

เตาเผาถ่านชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนในท้องถิ่น Bio-charcoal Stove from the Waste of Agricultural Materials Suitable for Local Households

วีระชาติ จริตงาม¹ และ ภิญโญ ชุมมณี¹Weerachat Jaritngam¹ and Pinyo Chummanee¹

Abstract

Bio-Charcoal has a lot of carbon. Biomass production agricultural residues such as corncob and piece of wood etc. The combustion process produces carbon-based products. This research has studied the design of bio-charcoal stove suitable for household use. This research has studied the design of bio-charcoal stove suitable for household use. By choosing the device that can be easily purchased in the market. The main material of the stove is a 200 liters steel tank with a lid on top. Side flue for exhaust gas and the fuel box below. In this experiment, using eucalyptus wood and corncobs. The research found that this charcoal burns pyrolysis by slow decomposition. In oxygen-free. The carbon-based products are the main components. It takes about one hour to burn making all charcoal. Maximum internal combustion temperature of eucalyptus 1,084 °C, and corncob 1,053 °C. The lowest moisture content was 5.4% and 1.4%, respectively. The yield is about 20-22% by weight of wood burned. Eucalyptus give the weight of charcoal more than corncob. It can be used for a variety of agricultural residues. And it is low cost, with inexpensive production technology can be developed at the household level and is suitable as a community product for the local households.

Keywords: Bio-charcoal, charcoal stove, 200 liters steel tank

บทคัดย่อ

ถ่านชีวภาพ คือวัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากชีวมวลวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ชังข้าวโพด กิ่งไม้ เป็นต้น ผ่านกระบวนการเผาไหม้ทำให้ได้ถ่านที่มีสัดส่วนคาร์บอนมาก งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเลือกอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด มีวัสดุหลักของเตาเป็นถังขนาด 200 ลิตร มีฝาปิดด้านบน ท่อด้านข้างสำหรับระบายแก๊สขณะเผาไหม้ และช่องเชื้อเพลิงด้านล่าง ในการทดลองครั้งนี้ใช้วัสดุไม้ยูคาลิปตัส และชังข้าวโพด ผลการวิจัยพบว่าเตาเผาถ่านนี้ใช้กระบวนการเผาไหม้แบบไพโรไลซิสโดยการสลายตัวด้วยความร้อนอย่างช้าๆ ในภาวะปราศจากออกซิเจน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหมือนถ่านไม้ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ใช้เวลาเผาประมาณ 1 ชั่วโมงกว่าๆ ทำให้ไม้กลายเป็นถ่านทั้งหมด อุณหภูมิเฉลี่ยการเผาไหม้ภายในเตาสูงสุดของไม้ยูคาลิปตัส 560 °C และชังข้าวโพด 500 °C โดยมีค่าความชื้นต่ำสุดที่ 5.9% และ 1.4% ตามลำดับ และสามารถผลิตถ่านชีวภาพที่มีคุณภาพดีได้ ผลผลิตประมาณ 20-22% ของน้ำหนักของปริมาณไม้ที่นำมาเผา โดยไม้ยูคาลิปตัสจะให้น้ำหนักของถ่านมากกว่าชังข้าวโพด และเตาเผาถ่านนี้สามารถใช้กับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้หลากหลายชนิด เตานี้มีต้นทุนที่ต่ำโดยมีเทคโนโลยีการผลิตเตาที่ไม่ซับซ้อนสามารถพัฒนาได้ตั้งแต่ระดับเกษตรกรครัวเรือนและเหมาะสมเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับครัวเรือนในท้องถิ่น

คำสำคัญ: ถ่านชีวภาพ, เตาเผาถ่าน, ถังเหล็ก 200 ลิตร

คำนำ

ทุกภูมิภาคของประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรที่หลากหลายชนิด ในระหว่างการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรก่อให้เกิดชีวมวลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น แกลบ ฟางข้าว ชังข้าวโพด เศษไม้ เป็นต้น ชีวมวลเหล่านี้บางส่วนถูกเผาทิ้งและบางส่วนสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นอย่างอื่นได้เช่น ปุ๋ย เชื้อเพลิง เป็นต้น เชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นพลังงานทดแทนที่กักเก็บพลังงานจากดวงอาทิตย์ซึ่งมาจากการสังเคราะห์แสงของพืชและยังสามารถเกิดขึ้นหมุนเวียนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้ในธรรมชาติ และสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานเพื่อใช้ทดแทนพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานฟอสซิลซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดและอาจหมดลงได้ หลายครัวเรือนในท้องถิ่นมีการผลิตถ่านจากเศษวัสดุเหลือใช้ทาง

