



# การวิเคราะห์ Na & K ในตัวอย่างพืชชีวมวล “แกลบ” โดยเทคนิค Atomic Absorption และ Atomic Emission Spectrometry

ผู้จัดทำ: รพีพร สุคนธ์ภูภาค , ฉยาบดี แซ่เจี๋ย

## บทนำ

เชื้อเพลิงชีวมวล เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากมวลชีวภาพ (Biomass) จำพวกพืช / สัตว์ / ผลิตผลจากสัตว์ / ของเหลือจากภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรม / ขยะมูลฝอยที่สะสมพลังงานเก็บไว้ในตัว หรือเป็นอินทรีย์สารจากธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น กระบวนการแปรรูป กระบวนการย่อยสลาย จะได้ผลผลิตที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่ง พลังงานทดแทน และเป็น พลังงานสะอาด รูปแบบหนึ่ง ทดแทนพลังงานจากการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล (ถ่านหิน, ปิโตรเลียม และ แก๊สธรรมชาติ) ที่มีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วจากการใช้งานในปัจจุบัน

ชีวมวล จะประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน รวมทั้งมีปริมาณของไนโตรเจนและธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย ชีวมวลที่ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า ขึ้นกับกระบวนการแปรรูป กระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี หรือกระบวนการผันแปรพลังงานความร้อน ซึ่งเชื้อเพลิงชีวมวลจะมี 3 รูปแบบ ได้แก่ ประเภทของแข็ง , ประเภทของเหลว และ ประเภทของแก๊ส

**ชีวมวลอัดเม็ด** หรือ เชื้อเพลิงชีวมวลที่เป็นของแข็ง เป็นนวัตกรรมเชื้อเพลิงชีวมวล ในรูปเชื้อเพลิงแข็ง ปัจจุบันได้มีการนำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว , แกลบ หรือ เศษไม้ ชี้เลื่อย จากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมได้ หลังจากการแปรรูปไม้ มาทำเชื้อเพลิงชีวมวล โดยเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละประเภทจะให้พลังงานจากการเผาไหม้แตกต่างกัน ตามลักษณะองค์ประกอบ ซึ่งคุณภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลจะแปรผันตามค่าความร้อน และค่าความร้อนจะแปรผันตามค่าความชื้น และสัดส่วนความชื้นที่สะสมอยู่ในชีวมวลเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละประเภท จะให้พลังงานจากการเผาไหม้แตกต่างกัน ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐาน/คุณสมบัติ เพื่อเป็นมาตรฐานในการผลิต-ส่งออก และการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับอนาคต

**แกลบ** เป็นวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติในรูปสารอินทรีย์ โดยแกลบจะได้รับการสีข้าว ซึ่งเป็นการเกษตรกรรมหลักของประเทศไทย เมื่อนำข้าวเปลือกหนึ่งตัน ผ่านกระบวนการแปรรูป จะได้ข้าวประมาณ 600-700 กิโลกรัม และจะเป็นแกลบประมาณ 220 กิโลกรัม เทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 90-125 kWh

คุณสมบัติทางเคมี	มาตรฐาน
ปริมาณของธาตุ C , H , N	EN 15104:2010
ปริมาณของธาตุ S และ Cl	EN 15289:2010
ปริมาณธาตุที่ละลายน้ำ* ได้แก่ Cl , Na และ K	EN 15105:2010 , ISO16995
ปริมาณของธาตุหลัก* (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P และ Ti)	EN 15290:2010 , ISO16967
ปริมาณธาตุรอง* (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Te, V and Zn)	EN 15297:2010

\*กำหนดมาตรฐานการทดสอบจากเครื่อง AAs หรือ ICP- OES

## ตารางที่ 1 แสดงมาตรฐานในการทดสอบคุณสมบัติ

**ตัวอย่าง** คุณสมบัติและขนาดของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

1. ค่าความร้อนสูง 3,800 - 4,300 kcal/kg
2. ค่าความหนาแน่น อยู่ในช่วงระหว่าง 600-700 kg/m<sup>3</sup>
3. ค่าความชื้น ไม่เกิน 10% โดยน้ำหนัก
4. มีขี้เถ้า ไม่เกิน 3% โดยน้ำหนัก
5. คลอไรด์ ไม่เกิน 0.5% โดยน้ำหนัก

เชื้อเพลิงชีวมวล สามารถจัดกลุ่มตามคุณลักษณะตามมาตรฐานในการทดสอบ โดยเฉพาะคุณสมบัติของ Fouling\* เป็นสิ่งสำคัญที่สุด ในการที่เลือกใช้สารชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้มไอน้ำ ซึ่งแบ่งได้ ดังนี้

