การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์

The study production of briquette by Pennisetum purpureum

ศุภชัย ธรรมศิริทรัพย์ [1], ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภูมิพัฒน์ ภาชนะ [2]
[1]นิสิตระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
[2]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์ สายพันธุ์ปากช่อง 1 โดยนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังซึ่งใช้เป็นตัวประสานให้ได้สัดส่วนหญ้าเปียร์ต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15 และ 80 : 20 แล้วจึงนำไปอัดแท่ง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ คือ ความหนาแน่น (Density) และค่าต้านทานแรงกด (Compressive strength) วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง คือ ดัชนีการแตกร่วน (Shatter index) และค่าความร้อน (Heating Value) ผลการวิจัยพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีสัดส่วนของหญ้าเนเปียร์ต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100 : 0 เมื่ออัดแท่งออกมาแล้วไม่สามารถคงรูปได้ เนื่องจากไม่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์คือ สัดส่วนหญ้าเนเปียร์ : แป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 90 : 10 เนื่องจากมีค่าความร้อนที่สูงเท่ากับ 3,887.1 แคลอรีต่อกรัม มีค่าต้านทานแรงกดที่สูง 24.727 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จะมีความแข็งแรง ง่ายต่อการขนส่งและการเก็บรักษาที่สะดวก มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.723 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีดัชนีการแตกร่วนเท่ากับ 0.942 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ เป็นการนำแหล่งชีวมวลแหล่งใหม่ที่มีศักยภาพในการผลิตสูงมาใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงได้

คำสำคัญ : หญ้าเนเปียร์ / เชื้อเพลิงอัดแท่ง / ชีวมวล

Abstract

The objectives of this research were to study the production of briquette by Pennisetum purpureum (PAK CHONG 1). Tapioca starch used as the binder, Pennisetum purpureum was mixed of binder in various ratios at 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20 and study the physical properties of density and compressive strength, study the fuel testing of shatter index and heating value.

The experimental results show that mixing ratios of Pennisetum purpureum and tapioca starch at the ratio of 100 : 0 can not be pressed because no starch as a binder. The briquette from Pennisetum purpureum mixed of tapioca starch at the ratio of 90 : 10 were the most suitable for fuel because it had the high heat value of 3,887.1 cal/g., compressive strength of 24.727 kg./cm2. Briquetted production is

strong, easy to transport and storage. The density of 0.723 g./cm2, the shatter index was 0.942. The results show that Pennisetum purpureum can be used to produce briquette. This is a potential new source of biomass for the production to be used as a source of fuel.

Keywords : Pennisetum purpureum / Briquettes / Biomass

บทนำ

ปัจจุบันมีความนิยมที่จะนำชีวมวล (Biomass) มาใช้เป็นพลังงานทดแทนกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งมีผลผลิตทางการเกษตรที่หลากหลายและมีจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ให้อยู่ในรูปของพลังงานชีวมวลได้ เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย มูลสัตว์ ฟางข้าว วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร เป็นต้น วัตถุดิบเหล่านี้จะถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้โดยตรงแล้วนำความร้อนที่ได้ไปใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้า หรือนำมาผลิตก๊าซชีวภาพโดยขบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ ในอดีตชีวมวลส่วนใหญ่จะถูกทิ้งซากให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ภายในพื้นที่การเพาะปลูกหรือบางครั้งเกษตรกรกำจัดโดยการเผาทำลาย ซึ่งเป็นการสร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม แต่อันที่จริงแล้วชีวมวลเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และเนื่องจากภาวะถดถอยของแหล่งพลังงาน จึงได้มีการเสาะแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพและปริมาณที่มากพอ

