



3.1 สารตัวอย่าง การเตรียมสารตัวอย่าง และการอบรังสีนิวตรอน

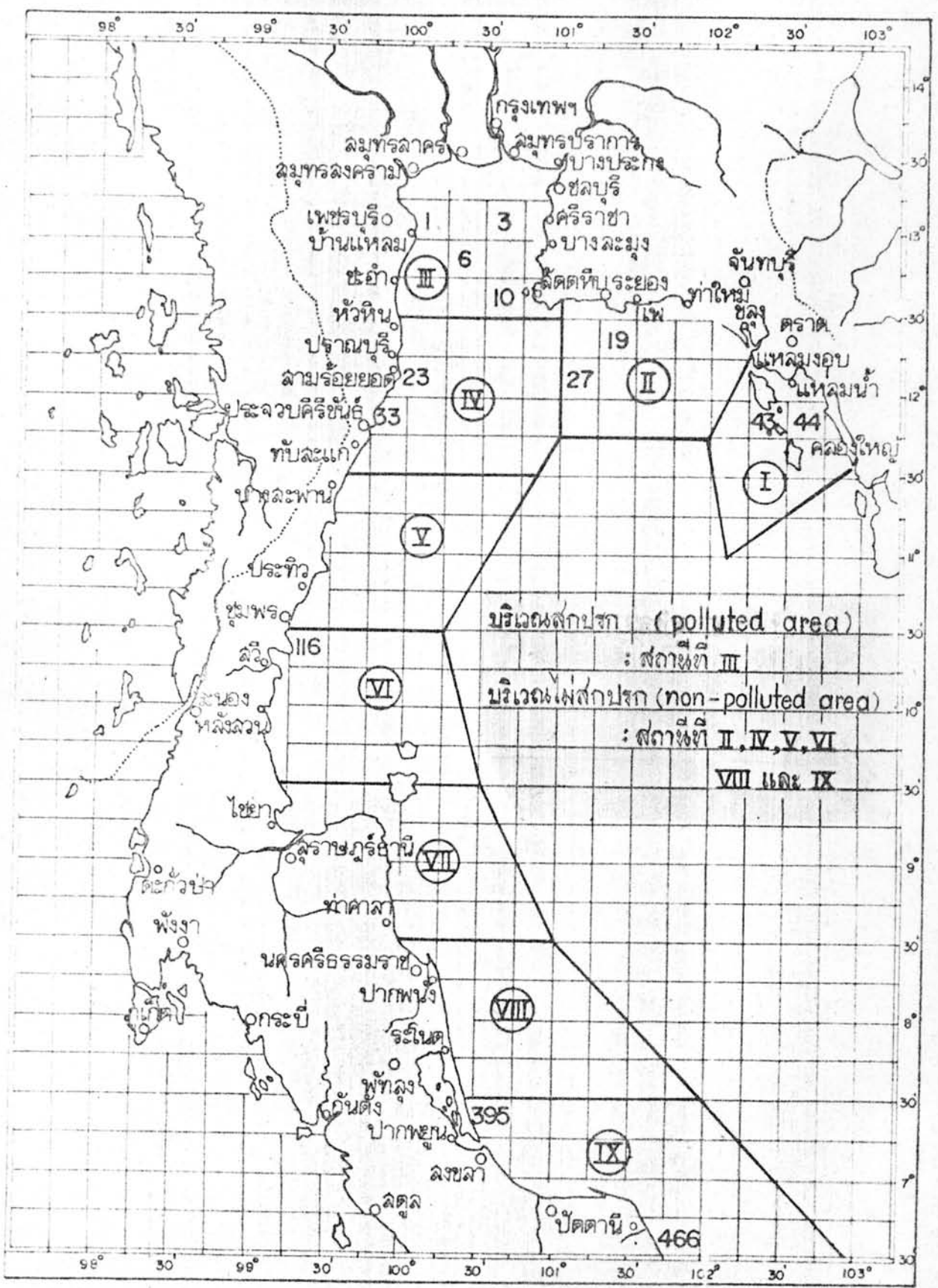
3.1.1 สารตัวอย่างและการเตรียมสารตัวอย่าง

ตัวอย่างปลาทะเลสามัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้รับความอนุเคราะห์จากสถานวิจัยประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยเก็บตัวอย่างจากเขตต่าง ๆ ในน่านน้ำไทย ตามแผนที่ในรูปที่ 3.1 เขตที่ทำการเก็บตัวอย่างคือ เขต II, III, IV, VI และ IX ตามลำดับ โดยจะเก็บปลาตัวอย่างในแต่ละเขตเป็นจำนวน 4 ครั้ง ในรอบปีตาม peak period ของอุตุกรรม (มค. เมษ. กค. และ ตค./พย.) ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2520 ถึงเดือนเมษายน 2521 ชนิดของปลาทะเลที่นำมาวิเคราะห์มีรายชื่อ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อปลาทะเลสามัญที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของปรอทและซีลีเนียม

| ชื่อสามัญ | | เขตที่ทำการเก็บตัวอย่าง | |
|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------|
| ภาษาไทย | ภาษาอังกฤษ | บริเวณไม่สกปรก | บริเวณสกปรก |
| ปลาทูรายแดง | Thread fin bream | II, IV, VI, IX | III |
| ปลาทูตาโต | Bigeye fish | II, IV, VI, IX | III |
| ปลาดุกมีกกล้วย-กระดอง | Squid | II, IV, VI, IX | III |
| ปลาแป้น | Pony fish | VI, IX | - |
| ปลาซางเห็ดทอง (อีกัน) | Scad | IV, VI, IX | III |
| ปลาทู | Chub mackerel | IX | III |

* ขอบจัดปลาทูมีกเป็นปลาประเภทหนึ่ง

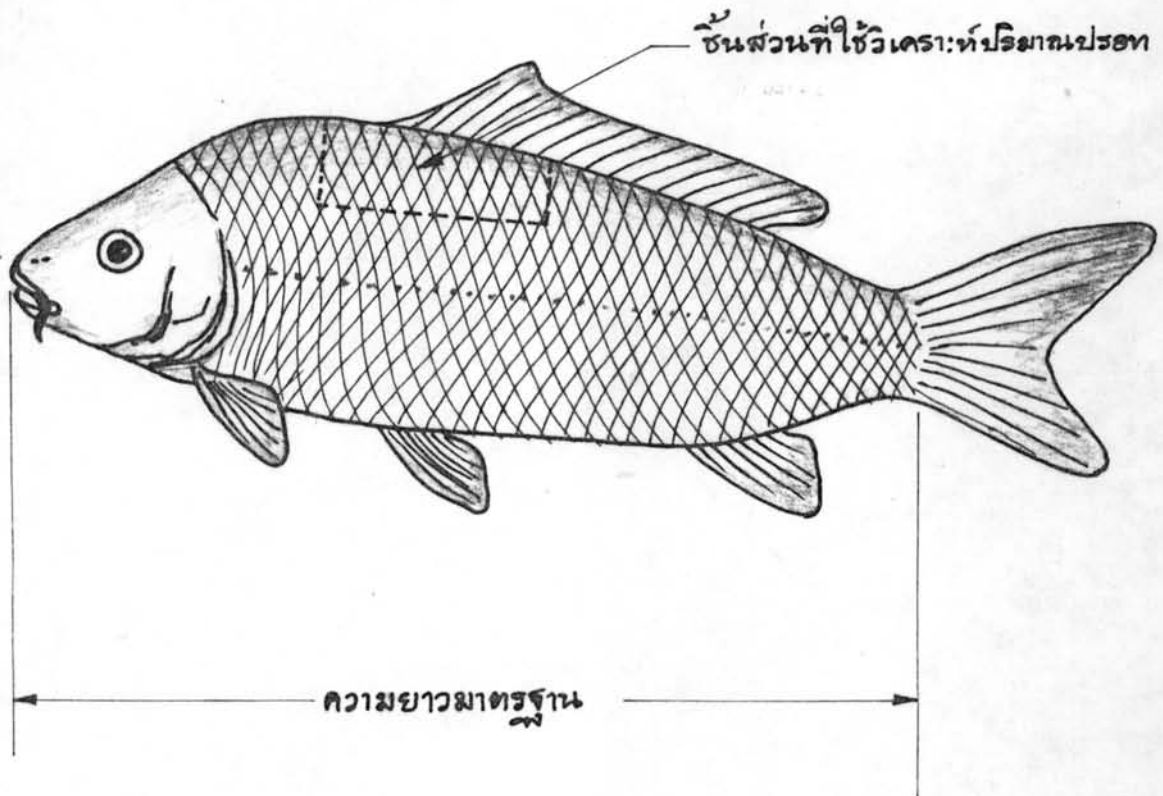


คัดเลือกปลาแต่ละชนิดที่มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกันมากที่สุด มาชำแหละ และเลือกเฉพาะเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อบริเวณหลังของปลา (รูปที่ 3.2) ซึ่งจะเป็นส่วนที่สะสมแร่ธาตุไว้มากที่สุดในตัวปลา (74) แล้วนำมาทำให้แห้งโดยเทคนิคการเยือกแข็ง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้กำจัดน้ำออกจากตัวอย่างที่มีสารประกอบที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งระเหยได้ง่าย กรรมวิธีทำโดยการลดอุณหภูมิของตัวอย่างจนต่ำกว่าจุดเยือกแข็งในขณะที่ลดความดันไปพร้อมกัน ดังนั้นน้ำในตัวอย่างจะระเหิดกลายเป็นไอ

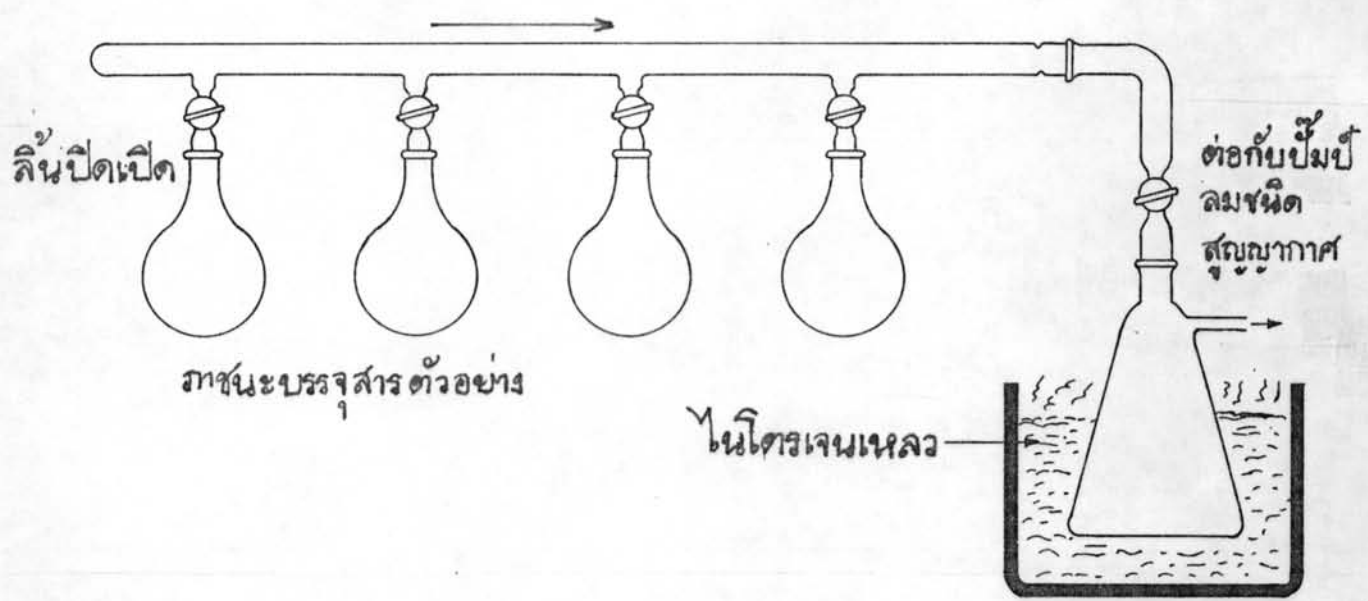
วิธีทำให้แห้งโดยการเยือกแข็งกระทำโดยใช้เครื่องมือดังรูป 3.3 ซึ่งประกอบด้วยหลอดแก้วยาวมีปลายด้านหนึ่งเปิด และมีทางออกอยู่ 4 ทาง ในแต่ละทางมีลิ้น (valve) บังคับการเปิดปิดการไหลของอากาศปลายข้างที่เปิดสวมใส่ไว้ด้วยหลอดแก้วที่งอเป็นมุมฉาก โดยที่ปลายด้านหนึ่งมีลิ้นปิด-เปิดเช่นกัน และสวมใส่อยู่กับขวดดูด (suction flask) ที่มีช่องสำหรับดูดอากาศออกได้ วิธีปฏิบัติกระทำโดยนำขวดแก้วกลมถึงบรรจุสารตัวอย่างและแช่แข็งไว้ก่อนแล้วมาสวมใส่เข้ากับปลายของหลอดแก้วทางออก แลขวดดูดลงในภาชนะซึ่งบรรจุไนโตรเจนเหลวดูดอากาศในหลอดแก้วออกโดยให้ปั๊มสุญญากาศ ในขณะที่เปิดลิ้นทั้ง 5 ตัว น้ำจากสารตัวอย่างจะระเหิดกลายเป็นไอและมาสะสมอยู่ในขวดดูด สารตัวอย่างที่แห้งแล้วจะมีลักษณะเป็นรูปพรุน และพร้อมที่จะถูกนำจากอากาศกลับคืนได้ง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บสารตัวอย่างที่แห้งแล้วในภาชนะป้องกันความชื้น (desiccator)

