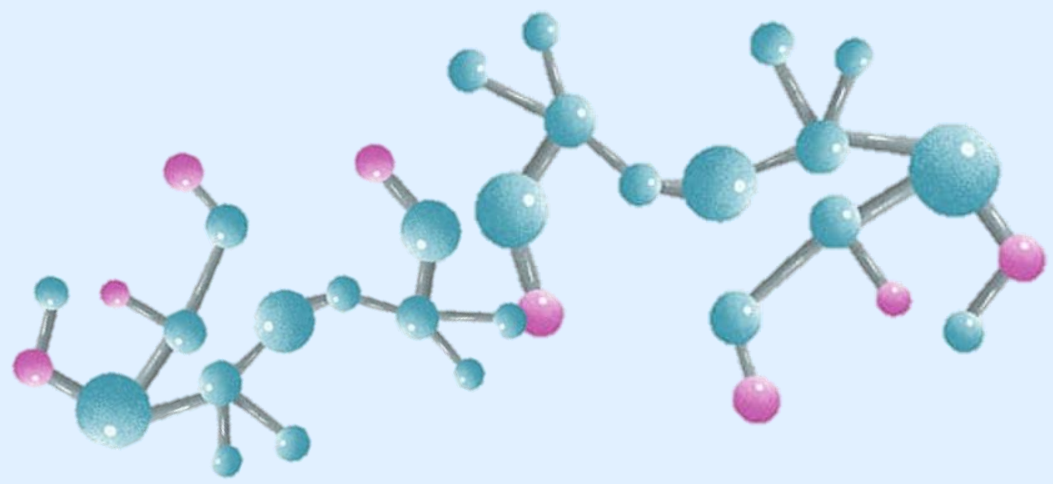
วารสาร
Atoms for Peace Journal

ปรมาณูเพื่อสันติ

ปีที่ 35 ฉบับที่ 2 ประจำปี 2565

บก. เปิดเล่ม



พบกันอีกครั้งกับวารสารปรมาณูเพื่อสันติ ปีที่ 35 ฉบับที่ 2 ประจำปี 2565 ฉบับนี้จะเต็มแน่นไปด้วยบทความคุณภาพจากบุคลากรของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ นับตั้งแต่เรื่อง “การวิเคราะห์ผลของรังสีต่อการทำลายดีเอ็นเอด้วยวิธีโคเม็ท ตอนที่ 1, ปส. เกี่ยวกับกฎอนามัยระหว่างประเทศ อย่างไร?, นำเข้า - ส่งออก บอกด้วยนะ, จะปฏิบัติอย่างไรเมื่อต้องใช้งานเครื่องกำเนิดรังสีที่ต้องแจ้งการครอบครอง, การตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาค และการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมในนำนมโคและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 – 2562” ซึ่งในบทความนี้ทุกท่านจะได้รับสาระความรู้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างมากมาย คณะทำงานฯ จัดทำวารสารปรมาณูเพื่อสันติหวังว่า บทความในฉบับนี้จะเป็นข้อมูลอ้างอิงได้เมื่อมีการสนทนาที่เกี่ยวกับความรู้ด้านพลังงานนิวเคลียร์และรังสี

บรรณาธิการ

จัดทำโดย สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ที่ปรึกษา

1. นายเพิ่มสุข สัจจาภิวัฒน์ เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
2. นางสุชิน อุดมสมพร รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
3. นางเพ็ญนภา กัญชนะ รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

คณะทำงานพิจารณาเอกสารวิชาการและสื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (กองบรรณาธิการ)

1. นางสาวอัมพิกา อภิชัยบุคคล ผู้อำนวยการกองยุทธศาสตร์และแผนงาน
2. นางวราภรณ์ วัชรสุรกุล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์
3. นายรุ่งธรรม ทาคำ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านความปลอดภัยทางรังสี
4. นางสาวธนวรรณ แจ่มสุวรรณ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการพัฒนาระบบบริหารจัดการด้านพลังงานปรมาณู
5. นายยุทธนา ตุ้มน้อย รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านพลังงานปรมาณู
6. นายวิทิต ผึ่งกัน รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสี
7. นางสาวอุษา กัลลประวิทย์ นักนิวเคลียร์เคมีชำนาญการพิเศษ
8. นางอภิสรา เจริญศรี นักนิวเคลียร์เคมีชำนาญการพิเศษ
9. นางสุนันทา สาวิกันย์ นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
10. นายไชยยศ สุนทราภา วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
11. นายณรงค์เวทย์ บุญเต็ม นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
12. นางสาวนุชจรีย์ สัจจา นักวิชาการเผยแพร่ชำนาญการ (เลขานุการฯ)
13. นายนภดล ศรีใจวงศ์ นักวิชาการเผยแพร่ (ผู้ช่วยเลขานุการฯ)

ออกแบบ : กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์

Content

4 การวิเคราะห์ผลของรังสีต่อการทำลายดีเอ็นเอด้วยวิธีโคเม็ท ตอนที่ 1

8 ปส. เกี่ยวกับกฎอนามัยระหว่างประเทศ อย่างไร?

12 นำเข้า - ส่งออก บอกด้วยนะ

16 จะปฏิบัติอย่างไรเมื่อต้องใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี ที่ต้องแจ้งการครอบครอง

22 การตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะด้วยรังสีเอกซ์ จากเครื่องเร่งอนุภาค

27 การประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโค และผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 - 2562

วารสารปรมาณูเพื่อสันติจัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ภารกิจและการดำเนินงานของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ รวมทั้งข่าวสาร บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ตลอดจนเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

บรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการคัดเลือกและแก้ไขต้นฉบับทั้งเรื่องและภาพตามแต่จะเห็นสมควร โดยไม่ต้องขอความเห็นชอบจากเจ้าของเรื่องและไม่ส่งต้นฉบับคืน

ข้อคิดเห็นหรือบทความในเอกสารฉบับนี้เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียน ซึ่งไม่มีข้อมูลผูกพันกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแต่อย่างใด

ผู้สนใจส่งข้อเขียน หรือข้อเสนอแนะ
สามารถติดต่อได้ที่กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1110,1120 โทรสาร 0 2561 3013
: pr@oap.go.th : Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
: www.oap.go.th : officeofatomsforpeace : @atomsnet

การวิเคราะห์ผลของรังสีต่อการทำลายดีเอ็นเอด้วยวิธีโคเม็ท ตอนที่ 1

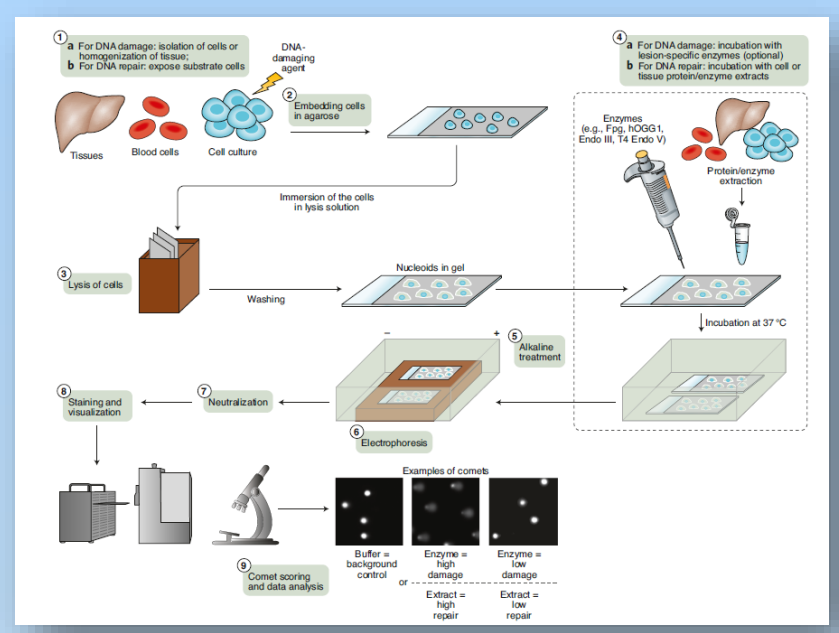
- เฉลิมสิน เพิ่มเติมสิน
  นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
- อุษา กัลลประวิทย์
  นักนิวเคลียร์เคมีชำนาญการพิเศษ

ดีเอ็นเอ

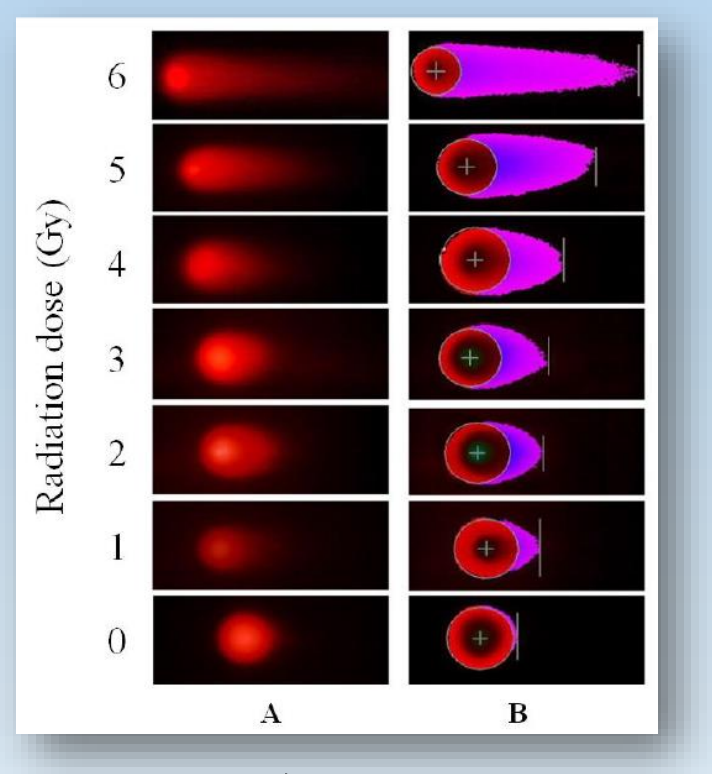
เป็นสารพันธุกรรมที่มีลักษณะพันเป็นเกลียวคู่อัดแน่นอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ตามธรรมชาติ ดีเอ็นเอจะมีความคงตัวสูงแต่สารเคมี แสงยูวี ยาบางชนิดและรังสี สามารถทำลายดีเอ็นเอได้ โดยการตัดสายดีเอ็นเอสายยาวให้ขาดออกเป็นสายสั้น ๆ ซึ่งวิธีโคเม็ทเป็นอีกหนึ่งเทคนิคที่สามารถใช้วิเคราะห์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ได้ บทความนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยวิธีโคเม็ทแบบกว้าง ๆ ซึ่งวิธีนี้ยังแบ่งแยกย่อยออกได้อีกหลายเทคนิค ซึ่งจะนำเสนอในตอนต่อไป

วิธีการวิเคราะห์โคเม็ท (Comet Assay)

เป็นเทคนิควิเคราะห์ดีเอ็นเอที่เสียหายหรือถูกทำลายโดยใช้กระแสไฟฟ้า เทคนิคนี้จะเป็นการวิเคราะห์เซลล์เดี่ยว ๆ จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Single-Cell Electrophoresis หลักการคือการตรึงเซลล์ที่ศึกษาเข้าไว้ในเจลที่ทำจากอะกาโรส (Agarose gel) หลังจากทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสแตกสนามไฟฟ้าจะฉุดให้ DNA ที่ขาดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เคลื่อนที่ออกมาจากเซลล์ โดยดีเอ็นเอที่ถูกทำลายจะถูกตัดให้เป็นสายสั้นลง ส่วนดีเอ็นเอที่ไม่ถูกทำลายก็จะมีสายยาวคงเดิม การแยกดีเอ็นเอที่มีขนาดต่าง ๆ ด้วยอะกาโรสเจลภายใต้กระแสไฟฟ้า (Agarose gel electrophoresis) จะทำให้ดีเอ็นเอเคลื่อนที่แตกต่างกัน โดยดีเอ็นเอสายยาว (ดีเอ็นเอที่ไม่ถูกทำลาย) จะมีขนาดใหญ่จึงเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าและจะเกิดเป็นส่วนหัวของโคเม็ท ส่วนดีเอ็นเอสายสั้น (ดีเอ็นเอถูกทำลาย) มีขนาดเล็กลงจะเคลื่อนที่เร็วกว่า จึงเกิดเป็นส่วนหางของโคเม็ท หลังจากนั้นจะใช้โปรแกรมคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างความแรงรังสีต่อการทำลายดีเอ็นเอ ซึ่งวิธีนี้เป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมใช้เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถวิเคราะห์ดีเอ็นเอในเซลล์เดี่ยว ๆ ได้ โดยไม่ต้องมีการสกัดดีเอ็นเอใช้จำนวนเซลล์ไม่มาก และใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้น (Kucharová et al., 2019) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ตัวอย่างเซลล์เม็ดเลือดขาวจากเลือดหรือเซลล์เพาะเลี้ยงได้ โดยมีขั้นตอนการทำดังแสดงใน รูปที่ 1 และ รูปที่ 2 แสดงภาพโคเม็ทหลังจากเซลล์ได้รับรังสีที่ความแรงต่าง ๆ

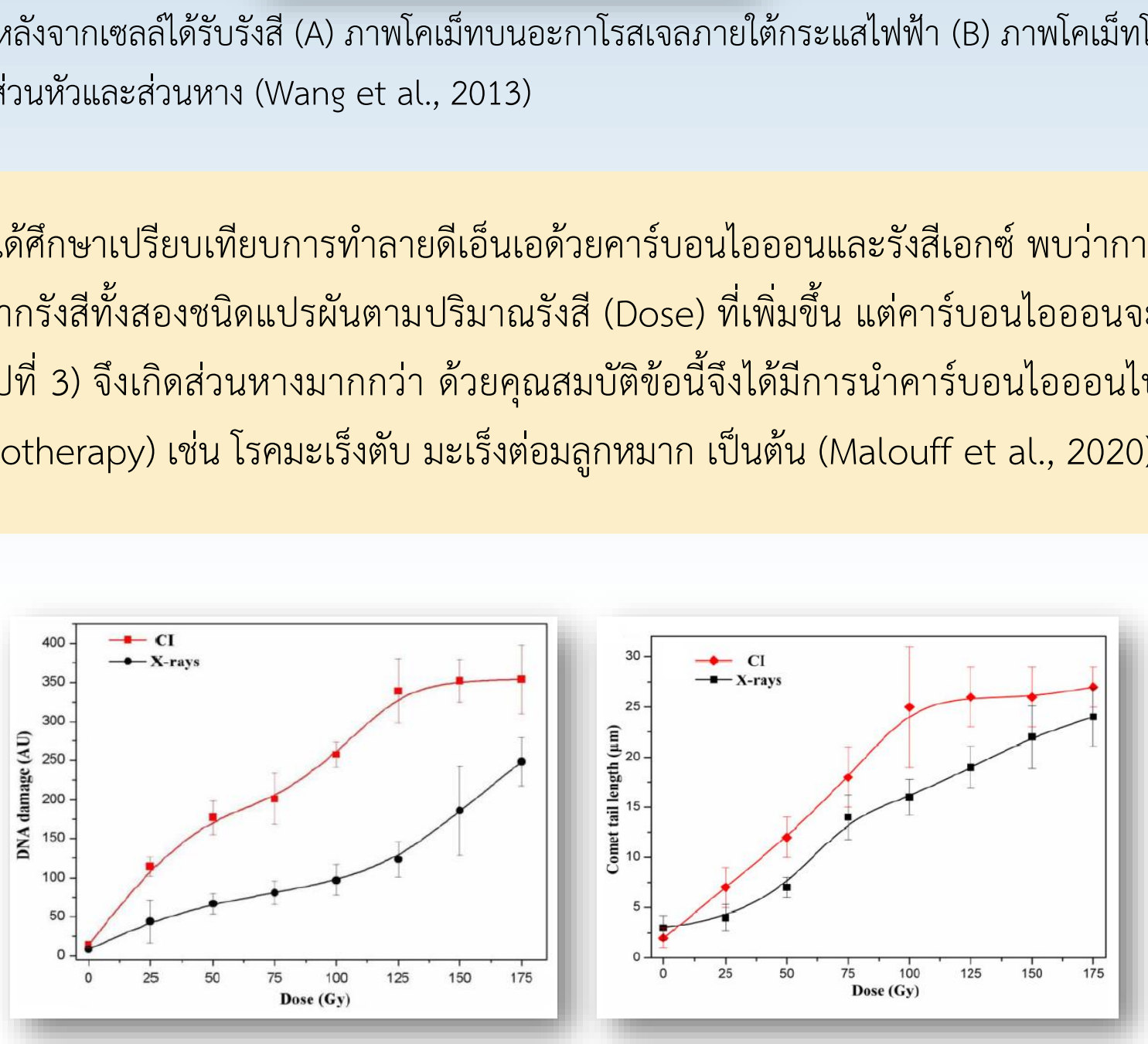


รูปที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยวิธีโคเม็ท (Møller et al., 2019)



รูปที่ 2 ภาพโคเม็ทหลังจากเซลล์ได้รับรังสี (A) ภาพโคเม็ทบนอะกาโรสเจลภายใต้กระแสไฟฟ้า (B) ภาพโคเม็ทโดยใช้โปรแกรมช่วยในแยกส่วนหัวและส่วนหาง (Wang et al., 2013)

Zhang และคณะ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทำลายดีเอ็นเอด้วยคาร์บอนไอออนและรังสีเอกซ์ พบว่าการทำลายดีเอ็นเอ (DNA damage) เนื่องจากรังสีทั้งสองชนิดแปรผันตามปริมาณรังสี (Dose) ที่เพิ่มขึ้น แต่คาร์บอนไอออนจะทำลายดีเอ็นเอได้มากกว่ารังสีเอกซ์ (รูปที่ 3) จึงเกิดส่วนหางมากกว่า ด้วยคุณสมบัติข้อนี้จึงได้มีการนำคาร์บอนไอออนไปใช้ในการรักษาโรคมะเร็งด้วยรังสี (Radiotherapy) เช่น โรคมะเร็งตับ มะเร็งต่อมลูกหมาก เป็นต้น (Malouff et al., 2020)



รูปที่ 3 กราฟแสดงความเสียหายของดีเอ็นเอที่ปริมาณรังสีต่างๆ (A) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับผลการทำลายดีเอ็นเอ (Dose-response) (B) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความยาวส่วนหางของโคเม็ท (Zhang et al., 2018)

กลุ่มพัฒนาด้านความปลอดภัย กองพัฒนาระบบและมาตรฐานกำกับดูแลความปลอดภัย สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เล็งเห็นถึงความสำคัญด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานทางรังสีและผู้ที่ต้องสัมผัสรังสี เช่น ผู้ป่วย และประชาชนทั่วไป ที่อาจได้รับผลกระทบจากกิจกรรมทางรังสี รวมถึงการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสีที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกประเทศ จึงมีแผนจะจัดทำโครงการวิจัยเพื่อศึกษาผลของรังสีต่อเซลล์และดีเอ็นเอในเซลล์ปกติชนิดต่าง ๆ หลังจากเซลล์ได้รับรังสีในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเซลล์ โดยมีแผนที่จะศึกษากับเซลล์ปกติของมนุษย์ชนิดต่าง ๆ เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์ปอด และเซลล์เม็ดเลือด เป็นต้น ซึ่งหนึ่งในวิธีที่คาดว่าจะเริ่มดำเนินการคือวิธีการวิเคราะห์ด้วยโคเม็ท ซึ่งในเบื้องต้นจะทำการเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่น (Interlaboratory comparison) เพื่อให้ได้ความถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือของเทคนิคที่ใช้ทดสอบ หลังจากนั้นจะนำไปต่อยอดทำการศึกษากับตัวอย่างของประชาชนทั่วไป ผู้ปฏิบัติงานทางรังสี และ/หรือ ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยรังสี ผลลัพธ์สุดท้ายจะนำไปสู่ (1) การจัดทำเป็นคู่มือเทคนิคมาตรฐานการวิเคราะห์ผลของรังสีต่อการเซลล์และดีเอ็นเอด้วยวิธีโคเม็ทของประเทศต่อไป (2) ใช้เป็นข้อมูลประกอบสำหรับการจัดทำแผนหรือนโยบายการป้องกันอันตรายจากรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับรังสี (3) ใช้เป็นเทคนิคมาตรฐานสำหรับประเมินผู้ที่อาจได้รับผลกระทบจากรังสีโดยจะทำการคัดกรองผู้ได้รับผลกระทบจากรังสีก่อนส่งต่อเข้าสู่กระบวนการรักษาต่อไป (4) ใช้เป็นหลักฐานประกอบในการเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบจากรังสีหากเกิดการฟ้องร้องภายในประเทศหรือระหว่างประเทศในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

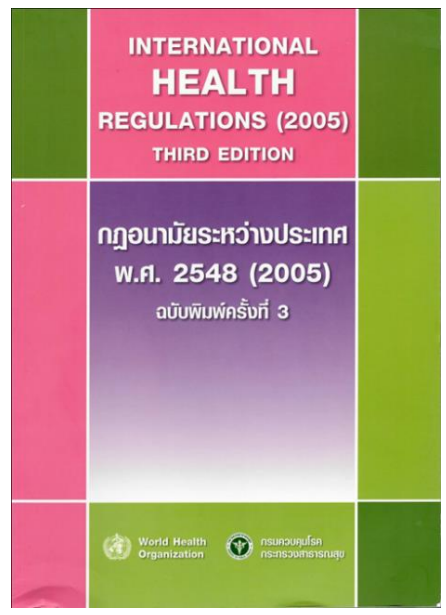
1. Kuchař ová M., Hronex M., Rybáková K., Zadák Z., Štětina., et al. Comet Assay and Its Use for Evaluating Oxidative DNA Damage in Some Pathological States Physiol. Res. 2019, 68: 1-15.
2. Malouff TD., Mahajan A., Krishnan S., Beltran C., Seneviratne DS., and Trifiletti MD. Carbon Ion Therapy: A Modern Review of an Emerging Technology. Front. Oncol. 2020, 10:82.
3. Møller P., Azqueta A., Boutet-Robinet E., Koppen G., Bonassi S., and et al. Minimum Information for Reporting on the Comet Assay (MIRCA): Recommendations for Describing Comet Assay Procedures and Results. Nat. Protoc. 2020, 15: 3817–3826.
4. Wang Y., Xu C., Du LQ., Cao J., Liu JX, and et al. Evaluation of the Comet Assay for Assessing the Dose-Response Relationship of DNA Damage Induced by Ionizing Radiation. Int. J. Mol. Sci. 2013, 14: 22449-22461.
5. Zhang M., Cao G., Guo X., Gao Y., Li W., Lu D. A Comet Assay for DNA Damage and Repair after Exposure to Carbon-Ion Beams or X-rays in Saccharomyces Cerevisiae. Dose-Response 2018, 1-9.

ปส.

เกี่ยวกับกฎอนามัยระหว่างประเทศอย่างไร?