สำหรับศักยภาพของการผลิตชีวมวลในประเทศนั้นจะแปรผันและขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ ถ้าผลผลิตทางการเกษตรสูงจะยิ่งทำให้ศักยภาพในการผลิตชีวมวลสูงตามขึ้นด้วย ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรคือ ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย ในแต่ละปีนั้นมีแนวโน้มคงที่ ซึ่งผลผลิตเหล่านี้ล้วนเป็นแหล่งชีวมวลเดิมที่มีการใช้กันอยู่ในปัจจุบันแล้วเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจะมีไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิตอย่างต่อเนื่อง แต่ในขณะที่ความต้องการพลังงานชีวมวลนั้นเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามความต้องการการใช้พลังงานทดแทนของประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีความน่าสนใจที่จะหาแหล่งชีวมวลชนิดใหม่ที่มีศักยภาพและมีปริมาณมากเพียงพอในการนำมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวล นั่นก็คือ หญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์ (Pennisetum purpureum) เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ให้ผลผลิตที่สูง และมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงถูกนำมาใช้เพื่อการเกษตรสำหรับเป็นอาหารในการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคนม โคเนื้อ กระบือ แพะ และแกะ (ลักขณาและคณะ, 2541) หญ้าเนเปียร์จัดเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้บ่อยครั้ง และมีต้นทุนการปลูกที่ต่ำ โดยนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ซึ่งจะกลายเป็นแหล่งชีวมวลอีกแหล่งหนึ่งที่เพิ่มมูลค่าการใช้จากการเป็นอาหารสัตว์แล้วยังเป็นการเพิ่มผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจให้ภาคอุตสาหกรรมและชุมชนอีกด้วย

จุดมุ่งหมายโครงการวิจัยนี้เพื่อศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์ โดยการนำหญ้าเนเปียร์มาผสมเป็นสัดส่วนกับตัวประสานคือ แป้งมันสำปะหลัง แล้วนำเข้าเครื่องอัดแท่ง เพื่อสามารถใช้หญ้าเนเปียร์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของชีวมวลที่จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน ไอน้ำหรือผลิต

เป็นกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมีศักยภาพและมีปริมาณมากพอที่จะเป็นพลังงานทดแทนของประเทศร่วมกับแหล่งชีวมวลอื่นๆ อีกทั้งยังเป็นพลังงานที่สะอาด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยและยังเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบใช้ตัวประสานโดยใช้หญ้าเนเปียร์เป็นวัตถุดิบ
2. เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนตัวประสานที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง
3. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำจากหญ้าเนเปียร์

ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาการนำหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1 มาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยมีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน โดยอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 5 แรงม้า เชื้อเพลิงที่ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิง คือ ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่งและค่าต้านทานแรงกด (Compressive strength) วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง คือ ดัชนีการแตกร่วน และค่าความร้อน (Heating Value) ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การทบทวนวรรณกรรม

1. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัตถุหรือสสารที่ได้จากธรรมชาติหรือสิ่งมีชีวิตที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ โดยไม่นับการกลายเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่สามารถนำมาทำเป็นชีวมวลได้ เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพาราและน้ำมันปาล์ม เป็นต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

ในอดีตชีวมวลส่วนใหญ่จะถูกทิ้งซากให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ภายในพื้นที่การเพาะปลูกหรือบางครั้งเกษตรกรกำจัดโดยการเผาทำลาย ซึ่งเป็นการสร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม แต่อันที่จริงแล้วชีวมวลเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ศักยภาพของชีวมวล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต และการใช้ชีวมวลพบว่า ชีวมวลบางประเภทที่มีการใช้อย่างกว้างขวาง และมีปริมาณคงเหลือไม่มาก หรือบางชนิดขาดแคลน อาทิเช่น แกลบ กากอ้อย ซึ่งชีวมวลเหล่านี้เป็นประเภทที่เกิดขึ้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการได้หาแนวทางในการใช้กาจัดและลดต้นทุนในการผลิตของตน ด้วยการใช้แทนเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ จนปัจจุบันเชื้อเพลิงเหล่านี้มีการซื้อ ขาย และมีกลไกด้านการตลาดจนครบวงจรแล้วหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นชีวมวลประเภทที่เป็น เชื้อเพลิงชีวมวลเชิงพาณิชย์ ส่วนชีวมวลอีกหลายประเภทพบว่ามีปริมาณคงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีการใช้อยู่ในวงจำกัดหรือบางประเภทยังไม่ได้มีการนาไปใช้อย่างเป็นรูปธรรม อาทิเช่น ยอดและใบอ้อย ฟางข้าว เหง้ามัน

สำปะหลัง ทะลายปาล์มเปล่า ทางใบและก้านปาล์ม เป็นต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

หญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Pennisetum purpureum เป็นพืชดั้งเดิมของอัฟริกาเขตร้อน นำเข้ามาในปี พ.ศ. 2472 โดย นายอาร์.พี. โจนส์ เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ให้ผลผลิตที่สูงและมีคุณค่าทางอาหารสูงจึงถูกนำมาใช้เพื่อการเกษตรสำหรับเป็นอาหารในการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคนม โคเนื้อ กระบือ แพะ และแกะ (ลักขณาและคณะ, 2541)

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (ไกรลาศ, 2555)

หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์หนึ่งที่เป็นสายพันธุ์ลูกผสมที่มีศักยภาพของผลผลิตสูงและมีคุณค่าทางอาหารสูงด้วยคือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นหญ้าลูกผสมซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์และหญ้าไข่มุก ปัจจุบันกรมปศุสัตว์ได้สนับสนุนส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วประเทศไทย หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้มีอายุหลายปีโตเต็มที่สูงประมาณ 4 เมตร มีระบบรากที่แข็งแรง แผ่กระจายอยู่ในดิน ดูดซึมน้ำและปุ๋ยได้ดี ลักษณะลำต้นและทรงต้นตั้งตรง ปลูกขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์

ลักษณะเด่นของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 คือ เจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง โปรตีนสูง มีความน่ากินสูง สัตว์ชอบกิน ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยดี แตกกอดี แก่ช้า ทนแล้ง ในฤดูหนาวยังเติบโตได้ดีไม่ชงัก ไม่มีระยะพักตัว ใบและลำต้นอ่อนนุ่ม ขอบใบไม่คมไม่มีขน ที่ทำให้เกิดอาการคันคาย ระยะออกดอกสั้น ไม่ติดเมล็ด ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี มีปริมาณน้ำตาลในใบและลำต้นสูง ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน เก็บเกี่ยวง่าย ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี เหมาะกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด

เชื้อเพลิงอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่ง (Briquetted Fuel) คือ เชื้อเพลิงแข็งชนิดหนึ่งที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยการนำวัสดุที่มีเส้นใยเซลลูโลส หรือวัสดุเชื้อเพลิงอื่น ๆ มาอัดเป็นก้อนหรือเป็นแท่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นเชื้อเพลิงมากขึ้น (สุพรชัย, 2554)

วัสดุทางการเกษตรจำพวกฟืน ไม้ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นเวลานานแล้วแต่ประสิทธิภาพในการใช้งานนั้นอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก และมีข้อจำกัดหลายประการ คือ

- วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีความหนาแน่นต่ำ ต้องใช้เนื้อที่มากในการเก็บและเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาก ทำให้การใช้ถูกจำกัดอยู่ในบริเวณใกล้เคียงแหล่งผลิตเท่านั้น การขนส่งไปบริเวณห่างไกลจะให้ผลไม่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับค่าความร้อนที่ได้รับ
- ความชื้นในวัสดุสดจะให้ค่าความร้อนน้อยกว่าวัสดุที่ผ่านการอบแห้งหรือตากให้แห้ง นอกจากนี้วัสดุที่เปียกยังเกิดการผุ เน่าเปื่อย เนื่องจากการทำลายของเห็ดราและการกัดกินของแมลง

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งที่นำเอาวัสดุเหลือใช้กลับมามีประโยชน์ โดยนำมาใช้ทดแทนไม้ฟืนและถ่าน วัสดุเหลือใช้พวกชีวมวลจากพืชไม้ หรือของเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าด้วยขบวนการอัดแท่ง (Densification) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนา

แน่นต่ำให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง การลดค่าความชื้นในวัสดุให้น้อยลง เป็นวิธีการเปลี่ยนจากการใช้งานตามธรรมชาติและเพื่อขจัดข้อเสียในการใช้งานให้หมดไป (สุริยา, 2544)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำเพชร พันธุ์พิพัฒน์ และ สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ (2555) ศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยไบโอแก๊ส ที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร พบว่าการประเมินศักยภาพแก๊สชีวภาพ จาก ฟางข้าว ต้นและเหง้ามันสำปะหลัง และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เพื่อผลิตไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ สำหรับชุมชน โดยต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการผลิตแก๊สชีวภาพ จาก ฟางข้าว ต้นและเหง้ามันสำปะหลัง และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เท่ากับ 4.43 3.87 และ 1.38 บาทต่อกิโลวัตต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าราคาต้นทุนการผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้าจากฟางข้าวยังมีราคาสูงและการเพาะปลูกข้าวสามารถปลูกได้ 1-2 ครั้งต่อปี ดังนั้นจำเป็นต้องเก็บฟางข้าวหรือเศษวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ ทดแทนเสริมในช่วงที่ไม่มีวัตถุดิบ ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกมันสำปะหลังก็มีลักษณะเช่นเดียวกับฟางข้าว ส่วนหญ้าเนเปียร์ยักษ์มีศักยภาพในการผลิตเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตแก๊สชีวภาพสำหรับโรงไฟฟ้าได้เพราะสามารถเก็บเกี่ยวได้เกือบตลอดทั้งปี ซึ่งเมื่อนำมาวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมาศึกษาพิจารณาบริหารการจัดการวัตถุดิบ จะใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าว มันสำปะหลัง และหญ้าสำหรับการผลิตไฟฟ้าต้องใช้พื้นที่ 21,417 71,993 และ 940 ไร่ ตามลำดับสำหรับวัตถุดิบที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์ ภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งหญ้าเนเปียร์ยักษ์มีศักยภาพด้านพื้นที่และราคาการผลิตที่เหมาะต่อการผลิตไฟฟ้า

ทองทิพย์ พูลเกษม (2542) ได้ศึกษาการนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง อัดแท่งโดยวิธีการอัดแท่งแบบร้อนและเย็น พบว่าเมื่อนำเปลือกทุเรียนที่มีความชื้นร้อยละ 75-80 มาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยเครื่องสับ แล้วตากแดดจนมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 45 ไปอัดแท่งแบบเย็น โดยไม่ใช้ตัวประสานและใช้ตัวประสานแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เปลือกทุเรียนอัดแท่งดัง กล่าวจะให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกัน โดยการอัดแห้งที่ไม่ใช้ตัวประสาน, แบบที่ใช้แป้งเปียกและแบบที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสาน จะให้ค่าความร้อน 3,671, 3,699 และ 3,625 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

บัญจรัตน์ โจลานันท์, อาทิตย์ พุทธรักชาติ และ จันสุดา คำคณะ (2554) ศึกษางานวิจัยหัวข้อพลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ โดยมุ่งพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งและรูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทน ของชุมชน ผลการทดลองพบว่าการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งส่งผลให้ค่าพลังงานความร้อนเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 15-36 ค่ากำมะถัน เถ้า ความชื้น สารระเหยได้ และคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ที่ทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 0.17-0.20±0.01, 6.8-20.1±0.61-1.01, 7.0-8.6±0.52-0.84, 27.3-32.8±0.71-1.21, และ 44.5-53.5±0.82-1.27 ตามลำดับ เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ผสมแป้งมันที่ร้อยละ 6 เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมของการศึกษานี้โดยให้ค่าพลังงานความร้อนสูงสุด (5,432±101.5 แคลอรี่/กรัม)

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผนและเตรียมการทดลองซึ่งจะทำการศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ

2. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิง คือ ความหนาแน่น (Density) ของเชื้อเพลิงอัดแท่งและค่าต้านทานแรงกด (Compressive strength) วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง คือ ดัชนีการแตกร่วน (Shatter index) และค่าความร้อน (Heating Value) ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้เครื่องมือทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. การเตรียมวัตถุดิบ

- หญ้าเนเปียร์ (สายพันธุ์ปากช่อง 1) ทำการเก็บตัวอย่างหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้จากอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา บรรจุหญ้าในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ บรรจุถุงละ 30 กิโลกรัม ผูกมัดปากถุงให้แน่น เมื่อได้หญ้าเนเปียร์มาแล้วนำไปเข้าเครื่องบดสับเพื่อย่อยให้มีขนาดเล็กลงแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาดรู 2 มิลลิเมตรก่อนนำมาอัดแท่ง

- แป้งมันสำปะหลัง ยี่ห้อ สามช้าง ขนาด 50 กิโลกรัม

2. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1. จัดเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยชั่งหญ้าเนเปียร์และแป้งมันสำปะหลังให้ได้ตามอัตราส่วนดังตารางที่ 1 ใส่ลงในถังผสม

2. เมื่อได้อัตราส่วนที่ต้องการแล้ว ใส่น้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วกวนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3. นำส่วนผสมเข้าเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง แล้วเปิดสวิตซ์ให้เครื่องทำงาน

4. รอรับแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 เซนติเมตร แล้วตัดให้มีความยาวแท่งละ 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 สัดส่วนของวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

สัดส่วน	หญ้าเนเปียร์ (ร้อยละ)	(แป้งมันสำปะหลัง) (ร้อยละ)
1.	100	0
2.	95	5
3.	90	10
4.	85	15
5.	80	20

5. นำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มาทำการลดความชื้น โดยการนำแท่งเชื้อเพลิงไปอบในตู้อบร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

6. ในแต่ละอัตราส่วนจะทำการทดลอง 3 ครั้งด้วยกันเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย

7. นำแท่งเชื้อเพลิงแต่ละแท่งไปวิเคราะห์คุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงต่อไป

3. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่ง

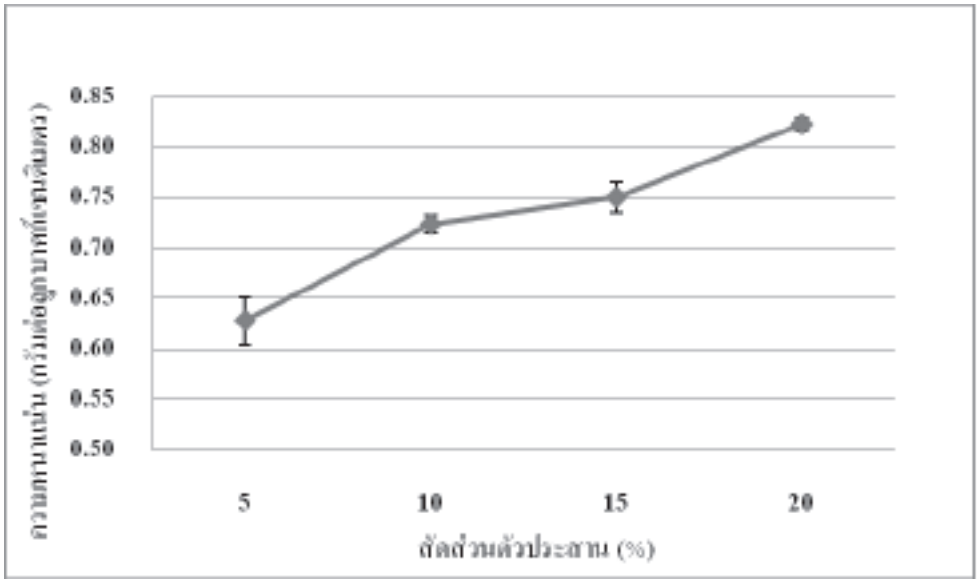
คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	การวิเคราะห์
ความหนาแน่น (Density)	คำนวณจากอัตราส่วนมวลต่อปริมาตร
ค่าต้านทานแรงกด (Compressive strength)	ASTM D 1621
ดัชนีการแตกร่วน (Shatter index)	Drop Shatter Test ASTM D 3038
ค่าความร้อน (Heating Value)	Automatic Bomb Calorimeter (Ac-500)
ปริมาณความชื้น (Moisture)	ASTM D 3173

ผลการวิจัย

จากการทดลองการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์ โดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานที่มีสัดส่วนการผสมระหว่างหญ้าเนเปียร์กับแป้งมันสำปะหลังดังนี้ ร้อยละ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15 และ 80 : 20 ผลการทดลองพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งสัดส่วนการผสมระหว่างหญ้าเนเปียร์กับแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100 : 0 เมื่ออัดแท่งแล้วไม่สามารถคงรูปได้ เนื่องจากไม่มีตัวประสานที่จะช่วยให้มีการยึดเกาะกันได้ดีขึ้น ในขณะที่สัดส่วนผสมอื่นๆ สามารถอัดแท่งแล้วคงรูปได้ แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 35 – 40 จึงนำไปอบในตู้อบร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อเป็นการลดความชื้นของแท่งเชื้อเพลิงให้มีความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 9 - 12 หลังจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่งดังนี้

1. ความหนาแน่น (Density)

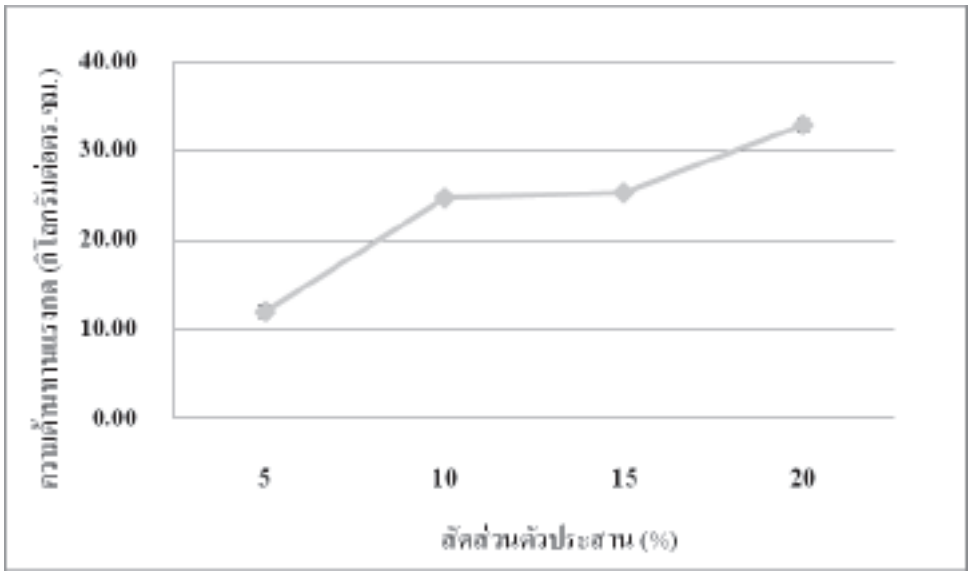
จากผลการทดลองพบว่า เมื่อมีสัดส่วนตัวประสานคือ แป้งมันสำปะหลัง ที่มากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงมีค่าสูงขึ้นดังภาพที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเมื่อผสมกับน้ำจะมีความหนืดค่อนข้างสูง จึงทำให้หญ้าเนเปียร์ยึดเกาะกันได้ดี ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.628, 0.723, 0.750 และ 0.822 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ



ภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนตัวประสานและค่าความหนาแน่น
(กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

2. ค่าต้านทานแรงกด (Compressive strength)

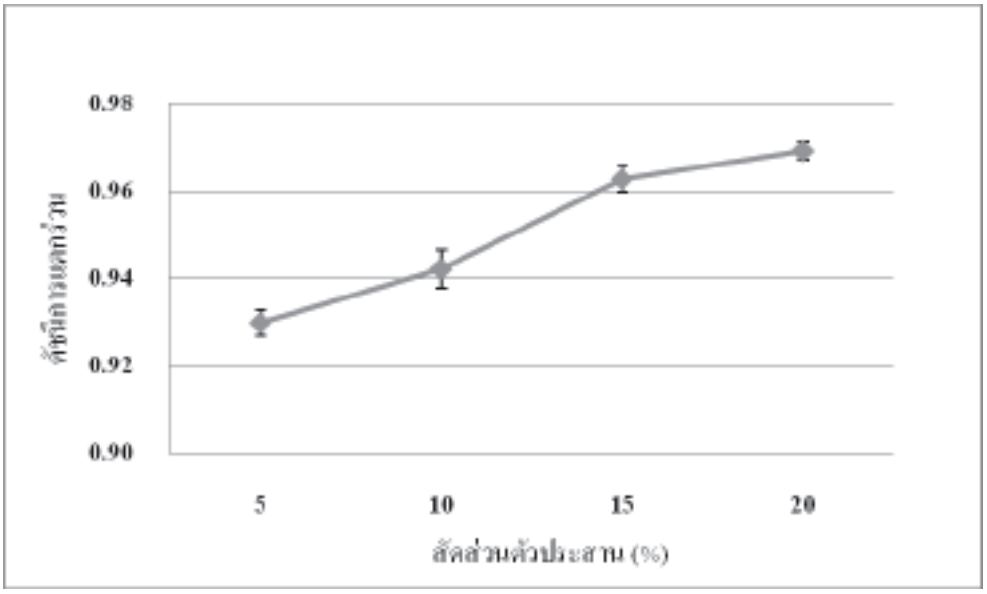
ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของตัวประสานที่ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ที่มีต่อค่าต้านทานแรงกด แสดงดังภาพที่ 2 พบว่า เมื่อสัดส่วนการใช้แป้งมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น ค่าความต้านทานแรงกดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเท่ากับ 11.978, 24.727, 25.322 และ 32.9 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชมธิดา (2553) ที่ศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเศษซังข้าวโพดโดยการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยมีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานพบว่า ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงมีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนตัวประสานและค่าต้านทานแรงกด
(กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

3. ดัชนีการแตกร่วน (Shatter index)

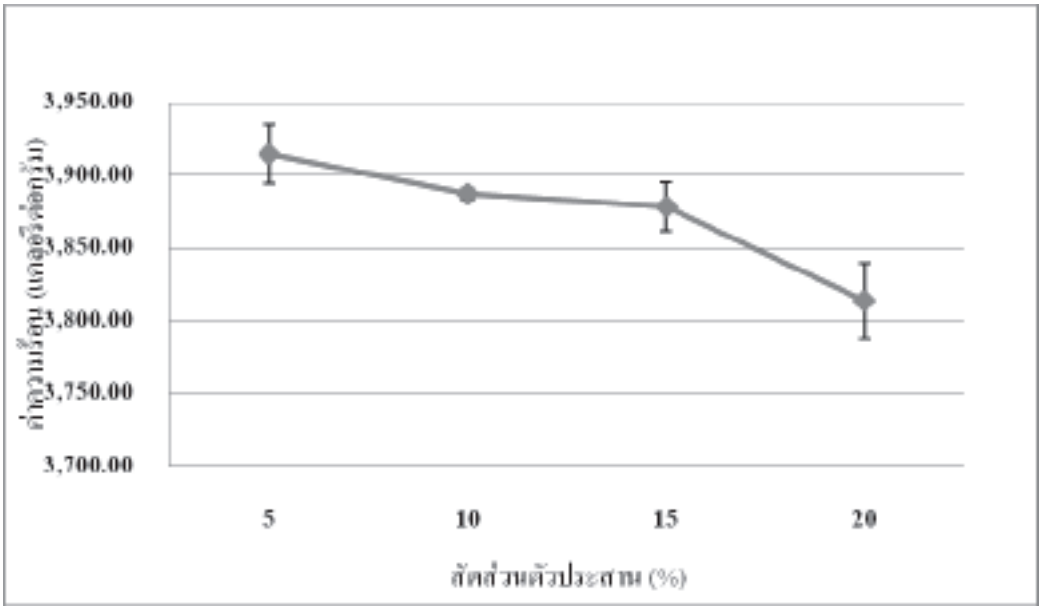
จากผลการทดลองพบว่า สัดส่วนของตัวประสานที่ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ที่มีผลต่อดัชนีการแตกร่วนแสดงดังภาพที่ 3 เมื่อสัดส่วนตัวประสานเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่าดัชนีการแตกร่วนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 0.930, 0.942, 0.963 และ 0.969 ตามลำดับ โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีค่าดัชนีแตกร่วนอยู่ในระหว่าง 0.5 – 1.0 แสดงว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน เนื่องจากดัชนีแตกร่วนที่มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีการจับตัวกันอย่างดี ทำให้มีการแตกร่วนน้อย



ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนตัวประสานและดัชนีการแตกร่วน

4. ค่าความร้อน (Heating Value)

จากผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์พบว่า สัดส่วนของตัวประสานคือ แป้งมันสำปะหลัง มีลักษณะแปรผกผันกับค่าความร้อน โดยเมื่อสัดส่วนตัวผสานเพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ส่งผลให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงลดลงคือ 3915.2, 3887.1, 3878.55 และ 3813.6 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ ดังภาพที่ 4 โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีสัดส่วนของหญ้าเนเปียร์ : แป้งมันสำปะหลัง เท่ากับ 95 : 5 เป็นสัดส่วนที่ทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงที่สุด



ภาพที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนตัวประสานและค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1 สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ โดยการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานช่วยให้หญ้าสามารถยึดเกาะกันได้ดียิ่งขึ้น โดยสัดส่วนของหญ้าเนเปียร์และแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมคือ สัดส่วน 90 : 10 ซึ่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 3,887.1 แคลอรีต่อกรัม มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0.723 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าต้านทานแรงกดเท่ากับ 24.727 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีดัชนีการแตกร่วนเท่ากับ 0.942

อภิปรายผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1 โดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน พบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตามสัดส่วนของหญ้าเนเปียร์ เมื่อมีสัดส่วนของหญ้าเนเปียร์อยู่ในปริมาณสูงจะทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งมีค่าความร้อนสูงที่สุดเท่ากับ 3,915.2 แคลอรีต่อกรัม ที่สัดส่วน หญ้าเนเปียร์ : แป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 95 : 5 สำหรับความหนาแน่นของเชื้อเพลิง ค่าต้านทานแรงกด และดัชนีการแตกร่วนจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน ทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีความหนาแน่นมากขึ้น สามารถต้านทานแรงกดทับได้สูงขึ้น ช่วยยึดเกาะหญ้าเนเปียร์ไม่ให้แตกร่วน

ทั้งนี้สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์คือ สัดส่วนหญ้าเนเปียร์ : แป้งมันสำปะหลัง เท่ากับ 90 : 10 ซึ่งอาจจะมีค่าความร้อน (3,887.1 แคลอรีต่อกรัม) ต่ำกว่าสัดส่วน 95 : 5 เพียงเล็กน้อย แต่มีค่าต้านทานแรงกดมากกว่าถึง 2 เท่า จึงไม่แตกเปราะง่าย เป็นผลดีต่อกระบวนการขนส่ง และการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังมีการใช้ตัวประสานน้อยซึ่งส่งผลดีต่อต้นทุนในการผลิต

ในการวิจัยต่อไปควรมีการทดลองใช้ตัวประสานชนิดอื่น ๆ ซึ่งอาจจะส่งผลดีต่อเชื้อเพลิงอัดแท่งและศึกษาเรื่องการตากแห้งของแท่งเชื้อเพลิง เนื่องจากการใช้ตู้อบความร้อนจะมีต้นทุนสูงและใช้ได้ในปริมาณที่จำกัด

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2551). **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 4 พลังงานชีวมวล.**

ไกรลาศ เขียวทอง. (2555). **คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา.

ชมธิดา ชื่นนิยม. (2553). **การศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเศษซังข้าวโพดโดยการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทองทิพย์ พูลเกษม. (2542). **การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.

น้ำเพชร พันธุ์พิพัฒน์ และ สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. (2555). **ศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยไบโอแก๊สที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัญจรัตน์ โจลานันท์, อาทิตย์ พุทธรักชาติ และ จันสุดา คำ. (2554). **พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์.** วิศวกรรมสาร มข., 16(1), 20-31.

ลักขณา วุฒิปราชญ์อำไพ, กานดา นาคมณี, วีระพล พูนพิพัฒน์ และ สุภาพร มนต์ชัยกุล. (2541). **ผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์แคระ 3 พันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จังหวัดชัยนาท.

สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์. (2554). **การสร้างเตาหุงต้มเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับชุมชน.** สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุริยา ชัยเดชทยากูล. (2544). **การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากส่วนผสมกากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียและเศษชิ้นไม้สับของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.