

การใช้วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดเป็นเชื้อเพลิงในระบบแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลลง

อนุรักษ์ เกษวัฒนากุล^{1*} สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษากำหนดนำวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนด ที่มีจำนวนมากในพื้นที่ของจังหวัดเพชรบุรี เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงของเตาแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลลง โดยทำการเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงจากแกลบและขี้เลื่อย ในการวิจัยได้ทำการเลือกวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ทางตาล ใบตาล ผลตาลแก่ และเปลือกจากผลตาล โดยกำหนดการทดลอง 3 หัวข้อหลักๆ ประกอบไปด้วย การทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณ การทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ และการทดลองหาองค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า

ในการทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณและการทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุนั้น เมื่อนำผลทดลองของวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนด มาเปรียบเทียบกับแกลบและขี้เลื่อยพบว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดส่วนใหญ่ให้ผลทดลองที่ดีกว่าแกลบ แต่ให้ผลด้อยกว่าขี้เลื่อยในบางหัวข้อของการทดลองเล็กน้อย จากนั้นได้ประเมินหาความเหมาะสมของวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดที่จะมาใช้ทดสอบกับตัวเครื่องแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลลงจากการประเมินผลพบว่าทางตาลโตนดมีความเหมาะสมที่สุด เมื่อนำทางตาลโตนดทำการทดลองหาองค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า และนำผลมาเทียบกับเชื้อเพลิงแกลบและขี้เลื่อยผลที่ได้คือ ในด้านอุณหภูมิมีค่าที่ต่ำกว่า แต่ระยะเวลาการเกิดแก๊สเชื้อเพลิงที่ดียาวนานกว่า ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ยาวนานขึ้น และมีปริมาณสารมลทินใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทางตาลโตนดสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาแก๊สซิฟิเคชันแบบไหลลงได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : ตาลโตนด, ซีวมวล, แก๊สซิฟิเคชัน

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี e-mail: anurak.kat@gmail.com

² สาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

e-mail: sunantasak@hotmail.com

*ผู้รับผิดชอบหลัก e-mail: anurak.kat@gmail.com

THE USE OF PALMYRA WASTE AS FUEL IN A FIXED BED DOWNDRAFT GASIFIER

Anurak Katwattanakul^{1*} Sunantasak Ravangvong²**Abstract**

This research presents the results of the study of materials from Palmyra palm that is a lot of space in the Phetchaburi. The materials were used by a fixed bed downdraft gasifier for its fuel. There are also the comparisons to fuel from Rice husk and Sawdust. The selected materials of Palmyra palms are their Petioles, Leaves, Ripe fruits and Mesocarps. There are three important experiments which consist of the Proximate Analysis, Ultimate Analysis and Production of synthesis gas and Electricity production.

From the Proximate Analysis and Ultimate Analysis Comparisons showed that the results of the materials are better than the husk but slightly worse than the sawdust. When only consider the result of each material from Palmyra palms, the Petioles palmyra palms are mostly suitable to be used to experiment with the fixed bed downdraft gasifier for Production of synthesis gas and Electricity production. The Petioles palmyra palms's result of temperature test is lower than the husk and the sawdust but longer than them in the test timing of the fuel gases so it can generate electricity for longer and the amount of impurities are similar. Therefore the Petioles palmyra palms can be used for good fuel of a fixed bed downdraft gasifier.

Keywords : Palmyra palm, Biomass, Gasification

¹ Department of Electrical Technology, Faculty of Industrial Technology, Phetchaburi Rajabhat University.
e-mail:anurak.kat@gmail.com

² Department of Bachelor of Science in Physics, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University e-mail:sunantasak@hotmail.com

