

การประเมินกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) ในตัวอย่างข้าวสารจากพื้นที่จังหวัดพัทลุง

สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส

Assessment of Natural Radioactivity Levels of (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) in Rice Samples

Collected from the Provinces of Phatthalung, Surat Thani, Phang Nga, Krabi,

Chumphon and Narathiwat

กฤษกร ชารีทอง ชญานิน รัตนพิบูลย์ และสิริพร อังกูร์รัตน์ อุษยชัย*

Kunracharin Sithong, Chayanin Rattanaphibun and Siriporn Angkunrat Auisui*

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Program in Physics, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University, Suratthani

*Corresponding author e-mail: angkunrat@sru.ac.th

(Received: April 2, 2024, Revised: June 3, 2024, Accepted: August 14, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสาร 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอม, ข้าวกล้อง และข้าวไรซ์เบอร์รี่ จำนวน 10 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บจากจังหวัดพัทลุง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe detector) และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ณ ห้องปฏิบัติการนิวเคลียร์ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี โดยใช้สารมาตรฐาน IAEA RGU-1 ในการปรับเทียบประสิทธิภาพ ใช้เวลาในการวัดตัวอย่างละ 18,000 วินาที ผลการศึกษา พบว่า ค่าความเข้มข้นกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติของ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K มีค่าอยู่ในช่วง 1.48 ± 0.07 ถึง 4.81 ± 0.62 , น้อยกว่า MDA ถึง 4.81 ± 1.13 และ $6.85 \pm 0.02 - 63.51 \pm 0.18$ Bq/kg ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 3.01 ± 0.97 , 2.76 ± 2.06 และ 29.46 ± 22.22 Bq/kg ตามลำดับ เมื่อประเมินปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 84.66 ± 8.24 $\mu\text{Sv/y}$ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานของคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ของสหประชาชาติว่าด้วยรังสีกำหนด (290 $\mu\text{Sv/y}$; UNSCEAR, 2000) สรุปได้ว่า ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวสารต่อปีในงานวิจัยนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

คำสำคัญ: ข้าวสาร กัมมันตภาพรังสี แกมมาสเปกโตรเมตรี หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง ภาคใต้ของประเทศไทย

ABSTRACT

This study investigated the concentrations of natural radionuclides— ^{226}Ra , ^{232}Th , and ^{40}K —in 10 samples from three rice varieties: fragrant rice, brown rice, and riceberry rice. The samples were collected from the provinces of Phatthalung, Surat-Thani, Phang Nga, Krabi, Chumphon, and Narathiwat. Analysis was performed using a high-purity germanium (HPGe) detector and gamma spectrometry system at the Nuclear Physics Laboratory, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University. Calibration was conducted with the IAEA RGU-1 standard reference material, and each sample underwent measurement for 18,000 seconds. The results indicated that the specific activity concentrations of the natural radionuclides ^{226}Ra , ^{232}Th , and ^{40}K ranged from 1.48 ± 0.07 to 4.81 ± 0.62 Bq/kg, less than the minimum detectable activity (MDA) by 4.81 ± 1.13 Bq/kg, and 6.85 ± 0.02 to 63.51 ± 0.18 Bq/kg, respectively. The average concentrations were 3.01 ± 0.97 Bq/kg for ^{226}Ra , 2.76 ± 2.06

Bq/kg for ^{232}Th , and 29.46 ± 22.22 Bq/kg for ^{40}K . When assessing the annual effective dose from rice consumption, the total mean value was found to be 84.66 ± 8.24 $\mu\text{Sv/y}$. The annual radiation dose from rice consumption found in this research is below the safety limit established by the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (290 $\mu\text{Sv/y}$; UNSCEAR, 2000). Therefore, it can be concluded that the radiation exposure from consuming rice in this study is within safe limits.

Keywords: rice, radioactivity, gamma spectrometry, HPGe detector, Southern of Thailand