- ดร.ธีรพัทธ์ มานุวงศ์
  วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
- ศิริพร พุ่มไสว
  เจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปส.) เป็นหน่วยงานหลักของประเทศในด้านการเตรียมความพร้อมและตอบสนองเหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสี ซึ่งหนึ่งในงานที่ ปส. มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ การดำเนินการตามกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548

กฎอนามัยระหว่างประเทศ (International Health Regulations: IHR) เป็นพันธสัญญาระหว่างสมาชิกขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) และรัฐภาคีทั่วโลก ซึ่งได้จัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2548 (ค.ศ. 2005) และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน 2550 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประเทศสมาชิกพัฒนาศักยภาพในการป้องกัน ตรวจจับ และตอบโต้สถานการณ์ฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ (Public Health Emergency of International Concern: PHEIC) ที่เกิดจากโรคและภัย 5 ด้าน ได้แก่ โรคติดเชื้อ โรคติดต่อระหว่างคนและสัตว์ ความปลอดภัยด้านอาหาร สารเคมี นิวเคลียร์และรังสี ได้อย่างรวดเร็ว ทันต่อเหตุการณ์และมีประสิทธิภาพ

ข้อกำหนดตามกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 มีการกำหนดประเด็นที่เกี่ยวข้องออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ตามการประเมินความเสี่ยง ดังนั้น จำเป็นต้องมีหน่วยงานภายใต้กระทรวงที่เกี่ยวข้องเข้ามารับผิดชอบในการพัฒนาสมรรถนะหลัก (Technical Areas) ในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นจำนวน 19 ด้าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประเด็นสมรรถนะหลัก 19 ด้าน

ลำดับ	สมรรถนะหลัก	ลำดับ	สมรรถนะหลัก
1	กฎหมายและนโยบายระดับชาติ และการสนับสนุนงบประมาณ	11	การพัฒนากำลังคน
2	การประสานงาน การสื่อสาร และการสนับสนุน IHR	12	การเตรียมความพร้อม
3	การดื้อยาต้านจุลชีพ	13	ปฏิบัติการตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน
4	โรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน	14	การประสานงานระหว่างหน่วยงานสาธารณสุขกับหน่วยงานความมั่นคง
5	ความปลอดภัยด้านอาหาร	15	การส่งและรับความช่วยเหลือด้านยา เครื่องมือแพทย์ และบุคลากรทางการแพทย์
6	ความปลอดภัยทางชีวภาพและความมั่นคงทางห้องปฏิบัติการ	16	การสื่อสารความเสี่ยง
7	การสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค	17	ช่องทางเข้าออกประเทศ
8	ระบบห้องปฏิบัติการของประเทศ	18	เหตุการณ์สารเคมี
9	การเฝ้าระวังโรคแบบเรียลไทม์	19	เหตุฉุกเฉินทางรังสี
10	การรายงาน		

ในส่วนของกระทรวงสาธารณสุขได้ดำเนินการตามกฎอนามัยระหว่างประเทศ โดยตั้งคณะกรรมการกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 และคณะอนุกรรมการจำนวน 8 คณะ ซึ่ง ปส. ได้มีบทบาทในคณะกรรมการและคณะอนุกรรมการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. คณะกรรมการกฎอนามัยระหว่างประเทศ ตามคำสั่งกระทรวงสาธารณสุข ที่ 1359/2563 ลงวันที่ 1 ธันวาคม 2563 โดยมีเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ลปส.) เป็นคณะกรรมการในลำดับที่ 33

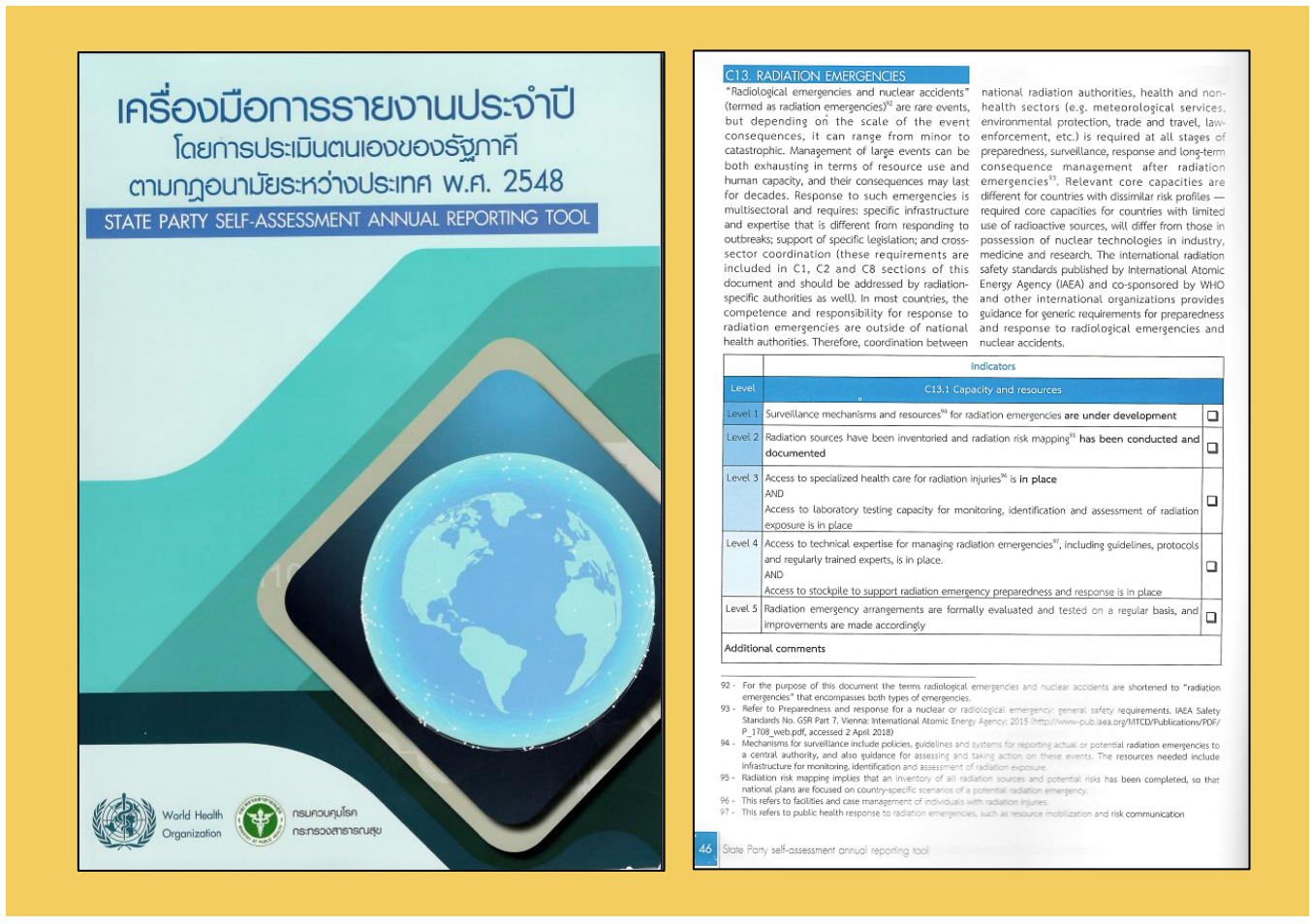
2. คณะอนุกรรมการกฎอนามัยระหว่างประเทศ ประกอบด้วย

2.1 คำสั่งคณะกรรมการกฎอนามัยระหว่างประเทศ ที่ 01/2564 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2564 แต่งตั้งคณะอนุกรรมการเฝ้าระวังเตรียมความพร้อม และปฏิบัติการตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุข โดยมีผู้แทนสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป็นอนุกรรมการลำดับที่ 9

2.2 คำสั่งคณะกรรมการกฎอนามัยระหว่างประเทศ ที่ 08/2564 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2564 แต่งตั้งคณะอนุกรรมการประสานงานการปฏิบัติตามกฎอนามัยระหว่างด้านนิวเคลียร์และรังสี โดยมี

- รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่ ลปส. มอบหมาย เป็นรองประธานอนุกรรมการลำดับที่ 2
- ผู้อำนวยการกองตรวจสอบทางนิวเคลียร์และรังสี เป็นคณะอนุกรรมการลำดับที่ 6
- ผู้อำนวยการกองพัฒนาระบบและมาตรฐานกำกับดูแลความปลอดภัย เป็นคณะอนุกรรมการลำดับที่ 6
- หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสี เป็นคณะอนุกรรมการลำดับที่ 24
- ผู้แทนสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป็นคณะอนุกรรมการลำดับที่ 25

นอกจากนี้ เพื่อให้ประเทศต่าง ๆ สามารถดำเนินการตามกฎอนามัยระหว่างประเทศได้อย่างถูกต้อง องค์การอนามัยโลก จึงได้จัดทำแบบประเมินตนเองขึ้น เพื่อให้ประเทศต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการประเมินสมรรถนะในการป้องกัน ตรวจจับ และตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขของประเทศ ซึ่งแบบประเมินสมรรถนะการปฏิบัติตามกฎอนามัยระหว่างประเทศ (Joint External Evaluation Tools: JEE) (รูปที่ 2) ประกอบด้วยหัวข้อการประเมินสมรรถนะหลักระดับประเทศทั้งสิ้น 19 ด้าน โดยมีตัวชี้วัดจำนวน 48 รายการ



รูปที่ 2 แสดงแบบประเมินสมรรถนะการปฏิบัติตามกฎอนามัยระหว่างประเทศ (Joint External Evaluation Tools: JEE)

ทั้งนี้ ประเทศไทยได้จัดให้มีการประเมินตนเองครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 26 – 30 มิถุนายน 2560 ณ ห้องประชุม 3 และ 6 ชั้น 9 กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข (รูปที่ 3) โดยผลการประเมินในภาพรวมของประเทศอยู่ในระดับ 4 – 5 ซึ่งอยู่ในระดับที่แสดงให้เห็นถึงความพร้อมของประเทศในเรื่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี โดยในส่วนของที่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียร์และรังสีนั้น ปส. ได้เข้าร่วมให้ข้อมูลในการประเมิน และมีผลการประเมิน ดังนี้

รูปที่ 3 บรรยากาศในการประเมินตนเองครั้งที่ 1 ณ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

- ด้าน RE.1 กลไกและการดำเนินการเพื่อตรวจจับและตอบโต้เหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสี ได้ 4 คะแนน
- ด้าน RE.2 สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย (Enabling Environment) ต่อการจัดการเหตุฉุกเฉินทางรังสี ได้ 4 คะแนน

กระทรวงสาธารณสุขมีกำหนดจัดการประเมินตนเองครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2565 โดย ปส. จะเป็นหนึ่งในหน่วยงานที่เข้าร่วมในการประเมินตนเองในครั้งนี้ เพื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในด้านนิวเคลียร์และรังสีในการประเมินอีกครั้ง

อนึ่ง ปส. ได้มีแผนดำเนินการร่วมกับกระทรวงสาธารณสุข เพื่อพัฒนาสมรรถนะตามกฎอนามัยระหว่างประเทศของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น การฝึกปฏิบัติด้านสาธารณสุขร่วมกับ Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism (GICNT) ในหัวข้อ Integrated Government and Community Emergency Health Response ที่มีชาติสมาชิกเข้าร่วมประมาณ 80 ประเทศทั่วโลก การจัดทำแผนปฏิบัติการด้านสาธารณสุข และจัดทำหลักสูตรการจัดการภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุข กรณีอุบัติภัยสารเคมีและวัสดุกัมมันตรังสี และฝึกอบรมเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อการรองรับเหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสี เป็นต้น

เห็นได้ว่า ปส. มีแง่มุมของการทำงานที่มีความเกี่ยวข้องกับงานด้านสาธารณสุข และได้มีการปฏิบัติงานร่วมกับกระทรวงสาธารณสุขอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความพร้อมของหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ และมีการรักษาสมรรถนะให้ดีพร้อมเพียงพอต่อการป้องกัน ตรวจจับ และตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขของประเทศ

นำเข้า - ส่งออก บอกด้วยนะ

- ดร.ธีรพัทธ์ มานุวงศ์
  วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
- ไมตรี ศรียา
  วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
- มานิต บูรณศิล
  เจ้าหน้าที่เครื่องคอมพิวเตอร์

