

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง



2.1 การเก็บลํารตัวอย่าง

2.1.1 น้ำ การเก็บน้ำตัวอย่างเก็บจากน้ำผิวพื้น (surface water) จำนวน 1 แกลลอน (4.5 ลิตร) จากลํารคลองต่าง ๆ ซึ่งเป็นทางไหลของน้ำทิ้งรังสีที่ปล่อยลงสู่คลอง บางเช่นโดยลํารงานฯ ภายหลังจากผ่านโรงงานขจัดกากกัมมันตรังสีแล้ว คลองที่เก็บน้ำ ตัวอย่างมีคลองบางเช่น คลองเปรมประชากร คลองบางทองหลวง และบริเวณที่คลอง บางเช่นต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา โดยเก็บในบริเวณสถานที่ซึ่งกำหนดแน่นอนรวมทั้ง 15 สถานี ในรัศมี 10 กิโลเมตรโดยรอบลํารงานฯ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.1 การเก็บน้ำตัวอย่างจะเก็บประลํารทุก ๆ เดือน ๆ ละครั้งทุกสถานี น้ำตัวอย่างที่นำมา วิเคราะห์นี้เป็นน้ำตัวอย่างที่เก็บตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2523 ถึงเดือนกรกฎาคม 2524

ตารางที่ 2.1 สถานีเก็บน้ำตัวอย่าง

หมายเลขสถานี

สถานที่เก็บ

1	บ่อน้ำในบริเวณลํารงาน พปล.
2	วัดเทวสุนทร
3	ลาดยาว
4	ประชานัน
5	วัดทางหลวง
6	วัดปากน้ำ
7	ลํารบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
8	คลองบางขุนเทียน อ. เมือง จ. นนทบุรี
9	บางซื่อ



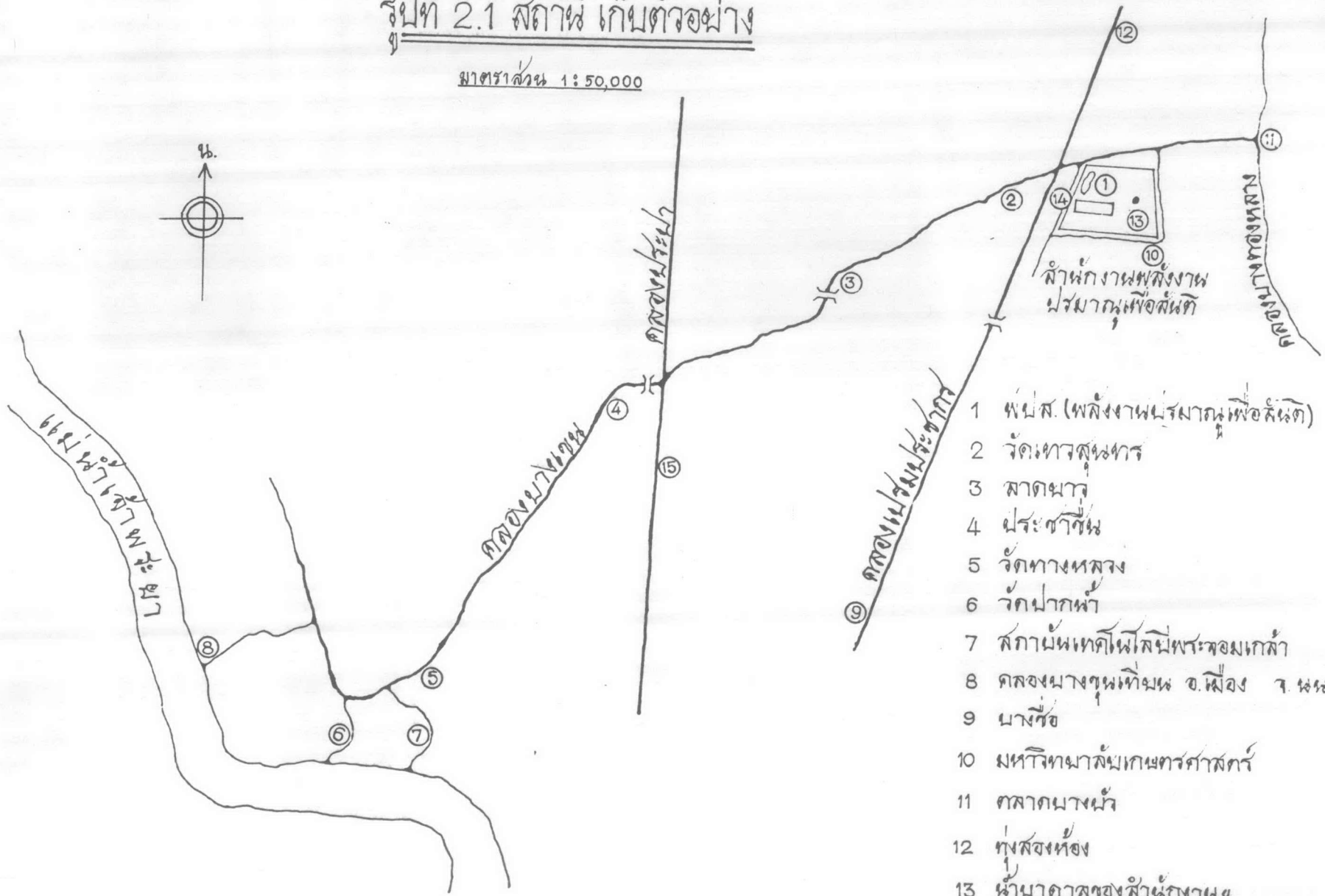
หมายเลขสถานี	สถานที่เก็บ
10	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
11	ตลาดบางบัว
12	ทุ่งสองห้อง
13	น้ำบาดาลของสำนักงานฯ
14	คูน้ำหน้าสำนักงานฯ
15	คลองประปา

2.1.2 ผัก ผลไม้ หอย ปลา ตัวอย่างเหล่านี้เก็บจากสถานีต่าง ๆ เท่าที่สามารถจะเก็บและจัดหาได้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเป็นลารตัวอย่างจากบริเวณสำนักงานฯ คือ สถานีที่ 1 และสถานีที่ 10 ซึ่งอยู่ในใกล้สำนักงานฯมากที่สุด โดยเริ่มเก็บตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2523 ถึงเดือนกรกฎาคม 2524 ผักตัวอย่างที่เก็บส่วนใหญ่จะเป็นผักที่อยู่ในน้ำเช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด สายบัว ฯลฯ และผักที่ปลูกอยู่ในบริเวณริมคลองใกล้ ๆ สถานีนั้น ๆ เช่น ดอกแค บวบ คื่นช่าย ฯลฯ

2.1.3 ดินใต้ท้องน้ำ เก็บเฉพาะในบริเวณบ่อน้ำของสำนักงานฯและในบริเวณใกล้เคียงสำนักงานฯมากที่สุด คือสถานีที่ 2 และบริเวณคลองบางเขนซึ่งติดกับบ้านพักของสำนักงานฯ การเก็บตัวอย่างดินใต้ท้องน้ำกระทำโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเองอย่างง่าย ๆ ประกอบด้วยท่ออะลูมิเนียมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.3 เซนติเมตร ยาวประมาณท่อละ 3.5 เมตร จำนวน 3 ท่อ ต่อเชื่อมกันได้ด้วยเกลียว ซึ่งท่อนล่างสุดจะสอดใส่ท่อพลาสติกใสกลวงเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร เวลาใช้จะวางเครื่องมือนี้ให้ตั้งฉากกับท้องน้ำแล้วใช้แรงคนกดลงบนส่วนปลายสุดของเครื่องมือ ดินตัวอย่างจะถูกอัดบรรจุอยู่ในท่อพลาสติกในลักษณะแห้งและเป็นชั้น (undisturbed sample) โดยจะพยายาม

รูปที่ 2.1 สถานี เก็บตัวอย่าง

มาตราส่วน 1:50,000



- 1 พับส. (พลังงานปริมาณเพื่อสัตว์)
- 2 วัดเทพสุพรรณ
- 3 ตลาด
- 4 ประชาสัมพันธ์
- 5 วัดทางหลวง
- 6 วัดปากน้ำ
- 7 สถานีเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
- 8 คลองบางขุนเทียน อ.เมือง จ.นนทบุรี
- 9 นางศรี
- 10 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 11 ตลาดบางบัว
- 12ทุ่งสังหียง
- 13 หน้าศาลของสำนักงานฯ
- 14 คูน้ำหน้าสำนักงานฯ
- 15 คลองประปา

ให้ได้ลาร์ตัวอย่างอย่างน้อย 60 เซนติเมตร และแต่ละบริเวณจะเก็บลาร์ตัวอย่างจำนวน 4 ท่อ ในแต่ละเดือนจะเก็บลาร์ตัวอย่างจากบริเวณเดียวกัน ลาร์ตัวอย่างในท่อพลาสติกจะนำมาเก็บในตู้แช่แข็ง เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป รูปที่ 2.2 แสดงถึงการเก็บตัวอย่างดินใต้ท้องน้ำ

2.2 การเตรียมตัวอย่าง

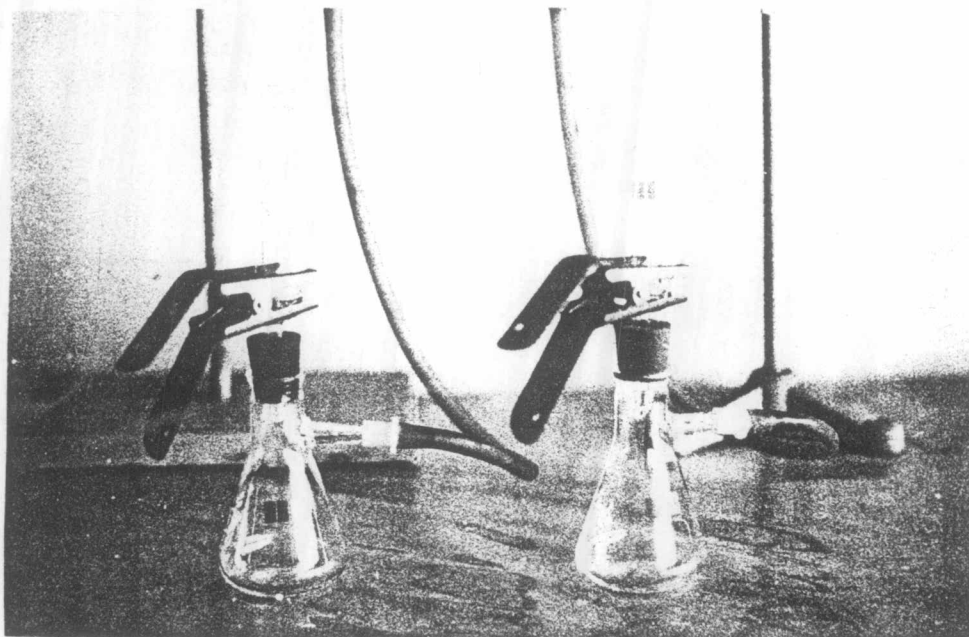
2.2.1 น้ำ นำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาปริมาตร 3 ลิตร มากรองเพื่อขจัดลาร์แขวนลอย แล้วนำไปประเหยในปีกเกอร์ให้เหลือปริมาตรประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น ความเข้มข้น 0.6 นอร์มอล ประมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิห้องทิ้งให้ลาร์ละลายเป็น แล้วกรองด้วยชุดเครื่องกรองของมิลลิปอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 แล้วนำไปประเหยให้ปริมาตรลาร์ละลายเป็น 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรทุก ๆ ตัวอย่าง เก็บลาร์ละลายในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร บันทึกหมายเลขสถานีและเดือนที่เก็บน้ำตัวอย่างไว้ข้างขวดเพื่อเก็บไว้หาความแรงรังสีรวมเบตาและปริมาณลาร์อนเซียม-90 ต่อไป

2.2.2 ผัก ผลไม้ หอย ปลา ⁽¹³⁾ นำตัวอย่างมาล้างให้สะอาด แยกเอาเฉพาะส่วนที่กินได้ (edible parts) มาบดและ/หรือหั่น ปล่อยให้ทราน้ำหนักแน่นอน ใส่ในชามกระเบื้อง (porcelain dishes) นำไปเข้าตู้อบ (oven) อบที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้ง ต่อจากนั้นจึงนำไปเผาในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมงจนกลายเป็นเถ้า นำเถ้าที่ได้มาบดให้ละเอียด แล้วบรรจุลงในขวดพลาสติกที่สะอาด บันทึกค่าน้ำหนักเถ้า หมายเลขสถานี เดือนที่เก็บ ชนิดของตัวอย่าง น้ำหนักสดไว้ด้วย เพื่อนำเถ้าที่ได้ไปวัดความแรงรังสีรวมเบตา หาปริมาณลาร์อนเซียม-90 และปริมาณแคลเซียมต่อไป

2.2.3 ดินใต้ท้องน้ำ นำดินที่แช่แข็งมาทิ้งไว้ให้อ่อนตัวเล็กน้อย ใช้ท่อเหล็กดันทึบปลายด้านล่าง ตัดดินเป็นท่อน ๆ ด้วยมีด ใ้ท่อนที่ 1 และ 2 มีความยาวช่วงละ 5



รูปที่ 2.2 การเก็บตัวอย่างดินใต้ท้องน้ำ



รูปที่ 2.3 เครื่องกรองของมิลลิทอร์

เซนติเมตร ท่อนที่ 3 4 5 และ 6 มีความยาวช่วงละ 10 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่ง
น้ำหนักดินแต่ละท่อนใส่ขำมกระเบื้อง นำไปอบแห้งแล้วเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส
จากนั้นนำเข้ามาบดด้วยเครื่องบดและร่อนด้วยตะแกรง เก็บตัวอย่างใส่กล่องพลาสติกพร้อม
บันทึกรายละเอียดและน้ำหนักไว้อย่างถูกต้อง

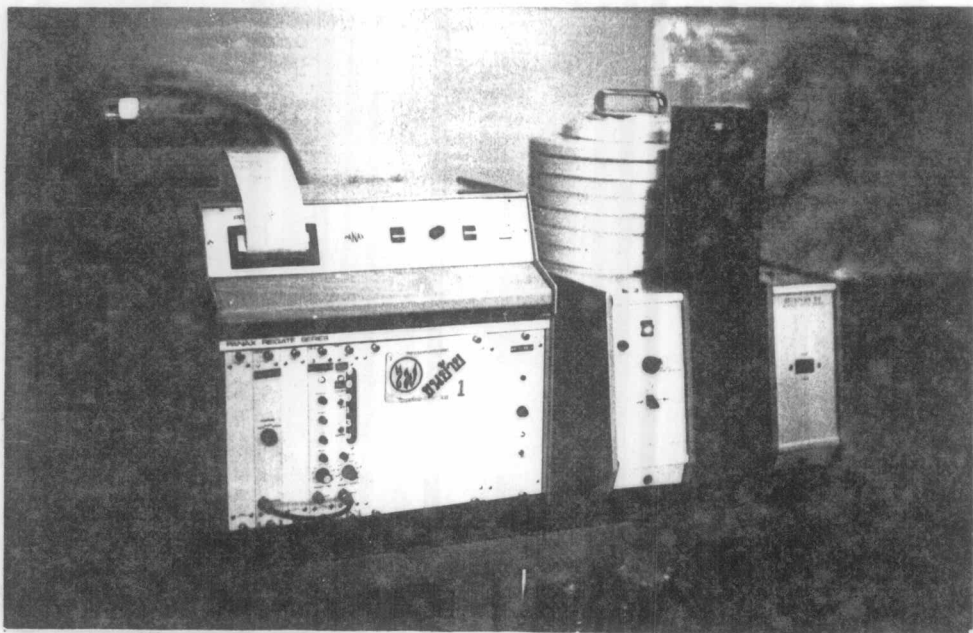
2.3 วิธีดำเนินการวิเคราะห์

2.3.1 การวัดความแรงรังสีรวมเบตา (14)

2.3.1.1 ตัวอย่างน้ำ ตูตลารละลายของน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
ปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในจานนับรังสี (planchet) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3
เซนติเมตร ทำให้แห้งภายใต้แสงไฟจากหลอดอินฟราเรด (infrared lamp) แล้วทิ้งให้
เป็นในภาชนะป้องกันความชื้น (desiccator) จากนั้นนำไปวัดความแรงรังสีด้วยเครื่อง
low background anti-coincidence G.M. counter (รูปที่ 2.4) เป็นเวลา
4,000 วินาที

2.3.1.2 ตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ นำแก้วที่อบแห้งแล้วจำนวน
1 กรัมใส่ลงในจานนับรังสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร โดยใช้ไม้พาย (spatula)
กตเพื่อให้ผิวหน้าเรียบ แล้วจึงนำไปอบให้แห้งอีกครั้งหนึ่งด้วยแสงอินฟราเรด ทิ้งให้เป็นใน
ภาชนะป้องกันความชื้น ซึ่งหาน้ำหนักที่แน่นอนของแก้วแล้วนำไปวัดความแรงรังสีเป็นเวลา
1,000 วินาที ด้วยเครื่องวัดรังสีชนิดเดียวกับที่กล่าวไว้ในข้อ 2.3.1.1

ความแรงรังสีที่นับได้จะต้องหักลบค่าแบกราวนด์ (background) ซึ่งเป็นค่า
ความแรงรังสีของสิ่งแวดล้อมเมื่อปราศจากสารตัวอย่างในเวลานับที่เท่ากันออกเสียก่อนจึงจะ
นำมาคำนวณหาความแรงรังสีรวมเบตา โดยเปรียบเทียบกับความแรงรังสีของสารมาตรฐาน
ซีเซียม-137 ที่นับด้วยเครื่องวัดชนิดเดียวกันในเวลาเท่ากันและหักลบค่าแบกราวนด์แล้วด้วย



รูปที่ 2.4 เครื่องวัดรังสีเบตา low background anti-coincidence
G.M. counter



โดยคำนวณได้จากสูตรความแรงรังสีรวมเบตา (พิโคคูร์/กรัมของน้ำหนักแก้ว)

$$= \frac{\text{จำนวนนับสุทริเป็นจำนวนนับต่อนาที}}{2.22 \times \text{ประสิทธิภาพของหัววัด} \times \text{น้ำหนักแก้ว (กรัม)}}$$

2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารอนิเมียม-90 โดยวิธีทางเคมี ในการศึกษา

วิจัยนี้ใช้เทคนิคการสกัด (solvent extraction) โดยใช้ไตรบิวทิลฟอสเฟต (TBP) เป็นตัวสกัด อิตเรียมซึ่งอยู่ในสมดุล (equilibrium) กับสารอนิเมียมจะถูกสกัดอยู่ในชั้นของ TBP แล้วทำการสกัดกลับ (back extracted) ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นจึงตกตะกอนอิตเรียมในรูปออกไซด์แล้วนำไปวัดความแรงรังสีเบตา กรรมวิธีที่ใช้นี้เป็นของ Environmental Monitoring Laboratory (EML) สหรัฐอเมริกา ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.3.2.1 อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์

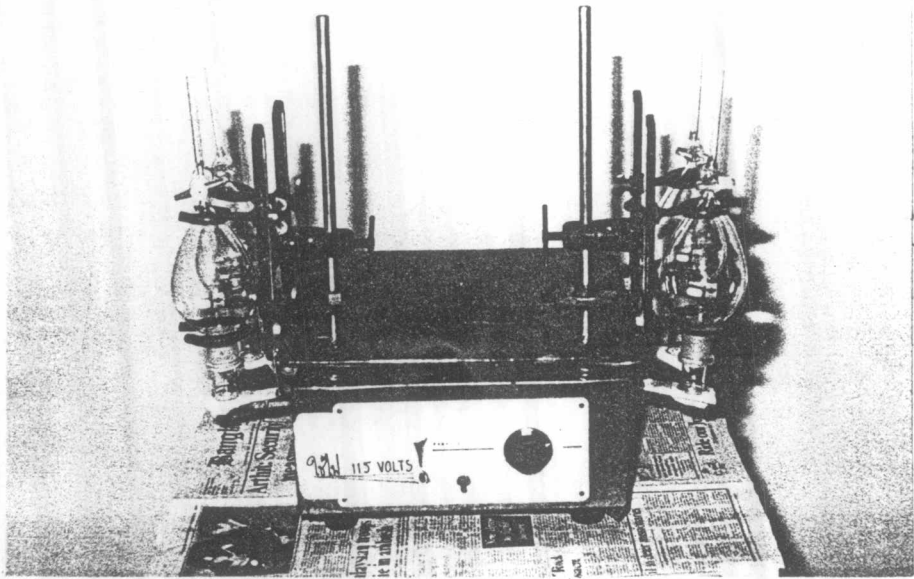
ก. อุปกรณ์

- 1) กรวยแยก (pear-shaped separatory funnel)
- 2) บีกเกอร์ (beaker)
- 3) กระจกตวง (measuring cylinder)
- 4) หลอดแก้วสำหรับหมุนเหวี่ยง (centrifuge tube)
- 5) ขวดกันแบน (erlenmeyer flask)
- 6) ปิเปต (pipette)
- 7) ลูกยางสำหรับดูดสารละลาย (pro-pipette)
- 8) แท่งแก้วคนสารละลาย (glass stirring rod)
- 9) จานเพาะเชื้อ (petri dish)
- 10) กระจกนาฬิกา (watch glass)
- 11) กรวยบุชเนอร์ (buchner funnel)
- 12) ขวดโพลีเอทิลีน (polyethylene bottle)

- 13) กระดาษทดสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH-paper)
- 14) กระดาษกรองชนิดใยแก้วของ Whatman GF/A
- 15) จานนับรังสี (aluminium planchet)
- 16) ชุดเครื่องกรองของมิลลิพอร์ (complete set of millipore filtering set)
- 17) เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)
- 18) เครื่องอ่างน้ำ (water bath)
- 19) หลอดอินฟราเรด (infrared lamp)
- 20) เครื่องเขย่า (mechanical shaker with shaking heads, for four separatory funnels) รูปที่ 2.5