บทนำ

กัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ เกิดจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้น (primordial radionuclide) ซึ่งเกิดขึ้นมาพร้อมกับการกำเนิดของโลก นิวไคลด์ที่สำคัญ คือ โปแทสเซียม - 40, ยูเรเนียม - 238, ยูเรเนียม - 235 และ ทอเรียม - 232 ธาตุกัมมันตรังสีเหล่านี้สลายตัวให้ลูกหลานที่สำคัญ ได้แก่ เรเดียม - 226 ซึ่งมาจากการสลายตัวในอนุกรมของยูเรเนียม - 238 มีค่าครึ่งชีวิต 1600 ปี เรเดียม-226 สลายตัวให้รังสีแอลฟาและก๊าซกัมมันตรังสีเรดอน - 222 ซึ่งเป็นก๊าซที่มีมากที่สุดในธรรมชาติถึงร้อยละ 50 เนื่องจากเรเดียมเป็นธาตุหมู่ 2 เช่นเดียวกับแมกนีเซียม แคลเซียม และแบเรียม ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี จึงเป็นสาเหตุทำให้มีการกระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่ายผ่านทางระบบน้ำธรรมชาติ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะมีการดูดซึมและสะสมคล้ายกับแคลเซียม ทำให้เกิดการระคายเคืองของเซลล์ และเกิดความผิดปกติได้ พบได้ทั่วไปตาม ดิน หิน หินทราย และน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (natural occurring radiation) รังสีในธรรมชาติส่วนใหญ่อาจมาจากทั้งภายในและภายนอกโลก (รังสีคอสมิก) บางครั้งอาจเรียกว่า รังสีภูมิหลัง (background radiation) ซึ่งเป็นค่าระดับรังสีที่มีอยู่แล้วในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่ บางพื้นที่อาจจะมีรังสีภูมิหลังสูง เช่น จีน, อินเดีย, บราซิล, อิหร่าน เป็นต้น [1-3] โดยแหล่งที่ก่อให้เกิดรังสีมากที่สุด ได้แก่ รังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานพร้อมกับการกำเนิดของโลก โดยมนุษย์ได้รับสารกัมมันตรังสีทุกวันโดยไม่รู้ตัว เนื่องจากรังสีไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เข้าสู่ร่างกายโดยไม่รู้ตัวผ่านการหายใจและการกิน จากห่วงโซ่อาหาร การสะสมของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในพืชที่ดูดแร่ธาตุมาจากดินและน้ำ ซึ่งในน้ำและดินนั้นมีรังสีที่กำเนิดพร้อมโลกเจือปนอยู่ในผิวดินทั่วไป จึงถูกดูดซับโดยพืชและเข้าสู่ร่างกายทางน้ำและอาหารได้ [4] นอกจากนี้ ยังมีรังสีที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น ผุ่นกัมมันตรังสี การทำเหมืองแร่ เครื่องเอกซเรย์ การใช้รังสีรักษาเหล่านี้ อาจส่งผลให้ปริมาณรังสีภูมิหลังในธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้นได้ การตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติมีนักวิจัยดำเนินการอยู่หลายพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่แตกต่างกัน ในแหล่งอุตสาหกรรมเหมืองแร่ พบว่า มีค่ากัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติสูงจากกระบวนการแยกแร่ [5] การศึกษาปริมาณกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติในทรายจากคลองตะกั่วป่า จังหวัดพังงา [7] และการศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก As Pb Mn Ni Sn Cr Zn Fe และแก๊สเรดอนในดินตะกอนท้องน้ำจาก 6 ชุมเมืองเก่าในจังหวัดภูเก็ต [6] การศึกษาการตรวจวัดกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี โปแทสเซียม-40 เรเดียม-226 และทอเรียม-232 ในตัวอย่างข้าวพันธุ์พื้นเมือง 18 สายพันธุ์ในจังหวัดปัตตานี [8] การตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง [9] ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในข้าวสารไทยบรรจุถุง [10] การตรวจวัดกัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม - 226 ในผักที่ปลูกในพื้นที่อำเภอหนองม่อม จังหวัดสงขลา [11] การตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีจำเพาะของเรเดียม - 226 ในน้ำพุร้อนและฝักพื้นบ้านในละแวกใกล้เคียงของจังหวัดสุราษฎร์ธานี [12] การวิเคราะห์นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีตามธรรมชาติในมันสำปะหลัง [13]

อาหารเป็นปัจจัย 4 ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ข้าวเป็นอาหารหลักที่คนไทยนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย มีหลากหลายสายพันธุ์ และนิยมปลูกแทบทุกภาคในประเทศไทย ปัจจุบันมีเทคโนโลยีสมัยใหม่เกิดขึ้นมากมายและเข้ามามีบทบาทต่อการเกษตรของไทย ไม่ว่าจะเป็นการใช้ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช การปรับปรุงพันธุ์ข้าว ซึ่งกระบวนการเหล่านี้อาจจะส่งผลให้ข้าวได้รับการปนเปื้อนจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่าง ๆ ได้บ้างไม่มากนักเลย แม้แต่พื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าว ซึ่งก็คือ

