

PS09: การควบคุมคุณภาพการผลิตต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน

*วิชชุดา ประดิษฐ์¹ พรรณี พักกง¹ และ ธงชัย สูดประเสริฐ²

¹ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทรศัพท์ 0 2562 5444 ต่อ 1202 โทรสาร 0 2579 5530 E-mail : wichuta_bear@hotmail.com

²สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

โทรศัพท์ 025620096 E-mail : thongchai@oae.go.th

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาเทคนิคการผลิตต้นกำเนิดรังสีแกมมา ไอโอดีน-131 สำหรับใช้ในการสอบเทียบระบบวิเคราะห์รังสีแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยการชั่งสารละลายไอโอดีน-131 อ้างอิง เพื่อกำหนดปริมาณที่ต้องการ และพิสูจน์ผลการผลิตต้นกำเนิดรังสีตามวิธี Production techniques and quality control of sealed radioactive source ของ IAEA-TECDOC 1512 ใน 4 วิธี คือ wipe test แรงกระทบ การรั่วไหลและความเป็นเนื้อเดียว โดยใช้ระบบวัดแบบ Imaging plate และผลการวัดยังพิสูจน์ให้เห็นว่าต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานไอโอดีน-131 มีค่าครึ่งชีวิตเป็นไปตามทฤษฎีการสลายตัว เทคนิคนี้อาจจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพการผลิตต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานอื่นได้ต่อไป

คำสำคัญ: การผลิตต้นกำเนิดรังสี การควบคุมคุณภาพ Imaging Plate ไอโอดีน-131

Quality Control of Reference Standard Source Production

*Wichuta Pradit¹, Pannee Pakkong¹ and Thongchai Soodprasert²

¹The Department of Applied Radiation and Isotope Faculty of Science Kasetsart University

Phone: 0 2562 5444 ext. 1202, Fax: 0 2579 5530 E-mail : wichuta_bear@hotmail.com

²Bureau of Technical Support for Safety Regulation, Office of Atoms for Peace

Phone: 0 25620096, E-mail : thongchai@oae.go.th

Abstract

The preparation techniques of sealed I-131 sources for calibrating gamma ray spectrometry were developed by gravimetric dispensing the reference I-131 solution. Following the production techniques and quality control according to IAEA-TECDOC 1512, four methods including wipe test, impact test, leakage and homogeneity test were employed to demonstrate sealed radioactive sources. The half-life was determined by imaging plate system and found to be 8.10 ± 0.02 days in agreement with the decay theory. The techniques may be useful for quality control of reference standard source production.

Keyword : Reference standard source production Quality Control Imaging Plate I-131

คำนำ

รังสี คือ พลังงานที่แผ่ออกมาจากต้นกำเนิดในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวของไอออน เรียกว่า Ionizing radiation และรังสีที่ไม่ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า Non-Ionizing radiation รังสีทั้งสองประเภทนี้เกิดขึ้นได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ ส่วนที่เกิดเองตามธรรมชาติ ได้แก่ รังสีคอสมิก รังสีจากพื้นดิน สินแร่ และสิ่งแวดล้อม ส่วนรังสีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู การระเบิดของระเบิดนิวเคลียร์ รวมทั้งการผลิตสารกัมมันตรังสีจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่างๆ เพื่อมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการนำต้นกำเนิดรังสีแบบปิดผนึกมาใช้งานกว้างขวาง เช่น ในทางการแพทย์ ใช้ตรวจวินิจฉัยและบำบัดโรคของผู้เจ็บไข้ได้ป่วย ทางเกษตร ปรับปรุงพันธุ์พืชและการกำจัดแมลงศัตรูพืช ทางอุตสาหกรรม ตรวจสอบรอยเชื่อม รอยร้าวในชิ้นส่วนโลหะ นอกจากนี้ยังใช้วิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น การถนอมอาหาร การตรวจอายุวัตถุโบราณ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีการสั่งซื้อต้นกำเนิดรังสีมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากขึ้น ซึ่งมีการตรวจวัดอย่างถูกต้องและเที่ยงตรงกับต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน แต่เนื่องจากต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานมีราคาแพง จึงต้องช่วยแบ่งเบาภาระการสั่งซื้อต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน งานวิจัยชิ้นนี้ จึงได้เล็งเห็นความสำคัญการควบคุมคุณภาพการผลิตต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน จึงทำการศึกษาค้นคว้าการผลิตต้นกำเนิดรังสีขึ้นมาใช้เอง และพิสูจน์ว่าสามารถนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัยจริง โดยทำการทดสอบคุณภาพต้นกำเนิดรังสีตามวิธี Production techniques and quality control of sealed radioactive source ของ IAEA-TECDOC 1512 นอกจากนี้ยังไม่สามารถวัดหรือรับรู้ปริมาณรังสีที่ได้จากการผลิตโดยตรง จึงมีความจำเป็นต้องนำเครื่องมือวัดทางรังสีมาใช้ โดยรังสีจะทำอันตรกิริยากับวัสดุภายในหัววัดแล้วถ่ายทอดพลังงานออกมา จากนั้นก็เปลี่ยนในรูปที่ตรวจวัดได้ เพราะฉะนั้น ต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานที่ผลิตขึ้นก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบเทียบระบบวัดแบบแกมมาสเปกโตรเมตรีได้อีกด้วย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์หลักในการทดลองประกอบด้วย ระบบวิเคราะห์รังสีแบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยหัววัดรังสีแกมมาแบบสารกึ่งตัวนำเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ชนิดโคแอคเซียล (High Purity Germanium Coaxial Detector Type: HPGe Coaxial Type) , เครื่อง Imaging plate รุ่น BAS -2500 โดยใช้แผ่น Imaging plate SR 2040 No.1 S/N 2983 และอุปกรณ์การเตรียมต้นกำเนิดรังสี เช่น Solution ^{131}I pycnometer กระจกกรองเบอร์ 41 วงแหวนอะคริลิก เครื่องชั่งมาตรฐาน 3 ตำแหน่ง เป็นต้น

