

อุปกรณ์และวิธีการ



2.1 สารตัวอย่างและการเตรียมสารตัวอย่าง

2.1.1 สารตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าวและดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตัวอย่างข้าวประกอบด้วยข้าวขาวและข้าวกล้องของชาวเจ้าและชาวเหนียว จำนวน 23 พันธุ์ จากแปลงทดลองพันธุ์ข้าว 21 แห่งทั่วประเทศ กังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.1

การเก็บข้าวตัวอย่างกระทำโดย คัดเลือกข้าวปริมาณ 1 กิโลกรัมจากแปลงทดลอง โดยหลักการสุ่มตัวอย่าง แลวนำมาแกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องแกะเทาะเมล็ด (McGill Sheller) ทำซ้ำ 3-4 ครั้ง เพื่อแกะเทาะเปลือกออกให้หมด แบ่งข้าวที่ได้ออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือข้าวกล้องนำเก็บเข้าถุงพลาสติก เพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป ส่วนที่สองนำมาซักขาวเพื่อให้เป็นข้าวขาวด้วยเครื่องซัก แล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติกเพื่อใช้วิเคราะห์

เก็บดินตัวอย่างหนักประมาณ 1 กิโลกรัม จากแปลงทดลองก่อนการเพาะปลูกโดยขุดดินเป็นหลุมให้ลึกประมาณ 6 นิ้ว ใช้เสียมแฉะจากปากหลุมขนานลงไปตามหน้าดินที่ขุดลึกถึงก้นหลุม หนาประมาณ 1 ซม. เก็บเช่นนี้จากที่ต่าง ๆ กระจายทั่วแปลงไม่ต่ำกว่า 10 แห่ง แลวนำดินนั้นมาผึ่งในที่ร่มเมื่อดินแห้งดีแล้ว ใช้ช้อนหรือไม้สะอาดตักดินให้เป็นก้อนเล็ก ๆ ผสมคลุกเคล้ากันแล้วแบ่งเป็นสี่ถ้วย เก็บเพียงถ้วยเดียวโดยให้ม้วนน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างชาวจากแปลงชาวพันธุ์หลัก จากสถานีทดลองพันธุ์ข้าวทั่วประเทศ
ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ภาค	สถานีทดลองข้าว	ชนิดของชาวพันธุ์หลักที่ใช้ในการวิเคราะห์
ภาคเหนือ	พาน	ชาวคอกมะลิ 105
	พาน	เหลืองใหญ่ 148
	แพรว	กำผาย 15
	แพรว	เหนียวสันป่าตอง
	สันป่าตอง	กช 4
	สันป่าตอง	เหมยนอง 62 เอ็ม
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	อุบลราชธานี	กช 2
	อุบลราชธานี	กช 3
	สกลนคร	กช 1
	สกลนคร	เหนียวสันป่าตอง
	ชุมแพ-ขอนแก่น	หางยี่ 71
	ชุมแพ	ชาวคอกมะลิ 105
	พิมาย	กช 4
	พิมาย	ชาวปากหม้อ 148
	ขอนแก่น	กช 5
	ขอนแก่น	น้ำสะกูด 19
	สุรินทร์	กำผาย 15
	สุรินทร์	บางเขน 293

006087

ภาค	สถานทีทดลองข้าว	ชนิดของข้าวพันธุ์หลักที่ใช้ในการวิเคราะห์
ภาคกลาง	บางเขน	ข้าวปากหม้อ 148
	คลองหลวง	ตะเภาแก้ว
	รังสิต	กข 1
	ชัยนาท	ข้าวคอกมะลิ 105
	หันตรา	ปิ่นแก้ว 56
	สุพรรณบุรี	กข 3
	ราชบุรี	เการ่วง 88
	ราชบุรี	นางมกลเอส 4
	โคกสำโรง	เหลืองประทิว 123
	พิษณุโลก	เล็บมือนาง 111
	พิษณุโลก	กข 5
ภาคใต้	ปัตตานี	พวงไร 2
	ควนกูฏ	เผือกน้ำ 43
	นครศรีธรรมราช	นางพญา 123

2.1.2 การเตรียมสารตัวอย่าง

นำตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวขาวแต่ละชนิด และดินบางตัวอย่างที่นำสนใจมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด (crusher and grinder machine) ที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (stainless steel) และผ่านการทำความสะอาดแล้ว เก็บข้าวตัวอย่างและดินที่บดละเอียดอย่างคั่วไว้ในภาชนะพลาสติกที่ปิดสนิท เพื่อเก็บไว้ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2.2 วิธีดำเนินการวิเคราะห์

2.2.1 การตรวจสอบแกมมาสเปกตรัม (Gamma spectrum scanning)

