

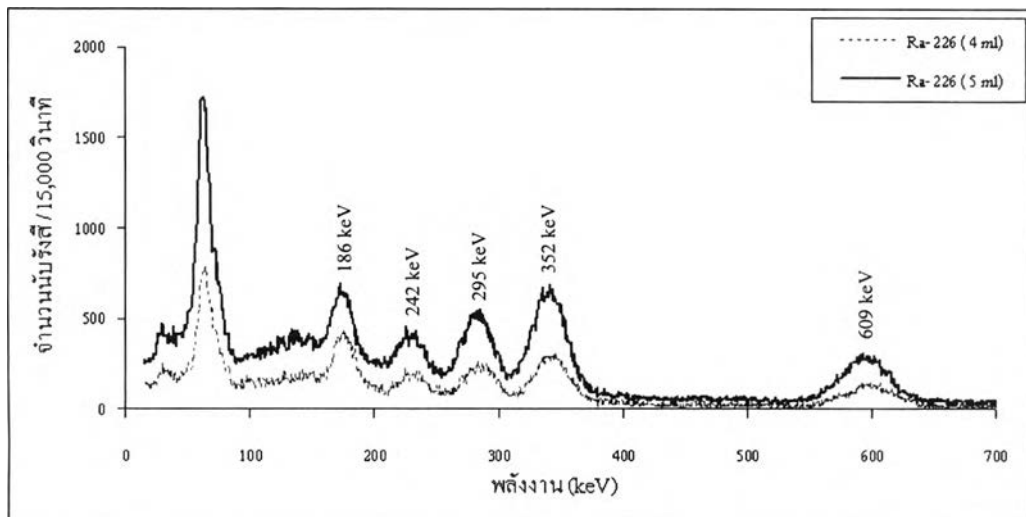
บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

4.1.1 ผลการศึกษาหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี

ในงานวิจัยนี้ใช้หัววัดรังสี โซเดียมไอโอไดด์ (ทลเลียม) สำหรับวัดรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ที่พลังงาน 477.6 keV ในการเปรียบเทียบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี ได้ใช้สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่มีค่าความแรงรังสี 2,220 dpm/ml หยดลงในตัวอย่าง ปริมาตรต่าง ๆ กัน หลังจากนั้นทิ้งไว้ 4 สัปดาห์ เพื่อให้เกิดสมดุลกัมมันตรังสี แล้วนำมาวัดรังสีแกมมา จะได้สเปกตรัมดังแสดงในรูปที่ 4.1 และนำสเปกตรัมที่ได้มาหาค่าพื้นที่ใต้พีคของเรเดียม-226 ที่พลังงาน 186, 242, 295, 352 และ 609 keV ของแต่ละปริมาตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สเปกตรัมรังสีแกมมาของเรเดียม-226 ที่พลังงานต่าง ๆ โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ (ทลเลียม)

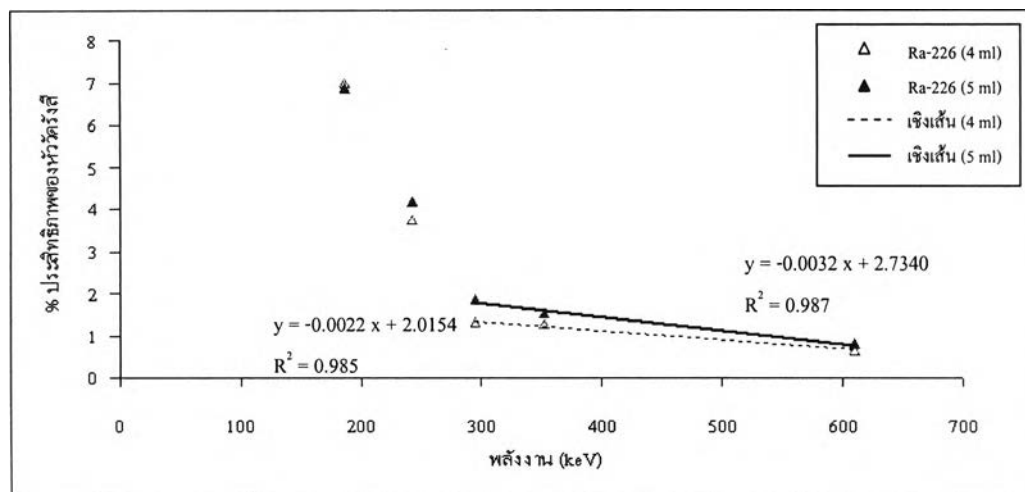
ตารางที่ 4.1 ค่าพื้นที่ใต้พีคของเรเดียม-226 ในปริมาตรต่าง ๆ โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ (ทลเลียม)

พลังงาน (keV)	พื้นที่ใต้พีค (จำนวนนับรังสี /15,000 วินาที)	
	4 ml	5 ml
186	6187	7638
242	3322	4630
295	5531	9706
352	10188	15361
609	6656	10313

จะเห็นว่า อัตราส่วนระหว่างค่าพื้นที่ใต้พีคของพลังงาน 352 และ 609 keV (ซึ่งเป็นช่วงพลังงานที่มีพลังงาน 477.6 keV ของเบริลเลียม-7 อยู่) ของปริมาตร 4 และ 5 มิลลิลิตร มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่าพื้นที่ใต้พีคที่พลังงานต่าง ๆ ของปริมาตร 4 และ 5 มิลลิลิตร มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่พลังงานต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ (ทลเลียม) กับพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ (ทลเลียม) กับพลังงานของเรเดียม-226 ปริมาตร 4 และ 5 มิลลิลิตร

พลังงาน (keV)	% ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี	
	4 ml	5 ml
186	6.97	6.89
242	3.74	4.17
295	1.31	1.84
352	1.28	1.53
609	0.64	0.79



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) กับพลังงาน

จากกราฟในรูปที่ 4.2 นำข้อมูลค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) ที่พลังงาน 295, 352 และ 609 keV มาหาเส้นแนวโน้มเชิงเส้นจะได้สมการเส้นตรง ดังนี้

$$\text{เรเดียม-226 ปริมาตร 4 ml ; } y = -0.0022x + 2.0154 \quad \dots(4.1)$$

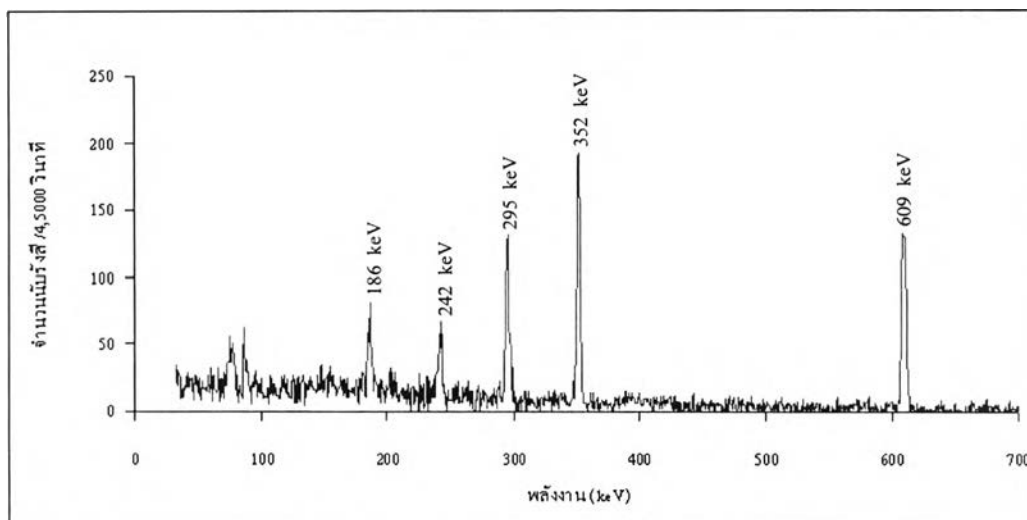
$$\text{เรเดียม-226 ปริมาตร 5 ml ; } y = -0.0032x + 2.7340 \quad \dots(4.2)$$

