

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 สารตัวอย่างและการเตรียมสารตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากกองการข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกอบด้วยข้าวสารและข้าวกล้องของขาวเจ้าและขาวเหนียว จำนวน 17 พันธุ์ เก็บจากแปลงข้าวพันธุ์หลักของสถานีทดลองข้าว 13 สถานีทั่วประเทศไทย ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1

คัดเลือกข้าวปริมาณ 1 กิโลกรัมจากแปลงทดลองข้าวโดยการสุ่มตัวอย่าง แล้วนำมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ด (Satake dehuller) ทำซ้ำ 3-4 ครั้ง เพื่อกะเทาะเปลือกออกให้หมด ส่วนที่ได้เรียกว่า ข้าวกล้อง แฉงข้าวกล้องที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน นำส่วนหนึ่งมาชักข้าวเพื่อให้เป็นข้าวสาร อีกส่วนเก็บไว้ในลักษณะข้าวกล้อง นำแต่ละส่วนมาชจัดฝุ่นละอองและความชื้นที่ผิวของเมล็ดข้าวด้วยลำอากาศที่อุณหภูมิห้อง เครื่องกรองของเครื่องเป่าอากาศในตู้ปลอดฝุ่น (รูปที่ 3.2) จากนั้นเก็บแต่ละส่วนไว้ในขวดพลาสติกที่สะอาดและปิดฝาสนิท

