



การศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน
The Energy Production of Fuel Briquettes form Nipa Palm Shell
Mixed with Fat Dregs

ดวงสิทธิ์ วิมุกตายน

กิตติธร พันธุ์โคกกรวด

ภิรมยา คำศรี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ.2556



การศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน
The Energy Production of Fuel Briquettes form Nipa Palm Shell
Mixed with Fat Dregs

ดวงสิทธิ์ วิมุกตายน

กิตติธร พันธุ์โคกกรวด

ภิรมยา คำศรี

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญาโท	การศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกจากผสมกากไขมัน
ชื่อ นามสกุล	ดวงสิทธิ์ วิมุกตายน
	กิตติธร พันธุ์โคกกรวด
	ภิรมยา คำศรี
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายกิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์

คณะกรรมการสอบปริญญาโทได้ให้ความเห็นชอบปริญญาโทฉบับนี้แล้ว

นางสาวรณช ดีละมัน
ประธานกรรมการ

ดร.วรินทร์ บุญยะโรจน์
กรรมการ

นายกิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญาบัตร	การศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน
ชื่อ นามสกุล	นายดวงสิทธิ์ วิมุกตายน นายกิตติธร พันธุ์โคกกรวด นางสาวภิรมยา คำศรี
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีส่วนประกอบมาจากเปลือกลูกจากและกากไขมันในอัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 กิโลกรัมตามลำดับ โดยได้ทำการศึกษาคูสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตขึ้นมา คือ การศึกษาคูสมบัติค่าความร้อน ค่าความชื้น ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์บอนคงตัว ผลการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ให้ค่าความร้อนมากที่สุดคือเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนของเปลือกลูกจากและกากไขมันอยู่ที่ 1:0.3 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,370 แคลอรีต่อกรัม รองลงมาคือเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.1 และ 1:0 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,300 และ 5,280 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้จากผลการทดลองยังพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกากไขมันในส่วนผสมจะทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีค่าพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้เมื่อนำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตได้มาทดสอบการใช้งานโดยการจุดไฟพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่มีการผสมของกากไขมัน สามารถจุดติดไฟได้ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควัน ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีการผสมของกากไขมันในอัตราส่วน 1:0.1 และ 1:0.3 สามารถจุดติดไฟได้ มีกลิ่นไหม้ของกากไขมัน และมีควัน ในการพิจารณาเลือกใช้กากไขมันเป็นส่วนผสมของเชื้อเพลิงอัดแท่งนั้น ก็เพื่อลดปริมาณกากของเสียที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงอัดแท่ง; เปลือกลูกจาก; กากไขมัน; ค่าความร้อน; กากของเสีย

Thesis title	The Energy Production of Fuel Briquettes form Nipa Palm Shell Mixed with Fat Dregs
Author	Tuangsit Wimuktayon Kittitorn Pankokgruad Piromya Kumsri
Degree	Bachelor of Science
Major program	Environmental Science and Natural Resources Faculty of Science and Technology
Academic Year	2013

Abstract

This research is to study the production of fuel briquettes from the Nipa palm and Fat dregs in the ratio 1:0, 1:0.1 and 1:0.3 kg, respectively. We performed a study of the properties of the fuel briquette produced and also study the heating value, moisture content, ash, volatile matter and fixed carbon. The results showed that the heating value of the fuel briquette is the most fuel briquette sclera ratio of fat and the residue was 1:0.3. The heating value of 5,370 calories per gram. Followed by fuel briquette ratio 1:0.1 and 1:0 with heating value of 5,300 and 5,280 calories per gram respectively. The results also showed that increasing the amount of fat dregs ingredients make heating value of fuel briquettes increase as well. Also when the fuel briquette production tested by igniting the fuel briquette with no mixing of Fat dregs can ignite flammable, odorless and smokeless. Fuel briquettes that are mixed in a ratio of 1:0.1 and 1:0.3 of fat can ignite flammable. The smell of burning grease and smoke residue to consider using a combination of fat dregs in fuel briquette for reduce the amount of waste that could affect the environment.

Keywords: fuel briquettes; Nipa palm; Fat dregs; Heating value; Waste

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์หลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์กิติยศ ตั้งสัจจวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ อาจารย์วรนุช ดีละมัน ประธานกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ และดร.วรินทร์ บุญยะโรจน์ กรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ ที่สละเวลาในการช่วยเหลือ ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาตลอดจน ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ผศ.สังเวย เสวกวิหารี อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์มาโนช หลักฐานดี หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย รวมทั้งอุปกรณ์ในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ที่อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ความสามารถต่างๆ จนคณะผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้มอบทุนอุดหนุนงบประมาณ จากโครงการส่งเสริมประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 เพื่อเป็น ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เมตตา อบรมสั่งสอน ให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน รวมถึงเพื่อนๆ วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ รุ่น3 ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกาย และกำลังใจในการศึกษาวิจัยและทดลอง จนปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นายดวงสิทธิ์ วิมุกตายน

นายกิตติธร พันธุ์โคกกรวด

นางสาวภิรมยา คำศรี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(ก)
บทคัดย่อภาษาไทย	(ข)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน	4
1.7 ระยะเวลาที่ดำเนินโครงการและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คุณสมบัติของเศษวัสดุ	6
2.1.1 ต้นจาก	6
2.1.2 น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)	8
2.2 ถ่านอัดแท่ง	13
2.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถ่านอัดแท่ง	14
2.2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง	14
2.2.3 ส่วนผสมของถ่านอัดแท่ง	14
2.2.4 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง	14
2.2.5 คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง	15
2.2.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	15
2.2.7 ความรู้พื้นฐานในการเผาถ่าน	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	
3.1 รูปแบบการศึกษา	22
3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการศึกษา	22
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ	23
3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ	23
3.3.2 การเผาเปลือกลูกจาก	25
3.3.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน	28
3.3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	32
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์	38
4.1.1 คุณสมบัติทางด้านกายภาพ	38
4.1.2 คุณสมบัติทางด้านพลังงาน	40
4.2 การอภิปรายผล	48
4.2.1 ปัจจัยของกากไขมันมีผลต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	48
4.2.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตกับถ่านไม้ตามท้องตลาด	49
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ลักษณะของบ่อดักไขมัน	55
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	62
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	68
ประวัติผู้วิจัย	73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบน้ำมันและไขมันจากร้านอาหาร	9
ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนวัตถุดิบที่กำหนด	30
ตารางที่ 4.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	38
ตารางที่ 4.2 ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	40
ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	41
ตารางที่ 4.4 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	43
ตารางที่ 4.5 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	44
ตารางที่ 4.6 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	45
ตารางที่ 4.7 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	47
ตารางผนวกที่ ก1 ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์ สำหรับบ้านพักอาศัย	60
ตารางผนวกที่ ก2 ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบสร้างในสำหรับภัตตาคาร	60
ตารางผนวกที่ ข1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture Content)	64
ตารางผนวกที่ ข2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter)	65
ตารางผนวกที่ ข3 ผลการวิเคราะห์หาเถ้า (Ash)	66
ตารางผนวกที่ ข4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1.1 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	4
ภาพที่ 2.1 ทางใบและใบจาก	7
ภาพที่ 2.2 ลูกจากหรือ“โหม่งจาก”	7
ภาพที่ 2.3 ผลกระทบของกากไขมัน	8
ภาพที่ 3.1 เปลือกลูกจากสด	23
ภาพที่ 3.2 เปลือกลูกจากที่ตากแดดเป็นระยะเวลา 7 วัน	24
ภาพที่ 3.3 กากไขมันจากถังดักไขมัน	24
ภาพที่ 3.4 การตากกากไขมัน	25
ภาพที่ 3.5 เตาเผาเปลือกลูกจาก	25
ภาพที่ 3.6 การเตรียมเปลือกลูกจากสำหรับการเผา	26
ภาพที่ 3.7 ปิดฝาเตาและปิดช่องใส่เชื้อเพลิง	26
ภาพที่ 3.8 ลักษณะของเปลือกลูกจากหลังการเผา	27
ภาพที่ 3.9 ถังเหล็กที่มีฝาปิด	27
ภาพที่ 3.10 เครื่องบดผงละเอียด	28
ภาพที่ 3.11 การร่อนผงถ่านผ่านตะแกรงร่อนแบ่ง	28
ภาพที่ 3.12 ผงถ่านเปลือกลูกจาก	28
ภาพที่ 3.13 แบ่งมัน 200 กรัม	29
ภาพที่ 3.14 การคนแบ่งมันให้ละลายในน้ำร้อน	29
ภาพที่ 3.15 กาวแบ่งเปียก	29
ภาพที่ 3.16 ชั่งผงถ่านตามอัตราส่วนที่กำหนด	30
ภาพที่ 3.17 ชั่งกากไขมันตามอัตราส่วนที่กำหนด	30
ภาพที่ 3.18 นำส่วนผสมมารวมกัน	31
ภาพที่ 3.19 ทำการคลุกเคล้าส่วนผสมและตัวประสาน	31
ภาพที่ 3.20 ลักษณะของส่วนผสมที่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน	31
ภาพที่ 3.21 อัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดมือ	31
ภาพที่ 3.22 การอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ	32
ภาพที่ 3.23 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่พร้อมนำไปตากแดด	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 3.24 นำครุซีบีเอสเข้าเตาเผาความร้อนสูง	33
ภาพที่ 3.25 นำครุซีบีเอสไปพักในโถดูดความชื้น	33
ภาพที่ 2.26 ชั่งตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งใส่ครุซีบีเอส	34
ภาพที่ 3.27 นำครุซีบีเอสเข้าสู่อบลมร้อน	34
ภาพที่ 3.28 ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงอัดแท่ง	37
ภาพที่ 3.29 วัดอุณหภูมิของน้ำ	37
ภาพที่ 3.30 ปล่อยให้ให้น้ำเดือด 30 นาที	37
ภาพที่ 3.31 ปล่อยให้เชื้อเพลิงดับเป็นถ่าน	37
ภาพที่ 4.1 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0 กิโลกรัม	39
ภาพที่ 4.2 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.1 กิโลกรัม	39
ภาพที่ 4.3 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.3 กิโลกรัม	39
ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	41
ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	42
ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	43
ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	45
ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	46
ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณกากไขมันที่ไปผลต่อค่าความร้อน	48
ภาคผนวกภาพที่ ก1 บ่อดักไขมันสำเร็จรูป	57
ภาคผนวกภาพที่ ก2 แปลนภาพด้านบนของบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์	57
ภาคผนวกภาพที่ ก3 แปลนภาพตัดขวางตามแนว A - A บ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์	58
ภาคผนวกภาพที่ ก4 แปลนภาพด้านบนของบ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก	58
ภาคผนวกภาพที่ ก5 แปลนภาพตัดขวางตามแนว A - A ของบ่อดักไขมัน แบบคอนกรีตเสริมเหล็ก	59
ภาคผนวกภาพที่ ค1 เตาเผาความร้อนสูง	69
ภาคผนวกภาพที่ ค2 ตู้อบลมร้อน	70

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันสถานะการด้านพลังงานกำลังเป็นปัญหาวิกฤตเนื่องจากพลังงานเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมทั่วโลกได้ถูกใช้ไปเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่าจะหมดลงภายในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า ทำให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย เริ่มต้นตัวต่อวิกฤตการณ์ดังกล่าว และเริ่มมองหาแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆ เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีศักยภาพในการผลิตพืชผลทางการเกษตร และมีการนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “พลังงานชีวมวล” การนำวัสดุเหลือใช้หรือขยะจากครัวเรือนมาแปรรูปเป็นพลังงานในรูปแบบของ ไบโอดีเซล แก๊สชีวภาพ เชื้อเพลิงอัดแท่ง จึงเป็นการลดปริมาณขยะ ของเสียที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ได้ และยังช่วยลดปัญหาด้านพลังงานที่กำลังเป็นวิกฤตอยู่ในขณะนี้

ต้นจาก (Nipa Palm) เป็นพืชที่มีอยู่มากในบริเวณที่เป็นป่าชายเลนในจังหวัดต่างๆ เช่น จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดสมุทรปราการ ลูกจากจะมีเมล็ดอยู่ด้านใน เกษตรกรจะแกะเปลือก นำเมล็ดมาเชื่อมและใช้รับประทานเป็นขนมหวานมีลักษณะคล้ายลูกชิด ส่วนเปลือกลูกจากก็จะเหลือทิ้งจนเกิดเป็นขยะมีได้มีการนำมาใช้ประโยชน์แม้บางส่วนจะมีการนำมาเผาเป็นเชื้อเพลิง แต่มีปัญหาในเรื่องของควันที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

กากไขมัน (Fat dregs) เป็นของเสียจากภาคครัวเรือนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสีย สามารถนำมาจากบ่อดักไขมันตามครัวเรือนหรือตามสถานประกอบการต่างๆ เนื่องจากกากไขมันเป็นของเสียที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ปล่อยทิ้งไว้ก็ก่อให้เกิดปัญหาจากกลิ่นเหม็น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตร คือ เปลือกลูกจาก และของเสียจากครัวเรือน คือ กากไขมันมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อลดปัญหาของขยะ ลดปัญหามลพิษทางอากาศ ลดปัญหาการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติลดปัญหาการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติในด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน
2. ศึกษาอัตราส่วนระหว่างผงถ่านจากเปลือกลูกจากกากไขมัน และกากแ่งเปียกที่ทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเผาไหม้ระหว่างถ่านหุงต้มตามท้องตลาดกับเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. สถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม (9403) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2. เปลือกลูกจากที่นำมาทำการวิจัยนำมาจาก บ้านคุณมาลี พึ่งรอด หมู่ 8 ต.นาเกลือ
อ. พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ
3. กากไขมันจากถังดักไขมันที่โรงอาหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ
4. กำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างผงถ่านจากเปลือกลูกจากกากไขมันและกากแ่งเปียก ที่ทำการวิจัยครั้งนี้
5. ประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้ค่าที่ทำการตรวจวัดต่างๆ เป็นหลักในการประเมินคุณภาพ ดังนี้
 - 5.1 ค่าความชื้น (Moisture Content)
 - 5.2 ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter)
 - 5.3 ปริมาณเถ้า (Ash)
 - 5.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)
 - 5.5 ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value)
 - 5.6 ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำเปลือกลูกจากที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์
2. สามารถนำกากไขมันที่เป็นของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์แทนการทิ้งให้สูญเปล่า
3. สามารถลดปริมาณการใช้ฟืนและไม้จากป่าธรรมชาติ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ปริมาณความชื้น (Moisture Content) คือ ปริมาณน้ำที่คงเหลืออยู่หลังจากที่ตากแห้งของเสีย ความชื้นของของเสียมีผลต่อค่าความร้อนโดยตรง โดยหากของเสียมีความชื้นมากจะทำให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับการระเหยความชื้นในระหว่างการเผาไหม้ ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ต่ำลง

ปริมาณสารที่ระเหยได้ (Volatile Matters) คือ องค์ประกอบในของเสียที่สามารถระเหยได้เมื่อได้รับความร้อน ของเสียที่มีปริมาณสารระเหยได้สูง จะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงด้วย อย่างไรก็ตาม สารที่ระเหยได้บางชนิดอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อวัสดุหรืออุปกรณ์ที่นำวัสดุเชื้อเพลิงไปใช้งาน เช่น สารอัลคาไลน์ในทะเลลายปาล์มจะกลายเป็น ยางเหนียวเกาะติดท่อน้ำในห้องเผาไหม้ ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อน้ำลดลง

เถ้า (Ash) คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาป ภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกาแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ หรือเป็นส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้นั่นเอง ดังนั้น หากของเสียมีเถ้าปริมาณมาก จะเป็นปัญหาในการเผาไหม้และเพิ่มความยุ่งยากในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น

ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) คือ ปริมาณสารประกอบคาร์บอนซึ่งระเหยได้ยาก โดยจะคงเหลืออยู่ในของเสียหลังจากที่เผาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ของเสียที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจึงมีช่วงเวลาในการลุกไหม้นาน

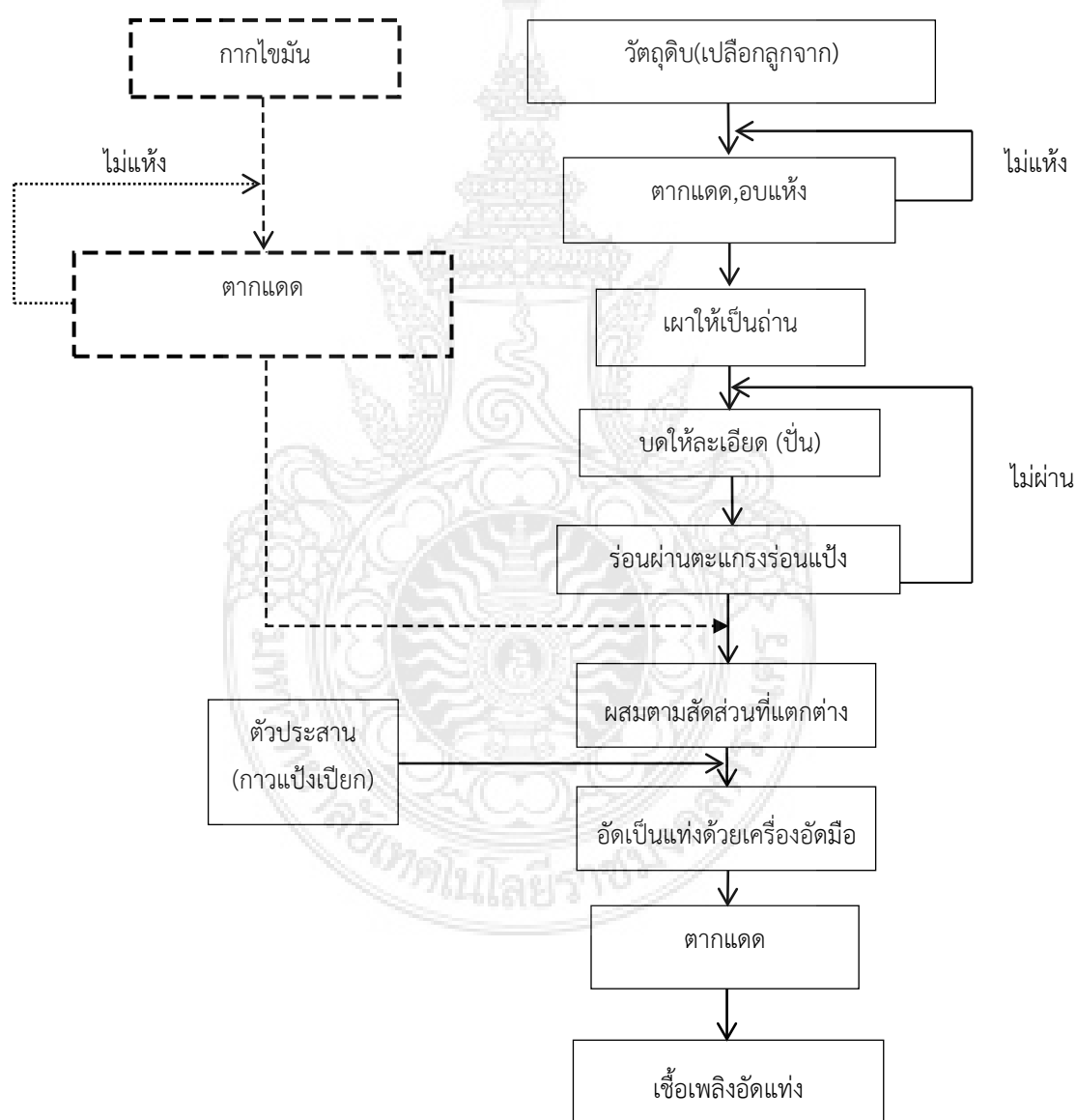
ค่าความร้อน (Calorimetric Value or Heating Value) คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อของเสียถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ หรือเรียกว่า ความร้อนของการเผาไหม้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำ มีหน่วยเป็นกิโลจูล (kJ) หรือ กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมของเสีย (kcal/kg)

เชื้อเพลิงอัดแท่ง (Fuel briquettes) หมายถึง การนำเอาวัสดุดิบที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ไม้ กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ชังข้าวโพด เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด เปลือกลูกจาก มาผ่านกระบวนการเผาจนเป็นถ่านและบดจนเป็นผงแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ

กากไขมัน (Fat dregs) หมายถึง น้ำมันและไขมันที่ถูกตัดออกมาจากบ่อดักไขมันของระบบบำบัดน้ำเสีย มีลักษณะเป็นก้อนสีขาวลอยอยู่บนผิวน้ำ และได้นำมาผ่านกระบวนการตากแดดจนแห้ง

เปลือกลูกจาก (Nipa Palm Shell) คือ ส่วนที่ห่อหุ้มเนื้อลูกจาก มีลักษณะแข็ง ผลแก่มีสีน้ำตาลแก่ ผลจากจะอยู่รวมกันเป็นทะลายเรียกว่า “โหม่ง” สามารถแกะออกเป็นผลเล็กได้ 1 ผลเล็ก จะมีเนื้อลูกจากอยู่ 1 เม็ด

1.6 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน



ภาพที่ 1.1 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.7 ระยะเวลาที่ดำเนินโครงการและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรม	ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557											
	พ.ศ. 2556			พ.ศ. 2557								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลทฤษฎี	←	→										
2. จัดหาอุปกรณ์และเริ่มการเผาเปลือกจากและตากกากไขมัน	←	→										
3. ดำเนินการทดลอง		←	→									
4. ทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงและศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง			←	→								
5. สรุปผลการทดลอง				←	→							
6. ทำรูปเล่มโครงการ				←	→							
7. เผยแพร่และนำเสนอผลงาน						←	→					→

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของเศษวัสดุ

2.1.1 ต้นจาก

ต้นจาก เป็นพืชตระกูลปาล์มมีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน (rhizome) ชาวบ้านเรียกว่า “หินจาก” บางคนจัดต้นจากเป็นพืชร่วมป่าชายเลน (mangrove associate) ไม่ใช่ไม้ป่าชายเลนจริง (true mangrove) เพราะอาจพบจากได้ในบริเวณอื่นนอกพื้นที่น้ำขึ้น - น้ำลงของป่าชายเลน “จาก” มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nypafruticans Wurm* มีชื่อสามัญว่า Nipa Palm หรือ Nypah Palm ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นจาก มีดังนี้

ลำต้น - ต้นจากมีลำต้นอ้วนสั้น อาจเลื้อยตามผิวดินหากถูกน้ำเซาะหรืออยู่ใต้ผิวดิน และสามารถแตกเป็น 2 ง่าม (dichotomous branching) เพื่อการขยายพันธุ์

ราก - ต้นจากมีรากแตกออกมาจากลำต้นด้านล่าง ลำต้นใต้ดินหรือเหง้านี้มีลักษณะอวบอ้วน แบนและแข็ง เป็นสี่เหลี่ยมซ้อนเหลื่อมกันเหมือนมุลโค ระบบรากเป็นระบบรากฝอย มีลักษณะอวบอ้วนอยู่ใต้เหง้าและกระจุกใบ รากมีขนาดค่อนข้างยาวและมีจำนวนมากซึ่งเอื้อต่อการยึดดิน

ดอก - ต้นจากเป็นพืชที่มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียในต้นเดียวกัน (monoecious plant) และบนก้านช่อเดียวกัน โดยที่ก้านดอกหรือที่เรียกว่า “นกจาก” แทงออกมาจากลำต้นใต้ผิวดินบริเวณโคนใบ และมีดอกตัวเมียอัดเป็นก้อน ที่ปลายก้าน ส่วนดอกตัวผู้มีขนาดเล็กอัดเป็นช่อแตกแขนงออกมาจากก้านร่วมกับดอกตัวเมีย ทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย มีกลีบดอก (petal) 6 กลีบ มีเกสรตัวผู้ (stamen) 3 อัน ละอองเรณูลักษณะเป็นหนาม ต้นจากจะออกดอกเป็นช่อสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ช่อดอกจะมีกาบหุ้ม (perianth) สีส้ม ดอกตัวผู้มีสีครีมอยู่บนก้านและมีกาบหุ้มเช่นเดียวกัน (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2544)

ใบ-ใบเป็นใบประกอบรูปขนนก ทางใบยาว 4-8 เมตร ดังภาพที่ 2.1 ใบย่อยออกสลับยาว 60-90 ฟุต แล้วแต่ความสมบูรณ์ของกอ ปลายใบเรียวแหลม โคนก้านใบเป็นร่องปีหนึ่งๆ ผลิตใบใหม่ได้ไม่เกิน 3 ใบ อายุใบเพียง 2 ปีก็จะแห้งตาย



ภาพที่ 2.1 ทางใบและใบจาก

ผล - ผลของจากมีสีน้ำตาลเข้มอยู่รวมเป็นกระจุกแน่น เรียกว่า “โหม่งจาก” ดังภาพที่ 2.2 ที่ปลายผลลักษณะเป็นหนามแหลมสั้นและแข็งซึ่งเป็นยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ผลเป็นรูปสามเหลี่ยมภายในมีเมล็ดเดียว เนื้อเยื่อของผลเป็นเส้นใยคล้ายมะพร้าว มีช่องอากาศมาก ทำให้ลอยน้ำได้ใน 1 ทะลายของจากมีผลจำนวน 50-100 ผล เนื้อของจากมีสีขาวคล้ายมะพร้าว การเจริญเติบโตของต้นอ่อนเป็นแบบ viviparous คือ งอกก่อนผลจะหลุดจากต้น เป็นการงอกแบบ hypogeal ซึ่งจะเห็นใบแรกของต้นอ่อนดันผลจนหลุดจากทะลาย



ภาพที่ 2.2 ลูกจากหรือ “โหม่งจาก”

ต้นจากกอหนึ่งมีอายุได้ประมาณ 8-10 ปี ช่อหรือทะลายดอกขึ้นจากซอกกาบใบที่อายุปีเศษหรือสองปี มี 5-6 ไร่ ไร่กลางจะเป็นกระปุกเพศเมียประกอบด้วยดอกเพศเมียมากกว่า 70 ดอก ส่วนไร่หรือช่อดอกที่เหลือเป็นช่อดอกเพศผู้ซึ่งมีมากกว่า 10 ช่อ อยู่ล้อมรอบกระปุกดอกเพศเมีย ดอกเพศเมียบานก่อนดอกเพศผู้ 1-2 วัน ดอกเพศผู้ทำงานได้นานถึง 4-10 วัน ในปีหนึ่งต้นจากจะออกดอกเพียงทะลายเดียว

ประโยชน์ของต้นจากมีมากมาย ใบแก่ของจากใช้ทำดับจาก นำไปปรุงหลังคาและกรูฝาบ้าน ใช้ห่อขนมที่เรียกว่า ขนมจาก เส้นกลางใบย่อยที่เรียกว่า ก้านจาก ใช้ทำไม้กวาดเป็นที่นิยมกันมาก ยอดหรือใบอ่อนที่ยังไม่คลี่นำมาสับเป็นท่อน แกะออกเป็นใบๆ ผึ่งแดดแล้วลวกผิวใบ ส่วนนอกออกใช้มัดนบหรือสุบ ใบยอดเทศลาดตากแห้งแล้วสานเป็นภาชนะได้หลายอย่าง เช่น กระสอบ กระชูลี๊กและกระทงใส่ของ ยอดอ่อนใช้จิ้มน้ำพริก น้ำจากจันท่าน้ำตาลเมา แต่มีรสค่อนข้างเค็มจึงไม่นิยมนึ่ง ทำน้ำตาลปึกได้แต่ไม่ดีเท่าน้ำตาลปึกจากมะพร้าวและตาล กอจากใช้เป็นแนวกันดินพังทลายริมขายน้ํา(ไฟโรจน์ ผลประสิทธิ์, 2545)

2.1.2 น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease) (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

กากไขมัน (Fat Dreg) คือ น้ำมันและไขมันที่ปนอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งหากถูกระบายลงสู่ธรรมชาติโดยไม่ผ่านการบำบัดจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ เนื่องจากชั้นไขมันจะลอยปิดผิวน้ำ ทำให้ออกซิเจนจากอากาศ ไม่สามารถละลายถ่ายเทลงสู่ชั้นผิวน้ำด้านล่างได้ ยังผลให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีระดับลดลง ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งพืช สัตว์น้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และยังส่งผลให้แหล่งน้ำและบริเวณโดยรอบเกิดความเสื่อมโทรมลง และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบขยายเป็นบริเวณกว้างขึ้น นอกจากนี้ไขมันและน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียยังไปขัดขวางการทำงานของเครื่องมือ เครื่องจักร และโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้เกิดการอุดตันและขัดขวางการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ได้รับการออกแบบและประเมินไว้ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ผลกระทบของกากไขมัน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

น้ำมันและไขมัน เป็นสารอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติได้มาจากพืชและสัตว์ น้ำเสียจากร้านอาหารที่มีน้ำมันและไขมันปนเปื้อนส่วนใหญ่มาจากการประกอบอาหาร ได้ก่อให้เกิดปัญหาน้ำมันและไขมันปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมากโดยอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำผิวดินโดยตรงพารามิเตอร์ที่เป็นตัวชี้วัดองค์ประกอบของน้ำมันและไขมันที่ได้จากบ่อดักไขมันในร้านอาหารได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) สี (Color) ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil) และฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบน้ำมันและไขมันจากร้านอาหาร

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น
ความเป็นกรดต่าง (pH)	-	5-7
สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)	S/cm	300-2,500
สี (Color)	ADMI	60-700
ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN)	mg/L	9-106
กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)	%	0.02-85
ไขมันและน้ำมัน* (Grease and Oil)	g/kg wet	140-850
ไขมันและน้ำมัน** (Grease and Oil)	mg/L	14-38,000
ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus)	mg/L	0.13-100

ที่มา: ตัวอย่างน้ำเสีย ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีพวิศวกรรมและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) พ.ศ.2551(กรมคุ้มครองมลพิษ, 2551)

หมายเหตุ: *กรณีตัวอย่างกากไขมัน มีลักษณะเป็นตะกอน (Sludge)

**กรณีตัวอย่างกากไขมัน มีลักษณะเป็นของเหลว (Liquid)

น้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียจากร้านอาหารมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ร้านอาหาร โดยค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันในบ่อดักไขมันสำหรับร้านอาหารขนาดเล็ก (น้อยกว่า 100 ตารางเมตร) ขนาดกลาง (100-200 ตารางเมตร) และขนาดใหญ่ (มากกว่า 200 ตารางเมตร) เท่ากับ 1,300 2,400 และ 6,400 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ดังนั้นมวลแห้งเฉลี่ยของน้ำมันและไขมันจากร้านอาหารขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ เท่ากับ 1.5 4.2 และ 19.2 กิโลกรัม/วัน-ร้านตามลำดับ

2.1.2.1 ประเภทของร้านอาหารกับปริมาณกากไขมัน

ร้านอาหารสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามปริมาณกากไขมัน ดังนี้

1) ร้านอาหารทั่วไป มีปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นต่อวันประมาณ

2.5 กิโลกรัม/วัน

2) ร้านอาหารในโรงแรมมีปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นต่อวันประมาณ

2.5 กิโลกรัม/วัน

2.1.2.2 แนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านอาหาร

ในการลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ณ แหล่งกำเนิด และการส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีในการจัดการน้ำมันและไขมันจะช่วยลดปัญหาและผลกระทบต่อแหล่งน้ำสามารถทำได้ดังนี้

(1) การลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ณ แหล่งกำเนิด

- 1) ลดการใช้น้ำมันในการปรุงอาหาร
- 2) กวาดเศษอาหารออกจากภาชนะก่อนนำไปล้าง
- 3) แยกน้ำมันใช้แล้วใส่ภาชนะเพื่อนำไปกำจัด
- 4) ไม่เทน้ำมันใช้แล้วลงน้ำทิ้งหรือท่อระบายน้ำ

(2) การกำจัดน้ำมันและไขมันโดยใช้บ่อดักไขมัน

บ่อดักไขมัน เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกไขมันไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้ง ช่วยรักษาสภาพน้ำในขั้นต้น ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำทิ้ง การจัดการน้ำมันและไขมันโดยใช้บ่อดักไขมันเป็นวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากร้านอาหารและภัตตาคาร

2.1.2.3 หลักการทำงานของบ่อดักไขมัน

(1) น้ำเสียจะผ่านเข้ามาที่ตะแกรงดักเศษอาหาร ซึ่งทำหน้าที่แยกเศษอาหารที่ปะปนมากับน้ำเสีย

(2) น้ำเสียจากขั้นตอนแรกจะไหลผ่านมายังส่วนดักไขมัน โดยไขมันที่แยกตัวออกจากน้ำเสียจะลอยขึ้นเป็นชั้นเหนือน้ำ ซึ่งเราสามารถดักไขมันส่วนนี้ออกไปได้

(3) น้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะไหลเข้าสู่ถังบำบัดขั้นต่อไป ก่อนปล่อยน้ำเสียออกสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

2.1.2.4 รูปแบบบ่อดักไขมันสำหรับร้านอาหาร

บ่อดักไขมันที่นิยมใช้กันสำหรับในร้านอาหาร มี 3 แบบ ได้แก่

- (1) บ่อดักไขมันสำเร็จรูป
- (2) บ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์
- (3) บ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.1.2.5 แนวทางการจัดการกากไขมันจากบ่อดักไขมัน

เพื่อให้การจัดการน้ำมันและไขมันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพครอบคลุม และมีความสอดคล้องกันจึงควรมีการดำเนินการจัดการในลักษณะต่างๆ ที่สอดคล้องกันดังนี้

(1) การรวบรวมกากไขมันจากบ่อดักไขมันที่เหมาะสมคือควรให้เอกชนเข้ามาดำเนินการ เนื่องจากเป็นองค์กรที่มีความคล่องตัวสูง สามารถเข้าดำเนินการในพื้นที่ได้ทันที ทั้งนี้บริษัทเอกชนที่จะเข้ามาดำเนินการควรได้รับการขึ้นทะเบียนไว้กับเทศบาล เพื่อยืนยันการดำเนินการอย่างถูกต้องตามกฎหมาย อันรวมถึงการดำเนินงานที่ถูกต้องลักษณะของการรวบรวมกากไขมันหน่วยงานของเทศบาลมีความเหมาะสมรองลงมา เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการจัดเตรียมแผนอัตรากำลังคน รวมถึงงบประมาณที่ต้องใช้ทั้งหมดด้วย

(2) การแปรรูปกากไขมันจากบ่อดักไขมันโดยการแปรรูป ณ แหล่งกำเนิด

1) ร้านอาหารทั่วไป ไม่เหมาะกับการแปรรูป ณ แหล่งกำเนิด เพราะมีขนาดค่อนข้างเล็กไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับการแปรรูปมากนัก อีกทั้งปริมาณกากไขมันที่ได้มีปริมาณน้อยประมาณ 2.6 กิโลกรัมต่อวันจึงจำเป็นต้องมีการรวบรวมกากไขมันจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทอื่นร่วมด้วยเช่น บ้านเรือน หรือร้านอาหารที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกัน

2) ร้านอาหารในโรงแรม มีศักยภาพเพียงพอต่อการดำเนินการเอง เนื่องจากมีแรงงานและพื้นที่เพียงพอ อีกทั้งปริมาณกากไขมันที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ก็มีปริมาณมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดความคุ้มค่าได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ

(3) การกำจัดกากไขมันที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การรวบรวมกากไขมันเพื่อนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ อาจเกิดการปนเปื้อนของสารเคมี สารพิษ หรือความสกปรกอื่นๆ จนไม่สามารถนำกากไขมันเหล่านี้ไปแปรรูปได้ จึงต้องมีกระบวนการกำจัดกากไขมันด้วยวิธีการดังนี้

1) การฝังกลบในหลุมฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill) ทำได้โดยการนำกากไขมันไปฝังกลบด้วยกระบวนการตามหลักสุขาภิบาลในพื้นที่ที่ได้คัดเลือกอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อนของน้ำชะกากไขมันไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินซึ่งจะทำให้ต้นพืชขาดน้ำตาย เนื่องจากน้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านลงสู่ดินได้ และเกิดก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กระจายสู่อากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อนได้

2) เผาทำลายในเตาเผาที่ถูกต้องลักษณะในกรณีในพื้นที่นั้นๆ มีการกำจัดขยะแบบใช้เตาเผา และมีการติดตั้งส่วนดักจับควันพิษจากเตาเผาด้วย เนื่องจากกากไขมันมีสารระเหยในปริมาณสูง

2.1.2.6 แนวทางการนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์

การแปรรูปกากไขมันที่เหมาะสมกับแหล่งกำเนิดมลพิษกากไขมันที่ได้จากบ่อดักไขมันของแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เทียนหอมหรือเทียนแพนซี สบู่เหลวเพื่อการซักล้าง ไบโอดีเซล ปุ๋ยหมักและเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1) การทำเทียนหอมหรือเทียนแพนซีเพื่อการประดับตกแต่ง เริ่มจากการนำกากไขมันสกปรกไปทำความสะอาด โดยการต้ม ตกตะกอนและกรองเอาสิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด หลังจากนั้นนำไปผสมกับพาราฟิน สี และกลิ่นตามความต้องการ ทำการหล่อขึ้นรูปในแม่พิมพ์และตกแต่งเพื่อความสวยงาม การแปรรูปเทียนหอมหรือเทียนแพนซีจากกากไขมันเหมาะสมกับร้านอาหารทั่วไป เนื่องจากใช้กากไขมันปริมาณน้อยและร้านอาหารทั่วไปสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้เอง อีกทั้งเทียนหอมหรือเทียนแพนซีสามารถนำมาประดับตกแต่งในร้านอาหารได้

2) การทำสบู่เหลวเพื่อการซักล้างนำกากไขมันสกปรกที่ดักได้จากบ่อดักไขมัน ไปทำความสะอาดเช่นเดียวกับการทำเทียนหอมและเทียนแพนซี แล้วจึงนำกากไขมันไปผสมกับสารต่างจำพวกโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ น้ำสี และกลิ่น แล้วนำไปบรรจุลงขวด การแปรรูปสบู่เหลวเพื่อการซักล้างจากกากไขมันเหมาะสมกับร้านอาหาร โดยทั่วไป เนื่องจากใช้กากไขมันปริมาณน้อย และร้านอาหารทั่วไปสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้เอง อีกทั้งสบู่เหลวที่ได้สามารถนำมาใช้ล้างพื้นห้องน้ำในร้านอาหารได้

3) การทำไบโอดีเซลการผลิตไบโอดีเซลมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับวิธีการทำปฏิกิริยากับสารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ การทำปฏิกิริยาแบบเอสเทอร์ฟิเคชัน การทำปฏิกิริยาแบบทราน-เอสเทอร์ฟิเคชัน และแบบผสมโดยการทำปฏิกิริยาทั้งสองแบบต่อเนื่องกัน กรณีของการนำกากไขมันจากบ่อดักไขมันมาทำไบโอดีเซลพบว่า วิธีการที่เหมาะสมคือ การนำไปทำปฏิกิริยาแบบเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยที่ร้านอาหารในโรงแรมมีความเหมาะสมในการนำกากไขมันมาแปรรูปเป็นไบโอดีเซล เนื่องจากกากไขมันมีกากปริมาณมากรวมถึงความพร้อมทั้งในเรื่องกำลังคน และศักยภาพในการลงทุน

4) การทำปุ๋ยหมักการนำไปหมักทำปุ๋ย ทำได้โดยการผสมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น เศษหญ้า กาบมะพร้าว และมูลโคแห้งมีความเหมาะสมในการแปรรูปกากไขมันจากบ้านเรือน เนื่องจากมีปริมาณน้อยและไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดกากไขมัน

5) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งนำกากไขมันสกปรกผสมกับขี้เลื่อยหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น ผักตบชวา ชังข้าวโพด เปลือกทุเรียน ในอัตราส่วน 5:3 คลุกเคล้าให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน อัดให้เป็นแท่งและนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสนาน 6 ชั่วโมง โดยที่ร้านอาหารในโรงแรมมีความเหมาะสมในการแปรรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากไขมัน เนื่องจากมีกากไขมันปริมาณมาก รวมทั้งความพร้อมในเรื่องกำลังคนและศักยภาพในการลงทุน

2.1.2.7 การทำความสะอาดกากไขมันสกปรก

การแปรรูปกากไขมันเป็นเทียนหอมหรือเทียนแพนซี และสบู่เหลวสำหรับการซักล้างจำเป็นต้องทำความสะอาดกากไขมันก่อนนำไปแปรรูปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ โดยมีกระบวนการทำความสะอาดกากไขมันดังนี้

- 1) เทน้ำที่ขังรวมกับกากไขมันสกปรกออกทิ้ง
- 2) แยกสิ่งสกปรกหรือเศษอาหาร
- 3) ต้มกากไขมันสกปรกกับน้ำสะอาดประมาณ 30 นาที
- 4) กรองไขมันเหลวผ่านตะแกรงลวดพร้อมด้วยผ้าขาวบาง
- 5) ถ้าน้ำสะอาดที่แยกออกมาจากไขมันที่ต้มแล้วยังขุ่นอยู่ให้ทำการต้มไขมันกับน้ำสะอาดไปเรื่อยๆ จนน้ำที่แยกออกมามีสีใส
- 6) กากไขมันสะอาดพร้อมแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

2.2 ถ่านอัดแท่ง

“ถ่าน” เป็นเชื้อเพลิงที่มีใช้กันมายาวนาน ในปัจจุบันเรายังใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารประเภท ปิ้ง ย่าง ฯลฯ เมื่อหลายปีก่อนเราจะเคยได้ยินแต่ถ่านไม้เพียงเท่านั้น ซึ่งได้จากการนำแท่งฟืนไม้ มาเผาเป็นถ่าน แต่ด้วยพระอัจฉริยภาพอันยาวไกลของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระองค์ทรงเล็งเห็นเกี่ยวกับการขาดแคลนไม้ในอนาคต รวมทั้งพลังงานด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านน้ำมัน พระองค์ทรงมีพระราชดำริ ให้วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนน้ำมัน ตั้งแต่ราคาน้ำมันยังถูกๆ แต่ด้วยสายพระเนตรอันยาวไกลของพระองค์ท่าน จึงเกิดโครงการในพระราชดำริต่างๆมากมายในปัจจุบัน ในด้านการผลิตถ่าน พระองค์ทรงมีพระราชดำริในการนำวัสดุเหลือใช้เช่น ผักตบชวา มาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งเรียกว่า “เชื้อเพลิงเขียว” และถ่านจากกลบ ซึ่งปัจจุบันโครงการส่วนพระองค์ในสวนจิตรดา ก็มีโครงการเกี่ยวกับการผลิตถ่านอัดแท่งซึ่งเปิดให้ประชาชนทั่วไปเข้าเยี่ยมชม เพื่อจะได้นำความรู้ไปพัฒนาสำหรับการประกอบอาชีพให้เหมาะสมกับตนเองเพื่อความยั่งยืนอยู่ที่ยั่งยืนต่อไป (อุกฤษฏ์ โชคดี, 2557)

2.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถ่านอัดแท่ง

กรรมวิธีการผลิตหลักการผลิตถ่านอัดแท่งมี 2 วิธี คือ

(1) การอัดร้อน เป็นการอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านมาก่อน เมื่ออัดเป็นแท่งเสร็จแล้ว ค่อยนำเข้าเตาให้เป็นถ่านอีกครั้งหนึ่ง วัสดุที่สามารถผลิตโดยวิธีการอัดร้อนขณะนี้ มี 2 ชนิด คือ แกลบ และซีลี้อย เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อโดนอัดด้วยความร้อนจะมีสารในเนื้อของวัสดุยึดตัวมันเอง จึงทำให้สามารถยึดเกาะเป็นแท่งได้ โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน โดยที่เครื่องอัดต้องเป็นเครื่องอัดชนิดอัดร้อน ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

(2) การอัดเย็น เป็นการอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้ว แล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่นๆ โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมัน ถ้าวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว เมื่อผ่านการเผาแล้วต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อน แล้วค่อยนำมาผสมกับแป้งมันและน้ำในอัตราส่วนตามที่ต้องการ

2.2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง

วัสดุในการผลิตถ่านอัดแท่ง มีหลากหลายชนิด เช่น ชังข้าวโพด กะลามะพร้าว แกลบ ซีลี้อย ฟางข้าว ชานอ้อย ต้นมันสำปะหลัง เหง้ามันสำปะหลัง หญ้าคา หญ้าขจรจบ ไมยราบ ผักตบชวา ใบจามจุรี กะลาปาล์ม ต้นฝ้าย ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กากทานตะวัน เปลือกทุเรียน เศษถ่านหุงต้มที่เหลือใช้จากการใช้แล้ว ฯลฯ

2.2.3 ส่วนผสมของถ่านอัดแท่ง

- (1) ผงถ่าน 10 กิโลกรัม
- (2) แป้งมัน 0.5 กิโลกรัม
- (3) น้ำ 3 ลิตร

หมายเหตุ สามารถปรับเปลี่ยนส่วนผสมได้ ขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุ

2.2.4 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- (1) เครื่องบด (สำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว ชังข้าวโพด ฯลฯ)
- (2) เครื่องผสม สามารถใช้เครื่องผสมทั่วไปได้ หรือผสมมือก็ได้
- (3) เครื่องอัดแท่งถ่าน มี 2 ชนิด คือ แบบอัดร้อนและแบบอัดเย็น

2.2.5 คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

- (1) ให้ความร้อนสูงเนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
- (2) ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพเพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศาเซลเซียส
- (3) ทนนานสามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมดาถึง 2.5 – 3 เท่าประหยัดเพราะใช้ได้นานไม่แตกและไม่ดับเมื่อติดแล้ว
- (4) ไม่แตกปะทุอย่างถ่านไม้ทั่วไป
- (5) ไม่มีควันเนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- (6) ไม่มีกลิ่นเพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100 % ไม่ผสมสารเคมีใดๆ
- (7) ไม่ดับกลางคันแม้ว่าจะใช้ในในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อยๆ
- (8) ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

2.2.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557)

2.2.6.1 ถ่านอัดแท่ง

- (1) ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่งหรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน
- (2) บทนิยาม
 - 1) ถ่านอัดแท่งหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ชังข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่านอาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการหรือนำวัตถุดิบธรรมชาติเช่น แกลบ ชี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน
 - 2) ค่าความร้อนหมายถึงพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัมมีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม
- (3) คุณสมบัติที่ต้องการ
 - 1) ลักษณะทั่วไปในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกันมีสีดำสม่ำเสมอไม่เปราะอาจแตกหักได้บ้าง
 - 2) การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็นไม่มีควันและกลิ่น
 - 3) ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
 - 4) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม

2.2.6.2 ถ่านไม้หุงต้ม

(1) ขอบข่าย

1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านที่ได้จากการเผาไม้ ใช้สำหรับหุงต้มอาหาร

(2) บทนิยาม

1) ถ่านไม้หุงต้ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำไม้มาผ่านกระบวนการเผาจนกลายเป็นถ่านเพื่อนำมาใช้ในการหุงต้มอาหาร

2) ค่าความร้อน (calorific value) หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรี (แคลอรีต่อกรัม)

3) เถ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสถึง 750 องศาเซลเซียส

4) สารระเหย (volatile matter) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารระเหยที่ได้จากการเผาถ่านที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 7 นาที

(3) คุณสมบัติที่ต้องการ

1) ลักษณะทั่วไปต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่

2) ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

3) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 6,000 แคลอรีต่อกรัม

4) เถ้าต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

5) สารระเหยต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก

6) การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็นมีควันได้เล็กน้อย

2.2.7 ความรู้พื้นฐานในเรื่องการเผาถ่าน

เมื่อไม่ได้รับความร้อนจนกระทั่งมีอุณหภูมิสูงถึง 300 องศาเซลเซียสวัสดุจะลุกไหม้จนเกิดก๊าซการเผาไหม้จะดำเนินไปจนถึงที่สุด กล่าวคือจนกระทั่งเหลือแต่ขี้เถ้า แต่ถ้าถูกเผาในสภาพอากาศปิดหรือจำกัดอากาศ ไม้จะเปลี่ยนสภาพกลายเป็นถ่าน ซึ่งเป็นหลักการเบื้องต้นของถ่าน

ส่วนในข้อที่เกี่ยวข้องและผลกับการจะเผาถ่านให้ได้ถ่านที่ดี คือการให้ความร้อนสูงร้อนนาน ถ่านไม้กรอบแตกง่ายขึ้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับไม้ที่เป็นวัตถุดิบในการเผาถ่านแล้วยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเตาเผาถ่าน วิธีดำเนินการเผาถ่าน และทักษะความสามารถในการเผาถ่าน ดังต่อไปนี้

(1) การสร้างเตาเผาถ่าน

- 1) ควรจะเป็นรูปไข่ ซึ่งจะมีผลช่วยให้การกระจายความร้อนเป็นไปได้ดีทั่วกัน
- 2) ที่ตั้งของเตาเผาถ่าน ไม่ควรอยู่กลางแจ้ง ตากแดดตากฝน ตำแหน่งที่ใช้เป็นที่จุดไฟหน้าเตา ควรจะอยู่ต่ำกว่าพื้นเตา
- 3) ปล่องควันไฟในตอนล่าง ควรจะมีขนาดใหญ่กว่าตอนบนเพื่อป้องกันลมเข้าทางปล่องควันเตาสามารถได้รับการออกแบบให้สามารถควบคุมจำกัดปริมาณของอากาศภายในเตาได้ดี

(2) เตาเผาถ่านแบบถัง

- 1) ถังน้ำมัน 200 ลิตร
- 2) ท่อไยหิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว / ยาว 1 เมตร
- 3) สามทางปูน หรือไยหิน
- 4) อิฐมอญ 12 ก้อน
- 5) ดินหรือดินเหนียว
- 6) ทราาย
- 7) ซีเมนต์หรือปูนซีเมนต์ 1 กิโลกรัม
- 8) ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว ยาว 5 เมตร เจาะรู
- 9) กรวยรองน้ำฝน
- 10) ไม้หรือเศษวัสดุที่ใช้ป้องกันดินพัง
- 11) ดินหรือดินเหนียวผสมกับซีเมนต์ เพื่อใช้เป็นวัสดุเชื่อมข้อต่ออุดรอยรั่วและปิดหน้าเตาเมื่อถ่านสุก

(3) การเผาถ่าน

การเผาถ่านโดยใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นวิธีการเผาที่ง่ายที่สุด และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การเผาถ่านในแบบถังแดงในแต่ละครั้งจะได้ถ่านประมาณ 15 กก. และเก็บน้ำควันไม้ได้ถึง 5 ลิตร การติดตั้งสามารถทำได้ดังนี้

- 1) ตัดฝาถังด้านบนเพื่อใช้เป็นส่วนของฝาเตาที่สามารถเปิดปิดได้ เพื่อนำไม้เข้าไปในเตาและนำถ่านออกมาจากเตา
- 2) เจาะรูในส่วนที่เป็นฝาถัง ขนาดประมาณ 20x25 เซนติเมตร เพื่อทำหน้าที่เป็นปากเตา ใช้สำหรับปล่อยให้อากาศเข้า และเจาะรูด้านกันถังใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12 ซม. เพื่อที่จะสามารถติดตั้งสามทางปูนขนาด 4 นิ้ว ซึ่งจะใช้ต่อกับท่อไยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร

3) ขุดหลุมลึกขนาด 1/3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง เพื่อติดตั้งถังลงในหลุมตามแนวนอนและติดตั้งปล่องควัน และกลบตัวถังด้วยดินหรือทรายเพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อน

4) ตัดไม้ที่จะใช้เผาถ่าน มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. ยาวประมาณ 80 ซม. บรรจุใส่ถังในแนวนอนตามยาวของถังไม้ที่มีขนาดใหญ่ก็ควรจะผ่าเสียบก่อน

5) ปิดฝาถังให้แน่นหนาอุดรอยต่างๆ ด้วยดินเหนียวไม่ให้เป็นช่องทางให้อากาศเข้าได้ นอกจากทางปากเตา

6) จุดไฟที่ปากเตาเพื่อเริ่มต้นเผาถ่าน รัศมีตระวางตำแหน่งของกองไฟหน้าเตาไม่ให้เข้าไปใกล้เตาจนเกินไป ตำแหน่งที่เหมาะสมคือประมาณ 1 ฟุต ปล่อยให้ไอร้อนเท่านั้นที่ไหลเข้าไปในเตา

7) ดักเก็บน้ำส้มควันไม้ทางปล่องที่ควันออก โดยสังเกตจากสีของควัน

8) ควันที่เกิดจากการเผาถ่าน จะแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

- ควันสีขาว จะเป็นช่วงการระเหยของไอน้ำจากภายในเนื้อไม้

- อุณหภูมิที่ปากปล่องช่วงนี้อยู่ระหว่าง 82 – 120 องศาเซลเซียส

แต่การดักเก็บน้ำส้มควันไม้

- กำหนดให้เก็บในช่วงอุณหภูมิ 82 – 120 องศาเซลเซียส

ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยจากสารทาร์ (Tar)

9) เมื่อเวลาถ่านสุกให้สังเกตว่าไม่มีควันออกมาจากปากปล่องอีก ให้ทำการอุดปากเตาและปากปล่องด้วยดินเหนียวรวมทั้งรอยรั่วอื่นๆ จนควันไม่สามารถเล็ดลอดออกมาได้โดยเด็ดขาด

10) ทิ้งเตาไว้ 1 คืน เตาจะเย็นลงจนสามารถเปิดเตานำถ่านออกมาได้ในเช้าของวันถัดไป

11) ปกติการเผาถ่านด้วยเตาถังแบบนี้จะใช้เวลาประมาณ 6 – 8 ชั่วโมง

(4) การจุดไฟหน้าเตา

1) ก่อไฟหน้าเตาเพื่อให้ไอร้อนไหลเวียนเข้าไปในเตาซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการอบไม้ในเตาให้แห้ง

2) เพื่อให้ไม้ในเตาถูกอบให้แห้งอย่างทั่วถึง พร้อมเพรียงกันการให้ความร้อนจากหน้าเตาจึงควรค่อยเป็นค่อยไป ไม่เร่งรัดไหมไฟจนเกินไป

3) ช่วงจุดไฟหน้าเตานี้ควรจะใช้เวลาประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง สังเกตควันที่ปากปล่องจะมีสีขาว เนื่องจากการระเหยของความชื้นจากเนื้อไม้มาเป็นไอน้ำ

(5) การควบคุมเตา

1) เมื่อไม้ภายในเตาเริ่มลุกไหม้ เรียกได้ว่าเป็นขั้นตอนที่ไม้กลายเป็นถ่าน ควันหยุดเติมไฟจากภายนอก ลดช่องอากาศที่เข้าทางหน้าเตาให้เล็กน้อย ปล่อยให้เตาเผาไหม้ต่อไปด้วยความร้อนจากภายในเตาเท่านั้น

2) ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 3 – 4 วัน สังเกตดูจะเห็นว่าควันที่ปากปล่องเป็นสีเหลืองเป็นช่วงที่น้ำส้มควันไม้จะระเหยออกมาเหมาะสมที่จะดักเก็บน้ำส้มควันไม้ถ้าอุณหภูมิที่ปากปล่องอยู่ราวๆ 82 องศาเซลเซียส

(6) การปิดเตา

1) เมื่อถ่านเริ่มสุก ควันที่ปากปล่องจะเปลี่ยนสีอีกครั้งที่ไม้กำลังกลายเป็นถ่านอย่างสมบูรณ์ อุณหภูมิที่ปากปล่องจะสูงเกิน 120 องศาเซลเซียส

2) เมื่อควันที่ปากปล่องหมดไป เหลือแต่เพียงไอร้อน แสดงว่าถ่านสุกหมดแล้วจะต้องปิดปากเตาปล่องควันและรอยรั่วอื่นๆ ให้แน่นหนา ไม่ให้อากาศเข้าไปในเตาได้โดยเด็ดขาด (พรสถิตย ยงยีน, 2557)

2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาญยุทธ เทพพานิช (2552) ได้ทำการวิจัยการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากมันสำปะหลังและกากตะกอนน้ำทิ้งที่ได้จากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานแป่งมันสำปะหลังผสมกับชีวมวลที่นำออกจากแนวกันไฟในอัตราส่วนต่างๆ แล้วทำการศึกษาคูณสมบัติทางด้านกายภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งและนำมาเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดต่อการเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากนั้นนำถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นเชื้อเพลิงแต่ละแบบมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งานความร้อน ผลการวิจัยพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมันสำปะหลังผสมชีวมวลที่นำออกจากแนวกันไฟอัตราส่วน 8:2 มีความเหมาะสมที่สุดในการเป็นเชื้อเพลิง โดยมีค่าความร้อน 5,993 แคลอรีต่อกรัม ค่าคาร์บอนคงตัว ร้อยละ 62.61 ปริมาณเถ้า ร้อยละ 19.84 ความชื้นร้อยละ 2.28 สารระเหย ร้อยละ 14.27 และเมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงมาทดสอบการใช้งานความร้อนพบว่า ถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมันสำปะหลังผสมกากตะกอนน้ำทิ้งผสมชีวมวลที่นำออกจากแนวกันไฟ อัตราส่วน 2.5:2.5:5 มีประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนสูงสุด ร้อยละ 36 ใช้เวลาจุดติดไฟ 2.36 นาที เวลาการลุกไหม้ 67.66 นาที มีเถ้าเหลือจากการลุกไหม้ร้อยละ 51.22

สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และสิงห์แก้ว ปือกเท็ง (2548) การทำการพัฒนาถ่านอัดแท่ง และเปรียบเทียบการผลิตถ่านเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ ประเภท ชังข้าวโพดและไปไม้แห้ง และวัสดุอื่นๆ โดยผสมวัสดุเหลือใช้กับแป้งและน้ำในสัดส่วนต่างกัน ได้แก่ 93:4:3, 94:3:3, 95:3:2, 96:2:2 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบเพื่อหาระยะเวลาการเผาไหม้ทดสอบเวลาน้ำเดือด และทดสอบคุณสมบัติต่างๆ จากผลการทดลองพบว่าถ่านอัดแท่งที่ส่วนผสมต่างๆ กัน ได้ระยะเวลาในการให้ความร้อนถึงจุดเดือดของน้ำมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 43.75 – 44.25 นาที ส่วนระยะเวลาการเผาไหม้อยู่ในช่วง 3.06 – 3.08 ชั่วโมง

ศิริพรรณ บุตรมาตย์ และสุกาน นามคาน (2546) ได้ทำการศึกษาค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากฟางข้าว แกลบ มูลสุกร ชี้เลื่อย และฟางข้าวผสมกับแกลบ ฟางข้าวผสมกับมูลสุกร ฟางข้าวผสมกับชี้เลื่อย ในอัตราส่วนที่ต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ค่าพลังงานความร้อนของถ่านโดยชี้เลื่อยล้วน มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยมากที่สุด เป็น 7,496.99 แคลอรีต่อกรัม รองลงมาคือ ฟางข้าวผสมกับชี้เลื่อยในอัตราส่วน 30:70 มีค่าเป็น 6,949.17 แคลอรีต่อกรัม และมูลสุกรล้วน มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเป็น 4,405.67 แคลอรีต่อกรัม

สังเวย เสวกวิหารี (2555) ได้ทำการศึกษาศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดผลการทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่า มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,920 แคลอรีต่อกรัม มีอัตราการเผาไหม้ 11.80 กรัมต่อนาที ปริมาณคาร์บอนเสถียรร้อยละ 61.7 ปริมาณเถ้าร้อยละ 7 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่มีการแตกประทุ ติดไฟได้ดี ไม่มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีการบวมขณะใช้งาน

สำรวม โกศลานันท์ (2553) กากไขมันจากบ่อบำบัดน้ำเสีย และกากของกากไขมันซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากการสกัดเอาไขมันและน้ำมันออกจากกากไขมันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำของเสียทั้ง 2 ชนิด ไปใช้ประโยชน์โดยการนำไปผสมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้นำไปศึกษาในแง่ของพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาของผสม เมื่อทำการแปรผันปริมาณกากไขมัน และกากของกากไขมัน ตั้งแต่ 25% ถึง 75% ผสมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ แกลบ ชี้เลื่อย เหม่งมันสำปะหลังและชังข้าวโพด ซึ่งทำการบดละเอียดก่อนนำไปผสมผลการศึกษาพบว่ากากไขมันให้พลังงานความร้อน 13.706 ± 0.442 กิโลจูลต่อกรัม ส่วนกากของกากไขมันให้พลังงานความร้อนต่ำสุด เมื่อเทียบกับวัสดุทดสอบทั้งหมด คือ 11.311 ± 0.696 กิโลจูลต่อกรัมค่าความร้อนของของผสม

ระหว่างกากไขมันกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแปรผันตรงกับปริมาณกากไขมัน ส่วนค่าความร้อนของของผสมระหว่างกากของกากไขมันกับวัสดุที่เหลือและซังข้าวโพดแปรผันกับปริมาณกากของกากไขมัน ของผสมที่มีปริมาณกากไขมันและกากของกากไขมันตั้งแต่ 50% ขึ้นไป เริ่มมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวไม่รวมตัวเป็นก้อน

นันทน์ภัส สงค์ศิริกุล (2554) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับวัตถุดิบและกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งชนิดคุณภาพสูง ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งมี 4 ชนิด คือ กะละมะพร้าว ไม้โกกงาง ไม้ยางพารา และซังข้าวโพด ทำการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแบบเกลียว ผลการวิจัยพบว่าภาพโดยรวมของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตให้ค่าความร้อนสูง มีระยะเวลาเผาไหม้นาน ไม่มีควัน มีปริมาณเถ้าต่ำ โดยมีค่าความร้อนอยู่ที่ 6,848 แคลอรีต่อกรัม ระยะเวลาเผาไหม้อยู่ที่ 245 – 295 นาที ต่อถ่านอัดแท่ง 100 กรัม แล้วยังพบว่าถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว และถ่านอัดแท่งจากถ่านไม้โกกงาง เป็นถ่านที่มีประสิทธิภาพสูงมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์

วานิชโสภาสพ และคณะ(2550) ได้ทดลองผลิตถ่านอัดแท่งด้วยเศษวัสดุเหลือใช้ประเภทเปลือกถั่วลิสง เปลือกเมล็ดทานตะวัน และเปลือกถั่วลิสงผสมเปลือกเมล็ดทานตะวัน โดยใช้กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งด้วยขดลวดแบบเกลียวความร้อน จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าและทดสอบหาค่าคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ได้แก่ ค่าความชื้น สารระเหย ค่าความร้อน คาร์บอนคงตัว และปริมาณเถ้า

ผลจากการวิเคราะห์พบว่าถ่านจากเปลือกถั่วลิสงอัดแท่ง มีปริมาณสารระเหยน้อยที่สุดคือร้อยละ 69 ถ่านจากเปลือกเมล็ดทานตะวันอัดแท่งมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุดคือร้อยละ 2.6 และค่าความร้อนพบว่าถ่านจากเปลือกเมล็ดทานตะวันอัดแท่งมีค่าความร้อนมากที่สุด คือ 4,730 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

ชมธิตา ชื่นนิยม (2553) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษซังข้าวโพดซึ่งได้มาจากโรงงานผลิตเมล็ดพันธุ์พืชมามาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของซังข้าวโพด พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 8.12, ปริมาณสารระเหยได้ร้อยละ 71.03, ปริมาณเถ้าร้อยละ 3.19, ปริมาณคาร์บอนเสถียรร้อยละ 17.66 และค่าความร้อน 4,054.56 แคลอรีต่อกรัม จากนั้นนำจากนั้นนำข้าวโพดมาผสมกับตัวประสาน 4 ชนิด ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง, กากน้ำตาล, กากของเสียจากโรงงานกระดาษ และน้ำมันเครื่องใช้แล้วในสัดส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 แล้วจึงนำไปอัดแท่ง แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และการเผาไหม้ พบว่าการอัดแท่งซังข้าวโพดที่สัดส่วนร้อยละ 50 กับแป้งมันสำปะหลังมีความเหมาะสมในการอัดแท่ง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 รูปแบบการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยนำผงถ่านจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมันในอัตราส่วนที่กำหนด สำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยรวบรวมข้อมูลในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ ต้นจาก กากไขมัน คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดแท่ง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาศึกษาเพื่อวิเคราะห์ค่าความชื้น (Moisture Content), ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter), ปริมาณเถ้า (Ash), ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon), ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value), และประสิทธิภาพ การใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง อันเป็นนัยสำคัญของการศึกษา

3.2 วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการศึกษา

- 3.2.1 เตาเผาถ่าน
- 3.2.2 ตะแกรงลวด
- 3.2.3 คีมคีบ
- 3.2.4 ถังเหล็ก
- 3.2.5 เครื่องบดผงละเอียด
- 3.2.6 ตะแกรงร่อนแป้ง
- 3.2.7 ผ้าใบ
- 3.2.8 เครื่องชั่ง (Balance)
- 3.2.9 กะละมังพลาสติก
- 3.2.10 เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
- 3.2.11 ปีกเกอร์ขนาด 1,000 ml
- 3.2.12 แท่งแก้ว
- 3.2.13 ถังมือยาง
- 3.2.14 กระบอกลูกอัดแท่ง

- 3.2.15 ถาดอลูมิเนียม
- 3.2.16 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.2.17 เตาเผาความร้อนสูง (Muffle Furnace)
- 3.2.18 โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 3.2.19 ครุชีเบิล (Crucible Porcelain)
- 3.2.20 เตาอังไถ่
- 3.2.21 หม้ออลูมิเนียม
- 3.2.22 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.3.1 การเตรียมวัสดุดิบ

3.3.1.1 การเตรียมเปลือกจาก

(1) นำเปลือกจากที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไปตากแดดเพื่อลดความชื้น เป็นระยะ 7 วัน ดังภาพที่ 3.1 หลังจากนั้นเปลือกจากจะมีลักษณะแห้งสนิท มีน้ำหนักน้อยลง และสีของเปลือกมีความเข้มขึ้นจนสังเกตได้อย่างชัดเจน ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.1 เปลือกจากสด



ภาพที่ 3.2 เปลือกลูกจากที่ตากแดดเป็นระยะเวลา 7 วัน

3.3.1.2 การเตรียมกากไขมัน

(1) ตักกากไขมันจากถังดักไขมันในโรงอาหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ ดังภาพที่ 3.3 นำไปตากแดดเป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน ดังภาพที่ 3.4 หลังจากนั้นกากไขมันจะแข็งตัวและมีลักษณะเป็นเนื้อครีม ถือว่าสามารถนำมาใช้ได้



ภาพที่ 3.3 กากไขมันจากถังดักไขมัน



ภาพที่ 3.4 การตากกากไขมัน

3.3.2 การเผาเปลือกลูกจาก

3.3.2.1 เตาเผาที่ใช้ในการศึกษา เป็นเตาเผาแบบถังน้ำมัน 200 ลิตร (มีฝาปิด-เปิด) และมีช่องสำหรับใส่เชื้อเพลิง ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เตาเผาเปลือกลูกจาก

3.3.2.2 นำตะแกรงลวดไว้ในเตาเผา เพื่อที่จะได้มีพื้นที่ด้านล่างตะแกรงไว้สำหรับใส่เชื้อเพลิง หลังจากนั้นนำเปลือกลูกจากที่ตากแดดแล้วมาวางไว้บนตะแกรง ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 การเตรียมเปลือกลูกจากสำหรับเผา

3.3.2.3 นำเศษไม้ที่เป็นเชื้อเพลิงมาจุดจนติดไฟแล้วดันเข้าไปในเตาเผาบริเวณด้านล่างของตะแกรงที่วางเปลือกลูกจาก และพัดจนกว่าเปลือกลูกจากจะติดไฟลุกไหม้ทั่วทั้งตะแกรง เมื่อเปลือกลูกจากติดไฟทั่วแล้วให้ปิดฝาเตา และนำก้อนอิฐมาปิดช่องใส่เชื้อเพลิง ปล่อยให้ประมาณ 20 นาที ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ปิดฝาเตาและปิดช่องใส่เชื้อเพลิง

3.3.2.4 เมื่อครบ 20 นาที เปิดฝาเตา ดังภาพที่ 3.8 นำเปลือกลูกจากออกมาพักไว้ในถังเหล็กที่มีฝาปิด เพื่อควบคุมออกซิเจนแล้วปล่อยให้เย็นลง ดังภาพที่ 3.9 หลังจากนั้นจะได้ ถ่านเปลือกลูกจากลักษณะสีดำและมีน้ำหนักเบา



ภาพที่ 3.8 ลักษณะของเปลือกลูกจากหลังการเผา



ภาพที่ 3.9 ถังเหล็กที่มีฝาปิด

3.3.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วจากผสมกากไขมัน

3.3.3.1 นำถ่านเปลือกถั่วจากที่ได้จากการเผา มาบดด้วยเครื่องบดผงละเอียดจนเป็นผงถ่าน ดังภาพที่ 3.10 แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้งเพื่อคัดขนาด ส่วนที่เหลืออยู่ในตะแกรงให้นำไปบดซ้ำอีกครั้ง ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.10 เครื่องบดผงละเอียด

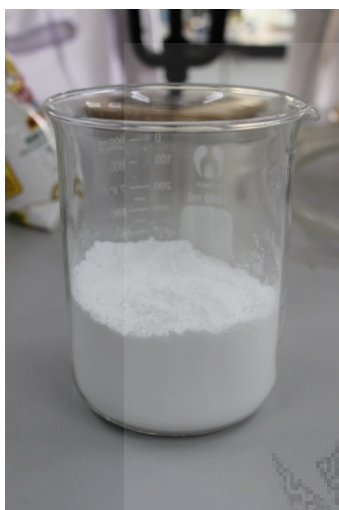


ภาพที่ 3.11 การร่อนผงถ่านผ่านตะแกรงร่อนแป้ง

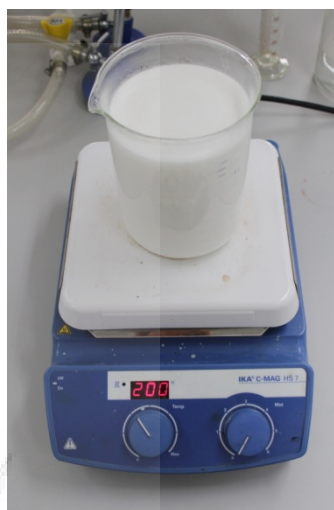


ภาพที่ 3.12 ผงถ่านเปลือกถั่วจาก

3.3.3.2 เตรียมตัวประสานกาวแป้งเปียกโดยใช้แป้งมันผสมน้ำร้อนเป็นตัวประสาน ในอัตราส่วน แป้งมัน 200กรัม ในน้ำ850ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.13 คนให้ละลายเข้ากัน จนกลายเป็นกาวแป้งเปียก ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.13 แป้งมัน 200 กรัม



ภาพที่ 3.14 การคนแป้งมันให้ละลายในน้ำร้อน



ภาพที่ 3.15 กาวแป้งเปียก

3.3.3.3 ผสมผงถ่านกับกากไขมันในอัตราส่วนต่างๆ ตามสูตรที่กำหนด ซึ่งมีทั้งหมด 3 สูตร ได้แก่ ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนวัตถุดิบที่กำหนด

ผงถ่าน (กิโลกรัม)	กากไขมัน (กิโลกรัม)
1	0
1	0.1
1	0.3

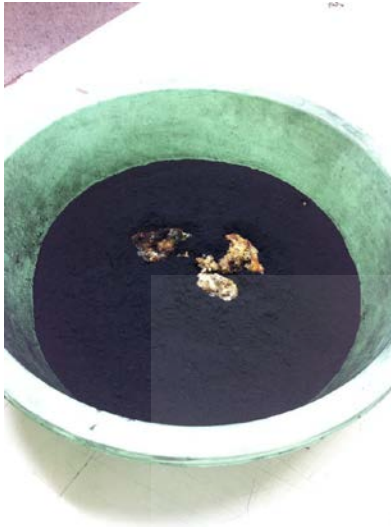
เมื่อผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดแล้วเทกาวแบ่งเปียกที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ ในสูตรที่ไม่ใส่กากไขมันได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจำนวน 45 ก้อน สูตรที่ใส่กากไขมัน 0.1 กิโลกรัม ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจำนวน 52 ก้อน และสูตรที่ใส่กากไขมัน 0.3 กิโลกรัม ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจำนวน 56 ก้อน หลังจากนั้นนำเชื้อเพลิงอัดแท่งไปตากแดดให้แห้งสนิทใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ดังภาพที่ 3.16 - 3.23



