần lượt là kinh độ, vĩ độ của vị trí lấy mẫu

Chỉ số nguy cơ ung thư của dân cư sống ở khu vực xung quanh nhà máy nhiệt điện được xác định và được trình bày trong cột thứ 9 của Bảng 2. Kết quả cho thấy mức nguy cơ ung thư có giá trị $(0,20-0,40) \times 10^{-3}$ với giá trị trung bình là $0,25 \times 10^{-3}$. Nguy cơ ung thư cao tập trung ở khu vực DH39 với giá trị 0,40, cao gấp 1,34 lần trung bình trên thế giới theo UNSCEAR (2000)¹² và khoảng 1,6 lần so với trung bình trong khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên giá trị trung bình $0,25 \times 10^{-3}$ có sự tương đồng với các nghiên cứu trước đây của Mohammed và cộng sự (2017)¹⁵, Ba và cộng sự (2019)¹⁹, nhưng vẫn thấp hơn giá trị $0,29 \times 10^{-3}$ của UNSCEAR (2000)¹². Mức nguy cơ ung thư phụ thuộc vào mức hoạt độ phóng xạ tự nhiên có trong mẫu đất khảo sát. Mức hoạt độ phóng xạ này có thể có được từ nền phóng xạ tự nhiên của đất nền, nhưng cũng có khả năng đóng góp từ sự rơi lắng phóng xạ do hoạt động của nhà máy nhiệt điện than.

Kết quả Bảng 2 cho thấy ở khu vực nghiên cứu xung quanh nhà máy nhiệt điện than khảo sát có sự phân bố phóng xạ không đồng nhất. Nguyên nhân có thể là do bởi sự phân bố không đồng đều về địa chất, thành phần của các loại đất đá trong quá trình phong hóa hình thành đất trong khu vực, đặc tính thời tiết, độ pH của đất. Một phần cũng có thể do sự tác động của sự xả khí thải vào không khí có kèm tro bay chứa phóng xạ cao thoát ra ngoài trong quá trình hoạt động của nhà máy nhiệt điện³⁰. Theo Nakaoka và cộng sự (1984)³, tốc độ phóng xạ ^{40}K và chuỗi phân rã ^{238}U hoặc ^{232}Th được đánh giá trong khoảng từ 2 đến 40.000 pCi/giây đối với các nhà máy nhiệt điện than kiểu mẫu 1000 MW và 250 MW. Nghiên cứu của Papastefanou (2010)⁴ cho thấy quá trình đốt cháy than dẫn đến việc thải ra môi trường một lượng phóng xạ tự nhiên ($1,48 \text{ TBq y}^{-1}$), phần chủ yếu (99%) thoát ra dưới dạng các hạt rất mịn, phần còn lại ở dạng tro bay. Qua đó, cần có những nghiên cứu chuyên sâu hơn để xác định nguồn gốc và tác động của nhà máy nhiệt điện than đối với môi trường.

KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, mức phóng xạ của đất khu dân cư xung quanh nhà máy nhiệt điện than Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh bước đầu được đo để đánh giá nguy cơ tiềm ẩn phơi chiếu phóng xạ nếu có ở khu vực này. Kết quả cho thấy mặc dù đã hơn năm năm hoạt động nhưng mức hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong đất khảo sát không có những biến động gây nguy hiểm về phương diện phóng xạ. Cụ thể trong 28 mẫu đất thu thập được xung quanh nhà máy với bán kính 2 km, giá trị hoạt độ phóng xạ trung bình là $38,52 \pm 2,55$; $36,45 \pm 2,70$ và $454,20 \pm 31,79 \text{ Bq kg}^{-1}$ tương ứng đối với

^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K . Các giá trị này đều ở trong phạm vi khảo sát của trung bình thế giới theo UNSCEAR 2000. Từ đó liệu hiệu dụng hàng năm ngoài trời và nguy cơ ung thư được tính toán để đánh giá mức độ tác động của nền phóng bức xạ đến dân cư sinh sống xung quanh. Các trung bình của liều hiệu dụng hàng năm, chỉ số nguy cơ ung thư từ 28 mẫu khảo sát đều cho giá trị ở trong phạm vi chấp nhận được. Kinh tế Việt Nam hiện nay và cho tới năm 2030 chủ yếu phụ thuộc vào năng lượng điện than. Hoạt động của nhà máy nhiệt điện than ở thế hệ cũ có thể tạo ra nhiều sản phẩm khí thải chứa nguyên tố vết nguy hại và phóng xạ, nhưng với các nhà máy nhiệt điện than sử dụng công nghệ mới có khả năng lọc các khí thải tốt thì điều này có thể được cải thiện. Vì vậy việc điều tra, đánh giá mức phóng xạ trong môi trường xung quanh nhà máy nhiệt điện than luôn luôn là cần thiết. Các kết quả trong nghiên cứu này góp phần xây dựng cơ sở dữ liệu của quốc gia về phóng xạ môi trường, các doanh nghiệp cũng có cơ sở khi đầu tư nhà máy nhiệt điện than sử dụng công nghệ điện than thế hệ mới. Các kết quả nghiên cứu cũng giúp cho cơ quan chức năng kiểm soát và quản lý tốt tác động của nhà máy nhiệt điện than đến môi trường theo thời gian, kiểm soát được sự biến đổi nếu có của nền phóng xạ do các yếu tố đầu vào của nhiên liệu than sử dụng hoặc những biến động do yếu tố khác ngoài nhiệt điện than.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn Ban giám đốc công ty Nhiệt điện Duyên Hải đã tạo điều kiện và các anh chị cán bộ kỹ thuật đã hỗ trợ chúng tôi trong việc lấy mẫu tại nhà máy và khu vực xung quanh để thực hiện nghiên cứu này.

QUỸ HỖ TRỢ

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số VL2020-18-01.

DANH MỤC VIẾT TẮT

AEDE: Annual Effective Dose Equivalent - Liều hiệu dụng hàng năm.
ADC - MCA: Analog To Digital Converter - Multi Channel Analyzer: Bộ chuyển đổi số - Bộ phân tích đa kênh.
CFPP: Coal-Fired Power Plant - Nhà máy nhiệt điện than.
DSA: Digital Signal Analyzer.
ĐHQG-HCM: Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

ELCR: Excess Lifetime Cancer Risk - Nguy cơ ung thư.

FWHM: Full Width at Half Maximum - Bề rộng toàn phần ở một nửa cực đại.

HPGe: High purity germanium - Germanium siêu tinh khiết.

IAEA: International Atomic Energy Agency - Cơ quan nguyên tử năng quốc tế.

ICRP: International Commission on Radiological Protection - Ủy ban quốc tế về bảo vệ bức xạ.

TP. HCM: Thành phố Hồ Chí Minh.

UNSCEAR: The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation - Ủy ban khoa học liên hiệp quốc về hiệu ứng bức xạ nguyên tử.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả cam đoan không có xung đột lợi ích trong việc công bố bài báo này.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Các tác giả trong bài viết có sự đóng góp như nhau trong việc hình thành ý tưởng, thiết kế thí nghiệm, lấy mẫu, đo đạc và viết bài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bhattacharyya S, Donahoe RJ, Patel D, Experimental study of chemical treatment of coal fly ash to reduce the mobility of priority trace elements. *Fuel* 2009; 88:1173-1184; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.11.006>.
- Sahu SK, Tiwari M, Bhangare RC, Pandit GG, Enrichment and particle size dependence of polonium and other naturally occurring radionuclides in coal ash. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2014; 138:421-426; PMID: 24813148. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.04.010>.
- Nakaoka A, Fukushima M, Takagi S, Environmental effects of natural radionuclides from coal-fired power plants. *Health Physics* 1984; 47:407-16; PMID: 6500942. Available from: <https://doi.org/10.1097/0004032-198409000-00006>.
- Papastefanou C, Escaping radioactivity from coal-fired power plants (CFPPs) due to coal burning and the associated hazards: A review. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2010; 101(3):191-200; PMID: 20005612. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2009.11.006>.
- UNSCEAR, Sources, Effects and Risks of Ionizing radiation. New York: United Nations 1988; 81-84.
- Flues M, Moraes V, Mazzilli BP. The influence of a coal-fired power plant operation on radionuclide concentrations in soil. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2002; 63 285-294; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0265-931X\(02\)00035-8](https://doi.org/10.1016/S0265-931X(02)00035-8).
- Papaefthymiou HV, Manousakas M, Fouskas A, Siavalas G. Spatial and vertical distribution and risk assessment of natural radionuclides in soils surrounding the lignite-fired power plants in megalopolis basin, Greece. *Radiat. Prot. Dosim.* 2013; 156(1),49; PMID: 23511709. Available from: <https://doi.org/10.1093/rpd/nct037>.
- Habib Md. Ahsan, Basuki Triyono, Miyashita Sunao, Bekeles Wiseman, Nakashima Satoru, Phoungthong Khampho, Khan Rahat, Rashid Md. Bazlar, Islam Abu Reza Md. Tawfiqul and Techato Kuaanan. Distribution of naturally occurring radionuclides in soil around a coal-based power plant and their potential radiological risk assessment. *Radiochimica Acta*, 2019; 107, 243-259; Available from: <https://doi.org/10.1515/ract-2018-3044>.
- Aycik GA, Ercan A. Radioactivity measurements of coals and ashes from coal-fired power plants in the Southwestern part of Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 1997; 35 (1), 23-35; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0265-931X\(96\)00031-8](https://doi.org/10.1016/S0265-931X(96)00031-8).
- Bem EM, Bem H. Studies of radionuclide concentration in surface soil in and around fly ash disposal sites. *The Science of the Total Environment*; 1998; 220, 215-222; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00258-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00258-7).
- Beck MA, Daniels WL, Eick M. Leachate chemistry of mixtures of fly ash and alkaline coal refuse, WOCA, Northern Kentucky, USA, 2007;.
- UNSCEAR, Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. New York, USA 2000;.
- International Organization of Standardization (ISO). Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 2: Guidance for the selection of the sampling strategy, sampling and pre-treatment of samples. ISO 18589-2:2007;.
- Loan TTH, Ba VN, Bang NVT, Thy THN, Hong HTY, Huy NQ. Natural radioactivity and radiological health hazard assessment of chemical fertilizers in Viet Nam. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 2018; 316(1):111-117; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10967-018-5719-2>.
- Mohammed RS, Ahmed RS. Estimation of excess lifetime cancer risk and radiation hazard indices in southern Iraq. *Environmental Earth Science* 2017; 76; Available from: <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6616-7>.
- Abdullahi S, Ismail AF, Samat S. Determination of indoor doses and excess lifetime cancer risks caused by building materials containing natural radionuclides in Malaysia. *Nuclear Engineering and Technology* 2019; 51:325-336; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.net.2018.09.017>.
- ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 21(1-3), Publication 60, 1990;.
- Huy NQ, Hien PD, Luyen TV, Hoang DV, Hiep HT, Quang NH, Long NQ, Nhan DD, Binh NT, Hai PS, Ngo NT. Natural radioactivity and external dose assessment of surface soils in Vietnam. *Radiation Protection Dosimetry* 2012; 151:522-531; PMID: 22434923. Available from: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncs033>.
- Ba NV, Thang NV, Dao NQ, Phong Thu HN, Loan TTH. Study on the characteristics of natural radionuclides in surface soil in Ho Chi Minh City, Vietnam and radiological health hazard. *Environmental Earth Sciences* 2019; 78:28; Available from: <https://doi.org/10.1007/s12665-018-8026-x>.
- Le XT. Some features of distribution of clay minerals in the Mekong River Plain. *Tạp chí địa chất* 2006; 295:7-8;.
- Miah FK, Roy S, Touhiduzzaman N, and Alan B. Distribution of radionuclides in soil samples in and around Dhaka city. *Applied Radiation and Isotopes* 1998; 49:133-137; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0969-8043\(97\)00232-7](https://doi.org/10.1016/S0969-8043(97)00232-7).
- Mehra R, Singh M. Estimation of radiological risk due to concentration of 238U, 226Ra, 232Th and 40K in soils of different geological origins in northern India. *Turkish Journal of Physics* 2012; 36:289-297;.
- Ingersoll JG. Survey of radionuclide contents and radon emanation rates in building materials used in the U.S. *Health Physics* 1983; 45:362-368; PMID: 6885435. Available from: <https://doi.org/10.1097/0004032-198308000-00008>.
- Chen CJ, Weng PS, and Chu TC. Evaluation of natural radiation in houses built with black schist. *Health Physics* 1993; 64:74-78; PMID: 8416219. Available from: <https://doi.org/10.1097/0004032-199301000-00010>.
- Ramasamy V, Sundarajan M, Suresh G, Paramasivam K, Meenakshisundaram V. Role of light and heavy minerals on natural radioactivity level of high background radiation area, Kerala, India. *Applied Radiation Isotope* 2014; 85:1-10; PMID: 24361519. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.11.119>.

26. International Atomic Energy Agency (IAEA). Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments. In Technical reports series N. 472. IAEA, Vienna, 2010;
27. Tyler AN. Environmental influences on gamma ray spectrometry. University of Glasgow, Scotland, UK, 1984;
28. Kolo KT, Amin YM, Khandaker MU, Abdullah WHB. Radionuclide concentrations and excess lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in tailing enriched soil around Maiganga coal mine, Northeast Nigeria. International Journal of Radiation Research 2017; Available from: [10.18869/ACADPUB.IJRR.15.1.71](https://doi.org/10.18869/ACADPUB.IJRR.15.1.71).
29. Taskin H, Karavus M, Ay P, Topuzoglu A, Hidiroglu S, Karahan G. Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kirklareli, Turkey. Journal of Environmental Radioactivity 2009; 100:49-53; PMID: [19038480](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19038480/). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.10.012>.
30. Uslu I, Gökmeşe F. Coal. An impure fuel source: Radiation effects of coal-fired power plants in Turkey. Hacettepe J. Biol. & Chem. 2010; 38(4):259-268;

Investigation and assessment of radioactivity background around the coal-fired power plant at Duyen Hai commune, Tra Vinh province

Vu Ngoc Ba^{1,2}, Huynh Nguyen Phong Thu^{1,2}, Nguyen Van Thang^{1,2}, Huynh Truc Phuong^{2,3}, Vo Hong Hai^{2,3}, Le Xuan Thuyen^{2,4}, Truong Thi Hong Loan^{1,2,3,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Nuclear Technique Laboratory, University of Science, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam.

³Nuclear Physics Department, Faculty of Physics – Engineering Physics, University of Science – Ho Chi Minh City, Vietnam

⁴Faculty of Biology and Biotechnology, University of Science, Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Truong Thi Hong Loan, Nuclear Technique Laboratory, University of Science, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam.

Nuclear Physics Department, Faculty of Physics – Engineering Physics, University of Science – Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: ttloan@hcmus.edu.vn

History

- Received: 11-7-2021
- Accepted: 05-01-2022
- Published: 07-2-2022

DOI : 10.32508/stdjns.v6i1.1101



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

In this study, the outdoor absorbed dose rate, the annual effective dose equivalent and the excess lifetime cancer risk due to natural radioactivity exposure in soil samples around the coal-fired power plant at Duyen Hai commune, Tra Vinh province were evaluated by using a low background gamma spectrometer with HPGe detector. The results showed that the average radioactivity values of ^{226}Ra , ^{232}Th và ^{40}K in 28 collected soil samples were 38.52 ± 2.55 , 36.45 ± 2.70 and $454.20 \pm 31.79 \text{ Bq kg}^{-1}$, respectively. The average values of 58.75 nGy h^{-1} , 0.07 mSv y^{-1} and 0.25×10^{-3} for the outdoor absorbed dose rate, the annual effective dose equivalent and the excess lifetime cancer risk due to the gamma-ray exposure from collected soil samples were within the limits recommended by UNSCEAR (2000). The results did not show the risk of natural radiation exposure from the observed soil samples due to the geology or radioactivity deposition from fly ash for the population in the area around the surveyed coal-fired power plant. It is necessary to periodically survey the radioactivity background and the health hazards to update data, as well as to reflect the variation and the accumulation of radioactivity in the soil according to the operating time of the coal-fired power plant.

Key words: Radioactivity, outdoor absorbed dose rate, annual effective dose equivalent, excess lifetime cancer risk, coal-fired power plant at Duyen Hai commune, Tra Vinh province

Cite this article : Ba V N, Thu H N P, Thang N V, Phuong H T, Hai V H, Thuyen L X, Loan T T H. Investigation and assessment of radioactivity background around the coal-fired power plant at Duyen Hai commune, Tra Vinh province. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*, 2022; 6(1):1837-1845.

Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh



Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ

ISSN: 1859-0128

Hình thức xuất bản: In và trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở (Open Access)

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Anh

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 72%

Phí xuất bản: Miễn phí

Thời gian phản biện: 43 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME



**Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ -
Khoa học Tự nhiên**

ISSN: 2588-106X

Hình thức xuất bản: In & trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Việt

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 75%

Phí xuất bản: Miễn phí

Thời gian phản biện: 30-45 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME



**Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ -
Kỹ thuật và Công nghệ**

ISSN: 2615-9872

Hình thức xuất bản: In & trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Việt

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 61%

Phí xuất bản: Miễn phí

Thời gian phản biện: 50 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME



**Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ -
Kinh tế-Luật và Quản lý**

ISSN: 2588-1051

Hình thức xuất bản: In & trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Việt

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 65%

Phí xuất bản: Miễn phí

Thời gian phản biện: 45 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME



**Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ -
Khoa học Xã hội và Nhân văn**

ISSN: 2588-1043

Hình thức xuất bản: In & trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Việt

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 62%

Phí xuất bản: Miễn thu phí đối với tác giả là CBVC của ĐHKHXHNV, ĐHQG-HCM; Tác giả khác: 500.000 VNĐ/bài

Thời gian phản biện: 75 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME



**Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ -
Khoa học Trái đất và Môi trường**

ISSN: 2588-1078

Hình thức xuất bản: In & trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Việt và tiếng Anh

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 87%

Phí xuất bản: liên hệ tòa soạn

Thời gian phản biện: 45 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME



**Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ -
Khoa học Sức khỏe**

ISSN: 2734-9446

Hình thức xuất bản: In & trực tuyến

Hình thức truy cập: Truy cập mở

Ngôn ngữ bài báo: Tiếng Việt

Tỉ lệ chấp nhận đăng 2021: 70%

Phí xuất bản: Miễn phí

Thời gian phản biện: 30 ngày

Lập chỉ mục (Indexed): Google Scholar, Scilit



SCAN ME

Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia Tp.HCM

25 năm xuất bản học thuật (1997-2022)

Tòa soạn: Nhà điều hành Đại học Quốc gia Tp.HCM, P. Linh Trung, TP. Thủ Đức, TP. HCM

Email: stj@vnuhcm.edu.vn; tcptkcn@vnuhcm.edu.vn; Website: <http://www.scienceandtechnology.com.vn>