*Corresponding author, e-mail:anurak.kat@gmail.com

บทนำ

การผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันจะอาศัยเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลักเนื่องจากจัดหาง่าย แต่การผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงดังกล่าวกลับส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก การผลิตไฟฟ้าในสเกลขนาดใหญ่ของประเทศไทยยังคงพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งได้แก่แก๊สธรรมชาติเกือบร้อยละ 70 ที่เหลือเป็นถ่านหิน น้ำมันเตา พลังน้ำ และพลังงานหมุนเวียน ซึ่งมีผู้ผลิตไฟฟ้าบางรายได้มีการหันมาใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลในการผลิตไฟฟ้า ในการนำชีวมวลไปใช้งานนั้นจะต้องนำไปเผาไหม้ โดยส่วนใหญ่จะทำการเผาไหม้โดยตรง เพื่อให้ได้ความร้อน และนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ แต่จากกระบวนการที่กล่าวมานั้นจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบต่ำ ปัจจุบันมีวิธีการหนึ่งที่ได้ผลที่ดีกว่าก็คือการเปลี่ยนรูปพลังงานชีวมวล ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนสถานะเชื้อเพลิงของแข็งให้เป็นแก๊สที่สามารถเผาไหม้ได้(แก๊สซิฟิเคชัน) และเมื่อได้แก๊สมาแล้วสามารถนำไปเผาไหม้โดยตรงหรือจะใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าก็ได้ โดยกระบวนการดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเผาไหม้โดยตรง

ตาลโตนดเป็นพันธุ์ไม้พุ่มขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาตะวันออก สำหรับประเทศไทยมีการปลูกมากในพื้นที่เขตภาคกลาง และพบมากในจังหวัดเพชรบุรี จะให้ผลผลิตที่เป็นลูกตาลนับตั้งแต่เริ่มปลูกนั้น จะใช้ระยะเวลาประมาณ 10-15 ปี ในส่วนสิ่งที่เหลือใช้จากการผลิต ผลผลิตจากตาลโตนดส่วนใหญ่จะเป็นลูกตาลแก่ เปลือกจากลูกตาล ทางตาล และใบตาล ในส่วนของทางตาล และใบตาล นั้นจะมีตั้งแต่ช่วงแรกที่เกษตรกรเริ่มปลูก ซึ่งจากวัสดุต่างๆที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยมีความสนใจนำวัสดุดังกล่าว ที่ได้จากภาคชุมชนมาทดลองผลิตเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตแก๊สซิฟิเคชัน

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการหาวัสดุเหลือใช้ของตาลโตนดที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงของเตาแก๊สชีวมวลแบบเบดนิ่งไหลลง เปรียบเทียบกับแก๊สและซีลีเยอที่เป็นวัสดุหลัก เพื่อเป็นการหาวัสดุพลังงานทางเลือกที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้ในรูปแบบดังกล่าวให้เพิ่มมากขึ้น เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนทั้งในส่วนของพื้นที่ที่ได้ผลผลิตจากตาลโตนดแล้ว และพื้นที่ที่ปลูกใหม่ เป็นการส่งเสริมพื้นที่ปลูกตาลให้มากขึ้น ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อใช้ประโยชน์จากแก๊สเผาไหม้ดังกล่าวไปพัฒนาในการผลิตไฟฟ้าต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุเหลือใช้ของตาลโตนดมาเป็นเชื้อเพลิงแก๊สชีวมวลของเตาแก๊สชีวมวลแบบเบดนิ่งไหลลง
2. เพื่อศึกษาวัสดุเหลือใช้ของตาลโตนดที่มีความเหมาะสมที่สุดในการใช้ร่วมกับเตาแก๊สชีวมวลแบบเบดนิ่งไหลลง

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัสดุที่ใช้การวิจัย

1. ทางตาลโตนด เป็นส่วนของก้านของใบตาล ส่วนทางตาลตอนโคน เมื่อทางตาลแก่จัดจนใบแห้งจะร่วงหล่นลงมาเอง หรือในส่วนของตาลโตนดที่อายุน้อยจะใช้วิธีการตัดใบที่แก่เอามาทดลอง แสดงดังรูปที่ 1(ก)
2. ผลตาลโตนดแก่ เป็นส่วนของผลตาลที่แก่จัดจนสุก ที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสามารถจัดหาได้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี แสดงดังรูปที่ 1(ข)

3.ใบตาลโตนด เป็นส่วนของใบตาลที่แก่จนแห้ง ที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสามารถจัดหาได้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี แสดงดังรูปที่ 1(ค)

4.เปลือกจากผลตาลโตนด เป็นส่วนของเปลือกจากผลตาลโตนดที่ถูกนำเนื้อในผลตาลออกไปใช้แล้ว เป็นส่วนที่เหลือทิ้งซึ่งสามารถจัดหาได้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี แสดงดังรูปที่ 1(ง)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 1 วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนด

การวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate Analysis)

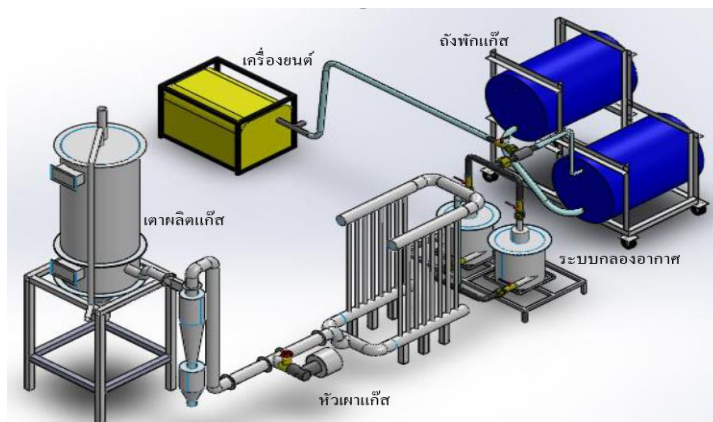
การวิเคราะห์แบบประมาณ ตามมาตรฐาน ASTM D3172 จะระบุปริมาณความชื้น (Moisture Content) ปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ (Volatile Combustible Matter) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) และปริมาณเถ้า (Ash Content) ในการทดลองตามมาตรฐานดังกล่าว เชื้อเพลิงแข็งจะถูกบดเป็นผงและนำไปอบให้แห้งในเตาอบภายใต้อุณหภูมิประมาณ 105 -110°C จนได้น้ำหนักคงที่ น้ำหนักส่วนที่หายไปเมื่อเทียบกับน้ำหนักเดิมคือปริมาณความชื้น จากนั้นเชื้อเพลิงแข็งที่แห้งแล้วจะถูกทำให้ร้อนในภาชนะปิด (เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน) ภายใต้อุณหภูมิ 900°C เพื่อไล่สารระเหยที่เผาไหม้ได้ จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ น้ำหนักส่วนที่หายไปคือปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้นั่นเอง จากนั้นนำเชื้อเพลิงแข็งที่ได้ไปอบในภาชนะเปิดภายใต้อุณหภูมิ 750 °C เพื่อให้เกิดการเผาไหม้จนได้น้ำหนักที่เหลือคงที่และเป็นน้ำหนักของเถ้าในขณะที่น้ำหนักส่วนที่หายไปคือปริมาณของคาร์บอนคงตัวนั่นเอง การวิเคราะห์แบบประมาณมีประโยชน์ในการเปรียบเทียบเชื้อเพลิง (ประเสริฐ ชูมรม และคณะฯ, 2557) (ศุภย์สงเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2557) (สำเร็จ จักรใจ, 2547)

การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis)

การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ ตามมาตรฐาน ASTM D3176 เป็นการวิเคราะห์ ผลระบุดังปริมาณธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงนั้น โดยระบุในลักษณะ %db และไม่คิดค่า ปริมาณคาร์บอนและปริมาณไฮโดรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงถูกกำหนดโดยการเผาเชื้อเพลิงตัวอย่างในภาชนะที่ปิดบรรจุออกซิเจนไว้ อย่างเพียงพอกับการเผาไหม้ แล้ววัดองค์ประกอบของสาร เพื่อคำนวณย้อนกลับไปหาปริมาณคาร์บอน (C) และปริมาณไฮโดรเจน (H) ที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงนั้น ไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) จะถูกกำหนดโดยอาศัยวิธีการทางเคมี ในขณะที่ออกซิเจน (O) นั้นสามารถหาได้จากการคำนวณ (ประเสริฐ ชุมรัมย์ และคณะ, 2557) (ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2557) (สำเร็จ จักรใจ, 2547)

การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า

ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของวัสดุที่มาทดลองการทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทำการเลือกวัสดุที่เหมาะสมจากผลจากการทดลอง การวิเคราะห์แบบประมาณ การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ และโครงสร้างของวัสดุที่มีความเหมาะสมกับเตาแก๊สชีวมวลแบบเบดนิ่งไหลลงที่มีอยู่ โดยจะทำการคัดเลือกวัสดุเหลือใช้จากต้นตาลโดนดที่เหมาะสมที่สุด เพื่อเข้าสู่วิธีการทดลองคุณสมบัติของการเผาไหม้โดยตรง ทำการเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงจากแกลบและขี้เลื่อย ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักของเตาแก๊สชีวไฟเบอร์เบดนิ่งแบบไหลลงที่มีอยู่ (ศิรินุช จินดารักษ์, 2548)



รูปที่ 2 ระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยเตาแก๊สชีวไฟเบอร์แบบเบดนิ่งอากาศไหลลง
(สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์และคณะ, 2557)

การทดลองการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ สามารถดำเนินการโดยการนำเชื้อเพลิงจากทางตาลโดนด มาซึ่งน้ำหนักให้ได้ 20 kg. แบ่งส่วนหนึ่งประมาณ 4 kg. ป้อนเข้าเตาแก๊สชีวไฟเบอร์ แล้วทำการเผาเชื้อเพลิงอีกประมาณ 1 kg. จากด้านนอกก่อนด้วยแก๊ส LPG เมื่อติดไฟดีแล้วจึงเทป้อนเข้าเตา จากนั้นนำเอาเชื้อเพลิง 15 kg. ที่เหลือป้อนเข้าเตา แล้วจึงเปิดพัดลมอัดอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 30 นาที อุณหภูมิแก๊สเชื้อเพลิงที่ออกจากเตาจะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 40°C เป็น 300°C จึงได้แก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่สามารถติดไฟได้ออกมา แก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่ผลิตได้จะไหลผ่านชุดไซโคลนดักฝุ่นและทาร์ แล้วไหลผ่านชุดลดอุณหภูมิแก๊ส ชุดกรองอากาศ และชุดถังพักแก๊ส จากนั้นจึงทำการบันทึกข้อมูลต่างๆดังนี้ อุณหภูมิภายในเตาผลิตแก๊ส, อัตราการไหลของอากาศที่ป้อนเข้าเตา,

องค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์, คุณภาพของแก๊สเชื้อเพลิง และการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า โดยทำการจัดบันทึกข้อมูล 10 นาทีต่อ 1 ครั้ง

การผลิตกระแสไฟฟ้าจากการใช้แก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่ได้จากการเผาไหม้มาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า จะใช้เครื่องยนต์เกวตรขนาดเล็กที่มีเครื่องปั่นไฟในตัวเครื่องยนต์สำหรับการทดลอง โดยการเปิดวาล์วที่ชุดปรับอัตราส่วนอากาศและแก๊สเชื้อเพลิงเข้าเครื่องยนต์ ให้ได้อัตราส่วนของอากาศกับแก๊สเชื้อเพลิงเพื่อให้เครื่องยนต์ติดเครื่องได้ เมื่อเครื่องยนต์ทำงานปกติแล้วจะสามารถปั่นเครื่องปั่นไฟที่แรงดันไฟฟ้าขนาด 220-250 V. โดยใช้โหลดขนาด 5 kW.

ผลการวิจัย

ทำการทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณ และผลการทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ โดยทำการเตรียมวัตถุดิบจากตาลโตนดในจังหวัดเพชรบุรีให้มีความเหมาะสมกับการทดลองแล้วดำเนินการส่งตัวอย่างวัสดุเพื่อนำไปวิเคราะห์โดยสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และจะนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแกลบและซีลี้อยู่ที่ทำการวิเคราะห์โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์และคณะฯ, 2557)

1. ผลการทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณ

ผลจากการทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณแสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบประมาณ

รายชื่อวัสดุ	พารามิเตอร์				
	Moisture (% as received)	Ash (% as received)	Volatile Matter (% as received)	Fixed Carbon (% as received)	Higher Heating Value (cal/g as received)
1 ทางตาลโตนด	12.18	1.41	68.46	17.95	4,020
2 ผลตาลแก่	10.88	3.45	66.57	19.10	3,955
3 ใบตาลโตนด	10.38	5.00	67.37	7.25	4,040
4 เปลือกจากผลตาลโตนด	9.67	3.57	69.36	14.40	4,010
5 แกลบ	10.00	17.10	57.30	15.60	3,419
6 ซีลี้อยู่	17.00	1.50	65.90	15.60	3,844

1.1 ผลจากการทดลองหาปริมาณความชื้น(Moisture) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าปริมาณความชื้นของวัตถุดิบที่นำมาทดลอง อยู่ในช่วงระหว่าง 9.67%-12.18% มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเหมาะสมกับการทดลอง

1.2 ผลจากการทดลองหาปริมาณขี้เถ้า(Ash) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดผลมีปริมาณขี้เถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.41%-5.00% ซึ่งให้ผลที่ดีกว่าแกลบ และทางตาลโตนดมีปริมาณขี้เถ้าที่น้อยที่สุดถือว่าดีที่สุด เมื่อเทียบกับวัตถุดิบทั้งหมด

1.3 ผลจากการทดลองหาปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ง่าย(Volatile Matter) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดผลมีปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ง่ายอยู่ในช่วงระหว่าง 66.57%-69.36% ซึ่งให้ผลที่ดีกว่าแกลบและขี้เลื่อย ผลจากเปลือกจากผลตาลปริมาณสารระเหยที่เผาไหม้ได้ง่ายสูงที่สุด เมื่อเทียบกับวัตถุดิบทั้งหมด

1.4 ผลจากการทดลองหาปริมาณคาร์บอนคงตัว(Fixed Carbon) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ทางตาลโตนด และผลตาลแถมมีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงกว่าแกลบและขี้เลื่อย เปลือกจากผลตาลมีปริมาณคาร์บอนคงตัวน้อยกว่าแกลบและขี้เลื่อยเล็กน้อย และใบตาลมีปริมาณคาร์บอนคงตัวน้อยที่สุด น้อยกว่าแกลบและขี้เลื่อยมากถือว่าให้ผลการทดลองที่ไม่ดี และในการทดลองนี้ใบตาลโตนดมีปริมาณคาร์บอนคงตัวมากที่สุดถือว่าให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับวัตถุดิบทั้งหมด

1.5 ผลจากการทดลองหาปริมาณความร้อนสูงสุด(Higher Heating Value) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดมีปริมาณความร้อนสูงสุดอยู่ระหว่าง 3,955 cal/g – 4,040 cal/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งให้ผลที่ดีกว่าแกลบและขี้เลื่อย ในการทดลองนี้ใบตาลโตนดมีปริมาณความร้อนสูงสุด สูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัตถุดิบทั้งหมด

2. ผลการทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ

ผลการทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุแสดงดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลจากการทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ

รายชื่อวัสดุ		พารามิเตอร์				
		Carbon (% as received)	Hydroge n (% as received)	Nitrogen (% as received)	Sulfur (% as received)	Oxygen (% as received)
1	ทางตาลโตนด	44.36	6.29	0.22	0.04	35.50
2	ผลตาลแถม	42.30	6.18	0.43	0.04	36.72
3	ใบตาลโตนด	44.27	6.34	0.76	Not Detected	33.25
4	เปลือกจากผลตาลโตนด	42.90	5.49	0.46	0.13	37.79
5	แกลบ	40.60	5.40	0.33	0.05	36.50
6	ขี้เลื่อย	46.40	7.10	0.12	0.03	44.80

2.1 ผลจากการทดลองหาปริมาณคาร์บอน (Carbon) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดผลมีปริมาณคาร์บอนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 42.30%-44.36% ซึ่งให้ผลที่ดีกว่า แกลบแต่ยังให้มีผลการทดลองด้อยกว่าขี้เลื่อย และทางตาลโตนดให้ผลการทดลองปริมาณคาร์บอนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุจากตาลโตนดทั้งหมดถือว่าดีที่สุด

2.2 ผลจากการทดลองหาปริมาณไฮโดรเจน (Hydrogen) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดมีปริมาณไฮโดรเจนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 5.49%-6.34% ซึ่งให้ผลที่ดีกว่า แกลบ แต่ยังมีผลการทดลองด้อยกว่าขี้เลื่อย และใบตาลโตนดให้ผลการทดลองปริมาณไฮโดรเจนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุจากตาลโตนดทั้งหมดถือว่าดีที่สุด

2.3 ผลจากการทดลองหาปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผลตาลแก่ ใบตาลโตนด และเปลือกจากผลตาลมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่าแกลบ และทางตาลโตนดมีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุดถือว่าให้มีผลการทดลองที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับวัตถุดิบทั้งหมด

2.4 ผลจากการทดลองหาปริมาณซัลเฟอร์ (Sulfur) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเปลือกจากผลตาลมีปริมาณซัลเฟอร์มากที่สุดมากกว่าแกลบ ทางตาลโตนด และผลตาลแก่ มีค่าปริมาณซัลเฟอร์เท่ากัน และมีปริมาณใกล้เคียงกับแกลบและขี้เลื่อย และใบตาลโตนดการทดลองไม่สามารถวัดค่าได้เนื่องจากมีปริมาณน้อยมากซึ่งถือว่าให้มีผลการทดลองที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับวัตถุดิบทั้งหมด

2.5 ผลจากการทดลองหาปริมาณออกซิเจน (Oxygen) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดผลมีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 33.25%-37.79% ซึ่งให้ผลที่ดีมีค่าใกล้เคียงกับแกลบ แต่ยังมีผลการทดลองด้อยกว่าขี้เลื่อย และเปลือกจากผลตาลโตนดให้ผลการทดลองปริมาณออกซิเจนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุจากตาลโตนดทั้งหมดถือว่าดีที่สุด

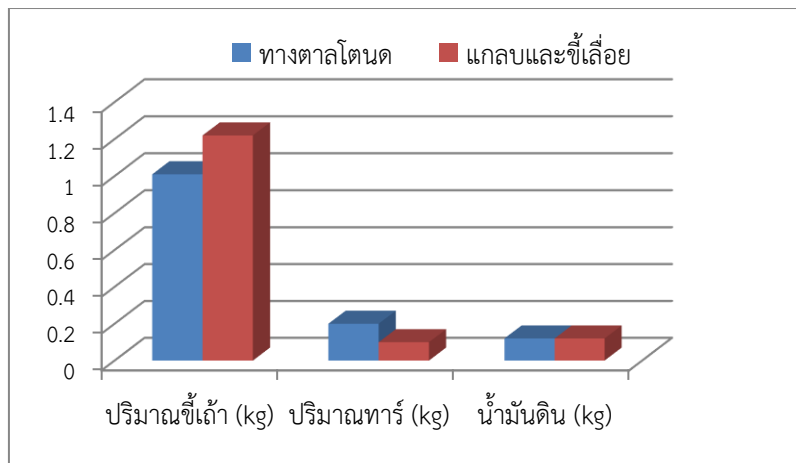
3. การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของวัสดุจากตาลโตนดทั้งหมดที่นำมาทดลอง ได้ทำการเลือกทางตาลโตนดมาทำการทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากให้ผลการทดลองความเป็นเชื้อเพลิงที่ดี และมีลักษณะของวัตถุดิบที่ง่ายต่อการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับตัวเครื่องที่มีอยู่

การทดลองการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถดำเนินการโดยการนำเชื้อเพลิงจากทางตาลโตนด มาชั่งน้ำหนักให้ได้ 20 kg แบ่งส่วนหนึ่งประมาณ 4 kg ป้อนเข้าเตาแก๊สซีพีเออร์ก่อน แล้วเผาเชื้อเพลิงอีกประมาณ 1 kg จากด้านนอกก่อนด้วยแก๊ส LPG เมื่อติดไฟแล้วจึงเทป้อนเข้าเตา จากนั้นนำเอาเชื้อเพลิง 15 kg ที่เหลือป้อนเข้าเตา แล้วจึงเปิดพัดลมอัดอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้ อัตราการไหลของอากาศจากค่าน้อยๆจนถึงค่าสูงสุดที่ตัวเครื่องทำได้คือ 38.88 m³/hr. เพราะผลจากการทดลองใช้งานตัวเครื่องด้วยเชื้อเพลิงแกลบและขี้เลื่อยแสดงให้เห็นว่าเป็นค่าที่ดีที่สุดของตัวเครื่องที่ใช้ดำเนินการทดลอง[4]

3.1 ผลการทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์

จากทางตาลโตนดได้แก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ที่มีองค์ประกอบไปด้วย คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) 19.31%, ไฮโดรเจน(H₂) 6.4%, มีเทน 2.56%, คาร์บอนได ออกไซด์(CO₂) 8.7% และออกซิเจน(O₂) 0.07%



รูปที่ 3 การเทียบปริมาณสารมลทิน

เมื่อวัดผลปริมาณสารที่เหลือจากการเผาไหม้ พบว่า ผลการทดลองการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากทางตาลโตนด มีปริมาณสารมลทินที่ใกล้เคียงกันกับเชื้อเพลิงแกลบและขี้เลื่อยแสดงดังรูปที่ 3 โดยที่ทางตาลโตนดมีปริมาณขี้เถ้าที่เหลือในเตาจะได้ประมาณ 1.01 kg. ปริมาณน้ำมันดินประมาณ 0.2 kg. และปริมาณตะกอนในถังน้ำใต้เตามีปริมาณ 0.12 kg. ในส่วนของแกลบและขี้เลื่อยมีปริมาณขี้เถ้าที่เหลือในเตาจะได้ 1.22 kg. ปริมาณน้ำมันดิน 0.1 kg. และปริมาณตะกอนในถังน้ำใต้เตา 0.12 kg.

3.2 การผลิตกระแสไฟฟ้า

จากผลการทดลองทางตาลโตนดพบว่า แก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จะเริ่มจุดไฟติดนาฬิกาที่ 10 จนถึงนาฬิกาที่ 130 ไฟจึงดับ ติดไฟเป็นเวลา 120 นาที และนาฬิกาที่ 20 แก๊สเชื้อเพลิงจะมีคุณภาพดีปานกลาง และนาฬิกาที่ 30-90 (70 นาที) แก๊สเชื้อเพลิงจะมีคุณภาพดีมากโดยพิจารณาจากเปลวไฟและปริมาณควันที่เกิดขึ้น จากผลการทดลองวัดอุณหภูมิเชื้อเพลิงแกลบและขี้เลื่อยพบว่า แก๊สเชื้อเพลิงที่ได้จะเริ่มจุดไฟติดนาฬิกาที่ 30 จนถึงนาฬิกาที่ 130 ไฟจึงดับ ติดไฟเป็นเวลา 100 นาที และนาฬิกาที่ 60-100 (50 นาที) แก๊สเชื้อเพลิงจะมีคุณภาพดีที่สุด โดยสังเกตจากการที่ไม่มีควันผสมออกมา และเมื่อทำการทดลองใช้แก๊สที่ได้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเริ่มติดเครื่องยนต์ในนาฬิกาที่ 40 และเครื่องยนต์ดับในนาฬิกาที่ 110 ซึ่งเครื่องยนต์ทำงานต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 70 นาที ปั่นกระแสไฟฟ้าได้ 220-250 V. จ่ายกำลังไฟฟ้าที่ 5 kW.

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

เวลา Min.	ทางตาลโตนด		แกลบและซีลี้อย	
	อุณหภูมิ °C	การเปลี่ยนแปลงขณะทดลอง	อุณหภูมิ °C	การเปลี่ยนแปลงขณะทดลอง
0	30	เริ่มการจุดไฟในเตาเผาด้วยเชื้อเพลิง 5 kg เติมเชื้อเพลิง 15 kg	36	เริ่มการจุดไฟในเตาเผาด้วยเชื้อเพลิง 5 kg เติมเชื้อเพลิง 15 kg
10	108	ติดไฟ, ควันลดลง	68	มีควันปริมาณน้อย
20	185	คุณภาพแก๊สเริ่มดี	142	มีควันปริมาณมาก
30	275	คุณภาพแก๊สดี	310	ติดไฟ, ควันลดลง
40	280	„	343	คุณภาพแก๊สเริ่มดี
50	282	„	347	„
60	285	„	360	คุณภาพแก๊สดี
70	288	„	357	„
80	300	„	359	„
90	252	„	360	„
100	243	แก๊สเริ่มหมด	358	„
110	241	ควันผสมมาก	352	แก๊สเริ่มหมด
120	240	„	345	ควันผสมมาก
130	232	ไฟดับ	341	ไฟดับ

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณ การทดลองการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ และลักษณะของของวัสดุที่เอื้ออำนวย แสดงให้เห็นว่าทางตาลโตนดมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงแก๊สชีววมวลที่ใช้กับเตาแก๊สชีววมวลแบบเบตนิ่งไหลลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดชนิดอื่นๆ และเมื่อนำมาเทียบกับเชื้อเพลิงแกลบและซีลี้อยที่เป็นเชื้อเพลิงหลักของตัวเครื่องในการทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงสังเคราะห์และการผลิตกระแสไฟฟ้า ผลที่ได้คือในด้านอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่า แต่ระยะเวลาการเกิดแก๊สเชื้อเพลิงที่ดียาวนานกว่าทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ยาวนานขึ้น และมีปริมาณสารมลทินใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทางตาลโตนดสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาแก๊สซีไฟเออร์แบบเบตนิ่งไหลลงได้เป็นอย่างดี

ในส่วนของวัสดุอื่นนั้นจากผลการทดลองการวิเคราะห์แบบประมาณและการวิเคราะห์แบบแยกธาตุแสดงให้เห็นว่าสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงแก๊สชีววมวลได้เช่นกัน แต่จะต้องมีการอัดขึ้นรูป หรือแปลงสภาพให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิงของเตาแก๊สซีไฟเออร์แบบเบตนิ่งไหลลง

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้ได้ใช้ตัวเครื่องเตาผลิตแก๊สซิฟิเคอร์แบบเบตนิ่งไหลลง ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับเชื้อเพลิงแกลบและซีเลื่อย ดังนั้นการใช้เชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดมาเป็นเชื้อเพลิงจึงอาจยังไม่ได้ผลทดลองที่ดีที่สุดของการเป็นเชื้อเพลิง

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องวัสดุเหลือใช้จากตาลโตนดมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไฟฟ้าชีวมวล ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ปีงบประมาณพ.ศ. 2557 และได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ ชุมรัมย์ และคณะ. 2557. เทคโนโลยีการทำเหมืองถ่านหิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

http://maemohmine.egat.co.th/mining_technology/general.html.

ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2557. มาตรการพลังงานทดแทนการผลิตพลังงานจากชีวมวล.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://www.em-group.co.th/Technology_Biomass.html.

ศิรินุช จินดารักษ์. 2548. เทคโนโลยีพลังงาน. เอกสารประกอบการสอน. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.

สุนันท์ศักดิ์ ระวังวงศ์และคณะ. 2557. งานวิจัยการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ชีวมวลสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนาดเล็กในจังหวัดเพชรบุรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

สำเร็จ จักรใจ. 2547. การเผาไหม้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.