



## เชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกอุตสาหกรรม

### ผลิตเอธานอลและชีวมวล\*

เอกลักษณ์ กิติภักตร์ถาวร\*\*

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาจากตะกอนเปียกจากน้ำเสียของกระบวนการผลิตเอธานอลในรูปแบบเชื้อเพลิงอัดแท่งและเพิ่มคุณภาพโดยการนำไปผสมกับเปลือกมังคุดและเปลือกทุเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยงานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับชีวมวลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกที่มีคุณภาพมากที่สุด ที่มีกากตะกอนเปียกเป็นส่วนผสมหลัก จากการวิเคราะห์สมบัติทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงจากตะกอนเปียกบริสุทธิ์ มีค่าความร้อน 3,851.3 cal/g ปริมาณเถ้า 34.3% คาร์บอนคงตัว 30.2% สารที่ระเหยได้ 33.2% และมีความชื้น 5.3% ซึ่งถือว่ายังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จัดว่าเป็นสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงที่ดีจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาและเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกให้มากขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดแทนถ่านและฟืน โดยในงานวิจัยนี้ได้นำ เปลือกมังคุด และ เปลือกทุเรียน เข้ามาผสมรวมเพื่อเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ใน 5 อัตราส่วน ดังนี้ 9:1, 8:2, 7:3, 6:4 และ 5:5 ทั้งเปลือกมังคุดและเปลือกทุเรียนรวม 10 ตัวอย่าง พบว่า อัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดโดยที่มีกากตะกอนเปียกเป็นตัวผสมหลักคือ 5:5 ทั้งเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียน ทั้ง 2 ตัวอย่าง มีค่าความร้อนและปริมาณคาร์บอนคงตัวเพิ่มมากขึ้นแปรผันตรงตามอัตราส่วนผสมของชีวมวลที่เพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณเถ้าและสารระเหยน้อยลงตามลำดับ โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกมังคุดในอัตราส่วน 5 :5 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนมากที่สุด คือ 4,665 cal/g และมีสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงดีที่สุที่สุดและสามารถคืบทุนในระยะเวลาอันสั้น

**คำสำคัญ :** กากตะกอนเปียก เชื้อเพลิงอัดแท่ง ชีวมวล

\* ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\* นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## Briquette Fuel from Co-Production of Ethanol Industrial Wet Cake and Biomass\*

Akekaruk Kitipattaworn\*\*

### Abstract

The objective of this research was to study the briquette fuel from wet cake of the wastewater in ethanol industrial and to improve the quality of briquette fuel by adding the other biomass that come from the hard shell of fruits, mangosteen and durian to improve the efficiency and property of briquette fuel. This research was studied making the briquette fuel co-production from wet cake of ethanol industrial and fruit shell in different ratios. The second part was analyzing the best ratio for producing the briquette fuel that gave the best quality with the wet cake was the main component. From the result, the briquette fuel from 100% wet cake from wastewater of ethanol industrial had the heating value 3,851.3 cal/g, ash 34.3% ,fixed carbon 30.2%, volatile matter 33.2% and moisture 5.3% with this parameter the wet cake did not meet the standard quality, it needed to improve and develop to meet standard for the make up of coal and firewood. Adding mangosteen shell or durian shell to the briquette fuel from wet cake in 5 ratios (9:1, 8:2, 7:3, 6:4 and 5:5) of 10 samples were performed. The best ratio was the 5:5 of mangosteen shell or durian shell showed the highest heating value and fixed carbon with the addition biomass in the sample and also decreased the ash content and volatile matter. The briquette fuel from wet cake with mangosteen shell at 5: 5 ratio gave the most heating value was 4,665 cal / g and the best properties of the fuel and also indicated short payback period.

**Key words :** Wet Cake; Ethanol Briquette; Biofuel

---

\* Part of Thesis for the Master Degree of Science Program in Energy Technology and Management (Interdisciplinary Program), Graduate School, Chulalongkorn University

\*\* Graduate Student, School of Science Program in Energy Technology and Management (Interdisciplinary Program), Chulalongkorn University

## บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะน้ำมันซึ่งเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในภาคขนส่ง และปัจจุบันประเทศไทยมีการสนับสนุนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์เพื่อส่งเสริมพลังงานทดแทน ทำให้อุตสาหกรรมเอธานอลสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมไปถึงการมีมติ ครม. หนุนให้มีการยกเลิกการใช้เบนซิน 91 ทำให้มีการคาดการณ์ว่าจะมีการใช้เอธานอลเพิ่มอีกถึงวันละ 4 แสนลิตรต่อวัน ซึ่งจากการผลิตเอธานอลเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานส่งผลให้มีปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตออกมาในปริมาณมหาศาลและปัจจุบันยังไม่มีการนำกากตะกอนเปียกจากน้ำเสียของกระบวนการผลิตเอธานอลมาใช้ประโยชน์มากนัก โดยโรงงานผลิตเอธานอลที่มีกำลังการผลิต 200,000 ลิตรต่อวันจะมีปริมาณน้ำเสียมากถึง 521,400 ลูกบาศก์เมตร และมีกากตะกอนเปียกมากถึง 82,500 ตันต่อปี (ข้อมูลจริงจากโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีแก๊สชีวภาพปี 2552) โดยในงานวิจัยนี้จะศึกษาและพัฒนาการนำกากตะกอนเปียกมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบเชื้อเพลิงอัดแท่งและผสมเปลือกผลไม้เพื่อเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อหาอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมกับเปลือกผลไม้ โดยเปลือกผลไม้ที่นำมาผสมรวมคือ เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนที่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยทั้งการส่งออกและการบริโภคในประเทศที่มีปริมาณมากซึ่งส่งผลให้มีเปลือกผลไม้เป็นของเสียที่ต้องการนำไปกำจัดเป็นจำนวนมาก จากสมบัติของเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดที่มีความแข็งและมีเส้นใยมากจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง การนำของเสียมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งจะสามารถกำจัดของเสียและเพิ่มประโยชน์ให้แก่ตะกอนเปียกได้เป็นอย่างดีรวมถึงสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกร่วมกับชีวมวล (ในการทดลองนี้ใช้เปลือกผลไม้) และศึกษาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกร่วมกับชีวมวล

## วิธีการทดลอง

ขั้นตอนในการศึกษาและวิเคราะห์เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ

- 1) ศึกษาและวิเคราะห์วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง
- 2) ผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดคือ เปลือกทุเรียนหรือเปลือกมังคุดใน 5 อัตราส่วนและวิเคราะห์สมบัติทางด้านเชื้อเพลิง

## วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

- 1) กากตะกอนจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมเอธานอล บริษัท ทรัพย์ทิพย์ จำกัด จังหวัดลพบุรี มีส่วนผสมหลักคือเนื้อของมันสำปะหลังและน้ำ
- 2) เปลือกมังคุด จากสวนและเปลือกมังคุดที่ถูกคัดทิ้งจากตลาดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี
- 3) เปลือกทุเรียน จากกองวัสดุเหลือทิ้งจากแหล่งขายทุเรียน ตลาดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี



ภาพที่ 1 กากตะกอนเปียกจากน้ำเสียอุตสาหกรรมเอธานอล



### อุปกรณ์และเครื่องจักรในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

- 1) ถัง 200 ลิตรมีฝาปิด
- 2) เครื่องตีบดถ่าน ทำงานด้วยมอเตอร์ ขนาด 10 แรงม้า
- 3) เครื่องผสม โดยในงานวิจัยนี้ได้ผสม วัสดุติดด้วยมือโดยใช้ภาชนะผสมเป็นถัง
- 4) เครื่องอัดแท่ง ทำงานด้วยมอเตอร์แบบ ขนาด 10 แรงม้า
- 5) เตาอบสำหรับไล่ความชื้นที่สามารถตั้ง อุณหภูมิและเวลาได้

### สถานที่ในการทดลองและผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

- 1) บริษัท แม่กลองไทยเอ็นจิเนียริง จำกัด
- 2) สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตปทุมธานี

### ขั้นตอนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

- 1) เตรียมวัสดุติด เครื่องมือและสถานที่ ทดลอง
- 2) นำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดที่ ผ่านการคัดแยกเศษวัสดุที่ไม่จำเป็นออกและนำไป ตากแดดไล่ความชื้นให้แห้ง
- 3) นำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดเข้าสู่ กระบวนการเผาถ่านโดยเผาถ่านในถังน้ำมัน 200 ลิตรแบบมีฝาปิด อุณหภูมิ 350 – 400 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและปล่อยให้เย็นตัว ลงอีก 12 ชั่วโมง
- 4) บดเปลือกผลไม้ที่เผาแล้วด้วยการ เหยียบให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนนำเข้าสู่เครื่องบดให้ ละเอียดเป็นผงเพื่อให้ได้เนื้อถ่านที่ละเอียดและมีความหนาแน่นสูง
- 5) ผสมวัสดุติดตามอัตราส่วนผสมต่าง ๆ โดยมีน้ำและแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานเพื่อ

เพิ่มแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุติดและทำให้เชื้อเพลิงไม่ แตกหักง่าย

- 6) นำส่วนผสมที่เข้าเครื่องอัดแท่งและตัด ให้ได้ขนาดที่ต้องการ
- 7) นำเชื้อเพลิงอัดแท่งไปอบในตู้อบไล่ ความชื้นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสหรือตาก แดดเพื่อไล่ความชื้นก่อนการนำไปใช้
- 8) ส่งเชื้อเพลิงอัดแท่งไปวิเคราะห์ข้อมูล และสมบัติทางด้านพลังงานดังนี้
  - ค่าความร้อน (cal/g)
  - ปริมาณความชื้น (%)
  - ปริมาณขี้เถ้า (%)
  - ปริมาณคาร์บอนคงตัว (%)
  - ปริมาณสารที่ระเหยได้ (%)



ภาพที่ 2 เครื่องบดวัสดุติด



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการอัดแท่งเชื้อเพลิง

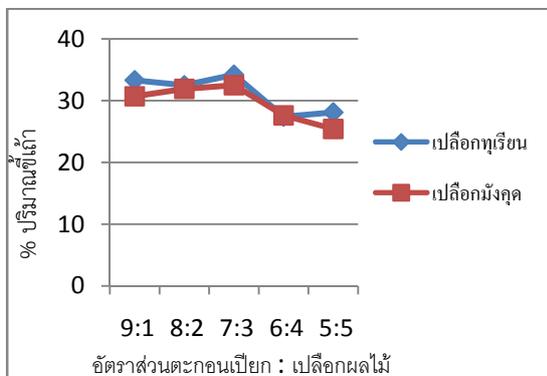


## ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์วัตถุดิบ 3 ชนิดจากกระบวนการเผาถ่าน

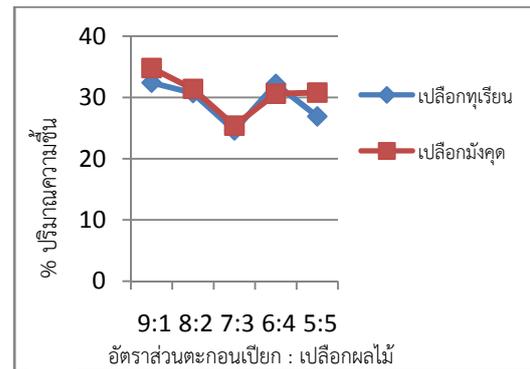
วัตถุดิบ	ตะกอนเปียก	เปลือกทุเรียน	เปลือกมังคุด
เถ้า (%)	15.7	2.87	0.7
ค่าความร้อน (cal/g)	3,704	4,100	4,105

จากผลวิเคราะห์ข้อมูลของวัตถุดิบที่จะนำมาผสมเพื่อผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะเห็นได้ว่ากากตะกอนเปียกให้ค่าความร้อนอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและมีปริมาณเถ้าสูงเมื่อเทียบกับเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดที่ให้ค่าความร้อนที่สูงและมีปริมาณเถ้าที่ต่ำกว่า ซึ่งเมื่อนำมาผสมร่วมกับกากตะกอนเปียกแล้วจะทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีสมบัติที่ดีขึ้น



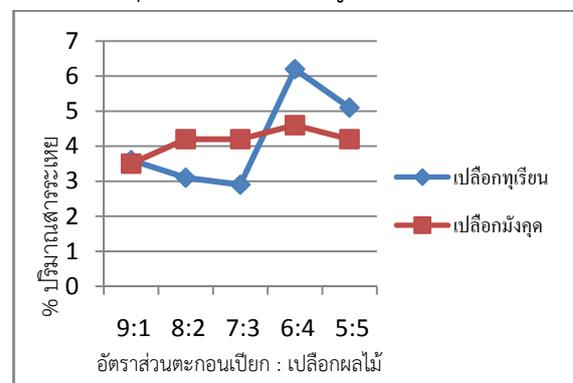
แผนภูมิที่ 1 ผลวิเคราะห์ปริมาณเถ้าจากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยผสมตะกอนเปียกกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ

ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงหรือส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ของเชื้อเพลิง จากแผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนเปลือกผลไม้ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกมีปริมาณเถ้าที่ต่ำลงของอัตราส่วนผสมของตะกอนเปียกกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิด ที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า ที่อัตราส่วน 5:5 มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด และ ที่อัตราส่วน 9:1 มีปริมาณเถ้าสูงสุด



แผนภูมิที่ 2 ผลวิเคราะห์ปริมาณความชื้นจากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากส่วนผสมของตะกอนเปียกกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ

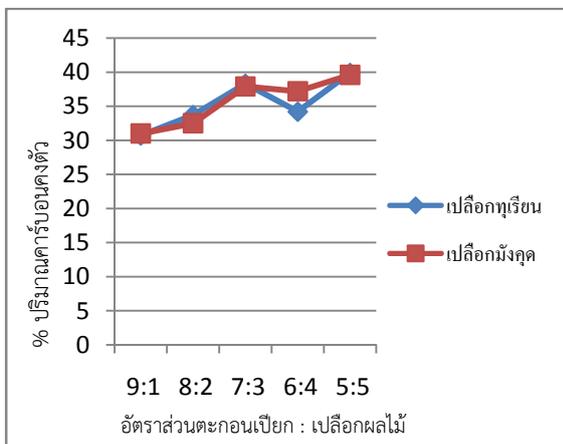
ปริมาณสารที่ระเหยได้หรือส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงที่สามารถเผาไหม้และกลายเป็นควันได้ ซึ่งหากมีปริมาณสารระเหยได้สูงจะทำให้มีสมบัติในการติดไฟง่ายและมีควันมากเมื่อนำมาใช้งานจะทำให้เสกตา จากแผนภูมิที่ 2 จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกผลไม้ทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณสารระเหยที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากในงานทดลองนี้เป็นการอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเย็นซึ่งมีการเผาวัตถุดิบให้กลายเป็นถ่านก่อนการนำไปอัดเป็นแท่ง ซึ่งทำให้มีบางส่วนของวัตถุดิบระเหยออกไปแล้วจึงทำให้เชื้อเพลิงมีปริมาณสารระเหยที่ได้ใกล้เคียงกันทั้งเปลือกผลไม้ 2 ชนิด ในทุก ๆ อัตราส่วน อยู่ในช่วง 25-34 %



แผนภูมิที่ 3 ปริมาณความชื้นจากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากส่วนผสมของตะกอนเปียกกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ



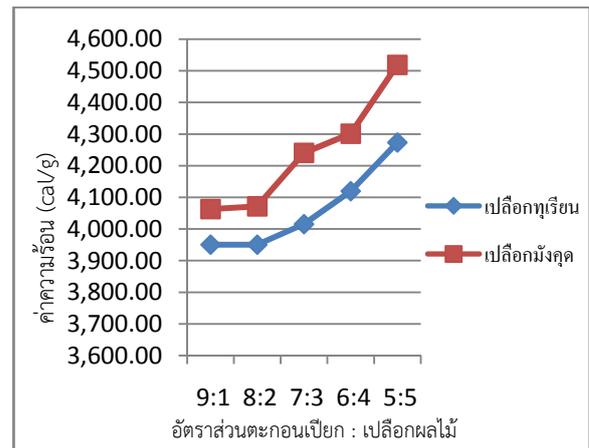
จากแผนภูมิที่ 3 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกมีปริมาณความชื้นที่ต่ำและใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3 - 6 % เนื่องจากมีกระบวนการไล่ความชื้นในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตเชื้อเพลิงจึงทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งของเปลือกผลไม้ทั้ง 2 ชนิด และที่ทุก ๆ อัตราส่วนมีความร้อนที่ต่ำและใกล้เคียงกันซึ่งค่าความชื้นส่งผลต่อคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง หากมีปริมาณความชื้นสูงจะทำให้เชื้อเพลิงมีความเปราะและให้ค่าความร้อนที่ต่ำ



**แผนภูมิที่ 4** ปริมาณคาร์บอนคงตัวจากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากส่วนผสมของตะกอนเปียกกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ

ปริมาณคาร์บอนคงตัวหรือส่วนที่เผาไหม้ได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง สามารถบ่งบอกได้ถึงระยะเวลาในการมอดดับของเชื้อเพลิงอัดแท่ง หากมีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะทำให้มีระยะเวลาในการใช้งานนานขึ้น และจากแผนภูมิที่ 4 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกผลไม้ที่เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่ส่งผลให้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกมีปริมาณคาร์บอนสูงขึ้นซึ่งส่งผลให้อัตราส่วนของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ได้ต่อส่วนเผาไหม้ไม่ได้มีค่าที่สูงขึ้น ทำให้เชื้อเพลิงมีคุณภาพดีขึ้นและมีค่าความร้อนที่สูงขึ้นจากปริมาณของเส้นใยของ

เปลือกผลไม้ที่ถูกเพิ่มเข้าไป โดยมีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงสุดที่อัตราส่วน 5:5 และมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 39.9% นอกจากนี้ปริมาณคาร์บอนคงตัวต่ำสุดที่อัตราส่วน 9:1 มีปริมาณคาร์บอนคงตัว 30.7%



**แผนภูมิที่ 5** ค่าความร้อนจากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากส่วนผสมของตะกอนเปียกกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ

จากแผนภูมิที่ 5 จะเห็นได้ว่าปริมาณความร้อนมีค่าสูงขึ้นตามอัตราส่วนของเปลือกผลไม้ที่เพิ่มขึ้นโดยอัตราส่วนที่มีความร้อนสูงสุดคืออัตราส่วน 5:5 และมีค่าความร้อนต่ำสุดที่อัตราส่วน 9:1 โดยอัตราส่วน 5:5 ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมกับเปลือกมังคุดมีค่าความร้อนสูงสุดที่ 4,665 cal/g

### ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกผลไม้

ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกผลไม้จะวิเคราะห์เฉพาะเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกผลไม้ 2 ชนิดในอัตราส่วน 5:5 เท่านั้น เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด

**ข้อมูลเบื้องต้นของวัตถุดิบในการผลิตถ่าน**

- ตะกอนเปียก : ราคา 250 บาท/ตัน
- กะลามะพร้าว : ราคา 2,000 บาท/ตัน

-ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร จำนวน 15 ถัง

ราคา 7,500 บาท

**ข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์เครื่องจักรในการผลิต**

- เครื่องบดวัตถุดิบ ราคา 70,000 บาท
- กำลังการผลิต 100 กิโลกรัม/ชั่วโมง
- เครื่องอัดแท่งแบบเกลียวหนอน ราคา 80,000 บาท กำลังการผลิต 100 กิโลกรัม/ชั่วโมง

**ข้อมูลเบื้องต้นค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัตถุดิบ**

-รถบรรทุก 10 ล้อ บรรทุกได้ 15,000 กิโลกรัม/เที่ยว และมีค่าใช้จ่าย 13,000 บาท/เที่ยว

-ค่าขนส่งวัตถุดิบ 0.86 บาท/ กิโลกรัม\*

ค่าใช้จ่ายในการเผาถ่านไม่มีเนื่องจากตัววัตถุดิบเป็นเชื้อเพลิงด้วยตัวเอง

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์และต้นทุนต่อหน่วยการผลิตของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียน

ค่าต้นทุนวัตถุดิบ		
ปริมาณเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ต้องการต่อวัน	500	กิโลกรัม
ต้องใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียก	250	กิโลกรัม
ต้องใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียน	250	กิโลกรัม
% คาร์บอนในเซชันปกติ	33.33	%
ตะกอนเปียกราคา	0.25	บาท/กิโลกรัม
ตะกอนเปียกมีความชื้น	50	%
ต้องการตะกอนเปียกแห้ง	750	กิโลกรัม
<b>ดังนั้นต้องการตะกอนเปียกจากโรงงาน</b>	<b>~1,500</b>	<b>กิโลกรัม</b>
เปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียนราคา	0	บาท/กิโลกรัม
ต้องการใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียน	250	กิโลกรัม
<b>ดังนั้นต้องการเปลือกมังคุด และ เปลือกทุเรียนจากตลาด</b>	<b>~750</b>	<b>กิโลกรัม</b>
ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบ (ตะกอนเปียก+เปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียน)	375	บาท
เชื้อเพลิงอัดแท่งแบบอัดเย็น	0.1	กิโลกรัม/ก้อน
ตะกอนเปียก 500 กิโลกรัม ผสมร่วมกับเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียน 500 กิโลกรัม สามารถผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยการอัดเย็นได้จำนวน	10,000	ก้อน
อัตราการป้อนเครื่องอัดแท่ง	100	กิโลกรัม/ชั่วโมง
ทำงาน	8	ชั่วโมง/วัน
ผลิตชิ้นงานวันละ (อัดแบบเย็น)	8,000	ก้อน
<b>ต้นทุนเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อก้อน</b>	<b>0.0468</b>	<b>บาท/ก้อน</b>
ต้นทุนขนส่งเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียนต่อก้อน	0.2446	บาท/ก้อน
ค่าแรงของเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อก้อน	0.075	บาท/ก้อน
ค่าไฟฟ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อก้อน	0.01	บาท/ก้อน



ค่าน้ำของเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อก้อน	0.001	บาท/ก้อน
ค่าแรงแ้งสำหรับหลังของเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อก้อน	0.005	บาท/ก้อน
ตั้งนั้นต้นทุนแปรผันของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	0.3824	บาท/ก้อน
N* จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน	$\frac{F}{p - v}$	
F ต้นทุนคงที่	305,000 บาท	
p ราคาขายต่อหน่วย	1.7 บาท/ก้อน	
v ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย	0.3824บาท/ก้อน	
N* จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน	231,482 ชิ้น	
ใช้ระยะเวลาผลิตที่จะคุ้มทุน	$\frac{N^*}{N}$	
N* จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน	231,482 ชิ้น	
N จำนวนการผลิตต่อปี	2,000,000 ชิ้น/ปี	
ใช้ระยะเวลาผลิตที่จะคุ้มทุน	0.11 ปี	

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยและระยะเวลาในการคืนทุนในเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับ เปลือกทุเรียนหรือเปลือกมังคุด ในอัตราส่วน 5:5 พบว่าอัตราส่วน 5:5 เป็นอัตราส่วนที่ให้สมบัติทางด้านพลังงานที่ดีที่สุดที่มีกากตะกอนเปียกเป็นส่วนผสมหลัก และในงานวิจัยนี้ต้องการนำกากตะกอนเปียกมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุดและเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกมังคุดหรือเปลือกทุเรียนในอัตราส่วนผสม 5:5 มีค่าใช้จ่ายคงที่ 305,000 บาท และมีต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อก้อนที่ราคา 0.3824 บาท/ก้อน เท่ากัน เนื่องจากเป็นเปลือกผลไม้ที่เป็นของเสียและไม่มีมูลค่าในการจัดหาวัตถุดิบเหมือนกันและจะใช้ระยะเวลาที่จะถึงจุดคุ้มทุนที่ 0.11 ปี