วิธีการทดลอง แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมต้นกำเนิดรังสี

นำสารรังสีไอโอดีน-131 อ้างอิง ปริมาตร 5 ml คูณด้วย pycnometer หยดบนกระจกกรองที่เตรียมในวงแหวนอะคริลิก 3 ตัวอย่าง จากนั้นชั่งด้วยเครื่องชั่งมาตรฐาน 3 ตำแหน่งทุกครั้ง หลังจากที่ยหยด เพื่อทราบน้ำหนักของสารละลายไอโอดีน-131 (mg) นำสารรังสีไอโอดีน-131 ที่เหลือไปวัดด้วยระบบวัด 4 π เพื่อหาค่ากัมมันตภาพรังสีเฉพาะรวม และคำนวณ Activity ของตัวอย่างได้

2. ขั้นตอนการทดสอบการควบคุมคุณภาพ

จากนั้นนำสารรังสีที่เตรียมไว้ไปทดสอบการควบคุมคุณภาพใน 4 วิธี คือ ทดสอบ wipe test โดยใช้แอลกอฮอล์เช็ดบริเวณผิวหน้าต้นกำเนิดรังสี แล้ววัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องวัดทางรังสี ทดสอบแรงกระทบ โดยปล่อยให้หล่นจากความสูง 1 เมตร ลงบนพื้นแข็ง แล้วนำมาตรวจสอบความเสียหายทางรังสีของตัวอย่าง ทดสอบการรั่วไหลและความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยเทคนิคการถ่ายภาพทางรังสีด้วยระบบ Imaging Plate

3. การวิเคราะห์การรั่วไหลต้นกำเนิดรังสี

นำผลที่ได้จากการวัดด้วยระบบ Imaging Plate มา Normalized transmitted PSL ratio และเขียนกราฟแบบล็อก เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normalized transmitted PSL ratio และเวลา(วัน)ของการสลายตัวของ ไอโอดีน-131 ผลการทดลองแสดงได้ด้วยกราฟดัง รูปที่ 2 จากนั้นนำสมการที่ได้คำนวณการสลายตัวของไอโอดีน-131 ที่ผลิตขึ้นเทียบกับทฤษฎีการสลายตัวผลการทดลองแสดงได้ด้วยกราฟดัง รูปที่ 1