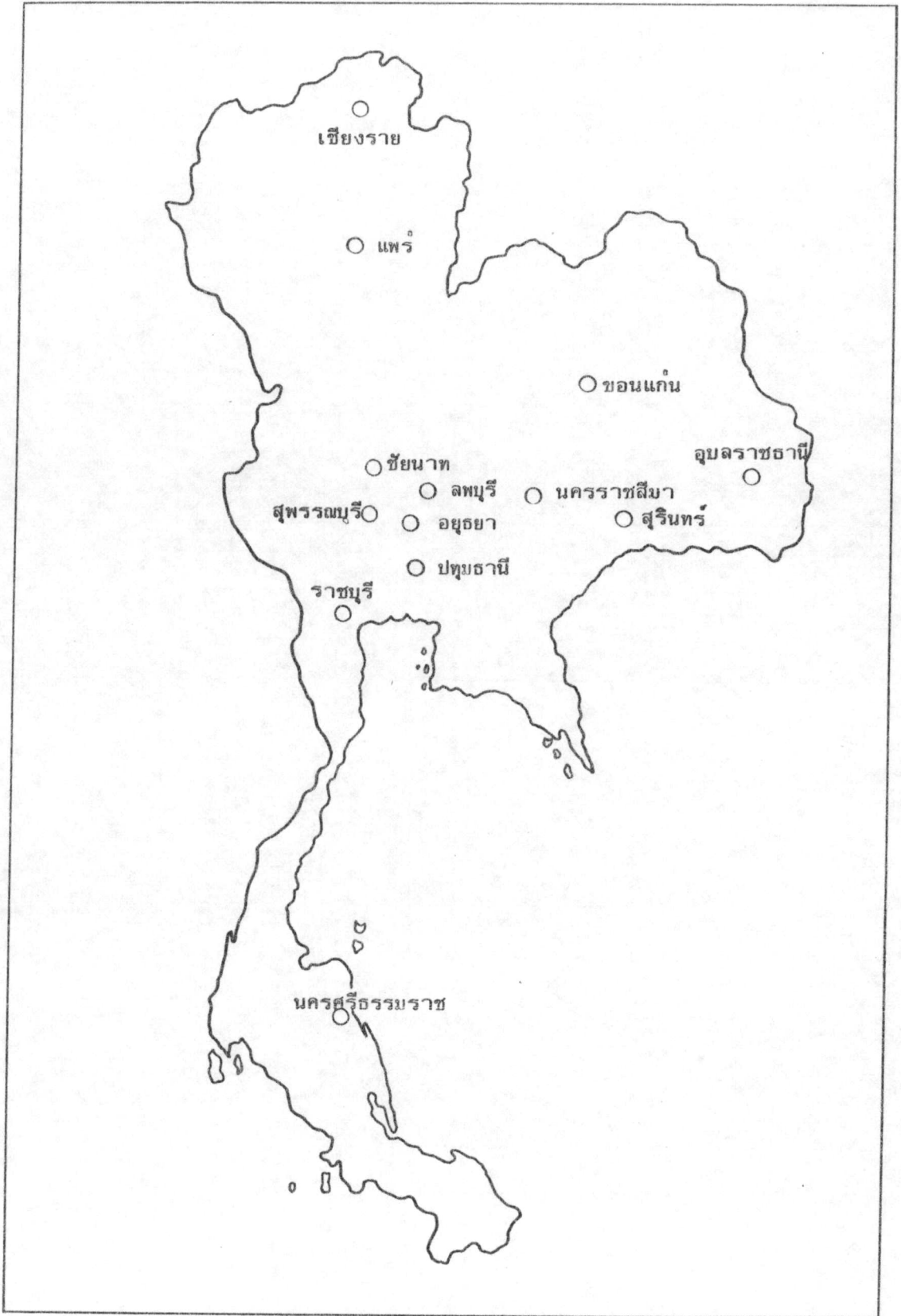
3.2 การอบรังสีนิวตรอน

ภาชนะที่ใช้บรรจุสารตัวอย่างเข้าอบรังสีนิวตรอนคือหลอดแก้วควอartz ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 19 มิลลิเมตร ส่วนภาชนะที่บรรจุสารมาตรฐานเป็นหลอดแก้วควอartz ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 9 มิลลิเมตร หลอดแก้วควอartz ที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเชื่อมปลายด้านหนึ่งปิด แล้วนำไปล้างภายในหลอดให้สะอาดโดยแช่ในกรดคีนประสิ่ว เจือจางและล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด เมื่อแห้งแล้วจึงบรรจุข้าวตัวอย่างโดยมีน้ำหนักตัวอย่างละประมาณ 1 กรัม ส่วนสารมาตรฐานนั้นใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นของปรอทและซีลีเนียม 1.995 และ 4.288 ไมโครกรัม

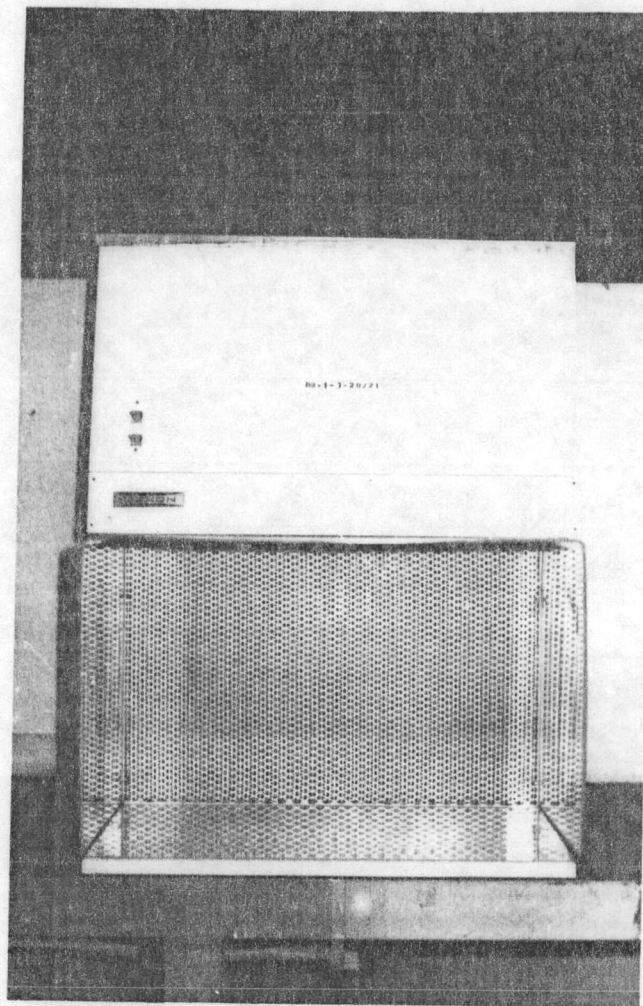


ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างชาวและแหล่งที่เก็บ

ภาค	สถานีทดลองข้าว	ชนิดของชาวที่ทำการวิเคราะห์	
		ชาวเจ้า	ชาวเหนียว
ภาคเหนือ	พาน (เชียงใหม่) แพร่	กข. 7	เหมยนอง 62 เอ็ม
		กข. 7	เหนียวสันป่าตอง เหนียวสันป่าตอง
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	พิมาย (นครราชสีมา) ขอนแก่น สุรินทร์ อุบลราชธานี	กข. 9	กข. 2
		ชาวคอกมะลิ 105	เหนียวสันป่าตอง เหนียวสันป่าตอง เหนียวสันป่าตอง
		ชาวคอกมะลิ 105	
		ชาวคอกมะลิ 105	
น้ำสะกูป 19			
ภาคกลาง	ชัยนาท โคกสำโรง (ลพบุรี) สุพรรณบุรี ราชบุรี หันตรา (อยุธยา) รังสิต (ปทุมธานี)	กข. 1	
		ชาวคอกมะลิ 105	
		กข. 1	
		กข. 1	
		กข. 7	
		ชาวคอกมะลิ 105	
		กข. 5	
		ชาวปากหมอ 148	
		เหล็กองประทิว 123	
		เล็บมือนาง 111	
ปิ่นแก้ว 56			
ตะเกาแก้ว 161			
เหล็กองประทิว 123			
ภาคใต้	นครศรีธรรมราช	นางพญา 123 เผือกน้ำ 43 พวงไร 2	