### สรุป

ผลจากการวิเคราะห์สมบัติด้านพลังงานและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับชีวมวลสองชนิด ใน 5

อัตราส่วนดังนี้ 9:1, 8:2, 7:3, 6:4 และ 5:5 แสดงให้เห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกมีค่าความร้อนสูงขึ้นแปรผันตามอัตราส่วนของชีวมวลที่ถูกเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนสูงสุดในทั้งสองตัวอย่าง ที่มีกากตะกอนเปียกเป็นตัวผสมหลักคืออัตราส่วน 5:5 จากการเพิ่มอัตราส่วนผสมของชีวมวลจะส่งผลทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความร้อนที่สูงขึ้น ปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงขึ้นรวมทั้งมีปริมาณซีเถ้าต่ำลง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากเปลือกผลไม้ทั้ง 2 ชนิดนั้น มีค่าความชื้นที่ต่ำกว่า 8 % โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับเปลือกมังคุดให้ค่าความร้อนสูงกว่าเปลือกทุเรียน ให้ค่าความร้อนที่ 4,518.7 cal/g และเปลือกทุเรียน ให้ค่าความร้อน 4,273.1 cal/g ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทำให้เห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนมีความคุ้มทุนสูงมากสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาอันสั้น เนื่องจากตัวตะกอนเปียกในปัจจุบันมีราคาที่ต่ำและยังไม่มีนำมาใช้อย่างแพร่หลายอีกทั้งยังเป็นของเสียที่เกิดจากการผลิตและเกิดขึ้นใน



ปริมาณมากทุกวันและชีวมวลที่นำมาใช้เพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งยังเป็นของเหลือทิ้งจากการบริโภคซึ่งทำให้ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งมีต้นทุนที่ต่ำทำให้สามารถคืนทุนในระยะสั้น

โดยลักษณะและคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกนั้นจะมีลักษณะใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงอัดแท่งจากชีวมวลชนิดอื่น ๆ มีสีดำนุ่มสม่ำเสมอ ผิวเรียบ ไม่แตกหักง่าย และมีค่าความร้อนคงที่ จึงเหมาะในการทำตลาดกลาง เช่น ร้านอาหารกระทะหรือร้านปิ้งย่างได้เป็นอย่างดีเนื่องจากมีราคาที่ถูกกว่าถ่านทั่วไปและไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนที่สูงมาก

การนำตะกอนเปียกจากน้ำเสียของกระบวนการผลิตเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจัดว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับของเสียที่เหลือทิ้งรวมไปถึงสามารถกำจัดวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภคและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการนำของเสียมาใช้ใหม่ได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะ

1. ตะกอนเปียกมีน้ำเป็นอัตราส่วนที่สูงถึง 50% หากมีการบีบอัดเพื่อลดปริมาณของน้ำในตะกอนเปียกจะทำให้ลดต้นทุนในการขนส่งวัตถุดิบลงได้
2. การลดความชื้นของวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งก่อนการนำมาเผาเป็นผงถ่านโดยการนำไปตากแดดก่อนจะช่วยลดระยะเวลาในการเผาถ่านลงได้
3. ขั้นตอนการไล่ความชื้น ถ้าวบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจะง่ายต่อการควบคุมและลดระยะเวลาในการอบแห้งลงและทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีคุณภาพที่สูงขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- ทิพาวรรณ รักษ์วงศ์ และ อัญชริการ์ ไชยศรีหา. (2545). *การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกทุเรียนผสมกับกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล. (2553). *การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งน้ำมันลำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- อัจฉรา อัครวิจิตรชัย ชลันดา เสมสายัณห์ นัฐพร ประภักดิ์ ณิชฐิตา เปี่ยมสุวรรณศิริ และนิภาวรรณ ชูชาติ. (2554). *การนำเปลือกทุเรียน และ เปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูป เชื้อเพลิงอัดแท่ง. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, (162-168).*
- วีระ พันอินทร์. (2553). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของเชื้อเพลิง RDF-5 ที่มีส่วนประกอบของขยะที่ผ่านกระบวนการบำบัดเชิงกลชีวภาพและกากตะกอนเปียก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.*