3.1.2 การอบรังสีนิวตรอน

นำตัวอย่างปลาแต่ละชนิดมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อที่จะบรรจุลงในหลอดแก้วควอตซ์ (quartz ampoules) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร ซึ่งปลายข้างหนึ่งปิดและล้างสะอาด หลังจากบรรจุตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว นำไปเชื่อมปลายหลอดแก้วควอตซ์ทันทีเพื่อให้อากาศออก ปริมาณของตัวอย่างที่บรรจุในหลอดแก้วนั้น ประมาณให้พอดีที่จะใส่ในภาชนะเคลือบรูปเรือ (ceramic combustion boat) ขนาด 60 x 7 x 8 มิลลิเมตร ซึ่งใช้ในการเผาได้แก่หม้อต้ม สำหรับสารมาตรฐานนั้น ใช้สารละลายของปรอทและซีลีเนียม



รูปที่ 3.2 รูปแสดงส่วนตัดของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเนื้อ
บริเวณหลังของปลา



รูปที่ 3.3 เครื่องมือของวิธีทำสารตัวอย่างให้แห้ง โดยการเยือกแข็ง

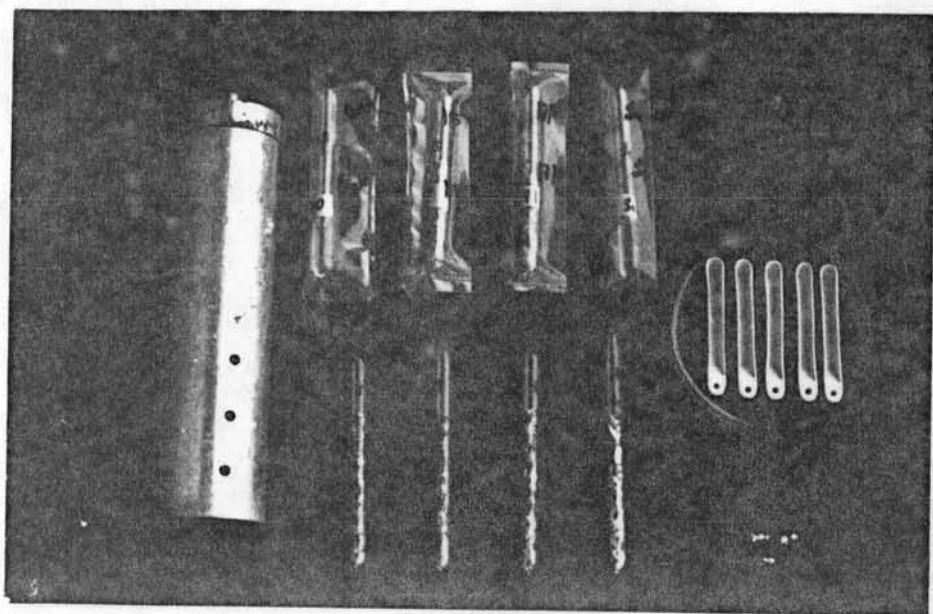
ที่มีความเข้มข้น 13.48 และ 12.14 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ โดยบรรจุสารละลาย
มาตรฐานดังกล่าวลงในหลอดแก้วควอร์ซชนิดเดียวกัน จากนั้นนำหลอดแก้วควอร์ซมาหุ้ม
ด้วยถุงพลาสติกและผนึกปิดด้วยความร้อนอีกชั้นหนึ่ง

นำหลอดแก้วควอร์ซที่บรรจุตัวอย่างปลาแห้งหุ้มด้วยพลาสติกเรียบร้อยแล้วจำนวน
10 หลอดพร้อมทั้งสารมาตรฐาน 2 หลอดใส่ลงในระบอบอะคูมิเยนขนาดใหญ่ ที่ใช้ใน
การนำตัวอย่างเข้าอานรังสีนิวตรอน (รูปที่ 3.4) แล้วนำระบอบอะคูมิเยนดังกล่าว
เข้าอานรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุง-1 (ปพว-1/1) ของ
สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ในตำแหน่งที่มีความเข้มของนิวตรอนประมาณ 10^{11}
นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน หลังจากเสร็จสิ้นการ
อานรังสีนิวตรอน แล้วนำสารตัวอย่างออกมาและทิ้งไว้ประมาณ 3-5 วัน เพื่อให้เรกิโอ
ไอโซโทปที่มีครึ่งชีวิตสั้น ๆ สลายตัวไปบ้าง ก่อนนำไปทำการวิเคราะห์

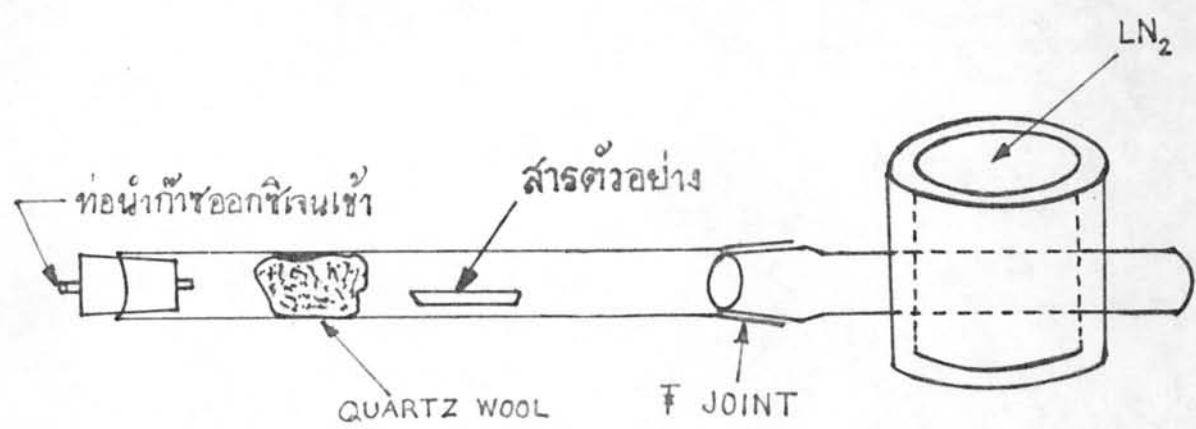
3.2 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของปรอทและซีลีเนียม

เมื่อนำปรอทและซีลีเนียมเข้าอานรังสีนิวตรอน จะเกิดเรกิโอไอโซโทปของ
ปรอทและซีลีเนียมหลายประเภทตามคุณสมบัตินิวเคลียร์ของปรอท และซีลีเนียม ดังแสดง
ไว้ในตารางที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ

ถ้าวิเคราะห์จากตารางที่ 3.2 จะพบว่า เรกิโอไอโซโทปของปรอท-199
และปรอท-205 ไม่เหมาะสมที่จะเลือกใช้ในการวิเคราะห์ เพราะมีครึ่งชีวิตสั้นมาก และ
มีความสามารถในการจับนิวตรอนต่ำด้วย เรกิโอไอโซโทปของปรอท-197 m อาจพิจารณา
นำมาใช้ได้ แต่เนื่องจากมีครึ่งชีวิตในสูวนานักคือ 24 ชั่วโมง และในการวิเคราะห์โดย
อาศัยวิธีทางเคมีประกอบอาจยุ่งยากมาก จึงไม่พิจารณานำมาใช้ สำหรับเรกิโอไอโซโทป
ของปรอท-203 มีครึ่งชีวิตยาว ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เพราะสามารถทิ้งไว้ได้เป็นเวลานาน
ไม่ต้องรีบร้อนในการปฏิบัติการทางเคมี แต่มีข้อเสียคือต้องใช้เวลาอานรังสีนิวตรอนนาน
เพื่อทำให้อิ่มตัว (saturation) เพราะมีความสามารถในการจับนิวตรอนต่ำ อีกทั้งพลัง-
งานของรังสีแกมมาที่ปลดปล่อยออกมามีค่า 0.279 mev ซึ่งตรงกับพลังงานรังสีแกมมา
ของซีลีเนียม-75 ทำให้เกิดความยุ่งยากในการวิเคราะห์สเปกตรัม



รูปที่ 3.4 สารตัวอย่างก่อนเข้าอบรังสีนิวตรอน



รูปที่ 3.5 รูปแสดงส่วนประกอบในการเผาทำลายสารตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของเรดิโอไอโซโทปของปรอท

| ไอโซโทป ชนิด เสถียร | ปริมาณที่ เกิดใน ธรรมชาติ (%) | ความสามารถ ในการจับนิว- ตรอน(บาร์น) | ไอโซโทป ที่เกิด | ครึ่งชีวิต | พลังงานรังสี แกมมาที่ปลดปล่อย (MeV) |
|---------------------------|--|---|--------------------|------------|---|
| Hg-196 | 0.146 | 125 | Hg-197m | 24 ชั่วโมง | 0.134 (42%) 0.279 (7%) |
| | | | 2930 | Hg-197 | 65 ชั่วโมง |
| | | 0.013 | | Hg-199m | 44 นาที |
| | | | Hg-199 | 16.84 | 2500 |
| Hg-200 | 23.13 | 60 | Hg-201 | เสถียร | |
| Hg-201 | 13.22 | 60 | Hg-202 | เสถียร | |
| Hg-202 | 29.80 | 4.5 | Hg-203 | 46.9 วัน | 0.279 (77%) |
| Hg-204 | 6.85 | 0.43 | Hg-205 | 5.2 นาที | 0.205 (%) |

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของเรดิโอไอโซโทปของซีลีเนียม

| ไอโซโทป ชนิด เสถียร | ปริมาณที่ เกิดใน ธรรมชาติ (%) | ความสามารถ ในการจับนิว- ตรอน(บาร์น) | ไอโซโทป ที่เกิด | ครึ่งชีวิต | พลังงานรังสี แกมมาที่ปลดปล่อย (MeV) |
|---------------------------|--|---|--------------------|------------|---|
| Se-74 | 0.87 | 30 | Se-75 | 120 วัน | 0.066 (1%) 0.097 (3.3%) 0.121 (17%) 0.136 (57%) 0.265(60%) 0.279 (25%) 0.401 (12%) |
| Se-76 | 9.02 | 22 | Se-77m | 18 วินาที | 0.161 (50%) |
| Se-77 | 7.58 | 42 | Se-78 | เสถียร | |
| Se-78 | 23.52 | 0.36 | - | - | - |
| Se-80 | 49.82 | 0.1 | Se-81m | 57 นาที | 0.103 (3%) |
| | | | Se-81 | 18 นาที | 0.030 (0.06%) 0.28 (0.9%) 0.56 (0.3%) 0.83 (0.2%) |
| Se-82 | 9.19 | 0.05 | Se-83 | 25 นาที | 0.22 (44%) 0.36 (69%) 0.52 (59%) 0.71 (25%) 0.83 (41%) 1.06 (16%) 1.31 (25%) 1.88 (16%) 2.29 (9%) |

