คุณลักษณะทางเชื้อเพลิงของแกลบในจังหวัดเพชรบุรี

Fuel Characteristics of Rice Husk in Phetchaburi Province

สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์

สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เมืองเพชรบุรี 76000

บทคัดย่อ

แกลบ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สำคัญในจังหวัดเพชรบุรี นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลกับระบบแก๊สซิฟิเคชั่นเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะทางเชื้อเพลิงของแกลบ โดยการวิเคราะห์โดยประมาณตามมาตรฐาน ASTM D3172 การวิเคราะห์แบบแยกธาตุตามมาตรฐาน ASTM D3176 และการวิเคราะห์ค่าความร้อนตามมาตรฐาน ASTM D2105 ผลการวิเคราะห์พบว่าแกลบมีปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ 57.3% โดยปริมาณคาร์บอนคงตัวที่ 15.6% และปริมาณเถ้า 17.1% ที่ค่าความชื้น 10.0% ผลการวิเคราะห์แบบแยกธาตุแสดงให้เห็นว่าแกลบมีค่า C 40.6% H 5.4% O 36.5% N 0.33% และ S 0.05% แกลบมีค่าความร้อน 14,360 กิโลจูล/กิโลกรัม ตามผลการวิเคราะห์แกลบมีสูตรเคมี $CH_{1.83}O_{0.72}N_{0.0022}S_{0.00024}$ สมการเคมีนี้นำไปคำนวณหาอัตราการไหลที่เหมาะสมของอากาศในการเดินเครื่องเตาแก๊สซิไฟเออร์สำหรับผลิตไฟฟ้าด้วยระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

คำสำคัญ: คุณลักษณะ แกลบ ชีวมวล

Abstract

Rice husk, important agricultural residue in Phetchaburi province, can be used as biomass fuel for power generation by means of gasification system. The aims of this research were to investigate the fuel characteristic of rice husk by mean of analysis i.e. proximate analysis based on ASTM D3172 standard, ultimate analysis based on ASTM D3176 standard and analysis of heating value based on ASTM D2105 standard. Results showed that rice husk is composed of volatile matter 57.3%, fixed carbon 15.6% and ash content 17.1% at the moisture content of 10.0%. Results by ultimate analysis indicated that rice husk is composed of C 40.6%, H 5.4%, O 36.5%, N 0.33% and S 0.05%. The heating value of rice husk is 14,360 KJ/Kg. The result from analysis, chemical formula of rice husk is $CH_{1.83}O_{0.72}N_{0.0022}S_{0.00024}$ This chemical formula can be used for investigating an optimal air flow rate in operation of a gasifier for power generation.

Keywords: characteristics, rice husk, biomass

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานหมุนเวียนได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้ใช้พลังงานหมุนเวียนทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากเชื้อเพลิงฟอสซิลส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายด้าน เช่น สภาวะเรือนกระจก ปัญหาโลกร้อน และปัญหาฝนกรดจาก SO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล [1] ประเทศไทยประสบปัญหาดังกล่าวจากกรณีโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยตั้งเป้าการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้ได้ร้อยละ 8 ภายในปี พ.ศ.2554 [2] จากเหตุผลหลายประการ ทำให้ทุกฝ่ายกระตือรือร้นหาแหล่งพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานชีวมวล ชีวมวลมี 4 กลุ่ม คือ พืชยืนต้น (woody plant) พืชล้มลุกและหญ้า (herbaceous plant and grass) พืชน้ำ (aquatic plant) และมูลสัตว์ (manure) [3]