เมื่อ y คือ ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม)
 x คือ พลังงานของรังสี

จากสมการ (4.1) และ (4.2) แทนค่าพลังงาน 477.6 keV จะได้ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) เฉลี่ยเท่ากับ 1.09 %

ในการวิจัยนี้ มีการทดลองใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง จึงจำเป็นต้องหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง โดยมีขั้นตอนการทดลองเหมือนการหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) แต่หยุดสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพียง 1 ชุดตัวอย่าง แล้วนำหัววัดรังสีเกมมาจะได้สเปกตรัมดังแสดงในรูปที่ 4.3 และนำสเปกตรัมที่ได้มาหาค่าพื้นที่ใต้พีคของเรเดียม-226 ที่พลังงาน 186, 242, 295, 352 และ 609 keV ดังแสดงในตารางที่ 4.3





รูปที่ 4.3 สเปกตรัมรังสีแกมมาของเรเดียม-226 ที่พลังงานต่าง ๆ
โดยใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง

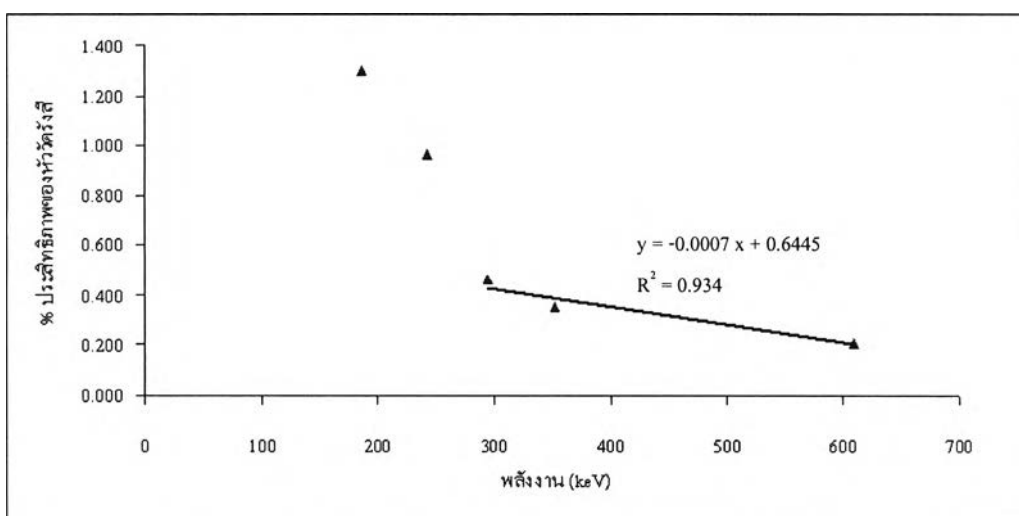
ตารางที่ 4.3 ค่าพื้นที่ใต้พีคของเรเดียม-226 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โดยใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียม
บริสุทธิ์สูง

พลังงาน (keV)	พื้นที่ใต้พีค (จำนวนนับรังสี /4,500 วินาที)
186	432.06
242	320.52
295	727.77
352	1065.43
609	826.26

นำค่าพื้นที่ใต้พีคมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่พลังงานต่าง ๆ ดังแสดงใน
ตารางที่ 4.4 และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียม
บริสุทธิ์สูงกับพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงกับพลังงานของเรเดียม-226 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร

พลังงาน (keV)	% ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี
186	1.297
242	0.963
295	0.460
352	0.355
609	0.211



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงกับพลังงาน

จากกราฟในรูปที่ 4.4 นำข้อมูลค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง ที่พลังงาน 295, 352 และ 609 keV มาหาเส้นแนวโน้มเชิงเส้นจะได้สมการเส้นตรง ดังนี้

$$y = -0.0007x + 0.6445 \quad \dots(4.3)$$

เมื่อ y คือ ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง
 x คือ พลังงานของรังสี

จากสมการ (4.3) แทนค่าพลังงาน 477.6 keV จะได้ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงเท่ากับ 0.31 %

ตารางที่ 4.5 ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีที่พลังงาน 477.6 keV

ชนิดของหัววัดรังสี	% ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี
หัววัดรังสี NaI(Tl)	1.09
หัววัดรังสี HPGe	0.31

4.1.2 ผลการศึกษาการแก้ค่ารบกวนจากโพแทสเซียม-40

เนื่องจากผลสเปกตรัมรังสีแกมมาของเบริลเลียม-7 ที่พลังงาน 477.6 keV ถูกรบกวนจากส่วนของ Compton continuum ซึ่งเกิดจากโพแทสเซียม-40 ที่พลังงาน 1,460 keV จึงต้องคำนวณการแก้ค่ารบกวนจากโพแทสเซียม-40 โดยคิดจากอัตราส่วนของค่านับรังสีสุทธิในช่วงพลังงาน 477.6 keV ต่อค่าพื้นที่ใต้พีคในช่วงพลังงาน 1,460 keV ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ดังนั้นในการหาค่านับรังสีสุทธิของเบริลเลียม-7 ที่แท้จริง จะต้องใช้ค่าอัตราส่วนที่ได้นี้มาคิดในการคำนวณด้วย

ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาการแก้ค่ารบกวนจากโพแทสเซียม-40

[1]	[2]	[1] / [2]
422 ± 30.33	881.51 ± 60.65	0.48 ± 0.05

หมายเหตุ [1] = ค่านับรังสีสุทธิของเบริลเลียม-7

[2] = ค่าพื้นที่ใต้พีคของโพแทสเซียม-40

จากผลการทดลองจะได้ค่าอัตราส่วนของค่านับรังสีสุทธิในช่วงพลังงาน 477.6 keV ต่อค่าพื้นที่ใต้พีคในช่วงพลังงาน 1,460 keV เท่ากับ 0.48 ± 0.05

4.1.3 ผลการศึกษาหาค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7

ผลการทดลองหาค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ที่พลังงาน 477.6 keV โดยใช้ตัวอย่างไบสนทะเลเป็นตัวดูดจับทั้ง 3 ชุด จากตัวอย่างน้ำฝนชุดเดียวกัน คือ ในตัวอย่างชุดที่ 1 มีความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 มากที่สุด ส่วนในตัวอย่างชุดที่ 2 และ 3 มีความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ร่องลงมาตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ส่วนผลการทดลองวัดค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 โดยใช้ตัวอย่างไบหญ้านวลน้อยเป็นตัวดูดจับจากตัวอย่างทั้ง

3 จุด มีค่านับรังสีต่างจากค่าแบคกราวนด์น้อยมาก จึงนำมาคำนวณหาค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ไม่ได้

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน โดยใช้ตัวอย่างไบสนทะเลเป็นตัวดูดจับ

ชุดตัวอย่าง	ความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน (Bq/L)	
	หัววัดรังสี NaI(Tl)	หัววัดรังสี HPGe
1	2.21 ± 3.54	1.81 ± 0.34
2	1.60 ± 3.60	1.30 ± 0.30
3	1.32 ± 3.60	0.78 ± 0.32

หมายเหตุ ค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) และหัววัดรังสีเจอร์มานีอัมบริสุทธิ์สูง มาจากชุดตัวอย่างน้ำฝนต่างกัน

จากค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ที่ได้ นำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 โดยใช้สมการดังนี้

$$A \times \epsilon_{ab} = A_1 \quad \dots(4.4)$$

$$(A - A_1) \times \epsilon_{ab} = A_2 \quad \dots(4.5)$$

$$(A - A_1 - A_2) \times \epsilon_{ab} = A_3 \quad \dots(4.6)$$

เมื่อ A คือ ความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

A_1 คือ ความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างไบสนทะเลชุดที่ 1

A_2 คือ ความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างไบสนทะเลชุดที่ 2

A_3 คือ ความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างไบสนทะเลชุดที่ 3

ϵ_{ab} คือ ค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 โดยใช้ตัวอย่างไบสนทะเลเป็นตัวดูดจับ

ผลการคำนวณสมการ (4.4) (4.5) และ (4.6) จากการทดลองโดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) ได้ค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 ซึ่งใช้ตัวอย่างไบสนทะเลเป็นตัวดูดจับเฉลี่ยเท่ากับ $29.46 \pm 3.67 \%$ และจากการทดลองโดยใช้หัววัดรังสีเจอร์มานีอัมบริสุทธิ์สูงได้ค่าประสิทธิภาพการดูดจับเบริลเลียม-7 ซึ่งใช้ตัวอย่างไบสนทะเลเป็นตัวดูดจับเฉลี่ยเท่ากับ $25.72 \pm 0.74 \%$

4.2 ผลความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

การวัดความแรงรังสีของเบริลเลียม-7 โดยตรงจากน้ำฝนจะไม่สามารถหาค่าได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ไบสมัททะเลเป็นตัวดูดซับเบริลเลียม-7 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการดูดซับเบริลเลียม-7 เท่ากับ $29.46 \pm 3.67 \%$ แล้วทดลองวัดความแรงรังสีแกมมาที่สลายตัวจากเบริลเลียม-7 ซึ่งมีค่าการสลายตัวเท่ากับ 10.3% โดยใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม) ที่มีค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเท่ากับ 1.09% และคำนวณหาค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน ในการวิจัยนี้เก็บตัวอย่างน้ำฝนมาจากบริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

วันที่เก็บตัวอย่าง	ความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน (Bq/L)	
	ไบสมัททะเลอบแห้ง*	ไบสมัททะเลไม่อบแห้ง*
24 พฤษภาคม 2548	2.65 ± 6.09	3.04 ± 5.71
4 มิถุนายน 2548	2.57 ± 6.24	3.44 ± 5.71
29 มิถุนายน 2548	7.81 ± 6.34	8.02 ± 6.63
4 กรกฎาคม 2548	7.37 ± 7.35	8.25 ± 8.23
25 กรกฎาคม 2548	14.03 ± 7.35	11.97 ± 6.62
3 สิงหาคม 2548	7.04 ± 7.15	7.56 ± 6.77
1 ตุลาคม 2548	2.45 ± 6.13	2.34 ± 6.22
3 ตุลาคม 2548	6.51 ± 6.30	6.76 ± 7.45
6 ตุลาคม 2548	7.41 ± 8.53	7.42 ± 6.50
14 ตุลาคม 2548	16.77 ± 7.99	16.93 ± 7.41
17 ตุลาคม 2548	24.65 ± 7.85	25.13 ± 7.19
24 ตุลาคม 2548	24.67 ± 7.28	24.79 ± 6.63
5 พฤศจิกายน 2548	49.04 ± 6.91	49.39 ± 6.59
13 พฤศจิกายน 2548	64.78 ± 6.29	62.87 ± 6.89
4 ธันวาคม 2548	50.35 ± 7.36	50.26 ± 7.13
17 มีนาคม 2549	27.50 ± 7.86	27.73 ± 7.20

หมายเหตุ * ค่าความแรงรังสีจำเพาะเฉลี่ยจากการนับรังสี 3 ครั้ง