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปส.) เป็นหน่วยงานกำกับดูแลการใช้ประโยชน์พลังงานนิวเคลียร์และรังสี ตระหนักถึงการพัฒนาศักยภาพของประเทศในด้านความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์ โดยส่งเสริมให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนหน้าสามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย ปส. จึงได้จัดทำโครงการ “การจัดทำมาตรการเชิงรุกในการป้องกันการนำเข้า-ส่งออกวัสดุนิวเคลียร์และวัสดุกัมมันตรังสีโดยผิดกฎหมายจากการขนส่งสินค้าผ่านด่านชายแดน” ขึ้น โดยอาศัยความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่กรมศุลกากร (ศก.) ที่เป็นเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนหน้า ในการเข้าร่วมโครงการนี้ เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการตรวจจับการลักลอบนำเข้าวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตภาพรังสี ซึ่งอาจเชื่อมโยงไปถึงเหตุความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์ได้ ผ่านการดำเนินงานในสามกิจกรรมย่อย ณ ด่านศุลกากร ดังนี้

(1) การติดตั้งระบบแจ้งเตือน ซึ่งออกแบบโดย ปส. ประกอบด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ตรวจจับวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสี และระบบส่งสัญญาณการตรวจจับ ซึ่งจะส่งสัญญาณกลับไปยัง ปส. (รูปที่ 1ก) สัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ตรวจจับจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณและส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเข้าสู่กลุ่มประสานงานระหว่าง ปส. และ ศก. (กลุ่มแอปพลิเคชันไลน์) ทำให้เกิดความรวดเร็วในการประสานงาน แลกเปลี่ยนข้อมูล และคำแนะนำ ขั้นตอนการส่งสัญญาณดังรูปที่ 1ข

(ก) (ข)

รูปที่ 1 แสดงระบบแจ้งเตือนการตรวจจับวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสี

(2) การจัดทำขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operation Procedure: SOP) ที่กำหนดรายละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่าง ปส. และ ศก. ในกรณีที่มีการตรวจพบวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสี ณ ด่านศุลกากร และกำหนดรายการข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการประเมินของเจ้าหน้าที่ ได้แก่ 1) ใบรับรองการขนส่งสินค้า 2) ภาพถ่ายเอกซเรย์ตู้สินค้า 3) ค่าระดับรังสีจากเครื่องวัดรังสี 4) ค่าระดับรังสีและรูปกราฟที่ได้จากระบบตรวจสอบตู้สินค้า (Container Inspection System) ทั้งแบบ Relocate หรือแบบ Mobile และ 5) ค่าระดับรังสีและรูปกราฟจากเครื่องตรวจจับ Radiation Monitor System (รูปที่ 2) ซึ่งเจ้าหน้าที่ ปส. จะใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการประเมินความผิดปกติที่ตรวจพบของสินค้าภายในตู้และใช้ในการพิจารณาให้คำแนะนำหรือแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม เช่น กักตู้สินค้าเพื่อการตรวจสอบโดยละเอียด ผลักดันตู้สินค้ากลับสู่ประเทศต้นทางหรือปล่อยผ่าน เป็นต้น

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ใช้เพื่อประเมินและกำหนดวิธีดำเนินการกับตู้สินค้าที่ตรวจพบกัมมันตรังสี

เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับที่ติดตั้งไว้ในแต่ละด่าน รวมทั้งศักยภาพและลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ ศก. ประจำด่านมีความแตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องกำหนดให้มีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีลักษณะจำเพาะกับแต่ละด่าน แล้วจึงจัดทำเป็นแผนผังการปฏิบัติงานที่มีลักษณะเข้าใจง่าย เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีความปลอดภัยทางรังสี

(3) การฝึกอบรมและการฝึกปฏิบัติงานตอบสนอง เป็นการเพิ่มศักยภาพให้กับเจ้าหน้าที่ ศก. ด้วยการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านรังสี และฝึกปฏิบัติเมื่อตรวจพบวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสี เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบตู้สินค้าซ้ำด้วยเครื่องวัดรังสีแบบพกพา (Handheld detector) ได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน มีความปลอดภัยและลดผลกระทบทางรังสีที่อาจเกิดขึ้นได้ สามารถดำเนินการกับวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสีที่ตรวจพบได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย ตัวอย่างการฝึกอบรมและฝึกปฏิบัติ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ภาพตัวอย่างการฝึกอบรมและฝึกปฏิบัติของเจ้าหน้าที่ ศก.

นับถึงปัจจุบัน ปส. ได้ติดตั้งระบบแจ้งเตือนพร้อมทั้งจัดทำแผนปฏิบัติงาน และได้ให้การฝึกอบรมและฝึกปฏิบัติแก่เจ้าหน้าที่ ศก. ณ ด่านศุลกากรต่าง ๆ เสร็จสิ้นแล้วจำนวน 7 แห่ง จากด่านเป้าหมายจำนวนทั้งสิ้น 12 แห่ง ได้แก่

1. ด่านศุลกากรมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร
2. ด่านศุลกากรหนองคาย จังหวัดหนองคาย
3. ด่านศุลกากรสะเดา จังหวัดสงขลา
4. ด่านศุลกากรปาดังเบซาร์ จังหวัดสงขลา
5. ด่านศุลกากรแม่สาย จังหวัดเชียงราย
6. ด่านศุลกากรเชียงของ จังหวัดเชียงราย
7. ด่านศุลกากรนครพนม จังหวัดนครพนม

ส่วนด่านศุลกากรที่อยู่ในแผนดำเนินการในอนาคต ได้แก่ ด่านศุลกากรช่องเม็ก จังหวัดอุบลราชธานี ด่านศุลกากรแม่สอด จังหวัดตาก สำนักงานศุลกากรท่าเรือกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร สำนักงานศุลกากรท่าอากาศยานดอนเมือง กรุงเทพมหานคร และ สำนักงานศุลกากรท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จังหวัดสมุทรปราการ

การดำเนินการทั้งหมดนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานที่ ปส. ต้องการผลักดันให้เจ้าหน้าที่ส่วนหน้าได้มีความรู้และความเข้าใจในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียร์และรังสี และสามารถสนับสนุนการกำกับดูแลเพื่อป้องกันมิให้มีการลักลอบนำเข้า-ส่งออก วัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสีผ่านชายแดนของประเทศและนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้ในทางที่ผิดกฎหมายและสร้างความเสียหายแก่ประชาชน สังคม และสิ่งแวดล้อมได้

จะปฏิบัติอย่างไรเมื่อต้องใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี ที่ต้องแจ้งการครอบครอง

- อนุรัตน์ โพธิ์หล้า
  นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
- อัฉรารัตน์ ฉายเหมือนวงศ์
  นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ

พระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 และพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 ได้กำหนดการกำกับดูแลเครื่องกำเนิดรังสี เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

1. เครื่องกำเนิดรังสีที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม ตามมาตรา 25 แห่งพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 ได้แก่ เครื่องกำเนิดรังสีที่มีพลังงานสูงสุดของรังสีที่เกิดขึ้นไม่เกิน 5 keV เป็นต้น

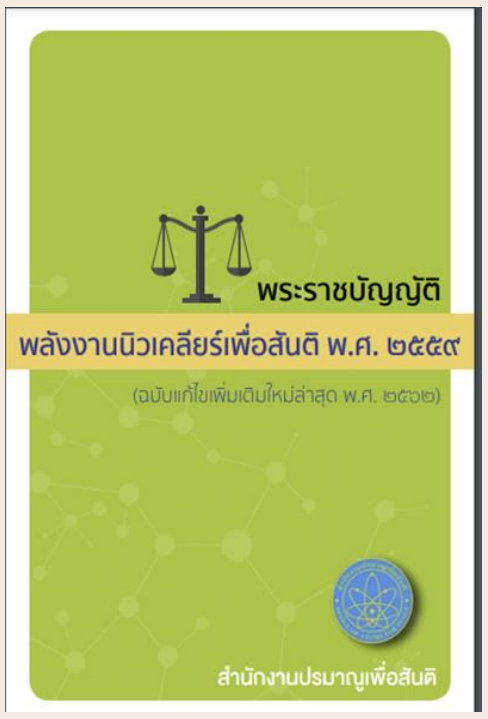
2. เครื่องกำเนิดรังสีที่ต้องได้รับอนุญาตจากเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตามมาตรา 26 แห่งพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 โดยเครื่องกำเนิดรังสีประเภทนี้ เป็นไปตามตารางแนบท้ายกฎกระทรวงการอนุญาตเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดรังสี พ.ศ. 2564

3. เครื่องกำเนิดรังสีที่ไม่ต้องขอรับใบอนุญาต แต่ต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เครื่องกำเนิดรังสีที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับใช้เพื่อวินิจฉัยทางการแพทย์ซึ่งไม่มีวัสดุกัมมันตรังสีเป็นส่วนประกอบและเพื่อใช้งานในสถานพยาบาล เช่น เครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไป, เครื่องเอกซเรย์ฟัน, เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น เครื่องกำเนิดรังสีดังกล่าวจะต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ต่อผู้ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขมอบหมาย ตามมาตรา 26/1 แห่งพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562

กรณีที่ 2 เครื่องกำเนิดรังสีอื่นที่อยู่นอกเหนือ มาตรา 26/1 โดยกำหนดไว้ในกฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 ซึ่งเครื่องกำเนิดรังสีประเภทนี้ จะต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ต่อเลขาธิการเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตามมาตรา 26/2 แห่งพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562

การกำหนดรูปแบบการกำกับดูแลการใช้ประโยชน์จากเครื่องกำเนิดรังสีข้างต้น เป็นการกำหนดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดภาระแก่ผู้ดำเนินการเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดรังสี ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกำกับดูแลที่ต่างจากพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 แก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2508 ที่กำหนดให้เครื่องกำเนิดรังสีทุกประเภทต้องขอรับใบอนุญาต



การแจ้งการครอบครองหรือใช้เครื่องกำเนิดรังสีตามมาตรา 26/2

กฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 ที่ออกตามความในมาตรา 26/2 กำหนดให้เครื่องกำเนิดรังสีดังต่อไปนี้ ต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ต่อเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ประกอบไปด้วย

(1) เครื่องกำเนิดรังสีที่มีพลังงานสูงสุดของรังสีที่เกิดขึ้นต่ำกว่า 1 MeV หรือเครื่องกำเนิดรังสีที่อุปกรณ์กำเนิดรังสีภายในทำงานที่ความต่างศักย์ต่ำกว่า 1 MV ที่มีลักษณะการใช้งานปิดมิดชิดและไม่ได้ใช้งานกับคน ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ตัวอย่างเครื่องกำเนิดรังสีที่มีพลังงานสูงสุดของรังสีที่เกิดขึ้นต่ำกว่า 1 MeV หรือเครื่องกำเนิดรังสีที่อุปกรณ์กำเนิดรังสีภายในทำงานที่ความต่างศักย์ต่ำกว่า 1 MV ที่มีลักษณะการใช้งานปิดมิดชิดและไม่ได้ใช้งานกับคน

(2) เครื่องเอกซเรย์กระเจิงกลับแบบมือถือสำหรับงานรักษาความมั่นคงปลอดภัย ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ตัวอย่างเครื่องเอกซเรย์กระเจิงกลับแบบมือถือสำหรับงานรักษาความมั่นคงปลอดภัย

(3) เครื่องเอกซเรย์สำหรับงานวิเคราะห์แบบมือถือหรือพกพา ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ตัวอย่างเครื่องเอกซเรย์สำหรับงานวิเคราะห์แบบมือถือหรือพกพา

(4) เครื่องวัดทางอุตสาหกรรมด้วยรังสีเอกซ์แบบติดตั้งอยู่กับที่ ดังรูปที่ 4

X-ray thickness gauge

ที่มา : https://www.ims-experts.com

X-ray level gauge

ที่มา : https://www.directindustry.com

รูปที่ 4 ตัวอย่างเครื่องวัดทางอุตสาหกรรมด้วยรังสีเอกซ์แบบติดตั้งอยู่กับที่

(5) หลอดเอกซเรย์หรือหลอดเอกซเรย์พร้อมเรือนหลอด สำหรับเครื่องกำเนิดรังสีตาม (1) ถึง (4) ดังรูปที่ 5