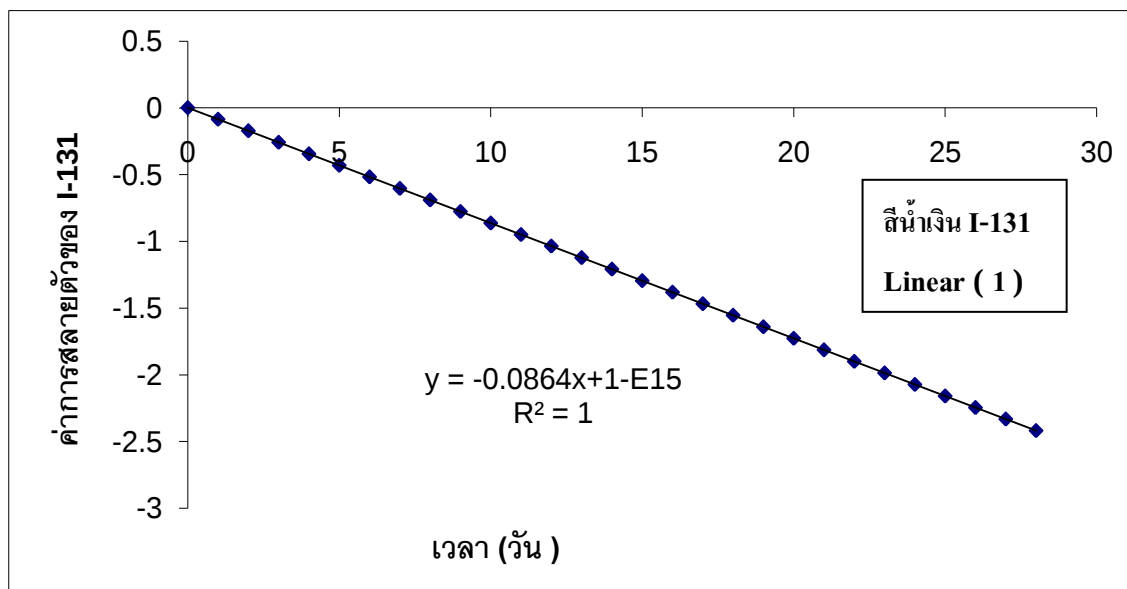
4. การนำไปใช้ประโยชน์

นำผลการควบคุมคุณภาพไปใช้ในการผลิตต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานตัวอื่น รวมทั้งสอบ
เทียบระบบวิเคราะห์รังสีแกมมาสเปกโตรเมตรี

ผลการศึกษาวิจัย

จากการทดลองการผลิตต้นกำเนิดรังสี ไอโอดีน-131 ณ. วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2552 สามารถ
คำนวณค่า Activity ของแต่ละตัวอย่าง ดังนี้ 0.175 μCi , 0.151 μCi และ 0.302 μCi

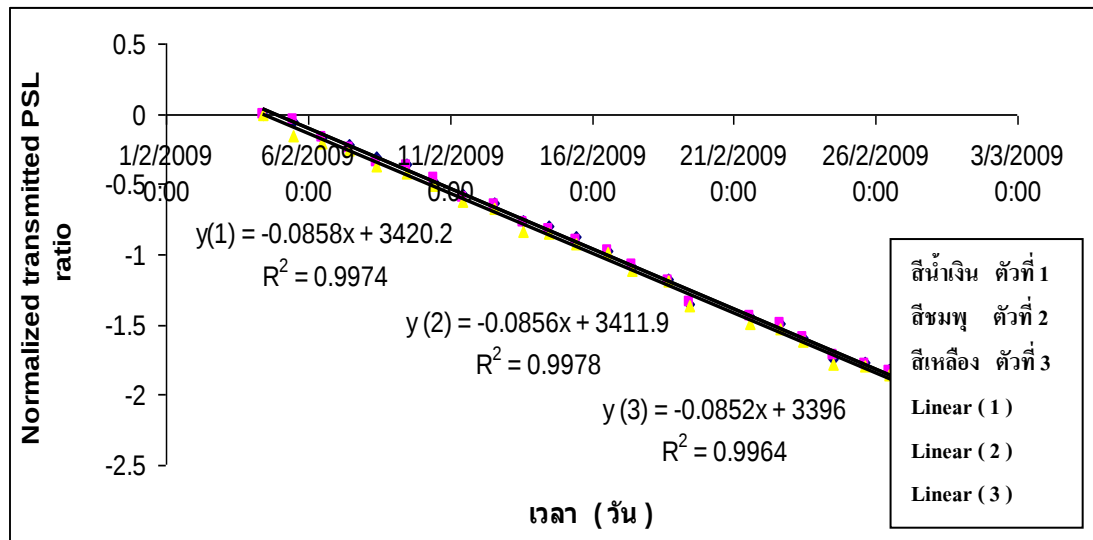
การควบคุมคุณภาพใน 4 วิธี พบว่า wipe test ไม่มีการปนเปื้อนของรังสีออกมา แรงกระทบ
รูปทรงไม่เปลี่ยนแปลง และการรั่วไหลผลการวัดมีความเป็นเนื้อเดียวกันรวมทั้งยังสามารถพิสูจน์
ให้เห็นถึงค่าครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 : แสดงค่าครึ่งชีวิตของ ไอโอดีน-131 ตามทฤษฎี