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงจังหวัดที่เก็บตัวอย่างข้าว



รูปที่ 3.2 คุปลดอกฝุ่น

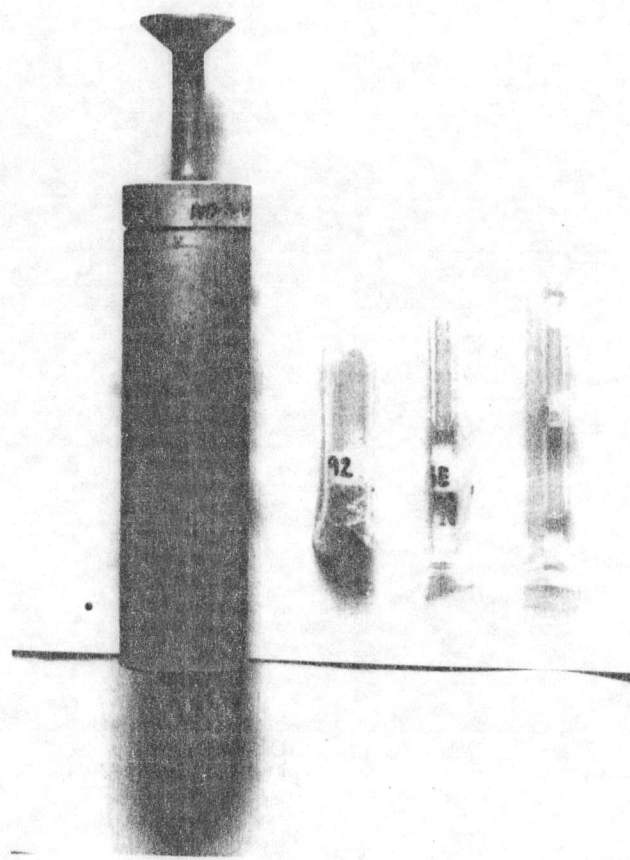
คอมิลลิลิตรตามลำดับ ชนิดละประมาณ 2 มิลลิลิตร โดยใส่แยกหลอดกัน นำหลอดแก้วควอร์ซที่บรรจุสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน เรียบร้อยแล้วไปเชื่อมปลายคานที่เปิดให้สนิท จากนั้นหุ้มหลอดแก้วควอร์ซด้วยถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่งแล้วผนึกปิดให้สนิทด้วยความร้อน

นำตัวอย่างขาวที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้วจำนวน 8 ตัวอย่าง พร้อมทั้งสารมาตรฐานปรอทและซีดีเนียมบรรจุลงในกระบอกอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 19 เซนติเมตร (รูป 3.3) เพื่อนำเข้าอบรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุง-1 (ปพว-1/1) ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ในตำแหน่งที่มีความเข้มของนิวตรอนประมาณ 10^{12} นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาทีเป็นเวลาประมาณ 18 วัน จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 3-6 วัน เพื่อให้เรดิโอไอโซโทปที่มีครึ่งชีวิตสั้น ๆ สลายตัวไปบ้าง จึงนำไปทำการวิเคราะห์หาปรอทและซีดีเนียมต่อไป

3.3 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของปรอทและซีดีเนียม

ปรอทในธรรมชาติประกอบด้วยไอโซโทปเสถียร (stable nuclides) 7 ตัว ซึ่งเมื่ออบรังสีนิวตรอนแล้วจะเกิดปฏิกิริยานิวตรอน-แกมมา ได้เรดิโอไอโซโทป 5 ตัว แต่ละตัวจะปลดปล่อยรังสีแกมมาซึ่งใช้เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์หาปรอทได้ รายละเอียดของคุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของปรอทแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

สำหรับซีดีเนียมในธรรมชาติประกอบด้วยไอโซโทปเสถียร 6 ตัว และเมื่อให้ทำปฏิกิริยากับนิวตรอนจะเกิดเรดิโอไอโซโทปขึ้น 5 ตัว ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ภาพระบบบรรจุสารตัวอย่าง เพื่อนำเข้าอานรังสีนิวตรอน

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของปรอท

ไอโซโทป ชนิดเสถียร	ปริมาณที่เกิด ในธรรมชาติ(%)	ความสามารถในการ จับนิวตรอน(บาร์น)	ไอโซโทป ที่เกิด	ครึ่งชีวิต	พลังงานรังสีแกมมา ที่ปลดปล่อย (MeV)
Hg-196	0.146	125	Hg-197m	24 ชั่วโมง	0.134 (42%) 0.279 (7%)
		2930	Hg-197	65 ชั่วโมง	0.077 (18%) 0.191 (2%) 0.268 (0.15%)
Hg-198	10.02	0.018	Hg-199m	43 นาที	0.158 (53%) 0.375 (15%)
Hg-199	16.84	2500	Hg-200	เสถียร	
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	5.5 นาที	0.205 (??)