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 60000

¹ Department of Industrial Technology, Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhonsawan 60000

การเกษตรเพื่อเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพในการให้ความร้อนในกิจกรรมต่างๆ ถ่านชีวภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายเชิงความร้อนของชีวมวลที่เรียกว่าไพโรไลซิสซึ่งเป็นกระบวนการให้ความร้อนโดยปราศจากอากาศจึงส่งผลให้คุณสมบัติและองค์ประกอบพื้นฐานของถ่านชีวภาพมีลักษณะแตกต่างจากถ่านไม้ที่ผ่านการเผาไหม้โดยทั่วไป โดยถ่านชีวภาพมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบโดยน้ำหนักสูงกว่าธาตุชนิดอื่นๆ (กันยาพรและสิทธิบุญณ, 2559) โดยประเภทของกระบวนการไพโรไลซิสขึ้นอยู่กับสภาวะปฏิบัติการที่ใช้เป็นหลักๆ ซึ่งจะใช้เวลาหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์ อาจแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือแบบไพโรไลซิสแบบช้า ชีวมวลจะถูกให้ความร้อนไปที่ประมาณ 500 องศาเซลเซียส และมีอัตราการให้ความร้อนช้า จะส่งผลให้เกิดถ่านซาร์มากขึ้นและแบบไพโรไลซิสแบบเร็ว มีอัตราการให้ความร้อนสูงมากเมื่อเทียบกับแบบช้า กระบวนการนี้จะให้ถ่านชีวภาพน้อยกว่าแบบช้า แต่จะได้น้ำมันดิบชีวภาพเป็นส่วนใหญ่ (นคร, 2553) เนื่องจากคุณสมบัติของถ่านชีวภาพมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียด มีความพรุนสูงและเป็นของแข็งที่มีความคงตัว เมื่อใส่ลงในดินจะช่วยการระบายอากาศ ช่วยปรับปรุงดิน ลดก๊าซเรือนกระจก และผลิตพลังงานทางเลือก (ศิริลักษณ์และอรสา, 2556) สำหรับเตาเผาถ่านที่ใช้กันทั่วไปมีหลากหลายชนิด ตั้งแต่ขนาดใหญ่ที่มีระบบการทำงานซับซ้อนจะใช้ในอุตสาหกรรมเป็นหลัก มาจนกระทั่งเตาขนาดเล็กด้วยเทคนิคที่ไม่ยุ่งยากต่อการเรียนรู้และสร้างจากวัสดุที่หาได้ง่ายในพื้นที่จึงเหมาะสมสำหรับครัวเรือนในท้องถิ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

สำหรับเตาเผาถ่านชีวภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเตาให้เหมาะสมสำหรับใช้งานในครัวเรือน โดยเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด ทำให้เตามีต้นทุนที่ต่ำ โดยมีส่วนประกอบของเตาดังนี้ (Figure 1)

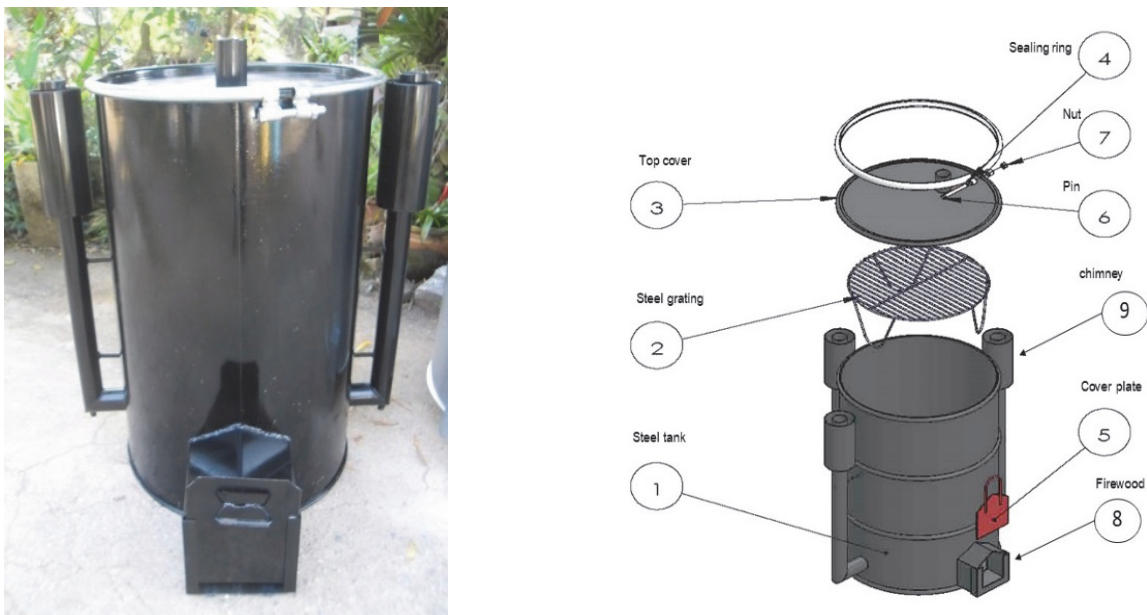


Figure 1 Bio-Charcoal stove

การทดลองเผาถ่านโดยเลือกวัสดุดิบ 2 ชนิด คือ ไม้ยูคาลิปตัส และซังข้าวโพด ซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่ผ่านการตากแดดหรือลดความชื้นน้อยที่สุดมาแล้ว นำมาชั่งน้ำหนัก วัดค่าความชื้นและตัดแบ่งเป็นท่อนๆ ละ 10 เซนติเมตร ซึ่งวัสดุดิบทั้งสองชนิดนี้จะแยกกันเผาคนละครั้ง โดยนำวัสดุดิบมาใส่ในถังที่เป็นเตาเผาให้เต็ม แล้วปิดฝาด้านบน จุดไฟด้านล่างช่องไฟ สังเกตควันที่ปลายท่อและจุดบันทึกค่าอุณหภูมิภายในเตาเผาทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการเผาประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เตาเผาเย็นตัวลงประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อเปิดเตาเก็บถ่านและเตรียมเผาวัสดุดิบอื่นในครั้งต่อไป จากนั้นนำตัวอย่างถ่านทั้ง 2 ชนิด ไปวัดค่าความชื้นและชั่งน้ำหนักของถ่านหลังการเผาไหม้

ผล

ผลการทดสอบเตาเผาถ่านชีวภาพ โดยใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 2 ชนิด คือ ไม้ยูคาลิปตัส และซังข้าวโพด และทำการทดลองเผาวัตถุดิบแต่ละชนิด 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย ผลการทดลองพบว่า ในกระบวนการเผาไหม้แบบไพโรไลซิสช่วงที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของไม้ยูคาลิปตัสและซังข้าวโพด อยู่ในช่วงเวลา 25 นาที และ 20 นาที มีอุณหภูมิการเผาไหม้เฉลี่ยสูงสุดของไม้ยูคาลิปตัสและซังข้าวโพด ประมาณ 560 °C และ 500 °C ตามลำดับ (Figure 2) และค่าเฉลี่ยความชื้นก่อนเผาและหลังเผา ไม้ยูคาลิปตัสมีค่า 29.7 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ และซังข้าวโพดมีค่า 12.2 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ(Figure 3) ส่วนน้ำหนักของชีวมวลทั้งสองชนิด ก่อนเผามีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยถ่านจากไม้ยูคาลิปตัสและซังข้าวโพดมีค่า 2.2 และ 2.0 กิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 4)