$$Y = - 0.0864x + 1E-15 \dots\dots\dots(1)$$

จากสมการที่ 1 จะเห็นว่าสมการแสดงการคำนวณค่าครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 มีค่า 8.022
วัน จากนั้นนำค่าครึ่งชีวิตที่ได้จากทฤษฎีเทียบกับค่าครึ่งชีวิตของต้นกำเนิดรังสีที่ผลิตขึ้น



รูปที่ 2 : แสดงค่าครึ่งชีวิตของต้นกำเนิดรังสีไอโอดีน-131 ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 ตัวอย่าง

จากรูปที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลค่า PSL ที่วัดด้วยระบบ Imaging Plate เพื่อทดสอบการรั่วไหล ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า Normalized transmitted PSL ratio และเวลา (วัน) ของต้นกำเนิดไอโอดีน-131 แสดงดังสมการที่ 2 3 และ 4

$$Y_1 = -0.0858x + 3420.2 \dots\dots\dots(2)$$

$$Y_2 = -0.0856x + 3411.9 \dots\dots\dots(3)$$

$$Y_3 = -0.0852x + 3396.0 \dots\dots\dots(4)$$

จากสมการสามารถคำนวณหาครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 ทั้ง 3 ตัวอย่าง เท่ากับ 8.07 8.09 และ 8.13 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.10 ± 0.02 วัน ผลการวัดยังพิสูจน์ให้เห็นถึงค่าครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 เป็นไปตามทฤษฎีการสลายตัว แสดงว่าต้นกำเนิดรังสีที่ผลิตขึ้นไม่มีการรั่วไหล

สรุปผลและวิจารณ์ผล

เทคนิคที่ได้พัฒนาในการผลิตต้นกำเนิดรังสีขึ้น สามารถนำมาใช้สอบเทียบเครื่องวัดแบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ผลการผลิตต้นกำเนิดรังสีตามวิธี Production techniques and quality control of sealed radioactive source ของ IAEA-TECDOC 1512 ใน 4 วิธี คือ wipe test แรงกระทบ การรั่วไหลและความเป็นเนื้อเดียว พบว่าผ่านการทดสอบคุณภาพ ผลการวัดยังพิสูจน์ให้เห็นถึงค่าครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 มีค่า 8.10 ± 0.02 วัน เป็นไปตามทฤษฎีการสลายตัว รวมทั้งสามารถคำนวณค่า Activity ซึ่งมีค่าระหว่าง $0.1-0.3 \mu\text{Ci}$ ณ. วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2552 สรุปได้ว่า การเตรียมต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานแกมมา I-131 ด้วยวิธีนี้เหมาะสมที่จะใช้ผลิตต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานชนิดอื่นได้

กิตติประกาศ

งานวิจัยนี้ ขอขอบคุณการสนับสนุนจาก 3 หน่วยงานคือ สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ร่วมมือกับภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการอนุเคราะห์เครื่องมือการทดลองและทุนสนับสนุนการผลิตบัณฑิตวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

1. ธวัช ชิตระการ, 2541. การตรวจและการวัดรังสี. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
2. DeFelice, P., Fazio, A., Vidmar, T., and Korun, M., 2006. **Close-geometry efficiency calibration of p-type HPGe detector with a Cs-134 point source.** Appl. Radiat. Isot Italy. 64, 1303-1306.
3. IAEA (International Atomic Energy Agency), 2006. **Production Techniques and Quality Control of Sealed Radioactive Sources of Palladium-103 ,Iodine-125,Iridium-192, and Ytterbium-169,** IAEA-TECDOC 1512 Vienna , 3-12.
4. Mostafa, M., and El-Amir, M.A., 2008. **Preparation of ^{137}Cs and ^{60}Co sealed sources based on inorganic sorbents for radiometric calibration purposes.** Physicochem. Eng. Aspects. 317, 687-693.

5. Tompkins, J.A., 2007. **Control and Disposition of Sealed Sources.** Relative to a Campus Setting, Los Alamos National laboratory-OSR , 451-472.