

## ผักตบชวา : วัชพืชน้ำที่เหมาะสมสำหรับการดูดกลืนนิวไคลด์กัมมันตรังสีในน้ำ

สมพร เฉลิมสุข\* คมกริช จึงพัฒนาดิ และธนาชัย ทองรอง

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

โทร. 043-202231-9 ต่อ 2248 โทรสาร 043-244416 E- mail : somporn@kku.ac.th

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในวัชพืชน้ำในจังหวัดขอนแก่น เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการเก็บสารตัวอย่างสำหรับศึกษาปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

วัชพืชน้ำ 7 ชนิดในบริเวณเดียวกันถูกเก็บและเตรียมด้วยการอบเป็นเถ้าที่  $450^{\circ}\text{C}$  เพื่อวัด สเปกตรัมรังสีแกมมาสำหรับเปรียบเทียบปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสี เทคนิคการวัดรังสีแกมมาด้วยหัววัด HPGe ถูกนำมาใช้วัดชนิดและปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในเถ้าของวัชพืชน้ำ

จากการศึกษาพบว่าในจำนวนวัชพืชน้ำ 7 ชนิด ผักตบชวามีปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีรวมสูงที่สุด และผักตบชวาที่มีขนาดความยาวของใบเท่ากับ 30 เซนติเมตร จะดูดกลืนนิวไคลด์กัมมันตรังสีได้มากที่สุด

### **Water hyacinth : the suitable aquatic weed for radioactive nuclide absorption in water**

**Somporn Chalermasuk\*, Komgrid Jungpattanawadee and Thanachai Tongrong**

Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

Tel. (043)202231-9 ext. 2248 Fax. (043) 244416 E- mail : somporn@kku.ac.th

### **Abstract**

The experiment was set up to determine the quantities of radioactive nuclides which were absorbed by aquatic weeds in Khon Kaen Province. The best aquatic weed would be used to be sampled for study of radioactive nuclide quantities in natural water resources.

Seven kinds of aquatic weeds in the same site were corrected and pretreated by ovening to be ash at  $450^{\circ}\text{C}$ . Gamma-ray spectra of the samples were detected and analyzed for comparing the quantities of radioactive nuclides. Gamma-ray spectrometry with a HPGe detector was set up to detect radioactive nuclides and their quantities in ashes of aquatic weeds.

According to this study, water hyacinth, from seven aquatic weeds, had the most quantities of radioactive nuclides. The water hyacinth with 30 cm leaves in length can absorb the most quantities of radioactive nuclides.

## บทนำ

กัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ และบางชนิดที่มนุษย์ประดิษฐ์จะมีอยู่ทั่วไปทั้งบนดินและแหล่งน้ำต่าง ๆ ในการศึกษาปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแหล่งน้ำอาจใช้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่สนใจมาวัดโดยตรงหรือการเก็บวัชพืชในแหล่งน้ำนั้น ๆ มาศึกษา แต่วัชพืชในแหล่งน้ำต่าง ๆ มีหลายชนิดดังนั้นการตัดสินใจเก็บวัชพืชชนิดใดเป็นตัวอย่างจะเป็นการยาก งานวิจัยนี้จึงศึกษาปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในวัชพืชน้ำเพื่อหาตัวแทนของวัชพืชน้ำที่จะแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแหล่งน้ำธรรมชาติที่สนใจ

### วัตถุประสงค์การศึกษาวิจัย

1. เพื่อหาปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในวัชพืชน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดขอนแก่น
2. เพื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแก้วของวัชพืชน้ำและหาวัชพืชน้ำที่ดูดกลืน นิวไคลด์กัมมันตรังสีมากที่สุด
3. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้เทคนิคการวัดสเปกตรัมของรังสีแกมมาศึกษาเกี่ยวกับนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป

### วิธีการทดลอง

#### อุปกรณ์การทดลอง

1. HPGe Detector; ORTEC (model GLP-10180/07)
2. High Voltage Power Supply; CANBERRA (model 3105)
3. NIM Bin and Power Supply
4. Amplifier; ORTEC (model 485)
5. Oscilloscope V-422 (40 MHz); Hitachi
6. PCA-II Card + PC computer
7. สารตัวอย่างมาตรฐานบรรจุขวดพลาสติกขนาด 500 ml
8. Sample holder