ดิน หากในดินมีการสะสมของสารกัมมันตรังสีมีมาก ย่อมทำให้อัตราการดูดซับของนิวไคลด์สารกัมมันตรังสีของพืชมีมากตามไปด้วย จากการศึกษาปัจจัยการส่งผ่านของสารกัมมันตรังสีจากดินสู่พืช (Transfer Factor; TF) จากงานวิจัยในพืชสมุนไพรพบว่า ในส่วนของใบ ลำต้น และราก มีอัตราการส่งผ่านไม่เท่ากัน โดยในใบ มีค่า TF สูงที่สุดและค่าการส่งผ่านของสารกัมมันตรังสีจากดินสู่พืชของ ^{40}K มีค่าสูงที่สุด [14-15] ประเทศไทยปลูกข้าวได้ทุกภูมิภาค เนื่องจากข้าวสามารถเติบโตได้เกือบทุกพื้นที่ ประเทศไทยมีพื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าวในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 45 % ภาคเหนือและภาคกลางมีพื้นที่ปลูกข้าวใกล้เคียงกัน คือ 25 % ส่วนที่เหลือเป็นพื้นที่ภาคใต้ ข้าวที่ปลูกในภาคเหนือเป็นข้าวเมล็ดป้อม ส่วนข้าวที่ปลูกในภาคกลางและภาคใต้เป็นข้าวเมล็ดยาว [16] ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยของประชาชน ในส่วนของการบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก หากข้าวที่ประชาชนบริโภคเข้าไปมีการสะสมของปริมาณสารกัมมันตรังสีมากเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับผู้บริโภคเอง และเนื่องจากข้าวแต่ละชนิดปลูกในสถานที่แตกต่างกัน จึงทำให้ข้าวแต่ละพื้นที่มีอัตราดูดซับปริมาณรังสีแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K) ในตัวอย่างข้าวสารที่ปลูกในบริเวณพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe detector) และระบบการวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี [8–9, 14–15, 17–19] เพื่อเป็นการตรวจสอบปริมาณกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ โดยรวมและประเมินปริมาณรังสีซึ่งผลที่ได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี

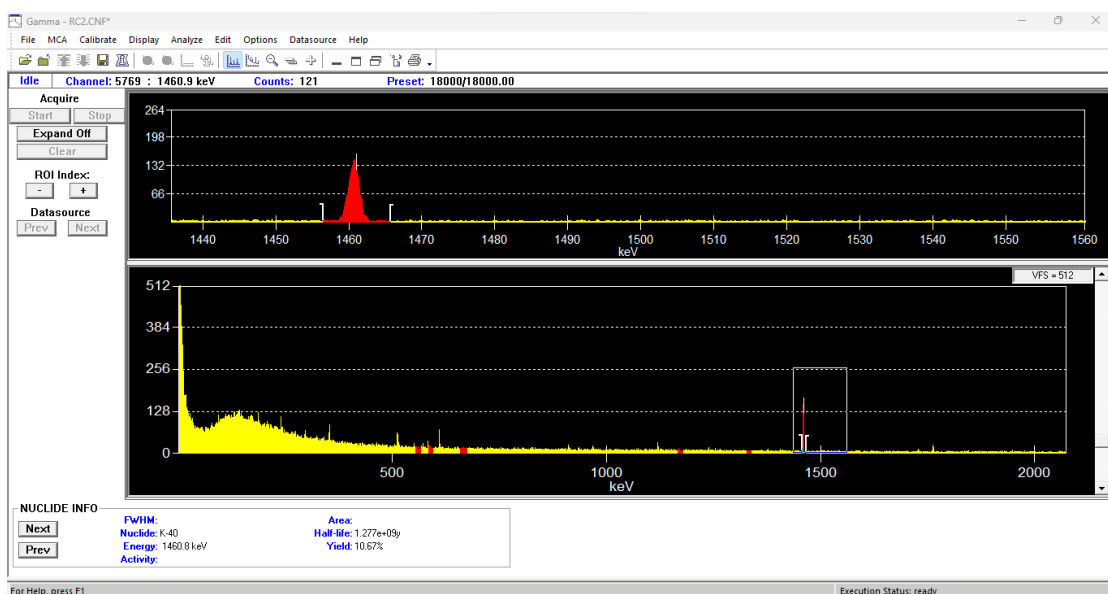
วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) ในตัวอย่างข้าวในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส
2. ประเมินปริมาณรังสีซึ่งผลที่ได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส

การดำเนินงานวิจัย

1. วิธีการเก็บและเตรียมตัวอย่างข้าว

เก็บตัวอย่างข้าวที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสารในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง พังงา กระบี่