ความชื้นในชีวมวลเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการเลือกเทคโนโลยีการเปลี่ยนรูปชีวมวล ชีวมวลความชื้นสูงมักอาศัยการหมักในการเปลี่ยนรูปพลังงาน ส่วนชีวมวลความชื้นต่ำนำไปใช้ในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น กระบวนการไพโรไลซิสหรือการเผาไหม้ [4] ชีวมวลซึ่งได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางคือเชื้อเพลิงชีวมวล (biomass fuel) จากแกลบ เนื่องจากมีศักยภาพและปริมาณเชื้อเพลิงมาก จังหวัดเพชรบุรีมีกิจการทางด้านเกษตรกรรมมาก และมุ่งเน้นเป็นเมืองเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ทำนา ร้อยละ 57 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม พืชที่สำคัญมีทั้งพืชสวน พืชไร่ และพืชผัก ผลผลิตใช้บริโภคในจังหวัด และส่งไปจำหน่ายยังจังหวัดใกล้เคียง การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เพื่อเกษตรกรรมซึ่งทำนาเป็นหลัก มีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาก เช่น ฟางข้าว และแกลบ (ภาพที่ 1) การวิจัยนี้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากชีวมวลแกลบเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น เป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานจากเชื้อเพลิงของแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊ส ได้เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงกว่าการเผาไหม้โดยตรง [5] การออกแบบระบบแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับเชื้อเพลิงแต่ละชนิดต้องศึกษาคุณลักษณะทางเชื้อเพลิงของชีวมวลก่อน เพื่อให้การออกแบบและการทำงานของระบบเหมาะสม ชีวมวลแกลบประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน ส่วนประกอบของชีวมวลส่งผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีการเปลี่ยนรูปพลังงาน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาคุณลักษณะทางเชื้อเพลิงของชีวมวลแกลบในจังหวัดเพชรบุรี มุ่งเน้นศึกษาปริมาณความชื้น ค่าความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงที่ สารระเหยที่เผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้า การวิเคราะห์โดยประมาณ การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ และการหาค่าความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแกลบ การที่เชื้อเพลิงชีวมวลแกลบแต่ละท้องที่มีปริมาณความชื้นต่างกัน ทำให้ผลการวิเคราะห์ทั้งการวิเคราะห์โดยประมาณและการวิเคราะห์แบบแยกธาตุแตกต่างกัน

ภาพที่ 1 แกลบจากโรงสีข้าวในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

อุปกรณ์และวิธีการ

เชื้อเพลิงชีวมวลรูปเชื้อเพลิงแข็ง (solid fuel) คือแกลบจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นเชื้อเพลิงแก๊ส (gaseous fuel) โดยผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น (gasification) เพื่อให้ค่าความร้อนสูงกว่าการนำเชื้อเพลิงชีวมวลรูปของแข็งไปเผาไหม้โดยตรง (direct combustion) การวิเคราะห์คุณลักษณะ (characteristics) ของเชื้อเพลิงจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการออกแบบระบบแก๊สซิฟิเคชั่น การวิเคราะห์และทดสอบเชื้อเพลิงแข็งใช้วิธีการตามมาตรฐาน ASTM ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้องคือ การวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis) และการหาค่าความร้อน (Heating Value) ของเชื้อเพลิงชีวมวลแกลบในจังหวัดเพชรบุรี

การวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D3172 หาปริมาณความชื้น (moisture content) สารระเหยที่เผาไหม้ได้ (volatile combustible matter) คาร์บอนคงตัว (fixed carbon) และเถ้า (ash content) การทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าว เชื้อเพลิงแข็งถูกบดเป็นผง แล้วนำไปอบแห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 110˚-105˚C จนน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไปเมื่อเทียบกับน้ำหนักเดิมคือปริมาณความชื้น เชื้อเพลิงแข็งที่แห้งแล้วถูกทำให้ร้อน ในภาชนะปิดป้องกันการเกิดออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 900˚C เพื่อไล่สารระเหยที่เผาไหม้ได้ จนน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไปคือปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ นำเชื้อเพลิงแข็งที่ได้ไปอบในภาชนะเปิดที่อุณหภูมิ 750˚C เพื่อให้เผาไหม้จนน้ำหนักคงที่และเป็นน้ำหนักของเถ้า ส่วนน้ำหนักที่หายไปคือปริมาณของคาร์บอนคงตัว การวิเคราะห์โดยประมาณมีประโยชน์ในการเปรียบเทียบเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis) ASTM D3176 เพื่อหาปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงในรูป %db และไม่คิดเถ้า ปริมาณคาร์บอนและไฮโดรเจนในเชื้อเพลิงหาโดยการเผาเชื้อเพลิงในภาชนะปิดบรรจุออกซิเจนไว้อย่างเพียงพอ แล้ววัดองค์ประกอบของไอเสียเพื่อคำนวณย้อนกลับไปหาปริมาณคาร์บอนและไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง ไนโตรเจนและซัลเฟอร์ หาโดยวิธีทางเคมี ส่วนออกซิเจนหาโดยระบุค่า 100 ลบด้วยปริมาณธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และ ซัลเฟอร์

การหาค่าความร้อน (heating value) ของเชื้อเพลิง (ASTM D2105) โดยใช้บอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (bomb calorimeter) ได้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ปริมาตรคงที่ และไม่แตกต่างไปจากค่าที่ความดันคงที่

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์โดยประมาณ การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ และ ค่าความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลแกลบ โดยในแต่ละตารางได้รวมเอาผลจากการศึกษาที่ได้จากการสำรวจเอกสารเพื่อทำการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 1 2 และ 3)

ตารางที่ 1 การประมาณค่าโดยประมาณ (Proximate Analysis) เชื้อเพลิงชีวมวลแกลบในจังหวัดเพชรบุรี (%)

ชีวมวล	Moisture Content	Fixed Carbon	Volatile Combustible Matter	Ash Content
แกลบในจังหวัดเพชรบุรี	10.0	15.6	57.3	17.1
แกลบ [5]	9.0	17.4	68.5	14.1
แกลบ [6]	11.7	20.4	53.1	14.8

ตารางที่ 2 การประมาณค่าแบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis) ของเชื้อเพลิงชีวมวลแกลบในจังหวัดเพชรบุรี (%)

ชีวมวล	Moisture Content	C	H	O	N	S
แกลบในจังหวัดเพชรบุรี*	10.0	40.6	5.4	36.5	0.33	0.05
แกลบ [5]	9.0	43.1	4.9	37.3	0.5	0.1
แกลบ [6]	11.7	36.74	5.51	42.55	0.28	0.55

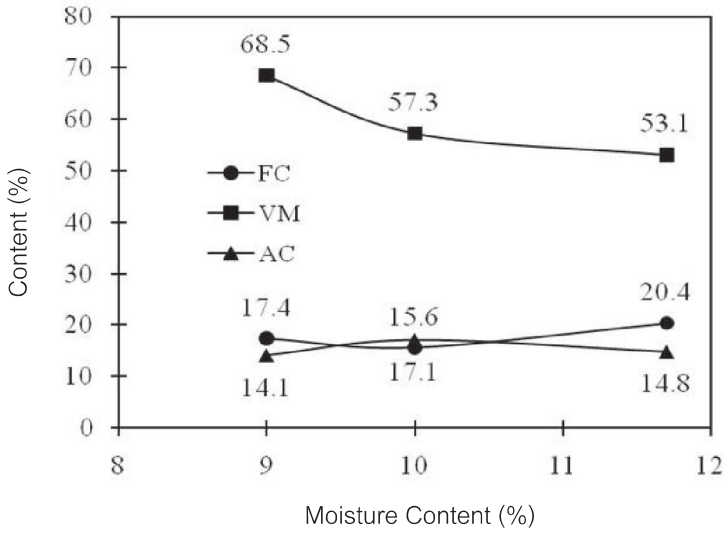
ตารางที่ 3 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลแกลบ

ชีวมวล	Moisture Content	HHV (kJ/kg)	LHV (kJ/kg)
แกลบในจังหวัดเพชรบุรี	10.0		14,360
แกลบ [5]	9.0	-	14,000
แกลบ [6]	11.7	15,700	-
แกลบ [7]	-	-	402,133
แกลบ [3]	-	21,200	-
แกลบ [8]	8.83	-	12,850

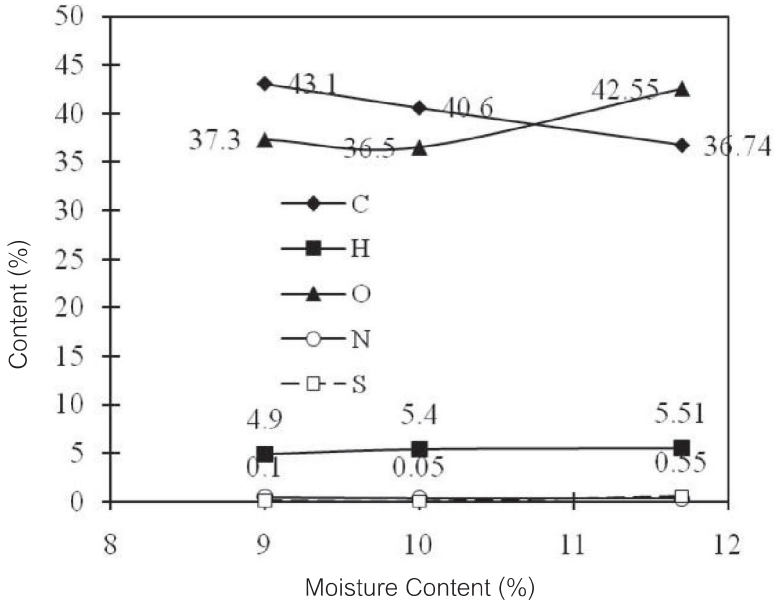
หมายเหตุ HHV = ค่าความร้อนสูง LHV = ค่าความร้อนต่ำ

อภิปรายผล

การวิเคราะห์โดยประมาณแสดงให้เห็นว่าแกลบมีปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ 57.3% โดยปริมาณ คาร์บอนคงตัว 15.6% และปริมาณเถ้า 17.1% ที่ค่าความชื้น 10.0% ส่วนการวิเคราะห์แบบแยกธาตุแสดงให้เห็นว่าแกลบมี C 40.6% H 5.4% O 36.5% N 0.33% และ S 0.05% ที่ค่าความชื้นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ทั้งสองให้ค่าของตัวแปรต่างๆ ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของนักวิจัยอื่น เพียงแต่มีความแตกต่างกันเรื่องความชื้นของเชื้อเพลิงชีวมวลแกลบในแต่ละท้องที่ แกลบจังหวัดเพชรบุรีมีค่าความร้อน 14,360 กิโลจูล/กิโลกรัม เมื่อนำผลการวิเคราะห์แบบแยกธาตุไปคำนวณหาสูตรเคมีของเชื้อเพลิงแกลบ พบว่าแกลบมีสูตรเคมี $CH_{1.83}O_{0.72}N_{0.0022}S_{0.00024}$



ภาพที่ 2 อิทธิพลของความชื้นต่อปริมาณคาร์บอนคงตัว สารระเหยที่เผาไหม้ได้ และเถ้าในแกลบ



ภาพที่ 3 อิทธิพลของความชื้นต่อปริมาณ C H O N S ในแกลบ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า ผลการวิเคราะห์โดยประมาณ ผลการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ รวมทั้งค่าความร้อน ขึ้นอยู่กับค่าความชื้นของเชื้อเพลิงชีวมวล ดังนั้นควรศึกษาเพิ่มเติมโดยเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงแกลบที่ค่าความชื้นต่างกัน ไปวิเคราะห์แบบประมาณ วิเคราะห์แบบแยกธาตุ และหาค่าความร้อน เพื่อศึกษาอิทธิพลของความชื้นต่อคุณลักษณะทางเชื้อเพลิงของชีวมวลแกลบ จะทำให้การออกแบบระบบทางพลังงานที่ใช้ชีวมวลแกลบมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

เอกสารอ้างอิง

1. Cao, Y., Wang, Y., Riley, J.T. and Pan, W.P. 2006. A Novel Biomass Air Gasification Process for Producing TarFree Higher Heating Value Fuel Gas. *Fuel Processing Technology.* 87: 343-353.
2. Hoque, M.M. and Bhattacharya, S.C. 2001. Fuel Characteristic of Gasified Coconut Shell in a Fluidized and a Spouted Bed Reactor. *Energy.* 26: 101-110.
3. Ganana, J., Kassir, A., Abdullah, A., Mirandab, A.B., Tureganoc, J., Correiac, S. and Cuerdad, E.M. 2005. Energy Production by means of Gasification Process of Residuals Source in Extremadura (Spain). *Renewable Energy.* 30: 1759-1769.
4. McKendry, P. 2002. Energy Production from Biomass (Part 1): Overview of Biomass. *Bioresource Technology.* 93: 37-46.
5. Pereraa, K.K.C.K., Rathnasiria, P.G., Senaratha, S.A., Sugathapalaa, G.T., Bhattacharya, S.C. and Salam, P.A. 2005. Assessment of Sustainable Energy Potential of Non-Plantation Biomass Resources in Sri Lanka. *Biomass and Bioenergy.* 29: 199–213.
6. Yin, X., Wu, C.Z., Zheng, S.P. and Chen, Y. 2002. Design and Operation of a CFB Gasification and Power Generation System for Rice Husk. *Biomass and Bioenergy.* 23: 181–187.
7. Zainal, Z.A., Ali, R., Lean, C.H. and Seetharamu, K.N. 2001. Prediction of Performance of a Downdraft Gasifier using Equilibrium Modeling for Different Biomass Materials. *Energy Conversion and Management.* 42: 1499-1511.
8. Sajjakulnukita, B., Yingyuada, R., Maneekh, V., Pongnarintasuta, V., Bhattacharya, S.C. and Salam, P.A. 2005. Assessment of Sustainable Energy Potential of Non-Plantation Biomass Resources in Thailand. *Biomass and Bioenergy.* 29: 214–224.