#### การทดลอง

1. หาประสิทธิภาพของระบบหัววัดสเปกตรัมของรังสีแกมมา โดยใช้สารมาตรฐานบรรจุขวดพลาสติกขนาด 500 ml จากบริษัท Isotope Products Laboratories<sup>(1)</sup> ตามลักษณะทางเรขาคณิตของที่ตั้งสารตัวอย่าง (Sample holder) ที่สร้างขึ้น
2. หาปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแก้วของวัชพืชน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
  - 2.1. การเตรียมสารตัวอย่างจากพืชน้ำ 7 ชนิด  
สารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือวัชพืชน้ำที่สามารถพบได้โดยง่ายจากแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 7 ชนิดคือ ผักตบชวา ผักบุงไร่ กก แหน กระเจด บัว และสาหร่าย โดยทั้งหมดมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่เดียวกัน แยกส่วนที่เป็นใบ หรือที่มีสีเขียว และส่วนที่รวมกันทั้งหมดคือรากและใบ แล้วดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้
    - 2.1.1 นำวัชพืชน้ำมาล้างให้สะอาดปราศจากดินโคลนแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ
    - 2.1.2 ตากวัชพืชน้ำในที่สะอาดเพื่อให้แห้งน้ำและซังน้ำหนึ่กสด
    - 2.1.3 นำวัชพืชน้ำตากแห้งโดยไม่ให้ฝุ่นเข้าปะปนใช้พลาสติกใสบิดประมาณ 2-3 วัน
    - 2.1.4 อบวัชพืชน้ำในเตาเผาที่อุณหภูมิ 450<sup>o</sup> C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง บรรจุแก้วของวัชพืชน้ำในขวดพลาสติกขนาด 500 ml ให้ความสูงของแก้วเท่ากับความสูงของสารตัวอย่างมาตรฐาน
  - 2.2 การวัดสเปกตรัมของรังสีแกมมาและวิเคราะห์ผล
    - 2.2.1 เอาขวดสารตัวอย่างจากข้อ 2.1 วัดสเปกตรัมของรังสีแกมมาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
    - 2.2.2 วัดและวิเคราะห์สเปกตรัมด้วยระบบวัดรังสีแกมมาของภาควิชาฯ

2.2.3 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์คำนวณหาปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสีชนิดต่างๆโดยใช้สูตร<sup>(2-5)</sup>