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสเปกตรัมรังสีแกมมาในข้าว

ชุมพร และนราธิวาส แยกตามชนิดของข้าวได้ 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอม (fragrant rice; ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa*) ข้าวกล้อง (brown rice; ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa*) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (rice berry; ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa*) ทั้งหมดจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 kg นำตัวอย่างข้าวไปอบด้วยเตาอบลมร้อน Hot air oven รุ่น Binder ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนแห้งสนิท จากนั้น นำข้าวมาบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำตัวอย่างมากรองด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh นำตัวอย่างข้าวที่ร่อนแล้วบรรจุลงในกระปุกภาชนะพลาสติก ซึ่งมีขนาดเดียวกับสารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ชั่งน้ำหนัก บันทึกผล แล้วทำการปิดฝาภาชนะกระปุก โดยใช้เทปกาวพันรอบกระปุกตัวอย่างจนแน่นสนิท เพื่อป้องกันการปลดปล่อยแก๊สเรดอน และทอรอน แล้วนำตัวอย่างไปเก็บไว้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อให้เกิดสมดุลทางรังสีในตัวอย่างข้าว ก่อนทำการตรวจวัด [11–12, 17–19]

2. การตรวจวัดและวิเคราะห์

นำตัวอย่างข้าวที่เตรียมไว้จำนวน 10 ตัวอย่าง ไปทำการตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K โดยใช้เครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ หัววัดรังสีชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) ของบริษัท Canberra รุ่น GC4018 (Canberra Industries, USA) หัววัดรังสีแกมมามีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ 46.5 % ใช้เวลาในการวัดตัวอย่างละ 18,000 วินาที ทำการปรับเทียบโดยใช้สารมาตรฐาน IAEA – RGU1 จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีสารมาตรฐาน ^{137}Cs และ ^{60}Co ในการปรับเทียบพลังงานของเครื่อง จากนั้น วิเคราะห์พีคพลังงานจากสเปกตรัมของรังสีแกมมาด้วยโปรแกรม Genie 2000 วิเคราะห์หาปริมาณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างข้าว ดังภาพที่ 1 โดยยอดพลังงาน 295.2 keV และ 351.9 keV มาจากเส้นสเปกตรัมของ ^{214}Pb ยอดพลังงาน 609 keV มาจากเส้นสเปกตรัมของ ^{214}Bi , ^{232}Th ยอดพลังงาน 911 keV และ 969 keV มาจากเส้นสเปกตรัมของ ^{228}Ac และยอดพลังงาน 1,460.8 keV มาจากเส้นสเปกตรัมของ ^{40}K [17–19]

3. การคำนวณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี [17-21]

3.1 ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity; A)

$$A \text{ (Bq)} = \frac{\text{cps}}{(\text{Eff}) \times (\text{time}) \times (\text{yield})} \quad (1)$$

3.2 ความเข้มข้นของค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity concentration; C)

$$C \text{ (Bq/kg)} = \frac{A \text{ (Bq)}}{w \text{ (kg)}} \quad (2)$$

3.3 ปริมาณรังสียังผล (annual effective dose; D) [18–20, 22]

$$D \text{ (Sv/y)} = C \times E \times I \quad (3)$$

เมื่อ cps คือ อัตรานับสุทธิ (peak area; cps)

Eff คือ ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี (cps/Bq)

time คือ เวลาที่ตรวจวัด (วินาที)

yield คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่มีรังสีแกมมาออกมาจากแหล่งกำเนิดรังสี

w คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่ทำกรวัดรังสี (kg)

E คือ dose conversion factor (Sv/Bq) (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K มีค่า 68, 290 และ 613 nsV/Bq)

ตามลำดับ

I คือ อัตราการบริโภคข้าวต่อปี (kg) ในผู้ใหญ่และเด็ก (10 ปี) มีค่า 75 กิโลกรัมต่อปี

ผลการวิจัย

1. กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าว

จากผลการตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสารในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส จำนวน 10 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra มีค่าสูงสุดในตัวอย่าง RC9 (ข้าวกล้อง อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี) และมีค่าต่ำที่สุดในตัวอย่าง RC5 (ข้าวกล้อง อ.เมือง จ.พัทลุง) ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{232}Th พบว่า มีค่าสูงสุดในตัวอย่าง RC3 (ข้าวกล้อง อ. ตากใบ จ.นราธิวาส) และมีค่าต่ำที่สุดในตัวอย่าง RC2 (ข้าวหอมชุมพร อ.เมือง จ.ชุมพร), RC8 (ข้าวกล้องไชยา อ. ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี), RC9 (ข้าวกล้อง อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี) และ RC10 (ข้าวไรซ์เบอร์รี่ อ. ปลายพระยา จ.กระบี่) ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{40}K พบว่า มีค่าสูงที่สุดในตัวอย่าง RC2 (ข้าวหอม อ.ละแม จ.ชุมพร) มีค่าต่ำที่สุดในตัวอย่าง RC9 (ข้าวกล้อง อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวในพื้นที่ภาคใต้

ชนิดของข้าว	จังหวัด	ตัวอย่าง	ความเข้มข้นกัมมันตภาพจำเพาะจำเพาะของนิวไคลด์ (Bq/kg)		
			^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
ข้าวหอม (2)	อ.ไชยา สุราษฎร์ธานี	RC1	3.48±0.12	0.22±0.002	50.50±0.04
	อ.ละแม ชุมพร	RC2	2.41±0.15	<MDA	63.51±0.18
ข้าวกล้อง (7)	อ. ตากใบ นราธิวาส	RC3	2.86±0.22	4.81±1.13	52.67±0.10
	อ. เมือง พังงา	RC4	3.64±0.25	3.13±0.47	50.98±0.13
	อ. เมือง พัทลุง	RC5	1.98±0.15	0.33±0.01	12.09±0.01
	อ. เขาชัยสน พัทลุง	RC6	3.89±0.33	4.09±0.87	8.89±0.00
ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (1)	อ. ป่าบอน พัทลุง	RC7	2.78±0.16	3.98±1.26	21.43±0.01
	อ. ไชยา สุราษฎร์ธานี	RC8	1.48±0.07	< MDA	8.73±0.00
	อ. กาญจนดิษฐ์ สุราษฎร์ธานี	RC9	4.81±0.62	< MDA	6.85±0.02
อ. ปลายพระยา กระบี่	RC10	2.76±0.13	< MDA	18.99±0.02	
ค่าเฉลี่ย			3.01±0.97	2.76±2.06	29.46±22.22
ค่าเฉลี่ยของโลก [17]			67	82	310

หมายเหตุ: MDA คือ กัมมันตภาพต่ำสุดของจังหวัด ซึ่งตรวจวัดได้

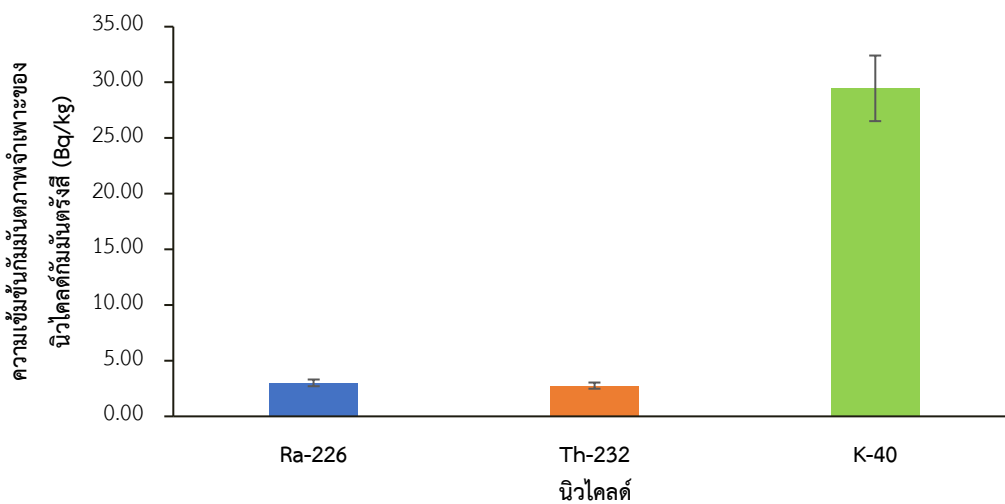
เมื่อทำการเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสารที่ทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดพัทลุง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส กับข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง (Oryza sativa) จังหวัดปัตตานี 18 สายพันธุ์ [8] ข้าวสารบรรจุถุงในประเทศไทย [10] และข้าวสารที่ปลูกในประเทศคูเวต [20] พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปกติ โดยแสดงผลการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่เก็บจากฟาร์ม

และชื่อในตลาดในประเทศอิรัก [19] พบว่า ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th มีค่าอยู่ในระดับปกติ ส่วน ^{40}K บางตัวอย่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปกติ [17-19]

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสารในพื้นที่ศึกษากับแหล่งอื่น

ชนิดข้าว	ความเข้มข้นกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ (Bq/kg)			อ้างอิง
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	
ข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองปัตตานี	5.41±2.93	4.91±2.38	162.19±9.17	[8]
ข้าวประเทศคูเวต	0.57±3.51	0.55±1.51	42.18±7.18	[20]
ข้าวประเทศอิรัก	19.96±2.61	15.00±1.00	599.71±11.06	[19]
ข้าวหอมมะลิ	5.64±1.94	53.95±24.90	396.10±128.02	[9,10]
ข้าวหอมผสม	3.17±2.46	48.50±47.62	362.36±152.94	
ข้าวหอมปทุม	5.71±2.60	83.23±39.14	184.37±116.61	
ข้าวกล้องงอกสงขลา	6.11±3.13	90.77±46.51	815.89±186.58	
ข้าวในพื้นที่ศึกษา	3.01±0.97	2.76±2.06	29.46±22.22	