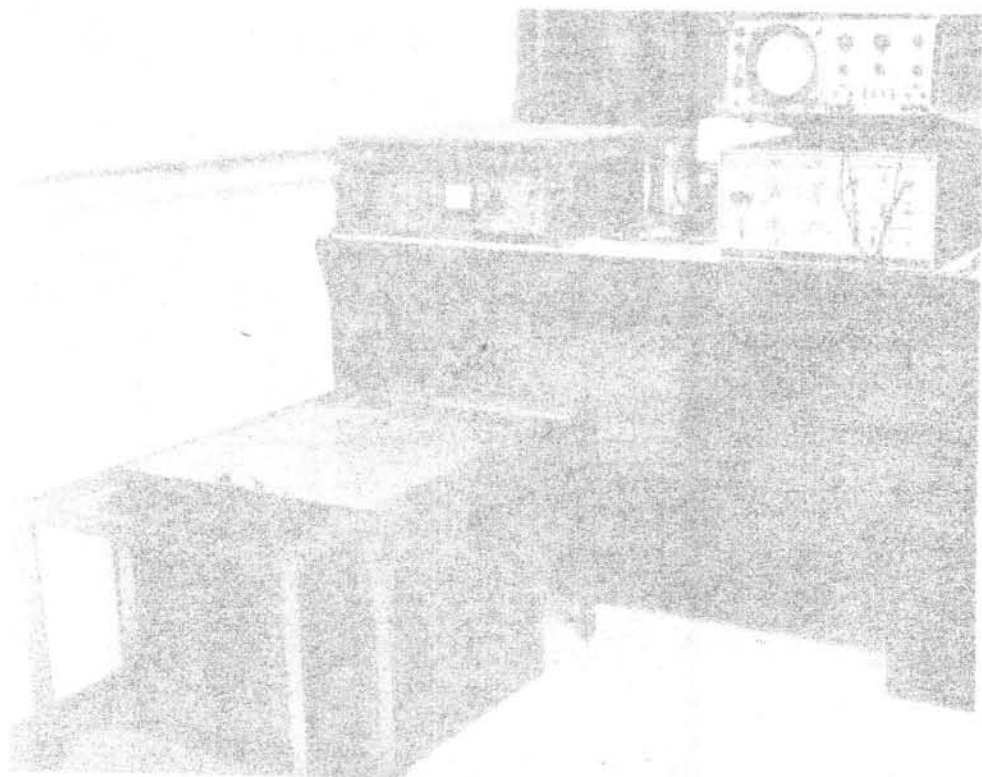
เนื่องจากข้าวตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีอยู่ในปริมาณที่ไม่มากนัก และไม่เท่ากันทุกสารตัวอย่าง ก็มียู่ในช่วง 30-100 กรัม เนื่องจากส่วนหนึ่งนำไปใช้ในการวิจัยเรื่องสิ่งตกค้างจากยากำจัดศัตรูพืช โดยเทคนิคของนิวตรอนแวกต์เวชัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแยกข้าวตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีสารตัวอย่างจำนวนมาก คือ ในช่วง 70-100 กรัม ซึ่งประกอบด้วยข้าวกล้อง 15 ตัวอย่างและข้าวขาว 20 ตัวอย่าง และกลุ่มที่มีสารตัวอย่างจำนวนน้อย คือ ในช่วง 30-50 กรัม ซึ่งประกอบด้วยข้าวกล้อง 17 ตัวอย่าง และข้าวขาว 12 ตัวอย่าง

ซึ่งนำหนักข้าวให้ทราบแน่นอนและบรรจุลงในกระบอกโพลีเอทิลีน (polyethylene container) นำไปวัดความแรงรังสีแกมมาด้วยเครื่อง multichannel analyzer ชนิด 128 ช่อง ซึ่งต่อกับหัววัดรังสีชนิด scintillator แบบ NaI (Tl) ขนาด 3" x 3" ดังแสดงไว้ในรูป 2.1 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยวัดรวมค่าแบคกราวด์ และนำแบคกราวด์มาหักออกภายหลัง

2.2.2 การวัดความแรงรังสีรวมเบตา (Gross beta activity measurement)

2.2.2.1 การวัดความแรงรังสีรวมเบตาในข้าว

นำตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวขาวที่บดละเอียดอย่างถี่ถ้วนมาซึ่งให้ทราบน้ำหนักแน่นอน ภายหลังจากแช่ในกระเบื้องเคลือบ (porcelain basin) อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 130°C ช. แล่นำเข้าเผาในตู้อบที่อุณหภูมิ $450-500^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 5-7 ชั่วโมง เพื่อขจัดสารอินทรีย์ (organic matter) บางชนิดในตัวอย่างข้าว หึ่งให้เย็นและเก็บในภาชนะปิดกันความชื้น (desiccator) ก่อนนำไปซึ่งน้ำหนักของเถาอีกครึ่งหนึ่ง ถ่ายเถาของตัวอย่างข้าวลงสู่จานนับรังสี (planchet) และซึ่งให้ทราบน้ำหนักแน่นอน นำจานนับรังสีเข้าวัด



รูปที่ 2.1 เครื่องมือนับรังสี multichannel ชนิด 128 ช่อง ท่อกับหัววัด
รังสี NaI (Tl) 3" x 3"

ความแรงรังสีรวมเบต้าควยเครื่อง low background anticoincidence G.M. counter
 ดังแสดงในรูป 2.2 เป็นเวลา 1,000 วินาที โดยวัดรวมค่าแมคกราวด์ และหักค่า
 แมคกราวด์ออกภายหลัง

2.2.2.2 การวัดความแรงรังสีรวมเบต้าในดิน

ซึ่งดินตัวอย่างในงานับรังสีให้ทราบนำ
 หนักแน่นอน และนำงานับรังสีเข้าวัดความแรงรังสีรวมเบต้าควยเครื่อง low background
 anticoincidence G.M. counter เป็นเวลา 1,000 วินาที โดยวัดรวมค่า
 แมคกราวด์ และหักค่าแมคกราวด์ออกภายหลัง

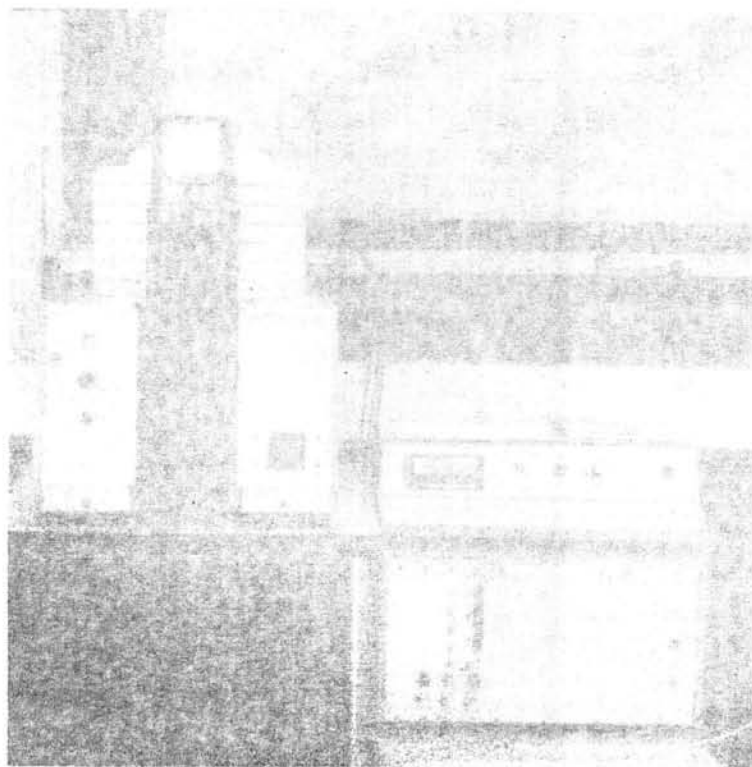
2.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสตรอนเตียม-90

ละลายเอาของขาวตัวอย่างซึ่งทราบน้ำหนักแน่นอนที่อยู่
 ในบีกเกอร์ (beaker) ควยกรดไนตริกเข้มข้นประมาณ 100 ลบ.ซม. และไฮโดรเจน
 เปอร์ออกไซด์ จำนวนเล็กน้อย อุณหภูมิบนเตาไฟฟ้า (hot plate) ในตู้ควัน
 (fume hood) กรองส่วนที่ไม่ละลายออก วัดปริมาตรของสารละลายและเก็บใส่ภาชนะ
 เพื่อการวิเคราะห์สตรอนเตียม-90 ต่อไป วิธีวิเคราะห์สตรอนเตียม-90 เป็นวิธีที่ใช้
 กันอยู่ที่ Health and Safety Laboratory (HASL) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
 (1972) ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

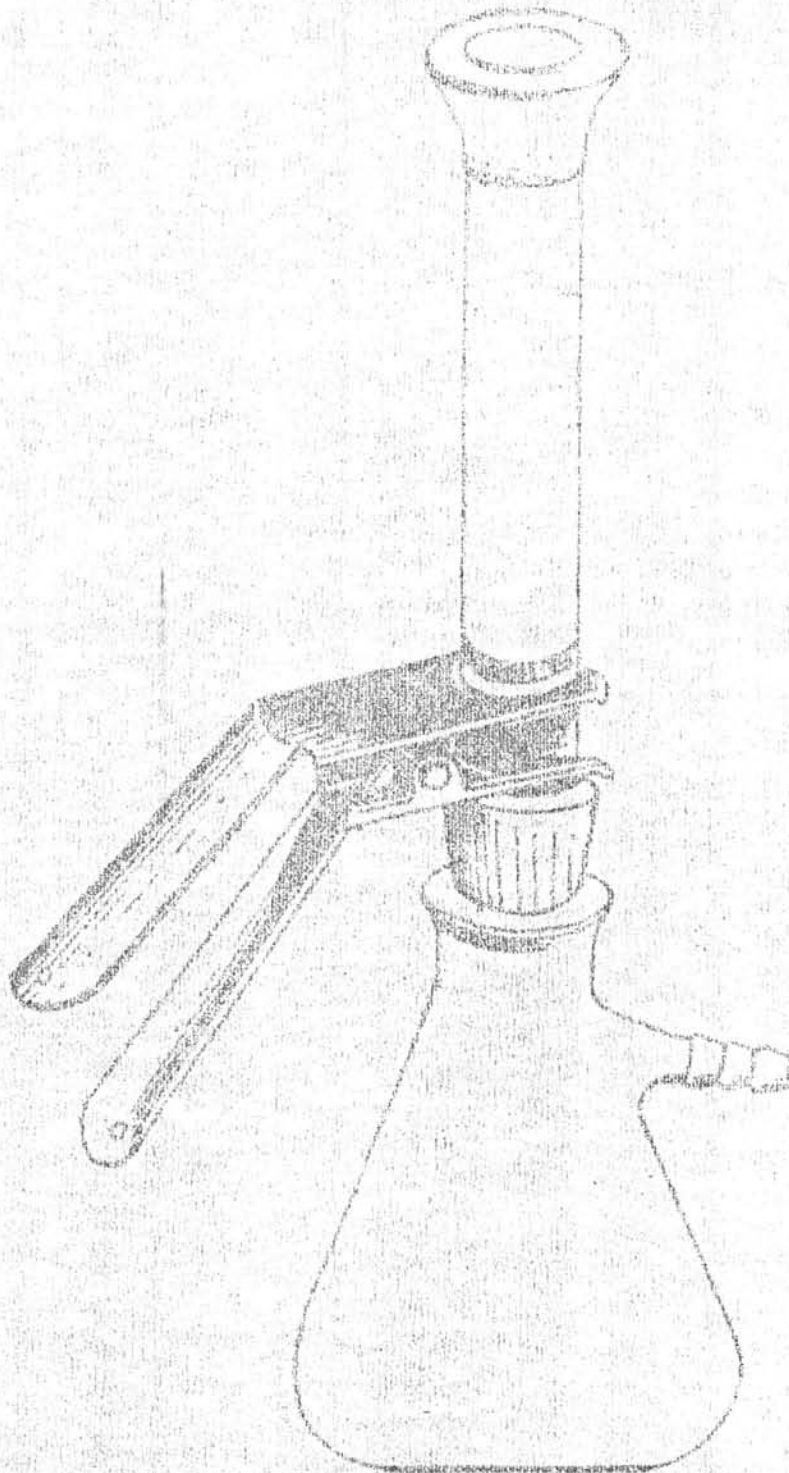
2.2.3.1 อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์

2.2.3.1.1 อุปกรณ์

- ก) กรวยแยก (separatory funnel) ขนาด 250 ลบ.ซม.
- ข) บีกเกอร์ ขนาด 150 และ 250 ลบ.ซม.
- ค) ขวดโพลีเอทิลีน ขนาด 2 ออนซ์
- ง) หลอดแก้วเซนตริฟิวจ์ (glass centrifuge tube) ขนาด
50 ลบ.ซม.
- จ) เครื่องเซนตริฟิวจ์
- ฉ) ชุดเครื่องมือกรองของบริษัทมิลลิปอร์ (millipore) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.2 เครื่อง low background anticoincidence
G.M. counter



2.3 Figure 2.3 Diagram of a laboratory apparatus

- ๕) กระดาษกรอง (filter paper) ของ Whatman เบอร์ 41
- ๖) กระดาษแสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH paper)
- ๗) บิบเปต (pipette)
- ๘) จานนับรังสี

2.2.3.1.2 เคมีภัณฑ์

- ก) กรดไนตริกเข้มข้น
- ข) กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
- ค) ไตรนิวทิลฟอสเฟต (tri-n-butyl phosphate, TBP) สารละลาย TBP ที่นำมาใช้จะต้องนำมาสกัดด้วยกรดไนตริกเข้มข้นในปริมาณที่เท่ากันเสียก่อน
- ง) คิวพาสตรอนเทียมในรูปของสตรอนเทียมไนเตรท $Sr(NO_3)_2$ โดยมีความเข้มข้นของสตรอนเทียม 20 มิลลิกรัมต่อ ลบ.ซม.
- จ) ยูพาทิตเรียมในรูปของอิตเตรียมไนเตรท $Y(NO_3)_3$ โดยมีความเข้มข้นของอิตเตรียม 20 มิลลิกรัมต่อ ลบ.ซม.
- ฉ) สารละลายสตรอนเทียม-85 ซึ่งมีความแรงแรงรังสี 0.5 ไมโครคูรีต่อ ลบ.ซม. โดยสั่งมาจาก The Radiochemical Centre, Amersham สหราชอาณาจักร โดยมีความแรงแรงรังสี 200 ไมโครคูรี
- ช) สารละลายสตรอนเทียม-90 ซึ่งมีความแรงแรงรังสี 2.34 มิลลิคูรีต่อ ลบ.ซม. ซึ่งสั่งมาจาก The Radiochemical Centre, Amersham สหราชอาณาจักร
- ซ) สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นในอัตราส่วน 1:1
- ฅ) สารละลายลิมิตัวกรวดออกซาลิก

2.2.3.2 วิธีปฏิบัติ

เติมคิวพาสตรอนเทียม ยูพาทิตเรียม

และสารติดตาม (tracer) ของสตรอนเตียม-85 อย่างละ 1 ลม.ซม. ในสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ที่ทราบปริมาณแน่นอนแล้วในกรวยแยกขนาด 250 ลม.ซม. เติม TBP จำนวน 50 ลม.ซม. เขย่า 5-10 นาที ตั้งทิ้งให้แยกชั้นและถ่ายชั้นน้ำ (aqueous phase) ลงสู่กรวยแยกที่สะอาด ขนาด 250 ลม.ซม. อีกใบหนึ่ง บันทึกเวลา สกัดชั้นน้ำอีกครั้งด้วย TBP 50 ลม.ซม. ตั้งทิ้งให้แยกชั้น

ถ่ายชั้นน้ำลงสู่บีกเกอร์ขนาด 250 ลม.ซม. น้ำชั้นสารอินทรีย์ (organic phase) TBP ลงผสมใน TBP เดิมที่อยู่ในกรวยแยกขนาด 250 ลม.ซม. ล้างชั้นสารอินทรีย์ด้วยกรกไนคริกเข้มข้น 50 ลม.ซม. สองครั้งแล้วถ่ายลงในบีกเกอร์เคม ระบุของเหลว (สตรอนเตียม) ในบีกเกอร์ให้ปริมาณลดลงเพื่อสะดวกในการถ่ายลงสู่ขวดโพลีเอทิลีนขนาด 2 ออนซ์ สกัดอิตเตรียมจากชั้นสารอินทรีย์ด้วยน้ำกลั่น 50 ลม.ซม. สองครั้ง รินชั้นน้ำออกและระเหยให้ใกล้ปริมาณ 10 ลม.ซม. จากนั้นจึงปรับ pH ให้ได้ 8 ด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ละลายตะกอนที่เกิดขึ้นด้วยกรกเกลือเข้มข้นจำนวน 2 หยด เติมน้ำ 15 ลม.ซม. และตามด้วยสารละลายอิมคิววกรของซาลิซิล 1 ลม.ซม. จะเกิดตะกอนอิตเตรียมออกซาลेट $Y_2(C_2O_4)_3 \cdot 9H_2O$ เก็บตะกอนอิตเตรียมออกซาลेटบนกระดาษกรองใบจานนัมรังสี ทำให้แห้งสนิทภายใต้แสงอินฟราเรด (infrared lamp) ตั้งให้เย็นก่อนนำไปซึ่งน้ำหนักตะกอน

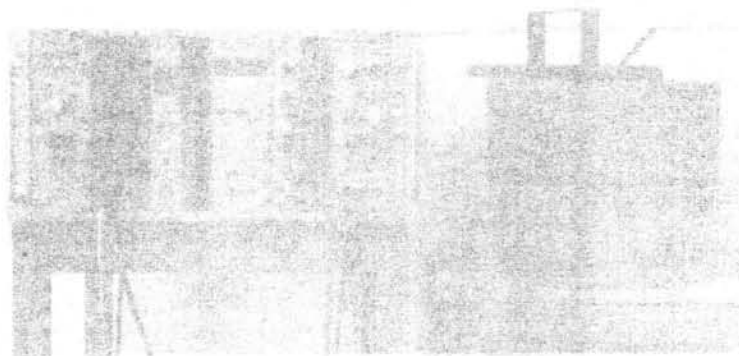
นำสารละลายสตรอนเตียม-90 มาตรวจมาตรฐานทำให้เจือจางจนมีความเข้มข้นรังสี 1.091×10^{-5} ไมโครคูรีต่อ ลม.ซม. แล้วนำ 1 ลม.ซม. ของสารละลายนี้มาวางกรณวิธีดังที่ไว้กับสารตัวอย่างทุกประการ

2.2.3.3 การนับปริมาณรังสีและการคำนวณค่าความแรงรังสี

2.2.3.3.1 การนับปริมาณรังสีแกมมาของ

สตรอนเตียม-85 และการคำนวณค่าความแรงรังสี

เนื่องจากสตรอนเตียม-85 เป็นสารกัมมันตรังสีชนิดที่สลายตัวให้รังสีแกมมา แต่เพียงอย่างเดียว ฉะนั้นจึงนับปริมาณรังสีด้วยเครื่อง single channel analyzer ที่ต่อกับหัววัด NaI (Tl) ขนาด 3" x 3" ดังแสดงในรูป 2.4 โดยนำขวดโพลีเอทิลีนที่



รูปที่ 2.4 เครื่องมือนับรังสีชนิดของเหลว ค่อกับหัววัดรังสี NaI (Tl)

บรรจุสตรอนเตียม-85 และตัวphasatronเตียมที่สกัดได้ในชั้นสุดท้ายมานับปริมาณรังสีเป็นเวลา 2 นาที และนับปริมาณรังสีของแบคกราวด์ด้วยเวลาเท่ากัน เมื่อหักลบปริมาณรังสีของแบคกราวด์ออก จะได้ปริมาณรังสีแกมมาของสตรอนเตียม-85 ที่สกัดได้ นำสารละลายสตรอนเตียม-85 ที่ใช้เป็นสารติดตามปริมาตร 1 ลบ.ซม. ที่ปรับจนได้ปริมาตรเท่ากับสารละลายสตรอนเตียม-85 ที่สกัดได้จากสารตัวอย่างมานับปริมาณรังสี เช่นเดียวกับสารตัวอย่างทุกประการ ด้วยวิธีการเช่นนี้ทำให้คำนวณอัตราการรอยละของการสกัดได้จากสูตร

$$\text{อัตราการรอยละของการสกัด} = \frac{\text{ปริมาณรังสีของสารละลายสตรอนเตียม-85 จากสารตัวอย่าง} \times 100}{\text{ปริมาณรังสีของสารละลายสตรอนเตียม-85 มาตรฐาน}}$$

----- (2.1)

2.2.3.3.2 การนับปริมาณรังสีเบต้าของ
อิตเทรียม-90 และการคำนวณปริมาณสตรอนเตียม-90 ในสารตัวอย่าง

นำตะกอนของอิตเทรียมออกซาเลตในจวนนับรังสี มานับปริมาณรังสีเบต้าด้วยเครื่อง low background anticoincidence G.M. counter เป็นเวลา 1,000 วินาที โดยวัดรวมค่าแบคกราวด์ เมื่อหักลบปริมาณรังสีของแบคกราวด์ออกแล้วจะได้ปริมาณรังสีเบต้าของอิตเทรียม-90 แล้วปรับค่าปริมาณรังสีที่ได้ให้เท่ากับค่าที่ถูกตองโดยมีค่ารอยละ 100 ของเคมีกัลยิลด์ โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักของอิตเทรียมตัวพา กล่าวคืออิตเทรียม 20 มิลลิกรัม ตกตะกอนเป็นอิตเทรียมออกซาเลตสมบูรณ์รอยละ 100 จะได้น้ำหนักของอิตเทรียมออกซาเลตเท่ากับ 68 มิลลิกรัม จากนั้นจึงปรับปริมาณรังสีที่ได้ให้เท่ากับค่าที่ถูกตองโดยมีค่ารอยละ 100 ของการสกัดอีกครึ่งหนึ่ง และคำนวณปริมาณสตรอนเตียม-90 ในสารตัวอย่างได้จากสมการ

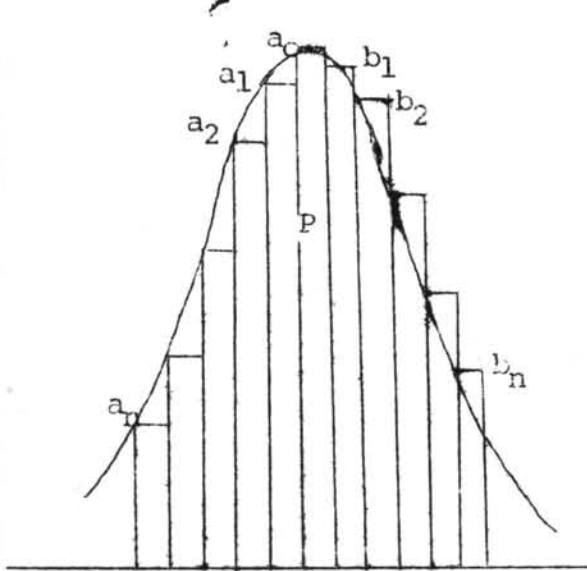
$$\frac{\text{ปริมาณรังสีสตรอนเตียม-90 ในสารตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณรังสีสตรอนเตียม-90 ในสารมาตรฐาน}} = \frac{\text{ความแรงรังสีของสตรอนเตียม-90 ในสารตัวอย่าง}}{\text{ความแรงรังสีของสตรอนเตียม-90 ในสารมาตรฐาน}}$$

----- (2.2)

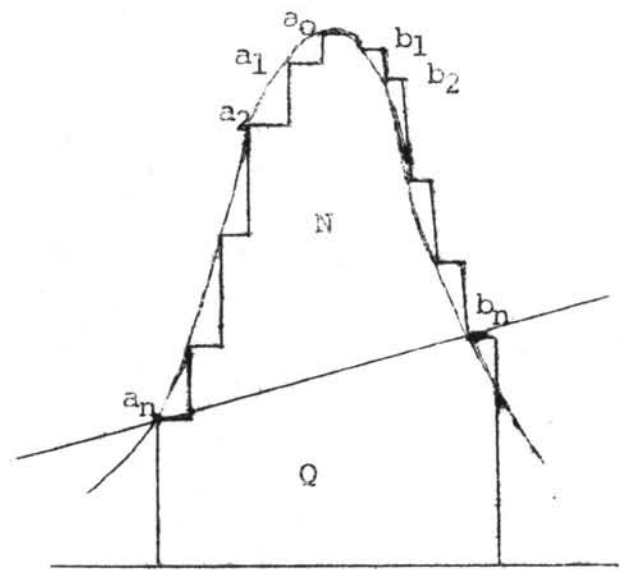
2.2.4 การคำนวณค่าความแรงรังสีแกมมา

การคำนวณค่าความแรงรังสีแกมมาใช้วิธีของ Covell

(1959) คือวิธีการคำนวณพื้นที่ภายใต้ peak จากสเปกตรัมของรังสีแกมมาที่ปรากฏ ซึ่งได้จากพื้นที่ทั้งหมดของ peak หักลบด้วยพื้นที่ฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6 ตามลำดับ



รูปที่ 2.5 ความแรงรังสีแสดงด้วย bar graph



รูปที่ 2.6 พื้นที่ภายใต้ peak, N

ให้ a_0 = ความแรงรังสีสูงสุดของ peak

a_1, a_2, \dots, a_n = ความแรงรังสีใน peak ทางด้านซ้ายของ a_0

b_1, b_2, \dots, b_n = ความแรงรังสีใน peak ทางด้านขวาของ a_0

P = ความแรงรังสีทั้งหมด

Q = ความแรงรังสีของพื้นที่ฐาน

N = ความแรงรังสีภายใต้ peak

จะได้ $N = P - Q$

แต่
$$P = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i + \sum_{i=1}^N b_i$$

$$\begin{aligned} \text{และ } Q &= \frac{(2n-1)(a_n + b_n)}{2} + (a_n + b_n) \\ &= (n + \frac{1}{2})(a_n + b_n) \end{aligned}$$

แทนค่า P และ Q จะได้

$$N = a_0 + \sum_1^N a_i + \sum_1^N b_i - (n + \frac{1}{2})(a_n + b_n) \quad \text{----- (2.3)}$$

2.2.5 การคำนวณค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือรังสี

2.2.5.1 การคำนวณค่าประสิทธิภาพของเครื่อง

multichannel analyzer ชนิด 128 ช่องที่ต่อกับหัววัด NaI (Tl) ขนาด 3" x 3"

นำสารละลายโปตัสเซียมคลอไรด์ 1 ลบ.ซม. ถายลงภาชนะที่ใช้วัดสารตัวอย่าง เติมน้ำให้มีระดับเท่ากับระดับของสารตัวอย่าง นำมาวัดปริมาณรังสีแกมมา โดยใช้เครื่อง multichannel analyzer ชนิด 128 ช่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง คำนวณปริมาณรังสีภายใต้ peak จากสเปกตรัมของรังสีแกมมาของโปตัสเซียม-40 ที่มีพลังงาน 1.46 MeV. โดยใช้สูตร 2.3 แล้วนำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพ ดังนี้

การละลายของโปตัสเซียมคลอไรด์คิดเป็นกรัมก่อนน้ำเย็น 100 ลบ.ซม. เท่ากับ 34.7

ในสารละลาย 100 ลบ.ซม. มีโปตัสเซียมคลอไรด์	34.7	กรัม
ในสารละลาย 1 ลบ.ซม. มีโปตัสเซียมคลอไรด์	$\frac{34.7 \times 1}{100}$	กรัม
	= 0.347	กรัม
โปตัสเซียมคลอไรด์หนัก 74.56 กรัม มีโปตัสเซียม	39.1	กรัม
โปตัสเซียมคลอไรด์หนัก 0.347 กรัม มีโปตัสเซียม	$\frac{39.1 \times 0.347}{74.56}$	กรัม
	= 0.18197	กรัม

% abundance ของโปตัสเซียม-40 มีค่าเท่ากับ .0118

$$\text{ฉะนั้นโปตัสเซียม 100 กรัม มีโปตัสเซียม-40} = .0118 \quad \text{กรัม}$$

$$\text{โปตัสเซียม 0.18197 กรัม มีโปตัสเซียม-40} = \frac{.0118 \times 0.18197}{100} \quad \text{กรัม}$$

$$= 2.1472 \times 10^{-5} \quad \text{กรัม}$$

$$\text{โปตัสเซียม-40 40 กรัม มีจำนวนอะตอม} \quad 6.02 \times 10^{23} \quad \text{อะตอม}$$

$$\text{โปตัสเซียม } 2.1472 \times 10^{-5} \text{ กรัม มีจำนวนอะตอม} \quad \frac{6.02 \times 10^{23} \times 2.1472 \times 10^{-5}}{40} \quad \text{อะตอม}$$

$$= 0.32315 \times 10^{18} \quad \text{อะตอม}$$

$$\text{จาก } A = N\lambda$$

$$A = \text{Activity}$$

$$N = \text{จำนวนอะตอม}$$

$$\lambda = \text{Decay constant}$$

$$\text{ครึ่งชีวิตของโปตัสเซียม-40 (T 1/2)} = 1.3 \times 10^9 \quad \text{ปี}$$

$$\lambda = \frac{0.693}{T \ 1/2}$$

$$= \frac{0.693}{1.3 \times 10^9 \times 365 \times 24} \quad \text{hr}^{-1}$$

$$A = \frac{0.32315 \times 10^{18} \times 0.693}{1.3 \times 10^9 \times 365 \times 24}$$

$$= 1.96648 \times 10^4 \quad \text{dph.}$$

คิดเฉพาะ peak ของโปตัสเซียม-40 ที่มี Branch ratio 11 %

$$\therefore \text{dph ของโปตัสเซียม-40 ที่ peak 1.46 MeV.} = 1.96648 \times 10^4 \times 0.11$$

$$= 0.21631 \times 10^4$$

$$\text{เมื่อประสิทธิภาพของเครื่องมือนับรังสี} = \frac{\text{จำนวนที่นับได้}}{\text{ความแรงรังสีจริง}} \times 100 \quad \text{----- (2.4)}$$

หลังจากแทนค่าปริมาณรังสีที่นับได้ของโปตัสเซียม-40 ลงในสูตร (2.4) จะได้ว่า

ค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือนับรังสีสำหรับสารตัวอย่างจำนวนน้อย

$$\text{ที่พลังงาน } 1.46 \text{ MeV.} = 28.66 \%$$

ค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือนับรังสีสำหรับสารตัวอย่างจำนวนมาก

$$\text{ที่พลังงาน } 1.46 \text{ MeV.} = 35.94 \%$$

2.2.5.2 การคำนวณค่าประสิทธิภาพของเครื่อง low background anticoincidence G.M. counter

กุกสารละลายมาตรฐานสตรอนเทียม-90 ปริมาตร 1 ลบ.ซม. ที่มีความเข้มรังสี 1.091×10^{-5} ไมโครคูรีต่อ ลบ.ซม. ลงในจานนับรังสีที่มีขั้วซึ่งทราบปริมาณรังสีแล้ว คลุกเคล้าให้เข้ากันให้ดี นำไปนับปริมาณรังสีเบต้าด้วยเครื่อง low background anticoincidence G.M. counter เป็นเวลา 1,000 วินาที เมื่อหักค่าปริมาณรังสีของขั้วออกแล้ว นำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพจากสูตร 2.4 ซึ่งผลจากการคำนวณ ปรากฏว่าภายใต้สภาวะการนับประสิทธิภาพของเครื่อง low background anticoincidence G.M. counter มีค่าเท่ากับร้อยละ 39.64

2.2.6 การคำนวณความเข้มรังสีรวมเบต้า และปริมาณโปตัสเซียม-40 ในสารตัวอย่าง

2.2.6.1 การคำนวณความเข้มรังสีรวมเบต้า

คำนวณได้จากปริมาณรังสีเบต้าที่นับได้จากสารตัวอย่างที่หักลบค่าเบคกราวด์ออกแล้ว และประสิทธิภาพของเครื่องมือนับรังสี จากข้อ

2.2.5.2 โดยอาศัยสมการ 2.4

2.2.6.2 การคำนวณปริมาณโปตัสเซียม-40

คำนวณปริมาณรังสีภายใต้ peak จากสเปกตรัมของรังสีแกมมาของโปตัสเซียม-40 ของสารตัวอย่างจากข้อ 2.2.1 ที่พลังงาน 1.46 MeV. โดยใช้สูตร 2.3 และจากประสิทธิภาพของเครื่องมือนับรังสีที่คำนวณได้จาก 2.2.5.1 จำนวนปริมาณโปตัสเซียม-40 ของสารตัวอย่างได้จากสมการ 2.4 ดังนี้ คือ

$$\text{ปริมาณโปตัสเซียม-40} = \frac{\text{จำนวนที่นับได้}}{\text{ประสิทธิภาพของเครื่องนับรังสี}} \times 100 \quad \text{----- (2.5)}$$

2.2.7 ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณสตรอนเตียม-90 โดยวิธีวิเคราะห์แบบสกัดแยกควย TBP

ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณมาจากพื้นฐานความเที่ยงตรง (precision) และความแน่นอน (accuracy) ของวิธีวิเคราะห์ ความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์สามารถหาได้จากการทดลองซ้ำกันหลายครั้งของสารตัวอย่าง โดยกรรมวิธีเดียวกัน ตรวจสอบที่ได้ความใกล้เคียงกันเพียงใด ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสตรอนเตียม-90 ของสารมาตรฐานมีความแรงรังสี 1.091×10^{-5} ไมโครคูรีต่อ ลบ.ซม. เป็นจำนวน 3 ครั้ง ผลการตรวจสอบก็แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสตรอนเตียม-90

การวิเคราะห์	ความแรงรังสีของสตรอนเตียม-90 $\times 10^{-5}$ ไมโครคูรี
ปริมาณที่แท้จริง	1.091
ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ ครั้งที่ 1	1.051
ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ ครั้งที่ 2	1.085
ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ ครั้งที่ 3	1.124
ค่าเฉลี่ย	1.087 ± 0.037

สำหรับการตรวจสอบความแน่นอนของการวิเคราะห์ กระทำโดยการวิเคราะห์ ปริมาณไอโซโทปรังสีของสารตัวอย่างที่เป็นสารตัวอย่างเปรียบเทียบมาตรฐาน (Standard reference sample) ซึ่งมีค่าถูกต้อง (certified value) ของไอโซโทปรังสีที่ วิเคราะห์แน่นอนแล้ว จากการเปรียบเทียบค่าที่วิเคราะห์ได้จะทราบความแน่นอนของวิธี วิเคราะห์ ในการศึกษาวิจัยนี้ได้วิเคราะห์น้ำตัวอย่าง W-2 (Fresh water) ซึ่งจัดเตรียม โดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ผลการตรวจสอบคือวิเคราะห์ปริมาณสตรอน เตียม-90 ของน้ำตัวอย่างได้ 3.42 ± 0.18 พิโคคูรี เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ทบวงการฯ รายงานไว้ คือ 3.08 พิโคคูรี