ข. เคมีภัณฑ์

- 1) equilibrated tri-butyl phosphate solution
โดยเขย่า TBP และกรดไนตริกเข้มข้นอย่างละ 100
ลูกบาศก์เซนติเมตรในกรวยแยก เป็นเวลา 1 นาที แล้วโยนน้ำ (aqueous phase)ทิ้งไป
- 2) กรดไนตริกเข้มข้น (concentrated HNO_3)
- 3) กรดเกลือเข้มข้น
- 4) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
- 5) สารละลายอิมตัวของกรดออกซาลิก
- 6) สารละลายตัวพาส่งอนเซียม (Sr-carrier) ในรูป
ของสารประกอบส่งอนเซียมไนเตรท $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ โดยมีความเข้มข้นของส่งอนเซียม 20
มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- 7) สารละลายตัวพาส่งิตเทรียม (Y-carrier) ในรูปของ



รูปที่ 2.5 เครื่องเขย่า

สารประกอบอิตเทรียมไนเตรท $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ โดยมีความเข้มข้นของอิตเทรียม 10

มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

8) สารละลายติดตามสัทรอนเซียม-85 ซึ่งส่งมาจาก The Radiochemical Centre Amersham สหราชอาณาจักร ทำให้เจือจางโดยมีความแรงรังสี 0.1 ไมโครคูรีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

9) สารละลายมาตรฐานสัทรอนเซียม-90 ซึ่งมาจาก The Radiochemical Centre Amersham สหราชอาณาจักร ทำให้เจือจางโดยมีความแรงรังสี 26 พิโคคูรีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

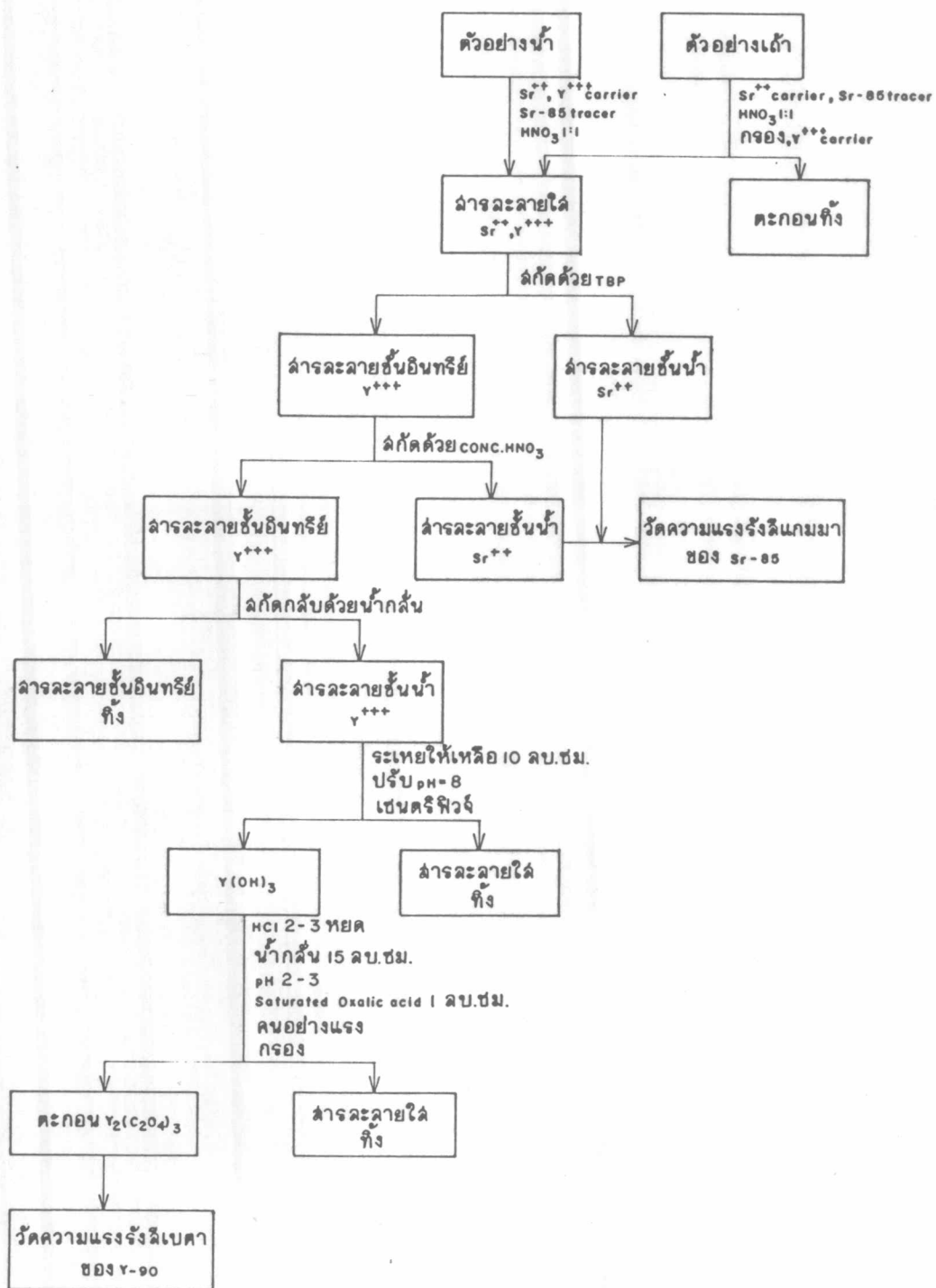
2.3.2.2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณสัทรอนเซียม-90 โดยวิธี TBP-extraction