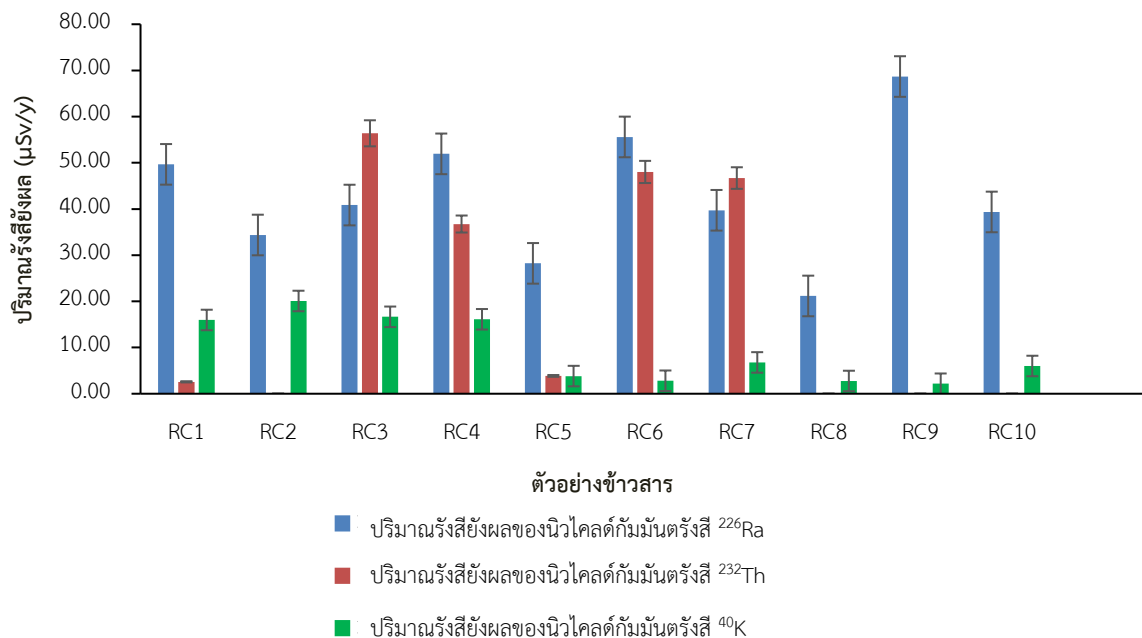
เมื่อนำค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสารในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.01±0.97, 2.76±2.06 และ 29.46±22.22 Bq/kg ตามลำดับ ดังภาพที่ 2 เปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดโดย UNSCEAR 2000 ซึ่งมีค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเฉลี่ยของ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K เท่ากับ 67, 82 และ 310 Bq/kg [23] ตามลำดับ พบว่า ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเฉลี่ยของ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ใน



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสาร

ตารางที่ 3 ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี

ตัวอย่าง	ปริมาณรังสียังผล ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)		
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
RC1	49.66±1.76	2.58±0.02	15.97±0.01
RC2	34.37±2.16	0	20.08±0.06
RC3	40.85±3.12	56.39±13.25	16.65±0.03
RC4	51.94±3.57	36.75±5.57	16.12±0.04
RC5	28.23±2.09	3.86±0.09	3.82±0.00
RC6	55.60±4.77	48.02±10.24	2.81±0.00
RC7	39.72±2.30	46.70±14.80	6.78±0.00
RC8	21.17±1.05	0	2.76±0.00
RC9	68.68±8.85	0	2.17±0.01
RC10	39.36±1.86	0	6.00±0.00
ค่าเฉลี่ย	42.96±13.91	32.38±23.44	9.32±7.03
ค่าเฉลี่ยของโลก	290 [25–27]		



ภาพที่ 3 ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี (annual effective dose) จาก ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K

ตัวอย่างข้าวสารที่ศึกษามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดย UNSCEAR สังเกตเห็นว่า ค่าเฉลี่ยกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ^{40}K มีค่าสูงกว่าตัวอื่น เพราะโพแทสเซียมเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบในข้าว ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 133 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม [16, 24]

2. ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี

เมื่อนำค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีของ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K มาประเมินค่าปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวในพื้นที่ศึกษา จำนวน 10 ตัวอย่าง ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี [16-19] จาก ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K มีค่าอยู่ในช่วง $21.17 \pm 1.05 - 68.68 \pm 8.85 \mu\text{Sv/y}$, $0 - 56.39 \pm 13.25 \mu\text{Sv/y}$ และ $2.17 \pm 0.01 - 20.08 \pm 0.06 \mu\text{Sv/y}$ ตามลำดับ ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปี (annual effective dose) จาก ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K แยกตามชนิดของนิวไคลด์กัมมันตรังสี พบว่า มีค่าเท่ากับ $42.96 \pm 13.91 \mu\text{Sv/y}$, $32.38 \pm 23.44 \mu\text{Sv/y}$ และ $9.32 \pm 7.03 \mu\text{Sv/y}$ ตามลำดับ และมีค่าปริมาณรังสียังผลรวมทั้งหมดเท่ากับ $84.66 \pm 8.24 \mu\text{Sv/y}$ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดย ICRP [22] เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากการบริโภคต่อปีไม่ควรเกิน $290 \mu\text{Sv/y}$ [25-27] ดังภาพที่ 3

สรุปผลการวิจัย

จากผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติของ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างข้าวสาร 10 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอม 2 ตัวอย่าง ข้าวกล้อง 7 ตัวอย่าง และข้าวไรซ์เบอร์รี่ 1 ตัวอย่าง พบว่า ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเรเดียม ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K มีค่า 1.48 ± 0.07 ถึง 4.81 ± 0.62 , น้อยกว่า MDA ถึง 4.81 ± 1.13 และ 6.85 ± 0.02 ถึง $63.51 \pm 0.18 \text{ Bq/kg}$ โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 3.01 ± 0.97 , 2.76 ± 2.06 และ $29.46 \pm 22.22 \text{ Bq/kg}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K กับค่ามาตรฐานของ UNSCEAR พบว่า ในงานวิจัยนี้ กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ UNSCEAR ทุกชนิด [22-23, 25-27]

ผลการประเมินปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวต่อปีในตัวอย่างข้าวสาร จำนวน 10 ตัวอย่าง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอม ข้าวกล้อง และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ ชุมพร และนราธิวาส พบว่า ปริมาณรังสียังผลมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดย ICRP [22] จึงสรุปได้ว่า ปริมาณรังสียังผลที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคข้าวสารต่อปีในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

ข้อเสนอแนะ

ควรเก็บตัวอย่างข้าวสารให้มากขึ้น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีในข้าวสารชนิดต่าง ๆ และพื้นที่ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จลงได้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้การสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์ในการตรวจวัด วิเคราะห์ข้อมูล และขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สารมาตรฐาน IAEA RGU-1 เพื่อใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] U.S. Environmental Protection Agency, (2024, January 23), Background Radiation, [Online]. Available: <https://www.epa.gov/radtown/background-radiation#about-background-radiation>.
- [2] J. H. Hendry, S. L. Simon, A. Wojcik, M. Sohrabi, W. Burkart, E. Cardis, D. Laurier, M. Tirmarche and I. Hayata, "Human exposure to high natural background radiation: What can it teach us about radiation risks," *Journal of Radiological Protection*, vol. 29, pp. A29–A42, 2014.
- [3] นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ, *วิทยาศาสตร์นิวเคลียร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์, 2545.
- [4] กองการวัดกัมมันตภาพรังสี, *รายงานประจำปี 2534-2546*. กรุงเทพฯ: สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2547.
- [5] M. Atipo, O. Olarinoye, B. Awojoyogbe and M. Kolo, "High terrestrial radiation level in an active Tin mine at Jos South, Nigeria," *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, vol. 24, no. 3, pp. 435–442, 2020.
- [6] ธงชัย สุธีรศักดิ์ และไตรภพ ผ่องสุวรรณ, "ความเข้มข้นโลหะหนัก As Pb Mn Ni Sn Cr Zn Fe และแก๊สเรดอนในดินตะกอนตื้นน้ำจาก 6 ชุมเมืองเก่าในจังหวัดภูเก็ต," *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 3, ฉ. 28, น. 641–654, 2551.
- [7] H. Hemtragoonwong, D. Bhongsuwan and T. Bhongsuwan, "NORM content in sand collected from Klong Takua Pa, Phang Nga Province," in *Proceeding of The Siam Physics Congress 2012*, Phra Nakorn Si Ayutthaya, Thailand, 2012, pp. 85–89.
- [8] ชูเช็ง ชายดانا, ไมมุน อินตัน, อดุลย์สมาน สุขแก้ว, ดาริกา จาเอาะ และไชนับ ดอเลาะ, "การตรวจวัดปริมาณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง (*Oryza Sativa*) จังหวัดปัตตานี โดยใช้เทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี," *วารสารวิชาการ ปชมท.*, ปีที่ 2, ฉ. 6, น. 41-46, 2560.
- [9] อูมาวดี สังข์ทอง, "การตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงที่เก็บจากบริเวณจังหวัดพัทลุง," *โครงการฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา*, 2552.
- [10] ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ, อาสมะ แมหะ และประสงค์ เกษราธิคุณ, "การตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) ในตัวอย่างข้าวสารไทยบรรจุถุง," *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, ปีที่ 18, ฉ. 3, น. 241–247, 2558.
- [11] S. Angkunrat, T. Bhongsuwan, T. Chittrakarn and D. Bhongsuwan, "Specific activities of radium-226 in vegetables grown in Na Mom District, Songkhla Province," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 29, no. 5, pp. 1439-1455, 2007.
- [12] S. Jeasai, T. Bhongsuwan and T. Chittakarn, "Radioisotope radium-226 and its dispersion in hot spring area of Surat Thani province." in *Proceeding of The 9th International Nuclear Science and Technology Conference*, SCB Park Plaza, Bangkok, 2009, pp. 1-12.
- [13] กนกพร ธรฤทธิ์, นเรศ จันท์ขาว, สุชิน อุดมสมพร และยุทธนา ตุ่มน้อย, "การวิเคราะห์นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติในมันสำปะหลังโดยวิธีแกมมาเรย์สเปกโตรสโคปี," ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นิวเคลียร์ ครั้งที่ 11*, กรุงเทพฯ, 2552, น. ES01-ES10.