จากตารางที่ 3.2 เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า เรกิโอไอโซโทปของปรอทที่สามารถจะเลือกใช้ในการวิเคราะห์คือ ปรอท-203 และปรอท-197 ปรอท-203 มีครึ่งชีวิตยาวถึงประมาณ 47 วัน เหมาะที่จะเลือกใช้ในการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างยาว ระยะเวลาทางเคมีประกอบ เพราะจะต้องเสียเวลาพอสมควร และยังสามารถทิ้งระยะเวลาก่อนทำการวิเคราะห์ เพื่อให้ความแรงรังสีของตัวอย่างลดลง ทำให้ปฏิบัติงานปลอดภัยจากอันตรายของการแผ่รังสีด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญอยู่ที่ปรอท-203 นั้น จะปล่อยรังสีแกมมาที่มีพลังงาน 0.279 MeV ซึ่งตรงกับพลังงานรังสีแกมมาของซีดีเนียม-75 ทำให้เกิดความยุ่งยากและอาจผิดพลาดไปบ้างในการวิเคราะห์สเปกตรัม (spectrum) นอกจากนี้ถึงแม้ว่าปรอท-203 จะมาจากปรอทเสถียร-202 ซึ่งมีปริมาณในธรรมชาติเป็นสัดส่วนสูงที่สุดคือ ร้อยละ 29.8 แต่ความสามารถในการจับนิวตรอนต่ำมากคือ 4.5 บาร์น (barn) เท่านั้น ความไวในการวิเคราะห์เมื่อใช้ปรอท-203

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของซีลีเนียม

ไอโซโทปชนิดเสถียร	ปริมาณที่เกิดในธรรมชาติ(%)	ความสามารถในการจับนิวตรอน(บาร์น)	ไอโซโทปที่เกิด	ครึ่งชีวิต	พลังงานรังสีแกมมาที่ปลดปล่อย (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 (8%)
			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%)

จะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเลือกใช้ปรอท-197 ซึ่งถึงแม้ว่าจะเกิดจากปรอทเสถียร-196 ที่มีปริมาณในธรรมชาติเพียงร้อยละ 0.15 แต่มีความสามารถในการจับนิวตรอนสูงที่สุดคือ 2930 บาร์น และปรอท-197 มีครึ่งชีวิต 65 ชั่วโมง พอเหมาะดีเพราะไม่จำเป็นต้องใช้เวลาอบรังสีนิวตรอนนานเพื่อให้อิ่มตัว (saturation) และนานพอที่จะใช้กรรมวิธีทางเคมีประกอบการวิเคราะห์ได้ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้จึงเลือกวิเคราะห์ปรอท-197 ซึ่งให้รังสีแกมมาออกมา 3 พลังงานด้วยกัน พลังงานที่เลือกใช้คือ 0.077 MeV. ซึ่งเป็นพลังงานของรังสีแกมมาที่มีโอกาสถูกปลดปล่อยออกมามากที่สุดคือ ร้อยละ 18

ในกรณีของซีลีเนียมนั้น จากการพิจารณาตารางที่ 3.3 เรดิโอไอโซโทปของซีลีเนียมที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์นั้นคือซีลีเนียม-75 ซึ่งจะปลดปล่อยรังสีแกมมาพลังงานต่าง ๆ หลายพลังงานด้วยกัน แต่ในการวิจัยนี้จะเลือกวิเคราะห์รังสีแกมมาที่มีพลังงาน 0.265 MeV. ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นสูงที่สุดคือร้อยละ 60

3.4 วิธีดำเนินการวิเคราะห์

3.4.1 การแยกปรอทและซีลีเนียมด้วยกรรมวิธีทางเคมี

หลังจากการอบรังสีนิวตรอนของสารตัวอย่างครบกำหนดแล้ว จะมีเรดิโอไอโซโทปของธาตุต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย จำเป็นต้องปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน เพื่อให้เรดิโอไอโซโทปของธาตุต่าง ๆ สลายตัวไปบ้างโดยเฉพาะพวกที่มีครึ่งชีวิตสั้นแล้วจึงนำมาทำการแยกปรอทและซีลีเนียมออกโดยอาศัยเทคนิคของการเผาทำลาย (Dry combustion technique) ซึ่งประยุกต์มาจากวิธีของ Rook และคณะ (67,68) และมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5 ประกอบด้วย

- ก. เตาเผาหลอด (tube furnace) ซึ่งปรับอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 1200 องศาเซลเซียส



ข. หลอดแก้วควอซที่ใช้ในการเผา (combustion tube) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 40 เซนติเมตร ปลายเปิดทั้งสองข้างโดยปลายข้างหนึ่งเป็นกราวนค้อยนต์ (ground joint)

ขนาด 19/38

ค. หลอดแก้วควอซควบแน่น (condenser tube) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 40 เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งปิดปลายอีกข้างหนึ่งเป็นกราวนค้อยนต์ขนาด 19/38 สำหรับสวมเข้ากับหลอดแก้วควอซที่ใช้เผา

ง. ภาชนะเคลือบรูปเรือสำหรับใส่สารตัวอย่างที่จะเข้าเผา (ceramic combustion boat) ขนาด 60 x 7 x 8 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

จ. หลอดน้ำกาซ ซึ่งต่อสายยางเข้ากับเครื่องปรับความดันกาซที่ติดตั้งกับถังกาซออกซิเจน

ฉ. ไบควอซ (quartz wool)

ช. ภาชนะทำควายโฟม (foam) หนาสำหรับบรรจุไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ซึ่งเจาะรูสองข้างขนาดให้พอดีเสียบหลอดแก้วควบแน่น

ซ. ภาชนะพลาสติกขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับใส่สารละลายของตัวอย่างที่จะนำไปวัดรังสี

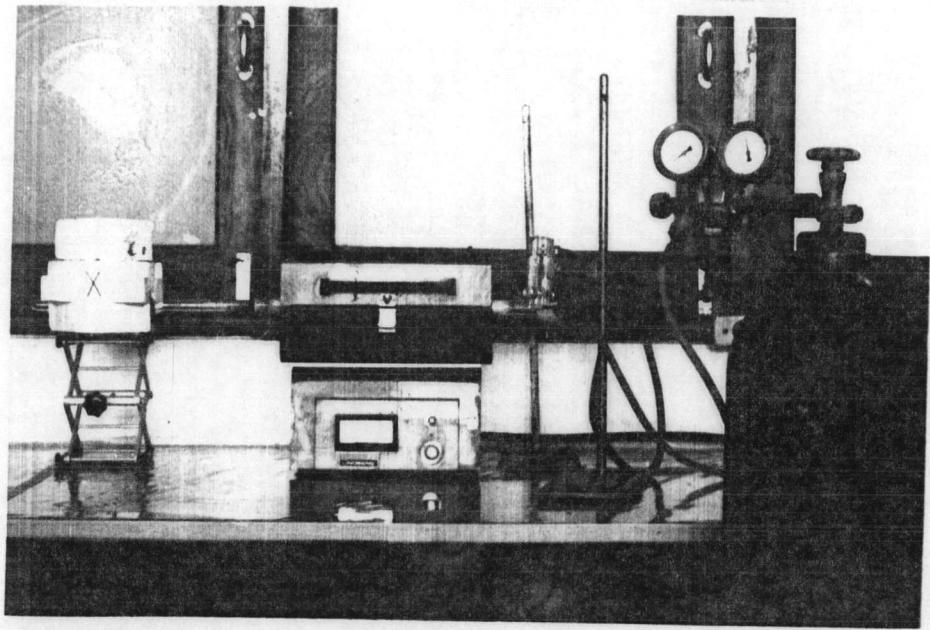
3.4.1.2 เคมีภัณฑ์ที่ใช้ คือ

ก. กรดคินประสีวเข้มขุ่น

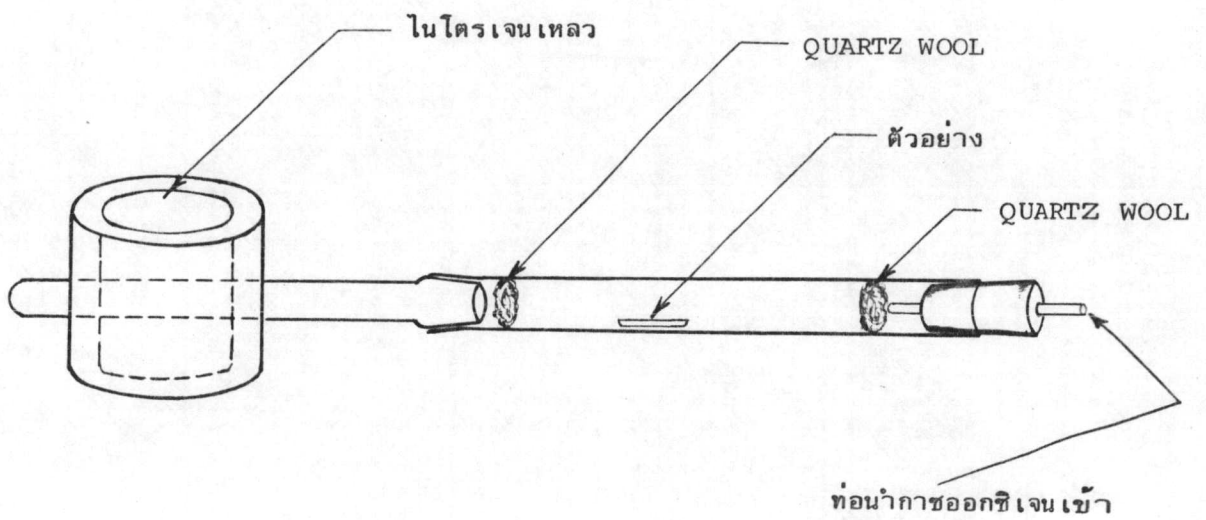
ข. ปรอทออกไซด์

ค. น้ำกลั่น

ง. ไนโตรเจนเหลว



รูปที่ 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเผาทำลายสารตัวอย่าง



รูปที่ 3.5 แผนภาพแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเผาทำลายสารตัวอย่าง

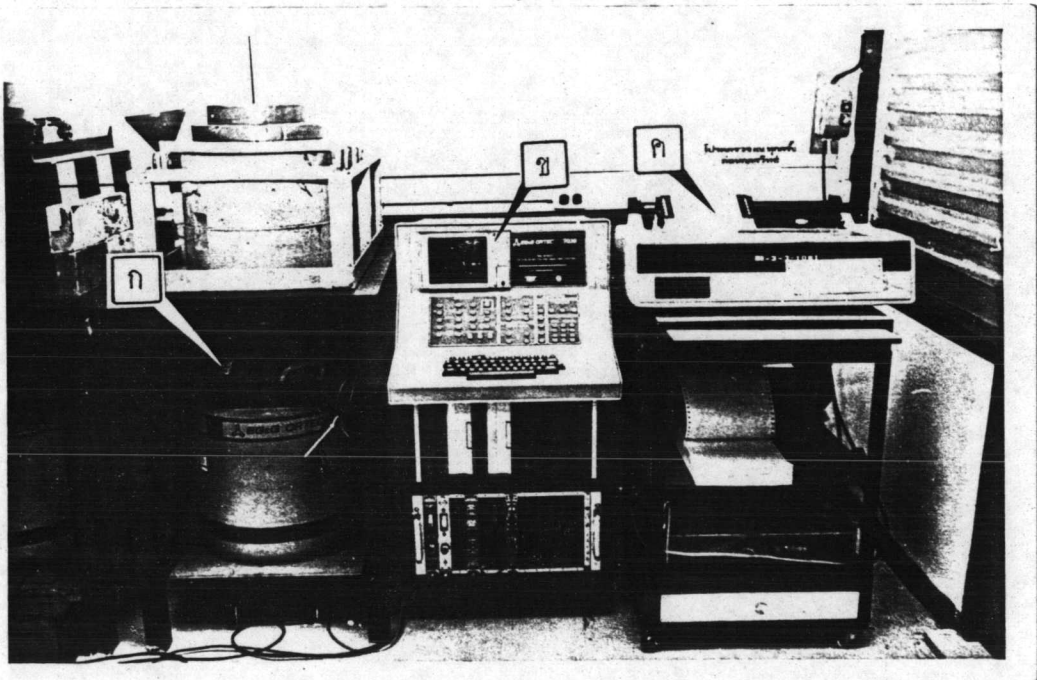
3.4.1.3 วิธีปฏิบัติ

เมื่อตั้งสารตัวอย่างไว้นานพอสมควรแล้ว นำหลอดแก้วควอartz ที่บรรจุสารตัวอย่างมาล้างผิวนอกให้สะอาดด้วยกระดาษกรองสีขาวเจือจางและน้ำกลั่น จากนั้นนำไปแช่ในไนโตรเจนเหลว ก่อนทำการตัดด้วยเครื่องมือตัดควอartz ดังรูปที่ 3.6 ทั้งนี้เพื่อควบคุมอุณหภูมิของปรอท ซิลิเนียมและสารอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการอบรังสี มิฉะนั้นความดันไอสูงภายในหลอดแก้วอาจทำให้เกิดการแตกระเบิดและสูญเสียปรอทและซิลิเนียมไปโดยบางส่วนในระหว่างการตัดควอartz

ถ่ายตัวอย่างขาวจากหลอดแก้วควอartz ลงในภาชนะเคลือบรูปเรือ ซึ่งทราบน้ำหนักแล้วให้เต็ม แล้วนำไปชั่งอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ทราบน้ำหนักของตัวอย่างขาวที่จะวิเคราะห์ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะมีน้ำหนักประมาณ 0.7 กรัม เติมผงปรอทออกไซด์ลงบนขาวในภาชนะเคลือบรูปเรือประมาณ 30 มิลลิกรัม เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวพา (carrier) สอดภาชนะเคลือบรูปเรือดังกล่าวเข้าไปในหลอดแก้วควอartz ที่ใช้ในการเผา ซึ่งมีปลายข้างหนึ่งต่อกับหลอดนำก๊าซออกซิเจนและปลายอีกข้างหนึ่งซึ่งเป็นกราวนด์จอยนต์สวมต่อเข้ากับหลอดแก้วควบคุมที่เสียบอยู่ในภาชนะโพนัม ซึ่งบรรจุไนโตรเจนเหลวไว้ (ดูรูปที่ 3.5) เมื่อต่อเรียบร้อยแล้วเปิดถึงก๊าซออกซิเจนและปรับความดันก๊าซให้มีอัตราการไหลประมาณ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที แล้วนำหลอดแก้วควอartz ที่ต่อเรียบร้อยแล้วนี้เข้าไปในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียส จากนั้นปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเตาเผามีอุณหภูมิถึงประมาณ 600 องศาเซลเซียสปรอทจะกลายเป็นไอและไปควบคุมในหลอดควบคุม และเมื่ออุณหภูมิถึงประมาณ 800 องศาเซลเซียส ซิลิเนียมจะกลายเป็นไอและไปควบคุมในหลอดควบคุมเช่นเดียวกัน เเผสารตัวอย่างต่อไปจนอุณหภูมิถึง 1000 องศาเซลเซียส เพื่อให้ขาวเกิดการเผาไหม้สมบูรณ์และเพื่อให้แน่ใจว่าปรอทและซิลิเนียมในขาวระเหยกลายเป็นไอไปได้ทั้งหมด นอกจากนี้จะต้องให้ทุกส่วนของหลอดแก้วควอartz ที่ใช้ในการเผาถูกเผาโดยทั่วกันเพื่อไล่ส่วนที่ระเหยได้ทั้งหมดให้ไปอยู่ในหลอดแก้วควบคุม เมื่อเตาเผามีอุณหภูมิถึง 1000 องศาเซลเซียสแล้ว คุมไว้ที่อุณหภูมินี้ประมาณ 5 นาที จึงนำหลอดแก้วออกจากเตา ปิดเตา ปลอยให้หลอดแก้วควอartz ที่ใช้เผาเย็นลงประมาณ 5 นาที



รูปที่ 3.6 เครื่องมือตัดหลอดแก้วควอทซ์



รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดความแรงรังสีแกมมา

- (ก) หัววัดรังสีเจอร์เมเนียม-ลิเทียม
- (ข) เครื่องมือวัดรังสีแบบหลายช่องชนิด 4096 ช่อง
- (ค) เครื่องพิมพ์ข้อมูล

จึงปิกกาชออกซิเจนแล้วถอดหลอดควมแน่นออกจากหลอดแก้วที่ใส่เฆาและภาชนะโพลีเอทิลีนในไนโตรเจนเหลว ทั้งหลอดควมแน่นไว้จนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการละลายปรอทและซีลีเนียมในหลอดแก้วควมแน่นด้วยกรดคินประสิ่วเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายหลังการละลายของปรอทและซีลีเนียมลงในภาชนะพลาสติก ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ล้างหลอดควมแน่นด้วยกรดคินประสิ่วเจือจาง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามควมย่น้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายหลังการละลายที่ได้ทั้งหมดลงในภาชนะพลาสติกโบลเดิม ปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปวัดควมแรงรังสี

สำหรับหลอดแก้วควมแน่นที่บรรจุสารละลายมาตรฐานของปรอทและซีลีเนียม นำมาแช่ในไนโตรเจนเหลวก่อนทำการตัดเช่นเดียวกัน จากนั้นดูดสารละลายมาตรฐานของปรอทและซีลีเนียมลงในขวดแก้วบอกปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 10 และ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรให้ได้ตรงควมระดับควมย่น้ำกลั่น ดูดสารละลายมาตรฐานแต่ละชนิดลงในภาชนะพลาสติก ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปวัดควมแรงรังสีเปรียบเทียบกับตัวอย่างขาวเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณปรอทและซีลีเนียมในตัวอย่างขาว สารละลายมาตรฐานเจือจางที่นำไปวัดควมแรงรังสีนี้มีควมควมเข้มข้นของปรอทและซีลีเนียมเท่ากับ 0.1995 และ 0.1715 ไมโครกรัมตามลำดับ

3.4.2 การวัดควมแรงรังสี

3.4.2.1 เครื่องมือวัดควมแรงรังสี ดังแสดงในรูปที่ 3.7

เครื่องมือวัดควมแรงรังสีที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้ ประกอบด้วย

- ก. หัววัดรังสีชนิดโซลิดสเทท เจอร์เมเนียม-ลิเทียม ขนาด 26 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. เครื่องมือวัดควมแรงรังสีแบบหลายชนิด 4096 ของ ซึ่งรวมอยู่กับหน่วยคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์
- ค. เครื่องพิมพ์ข้อมูล (type writer) ซึ่งติดตั้งต่อกับเครื่องมือวัดควมแรงรังสีและคอมพิวเตอร์

3.4.2.2 การคำนวณค่าความแรงรังสี

การคำนวณค่าความแรงรังสีแกมมาในที่นี้ใช้การคำนวณหาพื้นที่ภายใต้พีค (peak) จากสเปกตรัมที่ปรากฏ โดยคิดคำนวณพื้นที่ฐาน (base area) แล้วหักออกจากพื้นที่ทั้งหมดของพีค (total peak area) ตามวิธีของ Das และคณะ (71) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Covell (72)

3.4.2.3 การวัดความแรงรังสีแกมมาของปรอท-197

และซีลีเนียม-75 และการคำนวณปริมาณของปรอทและซีลีเนียมในตัวอย่างข้าว

นำภาชนะพลาสติกที่บรรจุสารละลายของตัวอย่างข้าวไปวัดความแรงรังสีของปรอท-197 และซีลีเนียม-75 ด้วยหัววัดเจอร์เมเนียม-ลิเทียม ซึ่งต่อกับเครื่องวัดรังสีชนิด 4096 ของ เป็นเวลา 5,000 วินาที สารละลายมาตรฐานของปรอทและซีลีเนียม รวมทั้งแมคกราวด์ (background) วัดในเวลาและด้วยเงื่อนไขเหมือนกับสารตัวอย่างทุกประการ

จากสเปกตรัมของรังสีแกมมาของปรอท-197 และซีลีเนียม-75 ทำการคำนวณค่าความแรงรังสีภายใต้พีคของปรอทที่พลังงาน 0.077 MeV. และของซีลีเนียมที่พลังงาน 0.265 MeV. ตามวิธีการคำนวณดังกล่าวแล้วใน

3.4.2.2 นำค่าความแรงรังสีที่คำนวณได้ทั้งของตัวอย่างข้าวและสารมาตรฐาน มาทำการคำนวณเทียบหาปริมาณของปรอทและซีลีเนียมในตัวอย่างข้าวโดยอาศัยสมการ

$$\frac{\text{ปริมาณของปรอทหรือซีลีเนียม ในตัวอย่างข้าว}}{\text{ปริมาณของปรอทหรือซีลีเนียม ในสารมาตรฐาน}} = \frac{\text{ความแรงรังสีของปรอท-197 หรือซีลีเนียม-75 ในตัวอย่างข้าว}}{\text{ความแรงรังสีของปรอท-197 หรือซีลีเนียม-75 ในสารมาตรฐาน}} \dots\dots(3.1)$$

ค่าที่ได้บันทึกไว้เป็นข้อมูลอยู่ในหน่วยของไมโครกรัมของปรอทหรือซีลีเนียมต่อกรัมของตัวอย่างข้าว หรือคือในหน่วยของส่วนต่อล้านส่วน (โดยน้ำหนัก)

3.4.3 ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณปรอทและซีลีเนียมด้วยวิธีวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคติเวชันที่ห้องอาศัยเทคนิคการเผาทำลายแบบแห้ง

ความเชื่อถือได้ของวิธีการวิเคราะห์ต้องประกอบด้วยความเที่ยงตรงแม่นยำ (precision) และความแน่นอน (accuracy) ของการวิเคราะห์

ความเที่ยงตรงแม่นยำของวิธีวิเคราะห์สามารถตรวจสอบได้โดยการทดลองกับตัวอย่างชนิดหนึ่งด้วยกรรมวิธีและเงื่อนไขเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง เปรียบเทียบผลที่ได้ควรมีค่าใกล้เคียงกันเพียงใด ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณของปรอทและซีลีเนียมของสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของปรอทและซีลีเนียมเท่ากับ 0.4158 และ 3.1056 ไมโครกรัม ตามลำดับ เป็นจำนวน 3 ครั้ง ดังข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การทดสอบความเที่ยงตรงแม่นยำของวิธีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณปรอทและซีลีเนียม

การวิเคราะห์	ปริมาณของปรอท (ไมโครกรัม)	ปริมาณของซีลีเนียม (ไมโครกรัม)
ปริมาณที่แท้จริง	0.4158	3.1056
ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งที่ 1	0.4071	3.0721
2	0.4185	3.0834
3	0.4063	3.0667
ค่าเฉลี่ย	0.4106 ± 0.0068	3.0741 ± 0.0085

สำหรับการตรวจสอบความแน่นอนของการวิเคราะห์ สามารถกระทำได้โดยการวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐาน ซึ่งมีรายงานค่าที่ถูกต้อง (certified value) ของธาตุที่จะวิเคราะห์ได้ไว้อยู่แล้ว จากการเปรียบเทียบค่าที่วิเคราะห์ได้กับค่าที่รายงานไว้ จะทราบถึงความแน่นอนของการวิเคราะห์ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้

ได้ทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐาน Orchard Leave ของ NBS ผลการ
ตรวจสอบคือวิเคราะห์ปริมาณปรอทและซีลีเนียมในสารตัวอย่างมาตรฐาน Orchard
Leave ได้ 0.1531 ± 0.0092 และ 0.081 ± 0.0068 ไมโครกรัมต่อกรัม
เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่รายงานไว้ คือ 0.155 ± 0.015 และ 0.08 ± 0.01
ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