- เชื้อเพลิงที่มีค่า Fouling ต่ำ เช่น แกลบ หรือขานอ้อย
- เชื้อเพลิงที่มีค่า Fouling ปานกลาง เช่น กะลาปาล์ม กะลามะพร้าว เส้นใยปาล์ม ชี้เลื่อย
- เชื้อเพลิงที่มีค่า Fouling สูง เช่น รวงข้าว และกากทะลายนปาล์ม

\* **Fouling:** คราบ / ตะกอนสะสม / ตะกรัน เมื่อเกิดขึ้นบนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน จะทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนลดลง

**Fouling** เป็นการเกิดคราบ หรือมีการตกผลึกของสารละลายเกลือ, กลุ่มหินปูนพวกเกลือแคลเซียม และแมกนีเซียมหรือซิลิกา เป็นต้น ซึ่งปกติจะพบจากความกระด้างของน้ำ นอกจากนี้ยังมีสารละลายเกลือที่มาจากคลอไรด์ที่มีในเชื้อเพลิงชีวภาพ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ หรือ โพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งปริมาณคลอไรด์ที่มีในเชื้อเพลิงชีวภาพ จะถูกกำหนดปริมาณไม่เกินกว่า 0.5% โดยมวล จึงมีความจำเป็นอย่างยั้งที่จะต้องมีการตรวจสอบหาปริมาณของโซเดียมและโพแทสเซียม เพื่อป้องกันการเกิดเป็นคราบเกลือ ซึ่งจะนำไปสู่ การเกิด Fouling

ในเอกสารฉบับนี้ จะแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างวิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุโซเดียมและโพแทสเซียมในแกลบ โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างเทคนิค ICP-OES และเทคนิค FAAs

## การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างตามมาตรฐาน ISO16995

1. Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)
2. Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS)

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมี 2 แบบ คือ

- แบบสารละลาย “น้ำกรอง”
- แบบของแข็ง “แกลบข้าว”

## เป้าหมายของการทดสอบ

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง เทคนิค FAAs กับ เทคนิค ICP-OES



รูปที่ 1 การเตรียมตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน ISO 16995

Parameter	Setting	
	Na	K
Measurement mode	Absorption	
Wavelength (nm)	589.0	766.5
Bandpass (nm)	0.2	0.5
Lamp current (mA)	5 mA	5 mA
Measurement time (s)	4	
Background correction	Off	
Flame Type	Air-C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	
Fuel Flow rate (L/min)	1.1	1.2
Burner Height (nm)	7	7
Replicates	3	

ตารางที่ 2 แสดงพารามิเตอร์ของ FAAs

Parameter	Setting
RF Power	1335 W
Coolant Gas Flow	12 L/min
Nebulizer Gas Flow	0.59 L/min
Auxiliary Gas Flow	0.5 L/min
Spray Chamber	Glass cyclonic
Nebulizer	AeroSalt concentric glass (P/N: 842312051331)
Centre Tube	2 mm
Pump Tubing; (Mini Pump)	Sample tube; Orange/Yellow Internal STD tube; Orange/ Tygon® Blue
Drain tube;	White/White
Pump Speed	50 rpm
Repeats	3
Wavelength	Na : 589.590 nm (Radial) K : 766.490 nm (Radial)

ตารางที่ 3 แสดงพารามิเตอร์ของ ICP-OES

เตรียมตัวอย่างตามมาตรฐาน ISO16995

Solid Biofuels Determination of the water-soluble  
Na และ K content. วัดด้วยเทคนิค FAAs

เตรียมตัวอย่างตามมาตรฐาน ISO16995

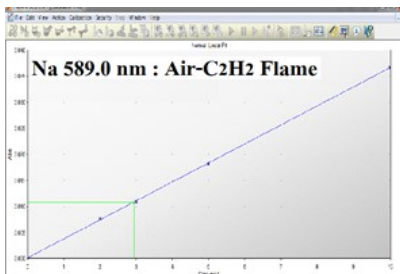
Solid Biofuels - Determination of the water-soluble  
Na และ K content. วัดด้วยเทคนิค ICP-OES

S A M P L E	Sodium (Na)			Potassium (K)		
	Conc (mg/kg)	% R Matrix spike	% R QC spike	Conc (mg/kg)	% R Matrix spike	% R QC spike
QC 5 (mg/kg)	4.92		98.4	4.90		98.0
น้ำกรอง #1	10.85	92.0	101.8	601.98	92.8	98.3
น้ำกรอง #2	10.54	111.8	106.3	604.81	98.2	101.8
แกลบ #1	105.82	93.0	97.2	2098.58	92.5	95.6
แกลบ #2	107.82	92.1	96.6	2110.49	91.4	93.0
QC 5 (mg/kg)	4.99		99.8	4.93		98.6

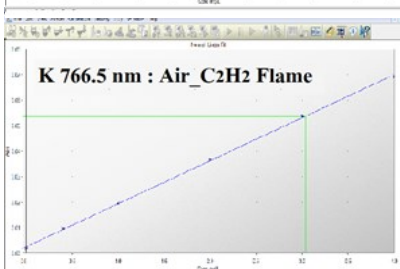
ตารางที่ 4 แสดงค่าความเข้มข้น และ %Recovery  
ที่วัดด้วยเทคนิค FAAs

S A M P L E	Sodium (Na)			Potassium (K)		
	Conc (mg/kg)	%R Matrix spike	%R QC spike	Conc (mg/kg)	% R Matrix spike	% R QC spike
QC 5 (mg/kg)	4.94		98.8	5.06		101.2
น้ำกรอง #1	9.58	98.2	104.3	597.44	96.4	97.9
น้ำกรอง #2	10.21	102.5	102.6	609.66	97.2	103.1
แกลบ #1	96.50	96.6	109.3	2080.32	96.0	99.4
แกลบ #2	99.24	98.3	106.7	2104.98	96.7	101.4
QC 5 (mg/kg)	5.00		100.0	5.14		102.9

ตารางที่ 5 แสดงค่าความเข้มข้น และ %Recovery  
ที่วัดด้วยเทคนิค ICP-OES

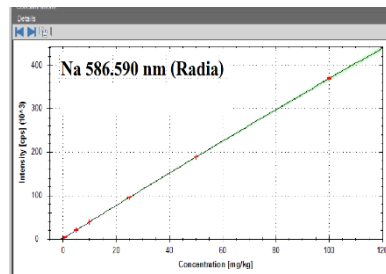


Na 589.0 nm  
 $R^2 = 0.9991$   
 $Y = 0.01374X + 0.0131$

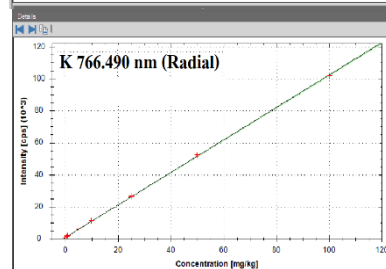


K 766.5 nm  
 $R^2 = 0.9996$   
 $Y = 0.0143X + 0.02$

รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของ Na และ K  
จากเทคนิคFAAs



Na 586.590 nm  
 $R^2 = 1.000$   
BEC = 0.342 mg/kg  
LOD = 0.012 mg/kg



K 766.490 nm  
 $R^2 = 1.000$   
BEC = 0.803 mg/kg  
LOD = 0.064 mg/kg

รูปที่ 3 กราฟมาตรฐานของ Na และ K  
จากเทคนิค ICP-OES

## ผลการทดสอบ

คลอไรด์ที่มีในเชื้อเพลิงชีวภาพ มักจะปรากฏในรูปของ โซเดียมคลอไรด์ หรือโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งปริมาณคลอไรด์ที่มีในเชื้อเพลิงชีวภาพ ไม่ควรมีค่าเกิน 0.5% โดยมวล การวิเคราะห์ ปริมาณของคลอไรด์ โซเดียม และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยทำการเตรียมตัวอย่างแบบสกัดด้วยน้ำ ในภาชนะปิด ที่อุณหภูมิ 120°C นาน 60 นาที และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ ด้วยเทคนิค FAAs เปรียบเทียบกับเทคนิค ICP-OES พบว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ ค่า LOD และค่า BEC ที่ได้จากเส้นกราฟมาตรฐาน ในการวิเคราะห์พวกธาตุโซเดียม และโพแทสเซียม อยู่ในระดับไมโครกรัม/กิโลกรัม แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิเคราะห์กลุ่มโลหะ ที่เกิด การเป็นไอออนได้ง่าย และสามารถทวนสอบเกี่ยวกับการเตรียมตัวอย่าง การตั้งสภาวะของเครื่อง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ว่ามีความเหมาะสมได้จากค่า % Recovery ที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างแบบสองซ้ำและ ทำ Matrix spike, QC Spike ซึ่งค่า% Recovery ที่ได้อยู่ในช่วง 90 - 110 % ตามเกณฑ์สากล

กล่าวได้ว่า ICP-OES และ FAAs มีความเหมาะสมในการใช้วิเคราะห์ปริมาณของเกลือจากโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวภาพ นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังสามารถพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอื่นๆในอนาคตได้อีกด้วย

## เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์เชื้อเพลิงและพลังงานจากชีวมวล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. International Standard ISO16967, 1<sup>st</sup> Edition 2015-04-15 and International Standard ISO16995,1<sup>st</sup> Edition 2015-02-15
3. Bioresource Technology, volume 83, issue 1 May 2002, page 47-54
4. Enhancing the implementation of quality and sustainability standards and certification schemes for solid bio-fuels (EIE/11/218)



ติดตามแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ที่ <https://www.scispec.co.th>



บริษัท ชายน์ สเปค จำกัด  
10 กาญจนภิเษก ซอย 0010 แยกสอง  
เขตบางแค กทม. 10160  
โทร 02-454-8533



/scispec



@scispec

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC