

“ตัวอย่างหน้าปก (ภาษาไทย)”

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

FUEL BRIQUETTE FROM RESIDUAL OF PALM OIL PROCESS

กฤตนิย เกษร

กฤตภาส วศะกุลกาญจน์

ดนุจิตต์ คุปตะศิริ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

“ตัวอย่างหน้าปก (ภาษาอังกฤษ)”

FUEL BRIQUETTE FROM RESIDUAL OF PALM OIL PROCESS

KRITTANAI KASORN
KITAPAS WASAKULKANPOL
DANUJITT KUPTASIRI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)
DEPARTMENT OF CHEMISTRY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

หัวข้อโครงการพิเศษ	เชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม Fuel Briquette from Residual of Palm Oil Process	
ชื่อนักศึกษา	นายกฤตณัย เกษร	รหัสนักศึกษา 54051040
	นายกฤตภาส วะทะกุลกาญจน์	รหัสนักศึกษา 54051041
	นายดนุจิตต์ คุปตะศิริ	รหัสนักศึกษา 54051075
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)	
ภาควิชา	เคมี	
ปีการศึกษา	2557	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สุวรรณี จรรยาพูน	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ ประธานกรรมการ	
อ.กลินสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการ	
ผศ.ดร.สุวรรณี จรรยาพูน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงการพิเศษ	เชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	
ชื่อนักศึกษา	นายกฤตชัย เกษร	รหัสนักศึกษา 54051040
	นายกฤตภาส วะทะกุลกาญจน์	รหัสนักศึกษา 54051041
	นายคนุจิตรต์ คุปตะศิริ	รหัสนักศึกษา 54051075
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)	
ภาควิชา	เคมี	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2557	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สุวรรณี จรรยาพูน	

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มโดยวิธีอัดแบบร้อน โดยใช้กะลาปาล์ม เส้นใยปาล์ม ทะลายปาล์ม เป็นวัตถุดิบเริ่มต้น ทำการอัดแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนวัตถุดิบต่างๆ วิเคราะห์คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง ได้แก่ ความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยได้ ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน ค่าทนแรงอัด ระยะเวลาในการจุดติดไฟ ระยะเวลาในการลุกไหม้ทั้งหมด และหาจุดคุ้มทุนของแต่ละสัดส่วน ผลการทดลองพบว่า สัดส่วนกะลาปาล์ม1:เส้นใยปาล์ม1:ทะลายปาล์ม1 มีค่าความชื้นน้อยที่สุด ($1.48 \pm 0.16\%$) สัดส่วนกะลาปาล์ม 100% มีค่าปริมาณเถ้าต่ำสุด ($3.33 \pm 0.54\%$) และปริมาณสารอินทรีย์ระเหยสูงสุด ($83.43 \pm 1.01\%$) สัดส่วนทะลายปาล์ม1:เส้นใยปาล์ม1 มีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงสุด ($17.50 \pm 0.31\%$) สัดส่วนกะลาปาล์ม1:เส้นใยปาล์ม1:ทะลายปาล์ม1 มีค่าความร้อนสูงสุด ($20,293 \pm 368.2 \text{ kJ/kg}$) ความเร็วในการจุดติดไฟเร็วสุดคือที่สัดส่วนเส้นใยปาล์ม 100% ใช้เวลา 1.26 ± 0.10 นาที เวลาในการลุกไหม้ทั้งหมดนานที่สุดคือที่สัดส่วนกะลาปาล์ม5:เส้นใยปาล์ม1 ใช้เวลา 38.18 ± 0.88 นาที ค่าความทนแรงอัดในแนวนอนสูงสุดที่สัดส่วนกะลาปาล์ม 100% มีค่า $1,360.50 \pm 272.24 \text{ N/mm}^2$ โดยความเร็วในการจุดติดไฟ ระยะเวลาในการลุกไหม้ และความคงทนจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและความเสถียรของความร้อนของเครื่องอัด จุดคุ้มทุนของเชื้อเพลิงอัดแท่งคำนวณที่ราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าสัดส่วนที่คุ้มทุนเร็วที่สุดคือทะลายปาล์ม 100% ที่ 160 วัน

คำสำคัญ: กะลาปาล์ม การอัดแท่งด้วยความร้อน เชื้อเพลิงอัดแท่ง ทะลายปาล์ม เส้นใยปาล์ม

Title	Fuel Briquette from Residual of Palm Oil Process
Students	Mr. Krittanai Kasorn Student ID 54051040
	Mr. Kittapas Wasakulkanpol Student ID 54051041
	Mr. Danujitt Kuptasiri Student ID 54051075
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)
Department	Chemistry
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2014
Advisor	Asst.Prof.Dr.Suwannee Junyapoon

Abstract

This special project studied the production of fuel briquettes from waste of palm oil process using heating press technique. Palm kernel shells, palm fibers and empty fruit branches were used as raw materials. Fuel briquettes were produced in various proportions of raw materials. Fuel properties of the briquettes were analyzed e.g. moisture, ash, volatile organic matter, fixed carbon, heating value, compression strength, ignition time and burning period. Break-even point of each type of briquette was calculated. The experimental results showed that briquette K1:F1:E1 contained lowest moisture content ($1.48 \pm 0.16\%$). Briquette K had lowest ash content ($3.33 \pm 0.54\%$) and highest volatile organic matter ($83.43 \pm 1.01\%$). Briquette E1:F1 contained highest fixed carbon content ($17.50 \pm 0.31\%$). Briquette K1:F1:E1 contained highest heating value ($20,293 \pm 368.2$ kJ/kg). Briquette K could be ignited quickly (1.26 ± 0.10 minutes). Briquette K5:F1 had longest burning period (38.18 ± 0.88 minutes). The highest compression strength was briquette K ($1,360.50 \pm 272.24$ Nm/mm²). Ignition time, burning period and compression strength of fuel briquette depended on type of raw materials and heat stability of compressor. The shortest period of break-even point, calculated at briquette price 5 baht/kg, was briquette E, taken 160 days.

Keywords : fuel briquette , heating pellet , palm kernel shells , palm fibers , empty fruit branches

ตัวอย่างกิตติกรรมประกาศ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความร่วมมือของ
ทุกๆท่าน ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุวรรณี จรรยาพูนที่คอยให้คำปรึกษาดูแลอย่างใกล้ชิดและให้ความ
ช่วยเหลือแนะนำที่ดีในการปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำโครงการพิเศษและขอขอบพระคุณ
กรรมการสอบโครงการพิเศษ คือ ผศ.กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ และอาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ที่ให้
ข้อคิดเห็นและคำแนะนำช่วยเหลือในการทำโครงการพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรดา ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทำ
เชื้อเพลิงอัดแท่งและให้ความรู้ในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างทะลาย
ปาล์ม เส้นใยปาล์มและกะลาปาล์ม ที่เหลือจากกระบวนการสกัดน้ำมัน

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ สาขาวิชาเคมี ที่ให้
ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ในการทำโครงการพิเศษให้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่อาคารฝึกงานทางอุตสาหกรรมเคมีและพอลิเมอร์ที่อำนวยความสะดวก
และให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือ

ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนคอยเลี้ยงดูและอบรมสั่งสอน
และเป็นกำลังใจเป็นแรงผลักดันในการทำโครงการพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงเพื่อนๆ และ
บุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวมา ผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กฤตณัย เกษร

กฤตภาส วศะกุญฺญาลผล

ดนุจิตต์ คุปตะศิริ

ตัวอย่างสารบัญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
สัญลักษณ์.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	3
2.1.1 หลักการอัดแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	3
2.1.2 วิธีการอัดแท่ง	4
2.1.3 คุณสมบัติเชื้อเพลิงอัดแท่ง	4
2.1.4 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	5
2.1.5 การนำเชื้อเพลิงอัดแท่งไปใช้ประโยชน์.....	5
2.2 ชีวมวล	5
2.2.1 องค์ประกอบของชีวมวล	7
2.2.2 การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวล	8
2.3 ปาล์มน้ำมัน.....	9
2.3.1 ลักษณะของปาล์มน้ำมัน	9
2.3.2 พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมปลูกกันในประเทศไทย.....	12
2.3.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน	12
2.3.4 วิธีการปลูกและดูแลรักษา.....	13
2.3.5 ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวและผลผลิตที่ได้รับ	13
2.3.6 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม.....	14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	18
3.1 อุปกรณ์เครื่องมือ	18
3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	18
3.1.2 วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	19
3.2.1 เตรียมวัตถุดิบ	19
3.2.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุเหลือทิ้งจาก กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	20
3.2.3 ผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่สัดส่วนกะลาปาล์ม เส้นใยปาล์มและทะลายปาล์มต่างๆโดยวิธีอัดร้อน	20
3.2.4 ศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้ง จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มโดยวิธีอัดด้วยความร้อน	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	25
4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุเหลือทิ้ง จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	25
4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่สัดส่วนต่างๆของวัสดุเหลือทิ้ง จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	28
4.3 ผลการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	42
5.1 สรุปผลการวิจัย	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก.....	48
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง	48
ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการวิจัย	52
ภาคผนวก ค ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ	67

ตัวอย่างสารบัญตาราง

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ประเภทของชีวมวล	6
2.2 ลักษณะทางกายภาพของชีวมวลต่างๆ	8
2.3 พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทย ปี2547-2554.....	14
2.4 ชีวมวลเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	16
3.1 วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	20
3.2 สัดส่วนกะลาปาล์ม เส้นใยปาล์ม และทะลายปาล์มในการทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง	21
3.3 สภาพที่ใช้ในการอัดวัตถุดิบ	22
3.4 พารามิเตอร์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์	23
4.1 ราคาอุปกรณ์ที่ใช้อัดเชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	38
4.2 ราคาต้นทุนของแต่ละตัวอย่าง	38
4.3 ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของเครื่องที่ใช้ผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	39
4.4 ราคาต้นทุนแปรผันของแต่ละตัวอย่าง.....	39
4.5 ระยะเวลาคุ้มทุนของแต่ละตัวอย่าง.....	41
ข.1 ปริมาณความชื้นของวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มก่อนผึ่งแดด	52
ข.2 ปริมาณความชื้นของวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มหลังผึ่งแดด	52
ข.3 ค่าความร้อนของวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	53
ข.4 ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	53
ข.5 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	54
ข.6 ปริมาณคาร์บอนคงตัว	55
ข.7 ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยได้.....	56
ข.8 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	57
ข.9 ระยะเวลาในการจุดติดไฟและระยะเวลาลุกไหม้ทั้งหมดของเชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	59
ข.10 ค่าความคงทนของเชื้อเพลิงอัดแท่งในแนวนอน	61
ข.11 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K.....	62
ข.12 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง F.....	62
ข.13 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง E.....	63
ข.14 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K1:F5	63
ข.15 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K1:F2	64
ข.16 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K1:F1	64
ข.17 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K2:F1	65
ข.18 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K5:F1	65
ข.19 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง F1:E1	66
ข.20 จุดคุ้มทุนของตัวอย่าง K1:F1:E1.....	66

ตัวอย่างสารบัญรูป

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ต้นปาล์มน้ำมัน	9
2.2 ลักษณะรากอ่อนของปาล์มน้ำมัน.....	10
2.3 ลักษณะภายในของปาล์มน้ำมัน	11
2.4 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน	12
2.5 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	15
3.1 วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม (ก) กะลาปาล์ม (ข) เส้นใยปาล์ม (ค) ทะลายปาล์ม	19
3.2 เครื่องบด	20
3.3 เครื่องผสมวัตถุดิบแบบหมุนด้วยมือ	21
3.4 เครื่องอัดแท่งด้วยความร้อน.....	22
4.1 ปริมาณความชื้นของกะลาปาล์ม เส้นใยปาล์ม และทะลายปาล์ม.....	25
4.2 วัตถุดิบเริ่มต้นหลังจากการบดด้วยเครื่องบดที่มีขนาดตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร (ก) กะลาปาล์ม (ข) เส้นใยปาล์ม (ค) ทะลายปาล์ม	26
4.3 ปริมาณความชื้นของกะลาปาล์ม เส้นใยปาล์ม และทะลายปาล์มหลังจากผึ่งแดด	26
4.4 ค่าความร้อนของกะลาปาล์ม เส้นใยปาล์มและทะลายปาล์ม ก่อนนำไปอัดเป็นแท่ง	27
4.5 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่สัดส่วนวัตถุดิบต่างๆ	28
4.6 ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ.....	29
4.7 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ	30
4.8 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ	31
4.9 ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ	32
4.10 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ.....	33
4.11 ความเร็วในการจุดติดไฟของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ.....	34
4.12 ระยะเวลาในการลุกไหม้ทั้งหมดของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ	35
4.13 ความคงทนแรงอัดในแนวนอนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ.....	36
4.14 การเปลี่ยนแปลงของรายรับ – รายจ่ายเพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการผลิต เชื้อเพลิงอัดแท่งที่สัดส่วนกะลาปาล์ม 100%	40

ตัวอย่างคำย่อ/สัญลักษณ์

สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
K	กะลาปาล์ม
F	เส้นใยปาล์ม
E	ทะลายปาล์ม
K5:F1	กะลาปาล์ม5:เส้นใยปาล์ม1
K2:F1	กะลาปาล์ม4:เส้นใยปาล์ม2
K1:F1	กะลาปาล์ม3:เส้นใยปาล์ม3
K1:F2	กะลาปาล์ม2:เส้นใยปาล์ม4
K1:F5	กะลาปาล์ม1:เส้นใยปาล์ม5
E1:F1	ทะลายปาล์ม3:เส้นใยปาล์ม3
K1:F1:E1	กะลาปาล์ม2:เส้นใยปาล์ม2:ทะลายปาล์ม2

ตัวอย่างเอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2552. **รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปี 2552**. หน้า 3-9.
- กระทรวงพลังงาน. 2555. **ปัญหาด้านพลังงานของประเทศไทย**. วารสารนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 98 (ตุลาคม-ธันวาคม 2555). 69 หน้า.
- กวีร์ ไตรติยะประเสริฐ, กิรติ มิ่งประเสริฐ และอภิญญา รัตนปราโมทย์. 2556. **การรักษาระดับความชื้นในถ่านหินคุณภาพต่ำด้วยสารพอลิเมอร์**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 21-64.
- ชมธิดา ชื่นนิยม. 2553. **การศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเศษซังข้าวโพดโดยการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง**. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 1-75.
- ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์, เจริญ ตุ่มงาม และศักดิ์สิทธิ์ คดสังหาร. 2548. **อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่อการเผาไหม้**. วิศวกรรมสาร มข, ปีที่ 32, ฉบับที่ 1 (61-75) มกราคม - กุมภาพันธ์, หน้า 61-75.
- นฤมล ภาณุณา, จิระพงษ์ คุณากาญจน์, จูติภรณ์ บุญแย้ม, เฉลิมพล สุขสี, เบญจวรรณ จุลจุฬา และเพ็ญ อรุณรักษ์. 2555. **การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุการเกษตรและปาล์มน้ำมัน**. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. หน้า 1-18.
- บัญญัติรัน โจนานันท์, อาทิตย์ พุทธรักษาดี และจันสุตา คำตุ้ย. 2554. **พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์**. วารสารวิจัย มข, ปีที่ 16, ฉบับที่ 1, หน้า 20-31.
- บริษัท ไทยซูมิ จำกัด. **รายละเอียดเครื่องอัดแท่งด้วยความร้อน**. [Online]. Available: <http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/machine4.php>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 พ.ย. 2557.
- มนต์สรอง เรืองชนาบ. 2553. **ปาล์มน้ำมัน**. วารสารวิชาการเกษตรปีที่ 28, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-เม.ย. 2553) หน้า 43-57.
- มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2551. **ประเภทของพลังงานชีวมวล**. [Online]. Available: <http://www.espthailand.com/article/types-of-biomass.html>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 7 ธ.ค. 57.
- มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2549. **องค์ประกอบของชีวมวล**. [Online]. Available: <http://www.espthailand.com/article/definition-of-biomass.html>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 ธ.ค. 57
- รัชนิ เพ็ชรช้าง. 2552. **การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. หน้า 8-65.
- วิไลพร ลักขมวิภาณิชย์, กาญจนา สิริกุลรัตน์ และณัฐธัญญา บุญถึง. 2554. **การผลิตถ่านอัดแท่งจากชีวมวลที่ขึ้นรูปด้วยวิธีอัดเย็นโดยใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นตัวประสาน**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. หน้า 1-74.