ก. สำหรับตัวอย่างน้ำ ดูนํ้าที่เตรียมไว้แล้วจากข้อ 2.2.1 มา ปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร (แทน ตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร) ลงในบีกเกอร์ซึ่งมีสารละลายตัวพาสัทรอนเซียม สารละลายตัวพาสัทรอนเซียม และสารละลายติดตามสัทรอนเซียม-85 อย่างละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรอยู่ก่อนแล้ว เติมกรดไนตริก 1:1 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปอุ่นบนเตาไฟฟ้า จากนั้นดำเนินการทดลองตามข้อ ค. ต่อไป

ข. สำหรับตัวอย่างจากสิ่งแฉดล้อมอื่น ๆ ยึ่งเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้หนัก 10 กรัมลงในบีกเกอร์ เติมสารละลายตัวพาสัทรอนเซียมและสารละลายติดตามสัทรอนเซียม-85 อย่างละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดไนตริก 1:1 ปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกา นำไปทำให้ร้อนบนเตาไฟฟ้า โดยใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อย่อย (digest) ตัวอย่างนาน 3 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองชนิดใยแก้ว เติมสารละลายตัวพาสัทรอนเซียม 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในส่วนที่เป็นสารละลายใส นำไปอุ่นบนเตาไฟฟ้า จากนั้นดำเนินการทดลองตามข้อ ค. ต่อไป

ค. หลังจากที่ยุ่นสารละลายได้แล้ว นำลงมา เกล่งในกรวยแยก เขย่าอย่างแรงด้วยสารละลาย TBP 2 ครั้ง ๆ ละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 5 นาที บันทึกเวลาเมื่อเริ่มโยชันน้ำ (aqueous phase) จากการเขย่าครั้งแรก เก็บชั้นน้ำในขวดโพสเทอริส ส่วนชั้นอินทรีย์ (organic phase) เขย่าด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 2 ครั้ง ครั้งละ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร โยชันน้ำออกรวมกับชั้นน้ำในขวดโพสเทอริสใบเดิม จากนั้น ลักตกลับอิตเทรียม-90 ออกจากชั้นอินทรีย์ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร โยชันน้ำลงในบีกเกอร์ นำไประเหยบนเตาไฟฟ้าจนเหลือปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายลงในหลอดเซนตริฟิวจ์ ทำให้อันด้วยเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปรับความเป็นกรด-ด่างให้มีค่าเท่ากับ 8 ด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ กิ่งให้เป็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปเซนตริฟิวจ์ประมาณ 10 นาที รินส่วนที่เป็นน้ำทิ้งไป ละลายตะกอนในหลอดเซนตริฟิวจ์ด้วยกรดเกลือประมาณ 2-3 หยด เติมน้ำกลั่น 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้อันที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปรับสารละลายให้ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 2-3 ด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แล้วตตะกอนอิตเทรียมด้วยสารละลายอิมตัวของกรดออกซาลิก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมทั้งคนอย่างแรงด้วยแท่งแก้ว บ่อยตะกอนบนเครื่องอังน้ำประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วกิ่งให้เป็นที่อุณหภูมิห้อง กรองตะกอนอิตเทรียมออกซาเลตด้วยกระดาษกรองชนิดใยแก้ว โดยใช้ชุดเครื่องกรองของมิลลิปอร์ เก็บตะกอนบนกระดาษกรองในจานับรังสี ทำให้แห้งภายใต้แสงไฟจากหลอดไฟอินฟราเรด แล้วกิ่งให้เป็นที่อุณหภูมิห้อง ความชื้น ก่อนนำไปชั่ง และตรวจนับความแรงรังสีเบตาต่อไป

ชั้นน้ำที่อยู่ในขวดโพสเทอริสนั้นนำไปวัดความแรงรังสีแกมมาของสักรอนเซียม-85 เพื่อหา recover yield สำหรับสารละลายมาตรฐานสักรอนเซียม-90 นำมาปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้ววิเคราะห์ด้วยวิธีเหมือนสารตัวอย่างทุกประการ แผนผังขั้นตอนการวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้วแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนผังวิธีวิเคราะห์ปริมาณลัทรอนเซียม-90 โดยวิธี TBP-extraction.

2.3.2.3 การนับปริมาณรังสีและการคำนวณปริมาณสักรอนเซียม-90

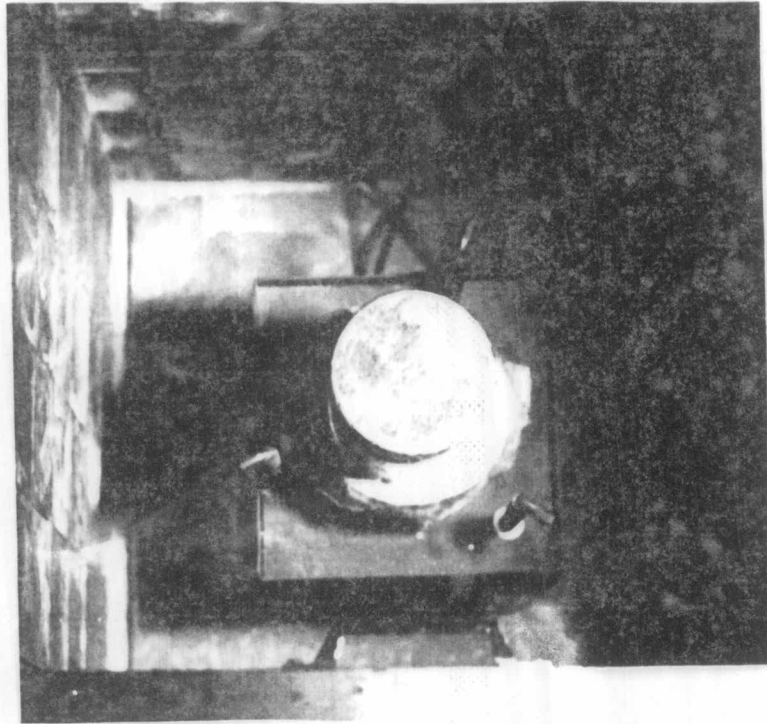
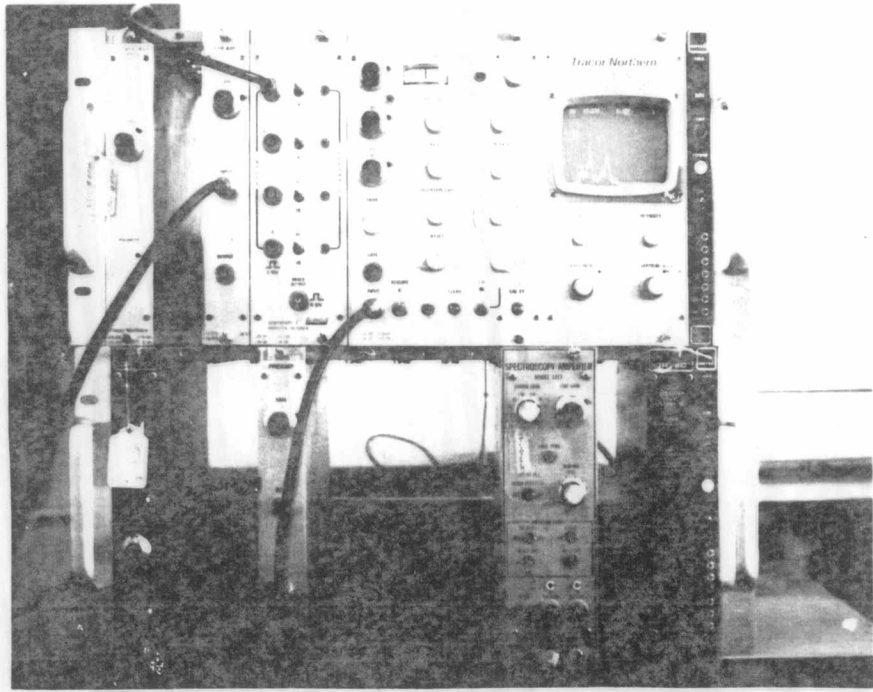
นำตะกอนอิตเทรียมออกซ์ไเลตในจานนับรังสีไปนับความแรงรังสีเบตาด้วยเครื่อง low background anti-coincidence G.M. counter เป็นเวลา 1,000 วินาที และหักกลับค่าแบบควรวานต์ที่วัดด้วยเครื่องมือชนิดเดียวกันในเวลาเท่ากัน สำหรับตะกอนอิตเทรียมออกซ์ไเลตจากสักรอนเซียม-90 มาตรฐานนั้น ดำเนินการนับความแรงรังสีเหมือนลำตัวอย่างทุกประการ

นำลำรละลายในขวดโพสเทอริสันซึ่งมีสักรอนเซียม-90 ที่ถูกลักแยกออกมาพร้อม กับลำรติดตามสักรอนเซียม-85 ไปนับความแรงรังสีแกมมาด้วยเครื่องมือวัดรังสีแกมมาโดยใช้ หัววัด NaI (Tl) 4"x4" (รูปที่ 2.7) เป็นเวลา 5 นาที ทั้งลำตัวอย่างและ สักรอนเซียม-90 มาตรฐาน เมื่อนำความแรงรังสีที่นับได้ไปเปรียบเทียบกับความแรงรังสีของ สักรอนเซียม-85 จำนวน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ใส่ขวดโพสเทอริสัน และเติมน้ำให้มี ปริมาตรเท่ากัน ประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละของการลักัดแยกอิตเทรียม-90 สามารถคำนวณได้

ความแรงรังสีเบตาที่นับได้ของลำตัวอย่างและสักรอนเซียม-90 มาตรฐาน ต้อง นำมาคำนวณแก้ค่าการสลายตัวของอิตเทรียมก่อน และปรับค่าที่คำนวณได้นั้นให้มีค่าความแรง รังสีที่ถูกต้อง โดยมีค่าร้อยละ 100 ของเคมีคัลยิลด์ โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักของตัวพา อิตเทรียม (ถ้าอิตเทรียม 10 มิลลิกรัม ตกตะกอนเป็นอิตเทรียมออกซ์ไเลตลุ่มนุรณร้อยละ 100 จะได้น้ำหนักของอิตเทรียมออกซ์ไเลตเท่ากับ 33.97 มิลลิกรัม) เมื่อปรับค่าเคมีคัลยิลด์ แล้ว จากนั้นนำไปปรับค่าเป็นความแรงรังสีของสักรอนเซียม-90 โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 ของการลักัดแยกอิตเทรียม-90 ออกจากสักรอนเซียม-90

นำค่าความแรงรังสีที่ปรับค่าต่าง ๆ แล้วทั้งของลำตัวอย่างและสักรอนเซียม-90 มาตรฐาน มาคำนวณหาปริมาณสักรอนเซียม-90 ในลำตัวอย่างได้จากสมการ

$$\frac{\text{ปริมาณสักรอนเซียม-90 ในลำตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณสักรอนเซียม-90 ในลำมาตรฐาน}} = \frac{\text{ความแรงรังสีสักรอนเซียม-90 ในลำตัวอย่าง}}{\text{ความแรงรังสีสักรอนเซียม-90 ในลำมาตรฐาน}}$$



รูปที่ 2.7 เครื่องวัดรังสีแกมมาชนิด Multi chan. analyzer
พร้อมหัววัด NaI(Tl) 4" x 4"

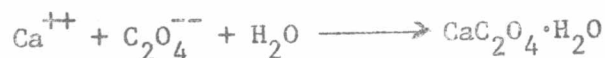
น้ำปริมาณสังกะสี-90 ที่คำนวณได้จากสมการ 2.1 มารายงานผลในหน่วยพิโคคูรี ต่อลิตรในกรณีของน้ำ และ พิโคคูรีต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดในกรณีของตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม

2.3.2.4 ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี-90

ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณ มาจากพื้นฐานความเที่ยงตรง (precision) และความแน่นอน (accuracy) ของวิธีวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์หาได้จากการทดลองซ้ำ ๆ กันหลายครั้งของสารตัวอย่างโดยกรรมวิธีเดียวกัน ตรวจสอบผลที่ได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกันเพียงใด อย่างไรก็ตาม วิธีวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงตรงสูงอาจให้ผลลัพธ์ที่ไม่ตรงกับความเป็นจริงได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาความแน่นอนของวิธีวิเคราะห์ปริมาณเรดิโอไอโซโทปของสารตัวอย่างที่เป็นสารตัวอย่าง เปรียบเทียบกับมาตรฐาน (standard reference sample) หรือสารตัวอย่างมาตรฐาน (standard sample) ซึ่งมีค่าที่ถูกต้อง (certified value) ของเรดิโอไอโซโทปที่ใช้วิเคราะห์แน่นอนแล้ว นำค่าที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับกัน จะทราบความแน่นอนของวิธีที่ใช้วิเคราะห์ จากความเที่ยงตรงและความแน่นอนของวิธีวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงความเชื่อถือได้ของวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้

ในการทดลองหาค่าความเชื่อถือได้ของการศึกษาริศจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความแน่นอนของวิธีวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี-90 ในสารตัวอย่างเปรียบเทียบกับของน้ำและอาหารจาก US EPA (United States Environmental Protection Agency) ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.1

2.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมอื่นยกเว้นน้ำและดินใต้ท้องน้ำ ในการศึกษาริศจัยนี้ใช้วิธีการตกตะกอนเป็นแคลเซียมออกไซด์ไฮดรอกไซด์โดยวิธีของกรดออกซาลิก ในสารละลายของกรดเกลือที่ร้อน ดังสมการ





การคำนวณปริมาณแคลเซียมกระทำโดยใช้น้ำหนักตะกอนแคลเซียมออกซาลेट โมโนไฮเดรตคูณด้วยค่าแฟคเตอร์ของการเปลี่ยนจากแคลเซียมออกซาลेट โมโนไฮเดรตเป็นแคลเซียม ซึ่งเท่ากับ 0.27429^(15,16) แล้วรายงานผลในหน่วยของ กรัมแคลเซียม/กิโลกรัมน้ำหนักสด รายละเอียดในการวิเคราะห์มีดังนี้

2.3.3.1 อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์

ก. อุปกรณ์

- 1) บีกเกอร์ (beaker)
- 2) กระจกตวง (measuring cylinder)
- 3) ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask)
- 4) กระจกนาฬิกา (watch glass)
- 5) กระดาษกรองชนิดใยแก้ว
- 6) เตาไฟฟ้า (hot plate)
- 7) หลอดอินฟราเรด (infrared lamp)

ข. เคมีภัณฑ์

- 1) กรดเกลือ ความเข้มข้น 6 โมลาร์ (6 M HCl)
- 2) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1:1 (NH_4OH 1:1)
- 3) 10% กรดออกซาลิก (10% $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)
- 4) 0.1% แอมโมเนียมออกซาลेट (0.1% $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$)
- 5) bromocresol green indicator
- 6) เมทานอล (methanol)

2.3.3.2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (15) ชั่งเก็บตัวอย่างให้ได้

น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรด
เกลือเข้มข้น 6 โมลาร์ ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้ร้อนบนเตาไฟฟ้าโดยใช้
อุณหภูมิต่ำ เติมน้ำลงไปอีกปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วให้ความร้อนต่อโดยใช้เวลา
ประมาณ 1 ชั่วโมง กรองเอาส่วนที่เป็นสารละลายลิ้นจี่มา เติมสารละลายของ 10% กรด
ออกซาลิก ปริมาตร 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ bromocresol green indicator ทำ
ให้ร้อนที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 80 องศาเซลเซียส แล้วปรับความเป็นกรด-ด่างให้มีค่าเท่ากับ 4
ด้วยสารละลายของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1:1 นำไปย่อยละลายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้ง
ไว้ให้เป็นแล้วกรองตะกอนของแคลเซียมออกซาลेटโมโนไฮเดรท ล้างตะกอนด้วยสารละลาย
ของ 0.1% แอมโมเนียมออกซาลेट ตามด้วยเมทานอล ทำให้แห้งภายใต้แสงจากหลอด
อินฟราเรด เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งให้เป็นในภาชนะป้องกันความชื้น แล้วนำไปชั่งหา
น้ำหนักตะกอนของแคลเซียมออกซาลेटโมโนไฮเดรท

2.3.3.3 ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ในการ ทดสอบหาความเชื่อถือได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมได้ตรวจสอบเฉพาะความเที่ยงตรง (precision) เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.2