

ES07: การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมีโดยการวัดรังสีแกมมาด้วย หัววัดแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe)

*สมชาติ ปรางค์นอก¹ พิเศษ ตู้กลาง¹ และรพณ พิชชา²

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จ. นครราชสีมา

โทรศัพท์ 0 44254000 โทรสาร 0 44244739 E-Mail: chat.prangnok@gmail.com

²สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ 16 วิภาวดีรังสิต จตุจักร กทม. 10900

โทรศัพท์ 0 25967600 โทรสาร 0 25790220

บทคัดย่อ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยเพื่อพัฒนาวิธีการประเมินปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ย โดยการตรวจวัดรังสีแกมมาด้วยหัววัดแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) โดยวิเคราะห์ปุ๋ยที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่างกันจำนวน 6 ตัวอย่าง และตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีแกมมาซึ่งปลดปล่อยออกมาจากไอโซโทปของโพแทสเซียม-40 ที่พลังงาน 1460 keV การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมใช้วิธีการเทียบกับกราฟมาตรฐาน ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตรง จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงรายละเอียดที่ระบุไว้ข้างผลิตภัณฑ์โดยปุ๋ย 4 ตัวอย่าง ได้แก่ F3, F4, F5 และ F6 มีปริมาณน้อยกว่ารายละเอียดที่ระบุไว้ข้างผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง F2 มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่ารายละเอียดที่ระบุไว้ข้างผลิตภัณฑ์ และตัวอย่าง F1 มีปริมาณโพแทสเซียมเป็นมีค่าเท่ากับที่ระบุข้างผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยด้วยหัววัดรังสีแกมมาแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูงเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก เพราะสามารถวัดรังสีแกมมาที่ปลดปล่อยออกมาจากสารตัวอย่างได้โดยตรง

คำสำคัญ: รังสีแกมมา ปุ๋ย โพแทสเซียม-40 หัววัดรังสีแกมมาแบบ HPGe

Determination of Potassium in Fertilizer via Gamma Radiation

by HPGe detector

* Somchat Prangnok¹, Pisate Tooklang¹ and Roppon Picha²

¹ Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima

Phone: 0 44254000, Fax: 0 44244739, E-Mail: chat.prangnok@gmail.com

² Thailand Institute of Nuclear Technology, Bangkok, Thailand

Phone: 0 25967600, Fax: 0 25790220

Abstract

The feasibility of determining the total potassium content in fertilizers by measuring gamma radiation from potassium-40 was evaluated. The radiation was measured by a high purity germanium (HPGe)

detector. We measured six different fertilizer samples. Calibration curve against the standard was found to be linear. The measured values of potassium from the experiment were close to potassium content shown by the producers. The potassium content of four product samples (F3, F4, F5 and F6) measured from the experiment was less than the value specified on the product label. One of the six samples (F2) has the potassium content greater than that presented on the product label. One sample (F1) did not emit any gamma radiation, agreeing with the fertilizer formula (zero potassium content). The analysis of potassium in fertilizers via gamma radiation measuring by HPGe detector has proven to be a good way to estimate the potassium content in the samples.

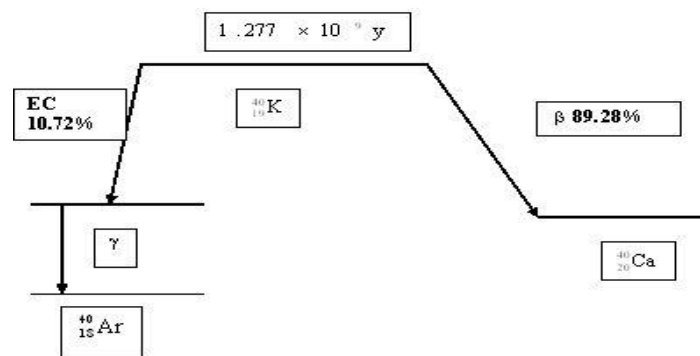
Keywords: Gamma Ray, Fertilizer, K-40, HPGe detector

1.บทนำ

โพแทสเซียมในธรรมชาติมีอยู่ 3 ไอโซโทป ได้แก่ K-39, K-40 และ K-41 โดยที่ K-40 เป็น ไอโซโทปรังสีตามธรรมชาติ มีครึ่งชีวิต 1.277×10^9 ปี สลายตัวให้รังสีบีตาพลังงาน 1.33 MeV แล้วกลายเป็น Ca-40 และ K-40 เกิดปฏิกิริยาจับอิเล็กตรอน (Electron capture) กลายเป็น Ar-40 โดยปลดปล่อยรังสีแกมมาพลังงาน 1460 keV ออกมา¹

เนื่องจากในปุ๋ยมักจะประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก 3 ชนิด คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งสามารถพบได้ทั้งไอโซโทปเสถียรและไอโซโทปกัมมันตรังสีในธรรมชาติ

ดังนั้นในการทำงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยโดยการวัดรังสีแกมมา ด้วยหัววัดรังสีแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (Hyper-pure germanium, HPGe) โดยการวัดรังสีแกมมาพลังงาน 1460 keV ซึ่งปลดปล่อยออกมาจากไอโซโทปรังสีของโพแทสเซียม-40 ซึ่งมีอนุกรมการสลายกัมมันตรังสีดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พังการสลายตัวของ K-40

2. วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ประกอบด้วย หัววัดรังสีแกมมาชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ (HPGe) คอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผล และใช้ต้นกำเนิดรังสี Co-60 และ Cs-137
2. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)
3. ทรายละเอียด

3. วิธีการ

1. เตรียมสารมาตรฐานโดยใช้ทรายละเอียดผสมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ให้มีปริมาณโพแทสเซียม 5, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์
2. เตรียมสารตัวอย่างโดยใช้ปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณของโพแทสเซียมที่กำหนดไว้แตกต่างกัน 6 ชนิด (ตารางที่ 1) บรรจุลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 ml

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยที่ผู้ผลิตระบุ

สัญลักษณ์	สูตรปุ๋ย	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ธาตุเดี่ยวหรือสารประกอบ) (%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
F1	46-0-0	46	0	0
F2	27-12-6	21	12	6
F3	15-15-15	15	15	15
F4	18-18-18	18	18	18
F5	13-13-21	13	13	21
F6	10-26-26	10	26	26

- นำตัวอย่างปุ๋ยแต่ละชนิดและสารมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้ วัดหาปริมาณการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1460 keV ด้วยหัววัดรังสีแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe)
- ทำการเปรียบเทียบสารมาตรฐานกับสารตัวอย่างโดยการจัดทำกราฟเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมจากสารมาตรฐาน

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

เนื่องจากรังสีแกมมาที่เราทำการวัดนั้นมีพลังงานเท่ากับรังสีแกมมาจาก K-40 ที่พบได้ในธรรมชาติ ดังนั้นในการทดลองจึงต้องนำสารตัวอย่างและหัววัดรังสีใส่เข้าไปที่กำบังรังสีเพื่อป้องกันรังสีจากธรรมชาติ แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าระยะเวลาในการวัด ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หัววัดรังสีแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe)

4.1 การศึกษาเวลาในการวัดที่เหมาะสม

การทดลองครั้งนี้ได้ใช้เวลาในการวิเคราะห์ในตัวอย่างปุ๋ย 5, 15, 30 และ 60 นาที ซึ่งในการวัดรังสีนั้นมีการนับวัดรังสีเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เวลาในการวัดต่อค่านับวัดรังสี

Replication no.	Counting time			
	5 min	15 min	30 min	60 min
1	125	362	654	1302
2	106	336	659	1301
3	112	311	645	1312
Average	114	336	652	1305
SD	9	25	7	5
RSD (%)	8.49	6.96	1.09	0.42

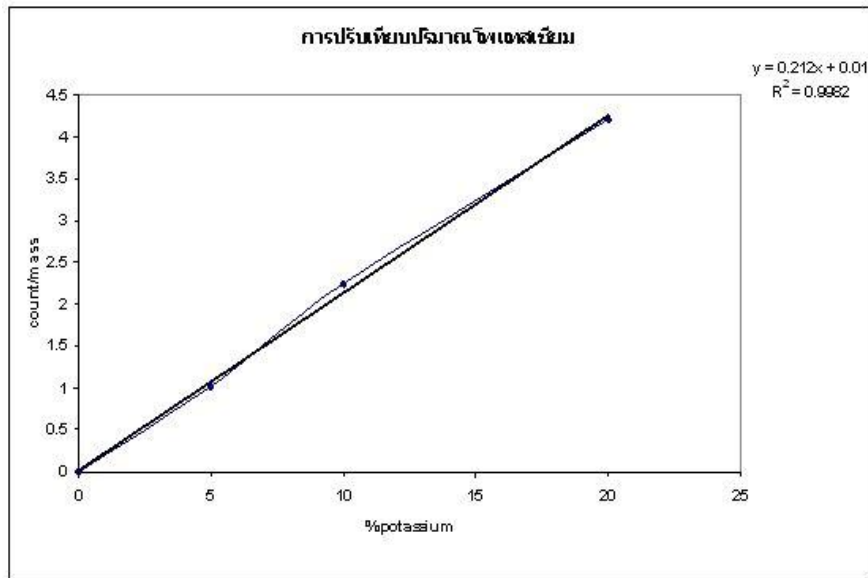
จากการศึกษาเวลาในการวัดสารตัวอย่างใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ครั้งนี้เป็น 60 นาที เพราะค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยกว่าช่วงอื่นๆ

4.2 การสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม

การทำกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมทำโดยการเตรียมสารมาตรฐานขึ้นมา ซึ่งได้ใช้การเตรียมขึ้นจากการนำทรายละเอียดผสมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ให้มีปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 5, 10 และ 20 ทำการนับวัดรังสีแกมมาพลังงาน 1460 keV และทำกราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (ตารางที่ 3 และรูปที่ 2)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมของสารมาตรฐานกับค่านับวัดรังสี

% K	Raw count	Raw count/wt	Net count/wt
0	335	0.67	0
5	930	1.679	1.01
10	1452	2.90	2.24
20	2439	4.88	4.21



รูปที่ 2 กราฟเปรียบเทียบค่านับวัดรังสีต่อน้ำหนักกับปริมาณโพแทสเซียม

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างปุ๋ย

การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างปุ๋ยทำโดยการเตรียมตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละตัวอย่างนั้นจะมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันซึ่งได้แสดงและกำหนดรหัสไว้แล้วในตารางที่ 1 จากนั้นทำการวัดรังสีแกมมาพลังงาน 1460 keV ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่านับวัดของตัวอย่างปุ๋ย

Sample	Net count	Net count/wt
F1	7	0.01
F2	515	1.03
F3	1271	2.54
F4	1335	2.67
F5	1662	3.32
F6	2113	4.23

หมายเหตุ ทำการวัดค่านับวัดรังสี 3 ครั้งนาน 60 นาที แล้วหาค่าเฉลี่ย

นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4 มาทำการคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมเพื่อทำการเปรียบเทียบจาก
สมการ

$$C = 0.212K + 0.01$$

$$K = \frac{C - 0.01}{0.212}$$

เมื่อ **K** คือปริมาณโพแทสเซียม
C คือค่านับวัดรังสีต่อน้ำหนัก

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างปุ๋ย

Sample	Net count	Net count/wt	% K	%K ₂ O
F1	7	0.01	0	0
F2	515	1.03	4.81	6.01
F3	1271	2.54	11.93	14.91
F4	1335	2.67	12.55	15.69
F5	1662	3.32	15.61	19.51
F6	2113	4.23	19.91	24.89

4.4 การอภิปรายผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณการแผ่รังสีแกมมาของโพแทสเซียมในปุ๋ยโดยใช้หัววัดรังสีแบบสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) สามารถวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 1460 keV ซึ่งปลดปล่อยออกมาจากไอโซโทปรังสีของโพแทสเซียม-40 โดยจะต้องนำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานใส่เข้าไปในอุปกรณ์กำบังรังสีพร้อมกับหัววัดรังสีเพื่อป้องกันรังสีจากธรรมชาติ เนื่องจากรังสีที่เราทำการวัดนั้นเป็นรังสีที่มีพลังงานเดียวกับรังสีที่มาจากธรรมชาติ

5. สรุป

การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ย โดยการตรวจวัดรังสีแกมมาพลังงาน 1460 keV ซึ่งปลดปล่อยออกมาจากไอโซโทปรังสีของโพแทสเซียม-40 ด้วยหัววัดรังสีแกมมาแบบสารกึ่งตัวนำ

ชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) พบว่าปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโพแทสเซียมที่บอกข้างผลิตภัณฑ์ โดยที่ปริมาณของโพแทสเซียมที่ได้จากการทดลองนั้นมีปริมาณโพแทสเซียมของตัวอย่างปุ๋ย F1, F2, F3, F4, F5 และ F6 มีค่าเท่ากับ 0.00, 6.01, 14.91, 15.69, 19.51 และ 24.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณโพแทสเซียมที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าน้อยกว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แสดงไว้ข้างผลิตภัณฑ์คือ F3, F4, F5 และ F6 และตัวอย่างที่มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าที่แสดงไว้ข้างผลิตภัณฑ์คือ F2 ส่วน F1 มีปริมาณโพแทสเซียมเป็นศูนย์เท่ากับที่แสดงไว้ข้างผลิตภัณฑ์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.พิเศษ ตู๋กลาง และ ดร.พัฒนพงษ์ จำรัสประเสริฐ ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำในการทำโครงการครั้งนี้ และยังคงตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำโครงการครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายรัชชัย ฟุ้งกลิ่น ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทดลองในการทำโครงการครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิเชียร รัตนธงชัย และอาจารย์วันชัย ธรรมวานิช ที่คอยให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาในการทำโครงการครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.รพณ พินา ที่คอยให้คำแนะนำ และแก้ไขโครงการในครั้งนี้ และพี่ ๆ ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

7. เอกสารอ้างอิง

1. วิเชียร รัตนธงชัย, สมพร จอคำ, 2537. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมีด้วยหัววัดรังสีแกมมาธรรมชาติ. กองฟิสิกส์. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร.
2. อรอนงค์ ทวีบุตร, 2545. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในดินและปุ๋ยโดยวิธีนิวเคลียร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.