ตั้งขึ้นในการศึกษาวิจัยนี้ จึงพิจารณาเลือกปรอท-197 มาใช้ในการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะมีครึ่งชีวิตไม่สั้นไม่ยาวเกินไปคือ 65 ชั่วโมง และมีความสามารถในการจับรังสีบีตาตรอนสูงมาก ซึ่งทำให้สะดวกไม่จำเป็นต้องใช้เวลาฉายรังสีบีตาตรอนนาน พลังงานรังสีแกมมาของปรอท-197 ที่ใช้วิเคราะห์นั้นคือ 0.077 MeV ซึ่งเกิดได้มากที่สุดคือร้อยละ 18 ในกรณีของซีลีเนียมในตารางที่ 3.3 นั้น เรดิโอไอโซโทปของซีลีเนียมที่เหมาะสมที่สุดคือ ซีลีเนียม-75 ซึ่งให้พลังงานรังสีแกมมาหลายพลังงานด้วยกัน พลังงานที่เหมาะสมที่สุดคือ พลังงานรังสีแกมมา 0.265 MeV ซึ่งมีโอกาสในการเกิดสูงสุดเป็นร้อยละ 60

3.3 วิธีดำเนินการวิเคราะห์

3.3.1 การแยกปรอทและซีลีเนียม โดยกรรมวิธีทางเคมี

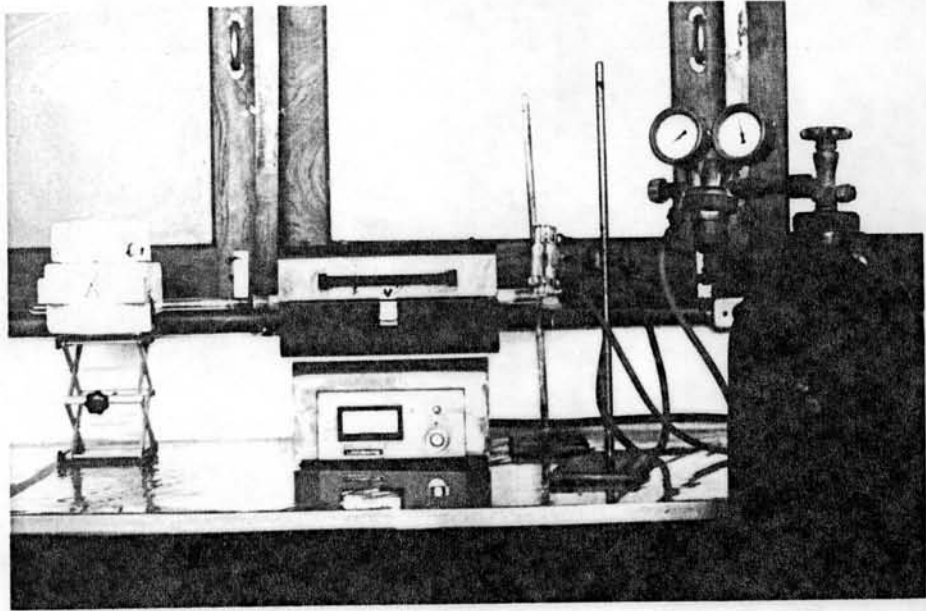
นำสารตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสี และทิ้งไว้ให้สลายตัวนานพอสมควรแล้ว มาแยกปรอทและซีลีเนียมออกมา โดยเทคนิคของการเผาทำลาย (combustion technique) กรรมวิธีเผาทำลายที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ตัดแปลงมาจากวิธีของ Rook และคณะ (67,68) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1.1 อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์

3.3.1.1.1 เครื่องมือเผาตัวอย่างปลาเพื่อแยกปรอท และซีลีเนียมออกมา ดังแสดงในรูป 3.5 และรูป 3.6 ประกอบด้วย

ก. หลอดแก้วควอร์ซที่ใช้ในการเผา (combustion tube) เป็นหลอดแก้วควอร์ซยาวประมาณ 45 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ปลายทั้งสองข้างเปิด แต่ปลายข้างหนึ่งเป็นกราวนด์จอยนต์ (ground joint) ซึ่งมีขนาดมาตรฐาน 19/38

ข. หลอดแก้วควอร์ซควมแน่นเป็นหลอดแก้วควอร์ซยาวประมาณ 30 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ปลายข้างหนึ่งปิด ปลายอีกข้างหนึ่งเป็นกราวนด์จอยนต์ขนาด 19/38 สำหรับสวมเข้ากับหลอดแก้วควอร์ซที่ใช้เผา



รูปที่ 3.6 เครื่องมือที่ใช้เผาทำลายสารตัวอย่าง



รูปที่ 3.7 เครื่องมือตัดหลอดแก้วควอร์ซ

- ค. ภาชนะเคลือบรูปเรือ ขนาดเล็กสำหรับใส่ตัวอย่างปลาที่เผา
- ง. โฟมสำหรับบรรจุไนโตรเจนเหลว ซึ่งเจาะรู 2 ช่อง เพื่อเชื่อมหลอดแก้วความแน่น
- จ. หลอดนำก๊าซ ออกซิเจนเสียบติดกับจุกยางซึ่งต่อเข้ากับเครื่องปรับ (regulator) ความดันของก๊าซและต่อกับถังออกซิเจน
- ฉ. เตาเผาแบบหลอด (tube furnace) มีช่องอุณหภูมิระหว่าง $0 - 1200^{\circ} \text{C}$
- ช. ไบควอทซ์ (quartz wool)
- ฌ. ขวดพลาสติก (polyethylene) ขนาด 100 ลบ.ซม. สำหรับใส่สารละลายที่จะนำไปวัดรังสี

3.3.1.1.2 เคมีภัณฑ์

- ก. กรดไนตริกเข้มข้น
- ข. เมอร์คิวริกออกไซด์
- ค. น้ำกลั่น
- ง. ไนโตรเจนเหลว

3.3.1.2 วิธีปฏิบัติ

นำหลอดแก้วควอทซ์ซึ่งอาจรังสีนิวตรอนและทิ้งไว้ระยะหนึ่ง เพื่อให้เรดิโอไอโซโทปขึ้น ๆ ที่มีครึ่งชีวิตสั้นสลายตัวไปบ้าง แล้วมาล้างผิวหลอดด้วยกรดไนตริกเจือจางและน้ำกลั่น จากนั้นนำไปแช่ในไนโตรเจนเหลว เพื่อให้ไอของปรอทซีลีเนียม หรือสารประกอบอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการฉายรังสีอยู่ในสภาพของแข็งและป้องกันการสูญเสียของปรอทและซีลีเนียมบางส่วน เนื่องจากแรงดันภายในขณะตัดหลอดแก้วควอทซ์ ซึ่งอาจทำให้เกิดการระเบิดกระจายของแก้วควอทซ์ได้

หลังจากตัดหลอดแก้วควอทซ์ด้วยเครื่องมือตัดควอทซ์ ดังรูปที่ 3.7 แล้ว ภายหลังการตัวอย่างลงในภาชนะเคลือบรูปเรือซึ่งหุ้มน้ำหนัก แล้วนำไปชั่งอีกครั้งหนึ่ง

เพื่อให้น้ำหนักของปลาที่จะวิเคราะห์ เติมน้ำปรอทออกไซด์ประมาณ 25 มิลลิกรัม เพื่อให้เป็นตัวพา สอดใส่ภาชนะเคลือบรูปเรือเข้าไปในหลอดแก้วควอร์ทซ์ที่ใช้ในการเผา ดังรูปที่ 3.5 โดยปลายข้างหนึ่งของหลอดแก้วต่อกับหลอดนำก๊าซออกซิเจน และปลายข้างที่เป็นกรวยคัจฉอนต์ต่อกับหลอดแก้วความดัน ซึ่งเสียบอยู่กับโพนที่บรรจุไนโตรเจนเหลวอยู่ ยกหลอดแก้วควอร์ทซ์ที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว ใส่เข้าไปในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 400°C โดยปรับความดันของก๊าซออกซิเจนให้มีอัตราการไหลเป็น 30 ลบ.ซม. ก่อนที่เผาจนถึงอุณหภูมิประมาณ 600°C ปรอทจะเริ่มกลายเป็นไอ และไปควบแน่นในหลอดความดันที่แช่ไว้ในไนโตรเจนเหลว เมื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 800°C ซีลีเนียมจะเริ่มกลายเป็นไอและถูกความดันไว้ในหลอดความดันเช่นเดียวกับปรอท เมาทออกไปจนอุณหภูมิของเตาเผาถึง 1000°C แล้วทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จึงนำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จึงปิดก๊าซออกซิเจน แล้วนำหลอดความดันออกจากโพนที่บรรจุไนโตรเจนเหลว และถอดออกจากหลอดแก้วควอร์ทซ์ที่เผา ปลอยหลอดความดันทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งปรอทและซีลีเนียมในหลอดดังกล่าวด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 10 ลบ.ซม. และน้ำกลั่น 30 ลบ.ซม. ฉายเตสสารละลายของปรอทและซีลีเนียมลงในขวดพลาสติกขนาด 100 ลบ.ซม. และปรับปริมาตรให้เป็น 50 ลบ.ซม.

สำหรับสารละลายมาตรฐานของปรอทและซีลีเนียม หลังจากถ่วงรังสีแล้วนำมาแช่ในไนโตรเจนเหลว แล้วตัดหลอดแก้วควอร์ทซ์ออก คูณสารละลายมาตรฐานของปรอทและซีลีเนียมมาอย่างละ 1 ลบ.ซม. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 25 ลบ.ซม. ในขวดแก้วปริมาตร (volumetric flask) คูณสารมาตรฐานจากแต่ละขวดมาอย่างละ 1 ลบ.ซม. บรรจุในขวดพลาสติกไม่เดียวกัน ขนาด 100 ลบ.ซม. ปรับปริมาตรเป็น 50 ลบ.ซม. แล้วนำมาเทียบความแรงรังสีกับสารตัวอย่าง สารละลายมาตรฐานที่นำไปเทียบนี้มีความเข้มข้นของปรอทและซีลีเนียมเป็น 0.5392 ไมโครกรัม และ 0.4856 ไมโครกรัม ตามลำดับ

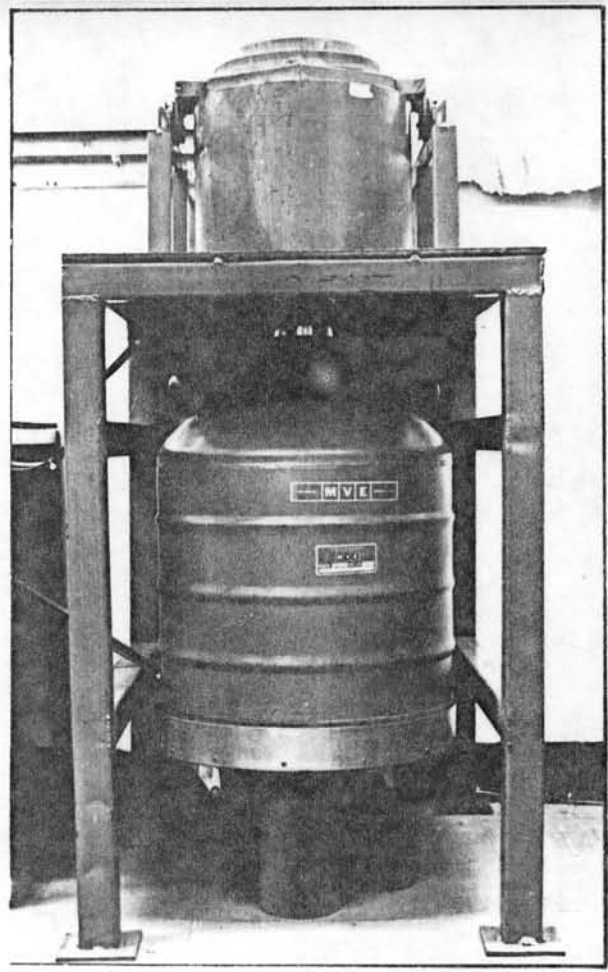
3.3.2 การนับปริมาณรังสี

3.3.2.1 เครื่องมือนับปริมาณรังสี

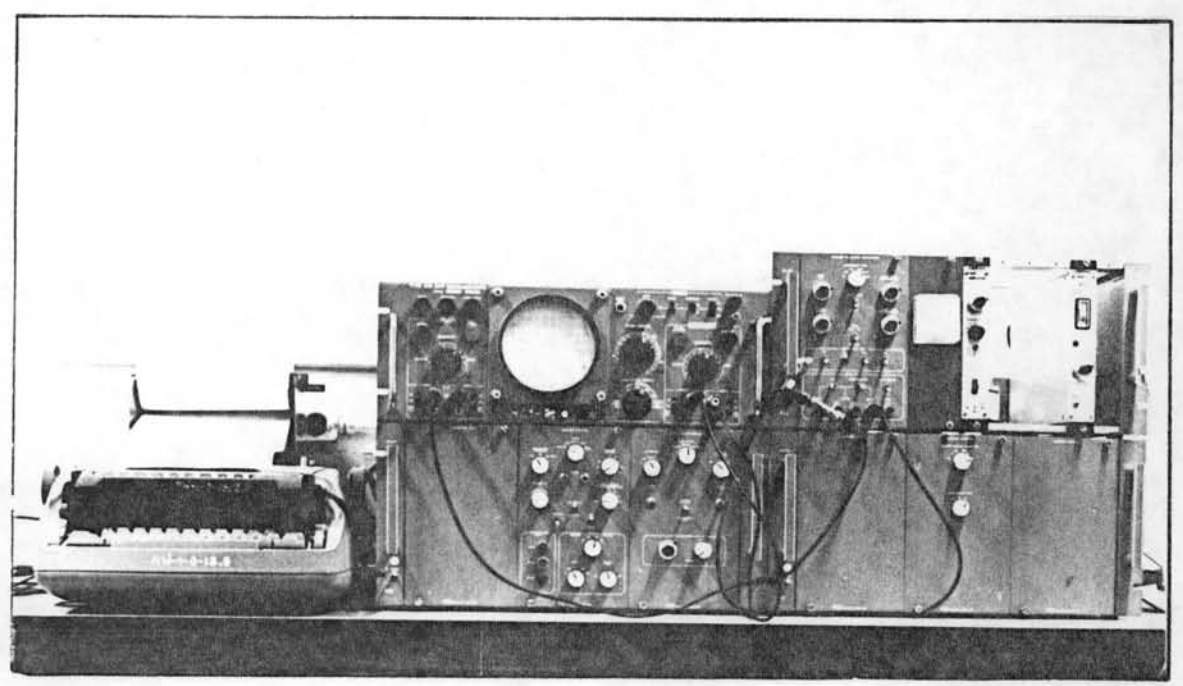
เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบขนาดของพลังงาน และนับปริมาณรังสีแกมมาจาก เรดิโอไอโซโทป ประกอบด้วยหัววัดรังสี และเครื่องมือนับรังสีแบบหลายช่อง (multi-channel analyzer) หัววัดรังสีมี 2 ประเภทคือ หัววัดชนิดซินทิลเลชัน (Scintillation) คือโซเดียมไอโอไดด์-เทลลูเรียม และหัววัดชนิดโซลิดสเตท (Solid state) คือเจอร์เมเนียม-ลิเทียม ในการวิเคราะห์หาปริมาณปรอทและซีลีเนียมแบบนิวตรอนแอคทีเวชัน ในการศึกษาทดลองนี้จะใช้หัววัดชนิดโซเดียมไอโอไดด์-เทลลูเรียม เพราะมีประสิทธิภาพ (efficiency) ในการวัดสูงกว่าหัววัดชนิดเจอร์เมเนียม-ลิเทียม แต่ที่ใช้หัววัดชนิดเจอร์เมเนียม-ลิเทียมเนื่องจากว่าหัววัดชนิดเจอร์เมเนียม-ลิเทียม มีขีดความสามารถในการแยกขนาดพลังงานรังสีแกมมา (resolution) สูงกว่าหัววัดชนิดโซเดียมไอโอไดด์-เทลลูเรียม ซึ่งในการวิจัยนี้ จำเป็นมาก เนื่องจากพลังงานของเรดิโอไอโซโทปของปรอทและซีลีเนียมที่วิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกันมาก หัววัดชนิดเจอร์เมเนียม-ลิเทียมที่ใช้มีขนาด 26 ซม. ซม. ดังรูปที่ 3.8 และใช้เครื่องมือนับรังสีชนิด 1024 ช่อง ดังรูปที่ 3.9 ในการตรวจนับรังสีแกมมาของปรอท-197 พลังงาน 0.077 MeV และรังสีแกมมาของซีลีเนียม-75 พลังงาน 0.265 MeV

3.3.2.2 การคำนวณค่าความแรงรังสี

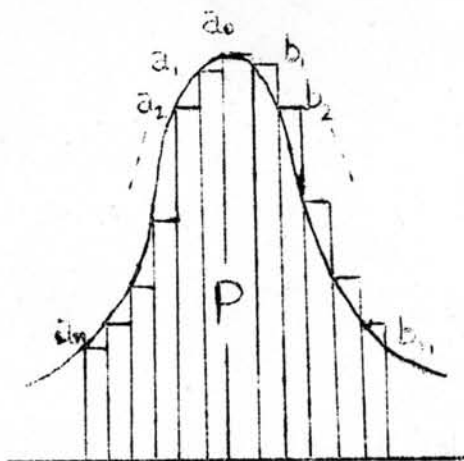
การคำนวณค่าความแรงรังสีแกมมาใช้วิธีของ Covell (75) ซึ่งเป็นวิธีคำนวณพื้นที่ใต้พีค (peak) จากสเปกตรัมของรังสีแกมมาที่ปรากฏ โดยคำนวณพื้นที่ฐาน (base area) แล้ว หักออกจากพื้นที่ทั้งหมดของพีค ดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11



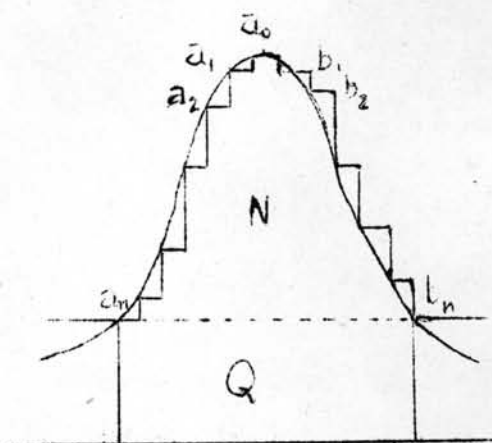
รูปที่ 3.8 หัววัดรังสีเจอร์เมเนียม-ลิเทียม



รูปที่ 3.9 เครื่องมีอนับรังสีแบบหลายช่องชนิด 1024 ช่อง



รูปที่ 3.10 ความแรงรังสีแสดงด้วย bar graph



รูปที่ 3.11 พื้นที่ภายใต้พีคคือ N

- ให้ a_0 = ความแรงรังสีสูงสุดของพีค
 a_1, a_2, \dots, a_n = ความแรงรังสีในพีคทางด้านซ้ายของ a_0
 b_1, b_2, \dots, b_n = ความแรงรังสีในพีคทางด้านขวาของ a_0
 P = ความแรงรังสีทั้งหมด
 Q = ความแรงรังสีของพื้นที่ฐาน
 N = ความแรงรังสีภายใต้พีค

ดังนั้น $N = P - Q$

แทน $P = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i$

และ $Q = \frac{(2n-1)(a_n + b_n)}{2} + (a_n + b_n)$

$Q = (n + \frac{1}{2})(a_n + b_n)$

แทนค่า P และ Q

$N = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i - (n + \frac{1}{2})(a_n + b_n)$

3.3.2.3 การวัดปริมาณรังสีแกมมาของปรอท-197 และซีลีเนียม-75 และคำนวณปริมาณของปรอทและซีลีเนียมในสารตัวอย่าง

นำสารละลายของปรอทและซีลีเนียมในขวดพลาสติกไปนับปริมาณรังสีของปรอท-197 และซีลีเนียม-75 ด้วยเครื่องนับรังสีแบบหลายของ ชนิด 1024 ช่อง ซึ่งต่อเชื่อมกับตัววัดรังสีเจอร์เมเนียม-ลิเทียม ขนาด 26 ลบ.ซม. เป็นเวลา 4,000 วินาที และหักลบค่าแมคกราวด์ (background) ที่วัดด้วยเครื่องมือเดียวกันในเวลาเท่ากัน ค่ารับสารละลายมาตรฐานของปรอทและซีลีเนียม ค่าเป็นกานับปริมาณรังสีเช่นเดียวกับสารตัวอย่างทุกประการ

คำนวณปริมาณรังสีภายใต้พื้นที่จากสเปกตรัมของรังสีแกมมาของปรอท-197 พลังงาน 0.077 MeV และสเปกตรัมของรังสีแกมมาของซีลีเนียม-75 พลังงาน 0.265 MeV ของสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน โดยใช้สูตร 3.1 แล้วนำค่าปริมาณรังสีที่นับได้ของสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน มาคำนวณหาปริมาณของปรอทและซีลีเนียมในสารตัวอย่างได้จากสมการ

$$\frac{\text{ปริมาณของปรอทหรือซีลีเนียมในสารตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณของปรอทหรือซีลีเนียมในสารมาตรฐาน}} = \frac{\text{ความแรงรังสีของปรอท-197 หรือซีลีเนียม-75ในสารตัวอย่าง}}{\text{ความแรงรังสีของปรอท-197 หรือซีลีเนียม-75ในสารมาตรฐาน}}$$

..... (3.2)

ปริมาณของปรอทและซีลีเนียม ในสารตัวอย่างจากการคำนวณตามสมการ (3.2) เป็นปริมาณของปรอทและซีลีเนียมจากสารตัวอย่างหนึ่ง ต้องนำมาคิดเทียบกับน้ำหนักสดของปลาทะเล จะได้อัตราปริมาณปรอทและซีลีเนียมต่อกรัมของน้ำหนักสด บันทึกค่าที่ได้ในหน่วยของส่วนในล้านส่วน

3.3.3 ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณปรอทและซีลีเนียม โดยวิธีวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคทีเวชัน

ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณมาจากพื้นฐานความเที่ยงตรง (precision) และความแน่นอน (accuracy) ของวิธีวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์สามารถหาได้จากผลการทดลองซ้ำ ๆ กันหลายครั้งของสารตัวอย่าง โดยกรรมวิธีเดียวกัน ตรวจสอบที่ได้ความใกล้เคียงกันเพียงใด ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ โดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณของปรอทและซีลีเนียมของสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.5392 และ 0.4856 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เป็นจำนวน 3 ครั้ง ผลการตรวจสอบดังแสดงในตารางที่ 3.4

สำหรับการตรวจสอบความแน่นอนของการวิเคราะห์ ได้ทำการวิเคราะห์สารมาตรฐาน Bovine Liver ของ National Bureau of Standard ผลการตรวจสอบคือ วิเคราะห์ปริมาณปรอทและซีลีเนียมในสารมาตรฐาน Bovine Liver ได้ 0.0167 ± 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม และ 1.0103 ± 0.0347 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่รายงานไว้ คือ 0.016 ± 0.002 ไมโครกรัมต่อกรัม และ 1.1 ± 0.1 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 3.4 การทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ปริมาณของปรอทและซีลีเนียม

| การวิเคราะห์ | ปริมาณของปรอท (ไมโครกรัม) | ปริมาณของซีลีเนียม (ไมโครกรัม) |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| ปริมาณที่แท้จริง | 0.5392 | 0.4856 |
| ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 | 0.5598 | 0.4830 |
| 2 | 0.5351 | 0.4729 |
| 3 | 0.5357 | 0.4825 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.5435 ± 0.027 | 0.4795 ± 0.0008 |