X-ray Fluorescence Tube

ที่มา : https://www.indiamart.com

X-ray diffraction tube

ที่มา : https://www.indiamart.com

รูปที่ 5 ตัวอย่างหลอดเอกซเรย์หรือหลอดเอกซเรย์พร้อมเรือนหลอด สำหรับเครื่องกำเนิดรังสีตาม (1) ถึง (4)

ทั้งนี้ สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดรังสีที่ต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ ได้ที่ www.oap.go.th

เครื่องกำเนิดรังสีที่ต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ ตามมาตรา 26/2 ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. เครื่องกำเนิดรังสีแบบแคบิเนทหรือแบบปิด (Cabinet or closed X-ray unit) เป็นเครื่องกำเนิดรังสีหรือเครื่องเอกซเรย์ ที่มีการกำบังรังสีโดยรอบ มีช่องหรือตำแหน่งสำหรับใส่ตัวอย่างชิ้นงานที่ต้องการวิเคราะห์ หรือให้วัตถุที่ต้องการตรวจสอบผ่านเข้าไปภายในเครื่องเอกซเรย์ ซึ่งลำรังสีปฐมภูมิจะถูกฉายไปยังวัตถุ ชิ้นงาน หรือวัสดุที่ต้องการวิเคราะห์หรือตรวจสอบ โดยที่หลอดเอกซเรย์หรือหลอดเอกซเรย์พร้อมเรือนหลอด หัววัดรังสี และตัวอย่างจะอยู่ภายในอุปกรณ์หรือเครื่องกำบังรังสีที่หุ้มโดยรอบ (Enclosure) เพื่อลดทอนอัตราปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาภายนอกเครื่องกำเนิดรังสีให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือกฎหมายที่กำหนด ได้แก่ เครื่องกำเนิดรังสีตาม ข้อ (1) ของกฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 เช่น เครื่องเอกซเรย์สำหรับงานวิเคราะห์หรือตรวจสอบชิ้นงานหรือวัสดุแบบปิดมิดชิด เครื่องเอกซเรย์หรือเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สำหรับตรวจสอบกระเป๋าเดินทาง สัมภาระต่าง ๆ เป็นต้น

2. เครื่องกำเนิดรังสีแบบเปิด (Open beam X-ray unit) เป็นเครื่องกำเนิดรังสีหรือเครื่องเอกซเรย์ที่มีการกำบังรังสีแบบไม่ปิดมิดชิดหรือปิดบางส่วน (Partial enclosure) หรือหลอดเอกซเรย์พร้อมเรือนหลอดถูกหุ้มด้วยวัสดุกำบังรังสี มีช่องเปิด เช่น ชัตเตอร์ (Shutter) หรืออุปกรณ์จำกัดขนาดลำรังสี (Collimator) ให้ลำรังสีปฐมภูมิออกมาจากตัวเครื่องฉายไปยังวัตถุ ชิ้นงาน หรือวัสดุที่ต้องการวิเคราะห์หรือตรวจสอบ โดยไม่มีวัสดุกำบังรังสีที่หุ้มโดยรอบวัตถุและลำรังสีปฐมภูมิให้อยู่ภายใน ได้แก่ เครื่องกำเนิดรังสีตามข้อ (2) (3) และ (4) ของกฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 โดยมีอัตราปริมาณรังสีที่แผ่จากหลอดรังสีเอกซ์หรือหลอดรังสีเอกซ์พร้อมเรือนหลอดเมื่อปิดชัตเตอร์หรือคอลลิเมเตอร์เป็นไปตามมาตรฐานหรือกฎหมายที่กำหนด

ข้อแนะนำด้านความปลอดภัยทางรังสี

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทางรังสีสูงสุดจากการใช้งานเครื่องกำเนิดรังสีที่ต้องแจ้งการครอบครองหรือใช้ต่อเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมด้านความปลอดภัยทางรังสี เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ใช้งานเครื่องกำเนิดรังสี และประชาชนทั่วไปให้ได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุด ดังนี้

1. เครื่องกำเนิดรังสี ตามข้อ (1) ของกฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 ได้แก่

1) เครื่องกำเนิดรังสีสำหรับตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหารหรือเครื่องเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบกระเป๋าสัมภาระ ซึ่งระบบเอกซเรย์มีสายพานลำเลียงสินค้าหรือกระเป๋า เข้าสู่เครื่องเอกซเรย์โดยมีช่อง (Tunnel) ที่มีม่านตะกั่วกำบังรังสีทั้งทางเข้าและออกของเครื่องเอกซเรย์ ซึ่งเป็นเครื่องเอกซเรย์แบบแคบิเนทหรือแบบปิดนั้น ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1.1) ขณะปฏิบัติงานควรอยู่ให้ห่างจากผิวของเครื่องกำเนิดรังสี อย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อให้ได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุด ถึงแม้เครื่องเอกซเรย์จะถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยทางรังสีก็ตาม

1.2) ตรวจสอบม่านตะกั่วกำบังรังสีเป็นประจำเพื่อตรวจหาการชำรุดเสียหายจากการใช้งานเป็นระยะเวลานาน หากมีม่านตะกั่วชำรุดเสียหายให้ทำการเปลี่ยนใหม่โดยทันที

1.3) ไม่ควรยื่นส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเข้าไปในเครื่องเอกซเรย์

1.4) เมื่อมีการซ่อมบำรุงเครื่องกำเนิดรังสีให้ประกอบฝาครอบเครื่อง รวมถึงม่านตะกั่ว ให้ครบทุกชิ้นเพื่อป้องกันรังสีที่กระเจิงออกมาจากตัวเครื่อง

2) เครื่องกำเนิดรังสีสำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ที่มีลักษณะการใช้งานเป็นแบบปิด โดยตัวเครื่องจะมีช่องหรือประตูสำหรับเปิดใส่ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หรือตรวจสอบ ซึ่งช่องหรือประตูนี้จะมีระบบอินเตอร์ล็อกหากไม่ถูกปิดสนิทเครื่องจะไม่ทำงานนั้น ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

2.1) ขณะปฏิบัติงานควรอยู่ให้ห่างจากผิวของเครื่องกำเนิดรังสี อย่างน้อย 30 เซนติเมตร

2.2) ผู้ปฏิบัติงานต้องไม่เลี่ยงหรือบายพาสระบบอินเตอร์ล็อกซึ่งเป็นระบบความปลอดภัยของเครื่อง

2. เครื่องกำเนิดรังสีตาม ข้อ (2) และ (3) ของกฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 ที่เป็นเครื่องเอกซเรย์ระบบเปิดแบบมือถือหรือแบบพกพา ได้แก่ เครื่องเอกซเรย์กระเจิงกลับแบบมือถือสำหรับงานรักษาความปลอดภัย และเครื่องเอกซเรย์สำหรับงานวิเคราะห์แบบมือถือหรือพกพา ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1) ขณะปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องไม่ให้ลำรังสีปฐมภูมิ (Primary beam) หันไปยังทิศทางที่มีบุคคลอยู่ใกล้เคียง

2) ขณะปฏิบัติงาน ควรยื่นมือออกให้ห่างจากตัวของผู้ปฏิบัติงาน อย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อให้ได้รับรังสีที่กระเจิงกลับมายังตัวผู้ใช้งานน้อยที่สุด

3) เมื่อเลิกใช้งานเครื่องเอกซเรย์ให้ปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกครั้ง

3. เครื่องกำเนิดรังสีตาม ข้อ (4) ของกฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. 2563 ได้แก่ เครื่องวัดทางอุตสาหกรรมด้วยรังสีเอกซ์แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed industrial X-ray gauge) ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติ ดังนี้

ขณะปฏิบัติงาน ควรอยู่ให้ห่างจากตัวเครื่องหรือระบบเอกซเรย์อย่างน้อย 1 เมตร หรือกั้นบริเวณเพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ควบคุมรังสีโดยมีระยะห่างจากตัวเครื่องอย่างน้อย 1 เมตร เนื่องจากเป็นเครื่องเอกซเรย์ระบบเปิด (Open beam X-ray system)

เอกสารอ้างอิง

1. พระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559. 5 สิงหาคม 2559. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 133 ตอนที่ 67 ก. หน้า 1-41.
2. พระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๒. 5 เมษายน 2562. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 136 ตอนที่ 43 ก. หน้า 30-39.
3. กฎกระทรวงกำหนดเครื่องกำเนิดรังสีที่ผู้ดำเนินการไม่ต้องขอรับใบอนุญาต พ.ศ. ๒๕๖๓. 30 ธันวาคม 2563. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 137 ตอนที่ 107 ก. หน้า 4-5.
4. ณรงค์เวทย์ บุญเต็ม (2562). การวิเคราะห์ความปลอดภัยทางรังสีของเครื่องกำเนิดรังสีที่ต้องแจ้งการมีไว้ในครอบครองหรือใช้ ตามมาตรา 26/2 แห่งพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559. กรุงเทพฯ. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.

การตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะ

ด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาค

- อนุรัตน์ โพธิ์หล้า
  นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
- อัฉรารัตน์ ฉายเหมือนวงศ์
  นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ

ในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีทางนิวเคลียร์และรังสีมาประยุกต์ใช้งานทางด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย อาทิ การแพทย์ อุตสาหกรรม การเกษตร การศึกษาวิจัย สิ่งแวดล้อม โบราณคดี พลังงาน รวมทั้งการรักษาความมั่นคงปลอดภัย (Security) ที่ใช้รังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาตรวจสอบบุคคล วัตถุสิ่งของ ยานพาหนะ ตู้คอนเทนเนอร์สินค้านำเข้าที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ หรือสินค้าส่งออกไปประเทศต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบหาสิ่งของต้องห้าม สินค้าหนีภาษี สิ่งของผิดกฎหมายต่าง ๆ เช่น ยาเสพติด อาวุธ วัตถุระเบิด วัสดุนิวเคลียร์ วัสดุกัมมันตรังสี ฯลฯ

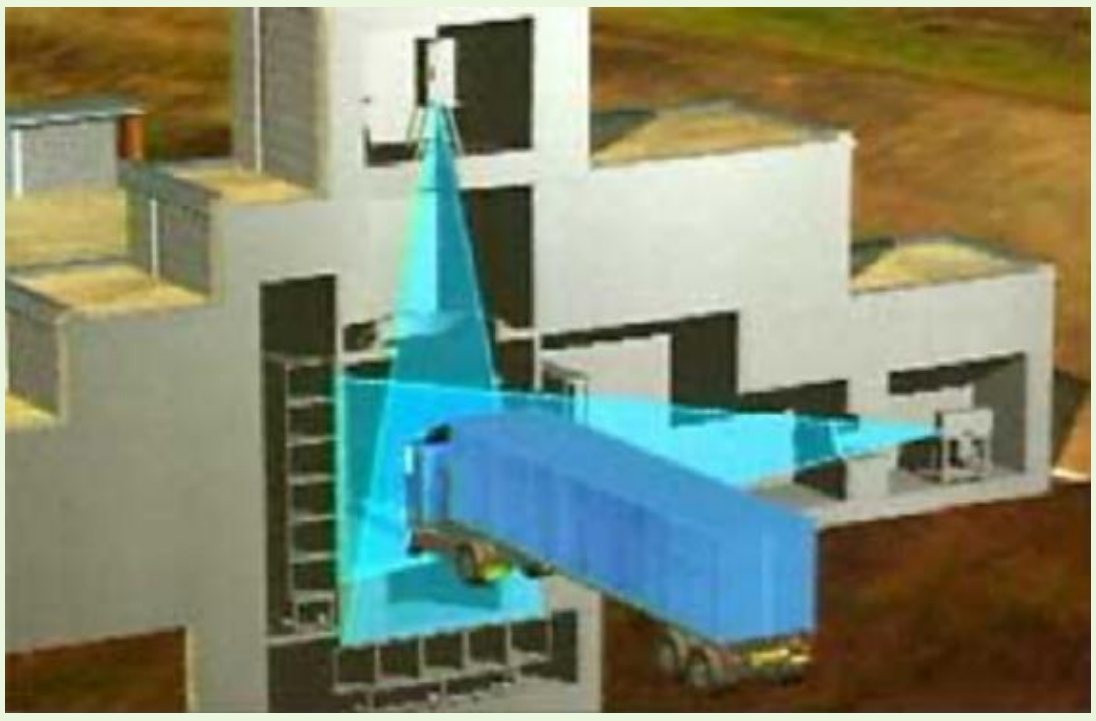
ในประเทศไทยมีการติดตั้งและใช้งานเครื่องกำเนิดรังสีทางด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัยเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นจุดตรวจของสนามบิน ด่านพรมแดน จุดตรวจของด่านศุลกากร และด่านตรวจจับยาเสพติด เป็นต้น และมีแนวโน้มที่จะมีการใช้งานเครื่องกำเนิดรังสีทางด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัย เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อความปลอดภัยของประชาชน ความมั่นคงและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ **<u>โดยเฉพาะการตรวจสอบสินค้าหรือยานพาหนะด้วยการใช้รังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาค</u>**

เทคโนโลยีการถ่ายภาพสินค้าและยานพาหนะด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาค

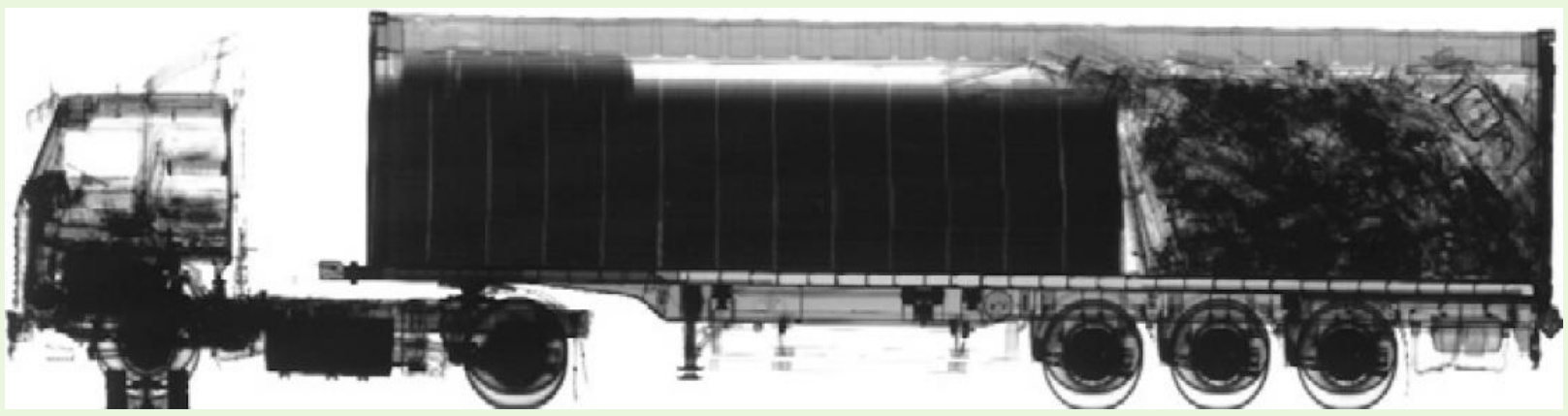
การถ่ายภาพยานพาหนะและตู้คอนเทนเนอร์ด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาค เช่น การถ่ายภาพรถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ หรือรถไฟบรรทุกตู้สินค้า ซึ่งต้องใช้รังสีเอกซ์พลังงานสูงจากเครื่องเร่งอนุภาค เพื่อให้สามารถทะลุทะลวงวัตถุที่มีขนาดใหญ่หรือที่ความหนาแน่นสูงได้ มาใช้สำหรับถ่ายภาพทางรังสีแบบฟลูออโรสโคปี (Fluoroscopy) โดยจะจำกัดขนาดของลำรังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาคให้เป็นรูปใบพัด พลังงานไม่เกิน 10 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV)

ในการถ่ายภาพรถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์นั้น รถจะถูกลากให้เคลื่อนที่ผ่านลำรังสีเอกซ์ด้วยอัตราเร็วคงที่ หรือให้ระบบเครื่องเร่งอนุภาคฉายรังสีเอกซ์พร้อมกับเคลื่อนที่ผ่านรถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ด้วยอัตราเร็วคงที่ (ซึ่งแล้วแต่รุ่นของระบบเอกซเรย์และบริษัทผู้ผลิตที่ออกแบบมา) หัววัดรังสีขนาดใหญ่ซึ่งถูกจัดเรียงและติดตั้งไว้คลอบคลุมลำรังสีเอกซ์ทั้งหมด และจะส่งสัญญานการวัดรังสีไปสร้างเป็นภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ห้องควบคุม การถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องเร่งอนุภาคมีทั้งการถ่ายภาพรังสีแบบระนาบเดียวและสองระนาบ ตัวอย่างดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นการถ่ายภาพรังสีรถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ โดยรถบรรทุกจะถูกลากผ่านลำรังสีเอกซ์ด้วยอัตราเร็วคงที่ด้วยวิธีการถ่ายภาพเอกซเรย์ 2 ระนาบ ทั้งแนวตั้งฉากกับพื้นราบและแนวนอนซึ่งขนานกับพื้นราบ (Vertical and horizontal projection)

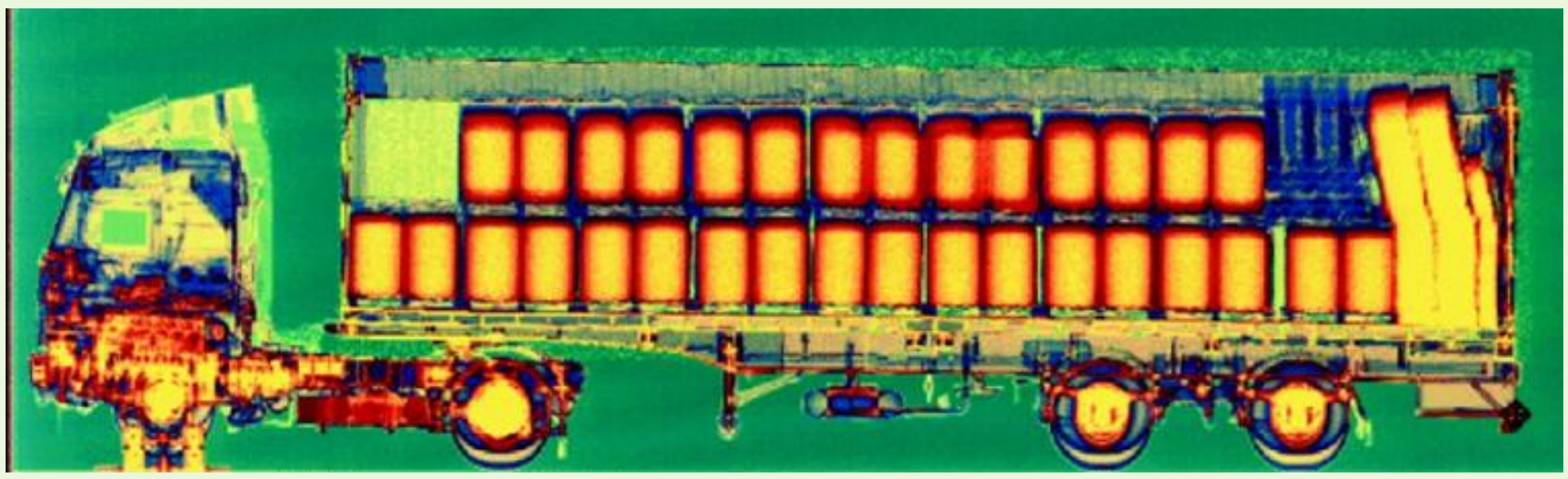
นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยเครื่องเร่งอนุภาคแบบสองพลังงาน (Dual energy imaging) หรือการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์แบบกระเจิงกลับร่วมกับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์แบบทะลุทะลวงผ่านวัตถุ (Combination of X-ray backscatter and transmission imaging) เพื่อได้ภาพถ่ายทางรังสีที่ให้รายละเอียดชัดเจน สามารถแยกแยะและบ่งชี้วัตถุที่ตรวจสอบได้ ตัวอย่างภาพเอกซเรย์รถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์จากการฉายรังสีเอกซ์ในแนวนอน ซึ่งมีการซุกซ่อนบุหรี่หนีภาษีไว้ด้านหลังเศษโลหะ ดังรูปที่ 2 และตัวอย่างภาพเอกซเรย์รถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์เพื่อตรวจสอบหาสิ่งของต้องห้าม หรือสินค้าหนีภาษี และสิ่งของผิดกฎหมายต่าง ๆ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 การประยุกต์ใช้งานเครื่องเร่งอนุภาคในการถ่ายภาพรังสี รถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์แบบ 2 ระนาบ
(ที่มา: Vogel H. Search by X-rays applied technology. European Journal of Radiology 2007; 63 หน้า 229)



รูปที่ 2 ภาพเอกซเรย์รถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ด้านข้าง (Side view) จากการฉายรังสีเอกซ์ในแนวนอน ซึ่งมีการซุกซ่อนบุหรี่หนีภาษีไว้ด้านหลังเศษโลหะ
(ที่มา: Vogel H. Search by X-rays applied technology. European Journal of Radiology 2007; 63 หน้า 229)



รูปที่ 3 ภาพเอกซเรย์รถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์เพื่อตรวจสอบหาสิ่งของต้องห้าม หรือสินค้าหนีภาษี และสิ่งของผิดกฎหมายต่างๆ
(ที่มา: Vogel H. Search by X-rays applied technology. European Journal of Radiology 2007; 63: หน้า 256)

ระบบเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะที่มีใช้งานแล้วในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำระบบเอกซเรย์มาใช้ตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะด้วยเทคโนโลยีการถ่ายภาพทางรังสีด้วยเครื่องเร่งอนุภาค ดังตารางที่ 1

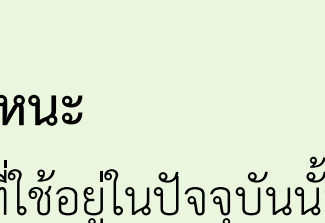
ตารางที่ 1 ระบบเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะที่มีใช้งานแล้วในประเทศไทย

ประเภทของระบบเอกซเรย์	หน่วยงาน	พลังงานของรังสีเอกซ์	การใช้ประโยชน์
ระบบเอกซเรย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed/Stationary X-ray inspection system)	ด่านตรวจยาเสพติด กองบัญชาการตำรวจปราบปรามยาเสพติด	6/3 MeV	ตรวจหายาเสพติด
	ด่านศุลกากร กรมศุลกากร	9/6 MeV 9 MeV	ตรวจสอบสินค้า
ระบบเอกซเรย์แบบเคลื่อนผ่านหรือแบบแกนทรี (Relocatable/Gantry X-ray inspection system)	ด่านศุลกากร กรมศุลกากร	6/3 MeV	ตรวจสอบสินค้า
ระบบเอกซเรย์แบบเคลื่อนย้ายได้ (Mobile X-ray inspection system)	ด่านศุลกากร กรมศุลกากร	6/3 MeV 2.5 MeV	ตรวจสอบสินค้า
ระบบเอกซเรย์แบบขับผ่าน (Drive-Through/Portal X-ray inspection system)	ด่านศุลกากร กรมศุลกากร (เอกซเรย์รถไฟบรรทุกสินค้า)	9/6 MeV	ตรวจสอบสินค้า
ระบบเอกซเรย์รถไฟบรรทุกสินค้า (Train scanning system)	ด่านศุลกากร กรมศุลกากร (เอกซเรย์รถไฟบรรทุกสินค้า)	9/6 MeV	ตรวจสอบสินค้า

ที่มาข้อมูล: ฐานข้อมูลเครื่องกำเนิดรังสี กองอนุญาตทางนิวเคลียร์และรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

มาตรฐานความปลอดภัยทางรังสีของระบบเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะ

มาตรฐานความปลอดภัยทางรังสีของระบบเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้น ได้แก่ มาตรฐาน IEC 62523: 2010 Radiation protection instrumentation – Cargo/Vehicle radiographic inspection systems, มาตรฐาน China National Standard GB19211-2003 Cargo/Vehicle Radiographic Inspection System หรือมาตรฐาน ANSI/HPS N43.17-2009 Radiation Safety for Personal Security Screening System Using X-ray or Gamma Radiation ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับกรณีการตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะโดยผู้ขับขี่และผู้โดยสารอยู่ในยานพาหนะในระหว่างการฉายรังสีหรือสแกน ทั้งนี้ สามารถสรุปค่าปริมาณรังสีตามมาตรฐานความปลอดภัยทางรังสีดังกล่าวที่ใช้สำหรับระบบเอกซเรย์ตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะแสดง ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 สรุปค่าปริมาณรังสีตามมาตรฐานความปลอดภัยทางรังสีที่ใช้สำหรับระบบเอกซเรย์ตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะ

ข้อกำหนด (Items)	มาตรฐานระบบเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะ		มาตรฐานระบบเอกซเรย์สำหรับตรวจสอบบุคคลที่ถูกนำมาใช้สำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะ	กฎกระทรวงความปลอดภัยทางรังสี พ.ศ. 2561 และ IAEA Safety Standards: GSR Part 3
	IEC 62523: 2010 Cargo/Vehicle radiographic inspection system	China National Standard GB19211-2003 Cargo/Vehicle Radiographic Inspection System	ANSI/HPS N43.17-2009 Radiation Safety for Personal Security Screening System Using X-ray or Gamma Radiation*	
ปริมาณรังสีที่บุคคลผู้ถูกสแกนได้รับ	- ไม่เกิน 0.1 μSv/screening (If the driver stays in the vehicle during scanning)	- ไม่เกิน 0.1 μSv/screening (If the driver stays in the vehicle during scanning)	- ไม่เกิน 0.25 μSv/screening - ไม่เกิน 250 μSv/y	- ไม่เกิน 1 mSv/y for public exposure
อัตราปริมาณรังสีสำหรับพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ไม่เกิน 1 μSv/h (The control panel is in the control area)	- สูงสุดไม่เกิน 2.5 μSv/h (Contol room) - ไม่เกิน 1 μSv/h for contol panel area (บริเวณแผงควบคุมการฉายรังสี)	- ไม่เกิน 2.5 μSv/h (Other than primary beam)	- ไม่ทำให้ได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ยเกิน 20 mSv/y for occupational exposure
อัตราปริมาณรังสีในพื้นที่ประชาชนทั่วไปเข้าถึงได้ หรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียง (Bystander) ระบบเอกซเรย์	- ไม่เกิน 2.5 μSv/h (Outside the supervised area during exposure)	- ไม่เกิน 2.5 μSv/h (Outside supervised area or System boundary during exposure)	- ไม่เกิน 20 μSv/h (Outside inspection zone) - ไม่เกิน 1 mSv/y (Nearby work location)	- ไม่เกิน 1 mSv/y for public exposure

หมายเหตุ: *มาตรฐาน ANSI/HPS N43.17-2009 ถูกนำมาใช้สำหรับการตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะโดยผู้ขับขี่และผู้โดยสารอยู่ในยานพาหนะในระหว่างการฉายรังสีหรือสแกน

เอกสารอ้างอิง

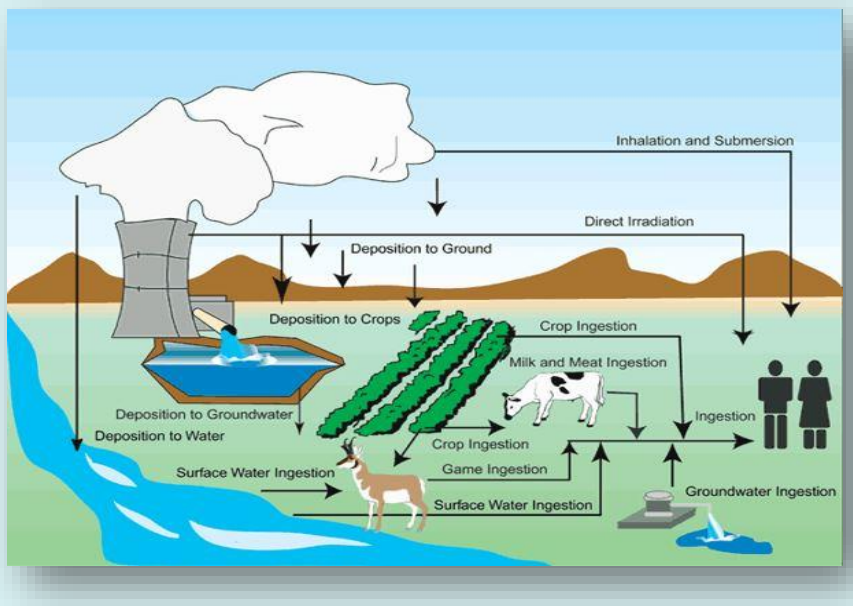
1. Vogel H. Search by X-rays applied technology. European Journal of Radiology 2007;63:227-36.
2. Voytchev M, Radev R, Chiaro P. et al., IEC International Standards under Development for Radiation-Generating Devices, y Lawrence Livermore National Laboratory; 2007.
3. Scientific Committee on Emerging and Newly Identifed Health Risks (SCENIHR), Health effects of security scanners for passenger screening (based on X-ray technology); 2012.
4. China National Standard GB19211-2003: Cargo/Vehicle Radiographic Inspection System; 2015.
5. ณรงค์เวทย์ บุญเต็ม. แนวทางการพิจารณาคำขอรับใบอนุญาตและตรวจสอบสถานปฏิบัติการที่ใช้งานเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับตรวจสอบสินค้าและยานพาหนะ. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ; 2562

การประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 - 2562

➢ เฉลิมขวัญ ปิติโสภณางกูร
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ

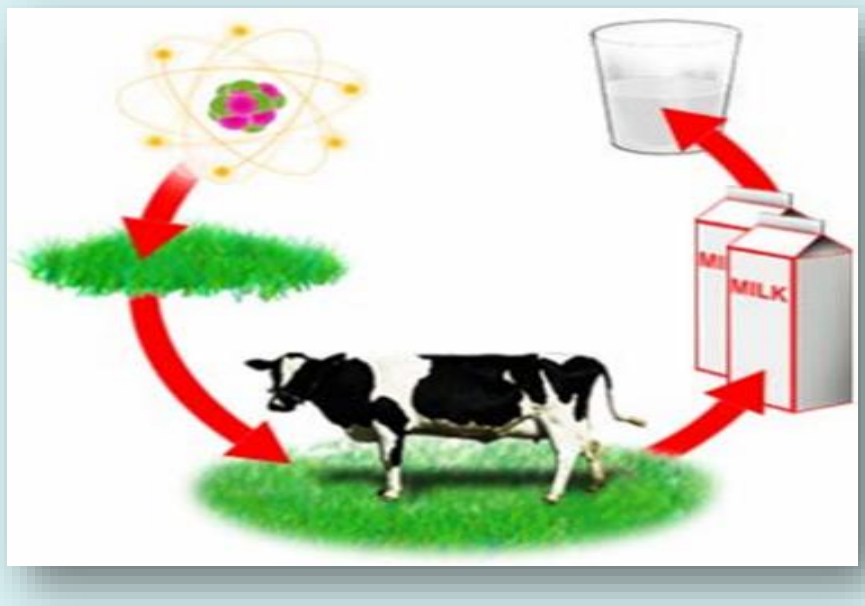
นม นับเป็นอาหารที่คนส่วนใหญ่นิยมบริโภค และเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพื่อเฝ้าระวังการได้รับสารกัมมันตรังสีที่เกิดมาจากฝีมือมนุษย์ เช่น อุบัติเหตุทางนิวเคลียร์และรังสี การปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะ Cs-137 และ Sr-90 ที่เกิดจากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์ในหลายประเทศ ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของฝุ่นกัมมันตภาพรังสี (Radioactive fallout) ฟุ้งกระจายอยู่ในชั้นบรรยากาศ ตกลงบนพื้นดินและแหล่งน้ำในสิ่งแวดล้อม เกิดการเคลื่อนย้ายในสิ่งแวดล้อมผ่านห่วงโซ่อาหาร (food chain) (UNSCEAR, 2000)[1] จากดินไปสู่พืชและสัตว์เข้าสู่ร่างกายมนุษย์จากการบริโภคน้ำนมโค ผลิตภัณฑ์นมที่มาจากแหล่งผลิตน้ำนมดิบในประเทศไทยและเนื้อวัว (รูปที่ 1 และ 2)

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยกลุ่มเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสี (กฝร.) กองพัฒนาระบบและมาตรฐานกำกับดูแลความปลอดภัย เริ่มทำการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นม จากแหล่งผลิตน้ำนมดิบในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2562 เพื่อเฝ้าระวังปริมาณกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมของประเทศไทย โดยการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสี ของ Cs-137 และ Sr-90 ซึ่งสลายตัวให้รังสีแกมมาและรังสีบีตา ด้วยวิธีตรวจวัดปริมาณรังสีบีตารวม (gross-beta) และรังสีแกมมา น้ำนมโคที่ทำแห้งและเผาเป็นขี้เถ้า (ashing) โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นม อย่างต่อเนื่องประจำทุกปีตามวิธีมาตรฐาน (IAEA Technical Reports Series No.295)[2] จากพื้นที่หรือจังหวัดที่มีแหล่งผลิตน้ำนมดิบในประเทศไทย และเก็บตัวอย่างน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมจาก 4 แหล่งที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2557 ทุกเดือน ผลการตรวจประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นม ระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2557 พบว่าปริมาณกัมมันตภาพรังสี ในแต่ละปีไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นจึงเก็บตัวอย่างความถี่น้อยลงเป็นทุก 4 เดือน (3 ครั้งต่อปี)



รูปที่ 1 ห่วงโซ่ในสิ่งแวดล้อม

Ecopolproject.blogspot.com



รูปที่ 2 ห่วงโซ่น้ำนมโคในสิ่งแวดล้อม

Emilms.fema.gov

การวิเคราะห์ตัวอย่างโดยสังเขป :

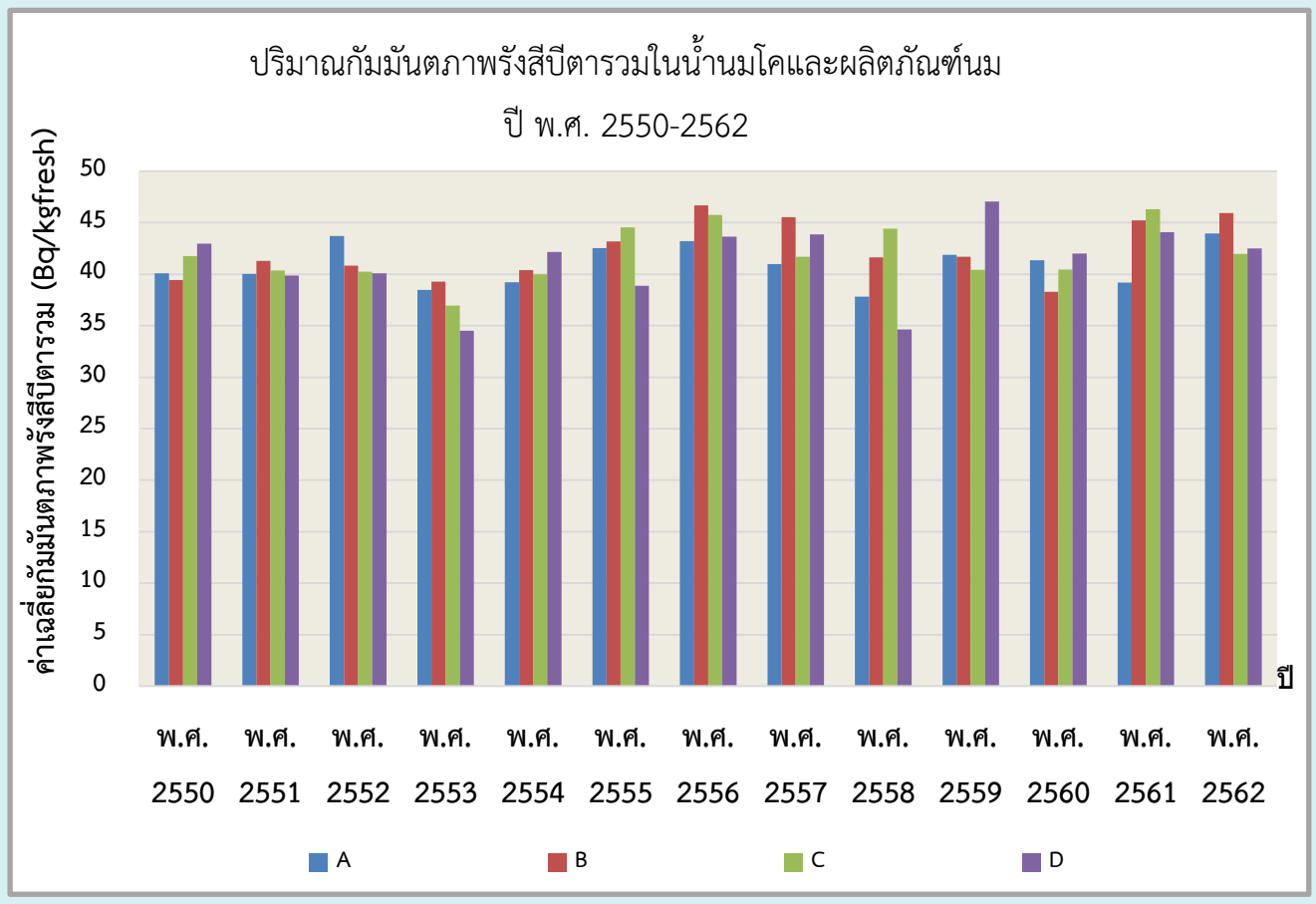
นำน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมไประเหยแห้ง (drying) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส จนได้ตัวอย่างขี้เถ้า (ashing) สีขาวปนเทานำไปบดละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนนำไปวัดปริมาณรังสีบีตารวม ด้วยเครื่องวัดปริมาณรังสีแอลฟา-บีตารวมชนิด Gas flow proportional counter ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4

(1) (2) (3) (4)

รูปที่ 3 แสดงลำดับขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างขี้เถ้านมก่อนนำไปวัดปริมาณรังสีบีตารวม

รูปที่ 4 เครื่องวัดปริมาณรังสีแอลฟา-บีตารวมชนิด Gas flow proportional counter

ค่าเฉลี่ยปริมาณกัมมันตภาพรังสีบีตารวมในตัวอย่างน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นม ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงปริมาณกัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 แหล่ง

จากกราฟค่าเฉลี่ยปริมาณกัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 แหล่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - 2562 มีค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมเฉลี่ยเท่ากับ 40.95, 42.26, 41.91และ 41.24 Bq/kg น้ำนมดิบตามลำดับ และเมื่อนำผลการวัดมาหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (F-Test) พบว่าค่า F cal < F crit แสดงว่าค่าเฉลี่ยปริมาณกัมมันตภาพรังสีบีตารวม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

นำค่าปริมาณกัมมันตภาพรังสีบีตารวมที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณรังสีบีตารวมที่ประชาชนได้รับจากการบริโภคนมต่อคนต่อปี (Annual Effective Does, AED หน่วย μSv/y) ซึ่งรังสีที่ได้รับส่วนใหญ่มาจากแหล่งกำเนิดรังสีในธรรมชาติ ธาตุโพแทสเซียม-40 ตามสูตรการคำนวณปริมาณรังสีที่ประชาชนได้รับจากการบริโภคนมในประเทศไทยต่อคนต่อปี (AED)

$$AED = A\ (Bq/kg) * IR\ (m)\ (kg/y) * ID\ (F)\ (\mu Sv/Bq)$$

เมื่อ A คือ ความเข้มข้นกัมมันตภาพรังสีในนม หน่วย Bq/kg

IR (m) คือ อัตราการบริโภคนมของคนไทยต่อปี หน่วย kg/y ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18 kg/y (สถาบันอาหาร,63)

ID (F) คือ (ค่าอ้างอิงปริมาณ K-40) คือ Ingestion Effective Dose Equivalent หน่วย μSv/Bq

ซึ่งค่าสำหรับทารก เด็กและผู้ใหญ่ เท่ากับ 0.042, 0.013 และ 0.006 μSv/Bq ตามลำดับ (WHO, 2004)[3]

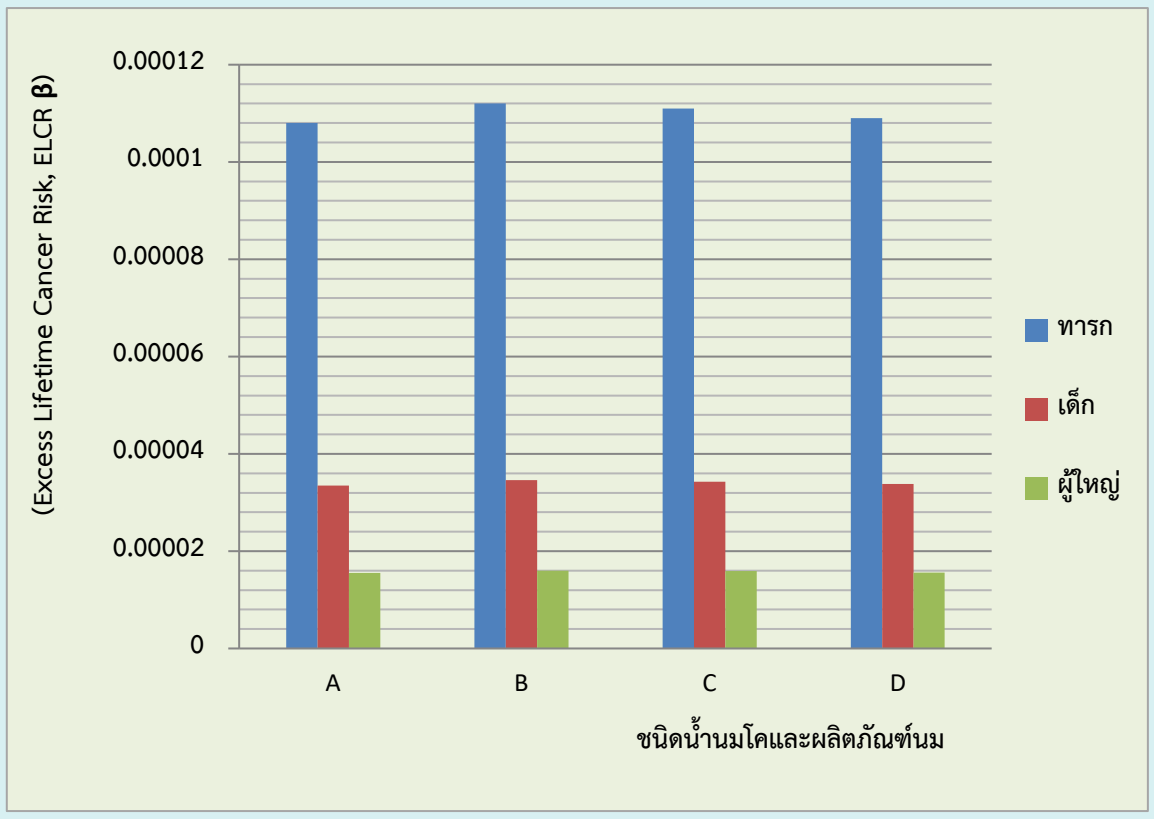
พบว่าค่าเฉลี่ยในทารกสูงกว่าเด็กและผู้ใหญ่ (32.0, 9.9 และ 4.6 μSv/y ตามลำดับ) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรายงานปริมาณรังสีบีตารวมที่ผู้บริโภคชาวเวียดนามได้รับจากการบริโภคนมต่อคนต่อปี พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีบีตารวมที่ผู้บริโภคชาวเวียดนามได้รับจากการบริโภคนมต่อคนต่อปีค่าสูงกว่าผู้บริโภคชาวไทยมากกว่า 10 เท่าในทุกช่วงวัย โดยในทารกสูงกว่าเด็กและผู้ใหญ่ เท่ากับ 340.0, 136.9 และ 45.7 μSv/y นอกจากนี้ปริมาณรังสีบีตารวมที่คนไทยได้รับจากการบริโภคนมต่อคนต่อปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 200-800 μSv/y (UNSCEAR,2000)[1] หลังจากนั้นนำค่า AED ที่ได้ไปประเมินความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งต่อประชากร 100,000 คน (Excess Lifetime Cancer Risk, ELCR β)[4] จากการบริโภคนมและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย ตามสูตร

$$ELCR\ \beta = AED\ (Sv/y) * DL(y) * RF\ (Sv^{-1})$$

เมื่อ DL คือ average duration of life เท่ากับอายุเฉลี่ยของผู้บริโภค ~70 ปี (y),

RF คือ risk factor กำหนดโดย ICRP (1990)5 เท่ากับ 0.05 Sv-1

พบว่าคนไทยมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งจากการบริโภคผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 แหล่ง ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกมาก (รายงานโดย UNSCEAR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.010)[1] ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยกลุ่มประชากรที่บริโภคนมและผลิตภัณฑ์นมในวัยทารก มีความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งมากกว่าวัยเด็กและวัยผู้ใหญ่ตามลำดับ



รูปที่ 6 ความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง (Excess Lifetime Cancer Risk, ELCR β) จากการบริโภคนมและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย

การนำไปใช้ประโยชน์

ข้อมูลการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวมในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมจากแหล่งผลิตน้ำนมดิบนี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์นมจากแหล่งผลิตน้ำนมดิบในประเทศไทยจากแหล่งผลิตที่ทำการทดสอบมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคและมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งจากการบริโภคผลิตภัณฑ์นมต่ำมาก ข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีบีตารวมในตัวอย่างน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมจากแหล่งผลิตน้ำนมดิบในประเทศไทย เพื่อสร้างความเชื่อมั่นความปลอดภัยให้กับประชาชนที่บริโภคน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย สามารถนำไปศึกษาวิจัย วิเคราะห์ และการเผยแพร่ความรู้ด้านความปลอดภัยจากการใช้พลังงานนิวเคลียร์และรังสี การพัฒนาเตรียมความพร้อมด้านการกำกับดูแลความปลอดภัย พัฒนาเครือข่ายด้านนิวเคลียร์และรังสีในกลุ่มอาเซียน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ประชาชนและสิ่งแวดล้อม เฝ้าระวัง เตรียมความพร้อมและรับมือเหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสีอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

1. UNSCEAR, Source and Effects of Ionizing Radiation Report. B, p. 94, 2000
2. International Atomic Energy Agency, Measurement of Radionuclides in Food and the Environmental. Technical Report No. 295, Vienna, 1989.
3. Codex AC World Health Organization ISBN 92-5-105180-1. 2004
4. Valentine. J, The Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Elsevier, Oxford, 2007.
5. International Commission on Radiological Protection: Recommendations of the international commission on Radiological protection, vol 21, 1990

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1110,1120 โทรสาร 0 2561 3013

: pr@oap.go.th : Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

: www.oap.go.th : officeofatomsforpeace : @atomsnet