ภาพที่ 3.16 ชั่งผงถ่านตามอัตราส่วนที่กำหนด



ภาพที่ 3.17 ชั่งกากไขมันตามอัตราส่วนที่กำหนด



ภาพที่ 3.18 นำส่วนผสมมารวมกัน



ภาพที่ 3.19 ทำการคลุกเคล้าส่วนผสมและตัวประสาน



ภาพที่ 3.20 ลักษณะของส่วนผสมที่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน



ภาพที่ 3.21 อัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดมือ



ภาพที่ 3.22 การอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ



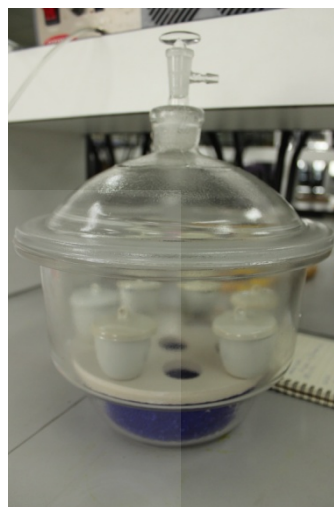
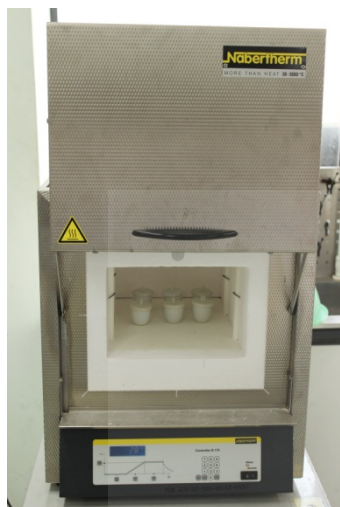
ภาพที่ 3.23 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่พร้อมนำไปตากแดด

3.3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การวิเคราะห์หาค่าความชื้น, ปริมาณสารระเหยได้, ปริมาณเถ้าและปริมาณคาร์บอนคงตัว จะใช้วิธีการทดสอบของ ASTM D-1762-84 (Reapproved 2007) ส่วนค่าความร้อนวิเคราะห์ โดยเทคนิค Gross Calorific Value (High Heating Value) จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

3.3.4.1 การวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Content)

(1) นำครุชีเบลพร้อมปิดฝาเข้าเตาเผาความร้อนสูงด้วยอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ดังภาพที่ 3.24 แล้วนำมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.25 หลังจากนั้นนำครุชีเบลไปชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 3.24 นำครุชิวเบลเข้าเตาเผาความร้อนสูง ภาพที่ 3.25 นำครุชิวเบลไปพักในโถดูดความชื้น

(2) นำครุชิวเบลที่ซั่งน้ำหนักแล้วมาใส่ตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งปริมาณ 1 กรัม ดังภาพที่ 3.26 ซึ่งปริมาณของตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งไม่ควรเกิน 1 ± 0.1 กรัม หลังจากนั้น นำเข้าตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.27 แล้วนำมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงค่อยซั่งน้ำหนักและคำนวณหาค่าความชื้น โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100$$

โดยกำหนดให้

A = กรัมของตัวอย่างแห้งที่ใช้

B = กรัมของตัวอย่างหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.26 ชั่งตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งใส่ครุชชีเบล



ภาพที่ 3.27 นำครุชชีเบลเข้าตู้อบลมร้อน

3.3.4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter)

(1) นำครุชชีเบลที่หาค่าความชื้นแล้ว เข้าเตาเผาความร้อนสูงด้วยอุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที แล้วนำมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำครุชชีเบลไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณสารระเหยง่าย โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณสารระเหยได้(ร้อยละ)} = \left(\frac{B - C}{B} \right) \times 100$$

โดยกำหนดให้

B = กรัมของตัวอย่างหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

C = กรัมของตัวอย่างหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

3.3.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Ash)

(1) นำครุชชีเบลที่หาค่าปริมาณสารระเหยง่ายแล้ว เข้าเตาเผาความร้อนสูงด้วยอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำครุชชีเบลไปชั่งน้ำหนัก

(2) หลังจากชั่งน้ำหนักแล้ว นำเข้าเตาเผาความร้อนสูงด้วยอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเป็นการยืนยันน้ำหนักของตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก แล้วนำมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำครุชชีเบลไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาค่าปริมาณเถ้า โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า(ร้อยละ)} = \left(\frac{D}{B} \right) \times 100$$

โดยกำหนดให้

B = กรัมของตัวอย่างหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

D = กรัมของตัวอย่างหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

3.3.4.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)

(1) คำนวณหาค่าปริมาณคาร์บอนคงตัว โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณคาร์บอนคงตัว(ร้อยละ)} = 100 - \text{ค่าความชื้น} - \text{ค่าปริมาณสารระเหยได้} - \text{ค่าปริมาณเถ้า}$$

3.3.4.5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

นำถ่านอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมันที่ตากแดดจนแห้งสนิทมาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มโดยทดสอบการต้มน้ำซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝาปิดเตาอั้งโล่ใช้น้ำ ประมาณ 2 ลิตร หรือ 1,992.13 กรัม และน้ำหนักถ่านอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน 500 กรัม ทำการทดลองในห้องที่ไม่มีลมพัดสังเกตการณ์แตกปะทุของถ่าน ปริมาณควันของถ่านขณะติดไฟวัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือดแล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝาม้อจากนั้นปล่อยให้ น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที (สังเวย เสวกวิหารี, 2555 อ้างจาก จิระพงษ์ คูหากาญจน์, 2550) ดังภาพที่ 3.28 - 3.31

คำนวณอัตราการเผาไหม้และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งานจากสูตร} = \frac{Hu = [MC_p(T_2 - T_1)] + [(M - M_1)L]}{(M_f H_1 + M_k H_2)} \times 100$$

โดยกำหนดให้

Hu	=	ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)
M	=	น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
M ₁	=	น้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
M _f	=	น้ำหนักเชื้อเพลิง (ถ่านอัดแท่งเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน)
M _k	=	น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้กิ่งไม้แห้ง)
C _p	=	ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี / กรัม
T ₁	=	อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)
T ₂	=	อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)
L	=	ความร้อนแฝงของน้ำเท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม
H ₁	=	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ถ่านอัดแท่งเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน)
H ₂	=	ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรี/กรัม



ภาพที่ 3.28 ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงอัดแท่ง



ภาพที่ 3.29 วัดอุณหภูมิของน้ำ



ภาพที่ 3.30 ปล่อยให้ น้ำเดือด 30 นาที



ภาพที่ 3.31 ปล่อยให้เชื้อเพลิงดับเป็นถ้ำ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์

ในการทดลองของโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมันเปรียบเทียบกับถ่านไม้ตามท้องตลาด โดยได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง ซึ่งประกอบด้วย ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value), ค่าความชื้น (Moisture Content), ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter), ปริมาณเถ้า (Ash Content), ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) และประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

จากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน ผลการศึกษาพบว่าลักษณะของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 กิโลกรัม สามารถอัดเป็นแท่งทรงกระบอกเนื้อเนียนเป็นสีดำสนิททั้งก้อน เมื่อตากแดดจนแห้งเป็นเวลา 5 – 7 วัน ทดลองใช้มือบีบก้อนเชื้อเพลิงพบว่าก้อนเชื้อเพลิงแข็ง คงรูปไม่แตกหัก ดังภาพที่ 4.1 – 4.3 ซึ่งในอัตราส่วนที่ 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 24.34, 22.57 และ 26.19 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

อัตราส่วนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง (กิโลกรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อน(กรัม) ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1:0	24.34±0.50
1:0.1	22.57±2.17
1:0.3	26.19±1.22



ภาพที่ 4.1 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0 กิโลกรัม



ภาพที่ 4.2 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.1 กิโลกรัม



ภาพที่ 4.3 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.3 กิโลกรัม

4.1.2 คุณสมบัติทางด้านพลังงาน

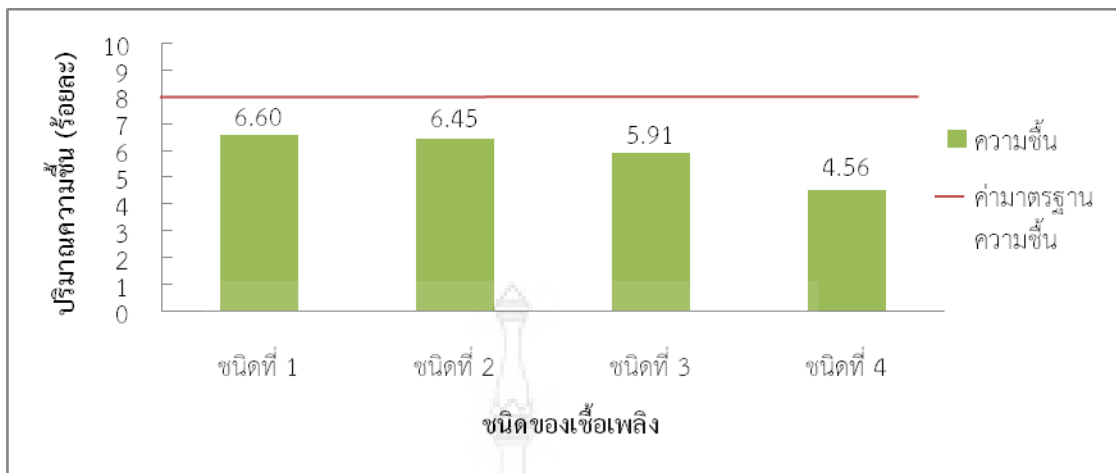
4.1.2.1 ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

ปริมาณความชื้นมีผลต่อค่าความร้อนโดยตรง ซึ่งถ้าเชื้อเพลิงอัดแท่งมีความชื้นมากจะทำให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับการระเหยในระหว่างการเผาไหม้ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ลดต่ำลง จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าในอัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยที่ร้อยละ 6.60 ± 0.35 , 6.45 ± 0.02 และ 5.91 ± 0.13 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนถ่านไม้ตามท้องตลาดมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยที่ร้อยละ 4.56 ± 0.16 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับ	อัตราส่วนของเปลือกลูกจากต่อกากไขมัน	ค่าความชื้น	ค่าความชื้นเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชนิดที่ 1	1:0	6.40	6.60 ± 0.35
		6.39	
		7.01	
ชนิดที่ 2	1:0.1	6.47	6.45 ± 0.02
		6.45	
		6.44	
ชนิดที่ 3	1:0.3	5.98	5.91 ± 0.13
		5.98	
		5.76	
ชนิดที่ 4	ถ่านไม้ตามท้องตลาด	4.57	4.56 ± 0.16
		4.39	
		4.71	

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทถ่านอัดแท่ง ของกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า ต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร รวมถึงถ่านไม้ตามท้องตลาด พบว่าค่าที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 ชนิดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

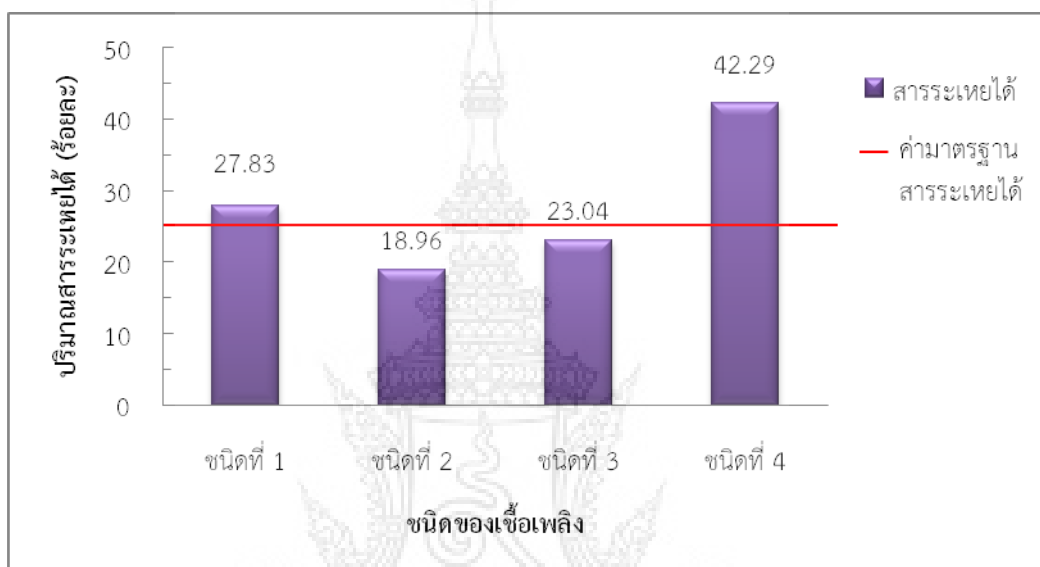
4.1.2.2 ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter)

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีปริมาณสารระเหยได้สูง จะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย จากการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าในอัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 มีปริมาณสารระเหยได้เฉลี่ยที่ร้อยละ 27.83 ± 4.99 , 18.96 ± 0.38 และ 23.04 ± 1.51 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนถ่านไม้ตามท้องตลาดมีปริมาณสารระเหยได้เฉลี่ยที่ร้อยละ 42.29 ± 2.93 โดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับ	อัตราส่วนของเปลือกลูกจากต่อกากไขมัน	ปริมาณสารระเหยง่าย	ปริมาณสารระเหยง่ายเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชนิดที่ 1	1:0	28.05	27.83 ± 4.99
		22.74	
		32.70	
ชนิดที่ 2	1:0.1	19.07	18.96 ± 0.38
		19.27	
		18.54	
ชนิดที่ 3	1:0.3	22.09	23.04 ± 1.51
		24.78	
		22.23	
ชนิดที่ 4	ถ่านไม้ตามท้องตลาด	42.42	42.29 ± 2.93
		45.16	
		39.29	

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทถ่านอัดแท่ง ของกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่าต้องมีปริมาณสารระเหยได้ไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก และจากการวิเคราะห์ ปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร รวมถึงถ่านไม้ตามท้องตลาด พบว่าค่าที่ได้จากการทดลอง ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 มีปริมาณสารระเหยได้เกินค่ามาตรฐาน ส่วนชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

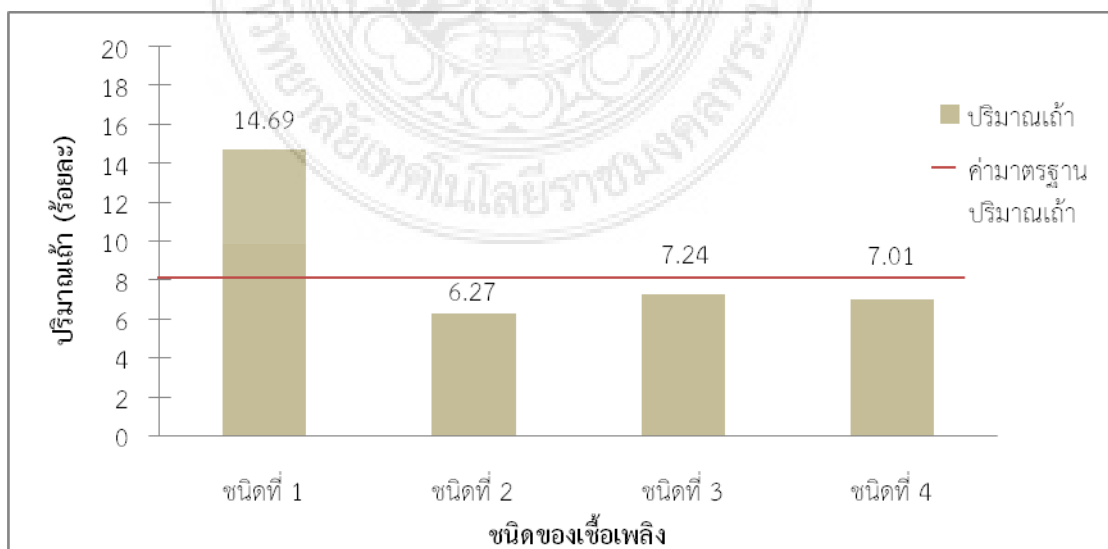
4.1.2.3 ปริมาณเถ้า (Ash)

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีปริมาณเถ้ามาก จะเป็นปัญหาในการเผาไหม้และเพิ่มความยุ่งยากในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าในอัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 มีปริมาณเถ้าเฉลี่ยที่ร้อยละ 14.69 ± 3.83 , 6.27 ± 0.82 และ 7.24 ± 1.72 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนถ่านไม้ตามท้องตลาดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยที่ร้อยละ 7.01 ± 0.29 โดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับ	อัตราส่วนของเปลือกถูจากต่อกากไขมัน	ปริมาณเถ้า	ปริมาณเถ้าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชนิดที่ 1	1:0	15.38	14.69 \pm 3.83
		10.57	
		18.13	
ชนิดที่ 2	1:0.1	6.07	6.27 \pm 0.82
		7.17	
		5.56	
ชนิดที่ 3	1:0.3	5.99	7.24 \pm 1.72
		9.21	
		6.53	
ชนิดที่ 4	ถ่านไม้ตามท้องตลาด	6.83	7.01 \pm 0.29
		7.34	
		6.85	

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทถ่านอัดแท่ง ของกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า ต้องมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และจากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร รวมถึงถ่านไม้ตามท้องตลาด พบว่าค่าที่ได้จากการทดลอง ชนิดที่ 1 มีปริมาณเถ้าเกินค่ามาตรฐาน ส่วนชนิดที่ 2 ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4 มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

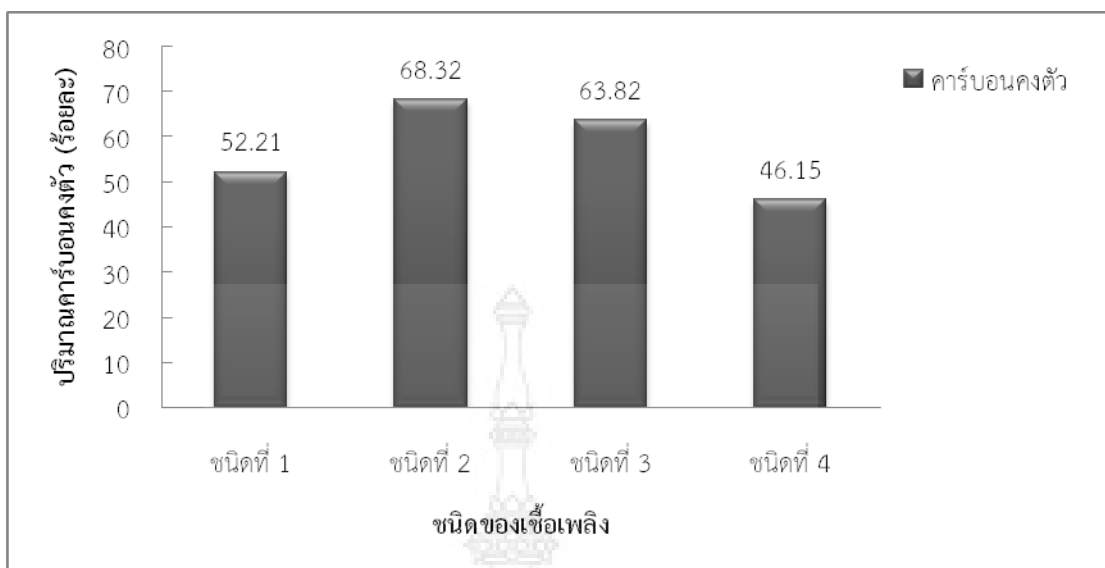
4.1.2.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะมีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้นาน จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าในอัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 มีปริมาณคาร์บอนคงตัวเฉลี่ยที่ร้อยละ 50.88 ± 9.09 , 68.32 ± 1.18 และ 63.82 ± 3.29 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนถ่านไม้ตามท้องตลาดมีปริมาณถ่านเฉลี่ยที่ร้อยละ 46.15 ± 3.01 โดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับ	อัตราส่วนของเปลือกจากต่อกากไขมัน	ปริมาณคาร์บอนคงตัว	ปริมาณถ่านเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชนิดที่ 1	1:0	50.17	50.88 ± 9.09
		60.31	
		42.16	
ชนิดที่ 2	1:0.1	68.39	68.32 ± 1.18
		67.12	
		69.47	
ชนิดที่ 3	1:0.3	65.94	63.82 ± 3.29
		60.03	
		65.49	
ชนิดที่ 4	ถ่านไม้ตามท้องตลาด	46.18	46.15 ± 3.01
		43.12	
		49.14	

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร รวมถึงถ่านไม้ตามท้องตลาด พบว่าค่าที่ได้จากการทดลอง ชนิดที่ 2 มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงที่สุด ส่วนชนิดที่ 4 มีปริมาณคาร์บอนคงตัวต่ำที่สุด ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

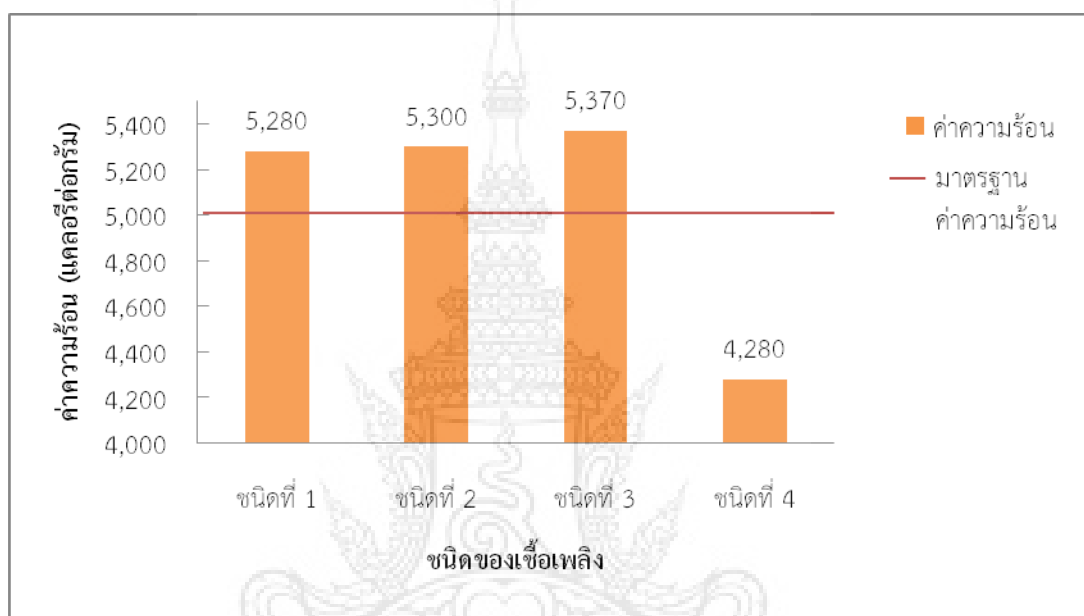
4.1.2.5 ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value)

ค่าความร้อนมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ต้มน้ำจนเดือด ซึ่งถ้าเชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าร้อนมากระยะเวลาที่ใช้ต้มน้ำเดือดก็จะสั้นลงด้วย จากการวิเคราะห์ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าในอัตราส่วน 1:0, 1:0.1 และ 1:0.3 มีค่าความร้อนที่ร้อยละ 5,280, 5,300 และ 5,370 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนถ่านไม้ตามท้องตลาดมีค่าความร้อนที่ร้อยละ 4,280 แคลอรีต่อกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับ	อัตราส่วนของเปลือกลูกจากต่อกากไขมัน	ค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)
ชนิดที่ 1	0:1	5,280
ชนิดที่ 2	0:0.1	5,300
ชนิดที่ 3	0:0.3	5,370
ชนิดที่ 4	ถ่านไม้ตามท้องตลาด	4,280

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทถ่านอัดแท่ง ของกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า ต้องมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม และจากการวิเคราะห์ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร รวมถึงถ่านไม้ตามท้องตลาด พบว่าค่าที่ได้จากการทดลอง ชนิดที่ 4 มีค่าความร้อนไม่ผ่านค่ามาตรฐาน ส่วนชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

4.1.2.6 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ค่าประสิทธิภาพการใช้งานเป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่สามารถตรวจสอบได้ว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการนำไปใช้งานหรือไม่ จากการวิเคราะห์ พบว่าในอัตราส่วน 1:0 มีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมด 115 นาที สามารถทำให้น้ำเดือดได้ในระยะเวลา 25 นาที และได้ปริมาณของน้ำที่ระเหยไป 488.02 กรัม โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่มีการแตกปะทุของถ่าน ไม่มีควัน สามารถติดไฟได้ดี ในส่วนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0.1 มีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมด 80 นาที สามารถทำให้น้ำเดือดได้ในระยะเวลา 15 นาที และได้ปริมาณของน้ำที่ระเหยไป 538.49 กรัม โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีปริมาณควันเล็กน้อย สามารถติดไฟได้ดี และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0.3 มีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมด 90 นาที สามารถทำให้น้ำเดือดได้ในระยะเวลา 10 นาที และได้ปริมาณของน้ำที่ระเหยไป 479.88 กรัม โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีปริมาณควันมาก สามารถติดไฟได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 4.7

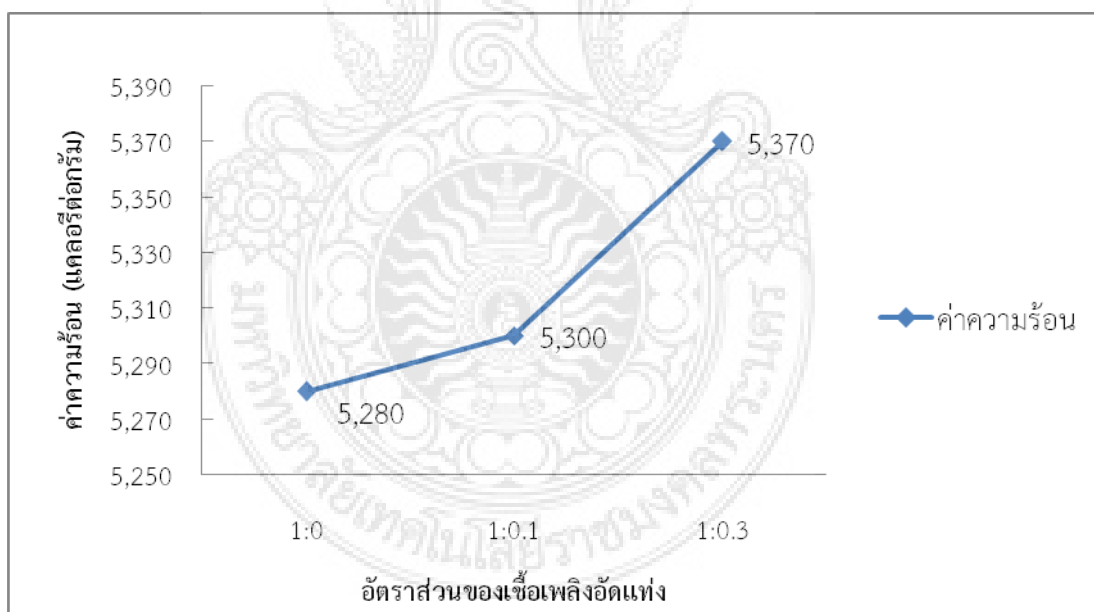
ตารางที่ 4.7 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ค่าที่ใช้ในการคำนวณและผลที่ได้รับ	อัตราส่วนของเปลือกกลูจากต่อกากไขมัน		
	1:0	1:0.1	1:0.3
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)	488.02	538.49	479.88
ระยะเวลาดมน้ำจนน้ำเดือด (นาที)	25	15	10
ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมด (นาที)	115	80	90
อัตราการเผาไหม้ (กรัมต่อนาที)	4.36	6.27	5.56
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน (ร้อยละ)	14.04	10.31	13.30
การแตกปะทุของถ่าน	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ปริมาณควัน	ไม่มีควัน	มีควัน	มีควันมาก
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี

4.2 การอภิปรายผล

4.2.1 ปัจจัยของกากไขมันที่มีผลต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

กากไขมันที่ได้จากบ่อดักไขมันของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีน้ำมันและไขมันเป็นส่วนประกอบสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ จากการวิเคราะห์ค่าความร้อนผลที่ได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณของกากไขมันที่ผสมอยู่ในเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0 ซึ่งไม่ได้ผสมกากไขมัน มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,280 แคลอรีต่อกรัม เชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.1 ซึ่งมีกากไขมัน 100 กรัมต่อกิโลกรัม มีค่าความร้อน 5,300 แคลอรีต่อกรัม และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 1:0.3 ซึ่งมีกากไขมัน 300 กรัมต่อกิโลกรัมมีค่าความร้อน 5,370 แคลอรีต่อกรัม จากการศึกษาทำให้ทราบว่า ปริมาณของกากไขมันเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าความร้อน เมื่อมีปริมาณกากไขมันมากค่าความร้อนก็จะสูงขึ้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของนายสำรวม โกศลานันท์ ที่ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงจากกากไขมันและกากของกากไขมันกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งพบว่ามีค่าความร้อนสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกากไขมัน ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณกากไขมันที่มีผลต่อค่าความร้อน

4.2.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตกับถ่านไม้ตามท้องตลาด

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมันที่อัตราส่วนต่างๆ เมื่อนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับถ่านไม้ตามท้องตลาด พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตรมีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านไม้ตามท้องตลาดซึ่งถ่านไม้ตามท้องตลาดมีค่าความร้อนอยู่ที่ 4,280 แคลอรีต่อกรัม สำหรับประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร มีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าถ่านไม้ตามท้องตลาด ทั้งในด้านระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมด ซึ่งถ่านไม้ตามท้องตลาดมีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมด 50 นาที (สังเวศ เสวกวิหารี, 2556) แต่เชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 3 สูตร มีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมดนานกว่า 50 นาที และเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถติดไฟได้ดีกว่า และไม่มีการแตกปะทุของถ่านซึ่งต่างจากถ่านไม้ตามท้องตลาดที่มีการแตกปะทุของถ่าน



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมันเพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกลูกจากที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และกากไขมันที่เป็นของเสียจากครัวเรือน มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้จากธรรมชาติ ผู้วิจัยสามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยสูตรที่มีอัตราส่วน 1:0.3 มีค่าความชื้นน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 5.91 โดยน้ำหนัก และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0 มีค่าความชื้นมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 6.60 โดยน้ำหนัก

5.1.2 ปริมาณสารระเหยได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยสูตรที่มีอัตราส่วน 1:0 มีปริมาณสารระเหยได้มากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 27.83 โดยน้ำหนัก และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0.1 มีปริมาณสารระเหยได้น้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 18.96 โดยน้ำหนัก

5.1.3 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยสูตรที่มีอัตราส่วน 1:0.1 มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 6.27 โดยน้ำหนัก และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0 มีปริมาณเถ้ามากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 14.69 โดยน้ำหนัก

5.1.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยสูตรที่มีอัตราส่วน 1:0.1 มีปริมาณคาร์บอนคงตัวมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 68.32 โดยน้ำหนัก และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0 มีปริมาณคาร์บอนคงตัวน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 52.22 โดยน้ำหนัก

5.1.5 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยสูตรที่มีอัตราส่วน 1:0.3 มีค่าความร้อนมากที่สุดอยู่ที่ 5,370 แคลอรีต่อกรัม และเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีอัตราส่วน 1:0 มีค่าความร้อนน้อยที่สุดอยู่ที่ 5,280 แคลอรีต่อกรัม

5.1.6 ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ทั้ง 3 สูตร มีประสิทธิภาพที่ดี สามารถนำไปใช้งานได้ดีกว่าถ่านไม้ตามท้องตลาด เนื่องจากไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีการติดไฟได้ดี มีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งหมดนานกว่าถ่านไม้ตามท้องตลาด และมีค่าความร้อน, ค่าความชื้น, ปริมาณสารระเหยได้, ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์บอนคงตัว อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ประเภทถ่านอัดแท่งกำหนดไว้ ซึ่งเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสมกับการใช้งานหุงต้มในครัวเรือนมากที่สุด คือ เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่มีส่วนผสมของกากไขมัน เนื่องจากไม่มีเขม่าควันรบกวนในระหว่างการใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการเผาเปลือกลูกจาก ไม่ควรใช้เตาเผาที่มีขนาดใหญ่เกินกับปริมาณเปลือกลูกจากที่เผาในแต่ละครั้ง เพื่อสะดวกต่อการควบคุมออกซิเจน และปริมาณถ่านที่ได้หลังจากการเผา

5.2.2 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตได้ ควรตากแดดให้แห้งสนิทก่อนนำมาใช้งาน เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดควันขณะใช้งาน

5.2.3 ควรศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพกากไขมันก่อนนำมาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดปริมาณเขม่าควันรบกวนในระหว่างการใช้งาน

5.2.4 ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ควรศึกษาปัจจัยด้านอุณหภูมิและฤดูกาล

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2551. คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับบ้านเรือน. ที่คิวพี, กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2551. คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับร้านอาหาร. ที่คิวพี, กรุงเทพมหานคร.
- ชมธิดา ชื่นนิยม 2553. “การศึกษาการเพิ่มมูลค่าของขังข้าวโพดโดยการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง.” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. (ภาควิชาวิศวกรรมเคมี). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชาญยุทธ เทพพานิช. 2552. “การผลิตและทดสอบคุณสมบัติของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากมันสำปะหลังและกากตะกอนน้ำทิ้งที่ได้จากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานแป่งมันสำปะหลัง.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต.(สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2544. ต้นจาก...พืชเศรษฐกิจของป่าชายเลน. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.
- นันทน์ภัส สงค์ศิริกุล 2554. “การผลิตถ่านอัดแท่งชนิดคุณภาพสูง.” ครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- พรสทิพย์ ยงยีน. 2557. ความรู้พื้นฐานในเรื่องการเผาถ่าน. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/charcoal.php>, 20 พฤศจิกายน 2556
- ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2545. ผลไม้ไทยๆ. สหมิตรพรินติ้ง, นนทบุรี.
- วานิชโสภาสพ และคณะ 2550. “การผลิตถ่านอัดแท่งด้วยเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อเป็นพลังงานทดแทน.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศิริพรรณ บุตรมาตย์ และสุกาน นามคาน. 2546. “การศึกษาค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากฟางข้าวแกลบ มูลสุกร ชี้เลื่อยล้วน และฟางข้าวผสมกับแกลบ ฟางข้าวผสมกับมูลสุกร ฟางข้าวผสมกับชี้เลื่อยในอัตราส่วนที่ต่างกัน. วิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- สหรัตน์ วงษ์ศรีชะ และสิงห์แก้ว ปือกเท็ง. 2548. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้เพื่อทดแทนถ่านจากไม้. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สังเวย เสวกวิหारी. 2555. ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพมหานคร. อ้างถึงใน จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2550. ศักยภาพทางด้านพลังงานต่อถ่านตอรากยางพารา การสัมมนา ทางวัฒนวิทยา ครั้งที่ 8 เทคโนโลยีวันวิวัฒน์ เพื่อขจัดความยากจน กลุ่มพัฒนาพลังงาน จากไม้ส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป่านไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2557. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. [Online] เข้าถึงได้จาก: <http://app.tisi.go.th/otop/otop.html>, 3 กุมภาพันธ์ 2557. สำนักบริการจัดการกากอุตสาหกรรม. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. คู่มือแนวทางและเกณฑ์ คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน. ป.ม.พ. ม.ป.ท. ส้ารวม โกศลานันท์. 2553. “การศึกษาอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงจากกากไขมันและกากของ กากไขมันกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร.” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อุกฤษฏ์ โชคดี. 2557. ถ่านอัดแท่ง. [Online] เข้าถึงได้จาก: http://www.clinictech.most.go.th/online/pages/techlist_display.asp?tid=384, 20 พฤศจิกายน 2556.
- American Society for Testing and Materials. **Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal.D1762-84 (Reapproved 2007)**. In Annual book of ASTM standard: Wood. Vol. 04.10. West Conshohocken: ASTM, 2013, p. 220-221.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ลักษณะของปอดไก่ไข่ม้วน



บ่อดักไขมัน (Grease Trap)

บ่อดักไขมัน ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัย ห้องอาหารหรือภัตตาคาร เนื่องจาก น้ำเสียดังกล่าวจะมีน้ำมันและไขมันปนอยู่มาก หากไม่กำจัดออกจะทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน โดยลักษณะน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัยกรณีที่ไม่ผ่านตะแกรงจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 2,700 มิลลิกรัม/ลิตร หากผ่านตะแกรงจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 500 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับลักษณะน้ำเสียจากครัวของภัตตาคารจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้น บ่อดักไขมันที่ใช้จะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้ไขมันและน้ำมันมีโอกาสลอยตัวขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ เมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นต้องดักออกไปกำจัด เช่น ใส่ถุงพลาสติกทิ้งฝากรถขยะหรือนำไปตากแห้งหรือหมักทำปุ๋ย บ่อดักไขมันจะสามารถกำจัดไขมันได้มากกว่าร้อยละ 60 บ่อดักไขมันมีทั้งแบบสำเร็จรูปที่สามารถซื้อและติดตั้งได้ง่าย หรือสามารถสร้างเองได้ โดยใช้วงขอบซีเมนต์หรือถังซีเมนต์หินขัด ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าแบบสำเร็จรูป และสามารถปรับให้เหมาะสมกับพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้

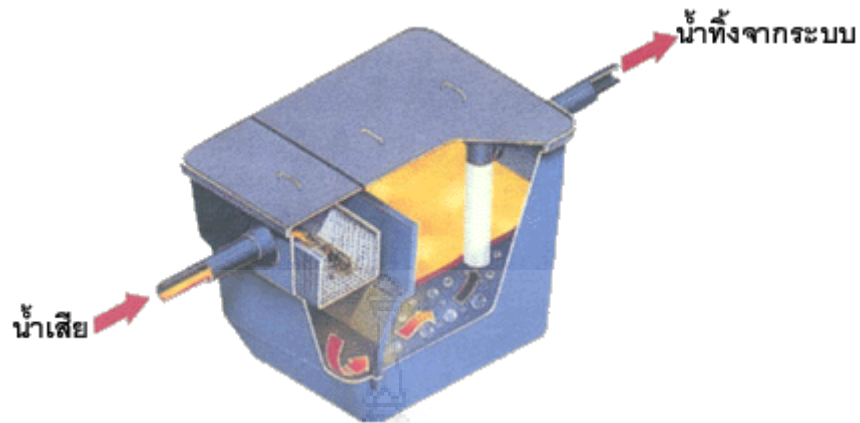
หลักการทำงานของบ่อดักไขมัน

- 1) น้ำเสียจะผ่านเข้ามาที่ตะแกรงดักเศษอาหาร ซึ่งทำหน้าที่แยก เศษอาหารที่ปะปนมากับน้ำเสีย
- 2) น้ำเสียจากชั้นตอนแรกจะไหลผ่านมายังส่วนดักไขมัน โดยไขมันที่แยกตัวออกจากน้ำเสียจะลอยขึ้นเป็นชั้นเหนือน้ำ ซึ่งเราสามารถดักไขมันส่วนนี้ออกไปได้
- 3) น้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะไหลเข้าสู่ถังบำบัดชั้นต่อไป ก่อนปล่อยน้ำเสียออกสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

รูปแบบบ่อดักไขมันสำหรับร้านอาหาร

บ่อดักไขมันที่นิยมใช้กันสำหรับในร้านอาหาร มี 3 แบบ ได้แก่ 1) บ่อดักไขมันสำเร็จรูป 2) บ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์ 3) บ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

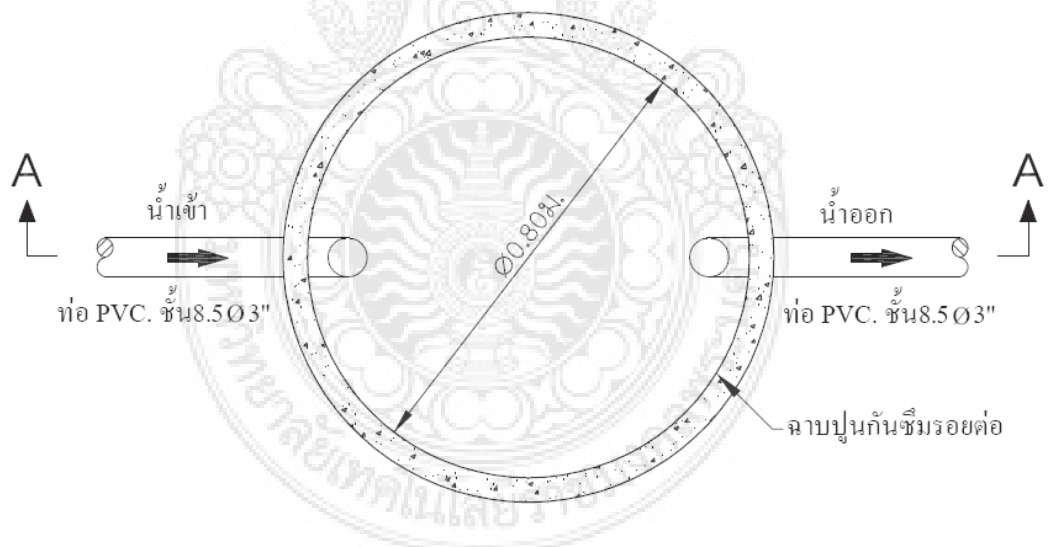
1) บ่อดักไขมันสำเร็จรูปบ่อดักไขมันสำเร็จรูป เป็นบ่อที่ทำจากไฟเบอร์กลาส มีน้ำหนักเบาสะดวกในการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง ประกอบด้วยตะแกรงดักเศษอาหารและส่วนแยกไขมัน การติดตั้งใช้งานต้องคำนึงถึงปริมาณของบ่อดักไขมันและระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสม



ภาพผนวกที่ ก1 บ่อดักไขมันสำเร็จรูป

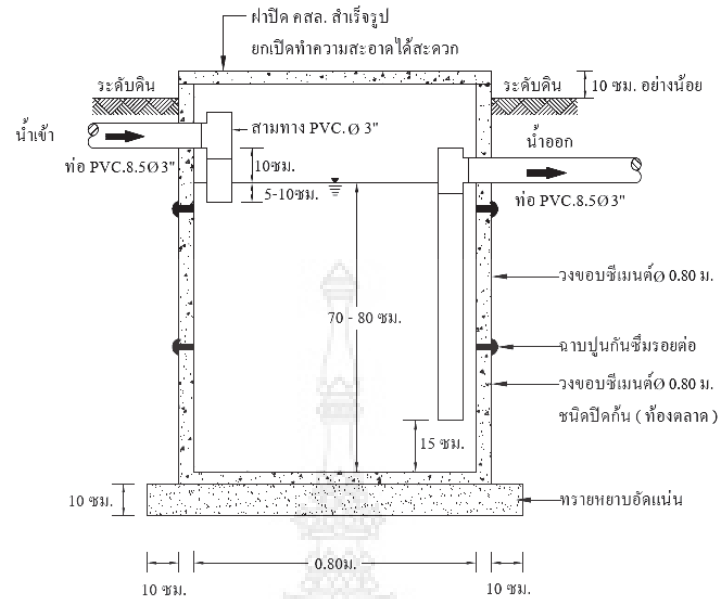
ที่มา: http://office.bangkok.go.th/suanluang/website_WAX/NEW/fight.htm

2) บ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์สร้างได้โดยใช้วงขอบซีเมนต์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.8-1.2 เมตร นำมาวางซ้อนกันเป็นตัวบ่อจนมีปริมาตรตามที่ต้องการ หากต้องการปริมาตรมากๆ ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง



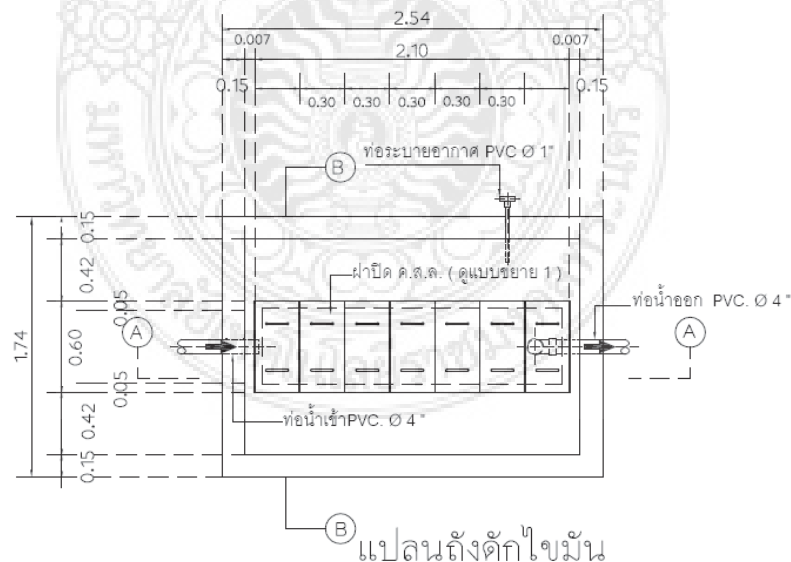
ภาพผนวกที่ ก2 แพลนภาพด้านบนของบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2551

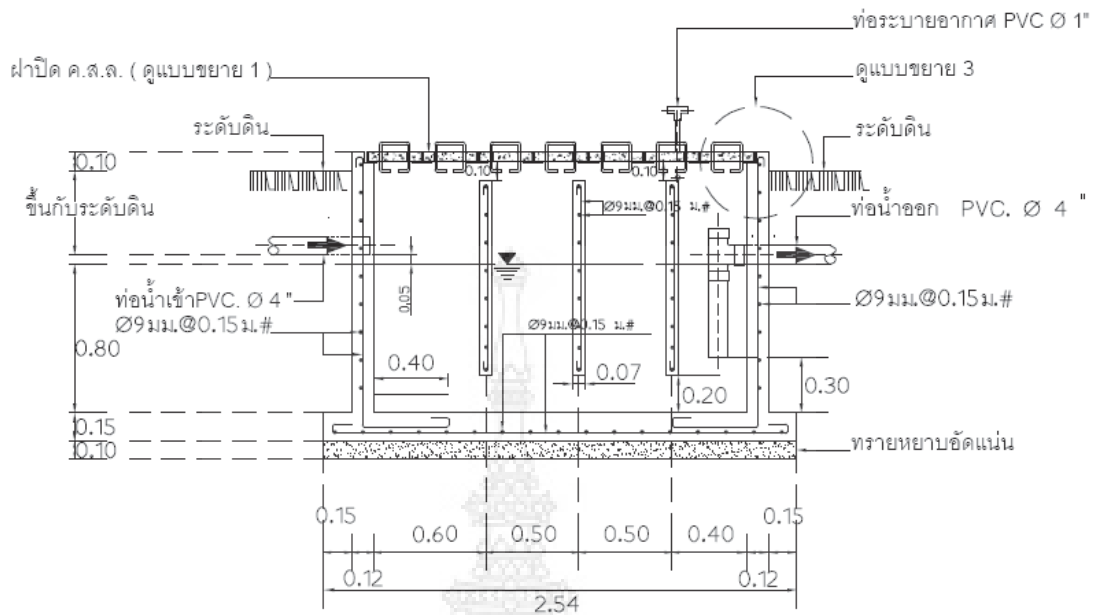


ภาพผนวกที่ ก3 แพลนภาพตัดขวางตามแนว A-A บ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2551

3) บ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็กสร้างโดยใช้แบบหล่อคอนกรีต มีขนาดค่อนข้างใหญ่เหมาะกับแหล่งกำเนิดที่มีปริมาณน้ำเสียมาก เช่น สถานที่จำหน่ายอาหารขนาดใหญ่ ร้านอาหารในโรงแรม หรือร้านอาหารสำหรับสถาบันขนาดใหญ่



ภาพผนวกที่ ก4 แพลนภาพด้านบนของบ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2551



ภาพผนวกที่ ก5 แปลนภาพตัดขวางตามแนว A-A ของบ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2551

การสร้างบ่อดักไขมัน

การออกแบบบ่อดักไขมันสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิสูง การจับตัวของไขมันเข้า ดังนั้นระยะเวลาพัก (Detention Time) ของบ่อดักไขมันจึงไม่ควรน้อยกว่า 6 ชั่วโมง เพื่อให้ไขมันและไขมันมีโอกาสแยกตัวและลอยขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ และตักออกไปกำจัดเมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นเนื่องจากบ่อที่ใช้สำหรับบ้านเรือนจะมีขนาดเล็กทำให้ไม่คุ้มกับการก่อสร้างแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้นอาจก่อสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปนำมาวางซ้อนกัน เพื่อให้ได้ปริมาตรเก็บกักตามที่ได้คำนวณไว้ โดยทางน้ำเข้าและทางน้ำออกของบ่อดักไขมันอาจใช้ท่อรูปตัวที (T) หรือแผ่นกั้น (Baffle) สำหรับในกรณีที่น้ำเสียมีปริมาณมากอาจก่อสร้างจำนวนสองบ่อหรือมากกว่าตามความเหมาะสม แล้วแบ่งน้ำเสียไหลเข้าแต่ละบ่อในอัตราเท่าๆ กัน

ตารางผนวกที่ ก1 ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์สำหรับบ้านพักอาศัย

จำนวนคน	ปริมาตรบ่อดักที่ต้องการ (ลบ.ม.)	ขนาดบ่อ		จำนวนบ่อ (บ่อ)
		เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความลึกน้ำ (ม.)	
5	0.17	0.8	0.40	1
5-10	0.34	0.8	0.70	1
10-15	0.51	1.0	0.70	1
15-20	0.68	1.2	0.60	1
20-25	0.85	1.2	0.80	1
25-30	1.02	1.0	0.70	2
30-35	1.19	1.0	0.80	2
35-40	1.36	1.2	0.60	2
40-45	1.53	1.2	0.70	2
45-50	1.70	1.2	0.80	2

หมายเหตุ : ความสูงของวงขอบซีเมนต์ทั่วไปประมาณ 0.33 ม. ดังนั้นถ้าหากความลึกน้ำ = 0.40 ม. จึงต้องซ้อนกันอย่างน้อยสองวง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของระดับฝาบ่อด้วย

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

ตารางผนวกที่ ก2 ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบสร้างในที่สำหรับภัตตาคาร

ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ปริมาตรบ่อดักที่ต้องการ	ขนาดบ่อ		
		ความลึก (ม.)	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)
10	0.19	0.40	0.50	1.00
10-25	0.47	0.60	0.60	1.30
25-50	0.94	0.75	0.80	1.60
50-75	1.41	0.75	1.00	2.00
75-100	1.88	0.80	1.10	2.20
100-125	2.35	0.85	1.20	2.40
125-150	2.82	0.90	1.20	2.60
150-175	3.29	1.00	1.30	2.60
175-200	3.76	1.00	1.35	2.80

หมายเหตุ ในกรณีที่ต้องการสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์ ให้เทียบใช้กับปริมาตรบ่อดักของวงขอบขนาดต่างๆ ตามตารางข้างบน สำหรับภัตตาคารขนาดใหญ่ต้องเพิ่มจำนวนเพิ่มจำนวนบ่อให้ได้ปริมาตรรวมทั้งกับปริมาตรบ่อดักที่ต้องการ

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

การดูแลรักษาบ่อตกไขมัน

1. ต้องติดตะแกรงดักขยะและเศษผงก่อนเข้าบ่อตกไขมัน
2. ต้องไม่ทะเลง หรือแทงผลึกให้เศษขยะไหลผ่านตะแกรงไปเข้าบ่อตกไขมัน
3. ต้องไม่เอาตะแกรงดักขยะออก แล้วปล่อยให้เศษขยะเข้าไปในบ่อตกไขมัน
4. ต้องหมั่นคอยเศษขยะที่ตกไว้หน้าตะแกรงออกอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยทุกวัน
5. ห้ามเอาน้ำจากส่วนอื่นๆ เช่น น้ำล้างมือ น้ำอาบ น้ำซักเสื้อผ้า น้ำฝน ฯลฯ เข้ามาในบ่อตกไขมัน
6. ต้องหมั่นตักไขมันออกจากบ่อตกไขมันอย่างน้อยทุกสัปดาห์และนำไขมันที่ตักได้ใส่ภาชนะที่ปิดมิดชิด เพื่อให้เทศบาลนำไปกำจัดหรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ
7. ล้างถังตกไขมันอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยทุก 6 เดือน



ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง





TISTR

Request No. 37/57

ETD.SF. 159-161-01/57

REPORT ON TESTING AND ANALYSIS

For

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA NAKHON

Testing / analysis of Nipa Palm Shell : Fat Dregs

Method of testing / analysis ASTM D 5865

Condition of testing / analysis : Temperature - °C Relative humidity - %

Result of testing / analysis :

Samples	Heating value (kcal/kg)
Nipa Palm Shell : Fat Dregs 1:0 kg	5,280
Nipa Palm Shell : Fat Dregs 1:0.1 kg	5,300
Nipa Palm Shell : Fat Dregs 1:0.3 kg	5,370

Remark : Reported on As received basis

Tested / analysed by

1. Boonnisa
2. Jaweepang

Approved by



(Dr. Thanes Utistham)

Acting Director

Energy Technology Department

Examined by



.....

(Dr. Borisut Chantarawongphisal)

Date January 14, 2014

The above results are valid exclusively for tested / analysed samples as mentioned in this report

Publicity of results on testing / analysis is prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR

ตารางผนวกที่ ข1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture Content)

ลำดับ	น้ำหนักครุชชีเบ็ด เปล่าพร้อมฝา (Q)	น้ำหนัก เชื้อเพลิง อัดแท่งก่อน อบ 105 °C (A)	น้ำหนักถ่าน + ถ้วย หลัง อบ 105 °C (R)	R - Q = น้ำหนักถ่าน หลังอบ (B)	ค่าความชื้น	เฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน	
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0 กิโลกรัม								
1	54.9558	1.0000	55.8918	0.9360	6.40	6.60±0.35	ความชื้น ต้องไม่เกิน ร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก	
2	53.5613	1.0041	54.5012	0.9399	6.39			
3	38.4296	1.0014	39.3608	0.9312	7.01			
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.1 กิโลกรัม								
1	56.8810	1.0051	57.8211	0.9401	6.47	6.45±0.02		
2	59.1257	1.0081	60.0688	0.9431	6.45			
3	55.4461	1.0085	56.3897	0.9436	6.44			
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.3 กิโลกรัม								
1	55.7546	1.0056	56.7001	0.9455	5.98	5.91±0.13		
2	52.5978	1.0030	53.5408	0.9430	5.98			
3	54.4351	1.0034	55.3807	0.9456	5.76			
ถ่านไม้ตามท้องตลาด								
1	57.1918	1.0002	58.1463	0.9545	4.57	4.56±0.16		
2	59.8586	1.0022	60.8168	0.9582	4.39			
3	55.8880	1.0018	56.8426	0.9546	4.71			

สูตรคำนวณหาร้อยละค่าความชื้น

$$\text{ค่าความชื้น (ร้อยละ)} = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100$$

โดยกำหนดให้

A = กรัมของตัวอย่างแห้งที่ใช้

B = กรัมของตัวอย่างหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matter)

ลำดับ	น้ำหนักถ่าน + ถ้วย หลังอบ 105 °C (R)	น้ำหนักถ่าน หลังอบ (B)	น้ำหนักถ่าน กับถ้วยหลังเผาที่ 950 °C (S)	R - S = น้ำหนักถ่าน หลังเผาที่ 950 °C (C)	ปริมาณสาร ระเหยได้	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน	
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0 กิโลกรัม								
1	55.8918	0.936	55.2183	0.6735	28.04	27.83±4.99	ปริมาณสาร ระเหยได้ต้องไม่ เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก	
2	54.5012	0.9399	53.775	0.7262	22.74			
3	39.3608	0.9312	38.7341	0.6267	32.70			
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.1 กิโลกรัม								
1	57.8211	0.9401	57.0603	0.7608	19.07	18.96±0.38		
2	60.0688	0.9431	59.3077	0.7611	19.27			
3	56.3897	0.9436	55.621	0.7687	18.54			
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.3 กิโลกรัม								
1	56.7001	0.9455	55.9635	0.7366	22.09	23.04±1.51		
2	53.5408	0.9430	52.8315	0.7093	24.78			
3	55.3807	0.9456	54.6453	0.7354	22.23			
ถ่านไม้ตามท้องตลาด								
1	58.1463	0.9545	57.5967	0.5496	42.42	42.29±2.93		
2	60.8168	0.9582	60.2913	0.5255	45.16			
3	56.8426	0.9546	56.2631	0.5795	39.29			

สูตรคำนวณหาร้อยละปริมาณสารระเหยได้

$$\text{ปริมาณสารระเหยได้ (ร้อยละ)} = \left(\frac{B - C}{B} \right) \times 100$$

โดยกำหนดให้

B = กรัมของตัวอย่างหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

C = กรัมของตัวอย่างหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Ash)

ลำดับ	น้ำหนักถ่าน กับถั่วหลัง เผาที่ 950 °C (S)	น้ำหนักถ่าน หลังอบ (B)	น้ำหนักถ่านกับ ถั่วหลังเผาที่ 750 °C 6 ชั่วโมง (T)	S - T = น้ำหนักถ่าน หลังเผาที่ 750 °C (D)	ปริมาณ เถ้า	ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน	
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0 กิโลกรัม								
1	55.2183	0.936	55.0743	0.144	15.38	14.69±3.83	ปริมาณเถ้าต้อง ไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก	
2	53.775	0.9399	53.6757	0.0993	10.57			
3	38.7341	0.9312	38.5653	0.1688	18.13			
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.1 กิโลกรัม								
1	57.0603	0.9401	57.0032	0.0571	6.07	6.27±0.82		
2	59.3077	0.9431	59.2401	0.0676	7.17			
3	55.621	0.9436	55.5685	0.0525	5.56			
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.3 กิโลกรัม								
1	55.9635	0.9455	55.9069	0.0566	5.99	7.24±1.72		
2	52.8315	0.943	52.7447	0.0868	9.20			
3	54.6453	0.9456	54.5836	0.0617	6.52			
ถ่านไม้ตามท้องตลาด								
1	57.5967	0.9545	57.5315	0.0652	6.83	7.01±0.29		
2	60.2913	0.9582	60.2210	0.0703	7.34			
3	56.2631	0.9546	56.1977	0.0654	6.85			

สูตรคำนวณหาร้อยละปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \left(\frac{D}{B} \right) \times 100$$

โดยกำหนดให้

B = กรัมของตัวอย่างหลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

D = กรัมของตัวอย่างหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

ตารางผนวกที่ ข4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)

ลำดับ	ค่าความชื้น	ปริมาณสารระเหยได้	ปริมาณเถ้า	คาร์บอนเสถียร	ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0 กิโลกรัม					
1	6.40	28.04	15.38	50.17	50.88±9.09
2	6.39	22.74	10.57	60.30	
3	7.01	32.70	18.13	42.16	
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.1 กิโลกรัม					
1	6.47	19.07	6.07	68.39	68.32±1.18
2	6.45	19.27	7.17	67.12	
3	6.44	18.54	5.56	69.47	
เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกลูกจากผสมกากไขมัน อัตราส่วน 1 : 0.3 กิโลกรัม					
1	5.98	22.09	5.99	65.94	63.82±3.29
2	5.98	24.78	9.20	60.03	
3	5.76	22.23	6.52	65.49	
ถ่านไม้ตามท้องตลาด					
1	4.57	42.42	6.83	46.18	46.15±3.01
2	4.39	45.16	7.34	43.12	
3	4.71	39.29	6.85	49.14	

สูตรคำนวณหาร้อยละปริมาณคาร์บอนคงตัว

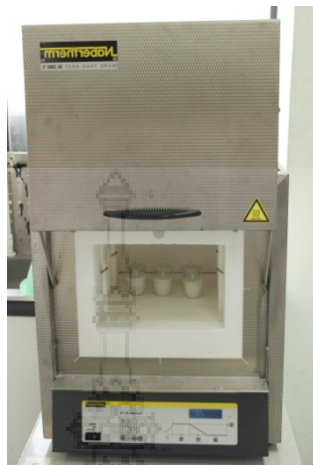
$$\text{คาร์บอนคงตัว (ร้อยละ)} = 100 - \text{ค่าความชื้น} - \text{ปริมาณสารระเหยได้} - \text{ปริมาณเถ้า}$$

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง



1. เตาเผาความร้อนสูง (Muffle Furnace)



ภาพผนวกที่ ค1 เตาเผาความร้อนสูง

1. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่องด้วยสวิทช์ที่อยู่ด้านหน้าของเครื่อง (เครื่องจะแสดงชื่อรุ่น ประมาณ 5 วินาที แล้วจึงจะแสดงค่าอุณหภูมิจริง)
2. กดปุ่ม TI เพื่อป้อนค่าอุณหภูมิ โดยใช้แผงตัวเลขเป็นตัวป้อนอุณหภูมิ เมื่อป้อนเสร็จแล้วให้กด ENTER เพื่อยืนยันการป้อนค่า (ทำอุณหภูมิได้สูงสุด 1100°C)
3. กดปุ่ม TIME START เพื่อป้อนค่าเวลาในการหน่วงเวลาก่อนให้เครื่องทำความร้อน โดยใช้แผงตัวเลขเป็นตัวป้อนเวลา เมื่อป้อนเสร็จแล้วให้กด ENTER เพื่อยืนยันการป้อนค่า (หากไม่ต้องการหน่วงเวลา ให้ป้อน 0.00 h:min)
4. กดปุ่ม TIME 1 เพื่อป้อนค่าเวลาในการ Heat up โดยใช้แผงตัวเลขเป็นตัวป้อนเวลา เมื่อป้อนเสร็จแล้วให้กดปุ่ม ENTER เพื่อยืนยันการป้อนค่า (หากป้อนค่าเวลาน้อยเกินไป จะมีผลต่อการ Heat up และหากไม่ต้องการกำหนดเวลาในการ Heat up สามารถป้อนเป็นเวลา 0.00 h:min)
5. กดปุ่ม TIME 2 เพื่อป้อนค่าเวลาในการจับเวลา เพื่อคงค่าความร้อน ด้วยอุณหภูมิที่ Set ไว้ตามข้อ 2 โดยใช้แผงตัวเลข เป็นตัวป้อนเวลา เมื่อป้อนเสร็จแล้วให้กด ENTER เพื่อยืนยันการป้อนค่า (หากต้องการให้เครื่องคงความร้อน โดยไม่มีการจับเวลา ให้ป้อนค่าตัวเลข เป็น 99:59 h:min)
6. ตั้งค่า Over temp ด้วยใช้ลูกศร ขึ้น-ลง ในการเพิ่มและลดค่า ต้องตั้งค่าให้มากกว่าอุณหภูมิที่ตั้งตามข้อ 2 เท่านั้น โดยทั่วไปควรตั้งมากกว่า อุณหภูมิที่ตั้งตามข้อ 2 30°C
7. กดปุ่ม START เพื่อเริ่มการทำงาน (หากต้องการหยุดการทำงาน สามารถกดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการทำงาน ได้ทันที)
8. เมื่อเครื่องทำงานเสร็จแล้วจะปรากฏ end บริเวณด้านล่าง Display ชำยมือ

2. ตู้อบลมร้อน (Oven) รุ่น UNE 200-800, UNE 400-800 และ INE 200-800



ภาพผนวกที่ ค2 ตู้อบลมร้อน

การใช้งานเครื่อง

การเลือกโหมดการทำงาน

หลังจากกดปุ่ม SET ค้างไว้ (ประมาณ 3 วินาที) โหมดการทำงานปัจจุบันจะกะพริบบนหน้าจอ สามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานโดยการกดปุ่ม SET ค้างไว้ แล้วหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL ปลดปล่อยปุ่ม SET ออก การทำงานจะเปลี่ยนไปอยู่ในโหมดใหม่

การตั้งพารามิเตอร์

- หลังจากเลือกโหมดการทำงาน หน้าจอจะแสดงการตั้งค่าต่างๆ
- เลือกพารามิเตอร์ (รายการ) โดยหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL พารามิเตอร์อื่นๆ จะมีติดลง
- พารามิเตอร์ที่เลือกไว้จะกะพริบ และสามารถเปลี่ยนค่าได้โดยกดปุ่ม SET ค้างไว้ แล้วหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL
- เมื่อปลดปล่อยปุ่ม SET ค่าที่ตั้งใหม่จะถูกบันทึกในเครื่อง
- ถ้าปุ่ม PUSH / TURN CONTROL หรือ SET ไม่มีการดำเนินการเป็นเวลา 30 วินาที ตัวควบคุมจะกลับไปสู่เมนูหลักอัตโนมัติ

1. การทำงานปกติ

ในโหมดการทำงานนี้ เป็นการทำงานตลอดเวลา เลือกพารามิเตอร์โดยหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL และเปลี่ยนค่าตามที่อธิบายในเรื่อง “การตั้งพารามิเตอร์”

การตั้งอุณหภูมิ

อยู่ในช่วง : 20 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิที่เครื่องทำได้ (ขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่น)

ความเร็วพัดลม

อยู่ในช่วง : 0 ถึง 100% โดยเพิ่ม-ลดครั้งละ 10%

การเตือนอุณหภูมิ

อยู่ในช่วง : สูงสุด 10 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมิที่ทำได้ (ขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่น)

2. การตั้งโปรแกรมเป็นสัปดาห์

ในโหมดนี้สามารถตั้งให้เครื่องเปิด-ปิด อัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้

ขณะที่การตั้งโปรแกรมเป็นสัปดาห์เป็น OFF เครื่องจะอยู่ในโหมด STANDBY ตัวให้ความร้อนและพัดลมไม่ทำงาน หน้าจอจะเป็นไฟหรี่ แสดงเวลา

การตั้งโปรแกรมเป็นสัปดาห์จะทำงานซ้ำทุกสัปดาห์

สามารถตั้งโปรแกรมวันในการทำงานได้ 9 แบบ ซึ่งแต่ละแบบสามารถเลือกเวลาในการเปิด (ON) และปิด (OFF) ได้ เมื่ออยู่ในโหมด ON ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการโดยหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL ตามเข็มนาฬิกา ถ้าไม่มีการตั้งค่า เครื่องจะใช้ค่าจากโหมดการทำงาน l

เลือกพารามิเตอร์โดยการหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL ตามเข็มนาฬิกา เหมือนกับ โหมดการทำงานและเปลี่ยนค่าดังกล่าวอธิบายในเรื่อง “การตั้งพารามิเตอร์”

การเลือกวันในการทำงาน ทำโดยหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL ทวนเข็มนาฬิกา และสามารถเปลี่ยนเวลาได้ขณะที่ กดปุ่ม SET ค้างไว้

วัน

ช่วง : วันจันทร์ ถึง วันอาทิตย์

กลุ่มวัน

ช่วง : วันทำงาน จันทร์ ถึงศุกร์ วันหยุด เสาร์ ถึง อาทิตย์

ไม่มีการตั้งเวลา: ---

ในวันเหล่านี้เครื่องจะไม่ทำงาน

ตั้งเวลาเปิด

ช่วง : 00 : 00 ถึง 23 : 59 น.

ตั้งเวลาปิด

ช่วง : หนึ่งนาที่จากเวลาที่ตั้งไว้ ถึง 24 : 00 น.

เพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัย ให้ตรวจสอบว่าการตั้งเวลาเปิดทำเฉพาะเวลาและวันที่ต้องการเท่านั้น

3. การตั้งโปรแกรมเวลาแบบขั้น

ในโหมดการทำงานนี้ เป็นการตั้งลำดับขั้นตอนการทำงาน แต่ละขั้นสามารถใส่ช่วงเวลาหรือไม่ให้ทำงานโดยตั้งที่ “.....”

หลังจากจบโปรแกรมเครื่องจะหยุดการทำงานและเย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิห้อง สำหรับเครื่องรุ่น UFE และ SFE พัดลมจะทำงานต่อไปอีก 30 นาที

พารามิเตอร์ต่อไปนี้ สามารถเลือกโดยการหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL และเปลี่ยนค่าโดยทำตามหัวข้อ “การตั้งพารามิเตอร์”

การตั้งโปรแกรมให้เครื่องทำงานt1: ทำงานในวัน

ช่วง : วันจันทร์ ถึง อาทิตย์, วันทำงาน วันจันทร์ ถึง ศุกร์, วันหยุด วันเสาร์ ถึง อาทิตย์, ทุกวัน วันจันทร์ ถึง อาทิตย์ หรือไม่เลือกวัน เครื่องจะทำงานทันทีหลังจากโปรแกรมเริ่มต้น

การตั้งโปรแกรมให้เครื่องทำงานt1: ทำงานที่เวลาช่วง : 00 : 23.59 น.

ถ้าไม่มีการเลือกวันทำงาน จะไม่สามารถเลือกเวลาที่ต้องการให้ทำงานได้ และโปรแกรมจะเริ่มทำงานทันที

เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน = การให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้t2

ช่วง : ไม่มีการให้ความร้อน OFF หรือ 1 นาที ถึง 999 ชั่วโมง

อุณหภูมิที่ตั้ง

ช่วง : 20 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิสูงสุดของแต่ละรุ่น

การเริ่มนับเวลาเมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้

เครื่องเริ่มทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้ t3เมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้เท่านั้น แม้ว่าเวลาจะเลยส่วน t2 มาแล้ว

ช่วง : ON หรือ OFF

เวลาในการทำงาน= รักษาอุณหภูมิตามที่ตั้งไว้t3

ช่วง : จาก 1 นาที ถึง 999 ชั่วโมง หรือไม่ตั้งเวลา

เวลาในการเย็นตัวลง = การปล่อยให้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิห้องt4

ช่วง : จาก 1 นาที ถึง 999 ชั่วโมง หรือไม่ตั้งเวลาในการเย็นตัวลง

ถ้าไม่มีการตั้งเวลา เครื่องจะเย็นตัวลงตามธรรมชาติจนถึงอุณหภูมิห้อง

loopจำนวนครั้งของการทำซ้ำ

ช่วง : OFF = ไม่มีการทำซ้ำ

1-99 = จำนวนครั้งของการทำซ้ำ

CONT = การทำซ้ำแบบต่อเนื่องไปเรื่อยๆ

ความเร็วพัดลม (เฉพาะ UFE / SFE เท่านั้น)

ช่วง : 0 – 100% โดยเพิ่มลดครั้งละ 10%

การเตือนอุณหภูมิMax

ช่วง : สูงถึง 10 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมิที่ทำได้ (ขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่น)

เริ่มทำงานตามโปรแกรม

หมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL ตามเข็มนาฬิกา จนสัญลักษณ์ Maxกะพริบ

กดปุ่ม SET ค้างไว้ และหมุนปุ่ม PUSH / TURN CONTROL เลือก ► ให้เครื่องทำงาน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายดวงสิทธิ์ วิมุกตายน	
วัน เดือน ปีเกิด	24 มิถุนายน 2535	
ภูมิลำเนา	เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร	
ประวัติการศึกษา		
2546	ประถมศึกษา	โรงเรียนมัชนันติการาม กรุงเทพมหานคร
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จังหวัดนนทบุรี
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จังหวัดนนทบุรี
2556	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายกิตติธร พันธุ์โคกกรวด	
วัน เดือน ปีเกิด	22 พฤษภาคม 2535	
ภูมิลำเนา	เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร	
ประวัติการศึกษา		
2546	ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมหารณพาราม กรุงเทพมหานคร
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมหารณพาราม กรุงเทพมหานคร
2556	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวภิรมยา คำศรี	
วัน เดือน ปีเกิด	9 พฤษภาคม 2535	
ภูมิลำเนา	อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี	
ประวัติการศึกษา		
2546	ประถมศึกษา	โรงเรียนพระแม่สกลสงเคราะห์ จังหวัดนนทบุรี
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสตรีนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสตรีนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
2556	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร