



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

“GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2022 iHappiness: ความสุขและคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนในยุคสังคมดิจิทัล”

ประเมินกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติ และปริมาณรังสีในดินตะกอนจากเกาะสมุย
จังหวัดสุราษฎร์ธานี พื้นที่ที่มีสารกัมมันตรังสีภูมิหลังสูงของประเทศไทย
Natural Radioactivity and Dose Assessment in Sediment from Samuai Iland,
a High Background radiation Area of Thailand

ผกามาศ แท้มจันทร์¹, พวงทิพย์ แก้วทับทิม²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

บทคัดย่อ

นิวไคลด์กัมมันตรังสีเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งซึ่งมีแหล่งกำเนิดทั้งในธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น สำหรับนิวไคลด์กัมมันตรังสีจากธรรมชาติพบมากในบริเวณที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็นหินแกรนิต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีตามธรรมชาติ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K และคำนวณค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) ค่าดัชนีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีจากภายในร่างกาย (H_{in}) ค่าดัชนีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีจากภายนอกในร่างกาย (H_{ex}) ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) และค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (AEDE) ในตัวอย่างดินตะกอนจำนวน 18 ตัวอย่างบริเวณเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยวิธีวิเคราะห์แกมมาสเปกโตรเมตรี หัววัดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) พบว่า ดินหลายตัวอย่างมีค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศไทย และค่าเฉลี่ยทั่วโลก นอกจากนี้ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม ค่าดัชนีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีจากภายในร่างกาย และจากภายนอกในร่างกาย ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน และค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากภายนอกประจำปีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดย UNSCEAR (2000)

คำสำคัญ: กัมมันตภาพรังสี, เกาะสมุย, หัววัดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง

Abstract

The radioactive nuclides were a cancer-causing agent. They have a source of origin from nature and man-made. The natural radioactive elements were found in Mining area. The purpose of this research was analyzing the specific activity of the natural radioactive nuclide of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K and to calculate the Radium equivalent activity (Ra_{eq}), the Internal hazard index (H_{in}), the External hazard index (H_{ex}), the Gamma-absorbed dose rate (D) and the



Annual external effective dose rate (AEDE) in the 18 soil samples from Samuai Iland, Surat Thani Province by using a high purity germanium detector (HPGe). The results show that specific activity of radioactive nuclide in sediment samples were higher than Thailand and the global average values. In addition, the Radium equivalent activity, the Internal hazard index, the external hazard index, the gamma-absorbed dose rate and the Annual external effective dose rate, were higher than the UNSCEAR criterion (2000).

Keywords: Radioactivity, Samuai Iland, High-Purity Germanium Detectors (HPGe)

บทนำ

ระดับกัมมันตภาพรังสี และการประเมินความเสี่ยงเป็นปัญหาหลักที่การวิจัยทางรังสีต้องทำ เนื่องจากมนุษย์ต้องเผชิญการแผ่รังสีสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน นิวไคลด์กัมมันตรังสี (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K) เป็นสารกัมมันตรังสีจากธรรมชาติ สามารถตรวจพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ ดิน ทราย หิน และในอากาศ สารกัมมันตรังสีมีอันตรายต่อมนุษย์ สามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้หลายทาง เช่น การกิน การซึมผ่านผิวหนัง และทางบาดแผล เป็นต้น (Awwiri et al., 2021) สารกัมมันตรังสีเป็นสารที่มีอันตรายต่อร่างกาย และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง และโรคอื่น ๆ ทางพันธุกรรมได้ (Svetlana et al., 2010) ความเป็นอันตรายของสารกัมมันตรังสีเกิดขึ้นได้หลายระดับขึ้นอยู่กับปริมาณ ชนิด และระยะเวลาที่ได้รับ เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ที่มีหินแกรนิตแทรกซอนขึ้นมาทั่วทั้งเกาะจึงควรมีการตรวจวัดระดับความปลอดภัยจากสารกัมมันตรังสี เพื่อประเมินระดับสารกัมมันตรังสีจากธรรมชาติ และสามารถนำไปประเมินการได้รับปริมาณสารกัมมันตรังสีของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณต่าง ๆ (ประสงค์ และคณะ, 2557) ตัวชี้วัดระดับความเป็นอันตรายจากการได้รับสารกัมมันตรังสีสามารถทำได้โดยวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) ค่าดัชนีความเสี่ยงการได้รับรังสีจากภายในร่าง (H_{in}) ค่าดัชนีความเสี่ยงการได้รับรังสีจากภายนอกร่าง (H_{ex}) ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) และค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างประจำปี (AEDE)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในตัวอย่างดิน เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. เพื่อวิเคราะห์อันตรายทางรังสีวิทยจากตัวอย่างดิน เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

“GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2022 iHappiness: ความสุขและคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนในยุคสังคมดิจิทัล”

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เน้นการศึกษาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในดิน และประเมินการได้รับปริมาณสารกัมมันตรังสีของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อชี้วัดระดับความเป็นอันตรายจากการได้รับสารกัมมันตรังสีจากธรรมชาติต่อการใช้ชีวิตประจำวัน

การทบทวนวรรณกรรม

Jitpukdee *et al.* (2019) ศึกษาปริมาณกัมมันตภาพรังสีในดินบริเวณชายแดนระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย และลาว ในตัวอย่างดินจำนวน 33 ตัวอย่าง จากอำเภอโขงเจียม และอำเภอสรินธร พบว่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสีมีค่าเฉลี่ย $^{40}\text{K} > ^{226}\text{Ra} > ^{232}\text{Th}$ อีกทั้งยังมีการศึกษาที่จังหวัดระยอง โดย Kessaratikoon *et al.* (2019) ได้ทำการวัด และวิเคราะห์ ในตัวอย่างดิน 27 ตัวอย่าง พบว่าค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) สูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลก

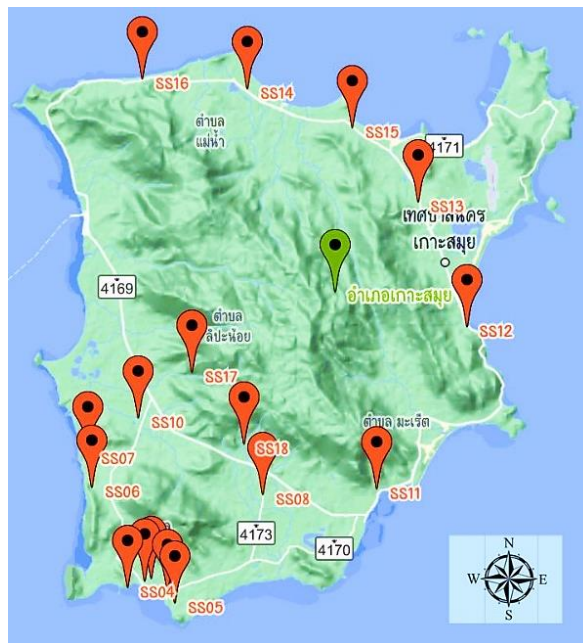
วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีในดิน และวิเคราะห์อันตรายจากการได้รับรังสีของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. ขั้นตอนการวิจัย

การศึกษครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการเลือกสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) จากเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 18 ตำแหน่ง



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างจากเกาะสมุย จำนวน 18 ตำแหน่ง
(ที่มา: ดัดแปลงมาจากแอป Map Marker โดย theandroiseb)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีวิธีการดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างดิน จำนวน 18 จุด โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-15 cm. นำตัวอย่างดินมาอบที่อุณหภูมิ 60 C หรือจนกว่าตัวอย่างแห้งสนิท บดตัวอย่างแล้วนำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อน จากนั้นชั่งตัวอย่างดินให้ได้น้ำหนัก 314.5 g. แล้วปดผนึกด้วยเทปพันสายไฟสีดำเก็บไว้ให้ครบ 1-month เพื่อให้เข้าสู่สภาวะสมดุลทางรังสี

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra ^{232}Th และ ^{40}K ที่พลังงาน 609.31, 583.2 และ 1460.75 keV ตามลำดับ (IAEA, 1989) ดังสมการที่ (1)

$$C_r = \frac{A}{E_{ff} \times T \times P \times W} \quad (1)$$

จากนั้นวิเคราะห์ตัวชี้วัดระดับความเป็นอันตรายจากการได้รับสารกัมมันตรังสี (Changizi *et al.*, 2013) ดังสมการ (2) - (6)

$$Ra_{eq} = 1A_{Ra-226} + 1.43A_{Th-232} + 0.077A_{K-40} \quad (2)$$

$$H_{in} = \frac{A_{Ra-226}}{185} + \frac{A_{Th-232}}{259} + \frac{A_{K-40}}{4810} \quad (3)$$



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

“GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2022 iHappiness: ความสุขและคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนในยุคสังคมดิจิทัล”

$$H_{ex} = \frac{A_{Ra-226}}{370} + \frac{A_{Th-232}}{259} + \frac{A_{K-40}}{4810} \leq \quad (4)$$

$$D \text{ (nGy/h)} = (0.462A_{Ra-226} + 0.604A_{Th-232} + 0.0417A_{K-40}) \quad (5)$$

$$AEDE \text{ (mSv.y}^{-1}\text{)} = D \text{ (nGy h}^{-1}\text{)} \times 8766 \text{ (h/year)} \times 0.2 \times 0.7 \text{ (Sv/Gy)} \times 10^{-6} \quad (6)$$

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างดินตะกอน เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Samples	Specific Activities (Bq/kg)		
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
SS01	416.39 ± 1.28	95.09 ± 0.60	2226.98 ± 1.21
SS02	120.51 ± 0.73	41.89 ± 0.43	2132.52 ± 1.18
SS03	315.80 ± 1.12	131.85 ± 0.69	603.23 ± 0.72
SS04	388.16 ± 1.24	94.17 ± 0.60	2444.92 ± 1.26
SS05	483.88 ± 1.37	205.64 ± 0.85	1880.36 ± 1.12
SS06	60.03 ± 0.55	51.23 ± 0.47	585.75 ± 0.72
SS07	43.96 ± 0.50	30.84 ± 0.39	785.84 ± 0.79
SS08	234.42 ± 0.98	267.26 ± 0.96	91.49 ± 0.48
SS09	64.67 ± 0.57	34.33 ± 0.41	1678.79 ± 1.07
SS10	423.28 ± 1.29	365.96 ± 1.11	3217.00 ± 1.42
SS11	443.65 ± 1.32	488.08 ± 1.28	3373.57 ± 1.45
SS12	362.74 ± 1.20	310.79 ± 1.03	3367.62 ± 1.45
SS13	317.17 ± 1.12	232.07 ± 0.90	2717.90 ± 1.32
SS14	232.30 ± 0.97	204.06 ± 0.85	2079.34 ± 1.17
SS15	239.70 ± 0.99	237.27 ± 0.91	1932.80 ± 1.13
SS16	109.66 ± 0.70	80.82 ± 0.56	729.31 ± 0.77
SS17	201.14 ± 0.91	128.76 ± 0.69	1322.88 ± 0.97
SS18	273.67 ± 1.05	261.80 ± 0.95	1854.33 ± 1.11



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

“GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2022 iHappiness: ความสุขและคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนในยุคสังคมดิจิทัล”

Samples	Specific Activities (Bq/kg)		
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K
Range	43.96 – 483.88	30.84 – 488.08	91.49 – 3373.57
Average	262.84 ± 0.99	181.22 ± 0.76	1834.70 ± 1.08
Southern Thailand Data (OAP, 2002)	171.55 ± 3.13	211.19 ± 1.98	511.04 ± 7.04
Thailand Data (OAP, 2002)	48	40	400
Worldwide Mean (UNSCEAR, 2000)	35	30	400

ผลการหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ²²⁶Ra ²³²Th และ ⁴⁰K ในตัวอย่างดินตะกอน เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ²²⁶Ra, ²³²Th และ ⁴⁰K มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของไทย ค่าเฉลี่ยของโลก และค่าเฉลี่ยของดินในภาคใต้ โดยตัวอย่าง SS05 อยู่บริเวณใกล้ชายหาด โดยรอบจะมีการทำเกษตร ดินมีลักษณะเป็นดินตะกอนที่มีหินปนอยู่ มีค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ²²⁶Ra สูงสุด ตัวอย่าง SS11 ซึ่งอยู่บริเวณใกล้ ๆ กับตัวอย่าง SS05 มีค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ²³²Th และ ⁴⁰K สูงสุด และพบว่า ⁴⁰K มีปริมาณมากกว่านิวไคลด์อื่น ๆ เนื่องจาก ⁴⁰K เป็นธาตุที่มีมากเป็นอันดับที่ 7 ในโลกคิดเป็น 2.6% ของน้ำหนักของเปลือกโลก (Absar *et al.*, 2021)

ตารางที่ 2 ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) ค่าดัชนีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีจากภายในร่างกาย (H_{in}) ค่าดัชนีความเสี่ยงการได้รับรังสีจากภายนอกในร่างกาย (H_{ex}) ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) และค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากภายนอกในร่างกายประจำปี (AEDE) เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี และงานวิจัยอื่น

Sample	Ra_{eq} (Bq/kg)	H_{in}	H_{ex}	D (nGy/h)	AEDE (mSv/y)
SS01	723.85 ± 38.37	3.08 ± 0.16	1.96 ± 0.10	342.67 ± 17.29	0.42 ± 0.02
SS02	344.62 ± 24.05	1.26 ± 0.09	0.93 ± 0.06	169.90 ± 10.91	0.21 ± 0.02
SS03	550.79 ± 36.54	2.34 ± 0.15	1.49 ± 0.10	250.69 ± 16.17	0.31 ± 0.02



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

“GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2022 iHappiness: ความสุขและคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนในยุคสังคมดิจิทัล”

Sample	Ra _{eq} (Bq/kg)	H _{in}	H _{ex}	D (nGy/h)	AEDE (mSv/y)
SS04	711.08 ± 37.77	2.97 ± 0.15	1.92 ± 0.10	338.16 ± 17.03	0.41 ± 0.02
SS05	922.73 ± 46.42	3.80 ± 0.18	2.49 ± 0.12	426.17 ± 20.63	0.52 ± 0.03
SS06	178.39 ± 20.13	0.64 ± 0.07	0.48 ± 0.05	83.10 ± 8.91	0.10 ± 0.01
SS07	148.57 ± 16.95	0.52 ± 0.06	0.40 ± 0.05	71.71 ± 7.59	0.09 ± 0.01
SS08	623.64 ± 40.08	2.32 ± 0.15	1.68 ± 0.11	273.54 ± 17.35	0.34 ± 0.02
SS09	243.03 ± 19.81	0.83 ± 0.07	0.66 ± 0.05	120.62 ± 8.96	0.15 ± 0.01
SS10	1194.32 ± 53.06	4.37 ± 0.20	3.23 ± 0.14	550.75 ± 23.42	0.68 ± 0.03
SS11	1401.38 ± 58.01	4.98 ± 0.21	3.78 ± 0.15	640.45 ± 25.50	0.79 ± 0.03
SS12	1066.47 ± 49.43	3.86 ± 0.18	2.88 ± 0.13	495.73 ± 21.87	0.61 ± 0.03
SS13	858.32 ± 44.22	3.18 ± 0.17	2.32 ± 0.12	400.04 ± 19.60	0.49 ± 0.02
SS14	684.21 ± 39.75	2.48 ± 0.15	1.85 ± 0.11	317.28 ± 17.57	0.39 ± 0.02
SS15	727.82 ± 41.51	2.61 ± 0.15	1.97 ± 0.11	334.65 ± 18.29	0.41 ± 0.02
SS16	281.40 ± 25.77	1.06 ± 0.10	0.76 ± 0.07	129.89 ± 11.39	0.16 ± 0.01
SS17	487.13 ± 33.66	1.86 ± 0.13	1.32 ± 0.09	225.86 ± 14.92	0.28 ± 0.02
SS18	790.83 ± 43.64	2.88 ± 0.16	2.14 ± 0.12	361.89 ± 19.21	0.44 ± 0.02
Average	663.25 ± 37.18	2.50 ± 0.40	1.79 ± 0.10	307.40 ± 16.48	0.38 ± 0.02
Thailand Data (OAP, 2002)	512.90 ± 6.50	-	1.39 ± 0.02	231.81 ± 2.97	0.28 ± 0.02
เกณฑ์มาตรฐาน (UNSCEAR, 2000)	370	1	1	55	0.48

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่ระบุในงาน



ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) ค่าดัชนีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีจากภายในร่างกาย (H_{in}) ค่าดัชนีความเสี่ยงการได้รับรังสีจากภายนอกในร่างกาย (H_{ex}) ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) และค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (AEDE) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของไทย และเกณฑ์มาตรฐาน (UNSCEAR, 2000) ทั้งนี้เนื่องจากเกาะสมุยมีลักษณะธรณีวิทยาเป็นเทือกเขาหินแกรนิต และอาจจะเกิดการผุพังกลายเป็นดินตะกอน จึงทำให้ค่ากัมมันตภาพรังสีสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่อคนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นได้

สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

จากค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในดินหลายตัวอย่างสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศไทย และค่าเฉลี่ยทั่วโลก สามารถสรุปได้ว่าดินบริเวณเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณรังสีอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ค่าดัชนีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีจากภายในร่างกาย (H_{in}) และค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดย UNSCEAR (2000) จากผลวิจัยพบว่าค่ากัมมันตภาพรังสีสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่อคนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการประเมินและติดตามปริมาณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างพืชผัก และวิเคราะห์ค่าการดูดซับสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างพืชผักบริเวณเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ต่อไปอย่างต่อเนื่องเพื่อประเมินถึงผลความเสี่ยงจากการได้รับรังสีในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

ประสงค์ เกษราธิคุณ, ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ, ศุภวุฒิ เบ็ญจกุล, สุชิน อุดมสมพร, บุคอรี้ แวอุม่า, จุฑาภรณ์ สุวลักษณ์, และกุลญานี มามะ. (2557). การประเมินความเป็นอันตรายทางรังสีและแผนภาพทางรังสีในตัวอย่างดินผิวน้ำ บริเวณจังหวัดกระบี่ ประเทศไทย. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 17.3, 221-229.

Absar, N., Abedin, J., Rahman, M.M., Miah, M.H., Siddique, N., Kamal, M., Chowdhury, M.I., Sulieman, A.A.M., Faruque, M.R.I., Khandaker, M.U., Bradley, D.A., and Alsubaie, A. (2021). Radionuclides Transfer from Soil to Tea Leaves and Estimation of Committed Effective Dose to the Bangladesh Populace. Life 11. 282, 1-15.

Awiri, G.O., Ononugbo, C.P., and Olasoji, J.M. (2021). Radionuclide Transfer Factors of Staple



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

“GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2022 iHappiness: ความสุขและคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนในยุคสังคมดิจิทัล”

- Foods and Its Health Risks in Niger Delta Region of Nigeria. *International Journal of Innovative Environmental Studies Research* 9. 1, 21-32.
- Changizi V., Shafiei E., Zareh M.R.. (2013). Measurement of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs and ^{40}K activities of Wheat and Corn Products in Ilam Province – Iran and Resultant Annual Ingestion Radiation Dose. *Iranian J Publ Health*. 8, 903-914.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (1989). Measurement of radionuclides in food and the Environment. Technical Report Series. Vienna. International Atomic Energy Agency. 295
- Jitpukdee, M., Quinram, P. and Kranrod, C.. (2019). Analysis of radiological hazards from surface soils in Khong Chiam and Sirinthon districts, Ubon Ratchathani province. *Journal of Physical Science*. 1285, 1742-6596.
- Kessaratikoon, P., Jewawongsakul, J., Boonkrongcheep, R. and Pholthum, S.. (2019). Radiological hazard assessment and excess lifetime cancer risk evaluation in surface soil samples collected from Ban Chang and Nikhom Phatthana districts in Rayong province, Thailand. *Journal of Physical Science*. 1380, 1742-6596.
- Office of Atoms for Peace (OAP). (2002). Annual Report in Thailand. Ministry of Science and Technology, Thailand.
- Svetlana, G., Gordana, V., Branislava, M., and Petrujkic, B. (2010). Natural and Anthropogenic radioactivity of foodstuffs, mosses, and soil in the Belgrade environment. *Arch. Biol. Sci.* 62. 2, 301-307.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2000). Sources and Effects of Ionizing Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York