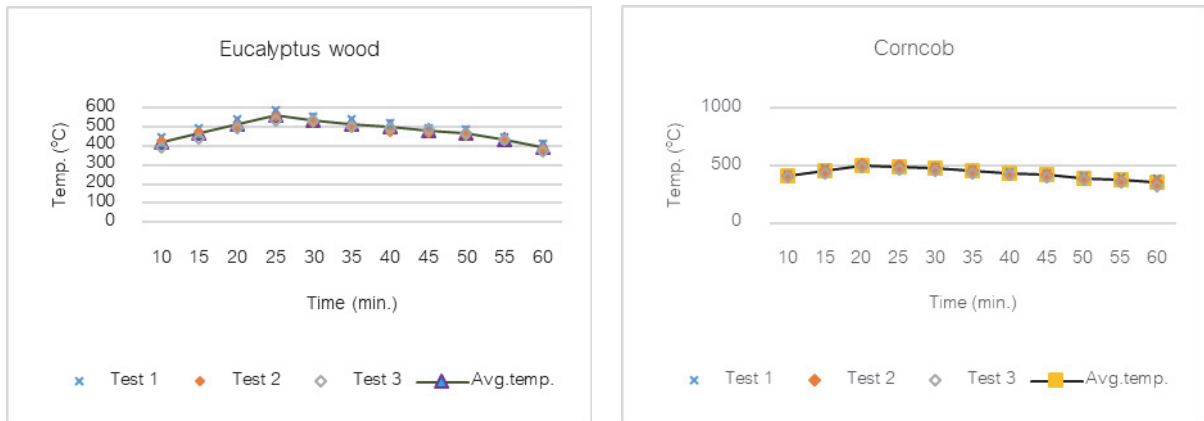


Figure 2 Combustion temperature

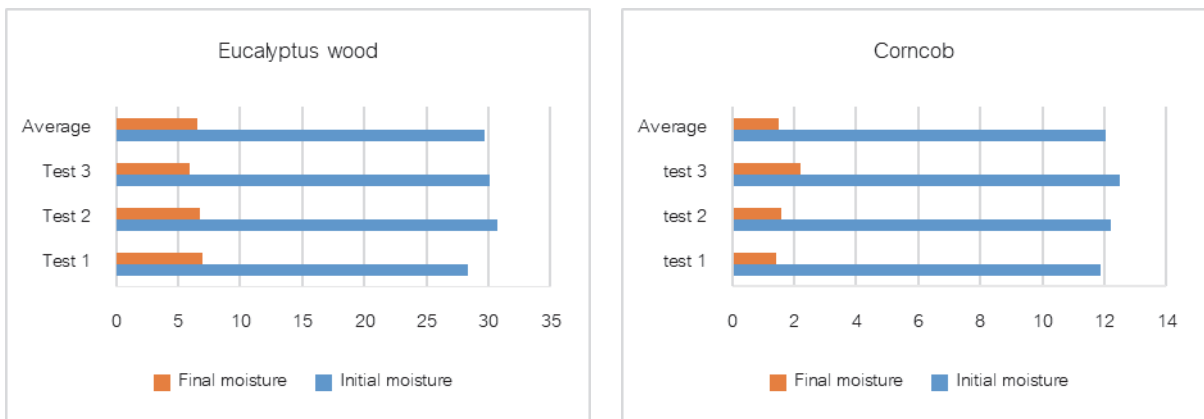


Figure 3 Initial moisture and final moisture

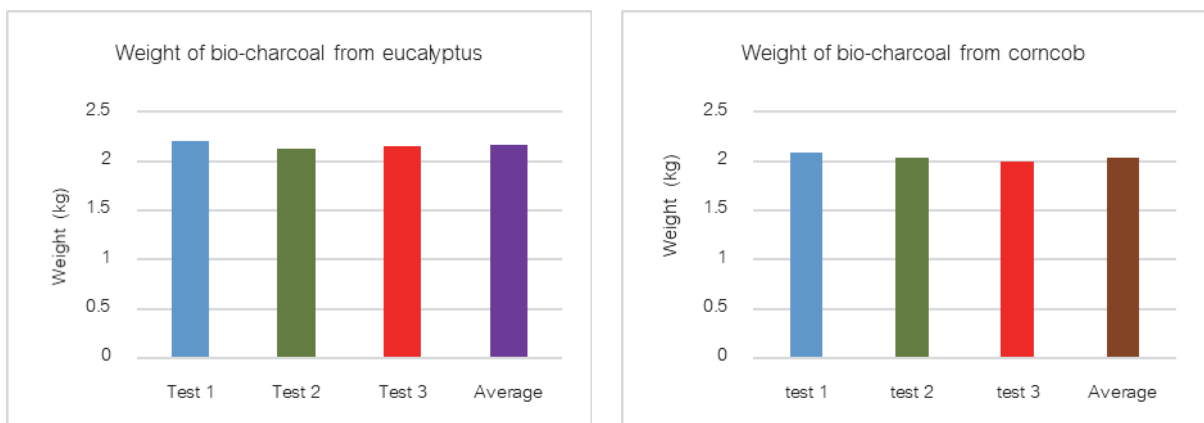


Figure 4 Weight of bio-charcoal

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบเต่าโดยกระบวนการสลายตัวด้วยความร้อนอย่างช้าๆ ในภาวะปราศจากออกซิเจนแบบไพโรไลซิส พบว่าในช่วงเริ่มต้น 10-15 นาทีแรกของการเผาไหม้ชีวมวลไม่อยู่ภายใต้สภาวะที่เสถียรและช่วงช้าๆ ไรโตนจะเป็นช่วงการทำแห้งก่อนที่ชีวมวลจะกลายเป็นถ่าน ต้องไล่ความชื้นในเนื้อชีวมวลออกมาก่อน ซึ่งชีวมวลที่เปียกหรือมีความชื้นสูงเกินไปจะทำให้จำเป็นต้องใช้เวลาและเชื้อเพลิงในการเผาไหม้มากขึ้น และยังส่งผลให้อุณหภูมิสูงสุดในกระบวนการทำถ่านลดลง (นคร, 2553) หลังจากนั้นจะมีการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องจนอุณหภูมิการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อกระบวนการไล่ไอน้ำออกจากเนื้อชีวมวลออกจนหมดแล้ว กระบวนการจะเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น จนกระทั่งเข้าสู่ช่วงไพโรไลซิส กระบวนการแตกตัวทางความร้อนจะเริ่มเกิดขึ้น มีการสลายตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ส่งผลให้เกิดการปล่อยสารเคมีออกมามากมาย ทำให้อุณหภูมิการเผาไหม้จะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 20-25 นาทีและความร้อนที่ต้องการสำหรับปฏิกิริยาจะลดลงเนื่องจากมีสารระเหยที่ถูกปล่อยออกมาในกระบวนการนี้ ทำให้สีของควันจากเต่าเผาเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้น ทำให้อุณหภูมิการเผาไหม้จะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งเข้าสู่ช่วงการทำใหเย็น เมื่อปฏิกิริยาไพโรไลซิสใกล้เสร็จสิ้น อุณหภูมิในเนื้อชีวมวลจะเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด สีของควันจะเปลี่ยนไปและจางลงและถ่านเย็นตัวลงเท่ากับอุณหภูมิบรรยากาศจึงได้ถ่านชีวภาพที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่

สรุปผลการทดลอง

เต่าเผาถ่านต้นแบบนี้สร้างจากวัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดในท้องถิ่นทำให้เต่ามีต้นทุนที่ต่ำ และสามารถผลิตถ่านชีวภาพจากกระบวนการเผาไหม้แยกสลายตัวด้วยความร้อนอย่างช้าๆ หรือที่เรียกว่าแบบไพโรไลซิส และต้องคำนึงถึงค่าความชื้นของชีวมวลต้องให้มีความชื้นน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ถ่านชีวภาพที่มีลักษณะเหมือนถ่านไม้ที่มีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบหลักอย่างสมบูรณ์มากขึ้น ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้มีประมาณ 20-22% ของน้ำหนักของปริมาณไม้ที่นำมาเผา และสามารถนำถ่านชีวภาพนี้ไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น การเป็นวัสดุเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร การกักเก็บคาร์บอนลงในดินและปรับปรุงสภาพทางกายภาพ เป็นต้น และเต่าเผาถ่านชีวภาพนี้ผลิตได้ง่ายเป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่ระดับเกษตรกร ครุภัณฑ์ และชุมชน เหมาะสำหรับการเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างอาชีพสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนท้องถิ่นได้อีกด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณาจารย์และนักศึกษาจากภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของสถานที่ ตลอดจนจนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กันยาพร ไชยวงศ์ และสิทธิบุรณ์ ศิริพรอัครชัย. 2559. การวิเคราะห์พารามิเตอร์การผลิตถ่านชีวภาพจากซังข้าวโพดด้วยกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า. วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 23(1) : 85-92.
- นคร ทิพย์วงศ์. 2553. เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., กรุงเทพฯ. หน้า 50-51.
- ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์ และ อรสา สุกุลว้าง. 2556. การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร. วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 39(2) : 212-225.