- [14] T. Thammavech and T. Veerapaspong, "Soil-to-plant transfer of radiocaesium in Thailand," *Kasetsart Journal, Natural Science*, vol. 41, pp. 274–281, 2007.
- [15] K. Saenboonruang, E. Phonchanthuek and K. Prasandee, "Soil-to-plant transfer factors of natural radionuclides (^{226}Ra and ^{40}K) in selected Thai medicinal plants," *Journal of Environment Radioactivity*, vol. 184-185, pp. 1-5, 2018.
- [16] จตุภัทร เมฆพ่ายับ และกิตติการ สายธนู, (2561, 11 มิถุนายน), โครงการการใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรสำหรับการประเมินค่าทางเคมีกายภาพของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทย, [ออนไลน์]. จาก: <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/4324>
- [17] M. A. Saeed, N. A. Wahab, I. Hossain, R. Ahmed, H. Y. Abdullah, A. T. Ramli and B. A. Tahir, "Measuring radioactivity level in various types of rice using hyper pure germanium (HPGe) detector," *International Journal of the Physical Sciences*, vol. 6, no. 32, pp. 7335–7340, 2011.
- [18] A. Abojassim, D. Mohammad, A. S. Alaboodl and A. H. Abonasria, "Annual effective dose of gamma emitters in adults and children for some types of rice consumed in Iraq," *Journal of Food Protection*, vol. 79, no. 12, pp. 2174–2178, 2016.
- [19] A. Y. Salman, A. Q. AHMED, S. A. Kadhim and A. Abojassim, "Measurement of radiation contamination by ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in different types of rice implanted in Iraq," *Annals of Agri-Bio Research*, vol. 24, no. 2, pp. 289-293, 2019.
- [20] A. K. Hashim and L. A. Najam, "Alpha radioactivity in various brands of rice in Iraqi market," *International Journal of Environmental Monitoring and Protection*, vol. 2, no. 5, pp. 70-75, 2015.
- [21] P. Kaewtubtim, W. Meeinkuirt, S. Seepom and J. Pichtel, "Occurrence of heavy metals and radionuclides in sediments and seawater in mangrove ecosystems in Pattani Bay, Thailand," *Environmental Science Pollution Research*, vol. 24, pp. 7630–7639, 2017.
- [22] ICRP (International Commission on Radiological Protection), (2024, May), Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides, [Online]. Available: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2072>
- [23] UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), (2024, May), Sources and effects of ionizing radiation, [Online]. Available: https://www.unscear.org/docs/publications/2000/UNSCEAR_2000_Report_Vol.I.pdf
- [24] N. F. Alrefae and S. Nageswaran, "Radioactivity of long-lived gamma emitters in rice consumed in Kuwait". *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, vol. 10, no. 80, pp. 1-21, 2021.
- [25] IAEA (International Atomic Energy Agency), (2024, March), Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: Twenty years of experience, [Online]. Available: https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1239_web.pdf
- [26] IAEA, (2024, March), Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments, [Online]. Available: <https://www.iaea.org/publications/8201/>

handbook-of-parameter-values-for-the-prediction-of-radionuclide-transfer-in-terrestrial- and -freshwa
ter-environments

- [27] IAEA, (2024, March), Measurements of radionuclides in food and the environment, [Online]. Available:
https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/20/041/20041399.pdf