$$A_t = (\text{Net (c/s)} / \epsilon_i \times B_r) \times 100$$

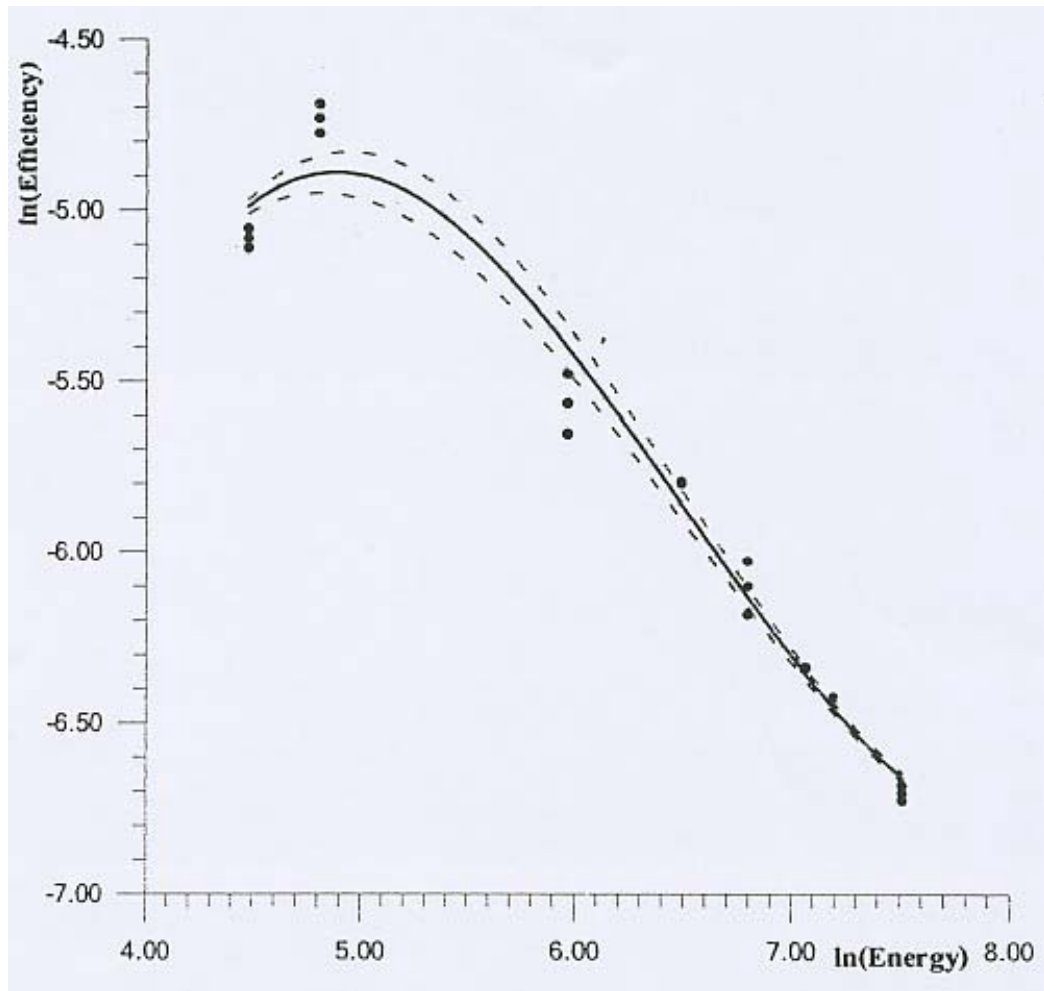
เมื่อ  $A_t$  คือ ความแรงของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่ต้องการทราบ  
 Net (c/s) คือ อัตรานับสุทธิของ Photo peak ที่สนใจ  
 $B_r$  คือ branching ratio  
 $\epsilon_i$  คือ ประสิทธิภาพของระบบวัดรังสีแกมมาที่พลังงานต่างๆซึ่งหาจากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $\ln E$  และ  $\ln \epsilon_i$  ผลลัพธ์ของประสิทธิภาพของระบบวัดเป็นสมการ polynomial degree 3 ดังที่แสดงได้กราฟประสิทธิภาพของระบบวัด

2.3 การเตรียมสารตัวอย่างจากผักตบชวาขนาดต่างๆ

เก็บผักตบชวาจากแหล่งน้ำธรรมชาติในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เช่นเดียวกับข้อ 2.1 แต่เปลี่ยนสถานที่เพราะสถานที่เดิมน้ำแห้งและแยกขนาดของผักตบชวาตามความยาวของใบคือ 15 ซม. 30 ซม. 45 ซม. และ 60 ซม. และปฏิบัติตามขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 2.1

2.4 การวัดสเปกตรัมของรังสีแกมมาและวิเคราะห์ผลสารตัวอย่างได้ในข้อ 2.2

## ผลการทดลองและวิจารณ์



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $\ln(\text{Efficiency})$  กับ  $\ln(\text{Energy})$

จากรูปที่ 1 plot กราฟโดย fit กราฟเป็น polynomial degree 3 ซึ่งได้ค่า polynomial coefficient ดังต่อไปนี้

$$\text{Degree 0} = -31.674 \pm 4.0326$$

$$\text{Degree 1} = 13.722 \pm 1.997$$

$$\text{Degree 2} = -2.250 \pm 2.202$$

$$\text{Degree 3} = 0.115 \pm 0.016$$

จากสมการ polynomial degree n

$$\ln(E) = \sum_{i=0}^n A_i [\ln(E)]^i$$

โดยที่

$A_i$  = The polynomial coefficient  
 $N$  = The degree of the polynomial

ดังนั้น จากกราฟรูปที่ 1 จะได้ความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Y = A_0 + A_1X + A_2X^2 + A_3X^3$$

โดยที่

$A_0$  =  $-31.674 \pm 4.0326$   
 $A_1$  =  $13.722 \pm 1.997$   
 $A_2$  =  $-2.250 \pm 2.202$   
 $A_3$  =  $0.115 \pm 0.016$

ดังนั้นเราจะได้ว่า ประสิทธิภาพของระบบจะเพิ่มขึ้นในช่วงระดับพลังงานจาก 88 keV ไปจนมีค่าสูงสุดที่พลังงานมีเท่ากับ 122 keV แล้วหลังจากนั้นจะลดลงเรื่อยๆตามสมการ polynomial degree 3

ตาราง 1 แสดงค่า Count rate รวม ที่พบในวัชพืชหน้าแต่ละชนิดเรียงลำดับมากไปหาน้อย

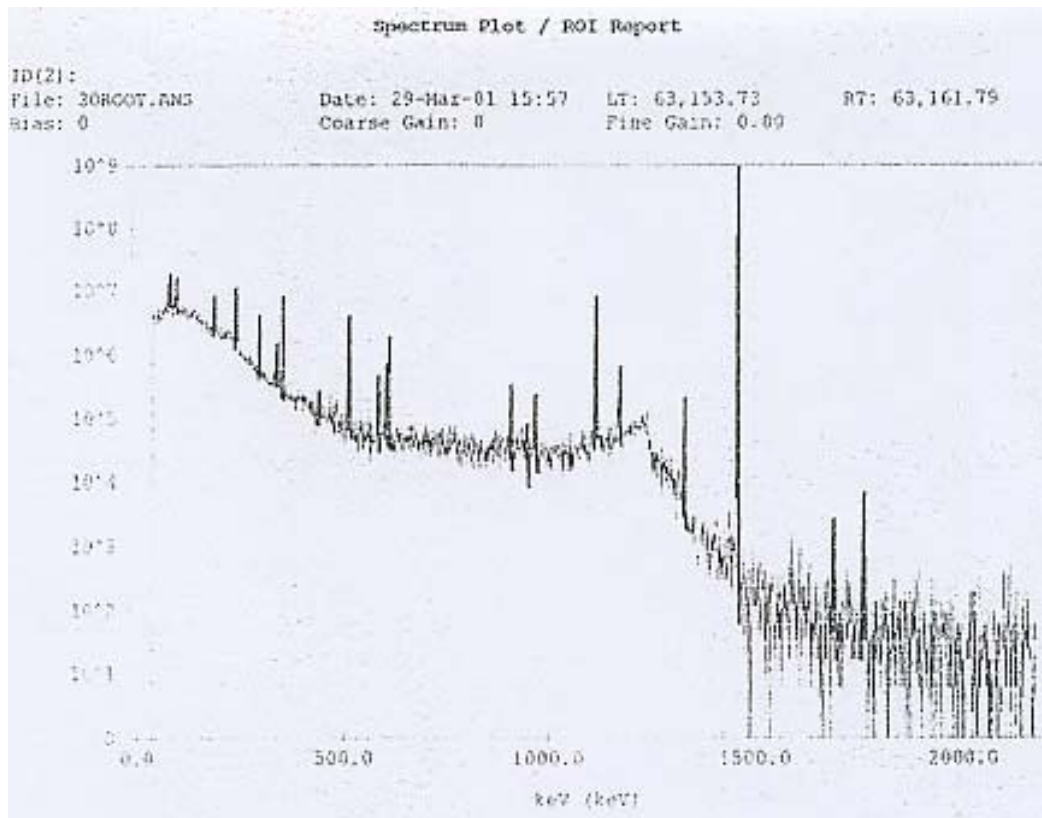
ลำดับที่	ชนิดของวัชพืชหน้า	Count rate per 1 kg (c/s.kg)
1	รากและใบผักตบชวา	$0.0685 \pm 0.0005$
2	รากและใบผักบุ้งไร	$0.0657 \pm 0.0004$
3	ใบผักตบชวา	$0.0593 \pm 0.0005$
4	ใบผักบุ้งไร	$0.0576 \pm 0.0004$
5	กก	$0.0515 \pm 0.0004$
6	รากและใบบัว	$0.0459 \pm 0.0004$
7	สาหร่าย	$0.0401 \pm 0.0003$
8	รากและใบผักกระเฉด	$0.0332 \pm 0.0003$
9	แห่น	$0.0321 \pm 0.0003$
10	ใบบัว	$0.0313 \pm 0.0003$
11	ใบผักกระเฉด	$0.0263 \pm 0.0003$

จากตาราง 1 เราจะเห็นได้ว่ารากของวัชพืชส่วนใหญ่จะมีการดูดซับนิวไคลด์กัมมันตรังสีได้ดี เนื่องจากการวัดรังสีจากสารตัวอย่างที่มีทั้งรากและใบนั้นจะมีค่า Count rate ต่อ 1 กิโลกรัม มากกว่าสารตัวอย่างที่มีเฉพาะใบและจะได้ว่า ผักตบชวาเป็นวัชพืชหน้าที่มีการดูดซับนิวไคลด์กัมมันตรังสีได้ดีกว่าพืชชนิดอื่นๆ ที่เรานำมาศึกษา จำถือได้ว่าผักตบชวาเป็นวัชพืชหน้าที่เหมาะสมนำมาศึกษานิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ

ตาราง 2 แสดงค่า Count rate รวม ที่พบในผักตบชวาแต่ลักษณะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

ลำดับที่	ลักษณะของผักตบชวา	Count rate per 1 kg (c/s.kg)
1	ลำต้น 30 ซม.	0.0192164 $\pm$ 0.000352
2	ลำต้นและราก 15 ซม.	0.0173724 $\pm$ 0.000478
3	ลำต้น 45 ซม.	0.0171577 $\pm$ 0.000491
4	ลำต้น 60 ซม.	0.0161061 $\pm$ 0.000504
5	ลำต้น 15 ซม.	0.0141408 $\pm$ 0.000433
6	ลำต้นและราก 60 ซม.	0.0141354 $\pm$ 0.000523
7	ลำต้นและราก 30 ซม.	0.0130880 $\pm$ 0.000456
8	ลำต้นและราก 45 ซม.	0.0109641 $\pm$ 0.000485

จากตาราง 2 เราจะเห็นได้ว่าลำต้นของผักตบชวาส่วนใหญ่จะมีการดูดซับนิวไคลด์กัมมันตรังสีได้ดี เนื่องจากการวัดรังสีจากสารตัวอย่างที่มีเฉพาะลำต้นจะมีค่า Count rate ต่อ 1 กิโลกรัม มากกว่าสารตัวอย่างที่มีทั้งลำต้นและราก และจัดได้ว่าลำต้นของผักตบชวา 30 ซม. จะมีการดูดซับนิวไคลด์กัมมันตรังสีได้ดีกว่าลักษณะอื่นๆที่เรานำมาศึกษา



รูปที่ 2 แสดงสเปกตรัมแกมมาของลำต้นของผักตบชวายุาว 30 ซม.

## สรุป

จากผลการศึกษาวิจัยในตารางที่ 2 แสดงว่ารากและใบของผักตบชวามีปริมาณความแรงของรังสีแกมมารวมต่อน้ำหนักสด 1 กิโลกรัมมากกว่าวัชพืชชนิดอื่น และตารางที่ 4 แสดงว่าผักตบชวขนาดลำต้นหรือความยาวของใบ 30 เซนติเมตร มีปริมาณความแรงของรังสีแกมมาต่อน้ำหนักสด 1 กิโลกรัมมากกว่าชนิดอื่น แสดงให้เห็นว่าผักตบชวามีคุณสมบัติดูดกลืนนิวโคลด์กัมมันตรังสีจากแหล่งน้ำธรรมชาติได้ดีกว่าวัชพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งควรนำมาเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณนิวโคลด์กัมมันตรังสีในแหล่งน้ำธรรมชาติ

## กิตติกรรมอ้างอิง

ขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและสำนักงานพลังงานปรมาณูที่อนุญาตให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือต่างๆแต่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้

## เอกสารอ้างอิง

1. Isotope Products Laboratories, September 26, 1997, Certificate of Multinuclei Standard Source
2. Adams F.and Adams R., 1970 Applied Gamma-Rays Spectrometry, Institute of Nuclear Science, Ghant state University, Belgium, Bergamon press.
3. Enge, Haraid A., 1972, Introduction to Nuclear Physics., Massachusetts Institute of Technology, Addison-wesley.
4. Knoll, Glen F.; 1979, Radiation Detection and Measurement, The University of Michigan, John Wiley&Sons.
5. Noguchi, Masayasu., Gamma-Rays Spectrometry, Radioisotope and Nuclear Engineering School, JAER(sheets)