การศึกษาเบื้องต้นถึงคุณภาพของชีวมวลสำหรับเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง

Feasibility Study of Biomass Quality for Wood Pellets

อุกฤษฎ์ สหพัฒน์สมบัติ ปานชีวา อุดมทรัพย์ เอกรัตน์ ไวยนิตย์ และ ธนกร ตันธนวัฒน์*
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12121
โทร 0-2564-6500 โทรสาร 0-2564-6401 *อีเมล์ tanakrnt@mtec.or.th

บทคัดย่อ

จากวิกฤติราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และความตระหนักในสภาวะโลกร้อน ทำให้เกิดความตื่นตัวในด้านพลังงานทางเลือกมากขึ้น พลังงานจากชีวมวลเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่ได้ถูกนำมาใช้ในหลายๆประเทศ สำหรับประเทศไทยพลังงานจากชีวมวลยิ่งได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากมีชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรในปริมาณมาก ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งอยู่บ้างในประเทศไทย แต่ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆของวัตถุดิบยังมีไม่มากนัก ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของเชื้อเพลิง บทความนี้ศึกษาถึงการประเมินคุณภาพเบื้องต้นของวัตถุดิบที่มีศักยภาพสำหรับเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง อันได้แก่ เศษไม้ยางพารา ทางปาล์ม ลำต้นปาล์ม และทะลายปาล์ม จากผลการศึกษา ค่าความร้อนของทะลายปาล์มมีค่าสูงสุดถึง 19.3 MJ/kg ซึ่งผ่านมาตรฐาน ในขณะที่ค่าความร้อนของเศษไม้ยางพารา ทางปาล์ม ลำต้นปาล์ม มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบหาปริมาณโลหะหนักในชีวมวลพบว่าชีวมวลทั้ง 4 ชนิด มีโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 2,000 – 17,000 mg/kg และซัลเฟอร์อยู่ในช่วง 2.1 – 3.8 wt.-% ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก และยังพบปริมาณโลหะหนักอื่นๆ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นถ้าหากนำชีวมวลไปใช้อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อเครื่องจักรและสิ่งแวดล้อมได้

Abstract

The continuous increase in oil price and the awareness of global warming have recently brought interest in alternative energy. Biomass is one of the resources for alternative energy that has been utilized in several countries, especially in Europe, where wood pellets have been widely used. For Thailand, where agriculture is one of the significant driving forces for the production of the country, biomass is inevitably been paid a special attention due to the abundance of wasted biomass from agriculture and food industry. Although there are some researches on the production of wood pellets and the design of pellet machines, there is little information about the properties of some raw materials. Those properties will affect the pellet quality, the design of pellet machines, and the design of energy conversion system. This project is therefore initiated to preliminarily study the quality of available raw materials that have potential to be used as fuels, including Para-rubber wood, palm leaves, palm trunks, and palm empty-fruit-bunches. From the study, it can be said in general that Para-rubber wood, palm leaves, palm trunks, and palm empty-fruit-bunches contain chemical composition that may cause high amount of ash content, hard deposit, emission, and corrosion of machine components. In addition, the calorific values of these raw materials are found to be lower than the standard value. For chemically-treated Para-rubber wood, a large amount of heavy metals are found, which will cause high ash content and emission. The designs of systems that deal with these raw materials, therefore, need to pay a special attention to the quality of these raw materials. Although the use of wood pellets has been successful in some other countries, the difference in raw materials will be a critical variable in choosing appropriate technology to utilize biomass and will determine its success.

1. บทนำ

จากวิกฤติราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และความตระหนักในสภาวะโลกร้อน ทำให้เกิดความตื่นตัวในด้านพลังงานทางเลือกมากขึ้น เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานคลื่นมหาสมุทร เป็นต้น พลังงานจากชีวมวลเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่ได้ถูกนำมาใช้ในหลายๆประเทศ สำหรับประเทศไทยซึ่งมีเกษตรกรรมเป็นแรงผลักดันการผลิตที่สำคัญของประเทศแล้ว พลังงานจากชีวมวลยิ่งได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากมีชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรในปริมาณมาก โดยเฉพาะชีวมวลของแข็ง (Solid biomass) เช่น อ้อย ข้าว ข้าวโพด ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

