# รายการอ้างอิง


1. Karunakara, N., Somashekarapa, H.M., Narayana, Y., Avadhani, D.N., Mahesh, H.M., and Siddappa, K. $^{226}$Ra, $^{40}$K and $^{7}$Be activityconcentrations in plants in the envirovment of Kaiga, India. Journal of Environmental Radioactivity 65 (2003): 255-266.
2. Epik, O. and Yaprak, G. Cs-137, K-40 and Be-7 Activity Concentrations in Pine Needles in Coniferous Forest around Izmir. General Conference of the Balkan Physical Union 5 (August 2003): 1507-1510.
3. Papastefanou, C., Manolopoulou, M., Stoulos, S., Ioannidou, A., and Gerasopoulos, E. Soil-to-plant transfer of $^{137}$Cs, $^{40}$K and $^{7}$Be. Journal of Environmental Radioactivity 45 (1999): 59-65.
4. ภารตี สราภัสสร. การวัดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมโดยใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
5. Adams, F., and Dams, R. Applied Gamma-Ray Spectrometry. 2$^{nd}$ed. Oxford: Pergamon Press, 1970.
6. Duenas, C., Fernandez, M.C., Carretero, J., Liger, E., and Canete, S. Long-term variation of the concentrations of long-lived Rn descendants and cosmogenic $^{7}$Be and determination of the MRT of aerosols. Atmospheric Environment 38 (2004): 1291-1301.
7. Al-Azmi, D., Sayed, A.M., and Yatim, H.A. Variations in $^{7}$Be concentrations in the atmosphere of Kuwait during the period 1994 to 1998. Applied Radiation and Isotopes 55 (2001): 413-417.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## ผลทดลองการวัดความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

## ผลทดลองการวัดความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

1. ผลทดลองการวัดความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน โดยใช้ใบสนทะเลเป็นตัวดูดจับเบริลเลียม-7

| วันที่เก็บตัวอย่าง | ความแรงรังสีจำเพาะ (Bq/L) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ใบสนทะเลอบแห้ง | | | ใบสนทะเลไม่อบแห้ง | | |
| | ตัวอย่างที่ 1 | ตัวอย่างที่ 2 | ตัวอย่างที่ 3 | ตัวอย่างที่ 1 | ตัวอย่างที่ 2 | ตัวอย่างที่ 3 |
| 24 พ.ค. 2548 | 2.78 ± 10.62 | 2.45 ± 10.59 | 2.73 ± 10.45 | 3.09 ± 9.88 | 3.05 ± 9.84 | 2.99 ± 9.96 |
| 4 มิ.ย. 2548 | 2.24 ± 10.74 | 3.22 ± 10.78 | 2.25 ± 10.89 | 3.57 ± 9.80 | 3.29 ± 9.93 | 3.47 ± 9.92 |
| 29 มิ.ย. 2548 | 7.67 ± 10.86 | 7.86 ± 10.75 | 7.89 ± 11.31 | 7.88 ± 11.59 | 7.94 ± 11.53 | 8.25 ± 11.35 |
| 4 ก.ค. 2548 | 7.16 ± 12.75 | 7.36 ± 12.82 | 7.58 ± 12.64 | 8.39 ± 14.07 | 7.95 ± 14.18 | 8.41 ± 14.52 |
| 25 ก.ค. 2548 | 13.72 ± 12.61 | 12.73 ± 12.91 | 15.63 ± 12.66 | 11.86 ± 11.43 | 11.74 ± 11.49 | 12.30 ± 11.45 |
| 3 ส.ค. 2548 | 7.00 ± 12.12 | 7.13 ± 12.62 | 7.01 ± 12.43 | 8.09 ± 11.32 | 6.61 ± 11.80 | 7.98 ± 12.06 |
| 1 ต.ค. 2548 | 2.40 ± 10.05 | 2.42 ± 10.84 | 2.52 ± 10.92 | 2.41 ± 10.72 | 2.24 ± 10.74 | 2.37 ± 10.88 |
| 3 ต.ค. 2548 | 6.77 ± 10.76 | 6.43 ± 10.77 | 6.34 ± 11.22 | 7.26 ± 12.00 | 6.09 ± 13.07 | 6.93 ± 13.57 |
| 6 ต.ค. 2548 | 7.44 ± 14.93 | 7.18 ± 14.55 | 7.62 ± 14.82 | 7.70 ± 10.77 | 7.38 ± 11.46 | 7.19 ± 11.53 |
| 14 ต.ค. 2548 | 15.53 ± 13.31 | 17.59 ± 14.21 | 17.20 ± 13.97 | 16.42 ± 12.88 | 17.56 ± 12.74 | 16.81 ± 12.90 |
| 17 ต.ค. 2548 | 24.67 ± 13.58 | 24.14 ± 13.58 | 25.15 ± 13.65 | 26.31 ± 12.41 | 24.29 ± 12.42 | 24.79 ± 12.51 |
| 24 ต.ค. 2548 | 24.22 ± 12.69 | 24.67 ± 12.54 | 25.12 ± 12.58 | 24.54 ± 11.31 | 25.15 ± 11.54 | 24.68 ± 11.59 |
| 5 พ.ย. 2548 | 47.67 ± 11.95 | 49.13 ± 12.00 | 50.33 ± 11.97 | 48.52 ± 11.51 | 49.57 ± 11.36 | 50.08 ± 11.38 |
| 13 พ.ย. 2548 | 65.66 ± 10.73 | 64.60 ± 10.93 | 64.07 ± 11.04 | 61.06 ± 11.65 | 63.21 ± 12.01 | 64.33 ± 12.16 |
| 4 ธ.ค. 2548 | 49.44 ± 12.43 | 50.49 ± 12.75 | 51.11 ± 13.03 | 52.43 ± 12.42 | 49.50 ± 12.55 | 48.85 ± 12.06 |
| 17 มี.ค. 2549 | 27.50 ± 13.60 | 26.98 ± 13.59 | 28.02 ± 13.66 | 28.90 ± 12.42 | 26.88 ± 12.44 | 27.41 ± 12.53 |

2. ผลทดลองการวัดความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน โดยใช้ใบหญ้านวลน้อยเป็นตัวดูดจับเบริลเลียม-7 ไม่สามารถวัดได้

1 2548 77772

ภาคผนวก ข

แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

## วิธีการคำนวณค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน

1. ค่านับรังสีสุทธิของ K-40 = (ค่านับรังสีรวมของ K-40) – (ค่านับรังสีรวมของแบคกราวน์ K-40)

2. ค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 = (ค่านับรังสีรวมของ Be-7) – (ค่านับรังสีรวมของแบคกราวน์ Be-7)

*$\alpha$ คืออัตราส่วนของค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 ในช่วงพลังงาน 477.6 keV ต่อค่าพื้นที่ใต้พีคของ K-40 ในช่วงพลังงาน 1,460 keV ($\alpha$ = 0.48 $\pm$ 0.05)*

3. ค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 ที่เกิดจากการรบกวนของ K-40 = (ค่านับรังสีสุทธิของ K-40) × $\alpha$

4. ค่านับรังสีที่แท้จริงของ Be-7 = (ค่านับรังสีสุทธิของ Be-7) – (ค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 ที่เกิดจากการรบกวนของ K-40)

*ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี NaI(Tl)* = *1.09 %*

5. ค่าความแรงรังสีของ Be-7 = $\dfrac{\text{ค่านับรังสีที่แท้จริงของ Be-7}}{\text{ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี NaI(Tl)}}$

*$t_{1/2}$ คือค่าครึ่งชีวิต ($t_{1/2}$ ของ Be-7 = 53.3 วัน)*

*$\lambda$ คือค่าคงที่การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี* ($t_{1/2} = \dfrac{0.693}{\lambda}$)

6. ค่าความแรงรังสีเดิม = $\dfrac{\text{ค่าความแรงรังสีของ Be-7}}{e^{-\lambda t}}$

*ค่าการสลายตัวรังสีแกมมาของ Be-7* = *10.3 %*

7. ค่าความแรงรังสีจำเพาะของ Be-7 = $\dfrac{\text{ค่านับรังสีที่สลายตัวจาก Be-7}}{\text{ค่าการสลายตัวรังสีแกมมาของ Be-7}}$

*ค่าประสิทธิภาพการดูดกลืน Be -7 โดยใช้ตัวอย่างใบสนทะเลเป็นตัวดูดจับ* = *29.46 $\pm$ 3.67 %*

8. ค่าความแรงรังสีจำเพาะที่แท้จริงของ Be-7 = $\dfrac{\text{ค่าความแรงรังสีจำเพาะของ Be-7}}{\text{ค่าประสิทธิภาพการดูดกลืน Be -7}}$

## แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความแรงรังสีจำเพาะของเบริลเลียม-7 ในตัวอย่างน้ำฝน (ตัวอย่างน้ำฝนวันที่ 24 พฤษภาคม 2548)

ค่านับรังสีรวมของ K-40 = 742 ± 27.24

ค่านับรังสีรวมของแบคกราวน์ K-40 = 739 ± 27.18

ค่านับรังสีสุทธิของ K-40 = 3 ± 38.48

ค่านับรังสีรวมของ Be-7 = 3880 ± 62.29

ค่านับรังสีรวมของแบคกราวน์ Be-7 = 3855 ± 62.09

ค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 = 25 ± 87.95

*อัตราส่วนของค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 ต่อค่าพื้นที่ใต้พีคของ K-40 = 0.48 ±0.05*

ค่านับรังสีสุทธิของ Be-7 ที่เกิดจากการรบกวนของ K-40 = 1.44 ± 18.47

ค่านับรังสีที่แท้จริงของ Be-7 = 23.56 ± 89.87

ค่านับรังสีที่แท้จริงของ Be-7 (cps) = 0.00157 ± 0.0060

*ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี NaI(Tl)* = *1.09 %*

ค่าความแรงรังสีของ Be-7 = 0.144 ± 0.550 Bq/2L

*ค่าครึ่งชีวิตของ Be-7 = 53.3 วัน*

ค่าความแรงรังสีเดิม = 0.166 ± 0.634 Bq/2L

*ค่าการสลายตัวรังสีแกมมาของ Be-7* = *10.3 %*

ค่าความแรงรังสีจำเพาะของ Be-7 = 1.61 ± 6.16 Bq/2L

*ค่าประสิทธิภาพการดูดกลืน Be -7 โดยใช้ตัวอย่างใบสนทะเลเป็นตัวดูดจับ* = *29.46 ±3.67 %*

ค่าความแรงรังสีจำเพาะที่แท้จริงของ Be-7 = 5.57 ± 21.23 Bq/2L

**ค่าความแรงรังสีจำเพาะที่แท้จริงของ Be-7 = 2.78 ± 10.62 Bq/L**

# ภาคผนวก ค

# สนทะเลและหญ้านวลน้อย

**สนทะเล**

1. ชื่อพันธุ์ไม้ สนทะเล

2. ชื่อสามัญ (ไทย) กู (นราธิวาส) สนทะเล (ภาคกลาง)

(อังกฤษ) Common Ironwood, She Oak, Beefwood, Queensland Swamp Oak

3. ชื่อวิทยาศาสตร์ *Casuarina equisetifalia* J. R. & C. Forst.

และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่พ้องกันว่า *Casuarina littoralis* Salist.

4. ชื่อวงศ์ Casuarinaceae

5. การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ

สนทะเล เป็นไม้ที่ขึ้นเป็นหมู่ เป็นพืชอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่เป็นดินทรายหรือทราย และมีการระบายน้ำทั่วไป ต้นสนทะเลเป็นต้นไม้ที่สามารถขึ้นได้ดีในท้องถิ่นที่มีอากาศอบอุ่นไปจนถึงท้องถิ่นที่มีอากาศร้อนและเป็นไม้ที่สามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอากาศในโซนร้อนได้ดี สามารถเจริญงอกงามดีตั้งแต่พื้นดินที่มีระดับต่ำเท่ากับระดับน้ำทะเลไปจนถึงพื้นที่ที่มีความสูงถึง 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 700-2,000 มิลลิเมตร/ปี

6. ลักษณะทางวนวัฒนวิทยา

สนทะเล เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ความสูงเฉลี่ยประมาณ 10-25 เมตร แต่บางต้นอาจมีความสูงถึง 50 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 80 เซนติเมตร ลำต้นเปราะ ตรง กิ่งชะลูดขึ้นไปทางปลายยอด เรือนยอดมักเป็นรูปกรวยคว่ำ มีกิ่งทำมุมป้านหรือตั้งฉากกับลำต้น และไม่เป็นระเบียบ กิ่งย่อยมีสีเขียวเรียวเล็กมากคล้ายรูปเข็มต่อกันเป็นปล้อง ๆ ลำต้นมีเปลือกนอกสีน้ำตาลปนเทา เปลือกแตกเป็นร่องตื้น เปลือกในมีสีน้ำตาลแดง กระพี้สีน้ำตาลอ่อน แยกจากแก่นเห็นได้ชัด แก่นมีสีน้ำตาลแดง

ใบ ลักษณะเป็นเกล็ด (scale leaf) เล็กละเอียด สีขาว ๆ เขียว ๆ ออกตามข้อของกิ่งย่อย มีข้อละ 7 ใบ เรียงกันเป็นช่อวงกลม (whorled) ลักษณะคล้ายหนามแหลม ๆ รูปสามเหลี่ยมและส่วนของกิ่งย่อยสีเขียวเป็นเส้นแหลม ๆ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการปรุงอาหารเลี้ยงลำต้น

ดอก มีขนาดเล็ก ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันอยู่คนละดอกกัน ดอกเพศผู้ไม่มีก้านดอก จัดเรียงตัวเป็นรูปช่อยาวเรียว ๆ (silender spikes) ออกตามปลายกิ่ง ดอกเป็นรูปกระบองเรียว ๆ

ยาวประมาณ 1-3 เซนติเมตร ดอกตัวเมียสีน้ำตาลแดง ลักษณะเป็นรูปลูกตุ้มเล็ก ๆ ออกตามกิ่งและง่ามกิ่ง ดอกทั้งสองเพศอยู่บนกิ่งใหญ่กิ่งเดียวกัน

ผล มีขนาดเล็ก ลักษณะเป็นรูปกลม (cone) เปลือกแข็ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.75 นิ้ว แต่ละผลประกอบด้วยผลย่อย (แบบ achene) เรียงตัวแทรกอยู่ในผลใหญ่ ผลอ่อนจะมีสีเขียวนวล เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ผลเมื่อแก่จะแตกออกตามรอยประสาน

เมล็ด ลักษณะเป็นรูปกลมรี ๆ มีปีกหรือครีบบาง ๆ ที่ปลายเมล็ด (winged achenes) เมล็ดมีน้ำหนักเบาขนาดเล็กมาก ลมสามารถพัดพาให้ลอยไปไกล ๆ ได้

รูปสนทะเล

**หญ้านวลน้อย**

เป็นหญ้าพื้นเมืองของไทย เป็นหญ้าที่นิยมปลูกกันมาก สามารถขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นดินเหนียวหรือดินปนทราย และยังปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดีและง่าย นอกจากนี้ยังทนต่อร้อนและแห้งแล้ง หรือที่น้ำท่วมขังแฉะได้เป็นครั้งคราว จึงนิยมปลูกกันมาก

เป็นหญ้าที่จัดอยู่ในประเภทใกล้เคียงกับหญ้าญี่ปุ่น แต่มีใบกว้างกว่า และการเจริญเติบโตเร็วกว่า ใบไม่แข็งกระด้างเหมือนหญ้าญี่ปุ่น หญ้าชนิดนี้ขึ้นง่ายและเจริญเติบโตเป็นแผ่นได้เร็วพอสมควร แต่ช่อดอกค่อนข้างยาวและเห็นได้ชัด ซึ่งจะขอกล่าวถึงลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ลำต้น จะตั้งและแข็งแรง มีลำต้นใต้ดินมาก ปลูกง่ายแตกกอได้เร็ว มีปล้องสั้น และลำต้นยืดหยุ่นตัวดี

2. ใบมีขนาดปานกลาง สีเขียวอ่อน ใบจะยืดหยุ่นตัวดีเช่นกันในเวลาที่เหยียบย่ำ เวลาเดินแล้วจะนุ่มเท้า ขึ้นคลุมดินได้แน่นดี ใบนุ่มกว่าหญ้าญี่ปุ่น และไม่ระคายผิวหนัง เมื่อตัดเรียบร้อยแล้วดูคล้ายพรม

3. ช่อดอกค่อนข้างยาว และดอกมีสีน้ำตาลดำเห็นได้ชัดในเวลาออกดอก

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววรีภรณ์ รัตนิสสัย เกิดวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2520 ที่อยู่ปัจจุบัน 200/32 ถนนเจิมจอมพล ตำบลศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110 การศึกษาระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาที่โรงเรียนเซนต์ปอลคอนแวนต์ การศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อปี พ.ศ. 2543 เข้าทำงานตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ เมื่อปี พ.ศ. 2546 เข้าศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย