สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมรังสี InSpector 1000 ผลิตโดยบริษัท แคนเบอราอินดรัสตรีส์ จำกัด เชื่อมต่อกับหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) ขนาด 2 นิ้ว × 2 นิ้ว

3.1.2 ไมโครคอมพิวเตอร์

3.1.3 กำบังรังสีทำด้วยตะกั่ว

3.1.4 ภาชนะบรรจุตัวอย่างทำด้วยพลาสติก รูปทรงกระบอกกลมพร้อมฝาปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.30 เซนติเมตร และสูง 7.40 เซนติเมตร

3.1.5 สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226

3.1.6 สารกัมมันตรังสีมาตรฐาน (Standard source) ซีเซียม-137 และ โคบอลต์-60

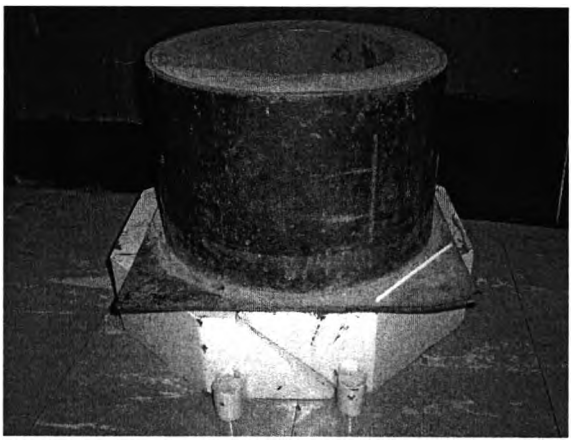
3.1.7 โพแทสเซียมคลอไรด์

3.1.8 ตู้อบ

3.1.9 ตัวอย่างน้ำฝน

3.1.10 ตัวอย่างใบสนทะเลและใบหญ้านวลน้อย

รูปที่ 3.1 InSpector 1000 เชื่อมต่อกับหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) ขนาด 2 นิ้ว × 2 นิ้ว



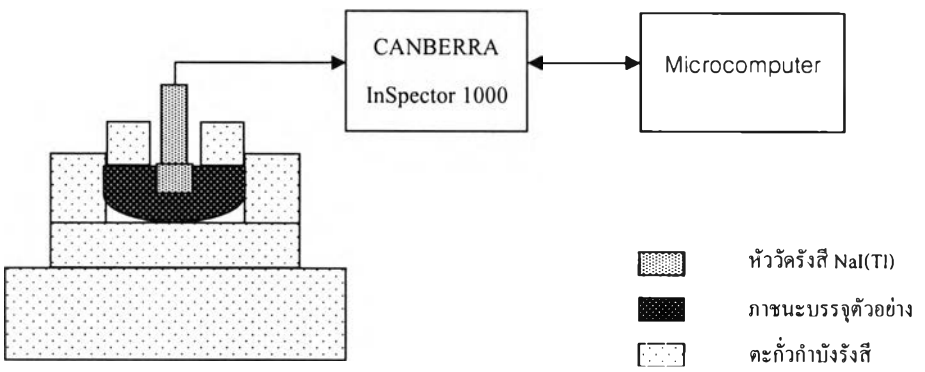
รูปที่ 3.2 กำบังรังสีทำด้วยตะกั่ว

รูปที่ 3.3 ภาชนะบรรจุตัวอย่าง

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การจัดระบบการวัดรังสีแกมมา

เบริลเลียม-7 เป็นสารกัมมันตรังสีที่สลายตัวให้รังสีแกมมา 10.3% ที่พลังงาน 477.6 keV ในการวิจัยนี้ ได้เลือกใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวัดรังสีแกมมา จึงมีการดัดแปลงภาชนะบรรจุตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.30 เซนติเมตร และสูง 7.40 เซนติเมตร โดยเจาะรูตรงกลางของฝาภาชนะให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.70 เซนติเมตร แล้วนำภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.20 เซนติเมตร และสูง 5.0 เซนติเมตร วางลงในรูตรงกลางของฝาภาชนะ ซึ่งภาชนะบรรจุตัวอย่างที่ถูกดัดแปลงแล้วจะมีลักษณะคล้ายกับ Marinelli beaker ทำให้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) สามารถเลื่อนลงไปถึงบริเวณภายในส่วนกลางของภาชนะบรรจุตัวอย่างได้ลึก 3.0 เซนติเมตร ภาชนะนี้สามารถบรรจุตัวอย่างใบสนทะเลและใบหญ้านวลน้อยหนักชนิดละ 100 กรัม



รูปที่ 3.4 แผนภาพระบบวัดรังสีแกมมา

การปรับเทียบความสัมพันธ์ระหว่างหมายเลขช่อง (Channel number) กับระดับพลังงานของรังสีแกมมา โดยใช้รังสีแกมมาจากสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน ซีเซียม-137 ที่พลังงาน 662 keV และโคบอลต์-60 ที่พลังงาน 1,173 และ 1,332 keV

3.2.2 การทดลองวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

เบริลเลียม-7 เป็นสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ เกิดรวมตัวกับไอน้ำในอากาศกลายเป็นน้ำฟ้า เช่น น้ำฝน หิมะ เป็นต้น เมื่อน้ำฝนตกลงสู่พื้นโลก จึงทำให้เบริลเลียม-7 ปะปนตามมาและพบได้ในสิ่งแวดล้อม

การวัดความแรงรังสีของเบริลเลียม-7 โดยตรงจากน้ำฝนจะไม่สามารถหาค่าได้ ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ใบพืช คือ ใบสนทะเลและใบหญ้านวลน้อย เป็นตัวดูดจับเบริลเลียม-7 [3] ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

รูปที่ 3.5 แผนภาพการทดลองวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

สำหรับการนำตัวอย่างพืชที่อบแห้งแล้วมาแช่ในตัวอย่างน้ำฝนที่เก็บกักไว้ อัตราส่วนของน้ำหนักตัวอย่างพืชต่อปริมาณน้ำฝนคือ ใบสนทะเล 100 กรัมต่อน้ำฝน 2 ลิตร และใบหญ้านวลน้อย 100 กรัมต่อน้ำฝน 3 ลิตร

ตัวอย่างน้ำฝนเก็บมาจากบริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตัวอย่างใบสนทะเลเก็บมาจากบริเวณโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จังหวัดชลบุรี และตัวอย่างใบหญ้านวลน้อยเก็บมาจากบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จังหวัดชลบุรี

3.3 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

3.3.1 ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี

เนื่องจากสารกัมมันตรังสี เรเดียม-226 มีพลังงาน 186 242 295 352 และ 609 keV ซึ่งช่วงพลังงานดังกล่าว มีพลังงานรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 เท่ากับ 477.6 keV อยู่ด้วย ในการวิจัยนี้ จึงใช้สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ค่าความแรงรังสีจำเพาะ 2,220 dpm/ml ในปริมาตรต่าง ๆ กัน เพื่อปรับเทียบหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) สำหรับวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ที่พลังงาน 477.6 keV ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 นำตัวอย่างจากข้อ ❷ มาชั่งน้ำหนัก 100 กรัม เป็นจำนวน 2 ชุด

3.3.1.2 หยดสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ปริมาตร 4 ml ลงในตัวอย่างชุดที่ 1

3.3.1.3 หยดสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ปริมาตร 5 ml ลงในตัวอย่างชุดที่ 2

3.3.1.4 ภายหลังจากหยดสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 แล้วทิ้งไว้ให้เกิดสมดุลกัมมันตรังสี เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำมาวัดรังสีแกมมา โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) ครั้งละ 15,000 วินาที

3.3.1.5 คำนวณหาพื้นที่ใต้พีคของเรเดียม-226 ที่พลังงาน 186, 242, 295, 352 และ 609 keV ของแต่ละปริมาตร

3.3.1.6 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่พลังงาน 186, 242, 295, 352 และ 609 keV

3.3.1.7 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีกับพลังงาน

3.3.1.8 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี สำหรับพลังงาน 477.6 keV จากสมการที่ได้จากกราฟข้อ 3.3.1.7

ในการวิจัยนี้ มีการใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) และหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง จึงจำเป็นต้องหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง โดยมีขั้นตอนการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 – 3.3.1.8 โดยใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง นับรังสีเป็นเวลา 4,500 วินาที

3.3.2 การแก้ค่ารบกวนจากโพแทสเซียม-40

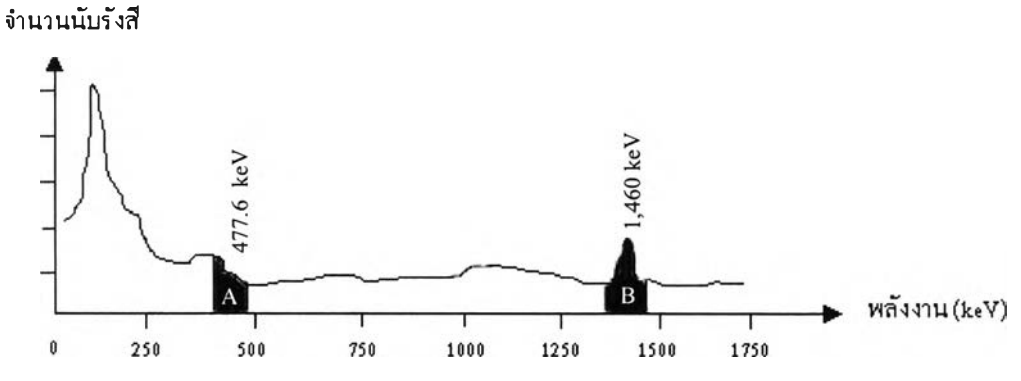
ในพืชส่วนใหญ่ จะพบว่ามีโพแทสเซียม-40 อยู่เป็นปริมาณมาก ในการวิจัยนี้ ได้นำตัวอย่างพืช คือ ใบสนทะเลและใบหญ้านวลน้อยมาเป็นตัวดูดจับเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน แล้วทำการวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ผลสเปกตรัมรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 อยู่ในช่วงพลังงาน 477.6 keV ถูกรบกวนจากส่วนของ Compton continuum ที่เกิดจากโพแทสเซียม-40 พลังงาน 1,460 keV ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ค่ารบกวนจากโพแทสเซียม-40 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 นำโพแทสเซียมคลอไรด์ มาวัดรังสี โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ (ทัลเลียม) ครั้งละ 1,000 วินาที

3.3.2.2 คำนวณหาพื้นที่ใต้พีคของโพแทสเซียม-40 ในช่วงพลังงาน 1,460 keV

3.3.2.3 คำนวณหาค่านับรังสีสุทธิของเบริลเลียม-7 ในช่วงพลังงาน 477.6 keV

3.3.2.4 คำนวณการแก้ค่ารบกวนจากโพแทสเซียม-40 โดยคิดจากอัตราส่วนของค่านับรังสีสุทธิในช่วงพลังงาน 477.6 keV ต่อค่าพื้นที่ใต้พีคในช่วงพลังงาน 1,460 keV



รูปที่ 3.6 สเปกตรัมของโพแทสเซียม-40

กำหนดให้ $$\alpha = \frac{A}{B} \quad \ldots (3.1)$$

เมื่อ α คืออัตราส่วนของค่านับรังสีสุทธิในช่วงพลังงาน 477.6 keV ต่อค่าพื้นที่ใต้พีคในช่วงพลังงาน 1,460 keV

3.3.3 ค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7

โดยทั่วไป พืชต่างชนิดกันจะมีประสิทธิภาพในการดูดจับแร่ธาตุ หรือสารกัมมันตรังสีได้ต่างกัน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องหาค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 ของใบสนทะเลและใบหญ้านวลน้อย ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 นำตัวอย่างจากข้อ ❷ มาชั่งน้ำหนัก 100 กรัม เป็นจำนวน 3 ชุด

3.3.3.2 เตรียมตัวอย่างชุดที่ 1 โดยแช่ในตัวอย่างน้ำฝน 2 ลิตร เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.3.3.3 เตรียมตัวอย่างชุดที่ 2 โดยแช่ในตัวอย่างน้ำฝนจากข้อ 3.3.3.2 เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.3.3.4 เตรียมตัวอย่างชุดที่ 3 โดยแช่ในตัวอย่างน้ำฝนจากข้อ 3.3.3.3 เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.3.3.5 นำตัวอย่างทั้ง 3 ชุด มาอบแห้งแล้ววัดรังสีแกมมา โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) ครั้งละ 15,000 วินาที

3.3.3.6 คำนวณหาค่าความแรงรังสีของเบริลเลียม-7 ที่พลังงาน 477.6 keV

3.3.3.7 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7

การศึกษาค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 ในการวิจัยนี้ นอกจากจะใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม)แล้ว ยังมีการใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง เพื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 ที่ได้จากหัววัดรังสีทั้งสองชนิด สำหรับการใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงมีขั้นตอนการทดลองเหมือนข้อ 3.3.3.1 – 3.3.3.7 แต่เปลี่ยนน้ำหนักตัวอย่างเป็น 800 กรัม และใช้เวลาการนับรังสี 86,400 วินาที