เนื่องจากชีวมวลของแข็งที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยมากมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมาก ทำให้มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ การลำเลียงเพื่อจำหน่ายจ่ายแจกก็เป็นไปได้ยากลำบากและไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งนำไปสู่ต้นทุนด้านการขนส่งและเก็บรักษาที่สูง การแปรรูปชีวมวลของแข็งเหล่านี้ให้มีรูปร่างสม่ำเสมอและมีความหนาแน่นของพลังงานสูงขึ้น เช่น การอัดแท่ง (Pelletization) จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของห่วงโซ่อุปทานของชีวมวลของแข็งเป็นอย่างยิ่ง ชีวมวลของแข็งที่ผ่านการแปรรูปดังกล่าวแล้วจะอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงอัดแท่ง (Pellet) หรือหากชีวมวลของแข็งนั้นได้มาจากส่วนประกอบของไม้ก็จะเรียกว่าเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง (Wood pellet) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1: เชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง

นอกจากจะช่วยให้การขนส่ง และการเก็บรักษาเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นแล้ว รูปแบบของชีวมวลเช่นนี้สามารถให้พลังงานที่คุ้มค่า อีกทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยรูปร่างและคุณสมบัติที่สม่ำเสมอจะช่วยให้การถ่ายโอนและการควบคุมกระบวนการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นพลังงานดีขึ้น ซึ่งส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และมีการปล่อยมลพิษน้อยลง Hamelinck และคณะ [1] นอกจากนั้นการใช้ชีวมวลยังช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ด้วยการสร้างวัฏจักรปิดของคาร์บอน (Closed carbon cycle) โดย CO_2 ที่เกิดขึ้นในกระบวนการเผาไหม้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงระหว่างการเติบโตของพืชชีวมวล Schuller [2]

สำหรับประเทศในเขตหนาว เช่น ยุโรปและอเมริกาเหนือ เชื้อเพลิงไม้อัดแท่งกำลังได้รับความนิยมในการนำไปใช้สำหรับให้ความอบอุ่นในอาคารบ้านเรือน สำหรับประเทศไทยแล้วการใช้งานดังกล่าวยังไม่มีความจำเป็นมากนักเนื่องจากเป็นประเทศในเขตร้อน อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงไม้อัดแท่งอาจเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่จะนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและทำอาหาร ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งและการออกแบบเครื่องอัดชีวมวลอยู่บ้างในประเทศไทย แต่ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างๆ ของวัตถุดิบ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของเชื้อเพลิงและส่งผลกระทบต่อการนำไปใช้งานดังแสดงในตารางที่ 1 โครงการนี้จึงได้เกิดขึ้นเพื่อทำการประเมินเบื้องต้นถึงคุณภาพของวัตถุดิบที่มีศักยภาพสำหรับเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง อันได้แก่เศษไม้ยางพารา ทางปาล์ม ลำต้นปาล์ม และทะลายปาล์ม

ตารางที่ 1 ผลกระทบของคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างๆ*

Parameter	Effects
Water content	storability, calorific value, losses, self-ignition
Calorific value	fuel utilization, plant design
Chlorine (Cl)	HCl, dioxin/furane emissions, corrosion in superheaters
Nitrogen (N)	NO_X, HCN, and N_2O emissions
Sulfur (S)	SO_X emissions
Potassium (K)	corrosion in superheaters, reduction of ash melting point
Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Phosphorus (P)	raising of ash melting point, effect on pollutant retention in ashes and use of ashes
Heavy metals	pollutant emissions, use or disposal of ashes
Ash softening behavior	operational safety, level of pollutant emissions
Ash content	particle emissions, costs for use or disposal of ashes
Fungi spores	health risks during fuel handling
Bulk density	transport and storage expenditures, logistical planning
Unit density	Combustion properties (specific heat conductivity, rate of gasification)
Particle size distribution	pourability, bridge-building tendency, operational safety during fuel conveying, drying properties, dust formation
Share of fines	bulk density, transportation losses, dust formation
Durability	quality changes during transshipment, disintegration, fuel losses

* Source: Hahn [3]

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพวัตถุดิบที่มีศักยภาพสำหรับเชื้อเพลิงไม้อัดแท่งนี้ ได้แก่ เศษไม้ยางพารา ทางปาล์ม ลำต้นปาล์ม และทะลายปาล์มซึ่งมีแหล่งที่มาต่างๆ กัน โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเฉพาะสำหรับวัตถุดิบนั้นๆ โดยไม่ได้เป็นตัวแทนของวัตถุดิบชนิดเดียวกันประเทศ เพียงคาดการว่าค่าต่างๆ ของวัตถุดิบชนิดเดียวกันน่าจะใกล้เคียงกันในระดับหนึ่ง ดังแสดงได้ดังตารางที่ 2

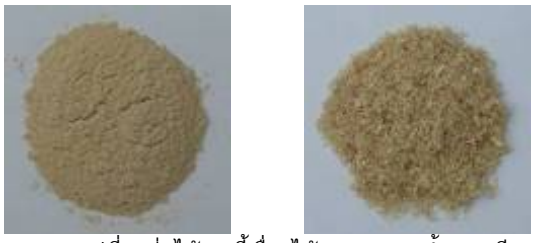
ตารางที่ 2 รายการตัวอย่างวัตถุดิบที่นำมาทดสอบ

วัตถุดิบ	แหล่งที่มา
ฝุ่นไม้ยางพารา (ผ่านการอบน้ำยาเคมี)	บ. ศิริธนาเฟอร์นิเจอร์ จำกัด, เขตหนองแขม, กทม.
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ผ่ารการอบน้ำยาเคมี)	บ. ศิริธนาเฟอร์นิเจอร์ จำกัด, เขตหนองแขม, กทม.
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	โรงเลื่อย, อ. ลำทับ, จ. กระบี่
ทางปาล์ม*	สวนปาล์ม, อ. คลองท่อม, จ. กระบี่
ลำต้นปาล์ม*	สวนปาล์ม, อ. คลองท่อม, จ. กระบี่
ทะลายปาล์ม**	บ. ไทยอินโดปาล์มออยแฟคทอรี่ จำกัด, อ. ลำทับ, จ. กระบี่

* ตัดและย่อยด้วยเครื่องย่อยปุ๋ยพืชสด แล้วจึงตากแดดเป็นเวลา 3 วัน

** ผ่านการตากแดดทิ้งไว้เป็นเวลา 8 เดือน

ตัวอย่างแต่ละชนิดมีลักษณะภายนอกดังแสดงในรูปที่2 ถึง รูปที่6 ทางปาล์มและลำต้นปาล์มถูกย่อยโดยเครื่องย่อยปุ๋ยพืชสดที่แสดงในรูปที่ 7 ส่วนทะลายปาล์มมีความเหนียวมาก และไม่สามารถย่อยโดยเครื่องย่อยปุ๋ยพืชสดได้



รูปที่ 2 ฝุ่นไม้และขี้เลื่อยไม้ยางพาราอบน้ำยาเคมี



รูปที่ 3 ขี้เลื้อยไม้ยางพารา



รูปที่ 4 ทางปาล์ม



รูปที่ 5 ลำต้นปาล์ม



รูปที่ 6 ทะลายปาล์มเปล่า



รูปที่ 7 เครื่องย่อยปุ๋ยพืชสด

3. วิธีการทดสอบ

ทำการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบ และนำมาทดสอบเพื่อวัดค่าคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. Mercury, Potassium, Copper, Zinc, Arsenic, Chromium, Lead, Cadmium: ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร ด้วยวิธีการ AOAC (2000), 999.10
2. Hydrogen, Nitrogen, และ Sulfur: ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร ด้วยการใช้ CHNS analyzer
3. Water content: ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการทดสอบเชื้อเพลิงชีวภาพด้วยการใช้เตาอบไล่ความชื้น
4. Bulk density: ทดสอบโดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริงสำหรับชั่งน้ำหนัก และถังพลาสติกสำหรับวัดปริมาตร
5. Gross calorific value (GCV) หรือ High heating value (HHV): ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการทดสอบเชื้อเพลิงชีวภาพ ด้วยการใช้เครื่อง Bomb Calorimeter ด้วยวิธีการ ASTM D240
6. Net calorific value (NCV) หรือ Low heating value (LHV): สามารถคำนวณได้จากสมการ (1) ของ Obernberger และ Thek [4] โดยเป็นค่าความร้อนที่ไม่รวมน้ำในองค์ประกอบ

$$NCV^{w.b.} = GCV^{d.b.}\left(1-\frac{X_W^{w.b.}}{100}\right) - 2.447 * \frac{X_W^{w.b.}}{100} - \frac{X_H^{d.b.}}{200} \quad (1)$$

$$*18.02 * 2.447\left(1-\frac{X_H^{d.b.}}{100}\right)$$

โดย

$NCV^{w.b.}$: Net calorific value [MJ/kg, wet basis]

$GCV^{d.b.}$: Gross calorific value [MJ/kg, dry basis)

$X_W^{w.b.}$: Water content [wt-%, wet basis]

$X_H^{d.b.}$: Hydrogen content [wt-%, dry basis]

7. การแปลงค่าจาก wet basis (w.b.) ไปเป็น dry basis (d.b): เนื่องจากการวัดค่าปริมาณต่าง ๆคิดเป็น wet basis ในขั้นต้น การเปลี่ยนค่าจาก wet basis ไปเป็น dry basis ทำได้โดยใช้สมการ (2)

$$X^{d.b.} = \frac{X^{w.b.}}{\left(1-\frac{X_W^{w.b.}}{100}\right)} \quad (2)$$

โดย

$X^{d.b.}$: Content [wt-%, dry basis]

$X^{w.b.}$: Content [wt %, wet basis]

$X_W^{w.b.}$: Water content [wt-%, wet basis]

3. ค่าอ้างอิงมาตรฐานของเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง

หลังจากได้ข้อมูลคุณสมบัติและองค์ประกอบของวัตถุดิบต่าง ๆแล้ว จะทำการประเมินคุณภาพโดยเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง 2 ชุด อันได้แก่

1. ค่าอ้างอิงจากมาตรฐาน DIN 51731: ซึ่งเป็นมาตรฐานแห่งชาติของประเทศเยอรมัน ค่าจำกัดจากมาตรฐานดังกล่าวถูกนำมาอ้างอิงในการศึกษานี้เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่ระบุค่าจำกัดคลอบคลุมชนิดขององค์ประกอบทางเคมีมากที่สุด ค่าจำกัดตามมาตรฐาน DIN 5173 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าจำกัดตามมาตรฐาน DIN 5173 ของประเทศเยอรมัน

คุณสมบัติ / องค์ประกอบ	ค่าจำกัด*	หน่วย (w.b.)
Mercury (Hg)	0.05	mg/kg
Potassium (K)**	N/A	mg/kg
Copper (Cu)	5	mg/kg
Zinc (Zn)	100	mg/kg
Arsenic (As)	0.8	mg/kg
Chromium (Cr)	8	mg/kg
Lead (Pb)	10	mg/kg
Cadmium (Cd)	0.5	mg/kg
Nitrogen (N)	0.3	wt-%
Sulfur (S)	0.08	wt %
Ash Content	1.5	wt %
NCV	17.5	MJ/kg

* ต่ำสุดสำหรับ NCV สูงสุดสำหรับค่าอื่น ๆ

** ไม่พบค่าจำกัดของ Potassium ในมาตรฐานใด ๆ

2. ค่าอ้างอิงจากข้อมูลสถิติของเชื้อเพลิงไม้อัดแท่งที่มีจำหน่ายในยุโรป: นอกจากการเปรียบเทียบกับค่าจำกัดที่ระบุโดยมาตรฐานแล้ว ข้อมูลสถิติที่เก็บจากเชื้อเพลิงไม้อัดแท่งที่จำหน่ายอยู่หลายประเทศในยุโรป Obernberger และ Thek [4] ก็ถูกมาใช้ในการประเมินด้วยเช่นกัน โดยการประเมินจะเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดสำหรับค่าที่มีผลเชิงลบเช่น Potassium, Copper, Zinc, Lead ฯลฯ และค่าต่ำสุดสำหรับค่าที่มีผลเชิงบวกเช่น NCV ทั้งนี้ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ของคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีที่จะใช้อ้างอิงมีดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด จากเชื้อเพลิงไม้อัดแท่งที่มีจำหน่ายในยุโรป

คุณสมบัติ	หน่วย (d.b.)	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
Potassium (K)	mg/kg	493	302	1180
Copper (Cu)	mg/kg	1.1	0.7	2.7
Zinc (Zn)	mg/kg	13.2	9.3	25.4
Chromium (Cr)	mg/kg	0.6	0.1	3.3
Lead (Pb)	mg/kg	0.43	0.07	2.19
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.14	0.06	0.20
Nitrogen (N)	mg/kg	2200	2000	6400
Sulfur (S)	mg/kg	278	52	1922
Ash Content	mg/kg	5100	1700	16100
NCV	MJ/kg	19.0	18.6	19.4

4. ผลการวิจัย

คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ได้ทดสอบ มีดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ได้ทดสอบ (dry basis)

คุณสมบัติ	หน่วย (d.b.)	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	ทางปาล์ม	ลำต้นปาล์ม	ทะลายปาล์ม
Potassium (K)	mg/kg	2158	7008	17207	17094
Copper (Cu)	mg/kg	1.65	3.00	4.59	15.92
Zinc (Zn)	mg/kg	5.83	12.61	22.05	200.28
Chromium (Cr)	mg/kg	0.11	11.49	65.88	40.53
Lead (Pb)	mg/kg	0.40	3.91	7.56	0.67
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.11	0.10	0.17	0.09
Nitrogen (N)	wt %	0.62	1.54	2.47	1.55
Sulfur (S)	wt %	2.29	2.20	3.78	2.05
Ash Content	wt %	2.30	2.99	6.29	4.53
NCV	MJ/kg	14.8	14.6	14.4	19.3

5. ผลและการวิเคราะห์

จากการศึกษาเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงพบว่าวัตถุดิบที่นำมาศึกษาทั้งหมด อันได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ทางปาล์ม ลำต้นปาล์ม และทะลายปาล์ม มี Potassium และ Sulfur อยู่ในปริมาณที่สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานมากซึ่งจะส่งผลต่อการกัดกร่อนถ้าทำชีวมวลไปใช้งาน โดยมีค่าของ Potassium 2,000 – 17,000 mg/kg (d.b.) และ Sulfur 2.1 – 3.8 wt.-% (d.b.) สำหรับวัตถุดิบจากปาล์ม พบว่ายังมี Nitrogen Chromium และ Ash content อยู่ในปริมาณที่สูงมากอีกด้วย โดยมี Nitrogen 1.5 – 2.5 wt.-% (d.b.) Chromium 11 – 66 mg/kg (d.b.) และ Ash content 3.0 – 6.3 wt.-% (d.b.) นอกจากนั้น ทางปาล์มมี Arsenic และ Lead ลำต้นปาล์มมี Copper และ Lead ทะลายปาล์ม มี Copper และ Zinc ในปริมาณที่สูงมากอีกด้วย ทั้งนี้ วัตถุดิบทั้งหมดยกเว้นทะลายปาล์ม มี Net calorific value ต่ำกว่าค่าอ้างอิง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 14.4 – 14.8 MJ/kg (d.b.) ส่วนทะลายปาล์ม มี Net calorific value เป็น 19.3 MJ/kg (d.b.) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าอ้างอิง นอกจากนั้นยังพบว่าไม้ยางพาราอบน้ำยาเคมีมีปริมาณ Zinc Chromium และ Lead สูงกว่าไม้ยางพาราที่ไม่อบน้ำยาเคมี ปริมาณของ Potassium ที่สูงในวัตถุดิบจะมีผลให้ Ash melting point ลดลงและทำให้เกิดตะกรันขึ้นในเตาเผาหรือหม้อต้มได้ [Obernberger nd Thek, 2003] ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาการบำรุงรักษาระบบ สำหรับ Sulfur ซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่สูงเช่นกัน จะก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อน การเกิดตะกรัน และมลพิษทางอากาศ ในส่วนของ Ash content, Nitrogen, และโลหะหนักอื่นๆที่พบในปริมาณที่ค่อนข้างสูงในส่วนต่างๆของปาล์ม จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเช่นกัน

6. สรุป

จากผลการศึกษาสามารถกล่าวโดยรวมได้ว่า เศษไม้ยางพารา ทางปาล์ม ลำต้นปาล์ม และทะลายปาล์ม มีองค์ประกอบทางเคมีที่ก่อให้เกิดขี้เถ้า ตะกรัน มลพิษทางอากาศ และการกัดกร่อนของชิ้นส่วนอุปกรณ์ อยู่ในปริมาณที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ นอกจากนั้นค่าพลังงานความร้อนก็ยังต่ำกว่ามาตรฐานอีกด้วย ส่วนน้ำยาเคมีที่ใช้อบไม้ยางพารามีองค์ประกอบของโลหะหนักอยู่สูง และจะก่อให้เกิดขี้เถ้าและมลพิษทางอากาศมากขึ้น การออกแบบระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบเหล่านี้จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพของวัตถุดิบเป็นพิเศษ ถึงแม้ว่าการใช้เชื้อเพลิงไม้อัดแท่งจะประสบความสำเร็จในต่างประเทศ แต่ความแตกต่างระหว่างวัตถุดิบในประเทศและวัตถุดิบต่างประเทศจะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการเลือกเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์จากชีวมวล

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2550 คณะผู้วิจัยจึงต้องขอขอบคุณศูนย์ ฯ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Hamelinck, C. N., Suurs, R. A. A., and Faaij, A. P. C., 2005, “International Bioenergy Transport Costs and Energy Balance,” Biomass and Bioenergy, Vol. 29, pp. 114 – 134.
2. Schuller, A. L., 2004, “Developing a Wood Pellet Fuel Sector in South Yorkshire”, Connesss GmbH, Austria, Econergy Ltd., Great Britain, South Yorkshire Forest Partnership, Great Britain, pp. 134.
3. Hahn, B, 2004, “Existing Guidelines and Quality Assurance for Fuel Pellets”, Pellets for Europe, Deliverable 29, UMBERA.
4. Obernberger, I. and Thek, G., 2003, “Physical Characterization and Chemical Composition of Densified Biomass Fuels with regard to their Combustion Behaviour,” Biomass and Bioenergy, Vol. 27, pp. 653 – 669.

.