

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบ



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 49280
วัน, เดือน, ปี..... 18 ก.พ. 2547

b.....
i.....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factors that Affect the Stability of Ash After the Combustion of Husk Coal

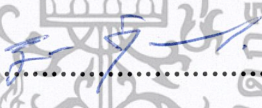
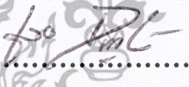
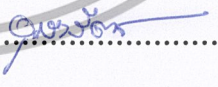
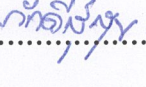


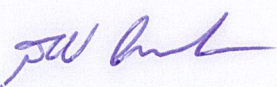
A Special Project Submitted in Partial of the Requirement for the Degree of
Bachelor of Science
Department of Chemistry
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบ
นักศึกษา ชัดชนก โชคชัยเจริญ
 พิมพ์สิรินทร์ แดงสระน้อย
 อาทิตย์ วาณิชอดิศักดิ์
ภาควิชา เคมี
สาขาวิชา เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา 2545
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์กัลณีนุคนธ์ สุวรรณรัตน์
 ดร.อุสารัตน์ ภักดีสุสุข

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
 โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ อาจารย์ยุพา ดันทวี	
กรรมการ ดร.ชลอ จารุสุทธิรักษ์	
กรรมการ อาจารย์กัลณีนุคนธ์ สุวรรณรัตน์	
กรรมการ ดร.อุสารัตน์ ภักดีสุสุข	 



 (รศ.ดร. สมศักดิ์ วรมงคลชัย)
 หัวหน้าภาควิชาเคมี

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	ปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเถาที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบ
นักศึกษา	ชัชชนก โชคชัยเจริญ พิมพ์สิรินทร์ แดงสระน้อย อาทิตย์ วาณิชอดิศักดิ์
ภาควิชา	เคมี
สาขาวิชา	เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2545
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์กัลปิต์สุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ดร.อุสารัตน์ ภักดีสุสุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงผลของขนาดวัตถุบดแกลบและปริมาณซิลิกาที่มีอยู่ในถ่านแกลบต่อการคงตัวของเถาที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบ ในการศึกษาผลของขนาดวัตถุบดแกลบ ตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ถ่านจากแกลบไม่บด ถ่านจากแกลบบด 2 ครั้ง และถ่านจากแกลบบด 10 ครั้ง ผลจากการวิเคราะห์ความคงตัวของเถาพบว่า ขนาดของวัตถุบดแกลบที่เล็กลงจะทำให้ความคงตัวของเถามากขึ้น การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านอื่นๆ พบว่า ขนาดวัตถุบดแกลบที่เล็กลงจะทำให้คุณสมบัติโดยรวมของถ่านแย่ลง คือ มีปริมาณเถามาก และให้ค่าความร้อนต่ำ ในการศึกษาผลของปริมาณซิลิกาที่มีอยู่ในถ่านแกลบ ตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ถ่านผสมระหว่างแกลบซึ่งมีปริมาณซิลิกาสูงกับขานอ้อยซึ่งมีปริมาณซิลิกาต่ำ โดยผสมในอัตราส่วนแกลบต่อขานอ้อย ดังนี้ 100 ต่อ 0, 70 ต่อ 30, 50 ต่อ 50, 30 ต่อ 70 และ 0 ต่อ 100 ผลจากการวิเคราะห์ความคงตัวของเถาพบว่า ถ่านแกลบมีปริมาณซิลิกิต่ำลงจะทำให้ความคงตัวของเถาลดลง นอกจากนี้ถ่านแกลบที่มีปริมาณซิลิกาน้อยลงจะให้คุณสมบัติโดยรวมของถ่านดีขึ้น คือ มีปริมาณเถาน้อย และให้ค่าความร้อนสูงกว่าถ่านจากแกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราส่วนผสมระหว่างแกลบกับขานอ้อยที่ให้คุณสมบัติโดยรวมของถ่านดีที่สุด คือ แกลบต่อขานอ้อย ในปริมาณ 30 ต่อ 70

คำสำคัญ : ขานอ้อย, ถ่านแกลบ, ความคงตัวของเถา

Special Project Title Factors that Affect the Stability of Ash After the Combustion of Husk Coal

Name Chatchanok Chokchaijaroen
Pimsirin Dangsranoi
Arthit Vanichadisak

Department Chemistry

Program Environmental Resource Chemistry

Academic Year 2002

Special Project Advisors Arjarn Glinsukol Suwannarat
Dr. Usarat Pakdeesusuke

ABSTRACT

This research is conducted to study two factors affecting the stability of ash after the combustion of husk coal. These factors are the size of rice husk materials, and the silica contents in husk coal. To study effect of size of rice husk materials, the samples are husk coal from unmilled husk, husk coal from two times mill husk and husk coal from ten times mill husk. The stability of ash in each sample were analyzed and found that the decrease in size of rice husk material increases the stability of ash after combustion. has small size of rice husk, are the worse characteristics. The worse characteristics are much ash and low heat. To study effect of the silica contents in husk coal, the samples are mixed coal between husk that much Silica and bagasse that less Silica in the proportion 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 and 0:100. The stability of ash in each sample were analyzed and found that the decrease in the silica contents in husk coal decrease the stability of ash after combustion. The other characteristics of husk coal that has less contents of silica, are the better characteristics which are less ash and high heat than husk coal 100 %. The best proportion between husk and bagasse is 30:70.

Keywords : bagasse, husk coal, stability of ash

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลือเอาใจใส่ในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยจากอาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ และ ดร.อุสารัตน์ ภักดี ผู้สุข ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ยุพา ดันทวี และ ดร.ชลอ จารุสิทธิรักษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นกรรมการสอบ โครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือต่างๆ ในการทำโครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณคุณลุงแกลและเจ้าหน้าที่โรงบดแกลบ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ทุกท่าน ในการให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะเกษตรศาสตร์ สำหรับความอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในโครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดการทำโครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและให้ความช่วยเหลือที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงการพิเศษฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชัชชนก โชคชัยเจริญ
พิมพ์สิรินทร์ แดงสระน้อย
อาทิตย์ วาณิชอดิศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	5
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	7
2.1 แกลบ	7
2.1.1 ลักษณะทางกายภาพของแกลบ	7
2.1.2 สัณฐานวิทยาของแกลบ	7
2.1.3 องค์ประกอบของแกลบ	8
2.2 ชานอ้อย	12
2.2.1 สมบัติทางกายภาพ	13
2.2.2 การนำมาใช้	13
2.3 การอัดก้อน	14
2.3.1 ทฤษฎีการอัดก้อน	14
2.3.2 กระบวนการอัดก้อน	15
2.3.3 การอัดก้อนเชื้อเพลิง	15
2.3.4 การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิง	16
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	20
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	20
3.3 วิธีการทดลอง	22
3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ	22
3.3.2 การอัดเชื้อเพลิงอัดแท่ง	22
3.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	24
4.1 ความคงตัวของถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้	24
4.1.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุดิบต่อความคงตัวของถ่าน ที่เหลือจากการเผาไหม้	25
4.1.2 ศึกษาผลของปริมาณซัลฟิวในวัตถุดิบต่อความคงตัวของถ่าน ที่เหลือจากการเผาไหม้	26
4.2 ปริมาณถ่าน	27
4.2.1 ศึกษาผลของขนาดวัตถุดิบต่อปริมาณถ่าน	27
4.2.2 ศึกษาผลของปริมาณซัลฟิวในวัตถุดิบต่อปริมาณถ่าน	28
4.3 การแตกร่วนของแท่งถ่าน	28
4.3.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุดิบต่อการแตกร่วนของแท่งถ่าน	29
4.3.2 ศึกษาผลของปริมาณซัลฟิวในวัตถุดิบต่อการแตกร่วน ของแท่งถ่าน	30
4.4 ความชื้น	31
4.5 ปริมาณกำมะถัน	32
4.6 ค่าความร้อน	33
4.6.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุดิบต่อค่าความร้อน	33
4.6.2 ศึกษาผลของปริมาณซัลฟิวในวัตถุดิบต่อค่าความร้อน	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.7 อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ	35
4.7.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุติดไฟต่ออุณหภูมิสูงสุด ของถ่านขณะติดไฟ	35
4.7.2 ศึกษาผลของปริมาณซัลฟิวในวัตถุติดไฟต่ออุณหภูมิสูงสุด ของถ่านขณะติดไฟ	36
4.8 ประสิทธิภาพการเผาไหม้	37
4.9 ลักษณะการเผาไหม้	38
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการทดลอง	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก ก กระบวนการผลิตและวิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่าน	42
ภาคผนวก ข แสดงภาพตัวอย่างพื้นที่ได้จากกระบวนการอัดแท่งแบบใช้ความร้อน	52
ภาคผนวก ค แสดงภาพของถ่านที่ได้จากการนำพื้นที่อัดแท่งไปเผา	53
ภาคผนวก ง ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ	57
ภาคผนวก จ แสดงภาพตัวอย่างถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบ	104

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	องค์ประกอบของถ่านไม้ชนิดอื่นๆ เปรียบเทียบกับถ่านแกลบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์	3
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในแกลบ	8
ตารางที่ 2.2	ส่วนประกอบพวกแซคคาไรด์และลิกนิน	9
ตารางที่ 2.3	ปริมาณถ่านและซลิกาในส่วนต่างๆของพีชใบเลี้ยงเดี่ยว	12
ตารางที่ 2.4	แสดงการวิเคราะห์ทางเคมีของชานอ้อย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อปราศจากความชื้น)	14
ตารางที่ ง.1	แสดงน้ำหนักของคูลัมเหล็กที่ทำให้ถ่านแต่ละชนิดแตกออก	57
ตารางที่ ง.2	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคูลัมเหล็กที่ทำให้ถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่งแต่ละชนิดแตกออก	58
ตารางที่ ง.3	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคูลัมเหล็กที่ทำให้ถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	58
ตารางที่ ง.4	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคูลัมเหล็กที่ทำให้ถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่งแต่ละชนิดแตกออก	59
ตารางที่ ง.5	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคูลัมเหล็กที่ทำให้ถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านแกลบเป็นรายคู่	59
ตารางที่ ง.6	แสดงค่าร้อยละของปริมาณถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านในการทดลองครั้งที่1	61
ตารางที่ ง.7	แสดงค่าร้อยละของปริมาณถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านในการทดลองครั้งที่2	62
ตารางที่ ง.8	แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณถ่านในถ่านแต่ละชนิด	63
ตารางที่ ง.9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณถ่าน	64
ตารางที่ ง.10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณถ่านเป็นรายคู่	64
ตารางที่ ง.11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณถ่าน	65
ตารางที่ ง.12	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณรายคู่	65
ตารางที่ ง.13	แสดงค่าร้อยละการแตกร่วนของแท่งถ่าน	67
ตารางที่ ง.14	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกร่วนของแท่งถ่าน	69
ตารางที่ ง.15	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกร่วนของแท่งถ่านเป็นรายคู่	69
ตารางที่ ง.16	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกร่วนของแท่งถ่าน	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.17	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตก่วนของแท่งถ่านเป็นรายคู่	70
ตารางที่ ง.18	แสดงค่าร้อยละของความชื้นที่อยู่มีในถ่านที่ได้จากการการทดลองครั้งที่ 1	72
ตารางที่ ง.19	แสดงค่าร้อยละของความชื้นที่อยู่มีในถ่านที่ได้จากการการทดลองครั้งที่ 2	73
ตารางที่ ง.20	แสดงค่าร้อยละของความชื้นที่อยู่มีในถ่านที่ได้จากการการทดลองครั้งที่ 3	74
ตารางที่ ง.21	แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นในถ่านแต่ละชนิด	75
ตารางที่ ง.22	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นของถ่านอัดแท่ง	76
ตารางที่ ง.23	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	76
ตารางที่ ง.24	แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันและค่าความร้อน	79
ตารางที่ ง.25	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่ง	80
ตารางที่ ง.26	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	80
ตารางที่ ง.27	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง	84
ตารางที่ ง.28	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	84
ตารางที่ ง.29	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง	85
ตารางที่ ง.30	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	85
ตารางที่ ง.31	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดของถ่านชนิดไฟ	87
ตารางที่ ง.32	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านชนิดไฟ	88
ตารางที่ ง.33	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านชนิดไฟเป็นรายคู่	88
ตารางที่ ง.34	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านชนิดไฟ	89
ตารางที่ ง.35	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านชนิดไฟเป็นรายคู่	89
ตารางที่ ง.36	แสดงระยะเวลาช่วงต่างๆของการเผาไหม้ถ่านตั้งแต่เริ่มเผาจนถึงไฟรา	91
ตารางที่ ง.37	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มไหมคควัน จนกระทั่งน้ำเดือดของถ่านอัดแท่ง	92
ตารางที่ ง.38	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มไหมคควัน จนกระทั่งน้ำเดือดของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	92
ตารางที่ ง.39	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ถ่านน้ำเดือด จนกระทั่งน้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของถ่านอัดแท่ง	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
ตารางที่ ง.40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเคือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่	96
ตารางที่ ง.41 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลง จนกระทั่งไฟรา	100
ตารางที่ ง.42 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลง จนกระทั่งไฟราเป็นรายคู่	100



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเซลล์โลส	9
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของน้ำตาตต่างๆที่ประกอบเป็นฮีมิเซลล์โลส	10
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของพวกกลินิน	11
รูปที่ 2.4 โครงสร้างเซลล์โลสในชานอ้อย	13
รูปที่ 3.1 เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบให้ความร้อน	23
รูปที่ 4.1(ก) แผนภูมิแสดงน้ำหนักของตุ้มเหล็กที่ใช้ในการทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ ถ่านเกลบที่มีอนุภาคของวัตถุบิขนาดต่างๆกันแตกตัว	25
รูปที่ 4.1(ข) แผนภูมิแสดงน้ำหนักของตุ้มเหล็กที่ใช้ในการทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ ถ่านเกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ในอัตราส่วนต่างๆแตกตัว	26
รูปที่ 4.2(ก) แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของถ่านเกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุบิขนาดต่างๆกัน	27
รูปที่ 4.2(ข) แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของถ่านเกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆกัน	28
รูปที่ 4.3(ก) แผนภูมิแสดงร้อยละของการแตกร่วนของถ่านจากเกลบที่มีขนาดอนุภาคต่างๆกัน	29
รูปที่ 4.3(ข) แผนภูมิแสดงร้อยละของการแตกร่วนของถ่านจากเกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ ในปริมาณต่างๆกัน	30
รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงควมชื้นของวัตถุบิที่นำมาผลิตถ่านและควมชื้นของถ่านที่ผลิตได้	31
รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านจากเกลบที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ และถ่านเกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ	32
รูปที่ 4.6(ก) แผนภูมิแสดงค่าควมร้อนของถ่านเกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุบิขนาดต่างๆกัน	33
รูปที่ 4.6(ข) แผนภูมิแสดงค่าควมร้อนของถ่านเกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ	34
รูปที่ 4.7(ก) แผนภูมิแสดงอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟของถ่านจากเกลบที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ	35
รูปที่ 4.7(ข) แผนภูมิแสดงอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟของถ่านจากเกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ใน ปริมาณต่างๆ	36
รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงระยะเวลา ณ ช่วงเวลาต่างๆของการเผาไหม้ถ่านเกลบที่มีอนุภาค ขนาดต่างๆและถ่านเกลบผสมชานอ้อยในอัตราส่วนต่างๆ	37
รูปที่ ก.1 Front View of Autobomb	51
รูปที่ ก.2 Control Panel View of Autobomb	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ ก.1 แสดงตุ้มน้ำหนักที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคงตัวของเถ้า	43
ภาพที่ ข.1 แสดงตัวอย่างฟีนอลแแต่งที่ใช้เกลบเป็นวัตถุบเพียงชนิดเดียว	52
ภาพที่ ข.2 แสดงตัวอย่างฟีนอลแแต่งที่ใช้ขานอ้อยเป็นวัตถุบเพียงชนิดเดียว	52
ภาพที่ ค.1 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้เกลบเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุบ	53
ภาพที่ ค.2 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้เกลบบค 2 ครั้งเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุบ	53
ภาพที่ ค.3 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้เกลบบค 10 ครั้งเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุบ	54
ภาพที่ ค.4 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้เกลบผสมกับขานอ้อย ในอัตราส่วน 70 ต่อ 30 เป็นวัตถุบ	54
ภาพที่ ค.5 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้เกลบผสมกับขานอ้อย ในอัตราส่วน 50 ต่อ 50 เป็นวัตถุบ	55
ภาพที่ ค.6 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้เกลบผสมกับขานอ้อย ในอัตราส่วน 30 ต่อ 70 เป็นวัตถุบ	55
ภาพที่ ค.7 แสดงถ่านอัดแแต่งที่ได้จากฟีนที่ใช้ขานอ้อยเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุบ	56
ภาพที่ จ.1 แสดงภาพตัวอย่างเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านที่ใช้ขานอ้อยเป็น วัตถุบเพียงชนิดเดียว	104
ภาพที่ จ.2 แสดงภาพตัวอย่างเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านผสมระหว่าง เกลบต่อขานอ้อยในอัตราส่วน 30 ต่อ 70	104

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

ในปัจจุบันถึงแม้เทคโนโลยีต่างๆ ได้ก้าวรุดหน้าไปมากจนมนุษย์สามารถนำพลังงานจากแหล่งต่างๆ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ เป็นต้น มาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายเพียงใดก็ตาม พลังงานจากไม้ในรูปของฟืนและถ่านก็มีได้ด้วยความสำคัญลงไปเลย โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศเกษตรกรรม การขาดแคลนเชื้อเพลิงแข็ง เช่น ฟืนและถ่านในอุตสาหกรรมต่างๆ ตลอดจนการใช้ในการประกอบอาหารตามบ้านเรือนมีมากขึ้นทุกที ทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาจึงทำให้การทำอุตสาหกรรมขยายตัวเพิ่มมากขึ้น และปริมาณความต้องการในครัวเรือนมีมากขึ้นตามจำนวนพลเมืองที่มากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ในทางตรงกันข้ามป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของฟืนและถ่านมีปริมาณลดลงทุกที การปลูกป่าไม้ไม่สามารถทำได้เพียงพอ จึงทำให้เกิดเป็นปัญหาแก่ประเทศโดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม จนรัฐบาลต้องมีพระราชบัญญัติห้ามตัดไม้ทำลายป่า นอกจากนี้ประเทศผู้ส่งออกน้ำมันได้พากันขึ้นราคาน้ำมันจนเป็นสาเหตุให้ภาวะเศรษฐกิจของประเทศที่ต้องใช้น้ำมันดิบจากต่างประเทศ เช่น ประเทศไทยเราต้องตกต่ำลงมาก ดังนั้นจึงมีการพยายามหาแหล่งเชื้อเพลิงใหม่ที่สามารถใช้ได้ทั้งในอุตสาหกรรมและครัวเรือน ซึ่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้จึงเป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ

วัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็งนี้ได้แก่ แกลบ จีเลื้อย ชานอ้อย เปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ใบไม้แห้ง เป็นต้น ปัจจุบันวัสดุเหลือใช้จากโรงงานต่างๆ เช่น โรงสีข้าว โรงงานน้ำตาล โรงงานไม้แปรรูป เหล่านี้มีปริมาณมีมากกว่าห้าล้านตันต่อปี ซึ่งต่างเป็นปัญหาสำคัญของโรงงานทั้งหลายในการกำจัด จึงนับว่าการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้นี้ได้ประโยชน์ถึงสองด้านด้วยกัน

แกลบเป็นผลพลอยได้ที่ได้จากการสีข้าว ในแต่ละปีนั้นจะมีปริมาณแกลบอยู่ถึงประมาณ 5 ถึง 6 ล้านตัน ปริมาณนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตข้าวเปลือกของชาวนาซึ่งตามสถิติจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปีเพราะปริมาณผู้บริโภคข้าวในประเทศและความต้องการของตลาดโลกก็เพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าสามารถนำพลังงานจากแกลบมาใช้ประโยชน์ได้แล้ว การขาดแคลนพลังงานจะไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันได้มีการนำเกลบมาอัดเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยจากการศึกษาพบว่า ถ่านเกลบ 1 กิโลกรัม ให้ค่าพลังงานความร้อน 4,730 กิโลแคลอรี ในขณะที่ถ่านไม้โดยทั่วไป 1 กิโลกรัม ให้ค่าพลังงานความร้อน 7,450 กิโลแคลอรี(4)

จะเห็นได้ว่าถ่านเกลบนั้นมีคุณค่าทางความร้อนต่ำกว่าถ่านไม้อยู่มาก แต่อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงเกลบอัดแท่งในรูปของถ่านนั้นก็มีข้อดีอยู่หลายประการด้วยกันซึ่งได้แก่

1. ให้พลังงานความร้อนสม่ำเสมอ
2. สะดวกในการใช้งานเพราะเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้มีขนาดมาตรฐาน จึงสามารถคำนวณและควบคุมปริมาณการใช้ให้เหมาะกับการใช้งานได้
3. หากเกิดการแตกหักเสียหายของแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่งก็สามารถนำมาผ่านการอัดแท่งได้ใหม่โดยไม่ทำให้พลังงานความร้อนลดลง
4. พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้เหมาะกับ โรงงานอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในการผลิต เช่น โรงงานย้อมผ้าที่ต้องใช้อุณหภูมิในการฟอกย้อมสูงและเป็นเวลานานซึ่งต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่อย่างสม่ำเสมอ
5. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นเชื้อเพลิงชนิดไม่หมุนเวียน เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น
6. มีส่วนช่วยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพราะเกลบเป็นชีวมวลประเภทพืชดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล จึงเป็นการปล่อยก๊าซดังกล่าวในปริมาณที่เท่ากัน ไม่เป็นการเพิ่มก๊าซเรือนกระจก แต่ถ้าหากปล่อยทิ้งให้เกลบเหล่านี้เน่าเปื่อยผุพังก็จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งเป็นภัยกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 20 เท่า ในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากัน
7. ช่วยลดปัญหาในการกำจัดของเสียให้แก่โรงสีข้าว

ส่วนข้อเสียที่เกิดจากการใช้งานถ่านเกลบนั้นได้แก่ เมื่อเผาไหม้แล้วจะได้ปริมาณเถ้ามากกว่าถ่านไม้ และเถ้าที่ได้นั้นจะมีลักษณะคงตัวไม่เป็นผงเหมือนเถ้าที่ได้จากถ่านไม้ ทำให้มีปัญหาคือเถ้าที่ใช้เผาไหม้จะเต็มเร็วและต้องเสียเวลาในการดักจับเถ้าออกบ่อยขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายหลักที่จะศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเถ้าที่ผลิตจากการเผาไหม้ถ่านเกลบ ปัจจัยที่คาดว่าอาจมีผลต่อการคงตัวนี้ ได้แก่ ขนาดของวัตถุดิบเกลบที่ใช้ในการทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง และองค์ประกอบทางเคมีของเกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขนาดของเกลบก่อนนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งนั้น สมมติฐานที่คาดว่าจะเป็นไปได้คือ“หากขนาดของวัตถุดิบเกลบมีขนาดเล็กลงแล้ว เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านเกลบจะมีความคงตัวลดลง” วิธีที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานนี้คือ การนำเอาวัตถุดิบเกลบมาบดก่อนนำไปอัดเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง แล้วทำการทดสอบการเผาไหม้เพื่อคุณลักษณะความคงตัวของเถ้าและปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้น รวมไปถึงการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของถ่านเกลบเพื่อประสิทธิภาพของถ่านเกลบอีกด้วย

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าในเถ้าเกลบนั้นมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นซิลิกาอยู่ในปริมาณที่สูงมากเมื่อเทียบกับเถ้าจากไม้ชนิดต่างๆดังตารางที่ 1.1 ด้วยสาเหตุนี้เองจึงอาจเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาถ่านเกลบมีลักษณะคงตัวดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนี้ โดยการนำเอาวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่นที่มีปริมาณซิลิกาดำซึ่งได้แก่ ฆานอ้อย มาเป็นวัตถุดิบผสมกับเกลบเพื่อผลิตเป็นถ่านผสมอัดแท่ง แล้วทำการทดสอบการเผาไหม้เพื่อคุณลักษณะความคงตัวของเถ้าและปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้น รวมไปถึงการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของถ่านผสมอัดแท่งเพื่อประสิทธิภาพการเผาไหม้

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของเถ้าใน ไม้ชนิดอื่นๆ เปรียบเทียบกับเถ้าเกลบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (8)

พืช	SiO ₂	P ₂ O ₅	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ₂
ไม้มะเดื่อ	5	6	10	50	6	20	-
ไม้เบญจ	12	8	14	30	9	23	-
ไม้ไผ่	3	3	8	57	2	26	-
ไม้สน	10	9	6	25	9	27	-
ไม้สนตระกูลสพรวุช	2	4	6	30	6	7	43
เกลบ	96	-	1.5	1.5	1.5	1.5	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงผลของขนาดวัตถุดิบเกลบที่มีต่อการคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านเกลบ
2. เพื่อศึกษาถึงผลของปริมาณซัลฟิวในเถ้าเกลบที่มีต่อการคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านเกลบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน 2 ข้อ คือ

1. ทดสอบสมมติฐานที่ว่า “หากขนาดของวัตถุดิบเกลบมีขนาดเล็กลงแล้ว เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านเกลบจะมีความคงตัวลดลง” โดยนำเกลบมาบดตามจำนวนครั้ง ดังนี้
 - บด 2 ครั้ง
 - บด 10 ครั้ง
 - เกลบที่ไม่ได้ผ่านการบด
2. ทดสอบสมมติฐานที่ว่า “เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านเกลบมีลักษณะคงตัวเนื่องมาจากการที่เถ้าเกลบมีปริมาณซัลฟิอยู่มากเมื่อเทียบกับเถ้าจากถ่านไม้” โดยใช้วัตถุดิบอื่นที่มีปริมาณซัลฟิค่าซึ่งได้แก่ ชานอ้อย มาเป็นวัตถุดิบผสมกับเกลบ ในอัตราส่วนดังนี้
 - เกลบอย่างเดียว
 - เกลบผสมชานอ้อย ในอัตราส่วนร้อยละ 70 ต่อ 30
 - เกลบผสมชานอ้อยในอัตราส่วนร้อยละ 50 ต่อ 50
 - เกลบผสมชานอ้อยในอัตราส่วนร้อยละ 30 ต่อ 70
 - ชานอ้อยอย่างเดียว

นำวัตถุดิบที่ได้จากข้อ 1. และข้อ 2. มาผ่านกระบวนการผลิตถ่านแล้วนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1). ความคงตัวของเถ้า | 6). ค่าความร้อน |
| 2). ปริมาณเถ้า | 7). อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ |
| 3). การแตกร่วนของแท่งถ่าน | 8). ประสิทธิภาพการเผาไหม้ |
| 4). ความชื้น | 9). ลักษณะการเผาไหม้ |
| 5). ปริมาณกำมะถัน | |

เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน

(Analysis of Variance; ANOVA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 เตรียมวัตถุดิบให้มีขนาดต่าง ๆ กัน โดยบดเกลบตามจำนวนครั้ง ดังนี้

- บด 2 ครั้ง
- บด 10 ครั้ง
- เกลบที่ไม่ได้ผ่านการบด

1.2 เตรียมวัตถุดิบผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังนี้

- เกลบอย่างเดียว
- เกลบผสมขานอ้อย ในอัตราส่วนร้อยละ 70 ต่อ 30
- เกลบผสมขานอ้อยในอัตราส่วนร้อยละ 50 ต่อ 50
- เกลบผสมขานอ้อยในอัตราส่วนร้อยละ 30 ต่อ 70
- ขานอ้อยอย่างเดียว

2. การอัดเชื้อเพลิงอัดแท่ง

2.1 เชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัตถุดิบที่มีขนาดต่าง ๆ กันในข้อ 1.1

2.2 เชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัตถุดิบผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ กันในข้อ 1.2

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ดังนี้

3.1 ความคงตัวของถ้ำ

3.6 ค่าความร้อน

3.2 ปริมาณถ้ำ

3.7 อุณหภูมิสูงสุดของถ้ำขณะติดไฟ

3.3 การแตกร่วนของแท่งถ้ำ

3.8 ประสิทธิภาพการเผาไหม้

3.4 ความชื้น

3.9 ลักษณะการเผาไหม้

3.5 ปริมาณกำมะถัน

4. สรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์
1					
2					
3					
4					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเก้าอี้ที่ผลิตจากการเผาไหม้ถ่านแกลบซึ่งจะเป็นการนำไปสู่การลดปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานถ่านแกลบ
2. ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพทดแทนเชื้อเพลิงจากฟืนไม้และถ่านไม้
3. ช่วยลดปัญหาในการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงสีข้าว และโรงงานน้ำตาล เป็นต้น
4. ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมขนาดเล็ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แกลบ

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพของแกลบ (5)

แกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าวที่ได้หลังจากการสีข้าว จัดเป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร แกลบส่วนใหญ่มีสีน้ำตาลอ่อนลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกหัวท้ายปิดเป็นรูปทรงรีที่มีแกนตามยาวเป็นแนวสมมาตร มีความยาวอยู่ในช่วง 6-10 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-2.5 มิลลิเมตร ความหนาของผนังเซลล์ประมาณ 0.1 มิลลิเมตร และมีความหนาแน่น (bulk density) โดยประมาณ 0.148 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากที่ผิวด้านนอกของแกลบมีซิลิกาผสมอยู่เป็นปริมาณสูงทำให้แกลบมีคุณสมบัติแตกหักง่าย ซิลิกาในแกลบเมื่อเทียบความแข็งตามโมห์สเกล (Mohs Scale) มีความแข็งเท่ากับ 5.5 ถึง 6.5

2.1.2 ลักษณะวิทยาของแกลบ (5)

ผิวนอกของแกลบมีลักษณะเป็นเซลล์ที่เป็นรูปเหลี่ยม ซึ่งมีความเข้มข้นของซิลิกาสูง ถูกปิดทับด้วยคิวติเคิล (cuticle) หนาและมีขนสั้นๆ อยู่บนผิว ภายในประกอบด้วยเส้นใยและเซลล์ที่ประกอบด้วยเส้นใยต่างๆ ชั้นกลางมีปริมาณซิลิกาอยู่ต่ำกว่าชั้นนอก โดยทั่วไปอาจสรุปโครงสร้างเนื้อเยื่อของแกลบได้ดังนี้

- ผนังเซลล์ด้านนอกประกอบด้วยเซลล์ลักษณะเป็นปุ่มที่มีปริมาณซิลิกาอยู่สูง
- สเคอโรมา ไคมา (Sclerenchyma) ประกอบด้วยเส้นใยต่างๆ อันประกอบด้วย ลิกนิน และซิลิกา
- พาราเอนไคมา (Parenchyma) เป็นเซลล์ลักษณะคล้ายฟองน้ำมีรูพรุนและมีรูปร่างแตกต่างกันไป
- ผนังชั้นในประกอบด้วยเส้นใยที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 องค์ประกอบของเกลบ (6)

องค์ประกอบของเกลบจะแตกต่างกันไปตามแหล่งเพาะปลูก ส่วนมากประกอบด้วยสารอินทรีย์ ซิลิกา และสิ่งปนเปื้อน(impurities) องค์ประกอบหลักๆแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ในเกลบพบว่าประกอบไปด้วย คาร์บอน 51.2 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 6.9 เปอร์เซ็นต์ และออกซิเจน 41.9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สารอินทรีย์นี้ประกอบด้วยพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งโครงสร้างส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาล และพอลิเมอร์ของน้ำตาลดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

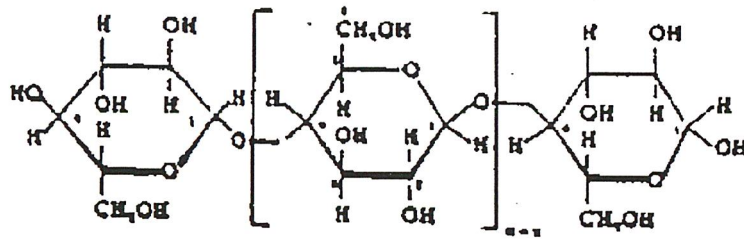
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในเกลบ (7)

องค์ประกอบ	น้ำหนัก(%)
เถ้า	13-29
เซลลูโลส	34-44
ลิกนิน	19-47
น้ำตาล*	17-26

*D-xylose, L-arabinose, Methyglycoronic acid, D-galactose

1. เซลลูโลส

เซลลูโลสเป็นเส้นใยของโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่เป็นส่วนประกอบหลักในผนังเซลล์พืชและเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมากที่สุด เซลลูโลสเป็นโพลี-แซคคาไรด์สายตรงที่ประกอบด้วยหน่วยแอนไฮโดรเซลลูโลสเชื่อมต่อกันด้วย 1-4 กลูโคสิดิก โครงสร้างของเซลลูโลสส่วนใหญ่จะเป็นรูปผลึกที่มีระเบียบประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ซึ่งโครงสร้างของเซลลูโลสแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเซลลูโลส (6)

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบพวกแซคคาไรด์ และลิกนิน (6)

Component	Chemical Formula	Molar mass
Monosaccharides		
Xylose*	$C_5H_{10}O_5$	150
D-glucose ⁺	$C_6H_{12}O_6$	180
Mannose*	$C_6H_{12}O_6$	180
Disaccharides		
Sucrose(cane/beer Sugar)	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342
Maltose(malt Sugar)	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342
	Monomer building block	Molar mass
Polysaccharide		
Cellulose ($-C_6H_{10}O_5-$)	D-glucose	>100000
Starch ($-C_6H_{10}O_5-$)	D-glucose	35000-39000
Hemicellulose	Various sugar	10000-35000
Lignin	Hydroxyphenyl-propane [#] ($C_3H_7C_6H_4OH$)	5000-10000

* Xylose and mannose are the principle sugar constituent of hemicellulose

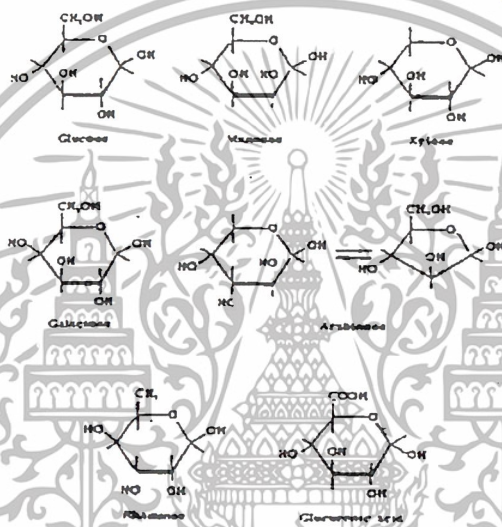
+ Also called dextrose

A compound related to phenol, C_6H_5OH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เฮมิเซลลูโลส

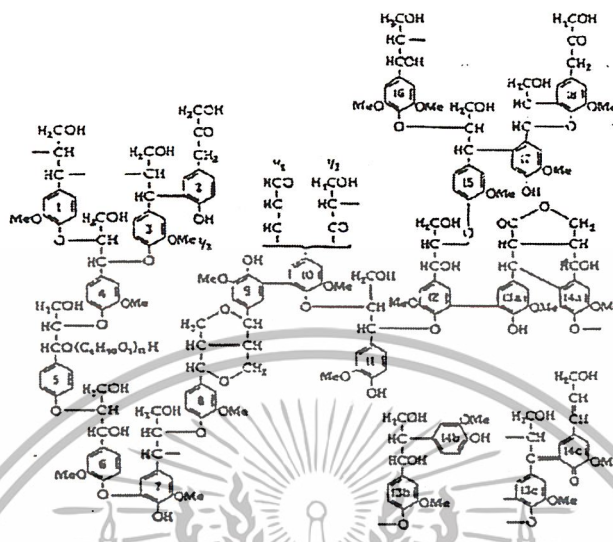
เฮมิเซลลูโลส เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่เกิดขึ้นร่วมกับพวกลูเซลลูโลสแต่จะอยู่ในรูปอสัณฐานที่มีลักษณะการจัดเรียงตัวของอะตอมทางเคมีต่างกับพวกลูเซลลูโลสและมีมวลต่ำกว่ามาก ดังแสดงในตารางที่ 2.1 เซลลูโลสมักจะประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวต่างๆหลายชนิดหลายๆตัวมาต่อกันเป็นกลุ่ม ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าโครงสร้างส่วนใหญ่จะคล้ายกับพวกลูเซลลูโลสยกเว้นพวกลูโพลิเมอร์ของเฮมิเซลลูโลสมักจะประกอบด้วยหน่วยย่อย 50-200 หน่วย และต่อกันแบบกิ่งก้านสาขามากกว่าแบบเส้นตรง



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของน้ำตาลต่างๆที่ประกอบเป็นเฮมิเซลลูโลส (6)

3. ลิกนิน

ลิกนินเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของพืช ประกอบด้วยโครงสร้างอะโรมาติกของหน่วยฟีนิลโพรเพนที่เชื่อมต่อกันด้วยคาร์บอนสายตรง (aliphatic chain) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าลิกนินมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะเป็นผนังเซลล์ของพืชที่จะช่วยทำตัวเสมือนการยึดและเพิ่มความแข็งแรงของเซลล์พืช นอกจากนี้ลิกนินยังอยู่ในรูปอสัณฐานเช่นเดียวกับพวกลูเซลลูโลส



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของพอลิกลินิน (6)

4. สารอนินทรีย์

องค์ประกอบของสารอนินทรีย์ส่วนใหญ่หมายถึงเกลือ แกลบมีปริมาณเกลือแตกต่างกันไปตามแหล่งเพาะปลูก โดยมีสัดส่วนของซิลิกาอยู่ในช่วงระหว่าง 87-97 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบปริมาณเกลือและปริมาณซิลิกาในแกลบกับส่วนอื่นๆ ของต้นข้าวและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอื่นๆ พบว่า แกลบมีปริมาณเกลือและซิลิกาสูงกว่าพืชชนิดอื่นๆ ส่วนตารางที่ 1.1 แสดงองค์ประกอบของเถ้าจากแกลบเทียบกับไม้ชนิดอื่นๆ จะเห็นได้ว่าแกลบมีปริมาณซิลิกาสูงมาก ดังนั้นด้วยสาเหตุนี้เองจึงอาจเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบมีลักษณะคงตัว

ตารางที่ 2.3 ปริมาณเถ้านและชิลิกาในส่วนต่างๆของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (9)

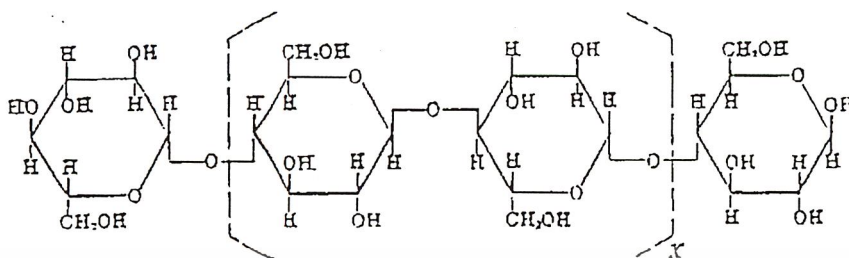
พืช	ส่วนต่างๆ	ปริมาณเถ้า (ก./กก.*)	ชิลิกาในเถ้า (%โดยน้ำหนัก)	ปริมาณชิลิกา (ก./กก.**)
ข้าว	เปลือก	200	96	192
	ฟางข้าว	150	82	123
ข้าวสาลี	เปลือก	100	69	69
	ใบ	110	91	100
ข้าวโพด	ใบ	120	54	77
ข้าวบาร์เลย์	ฟางข้าว	6	54	3
ข้าวโอ๊ต	ฟางข้าว	70	47	33
ไม้ไผ่	ตาไม้ไผ่	20	57	11

* referred to dry biomass

** inner part

2.2 ชานอ้อย

ชานอ้อยเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากเกษตรกรรมโดยการบดต้นอ้อยในลูกกลิ้งเพื่อให้ได้น้ำตาล ชานอ้อยมีหลายสี แต่โดยทั่วไปจะเป็นสีเหลืองเทาหมองๆจนถึงสีเหลืองซีด ซึ่งจัดเป็นสารประกอบประเภทลิกโนเซลลูโลสิก (สารที่ประกอบด้วนลิกนิน และเซลลูโลส) นอกจากนี้ชานอ้อยมีลักษณะเป็นต้นเกะกะไม่เป็นระเบียบ และมีมากมายหลายชนิดขึ้นกับการบด ส่วนประกอบทั่วไปโดยประมาณคือ ความชื้น 49 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งที่ละลายได้ 6 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งที่ละลายไม่ได้หรือเส้นใยที่ไม่ผ่านกระบวนการ 45 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2.4 โครงสร้างเซลล์ูโลสในขานอ้อย

2.2.1 สมบัติทางกายภาพ

ขานอ้อยประกอบด้วยสองส่วนอย่างเห็นได้ชัดคือ ส่วนแรกเป็นชั้นผนังหนาและจะค่อนข้างยาวซึ่งเป็นส่วนของเส้นใยที่ได้จากเปลือกนอกและมัดของท่อลำเลียงที่กระจายอยู่ภายในลำต้น ส่วนที่สองเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่ได้จากเซลล์ที่มีผนังบางของพาราไคม (Parenchyma) ของลำต้นซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำตาลอ้อย ส่วนประกอบทั้งหมดของขานอ้อยในส่วน of เส้นใยและแกนกลางแสดงดังตารางที่ 2.4 และจะเห็นได้ว่าในขานอ้อยแต่ละส่วนจะมีปริมาณซิลิกาอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับแกลบซึ่งมีปริมาณซิลิกาสูงถึง 96 เปอร์เซ็นต์

เส้นใยอ้อยมีลักษณะคล้ายกับเส้นใยของฝ้ายและขนสัตว์ คือ มีลักษณะโครงสร้างขดเป็นวง มีความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 1.0 – 4.0 มิลลิเมตร และกว้าง 0.01 – 0.04 มิลลิเมตร ลักษณะของเส้นใยนั่นขึ้นกับชนิดของขานอ้อย

2.2.2 การนำมาใช้

ขานอ้อยเป็นวัสดุที่สามารถถูกย่อยสลายได้ง่าย ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคพิเศษในการพัฒนาเก็บรักษาขานอ้อย วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปคือการไล่ความชื้นออกไปประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของความชื้นที่มีอยู่ และเก็บไว้ในที่กลางแจ้งที่อากาศถ่ายเทสะดวก ในด้านการเกษตรขานอ้อยถูกใช้เป็นปุ๋ยคลุมดิน แต่อย่างไรก็ตามยังคงเหลือปริมาณขานอ้อยอยู่มาก จึงได้มีการพัฒนาขานอ้อยเพื่อใช้ในลักษณะอื่น เช่น ใช้ผลิตกระดาษ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงการวิเคราะห์ทางเคมีของขานอ้อย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อปราศจากความชื้น)

องค์ประกอบ	ขานอ้อยทั้งหมด		เส้นใย	แกนกลาง
	(a)	(b)		
เซลลูโลส	40.00	46.00	56.60	55.40
ยางไม้ (araban,galactan,xylan)	24.40	24.50	26.11	29.30
โปรตีน	1.80			
น้ำตาล				
ซูโครส	14.00			
กลูโคส	1.40			
กรด	0.40			
น้ำมันและไขมัน	0.60	3.45	2.25	3.55
เถ้า	2.40	2.40	1.30	3.02
ลิกนิน	15.00	19.95	19.15	22.30
ซิลิกา		2.00	0.46	2.42

2.3 การอัดก้อน(Briquetting)

2.3.1 ทฤษฎีการอัดก้อน (2)

หลักการอัดก้อน คือ การใช้แรงกดต่ออนุภาคเล็กๆทำให้เกิดการอัดแน่นพอเหมาะที่จะรวมตัวกันเป็นก้อน โดย (2) ได้สรุปหลักการไว้ว่า สสารทั้งหมดถูกล้อมรอบด้วยสนามของแรงดึงดูด (attractive force) ความแข็งแรง (strength) เป็นสัดส่วนกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างอนุภาค สนามของแรงนี้ล้อมรอบด้วยอะตอม โมเลกุล และสารแขวนลอย เป็นการเชื่อมต่อกันที่สำคัญเป็นพิเศษ กับการเชื่อมติดกันแน่นของอนุภาคที่ถูกกดอัดเข้าด้วยกัน ตามหลักการนี้แบบของการเชื่อมติดกัน (cohesion) เป็นไปได้ 2 แบบ คือการเชื่อมติดกันจริง (true cohesion) และการเชื่อมติดกันแบบปรากฏ (apparent cohesion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมติดกันจริง คือ การที่อนุภาครวมติดกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล เช่น เอาเกล็ดอัดก้อน ส่วนการเชื่อมติดกันแบบปรากฏเกิดขึ้นเมื่ออนุภาคเปียกถูกกดอัดเข้าด้วยกันเกิดแรงแคปิลลารี(capillary force) เพราะฟิล์มบนอนุภาคจะเกิดการสัมผัสกันจริง การเชื่อมติดกันแบบปรากฏนี้จึงใช้ในการอัดก้อนมากกว่าการเชื่อมติดกันจริงๆ ดังนั้นสิ่งที่ควรพิจารณาคือ ความเปียก(wetability) ความใกล้ชิดกันของแรงแคปิลลารีและแรงตึงผิว วัฏภาคของก๊าซ (gas phase) จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะมีของเหลวมากเกินไป แคปิลลารีจะขยายออกไปสู่วัฏภาคก๊าซออกไปทำให้แรงประสาน(binding force) ต่ำลง

กระบวนการทำเชื้อเพลิงอัดก้อน ประกอบด้วยการให้แรงดันแก่มวลของอนุภาค โดยอาจมีตัวประสาน หรือ ไม่มีตัวประสาน เพื่อให้มวลสารรวมตัวกันและเกาะกัน ได้ดี ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ได้ทั่วไปไม่เฉพาะกับถ่านหินเท่านั้น แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง

2.3.2 กระบวนการอัดก้อน (2)

เชื้อเพลิงที่นำมาอัดก้อน โดยทั่วไป ไม่ว่าจะใช้ตัวประสานหรือไม่ใช้ตัวประสานจะประกอบด้วย กระบวนการหลัก คือ การบด การอบ การผสม และการอัดขึ้นรูป

การบด (Grinding) เพื่อให้เชื้อเพลิงมีขนาดเล็กลง ทำให้การอัดติดเป็นก้อนทำได้ง่ายขึ้น

การอบ (Drying) เชื้อเพลิงที่ผ่านการบดแล้วจะถูกอบให้มีความชื้นที่พอเหมาะกับการอัดก้อน ถ้าความชื้นมากเกินไป ก้อนเชื้อเพลิงจะแตกเมื่อสูญเสียความชื้น ถ้าความชื้นต่ำเกินไปเชื้อเพลิงจะเสียความแข็งแรง หรืออาจทำให้อัดไม่ติด

การผสม (Mixing) เชื้อเพลิงจะผสมกับตัวประสานและสารเคมีต่างๆ การผสมจะต้องพิจารณาเวลาในการผสมซึ่งจะต้องมากพอที่จะผสมสารต่างๆเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับเชื้อเพลิง ในขั้นนี้อาจมีการผสมน้ำด้วยถ้าความชื้นของส่วนผสมมีน้อยเกินไป

การอัด (Pressing) ส่วนผสมจะถูกใส่เข้าไปในเครื่องอัด แรงในการอัดไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดและขบวนการในการอัด คุณภาพของเชื้อเพลิงที่ได้ขึ้นกับแรงอัดและระยะเวลาที่อัดด้วย

2.3.3 การอัดก้อนเชื้อเพลิง (2)

1. การอัดก้อนแบบใช้ความร้อน เช่น การอัดก้อนแบบใช้เครื่องอัดแบบสกรู เป็นต้น ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องอัดแบบสกรู คือ บรรจุก๊าซที่ต้องการอัดลงในถัง (hopper) ที่มีช่องทางออกสู่กระบอกอัด (extrusion cylinder) ภายในกระบอกอัดมีสกรูอัดชนิดเกลียวตัวหนอนหมุน การขับเคลื่อนของสกรูอาศัยแรงขับเคลื่อนจากมอเตอร์ ผ่านสายพานและเฟืองทด วัสดุจะไหลเข้าสู่กระบอกอัดเมื่อสกรูหมุน และวัสดุจะถูกสกรูอัดติดกับผนังกระบอกอัดด้วยแรงดันสูง ในขณะที่วัสดุอัดแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนผ่านกระบอกอัด วัสดุจะได้รับความร้อนจากเครื่องทำความร้อนที่ติดตั้งอยู่ที่ปลายกระบอกอัด แท่งวัสดุจะเคลื่อนตัวอย่างช้าๆออกจากปลายกระบอกอัดและจะหักเมื่อสัมผัสกับเหล็กฉาก

2. การอัดก้อนแบบไม่ใช้ความร้อน เช่น การอัดก้อนโดยใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิกส์ (hydraulic press) เป็นต้น ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องอัดแบบไฮดรอลิกส์ คือ ใส่เชื้อเพลิงที่ต้องการลงในแบบอัด จากนั้นบังคับวาล์ว บังคับทางเดินน้ำมันให้แกนไฮดรอลิกส์กดวัสดุลงในแบบอัด ซึ่งแรงในการอัดสามารถบังคับได้โดยมีวาล์วปรับความดัน

ซึ่งการอัดแบบไม่ใช้ความร้อนนี้จำเป็นต้องเติมตัวประสานเข้าช่วยในการอัดก้อน ส่วนการอัดแบบใช้ความร้อน การอัดแบบนี้จำเป็นต้องใช้ตัวประสานหรือไม่ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ ถ้าวัสดุที่ใช้มีลิกนิน(lignin) และเส้นใย(fiber)ในปริมาณสูง เมื่อถูกความร้อนจากเครื่องอัด สารเหล่านี้จะเยิ้มตัวยึดเกาะกันได้ แต่ถ้าวัสดุเหล่านี้มีน้อยก็จำเป็นต้องเติมตัวประสานเข้าช่วย

2.3.4 การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิง

การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพคือ

1. การแตก่วนของแท่งถ่าน
2. ความชื้น
3. ปริมาณเถ้า
4. ปริมาณกำมะถัน
5. ค่าความร้อน
6. อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ
7. ประสิทธิภาพการเผาไหม้
8. ลักษณะการเผาไหม้
9. ความคงตัวของเถ้า

เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงจะมีปริมาณเถ้าและกำมะถันต่ำ เชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงจะมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ ซึ่งค่าความร้อนเป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูง แต่สำหรับการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มในครัวเรือน เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีที่สุดไม่จำเป็นต้องเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีคุณสมบัติทางด้านอื่นๆประกอบด้วย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแตกประทุขณะติดไฟ เชื้อเพลิงที่แตกประทุขณะติดไฟจะเป็นที่รังเกียจของผู้ใช้เป็น อันดับหนึ่ง ดังนั้นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกประทุเลย หรือ มีการแตกประทุบ้างเล็กน้อยในช่วงเวลาที่แรกที่ติดไฟ
- น้ำหนักเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่หนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นานกว่า
- คว้น เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีไม่ควรมีคว้น และกลั่นจนในขณะลุกไหม้
- ความแข็งแรงและการปนของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่มีความแข็งแรงสูง จะช่วยลดการแตกหักหรือปนเป็นผงทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่ง และการเก็บรักษา
- เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ควรมีการแตกกร่น เพื่อไม่ให้เตาเต็มเร็วและประหยัดเวลาในการตักเถ้าออกจากเตา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของกัญญา บุญเกียรติ และ เพียรพรรค ทศกร (1)

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ทางอุตสาหกรรมและการเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ 3 ชนิด คือ แกลบ จี๊เหล็ย และชานอ้อย โดยนำมาอัดเป็นก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร ภายใต้อุณหภูมิ 53 – 1,070 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และใช้ตัวยึดได้แก่ จี๊ผึ้ง และแป้งเปียก พบว่าจี๊เหล็ยและชานอ้อยสามารถนำมาอัดให้ติดกันเป็นก้อนได้โดยไม่ต้องใช้ตัวยึด ส่วนแกลบต้องใช้ตัวยึด และ/หรือผสมกับจี๊เหล็ยหรือชานอ้อย จึงจะติดกันเป็นก้อนได้ หลังจากเก็บตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติกอย่างน้อย 2 เดือน แล้วนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลง และคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักร้อยละที่ร่วนออกมา ความชื้น จี๊เหลว ปริมาณกำมะถัน ค่าความร้อน และคุณสมบัติในการไหม้ไฟ และการให้ความร้อนเมื่อเทียบกับถ่านไม้ พบว่า ก้อนเชื้อเพลิงผสมระหว่างแกลบ-ชานอ้อยมีการแตกร่วนน้อยที่สุด (1.53 เปอร์เซ็นต์) และจี๊เหล็ยมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด (6.19 เปอร์เซ็นต์) สำหรับคุณสมบัติในการไหม้ไฟพบว่า ก้อนเชื้อเพลิงเกือบทุกชนิดทำให้น้ำเดือดเร็วกว่าถ่านไม้และมีความทนเมื่อเริ่มลุกไหม้

งานวิจัยของจิตตรานนท์ ปาริยะประเสริฐ และวสันต์ พิพิธนาบรรพ์ (2)

เป็นการพัฒนาแกลบและฟางข้าวเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยศึกษาการอัดก้อนด้วยเครื่องอัดแบบคันโยก และเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ พบว่า การอัดโดยไม่ใช้ความร้อนสำหรับเครื่องอัดก้อนแบบคันโยก ก้อนเชื้อเพลิงที่อัดได้ดี คือ แกลบผสมฟางข้าว (70 ต่อ 30) แกลบผสมกาวน้ำ (94 ต่อ 6) แกลบผสมแป้งเปียก (90 ต่อ 10) แกลบผสมฟางข้าวและถ่านไม้ (60 ต่อ 30 ต่อ 10) อัดที่ความดัน 105 กิโลนิวตันต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 20 วินาที ส่วนก้อนเชื้อเพลิงที่ใช้กับเตาเผาไหม้ที่อัดได้ดีคือ แกลบผสมกับแป้งเปียก (70 ต่อ 30) ส่วนการอัดโดยใช้ความร้อน ก้อนเชื้อเพลิงที่อัดได้ดีคือ แกลบผสมโพธิ์เถลิ้น (90 ต่อ 10) แกลบผสมฟางข้าวและโพธิ์เถลิ้น (82 ต่อ 10 ต่อ 8) แกลบผสมถ่านไม้กับโพธิ์เถลิ้น (80 ต่อ 10 ต่อ 10) อัดที่ความดัน 10.5 กิโลนิวตันต่อตารางเซนติเมตรที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที ส่วนลักษณะการเผาไหม้พบว่า ใช้เวลาในการต้มให้เดือด 7-8 นาที เมื่อใช้เชื้อเพลิงหนัก 150 กรัม น้ำ 1000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยของ วุฒิพงศ์ กรประภากุล และ นิลเนตร แซ่อึ้ง (2)

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดก้อนจากทะเลสาบปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม โดยนำทะเลสาบปาล์มมาบดให้มีขนาดเล็ก แล้วอัด 2 วิธี คือ อัดด้วยเครื่องไฮโดรลิกส์ ภายใต้ความดัน 250-600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอัดเป็นก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร และใช้กาวแก้วและแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ก้อนเชื้อเพลิงเป็นทรงกระบอก และการอัดด้วยเครื่องอัดแบบสกรูที่อุณหภูมิ 120 และ 140 องศาเซลเซียส ได้เชื้อเพลิงเป็นแท่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เชื้อเพลิงที่อัดได้ถูกนำไปเก็บไว้เพื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและคุณลักษณะการเผาไหม้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเชื้อเพลิงอัดก้อนซึ่งมีแป้งเปียก 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณเถ้าต่ำสุด (5.32 เปอร์เซ็นต์) และเชื้อเพลิงอัดก้อนซึ่งมีกาวแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำสุด (0.03 เปอร์เซ็นต์) สำหรับการเผาไหม้พบว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดทำให้น้ำเดือดได้เร็วกว่าถ่านไม้ แต่มีควันมากกว่าในช่วงเริ่มต้นการเผาไหม้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

1. แกลบ
2. ชานอ้อย
3. กรดเบนโซอิก(Benzoic Acid)บริสุทธิ์ เกรดวิเคราะห์
4. เมทิลออเรนจ์ (Methyl Orange)
5. โซเดียมคาร์บอเนต(Na_2CO_3)
6. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)
7. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
8. แบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องบด (Grinding Machine) ของ BOSCO Engineering
2. ตะแกรงพร้อมเครื่องเขย่ามาตรฐาน ของ Dimension Engineering
3. เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่ง
4. เตาอั้งโล่
5. กาน้ำ
6. ครุฑเปิด (crucible) พร้อมฝาปิด
7. เตาเผา (Muffle furnace) ของ Thermulyne 6000
8. ตู้อบ (drying oven) ของ Memmert
9. เดสสิเคเตอร์ (dessicator)
10. เครื่อง Automatic Bomb Calorimeter ของ SANYO GALLENKEMP PLO
Model:CBA-350-K
11. ถังบรรจุก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์
12. สายท่อสำหรับบรรจุก๊าซออกซิเจนเข้า Bomb Calorimeter
13. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ของ Denver Instrument Company Model TC-254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. นาฬิกาจับเวลา
15. ตะเกียงบนเสาพร้อมขาตั้ง
16. อุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ
17. แผ่นให้ความร้อน (Hot Plate)
18. กระดาษกรองเบอร์ 1 และ เบอร์ 42
19. กระดาษทดสอบพีเอช (pH paper)
20. ขวดน้ำกลั่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.3.1.1 นำเกล็ดและชานอ้อย มาหาค่าความชื้น หากความชื้นเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ต้องนำเข้าสู่อบก่อน

3.3.1.2 เตรียมวัตถุดิบ

3.3.1.2.1 เตรียมวัตถุดิบให้มีขนาดต่างกัน โดยบดตามจำนวนครั้ง ดังนี้

- บด 2 ครั้ง
- บด 10 ครั้ง
- เกล็ดที่ไม่ได้ผ่านการบด

3.3.1.2.2 เตรียมวัตถุดิบผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังนี้

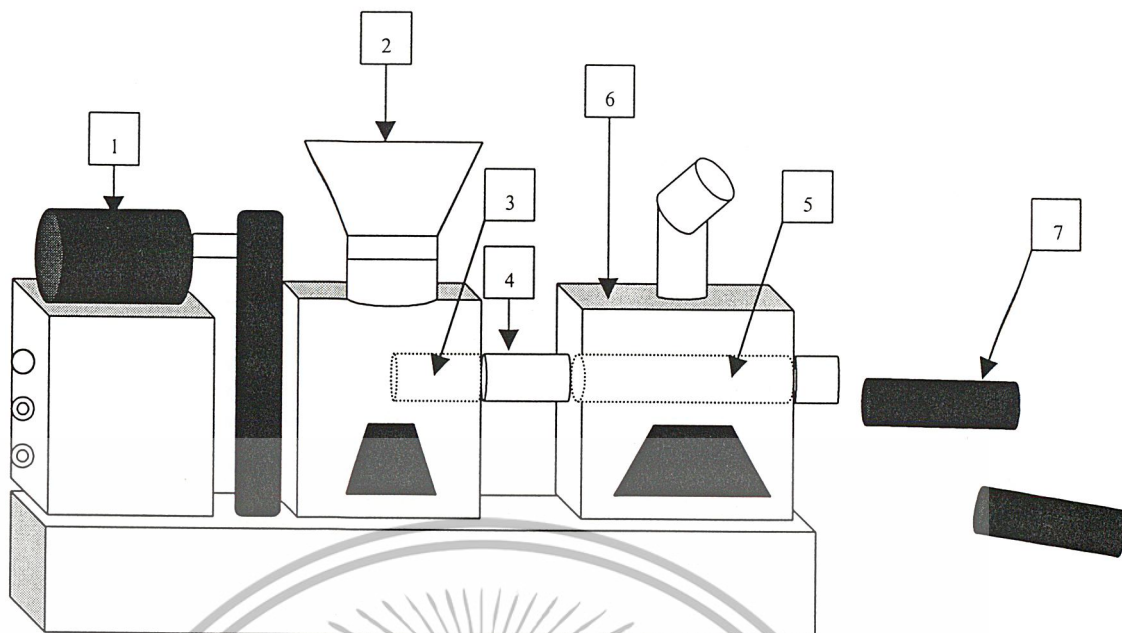
- เกล็ดอย่างเดียว
- เกล็ดผสมชานอ้อย ในอัตราส่วนร้อยละ 70 ต่อ 30
- เกล็ดผสมชานอ้อยในอัตราส่วนร้อยละ 50 ต่อ 50
- เกล็ดผสมชานอ้อยในอัตราส่วนร้อยละ 30 ต่อ 70
- ชานอ้อยอย่างเดียว

3.3.2 การอัดเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ทำการอัดเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยเครื่องอัดเชื้อเพลิง ดังรูปที่ 3.1 โดยกระบวนการผลิตถ่านแสดงดังภาพผนวก ก.

3.3.2.1 อัดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัตถุดิบที่มีขนาดต่าง ๆ กันในข้อ 3.3.1.2.1

3.3.2.2 อัดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัตถุดิบผสมในอัตราส่วนในข้อ 3.3.1.2.2



- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1 คือ มอเตอร์ขับ 15 แรงม้า | 5 คือ กระบอกอัด |
| 2 คือ ที่รับวัตถุดิบ | 6 คือ เตาประหยัดไฟ |
| 3 คือ สกรูอัด | 7 คือ เชื้อเพลิงอัดแท่งในรูปพื้น |
| 4 คือ เหล็กหล่อหุ้ม | |

รูปที่ 3.1 เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบให้ความร้อน

3.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

นำถ่านที่ได้จากข้อ 3.3.2 มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก) ดังนี้

- 3.3.3.1 ความคงตัวของถ่าน
- 3.3.3.2 ปริมาณถ่าน วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM No. D.3516
- 3.3.3.3 การแตกร่วนของแท่งถ่าน
- 3.3.3.4 ความชื้น วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM No. D.1348
- 3.3.3.5 ปริมาณกำมะถัน วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM No. D.3177 Method B
- 3.3.3.6 ค่าความร้อน วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM No. D.2015
- 3.3.3.7 อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ
- 3.3.3.8 ประสิทธิภาพการเผาไหม้
- 3.3.3.9 ลักษณะการเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

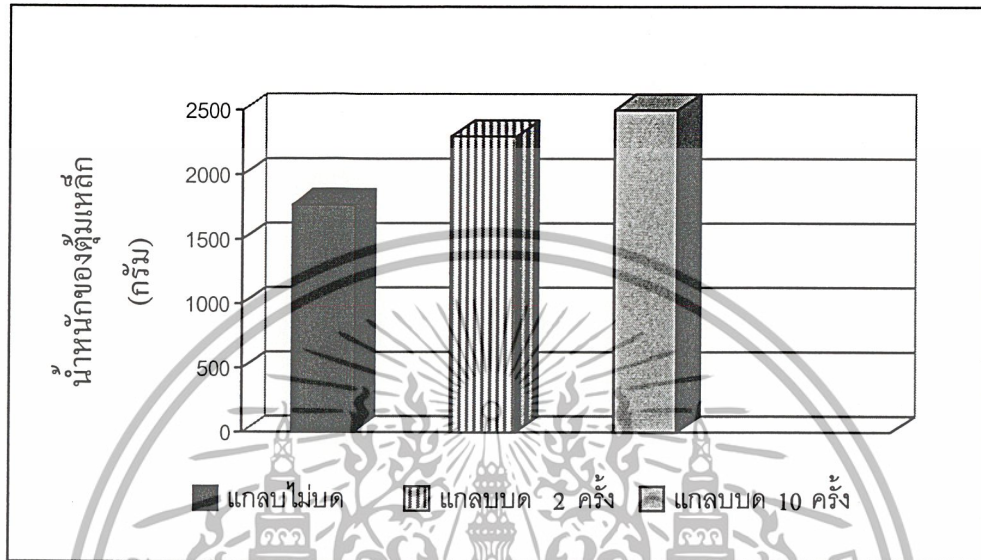
ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบโดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ขนาดอนุภาคของวัตถุดิบและปริมาณชิลิกาในวัตถุดิบ โดยทำการผลิตถ่านจากวัตถุดิบแกลบที่มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ กัน ซึ่งได้แก่ ถ่านจากแกลบไม่บด ถ่านจากแกลบบด 2 ครั้ง และถ่านจากแกลบบด 10 ครั้ง และผลิตถ่านจากวัตถุดิบผสมระหว่างขานอ้อยซึ่งมีปริมาณชิลิกาต่ำกับแกลบซึ่งมีปริมาณชิลิกาสูงในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังนี้ แกลบต่อขานอ้อยในอัตราส่วน 100 ต่อ 0, 70 ต่อ 30, 50 ต่อ 50, 30 ต่อ 70 และ 0 ต่อ 100 แล้วนำถ่านที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ซึ่งได้แก่ ความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้, ปริมาณเถ้า, การแตกร่วนของแท่งถ่าน, ความชื้น, ปริมาณกำมะถัน, ค่าความร้อน, อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟ, ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และลักษณะการเผาไหม้ ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นดังนี้

4.1 ความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้

ทำการวิเคราะห์โดยนำเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านมาวัดความคงตัวโดยการวางแผนตั้งกะลีสลบบนถ่านแล้วค่อยๆ วางค้อนน้ำหนักลงบนแผ่นตั้งกะลิก่อนน้ำหนักเบาแล้วค่อยๆ เพิ่มน้ำหนักขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถ่านแตกตัว (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.)

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ศึกษาผลของขนาดอนุภาค และศึกษาผลของปริมาณชิลิกาในวัตถุดิบ ดังนี้

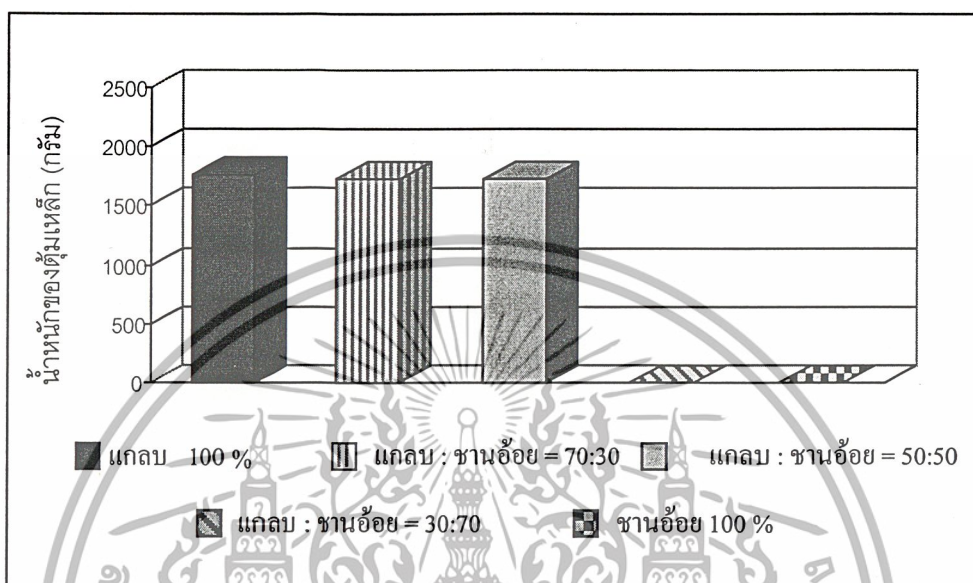
4.1.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุติดต่อความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้
ผลการวิเคราะห์ความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบที่มีอนุภาคของ
วัตถุติดแกลบขนาดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.1 (ก) และตารางที่ ง.1 ในภาคผนวก ง.



รูปที่ 4.1 (ก) แผนภูมิแสดงน้ำหนักของเถ้าที่ใช้ในการทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่าน
แกลบที่มีอนุภาคของวัตถุติดขนาดต่างๆกันแตกต่าง

จากรูปที่ 4.1 (ก) พบว่าความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบทั้ง 3 ชนิด คือ
แกลบไม่บด แกลบบด 2 ครั้ง และแกลบบด 10 ครั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติในภาคผนวก ง. ตารางที่
ง.2 และ ง.3) โดยถ่านจากแกลบบด 10 ครั้ง ให้เถ้าที่มีความคงตัวมากที่สุด คือต้องใช้เถ้าที่มีน้ำ
หนักมากที่สุดในการทำให้เถ้าแตกตัว ส่วนถ่านจากแกลบไม่บดนั้นจะให้เถ้าที่มีความคงตัวน้อยที่
สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากขนาดอนุภาคที่เล็กลงนั้นจะทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น อนุภาค
เกาะตัวกันได้อย่างหนาแน่นขึ้น ทำให้เถ้ามีความคงตัวมากขึ้น ดังนั้นความคงตัวของเถ้าจะลดลงเมื่อ
อนุภาคของวัตถุติดมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ

4.1.2 ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบต่อความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้
ผลการวิเคราะห์ความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่
ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.1 (ข) และตารางที่ ง.1 ในภาคผนวก ง.



รูปที่ 4.1(ข) แผนภูมิแสดงน้ำหนักของขี้เถ้าที่ใช้ในการทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านแกลบ
ที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในอัตราส่วนต่างๆ แยกตัว

จากรูปที่ 4.1(ข) พบว่าถ่านจากแกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ให้เถ้าที่มีความคงตัวมากที่สุด
เนื่องจากต้องใช้ขี้เถ้าที่มีน้ำหนักมากที่สุดในการทำให้เถ้าแตกตัว แต่เมื่อลดปริมาณแกลบลงและ
เพิ่มปริมาณขานอ้อยเข้าไปแทนในอัตราส่วน แกลบต่อขานอ้อยเท่ากับ 70 ต่อ 30 และ 50 ต่อ 50
พบว่าน้ำหนักของขี้เถ้าที่ใช้ทำให้เถ้าแตกตัวนั้นมีน้ำหนักลดลงเพียงเล็กน้อยตามลำดับ ซึ่งถือได้
ว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงราย
ละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง.4 และ ง.5) ส่วนเถ้าจากถ่านที่มีอัตราส่วน
ผสมระหว่างแกลบกับขานอ้อยเท่ากับ 30 ต่อ 70 และขานอ้อยในอัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์นั้น พบ
ว่าเถ้าที่ได้มีการแตกร่วนสูงไม่สามารถนำไปวัดความคงตัวได้ (แสดงภาพในภาคผนวก จ.) ทั้งนี้
เนื่องมาจากขานอ้อยมีองค์ประกอบทางเคมีในส่วนที่เป็นซิลิกาต่ำมากเมื่อเทียบกับแกลบ ซึ่งซิลิกา
นั้นมีโครงสร้างที่เป็นผลึกจึงมีความแข็งแรงมาก ทำให้เถ้าที่มีปริมาณซิลิกาอยู่มาก มีความคงตัวสูง
ดังนั้นจากผลการทดลองที่ได้ หากต้องการทำให้เถ้าจากถ่านแกลบมีความคงตัวลดลงจะต้องผสม
ขานอ้อยลงไปในอัตราส่วนแกลบต่อขานอ้อย เท่ากับ 30 ต่อ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

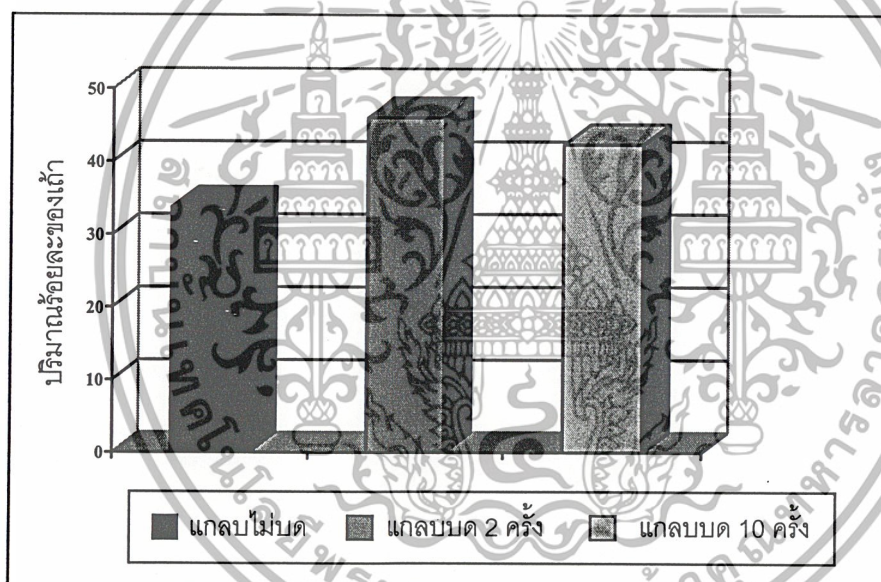
4.2 ปริมาณเถ้า

ทำการวิเคราะห์โดยนำตัวอย่างถ่านมาทำการเผาในเตาเผา(Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 575 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ชั่งน้ำหนักที่หายไปจากการเผา แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเถ้าเป็นร้อยละ (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.)

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ศึกษาผลของขนาดอนุภาค และศึกษาผลของปริมาณชีถิลาในวัตถุดิบ ดังนี้

4.2.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุดิบต่อปริมาณเถ้า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.2 (ก) และตารางที่ ง.8 ในภาคผนวก ง.



รูปที่ 4.2 (ก) แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบต่างกัน

จากรูปที่ 4.2 (ก) พบว่าเมื่อวัตถุดิบแกลบมีขนาดเล็กลง ปริมาณเถ้าที่เกิดจะมีมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่อนุภาคขนาดเล็กเกาะตัวกันได้อย่างหนาแน่น ทำให้ถ่านมีรูพรุนน้อย อากาศผ่านเข้าไปได้ไม่ดี ผลที่ตามมาคือถ่านในส่วนที่ถูกเผาไหม้ได้มีปริมาณน้อย ดังนั้นเถ้าหรือส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้จึงมีอยู่มาก

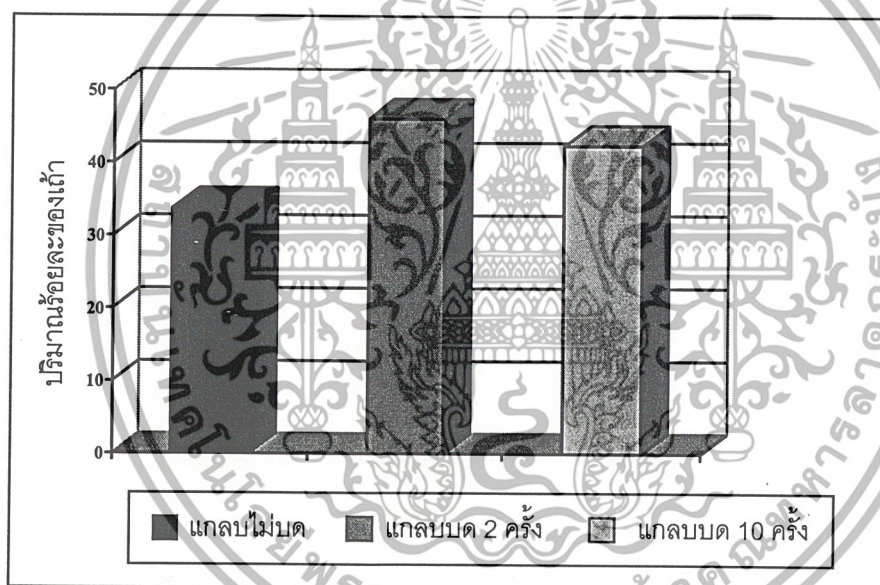
4.2 ปริมาณเถ้า

ทำการวิเคราะห์โดยนำตัวอย่างถ่านมาทำการเผาในเตาเผา(Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 575 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ชั่งน้ำหนักที่หายไปจากการเผา แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเถ้าเป็นร้อยละ (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.)

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ศึกษาผลของขนาดอนุภาค และศึกษาผลของปริมาณซัลฟิวในวัตถุดิบ ดังนี้

4.2.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุดิบต่อปริมาณเถ้า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.2 (ก) และตารางที่ 4.8 ในภาคผนวก ง.

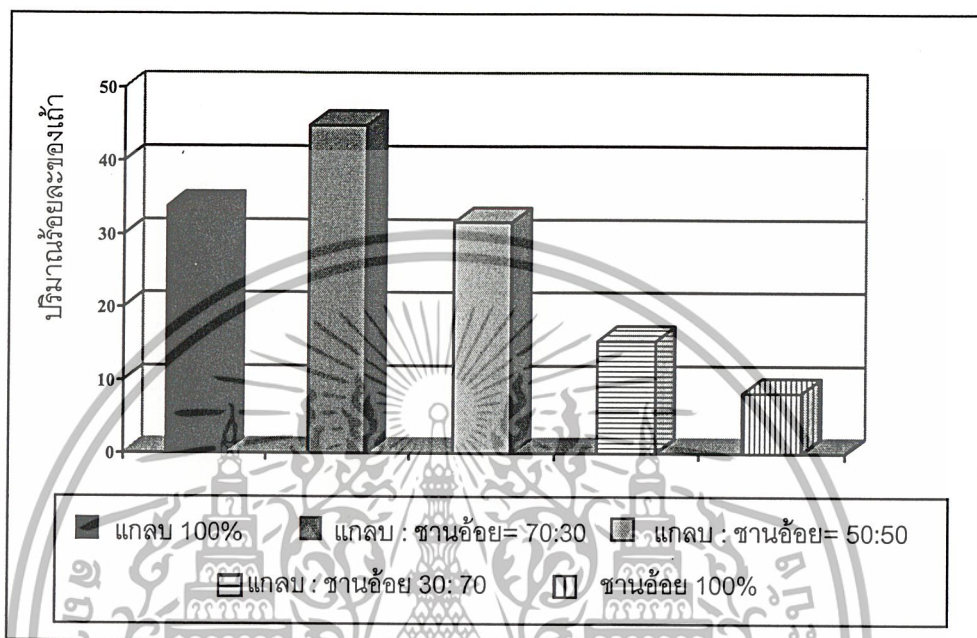


รูปที่ 4.2 (ก) แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของถ่านกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบต่างกัน

จากรูปที่ 4.2 (ก) พบว่าเมื่อวัตถุดิบกลบมีขนาดเล็กลง ปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้นจะมีมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่อนุภาคขนาดเล็กเกาะตัวกันได้อย่างหนาแน่น ทำให้ถ่านมีรูพรุนน้อย อากาศผ่านเข้าไปได้ไม่ดี ผลที่ตามมาคือถ่านในส่วนที่ถูกเผาไหม้ได้มีปริมาณน้อย ดังนั้นเถ้าหรือส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้จึงมีอยู่มาก

4.2.2 ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบต่อปริมาณเถ้า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.2 (ข) และตารางที่ ง.8 ในภาคผนวก ง.



รูปที่ 4.2 (ข) แผนภูมิแสดงปริมาณเถ้าของถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ

จากรูปที่ 4.2 (ข) พบว่าปริมาณเถ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบ โดยถ่านแกลบที่มีปริมาณซิลิกามากหรือที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณน้อย ปริมาณเถ้าที่ได้จากการศึกษาจะมีค่ามาก ทั้งนี้เนื่องมาจากซิลิกาเป็นสารอนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบหลักในเถ้า ดังนั้นการที่ถ่านมีปริมาณซิลิกามากจะทำให้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้มีมาก แต่เมื่อเติมขานอ้อยซึ่งมีปริมาณซิลิกาลดลงไปในถ่านแกลบมากขึ้นจะทำให้เถ้าที่ได้มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.11 และ ง.12)

4.3 การแตกร่วนของแท่งถ่าน

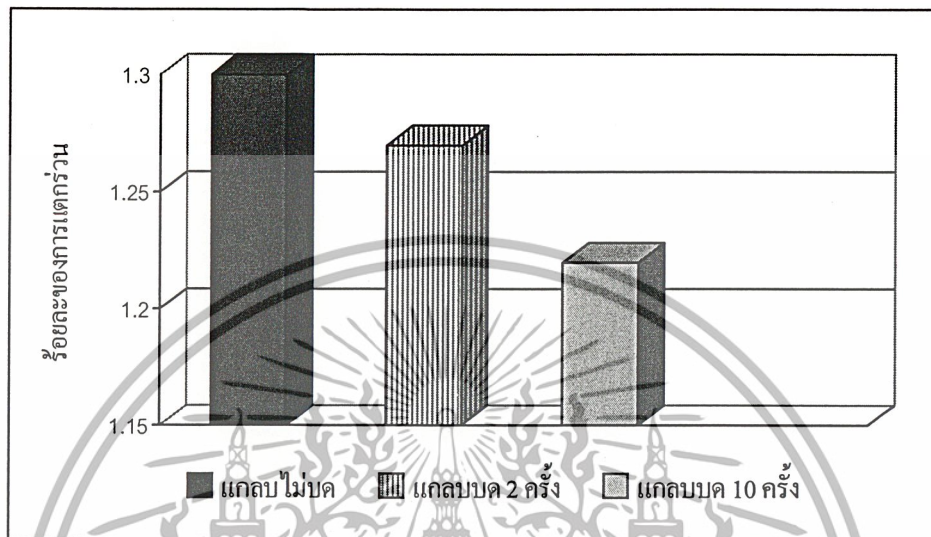
ทำการวิเคราะห์โดยชั่งน้ำหนักถ่านจำนวนหนึ่งแล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติกเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักส่วนที่แตกร่วนออกมา แล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละของการแตกร่วน (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.)

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ศึกษาผลของขนาดอนุภาค และศึกษาผลของปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุติดต่อการแตกร่วนของแท่งถ่าน

ผลการวิเคราะห์การแตกร่วนของแท่งถ่านในถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุติดต่างๆ กัน แสดงดังรูปที่ 4.3 (ก) และตารางที่ ง.13 ในภาคผนวก ง

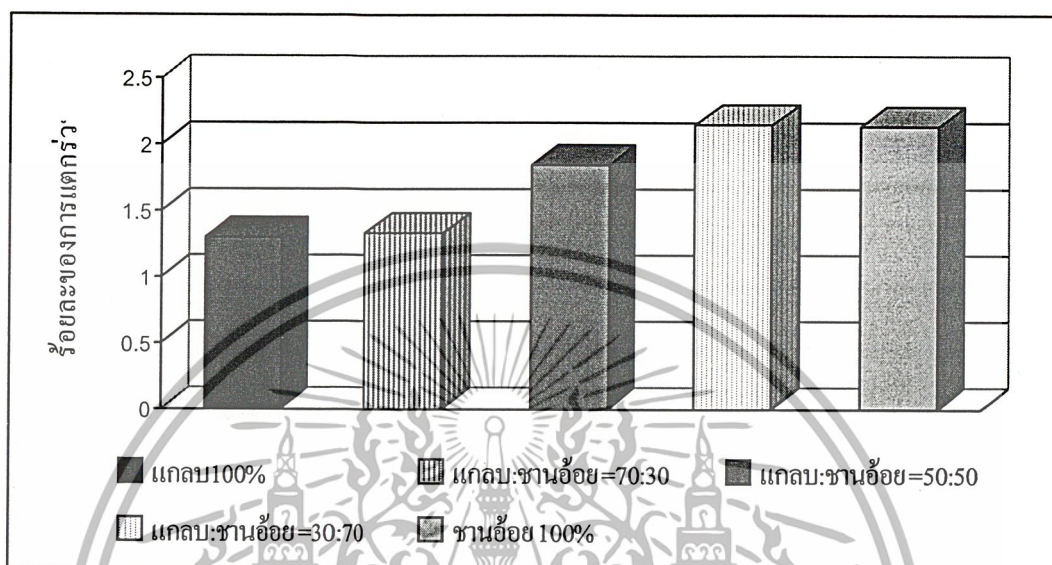


รูปที่ 4.3 (ก) แผนภูมิแสดงร้อยละของการแตกร่วนของถ่านจากแกลบที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

จากรูปที่ 4.3 (ก) จะเห็นได้ว่าการแตกร่วนของแท่งถ่านมีความสัมพันธ์กับความคงตัวของถ่านในข้อ 4.1.1 คือถ่านชนิดที่มีร้อยละของการแตกร่วนมากจะให้ถ่านที่มีความคงตัวน้อย ในทางกลับกันถ่านที่มีความคงตัวมากจะมีร้อยละการแตกร่วนของแท่งถ่านที่น้อย โดยถ่านจากแกลบไม่บดนั้นมีร้อยละของการแตกร่วนสูงที่สุด และถ่านจากแกลบบด 10 ครั้งมีร้อยละของการแตกร่วนน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันในถ่านจากแกลบทั้ง 3 ขนาด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากสาเหตุเดียวกันกับความคงตัวของถ่านในแง่ของขนาดอนุภาค คืออนุภาคเล็กจะเกาะตัวกันได้หนาแน่นที่สุด ดังนั้นถ่านจากแกลบทั้ง 3 ขนาด จึงมีร้อยละของการแตกร่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.14 และ ง.15)

4.3.2 ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบต่อการแตก่วนของแท่งถ่าน

ผลการวิเคราะห์การแตก่วนของแท่งถ่านในถ่านแกลบที่มีปริมาณขานอ้อยผสมอยู่ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.3 (ข) และตารางที่ ง.13 ในภาคผนวก ง.



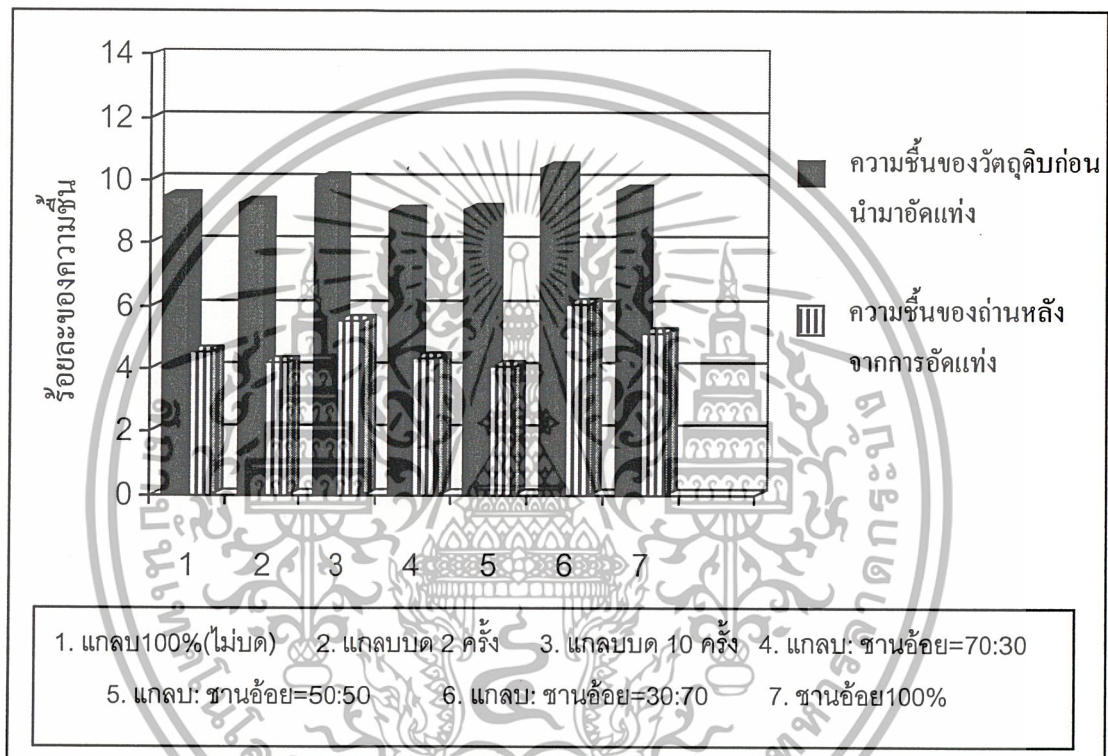
รูปที่ 4.3 (ข) แผนภูมิแสดงร้อยละของการแตก่วนของถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ

จากรูปที่ 4.3 (ข) จะเห็นได้ว่าการแตก่วนของแท่งถ่านมีความสัมพันธ์กับความคงตัวของเถ้าเช่นเดียวกันกับการศึกษาในแง่ผลของขนาดอนุภาคในข้อ 4.3.1 โดยถ่านชนิดที่มีการแตก่วนน้อยที่สุดคือถ่านจากแกลบ 100 เปอร์เซ็นต์และถ่านจากแกลบผสมขานอ้อยในอัตราส่วน 70 ต่อ 30 ซึ่งถ่านทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกับถ่านอีก 3 ชนิดซึ่งได้แก่แกลบผสมขานอ้อยในอัตราส่วน 50 ต่อ 50 , 30 ต่อ 70 และขานอ้อย 100 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.16 และ ง.17) ดังนั้นถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณที่สูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแตก่วนของแท่งถ่านสูงขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากสาเหตุเดียวกันกับความคงตัวของเถ้าในแง่ของปริมาณซิลิกาที่ต่างกัน คือถ้ามีปริมาณซิลิกามาก ความคงตัวของเถ้าจะมีมากในขณะที่การแตก่วนของแท่งถ่านจะมีน้อย ในทางกลับกันหากในถ่านมีปริมาณซิลิกาน้อยความคงตัวของเถ้าจะมีค่าน้อย ส่วนการแตก่วนของแท่งถ่านจะมีค่ามากขึ้นตามอัตราส่วนของขานอ้อยที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ความชื้น

ทำการวิเคราะห์หาความชื้นของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตเป็นถ่านและความชื้นของถ่านที่ผลิตได้ โดยการอบวัตถุดิบและถ่านที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทำการหาน้ำหนักที่หายไปจากการอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเป็นร้อยละของความชื้นของถ่าน (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก) ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.4 และตารางที่ ง.21 ในภาคผนวก ง

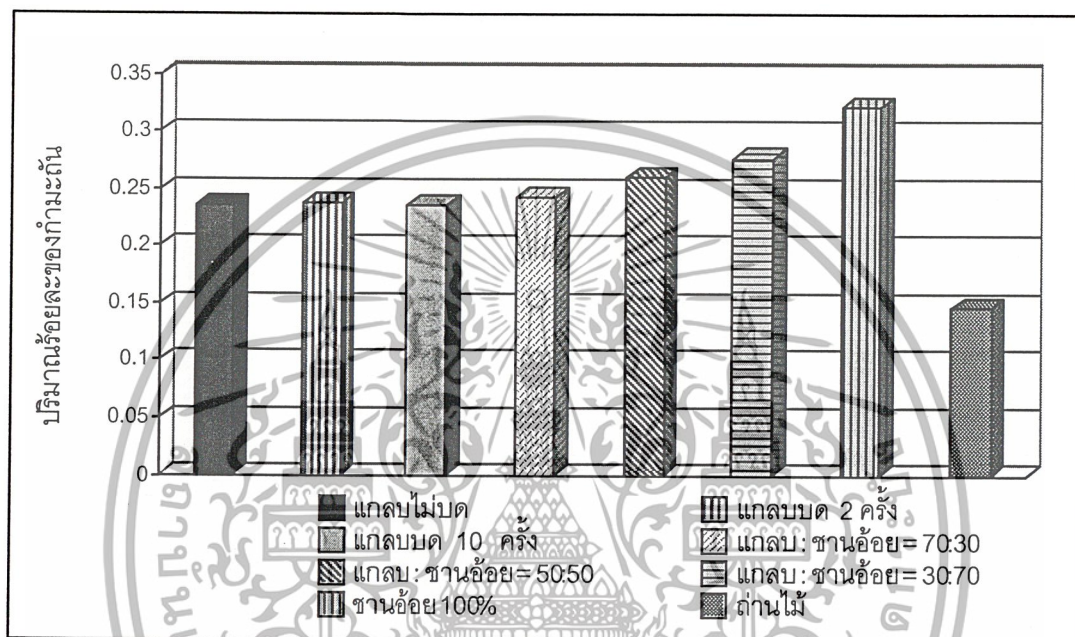


รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงความชื้นของวัตถุดิบที่นำมาผลิตถ่านและความชื้นของถ่านที่ผลิตได้

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าความชื้นของถ่านแต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.22 และ ง.23) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นถ่านนั้นมีความชื้นไม่เท่ากันอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งผลจากรูปที่ 4.4 นั้นทำให้ทราบว่าความชื้นของถ่านที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์กับความชื้นของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตเป็นถ่าน และปริมาณความชื้นในถ่านไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดของวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นถ่าน

4.5 ปริมาณกำมะถัน

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณกำมะถัน โดยใช้เครื่อง Automatic Bomb Calorimeter Model:- CBA-350-k SANYO GALLenkEMP PLO แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณเป็นปริมาณร้อยละของกำมะถันในถ่าน (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก) ผลของปริมาณกำมะถันเป็นร้อยละแสดงดังรูปที่ 4.5 และตารางที่ ง.24 ในภาคผนวก ง



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านจากแกลบที่มีขนาดอนุภาคต่างๆและถ่านแกลบที่มีชานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 พบว่าถ่านจากแกลบทุกชนิดมีปริมาณร้อยละของกำมะถันแตกต่างกับถ่านไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.25 และ ง.26) โดยถ่านไม้จะมีปริมาณกำมะถันต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างถ่านแกลบแต่ละชนิดพบว่าขนาดของแกลบนั้นไม่มีผลทำให้ปริมาณกำมะถันเปลี่ยนแปลงไป แต่เมื่อมีการเติมชานอ้อยลงไปในถ่านแกลบมากขึ้น ปริมาณกำมะถันจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากกำมะถันนั้นเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโต ถึงแม้ว่ากำมะถันจะไม่ใช่ว่าธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการ แต่พืชก็ไม่สามารถขาดกำมะถันได้ ดังนั้นในระหว่างการปลูกอ้อยจึงต้องมีการเติมปุ๋ยที่มีกำมะถันลงไปเพื่อเป็นธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

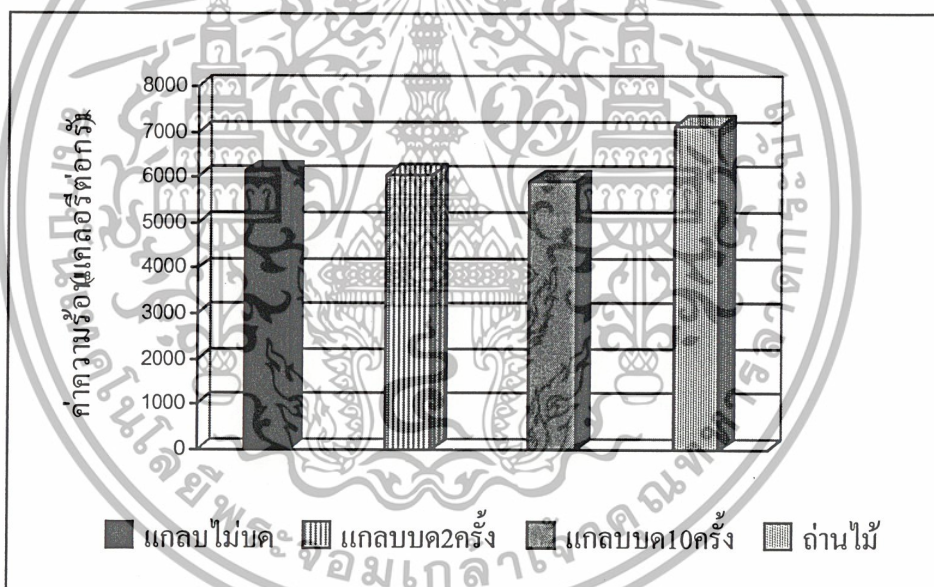
เสริมให้กับอ้อย ด้วยเหตุนี้เองถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคอยู่ในปริมาณที่มากขึ้นจึงมีปริมาณกำมะถันสูงขึ้นตามลำดับ

4.6 ค่าความร้อน

ทำการวิเคราะห์ค่าความร้อน โดยใช้เครื่อง Automatic Bomb Calorimeter Model:-CBA-350-k SANYO GALLenkemp PLO แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าความร้อน (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.)

4.6.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุดิบต่อค่าความร้อน

ผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนในถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.6 (ก) และตารางที่ ง.24 ในภาคผนวก ง.



รูปที่ 4.6 (ก) แผนภูมิแสดงค่าความร้อนของถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบต่างกัน

จากรูปที่ 4.6 (ก) พบว่าเมื่อแกลบมีขนาดอนุภาคของวัตถุดิบเล็กลงจะให้ค่าความร้อนที่วัดได้ลดลง สืบเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาในข้อ 4.2.1 โดยเมื่อแกลบมีปริมาณมาก จะแสดงให้เห็นว่าส่วนที่ถูกเผาไหม้ไปขณะที่ถ่านติดไฟมีปริมาณน้อย ดังนั้นค่าความร้อนที่วัดได้จึงมีค่าน้อย ในทางกลับกันหากถ่านให้ปริมาณแกลบน้อย จะแสดงให้เห็นว่ามีส่วนของถ่านที่ถูกเผาไหม้ไปมาก ดังนั้นค่าความร้อนที่วัดได้จึงมีค่ามาก

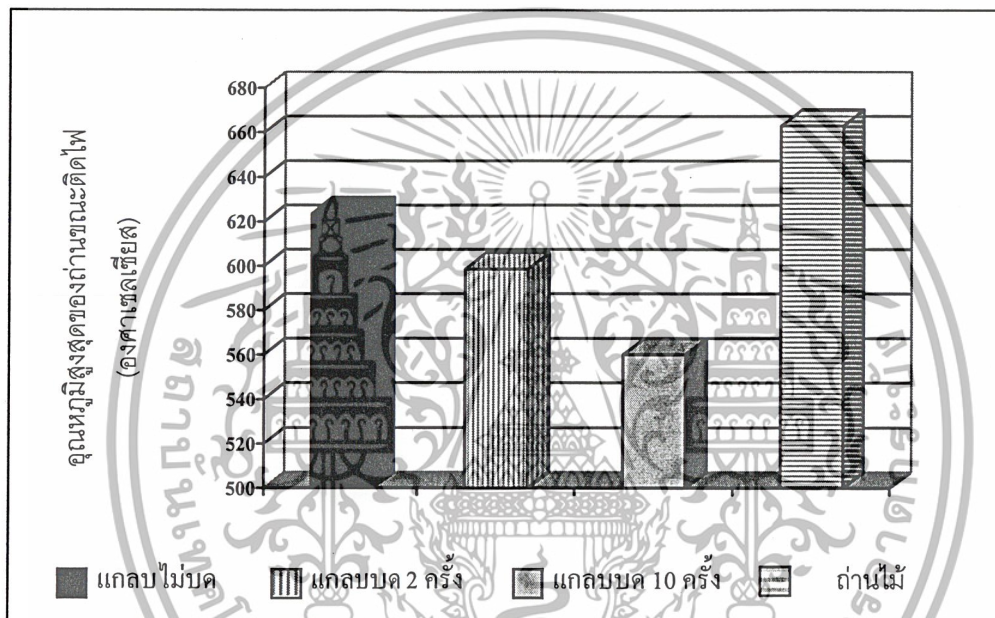
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟโดยใช้เครื่องเทอร์โมคอปเปอร์ (Testo 925) (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.)

4.7.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุติดไฟต่ออุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟ

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟในถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคของวัตถุติดไฟต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.7 (ก) และตารางที่ ง.31 ในภาคผนวก ง

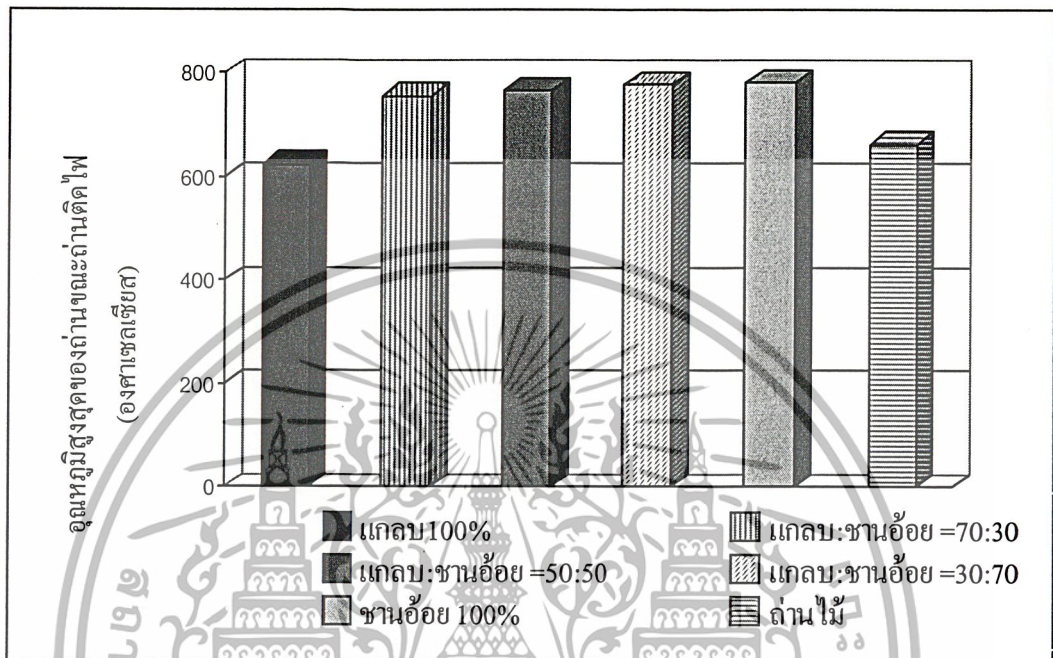


รูปที่ 4.7 (ก) แผนภูมิแสดงอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟของถ่านจากแกลบที่มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ กัน

จากรูปที่ 4.7 (ก) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความร้อนของถ่าน โดยถ่านจากแกลบบด 10 ครั้งจะมีอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากอนุภาคขนาดเล็กจะเกาะตัวกันได้อย่างหนาแน่น มีรูพรุนน้อย จึงทำให้อากาศผ่านเข้าไปได้ยาก อัตราการเผาไหม้จึงต่ำซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟมีค่าต่ำ ในทางกลับกันหากอนุภาคมีขนาดใหญ่ รูพรุนจะมาก อากาศผ่านได้ดี อัตราการเผาไหม้จึงสูงซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟมีค่าสูง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกันในด้านจากแกลบทั้ง 3 ชนิด จะเห็นได้ว่าถ่านจากแกลบไม่บดจะมีอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟสูงที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างถ่านไม้กับถ่านแกลบทั้ง 3 ชนิดจะเห็นได้ว่าถ่านไม้ยังคงมีอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟที่สูงกว่า โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.32 และ ง.33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบต่ออุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟ ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟในถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.7 (ข) และตารางที่ ง.31 ในภาคผนวก ง

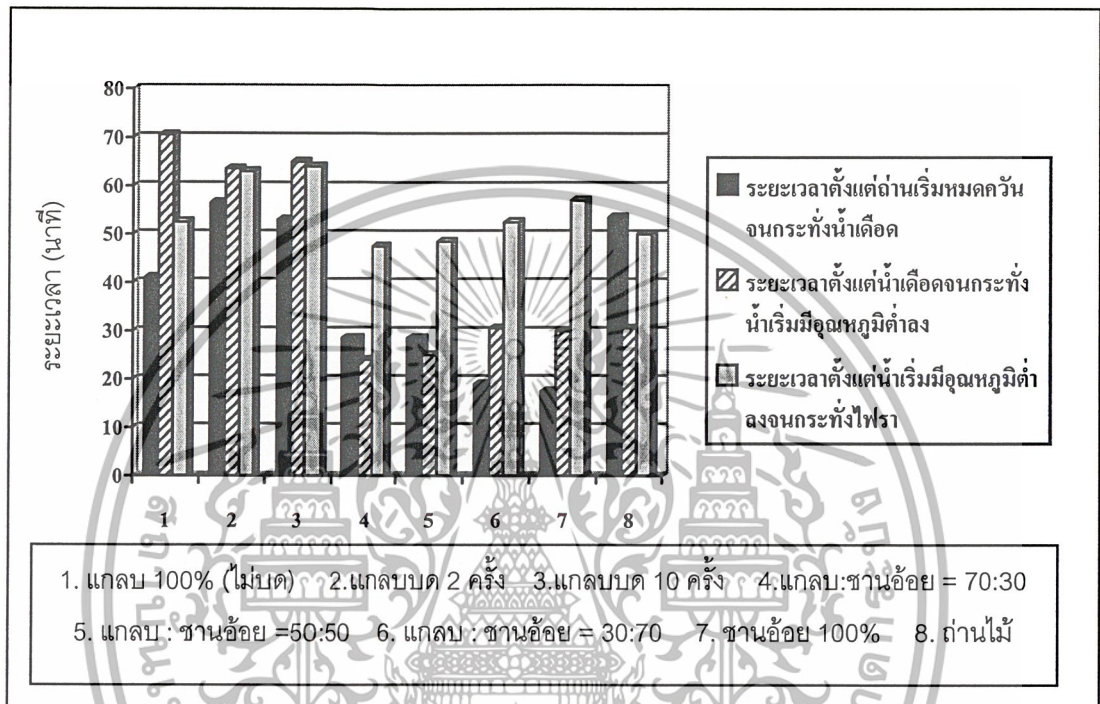


รูปที่ 4.7 (ข) แผนภูมิแสดงอุณหภูมิสูงสุดขณะติดไฟของถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในปริมาณต่างๆ

จากรูปที่ 4.7 (ข) เมื่อถ่านมีปริมาณซิลิกาต่ำลงคือมีปริมาณขานอ้อยผสมอยู่ในอัตราที่สูงขึ้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟจะมีค่าที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุเดียวกันกับการศึกษาค่าความร้อนของถ่านในแง่ผลของปริมาณซิลิกาคังข้อที่ 4.6.2 และเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างถ่านไม้กับถ่านจากแกลบผสมขานอ้อย จะเห็นได้ว่าถ่านจากแกลบผสมขานอ้อยนั้นจะให้อุณหภูมิสูงสุดขณะถ่านติดไฟที่สูงกว่าถ่านไม้ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.34 และ ง.35)

4.8 ประสิทธิภาพการเผาไหม้

ทำการวิเคราะห์โดยใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ จับเวลาและบันทึกอุณหภูมิของน้ำ ณ ช่วงเวลาต่างๆ (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก.) แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาพิจารณาถึงประสิทธิภาพการเผาไหม้ ข้อมูลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.8 และตารางที่ ง.32 ในภาคผนวก ง



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงระยะเวลา ณ ช่วงต่างๆ ของการเผาไหม้ถ่านกลบที่มีอนุภาคขนาดต่างๆและ ถ่านกลบผสมชานอ้อยในอัตราส่วนต่างๆ

แบ่งการพิจารณาประสิทธิภาพการเผาไหม้ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำให้น้ำเดือดซึ่งพิจารณาจากระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มหมดควันจนกระทั่งน้ำเดือด, ประสิทธิภาพในการให้ความร้อนคงที่และยาวนาน พิจารณาจากระยะเวลาตั้งแต่ต้มน้ำเดือดจนกระทั่งน้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลง และประสิทธิภาพในการให้ความร้อนหลังจากน้ำเดือดจนกระทั่งไฟรา พิจารณาจากระยะเวลาตั้งแต่ต้มน้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไฟรา

จากรูปที่ 4.8 ระยะเวลาดังแต่ถ่านเริ่มหมดควันจนกระทั่งน้ำเดือด ของถ่านกลบผสมชานอ้อยในอัตราส่วน 30 ต่อ 70 มีระยะเวลาน้อยที่สุด ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าถ่านกลบผสมชานอ้อยในอัตราส่วนนี้มีประสิทธิภาพการทำให้น้ำเดือดดีที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าทำให้น้ำเดือดเร็วที่สุด

และเดือดเร็วกว่าถ่านไม้ โดยมีระยะเวลาดังแต่ถ่านเริ่มหมดควันจนกระทั่งน้ำเดือดแตกต่างกับถ่านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.37 และ ง.38)

เมื่อพิจารณาระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเดือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลง พบว่า ถ่านเกลบแต่ ละชนิดให้ความร้อนคงที่ ณ อุณหภูมิ น้ำเดือด ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหนึ่ง โดย ถ่านจากเกลบ 100 เปอร์เซนต์ มีระยะเวลามากที่สุด ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่า ถ่านจากเกลบ 100 เปอร์เซนต์ นั้นมี ประสิทธิภาพในการให้ความร้อนคงที่และยาวนานที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับ ถ่าน ไม้ พบว่า ถ่าน จากเกลบ 100 เปอร์เซนต์ มีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนคงที่และยาวนานกว่า ถ่าน ไม้ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (แสดงรายละเอียด การวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.39 และ ง.40)

สำหรับประสิทธิภาพในการให้ความร้อนหลังจาก น้ำเดือดจนกระทั่ง ไฟรา สามารถบอก ได้ถึงความเร็วในการมอดของ ถ่าน หรือความสามารถในการเก็บความร้อนของ ถ่าน โดย ถ่านที่มอด ช้ำที่สุด จะมีความสามารถในการเก็บความร้อนได้ดีที่สุด พิจารณาจากระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเริ่มมี อุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่ง ไฟรา จากรูปที่ 4.8 พบว่า ถ่านชนิดที่มอดช้ำที่สุด หรือที่มีระยะเวลาตั้งแต่ น้ำ เริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่ง ไฟรา มากที่สุด ได้แก่ ถ่านจากเกลบบด 2 ครั้ง และ 10 ครั้ง โดยเมื่อ เปรียบเทียบกับ ถ่านเกลบชนิดอื่น และ ถ่าน ไม้ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติ ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.41 และ ง.42)

4.9 ลักษณะการเผาไหม้

วิเคราะห์ โดยการสังเกตลักษณะของ ถ่าน และควันที่เกิดขึ้นขณะเผาไหม้ พบว่า ถ่านเกลบทุก ชนิด ซึ่ง ได้แก่ ถ่านเกลบที่มีอนุภาควัตถุติดบนผิวด่างๆ กัน และ ถ่านเกลบที่มีปริมาณซิลิกาต่างๆ กัน ติดไฟได้ช้า มีควันน้อย ไม่มีเขม่า และ ไม่มีเปลวไฟขณะ ถ่านติดไฟ แต่จากการสังเกตใน ถ่าน ไม้ พบ ว่า ถ่าน ไม้ติดไฟได้เร็ว แต่มีการแตกปะทุขณะติดไฟ รวมทั้งมีควันมาก และ ควันมีเขม่า

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการคงตัวของเก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้ ถ่านแกลบ โดยทำการทดสอบสมมติฐาน 2 ข้อ คือ สมมติฐานที่ 1 “หากวัตถุดิบแกลบมีขนาดเล็กกลงแล้ว เก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้จะมีความคงตัวลดลง” และสมมติฐานที่ 2 คือ “เก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้ถ่านแกลบมีลักษณะคงตัว เนื่องมาจากการที่ถ่านแกลบมีปริมาณซิลิกาอยู่มาก”

การทดสอบสมมติฐานที่ 1 ทำโดยการศึกษาความคงตัวของเก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้ ถ่านแกลบที่มีอนุภาคของวัตถุดิบขนาดต่างๆ ดังนี้ ถ่านจากแกลบ ไม่บด ถ่านจากแกลบบด 2 ครั้ง และถ่านจากแกลบบด 10 ครั้ง สรุปผลได้ว่าเมื่อวัตถุดิบแกลบมีขนาดเล็กกลง เก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้จะมีความคงตัวมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ดังนั้นสมมติฐานที่ 1 ที่ว่า “หากวัตถุดิบแกลบมีขนาดเล็กกลงแล้ว เก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้จะมีความคงตัวลดลง” จึงไม่เป็นจริง นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ต่อไปในส่วนของคุณสมบัติด้านอื่นของถ่าน ซึ่งได้แก่ ปริมาณเถ้า, การแตกร่วนของแท่งถ่าน, ความชื้น, ปริมาณกำมะถัน, ค่าความร้อน, อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะถ่านติดไฟ, ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และลักษณะการเผาไหม้ พบว่าเมื่อวัตถุดิบแกลบมีขนาดเล็กกลง จะส่งผลให้คุณสมบัติโดยรวมของถ่านแย่ลง คือ มีปริมาณเถ้ามาก และให้ค่าความร้อนต่ำ อย่างไรก็ตามถ่านจากแกลบขนาดเล็กยังคงมีข้อดีอยู่บ้าง คือทำให้การแตกร่วนของแท่งถ่านมีค่าลดลงซึ่งจะเป็นผลดีในแง่ของการขนส่งและการเก็บรักษาถ่าน

ส่วนการทดสอบสมมติฐานที่ 2 ทำได้โดยศึกษาความคงตัวของเก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้ ถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคอยู่ในอัตราส่วนต่างๆดังนี้ แกลบต่อขานอ้อยเท่ากับ 100 ต่อ 0, 70 ต่อ 30, 50 ต่อ 50, 30 ต่อ 70 และ 0 ต่อ 100 สรุปผลได้ว่าเมื่อถ่านแกลบมีปริมาณซิลิกาต่ำลง หรือที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในอัตราส่วนมากขึ้น ความคงตัวของเก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้จะมีค่าลดลง โดยแกลบ 100 เปอร์เซนต์จะมีความคงตัวของเก้าอี้มากกว่าถ่านแกลบที่มีขานอ้อยผสมอยู่ในอัตราส่วนแกลบต่อขานอ้อยเท่ากับ 30 ต่อ 70 และ 0 ต่อ 100 ดังนั้นสมมติฐานที่ 2 ที่ว่า “เก้าอี้ที่เหลื่อจากการเผาไหม้ ถ่านแกลบมีลักษณะคงตัว เนื่องมาจากการที่ถ่านแกลบมีปริมาณซิลิกาอยู่มาก” จึงเป็นจริง นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติด้านอื่นๆของถ่านเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในสมมติฐานที่ 1 พบว่า เมื่อถ่านแกลบมีปริมาณขานอ้อยมากขึ้น หรือที่มีปริมาณซิลิกาต่ำลง จะทำให้ถ่านมีคุณสมบัติโดยรวมดีขึ้น คือ มีปริมาณเถ้าน้อย และให้ค่าความร้อนมากกว่าถ่านจากแกลบ 100 เปอร์เซนต์ อย่างไรก็ตามค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่ได้จากถ่านแกลบผสมขานอ้อยนั้นยังคงมีปริมาณที่ต่ำกว่าถ่านไม้ แต่จะมีข้อได้เปรียบ ถ่านไม้ในส่วนของคุณลักษณะการเผาไหม้ คือ ถ่านไม้จะมีการแตกปะทุขณะติดไฟและมีเขม่าควันมาก ส่วนถ่านจากแกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ และถ่านจากแกลบผสมขานอ้อยในทุกอัตรานั้นจะให้ควัน น้อย ไม่มีเขม่า และไม่มี การแตกปะทุขณะติดไฟ ส่วนข้อเสียของถ่านแกลบที่มีปริมาณซิลิกาต่ำลง ได้แก่ การทำให้แท่งถ่านมีการแตกร่วนมากขึ้นซึ่งจะเป็นผลเสียในขณะทำการขนส่งและการเก็บ รักษาถ่าน

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้จากระยะเวลาการเผาไหม้ถ่านแกลบแต่ละ ชนิดในระยะเวลา 3 ช่วง ซึ่งได้แก่ ระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มไหม้จนกระทั่งน้ำเดือด, ระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเดือดจนกระทั่งน้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลง และ ระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไฟ รา สรูปได้ว่า ถ่านผสมระหว่างแกลบกับขานอ้อยในอัตราส่วน 30 ต่อ 70 ทำให้น้ำเดือดเร็วกว่าถ่าน ไม้และเดือดเร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านแกลบทุกชนิด ส่วนประสิทธิภาพในการให้ความร้อนที่ คงที่และยาวนานที่สุด ได้แก่ ถ่านจากแกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความเร็วในการมอดของถ่าน นั้น พบว่า ถ่านจากแกลบบด 2 ครั้ง และ 10 ครั้ง มอดช้าที่สุดหรืออาจกล่าวได้ว่าเก็บความร้อนได้ดี ที่สุด จากผลของประสิทธิภาพการเผาไหม้ในช่วงเวลาต่างๆนี้สามารถนำไปเป็นเกณฑ์ในการเลือก ชนิดของถ่านให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภทได้

ดังนั้น จากสมมติฐานทั้ง 2 สมมติฐานข้างต้นทำให้ทราบว่า การคงตัวของถ่านที่ผลิตจาก การเผาไหม้ถ่านแกลบเป็นผลมาจากการที่ถ่านแกลบมีองค์ประกอบในส่วนของคุณภาพอยู่มาก และ หากต้องการให้การคงตัวของถ่านลดต่ำลงและให้ค่าความร้อนที่สูงขึ้น ควรทำการผสมขานอ้อยลงไป ในถ่านแกลบ โดยอัตราส่วนผสมระหว่างแกลบกับขานอ้อยที่เหมาะสมที่สุด คือ 30 ต่อ 70 ตาม ลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านแกลบให้มีประ สิทธิภาพที่สูงกว่าถ่านไม้ เพื่อเป็นการลดปริมาณการตัดไม้มาทำเป็นถ่าน

2. ในปัจจุบันนั้นถ่านแกลบยังคงมีปัญหาในเรื่องของต้นทุนการผลิตที่สูง ซึ่งจะส่งผลให้ ราคาขายแกลบอยู่ในราคาที่สูง ผู้ใช้ถ่านจึงเลือกที่จะซื้อถ่านไม้มากกว่าเนื่องจากถ่านไม้มีต้นทุนการ ผลิตต่ำและราคาขายต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตถ่านให้มีต้นทุนการ ผลิตที่ต่ำลง เพื่อเป็นแรงจูงใจให้ผู้ซื้อถ่านไม้หันมาใช้ถ่านจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแทน

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นมาผลิตเป็นถ่านเพื่อ ทดแทนการใช้งานถ่านไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

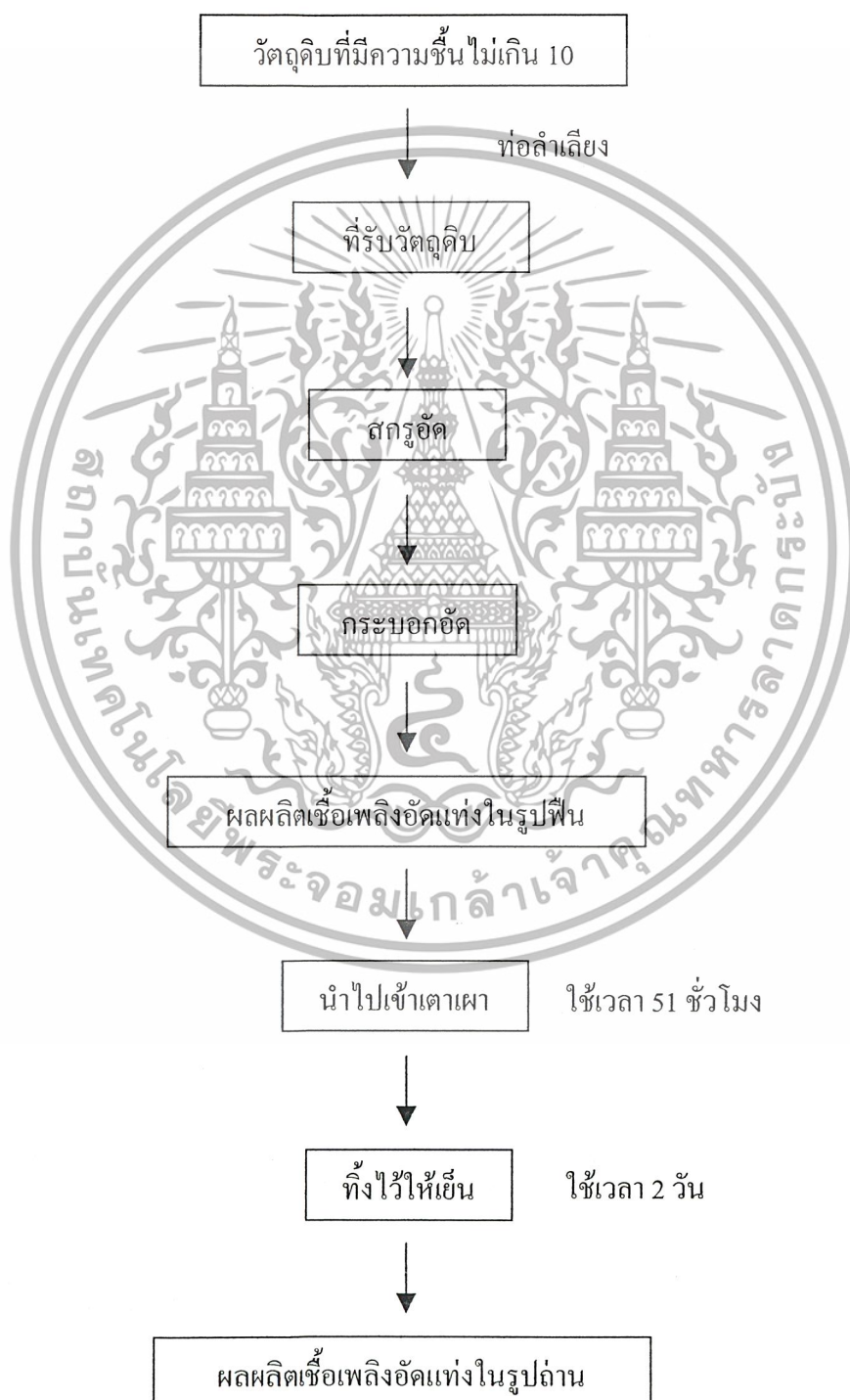
1. กัญญา บุญเกียรติ และเพียรพรศ ทศกร. 2524. การอัดเชื้อเพลิงแข็งเป็นก้อน ใน เอกสารประกอบโครงการฯ สสวท. At. 0324-7002/01/1000 เรื่อง เตาเศรษฐกิจและเชื้อเพลิงถ่าน , โครงการเทคโนโลยีที่เหมาะสม สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
2. จูติพงศ์ กรประภากุล และ นิลนตร แซ่อึ้ง. 2541. การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดก้อนจากทะลายปาล์มน้ำมัน. รายงานวิจัย Senior project ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
3. ทนง ศิริกาญจน์โรจน์ และ สมเลิศ พิภพพรเนศ. 2530. การใช้ขี้เถ้าลอยเป็นวัสดุเติมในการผลิตซีเมนต์บล็อกและกระเบื้องแผ่นยิปซัม. รายงานวิจัย Senior project ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
4. เชื้อเพลิงอัดแท่ง. เอกสารประกอบโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา.
5. Antal, M.J. Jr. Biomass Pyrolysis; A review of Literature Part 1-Carbohydrate Pyrolysis, *Advances in Solar Energy*. American Solar Energy Society Inc., New York 1982.
6. Antal, M.J. Jr. Biomass Pyrolysis; A review of Literature Part 2-Lignocellulose Pyrolysis, *Advances in Solar Energy*. American Solar Energy Society Inc., New York 1982.
7. Hunt, L.P, Dismukes, J.P., Amick, J.A. Rice Hull as a raw material for producing silicon. *J. Electrochem. Soc.* 131(1984);1683-1686.
8. Matthes, W.E. *Keramische Glasuren Ceramic glazes*. 2 nd.ed. Augustus Verlag Augsburg (Germany) 1990.
9. Sacher, I. Contributions to the use of Rice Husks and Rice Husks Ash in ceramics. *Sprechsaal*. 121(1988); 1081-1084.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

กระบวนการผลิตและวิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่าน

กระบวนการผลิตถ่าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่าน

1. ความคงตัวของถ่าน วิเคราะห์โดยใช้ค้อนน้ำหนัก

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. ถ่านตัวอย่างที่ได้จากการเผาแล้ว
2. ค้อนน้ำหนักแสดงดังภาพที่ ก.1
3. แผ่นสังกะสี
4. เตาอั้งโล่



ภาพที่ ก.1 แสดงค้อนน้ำหนักที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคงตัวของถ่าน

การเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างถ่าน 150 กรัม มาเผาโดยแบ่งเป็น 3 ท่อนเท่าๆกัน ท่อนละประมาณ 50 กรัม โดยตัดให้พื้นผิวหน้าตัดของถ่านตัวอย่างมีลักษณะเรียบเสมอกันทั้ง 2 ด้าน
2. จากนั้นนำไปเผาในเตาอั้งโล่จนได้ถ่านออกมา
3. ร่อนกระแท่งถ่านเย็น จากนั้นนำถ่านไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักถ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. วางแผ่นสังกะสีลงบนถ้ำ (ทำการทดลองกับตัวอย่างถ้ำทีละครั้ง)
2. จากนั้นวางค้อนน้ำหนักลงบนแผ่นสังกะสี โดยเริ่มจากค้อนน้ำหนักที่มีน้ำหนักเบา ก่อน แล้วจึงทำการเพิ่มน้ำหนักค้อนเหล็กขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถ้ำนั้นแตกออก
3. บันทึกน้ำหนักค้อนเหล็ก จากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้งโดยน้ำหนักถ้ำที่จะนำมาทำการทดลองครั้งต่อไปจะต้องมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

2.ปริมาณถ้ำ วิธีวิเคราะห์มาตรฐาน ASTM No.D.3516

1. เผาครุชิลิต พร้อมฝาปิดในเตาเผา(Muffle furnace)ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 575 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปวางในเคสลิเคเตอร์จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักโดยให้มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างใส่ลงในครุชิลิต โดยให้ตัวอย่าง จากนั้นนำไปอบในเตาเผา (Muffle furnace)ที่ตั้งอุณหภูมิ 575 องศาเซลเซียส (ปิดฝา)เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ทำการแบ่งชั่งตัวอย่าง เพื่อนำมาอบตามวิธีวิเคราะห์ความชื้น เพื่อหาค่า oven dry cellulose in specimen ,%)
3. เมื่อทำการเผาเสร็จให้นำครุชิลิตพร้อมตัวอย่าง วางลงทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงบางส่วน จากนั้นนำไปวางไว้ในเคสลิเคเตอร์จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักโดยให้มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. ทำการเผาอีกครั้ง เป็นเวลา 15 นาที วางในเคสลิเคเตอร์นำไปชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณปริมาณถ้ำ

$$\text{ถ้ำ\%} = \frac{(C-B)(100)}{(A) (D)}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักครุชิลิตพร้อมฝาปิด (กรัม)

C = น้ำหนักของตัวอย่างรวมกับครุชิลิตพร้อมฝาปิด(กรัม)

D = oven dry cellulose in specimen ,%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแตกร่วนของแท่งถ่าน

วิเคราะห์โดยชั่งน้ำหนักก่อนเชื้อเพลิงทั้งหมด และส่วนที่แตกร่วนออกมาภายหลังการเก็บเชื้อเพลิงอัดแท่งไว้ในถุงพลาสติกเป็นเวลา 1 เดือนแล้วคำนวณเป็นร้อยละของส่วนที่แตกร่วนออกมา

4. ความชื้น วิธีวิเคราะห์มาตรฐาน ASTM No. D.1348

1. อบครูชีเบิลที่อุณหภูมิ 105 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พร้อมฝาปิด จากนั้นนำไปวางในเดซิเคเตอร์จนกระทั่งเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักโดยให้มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนัก
2. ใส่ตัวอย่างจำนวนประมาณ 10 กรัม ลงในครูชีเบิลที่ถูกทำให้แห้งสนิท และปิดฝาให้เรียบร้อย จากนั้นนำชั่งน้ำหนักโดยให้มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง กำหนดให้น้ำหนักที่ชั่งได้ คือ M
3. เปิดฝาและนำครูชีเบิลที่มีตัวอย่างอยู่และฝาปิดไปวาง ในตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 105 ± 3 องศาเซลเซียส ทำการอบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยมีการผ่านอากาศแห้งเข้าไปทางด้านใต้ตู้อบตลอดระยะเวลาการอบ (ถ้าไม่มีการผ่านอากาศแห้งจะทำการอบเป็นเวลา 4 ชั่วโมง)
4. เมื่อเสร็จจากการอบให้ปิดฝาดังเดิมอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำครูชีเบิลออกจากตู้อบแล้วนำไปเก็บไว้ในเดซิเคเตอร์ เพื่อให้เย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยจะเปิดฝาคูชีเบิลออกชั่วคราวเพื่อให้ความดันภายในและภายนอกครูชีเบิลเท่ากัน จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักให้มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. นำตัวอย่างกลับเข้าไปในตู้อบอีกครั้งทำการอบตัวอย่างตามวิธีข้างต้นอย่างน้อย 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวางไว้ในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักทำตามข้อ 3 ทำข้อ 4 ซ้ำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้แตกต่างกับน้ำหนักที่ได้ก่อนหน้านี้ไม่มากกว่า 0.005 กรัม(หรือจนกระทั่งได้ค่าน้ำหนักเท่าเดิม) กำหนดให้ค่าน้ำหนักที่ได้นี้ คือ D
6. หามวลตัวอย่างเพิ่มเข้าไปในตู้อบจนกว่าตัวอย่างแรกจะได้อัตราที่คงที่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าความชื้น

$$\text{ค่าความชื้น ; \%} = [(M-D)/(M-T)] \times 100$$

$$\text{Moisture, Dry basis, (regain), \%} = [(M-D)/(D-T)] \times 100$$

เมื่อ M = มวลเริ่มต้นของตัวอย่างรวมกับครุชชีเบิล และฝาปิด (กรัม)

D = มวลแห้งของตัวอย่างรวมกับครุชชีเบิล และฝาปิด (กรัม)

T = มวลของครุชชีเบิลและฝาปิด (กรัม)

5. ค่าความร้อนและปริมาณกำมะถัน วิธีวิเคราะห์มาตรฐาน ASTM No.D.2015 และ No.D.3177

Method B (ดูรูป ก.1 และ ก.2 ประกอบ)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ลงในครุชชีเบิลโลหะ โดยควรจะใช้น้ำหนักตัวอย่างเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้ว มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เคลวิน โดยน้ำหนักของตัวอย่างแต่ละประเภทควรเป็นดังนี้
เชื้อเพลิงตัวอย่าง ประมาณ 1 กรัม
Benzoic Acid ประมาณ 1.2 กรัม
2. นำครุชชีเบิลใส่ลงใน Ring support จากนั้นผูกหลอดให้ความร้อน (firing wire) ที่มีความยาว 90 มิลลิเมตร จากอิเล็กโทรดหนึ่งไปยังอีกอิเล็กโทรดหนึ่ง แล้วนำด้ายสำลี (cotton) ที่ยาวประมาณ 30 มิลลิเมตร ผูกที่กึ่งกลางของหลอดให้ความร้อน โดยให้ปลายของด้ายสำลี(cotton) สัมผัสกับตัวอย่างในครุชชีเบิล (ควรใช้ความยาวของหลอดและด้ายคงที่ในแต่ละครั้งของการทดลอง)
3. ปิเปตน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรใส่ลงใน Bomb เพื่อดูดกลืนไอน้ำจากการสันดาป ประกอบ Bomb แล้วปิดฝาให้แน่น
4. ค่อยๆอัดก๊าซออกซิเจนลงใน Bomb ผ่านทาง filling tube อย่างช้าๆเพื่อป้องกันออกซิเจนที่เข้าไปเป่าตัวอย่างออกจากครุชชีเบิลทำการอัดก๊าซให้ได้ความดันประมาณ 30 บาร์ เมื่อได้ความดันที่ต้องการแล้วใช้ sealing cap ปิด filling tube ให้แน่น เพื่อป้องกันก๊าซออกซิเจนซึมออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำน้ำประปา 2100 กรัม ใส่ลงใน calorimeter vessel จากนั้นนำ Bomb ที่ใส่ตัวอย่างและก๊าซออกซิเจนเรียบร้อยแล้วใส่ลงไป สังเกตฟองอากาศที่รั่วออกมาจากฝา Bomb ถ้ามีให้รีบแก้ไขโดยนำ Bomb ขึ้นจาก calorimeter vessel แล้ว release ก๊าซออกซิเจนออก แล้วทำข้อ 4 ใหม่จนกว่าจะไม่มีก๊าซออกซิเจนรั่วออกมา
6. ถ้าไม่มีก๊าซออกซิเจนรั่วออกมาแล้ว ให้เลื่อนฝาปิด calorimeter vessel ลงมา โดยให้ Bomb firing plug เสียบเข้าไปในรูของ electrode socket ที่ด้านบนของ Bomb เราสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้โดยกดปุ่มเปิดเครื่อง ON/OFF แล้วตามด้วยกดปุ่ม TEST บนแผงควบคุมจะต้องมีสัญญาณไฟติด
7. กรณีถ้าใน water jacket กับใน calorimeter vessel มีอุณหภูมิต่างกัน ควรจะให้น้ำทั้ง 2 ส่วนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน โดยปรับที่ Balance control โดยถ้าหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเพิ่มอุณหภูมิของน้ำใน jacket แต่ถ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกาจะลดอุณหภูมิของน้ำใน jacket
8. เมื่อสัญญาณไฟขึ้นที่ปุ่ม READY แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงานแล้ว ให้ทำการวัดอุณหภูมิตอนเริ่มต้น (T_1) ให้กดปุ่ม THERMOMETER READER/VIBRATOR จากนั้นตามด้วยปุ่ม FIRE เพื่อเป็นการจู่ระเบิด โดยต้องกดปุ่มนาน 2 วินาที และเพื่อจะตรวจสอบการจู่ระเบิดว่าสำเร็จหรือไม่ ให้กดปุ่ม TEST จะต้องไม่มีสัญญาณไฟติด
9. ให้อ่านค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 10 วินาที ไปจนกว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นสูงสุดและคงที่ (T_2) (ประมาณ 6-8 นาที) อุณหภูมิสุดท้ายไม่ควรจะต่างกันเกิน 0.002 องศาเซลเซียส
10. นำ Bomb ออกจาก calorimeter vessel ทำการปล่อยก๊าซออกซิเจนที่เหลือออกก่อน จากนั้นเปิดฝา
11. Bomb นำ wash solution (เตรียมโดยเติม Methyl Orange 1 ml. ลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร) มาล้างครุชเบิลข้างในตัวและฝา Bomb จนกระทั่งหมดความเป็นกรด สังเกตได้จากน้ำที่ล้างออกมาไม่เป็นสีชมพูแล้ว โดยเก็บน้ำที่ล้างแล้วไว้ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำการวัดความยาวหลอดที่เหลือหลังการเผาไหม้ แล้วบันทึกผล
12. นำน้ำที่ได้จากข้อ 11. มาไตเตรทกับสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.0725 นอร์มัล จนได้จุดยุติเป็นสีเหลือง บันทึกปริมาตรที่ใช้ไปเพื่อนำไปคำนวณค่าความร้อนของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. นำสารละลายจากข้อ 12. มาทำการปรับพีเอชด้วยสารละลาย NH_4OH ให้มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.5-7.0 โดยทดสอบด้วยกระดาษวัดพีเอช
14. ต้มสารละลายที่ปรับพีเอชแล้วจนเดือด นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 และล้างด้วยน้ำร้อนต่อ 5-6 ครั้ง ปรับปริมาตรด้วยน้ำร้อนให้ได้ 250 มิลลิลิตร
15. หยด HCl 1:1 (เตรียมโดยผสมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นกับน้ำกลั่นในปริมาตรที่เท่ากัน) จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงไป นำสารละลายที่ได้ไปต้มให้เดือด ขณะเดียวกันก็เติมสารละลาย BaCl_2 เข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร ลงไป 10 มิลลิลิตร ด้วยปิเปตอย่างช้าๆ พร้อมคนไปด้วยตลอดเวลา
16. นำไปต้มให้เดือดนาน 15 นาที แล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ที่เป็น fine ashless paper แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้งจนหมดคลอไรด์ ซึ่งทดสอบโดยใช้ซิลเวอร์ไนเตรท (AgNO_3)
17. นำ porcelain crucible พร้อมฝามาทำการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสลิเคเตอร์ชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล
18. นำกระดาษกรองที่กรองตะกอนของ BaSO_4 มาใส่ใน porcelain crucible แล้วเผากระดาษกรองจนไหม้หมดโดยใช้ตะเกียงเบนเสน จากนั้นนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
19. นำ porcelain crucible มาทิ้งไว้ให้เย็นในเดสลิเคเตอร์ บันทึกน้ำหนักของครุชีเบิล กระเบื้องพร้อมกระดาษกรองหลังอบ
20. คำนวณหาปริมาณกำมะถันและความร้อนของตัวอย่าง

หมายเหตุ ก่อนทำการหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ควรทำการปรับเทียบเครื่องเสียก่อน โดยใช้ตัวอย่างเป็น Benzoic Acid ประมาณ 1.2 กรัม

ข้อมูลเพิ่มเติม

- heat release from firing cotton = 4,180 แคลอรีต่อกรัม
- heat release from firing wire = 335 แคลอรีต่อกรัม
- heat of formation of sulfuric acid = 22.6 แคลอรีต่อซัลเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์
- heat of formation of nitric acid = 1.4 แคลอรีต่อมิลลิลิตรของ nitric acid formed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณกำมะถัน

$$\% \text{ sulfur in analysis sample} = \frac{(\text{weight BaSO}_4)(13.738)}{\text{weight sample}}$$

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความร้อนของตัวอย่าง

$$\text{Gross heat of combustion (cal/g)} = [(\Delta T)(W) - e_1 - e_2 - e_3 - e_4] / g$$

เมื่อ ΔT = อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ($T_2 - T_1$) ; ($^{\circ}\text{C}$)

W = Energy equivalent of calorimeter ; ($\text{cal}/^{\circ}\text{C}$)
 $= 2500 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$

e_1 = การแก้ค่าความร้อนของการเกิด HNO_3 ; (cal)
 $= 1.4 \times \text{ml. ของ } 0.0725 \text{ N Na}_2\text{CO}_3$

e_2 = การแก้ค่าความร้อนของการเกิด H_2SO_4 ; (cal)
 $= 22.6 \times (\%S)$

e_3 = การแก้ค่าความร้อนของขดลวด ; (cal)
 $= (335 \times 2.479 \times 10^{-3}) (\text{ความยาวลวดที่ถูกเผาไหม้})$

e_4 = การแก้ค่าความร้อนของด้าย cotton ; (cal)
 $= (4180 \times 8.80 \times 10^{-3}) (\text{ความยาวด้ายที่ถูกเผาไหม้})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อุณหภูมิของถ่านขณะติดไฟ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างถ่าน
2. เทอร์โมคอปเปอร์
3. เชื้อฟืนและไม้ขีดไฟ

วิธีการทดลอง

1. เผาตัวอย่างถ่านให้ติดไฟ
2. เมื่อถ่านเริ่มลุกหรือเมื่อถ่านเริ่มมีสีแดงให้นำเทอร์โมคอปเปอร์สัมผัสเนื้อถ่าน รอนกว่าอุณหภูมิที่ได้ลงที่ บันทึกข้อมูลที่ได้

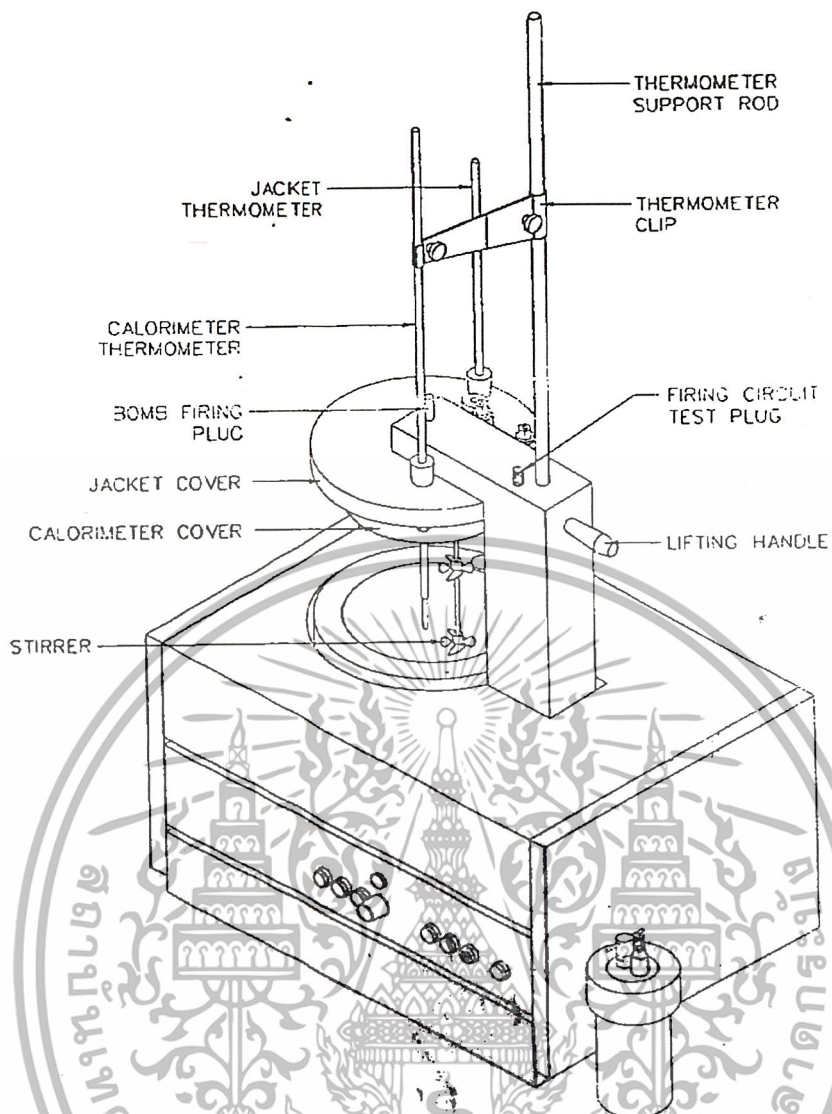
7. ประสิทธิภาพการเผาไหม้ (2)

1. ชั่งตัวอย่างถ่าน 150 กรัม เศษไม้ประมาณ 15 กรัม และน้ำ 1000 กรัม
2. จุดตัวอย่างในเตาโดยมีเศษไม้ช่วยในการติดไฟ
3. บันทึกเวลาเริ่มต้นเมื่อวางตัวอย่างลงในเตาจนหมด เวลาเมื่อตัวอย่างเริ่มติดไฟ และเวลาที่วันหมด
4. เมื่อวันหมด ยกภาชนะขึ้นวางบนเตา วัดอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น บันทึกเวลาน้ำเดือด และเมื่อน้ำเดือดเปิดฝาทิ้งน้ำปล่อยให้ไอระเหย
5. บันทึกเวลาและน้ำหนักน้ำ เมื่อน้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส
6. บันทึกเวลาและน้ำหนักน้ำ เมื่อตัวอย่างลุกไหม้จนไฟรา

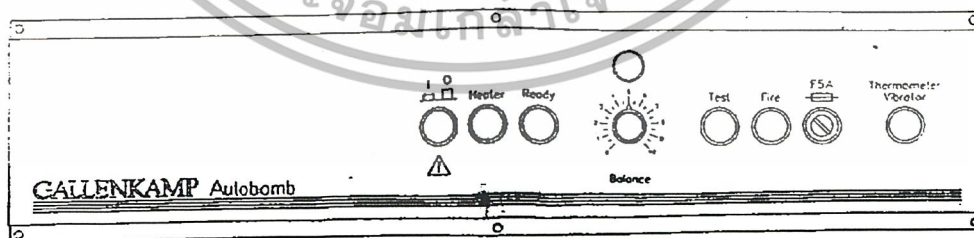
8. ลักษณะการเผาไหม้ของก้อนเชื้อเพลิง

สังเกตปริมาณควันที่เกิดและลักษณะของถ่านขณะเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.1 Front View of Autobomb

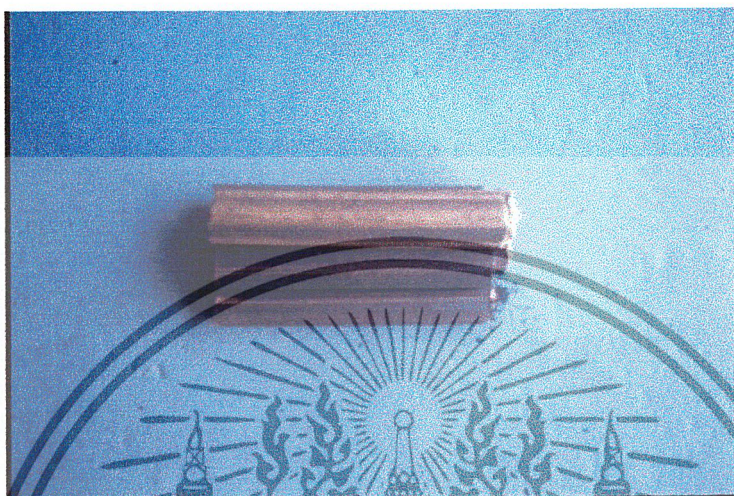


รูปที่ ๓.2 Control Panel view of Autobomb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แสดงภาพตัวอย่างพื้นที่ได้จากกระบวนการอัดแท่งแบบใช้ความร้อน



ภาพที่ ข.1 แสดงตัวอย่างพื้นที่อัดแท่งที่ใช้เกลบเป็นวัตถุดิบเพียงชนิดเดียว

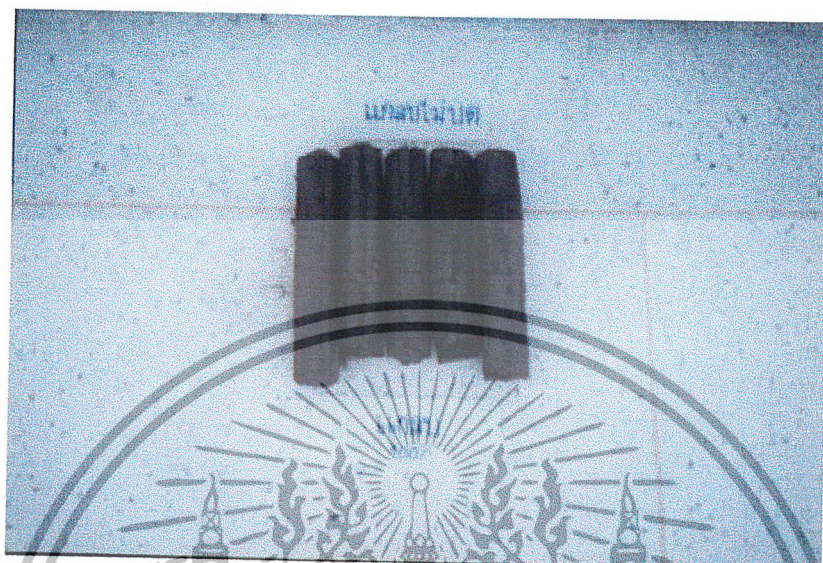


ภาพที่ ข.2 แสดงตัวอย่างพื้นที่อัดแท่งที่ใช้ขานอ้อยเป็นวัตถุดิบเพียงชนิดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แสดงภาพของถ่านที่ได้จากการนำฟืนอัดแห้งไปเผา



ภาพที่ ค.1 แสดงถ่านอัดแห้งที่ได้จากฟืนที่ใช้แกลบเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุดิบ



ภาพที่ ค.2 แสดงถ่านอัดแห้งที่ได้จากฟืนที่ใช้แกลบอบต 2 ครั้งเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.3 แสดงถ่านอัดแท่งที่ได้จากฟืนที่ใช้เกลบด 10 ครั้งเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุดิบ



ภาพที่ ก.4 แสดงถ่านอัดแท่งที่ได้จากฟืนที่ใช้เกลบดผสมกับขานอ้อยในอัตราส่วน 70 ต่อ 30 เป็นวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

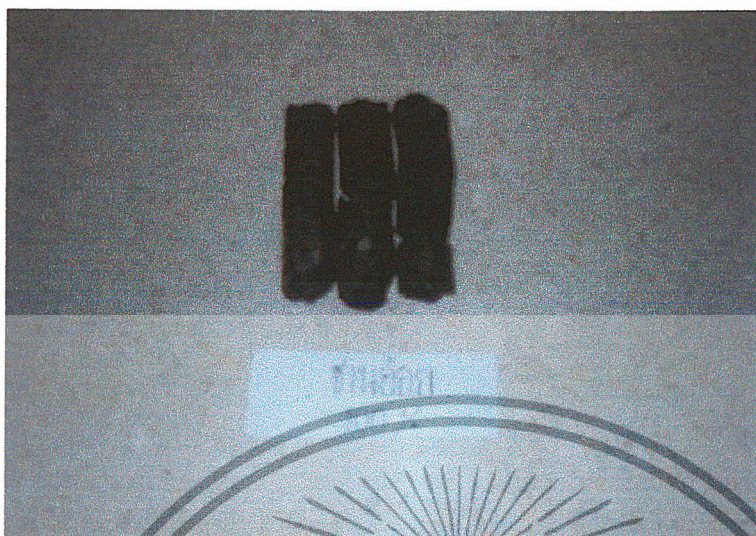


ภาพที่ ค.5 แสดงถ่านอัดแท่งที่ได้จากพื้นที่ใช้วัดดูดิบผสมระหว่าง
เกลบต่อชานอ้อยในอัตราส่วน 50 ต่อ 50



ภาพที่ ค.6 แสดงถ่านอัดแท่งที่ได้จากพื้นที่ใช้วัดดูดิบผสมระหว่าง
เกลบต่อชานอ้อยในอัตราส่วน 30 ต่อ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.7 แสดงถ่านอัดแท่งที่ได้จากพื้นที่ใช้งานอ้อยเพียงชนิดเดียวเป็นวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ความคงตัวของเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้

ผลการทดลอง

ตารางที่ ง.1 แสดงน้ำหนักของตุ้มเหล็กที่ทำให้เถ้าแต่ละชนิดแตกออก

ถ่านอัดแท่ง	น้ำหนักตุ้มเหล็ก(กรัม)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
แกลบอย่างเดียว(ไม่บด)	1,900	1,650	1,750	1,766.66
แกลบบด 2 ครั้ง	2,210	2,370	2,310	2,296.66
แกลบบด 10 ครั้ง	มากกว่า2,500	มากกว่า2,500	มากกว่า2,500	มากกว่า2,500
แกลบ:ขานอ้อย=70:30	1,810	1,720	1,660	1,730
แกลบ:ขานอ้อย=50:50	1,820	1,690	1,650	1,720
แกลบ:ขานอ้อย=30:70	-	-	-	-
ขานอ้อยอย่างเดียว	-	-	-	-

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุคิบัติต่อความคงตัวของเถ้า

ตารางที่ ง.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัมเหล็กที่ทำให้เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่งแต่ละชนิดแตกต่าง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านกลบไม่บด	3	1766.6667	125.8306	57.677*	.000
ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	3	2296.6667	80.8290		
ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	3	2500.0000	.0000		
รวม	9	2187.7778	112.0984		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัมเหล็กที่ทำให้เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference)	Sig.
กลบไม่บด		
กลบบด 2 ครั้ง	-530.0000*	.000
กลบบด 10 ครั้ง	-733.3333*	.000
กลบบด 2 ครั้ง		
กลบไม่บด	530.0000*	.000
กลบบด 10 ครั้ง	-203.3333*	.028
กลบบด 10 ครั้ง		
กลบไม่บด	733.3333*	.000
กลบบด 2 ครั้ง	203.3333*	.028

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาผลของปริมาณชลิกาในวัตถุบต่อความคงตัวของเถ้า

ตารางที่ ๔.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรีดน้ำหนักค้ำหลักที่ทำให้เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่งแต่ละชนิดแตกออก

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
แกลบ 100%	3	1766.67	125.83	462.446*	.000
แกลบ:ชานอ้อย= 70:30	3	1730.00	75.50		
แกลบ:ชานอ้อย= 50:50	3	1720.00	88.88		
แกลบ:ชานอ้อย= 30:70	3	.00	.00		
ชานอ้อย100%	3	.00	.00		
รวม	15	1043.33	884.30		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ๔.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรีดน้ำหนักค้ำหลักที่ทำให้เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านแกลบเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference)	Sig
แกลบ 100%	แกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.571
	แกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.473
	แกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.000
	ชานอ้อย100%	.000
แกลบ:ชานอ้อย = 70:30	แกลบ 100%	.571
	แกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.876
	แกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.000
	ชานอ้อย100%	.000
แกลบ:ชานอ้อย = 50:50	แกลบ 100%	.473
	แกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.876
	แกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.000
	ชานอ้อย100%	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๖.5(ต่อ) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวหลักที่ทำให้เฝ้าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านกลบเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference)	Sig.
กลบ:ชานอ้อย = 30:70	กลบ 100%	-1766.67*	.000
	กลบ:ชานอ้อย = 70:30	-1730.00*	.000
	กลบ:ชานอ้อย = 50:50	-1720.00*	.000
	ชานอ้อย100%	.00	1.000
ชานอ้อย100%	กลบ 100%	-1766.67*	.000
	กลบ:ชานอ้อย = 70:30	-1730.00*	.000
	กลบ:ชานอ้อย = 50:50	-1720.00	.000
	กลบ:ชานอ้อย = 30:70	.00	1.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณเก่า

ผลการทดลอง

ตารางที่ ง.6 แสดงค่าร้อยละของปริมาณเก่าที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านในการทดลองครั้งที่ 1

ถ่านอัดแท่ง	น้ำหนักสุทธิเบ็ด (กรัม)*	น้ำหนักถั่วอย่าง (กรัม)*	น้ำหนักถ่านรวมกับสุทธิเบ็ด (กรัม)										ปริมาณเก่า (ร้อยละ)
			เผาครั้งที่ 1	เผาครั้งที่ 2	เผาครั้งที่ 3	เผาครั้งที่ 4	เผาครั้งที่ 5	เผาครั้งที่ 6	เผาครั้งที่ 7	เผาครั้งที่ 8	เผาครั้งที่ 9	เผาครั้งที่ 10	
แถบอย่างเดี่ยว (ไม่บัด)	41.6980	1.0002	42.4871	42.2410	42.1653	42.0512	42.0220	42.0205	42.0205	42.0205	42.0205	42.0205*	33.7648
แถบแบบ 10 ครั้ง	46.4105	1.0004	47.0920	46.9993	46.9014	46.8629	46.8257	46.8216	46.8216	46.8149	46.8103	46.8103*	42.3033
แถบแบบ 2 ครั้ง	43.9092	1.0004	44.7352	44.5729	44.4733	44.3654	44.3584	44.3584	44.3549	44.3511	44.3511	44.3511*	46.1023
แถบแบบ: ขาน้อย=70:30	44.0013	1.0008	44.8607	44.6116	44.5760	44.5115	44.4805	44.4372	44.4299	44.4257	44.4257	44.4257*	44.3221
แถบแบบ: ขาน้อย=50:50	39.1857	1.0007	39.9513	39.7913	39.5687	39.4980	39.4986	39.4960	39.4891	39.4882	39.4881	39.4881*	31.5054
แถบแบบ: ขาน้อย=30:70	43.8095	1.0001	44.4281	44.1821	44.0196	43.9791	43.9702	43.9582	43.9538	43.9538	43.9538	43.9538*	15.3412
ขาน้อยอย่างเดียว	45.8130*	1.0012	46.7639	46.3975	46.1081	46.0131	45.9764	45.9764	45.9708	45.8974	45.8921	45.8921*	8.3230

* ข้อมูลที่นำไปคำนวณ

ตารางที่ ๗.7 แสดงค่าร้อยละของปริมาณธาตุที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านในการทดลองครั้งที่ 2

ถ่านอัดแท่ง	น้ำหนักครุฑูรีเบิล (กรัม)*	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)*	น้ำหนักถ่านรวมกับครุฑูรีเบิล(กรัม)								ปริมาณธาตุ (ร้อยละ)	
			เผาครั้งที่1	เผาครั้งที่2	เผาครั้งที่3	เผาครั้งที่4	เผาครั้งที่5	เผาครั้งที่6	เผาครั้งที่7	เผาครั้งที่8		
แกลบอย่างเดียวน(ไม่บด) แกลบบด 10 ครั้ง แกลบบด 2 ครั้ง	44.1908	1.0005	44.8228	44.6966	44.5423	44.5155	44.5136	44.5136*			33.7861	
	39.4092	1.0004	48.4866	48.3781	48.2443	48.2191	48.2103	48.2075	48.2063	48.2063*	42.4578	
	47.8050	1.0005	40.1343	40.0381	39.8541	39.8513	39.8502	39.8502*			46.0084	
แกลบ:ขาน้อย=70:30	46.1558	1.0005	46.8585	46.7164	46.5916	46.5906	46.5901	46.5901	46.5901	46.5901*	45.3660	
แกลบ:ขาน้อย=50:50	41.9445	1.0008	42.9574	42.5328	42.2781	42.2552	42.2511	42.2497	42.2497*		31.7834	
แกลบ:ขาน้อย=30:70	43.6085	1.0016	44.2260	44.0991	43.7819	43.7570	43.7552	43.7548	43.7548*		15.6669	
ขาน้อยอย่างเดียว	45.8204	1.0001	46.4579	46.3371	45.9690	45.9048	45.8689	45.8989*			8.2698	

* ข้อมูลที่นำไปคำนวณ

ตารางที่ ๖.8 แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณเข้าในด้านแต่ละชนิด

ถ่านอัดแท่ง	ปริมาณถ่านครั้งที่ 1 (ร้อยละ)	ปริมาณถ่านครั้งที่ 2 (ร้อยละ)	เฉลี่ย
แกลบอย่างเดี่ยว(ไม่บด)	33.7648	33.7861	33.7755
แกลบบด 10 ครั้ง	42.3033	42.4578	42.3806
แกลบบด 2 ครั้ง	46.1023	46.0084	46.0554
แกลบ:ขานอ้อย=70:30	44.3221	45.3660	44.8441
แกลบ:ขานอ้อย=50:50	31.5054	31.7834	31.6444
แกลบ:ขานอ้อย=30:70	15.3412	15.6669	15.5041
ขานอ้อยอย่างเดี่ยว	8.3230	8.2698	8.2964

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุติดต่อปริมาณเถ้า

ตารางที่ ง.9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณเถ้า

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านแกลบ ไม่บด	2	33.7755	1.506E-02	14383.801*	.000
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	2	46.0553	6.640E-02		
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	2	42.3806	.1092		
รวม	6	40.7371	5.6376		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณเถ้าเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference)	Sig.
แกลบ ไม่บด	แกลบบด 2 ครั้ง -12.2799*	.000
	แกลบบด 10 ครั้ง -8.6051*	.000
แกลบบด 2 ครั้ง	แกลบ ไม่บด 12.2799*	.000
	แกลบบด 10 ครั้ง 3.6748*	.000
แกลบบด 10 ครั้ง	แกลบ ไม่บด 8.6051*	.000
	แกลบบด 2 ครั้ง -3.6748*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาต่อปริมาณเถ้า

ตารางที่ ง.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณเถ้า

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
แกลบ 100%	2	33.7755	1.506E-02	3551.413*	.000
แกลบ:ขานอ้อย= 70:30	2	44.8445	.7388		
แกลบ:ขานอ้อย= 50:50	2	31.6444	.1966		
แกลบ:ขานอ้อย= 30:70	2	15.4541	.1596		
ขานอ้อย100%	2	8.2968	3.825E-02		
รวม	10	26.8030	13.8975		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference)	Sig.
แกลบ 100%	แกลบ:ขานอ้อย = 70:30	-11.0690*
	แกลบ:ขานอ้อย = 50:50	2.1310*
	แกลบ:ขานอ้อย = 30:70	18.3214*
	ขานอ้อย100%	25.4786*
แกลบ:ขานอ้อย = 70:30	แกลบ 100%	11.0690*
	แกลบ:ขานอ้อย = 50:50	13.2001*
	แกลบ:ขานอ้อย = 30:70	29.3904*
	ขานอ้อย100%	36.5477*

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.12(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference)	Sig.
แกลบ:ชานอ้อย = 50:50	แกลบ 100%	-2.1310*	.002
	แกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-13.2001*	.000
	แกลบ:ชานอ้อย = 30:70	16.1904*	.000
	ชานอ้อย100%	7.1572*	.000
แกลบ:ชานอ้อย = 30:70	แกลบ 100%	-18.3214*	.000
	แกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-29.3904*	.000
	แกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-16.1904*	.000
	ชานอ้อย100%	7.1572*	.000
ชานอ้อย100%	แกลบ 100%	-25.4786*	.000
	แกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-36.5477*	.000
	แกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-23.3476*	.000
	แกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-7.1572*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแตกร่วนของแท่งถ่าน

ผลการทดลอง

ตารางที่ ง.13 แสดงค่าร้อยละการแตกร่วนของแท่งถ่าน

ถ่านอัดแท่ง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่างก่อนทำการทดลอง(กรัม)	น้ำหนักตัวอย่างส่วนที่ร่วนออกมา(กรัม)	ร้อยละการแตกร่วน
เกล็ดอย่างเดี่ยว(ไม่บด)	1	135.30	1.76	1.30
	2	124.59	1.66	1.33
	3	79.31	1.02	1.28
เฉลี่ย				1.30
เกล็ดบด 2 ครั้ง	1	171.90	2.17	1.26
	2	115.39	1.48	1.28
	3	101.41	1.28	1.26
เฉลี่ย				1.27
เกล็ดบด 10 ครั้ง	1	188.16	2.32	1.23
	2	98.81	1.19	1.20
	3	142.63	1.71	1.24
เฉลี่ย				1.22
เกล็ด:ชานอ้อย=70:30	1	168.89	2.27	1.34
	2	87.25	1.16	1.33
	3	95.56	1.25	1.31
เฉลี่ย				1.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.13(ต่อ) แสดงค่าร้อยละการแตกร่วนของแท่งถ่าน

ถ่านอัดแท่ง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่างก่อนทำการทดลอง(กรัม)	น้ำหนักตัวอย่างส่วนที่ร่วนออกมา(กรัม)	ร้อยละการแตกร่วน
แกลบ:ขานอ้อย=50:50	1	120.67	2.24	1.86
	2	139.72	2.54	1.82
	3	128.49	2.37	1.85
เฉลี่ย				1.84
แกลบ:ขานอ้อย=30:70	1	96.49	2.10	2.18
	2	114.69	2.43	2.12
	3	106.15	2.28	2.15
เฉลี่ย				2.15
ขานอ้อยอย่างเดียว	1	108.96	2.34	2.15
	2	102.11	2.15	2.11
	3	98.54	2.10	2.13
เฉลี่ย				2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุคิปปต่อการแตกร่วนของแท่งถ่าน

ตารางที่ ง.14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกร่วนของแท่งถ่าน

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านแกลบไม่บด	3	1.3033	2.517E-02	12.028*	.008
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	3	1.2667	1.155E-02		
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	3	1.2233	2.082E-02		
รวม	9	1.2644	3.877E-02		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกร่วนของแท่งถ่านเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบไม่บด	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.066
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.003
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	ถ่านแกลบไม่บด	.066
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.038
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	ถ่านแกลบไม่บด	.003
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.038

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาในวัตถุดิบต่อการแตกตัวของแท่งถ่าน

ตารางที่ ง.16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกตัวของแท่งถ่าน

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%	3	1.3033	2.517E-02	997.833*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	3	1.3267	1.528E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	3	1.8433	2.082E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	3	2.1500	3.000E-02		
ถ่านขานอ้อย100%	3	2.1300	2.000E-02		
รวม	15	1.7507	.3855		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตกตัวของแท่งถ่านเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30 -2.3333E-02	.239
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50 -.5400*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 -.8467*	.000
	ถ่านขานอ้อย100% -.8467*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	ถ่านแกลบ100% 2.3333E-02	.239
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50 -.5167*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 -.8233*	.000
	ถ่านขานอ้อย100% -.8033*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	ถ่านแกลบ100% .5400*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30 .5167*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 -.3067*	.000
	ถ่านขานอ้อย100% -.2867*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.17(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของการแตก่วนแท่งถ่านเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	ถ่านแกลบ100%	.8467*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.8233*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.3067*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	2.000E-02	.308
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านแกลบ100%	.8267*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.8033*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.2867*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-2.0000E-02	.308

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความชื้น

ผลการทดลอง

ตารางที่ 18 แสดงค่าร้อยละของความชื้นที่อยู่ในถ่านที่ได้จากการการทดลองครั้งที่ 1

ถ่านอัดแท่ง	น้ำหนักถ่านดิบ (กรัม)*	น้ำหนักตัวอย่างรวมกับถ่านดิบ พร้อมเปลือกก่อนทำการอบ(กรัม)*	น้ำหนักตัวอย่างรวมกับถ่านดิบที่ผสมเพื่อผลิตฟืนปัดหลังทำการอบ(กรัม)								ค่าความชื้น (ร้อยละ)	
			อบครั้งที่1	อบครั้งที่2	อบครั้งที่3	อบครั้งที่4	อบครั้งที่5	อบครั้งที่6	อบครั้งที่7	อบครั้งที่8	อบครั้งที่9	
ถ่านอัดแท่งเดี่ยว(ไม่บด)	45.9030	55.9040	55.5173	55.4776	55.4879	55.4416	55.4706	55.4798	55.4557	55.4581*		4.4586
ถ่านอัดแท่ง 10 ครั้ง	46.6881	56.6888	56.2397	56.1963	56.1876	56.1475	56.1567	56.1591	56.1360	56.1339*		5.5486
ถ่านอัดแท่ง 2 ครั้ง	41.8690	51.8696	51.5354	51.4951	51.4911	51.4586	51.4749	51.4819	51.4669	51.4533	51.4502*	4.1937
ถ่านอัดแท่ง: 70:30	49.4144	56.4251	56.1214	56.0397	56.1759	56.0113	55.9942	55.9863	55.9832*			4.3187
ถ่านอัดแท่ง: 50:50	39.5208	49.5220	49.1703	49.1577	49.14	49.1104	49.1269	49.1311	49.1210	49.1196*		4.0235
ถ่านอัดแท่ง: 30:70	43.1279	53.1292	52.5978	52.5696	52.5437	52.5238	52.5289	52.5311	52.5285	52.5272*		6.0192
ถ่านอัดแท่งเดี่ยว	39.9739	49.9750	49.1703	49.5119	49.4978	49.4703	49.4805	49.4861	49.4685	49.4665*		5.0844

* ข้อมูลที่นำไปคำนวณ

ตารางที่ ๖.20 แสดงค่าร้อยละของความสัมพันธ์ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 3

ถ่านอัดแท่ง	น้ำหนักครุฑชิล พร้อมฝา(กรัม)*	น้ำหนักตัวอย่างรวมกับครุฑชิล พร้อมฝาก่อนทำการอบ(กรัม)*	น้ำหนักตัวอย่างรวมกับครุฑชิลพร้อมฝ่าปีหลังทำการอบ(กรัม)								ค่าความชื้น (ร้อยละ)	
			อบครั้งที่1	อบครั้งที่2	อบครั้งที่3	อบครั้งที่4	อบครั้งที่5	อบครั้งที่6	อบครั้งที่7	อบครั้งที่8		
แกลบอย่างเดี่ยว(ไม่บด)	47.9515	57.9717	57.7410	57.6973	57.7039	56.5284	56.5210	57.5189*			4.5279	
แกลบบด 10 ครั้ง	46.4013	56.4022	55.9436	55.9171	55.9062	55.8779	55.8705	55.8604	55.8554	55.8500*	5.5215	
แกลบบด 2 ครั้ง	45.8986	55.8994	55.6131	55.5212	55.6057	55.5497	55.5003	55.4904	55.4876	55.4827*	4.1667	
แกลบ:ชานอ้อย=70:30	39.5156	49.5169	49.3802	49.2958	49.1137	49.1002	49.0937	49.0858	49.0842*		4.3264	
แกลบ:ชานอ้อย=50:50	44.0043	54.0052	53.7311	53.6954	53.6127	53.6007	53.5994	53.5980*			4.0716	
แกลบ:ชานอ้อย=30:70	43.1171	53.1184	52.8549	52.7225	52.6048	52.5543	52.5205	52.5158	52.5137*		6.0462	
ชานอ้อยอย่างเดี่ยว	44.0104	54.0109	53.8446	53.6541	53.6017	53.5622	53.5339	53.5192	53.5063	53.5017*	5.0917	

* ข้อมูลที่นำไปคำนวณ

ตารางที่ ง.21 แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของความสัมพันธ์ในด้านแต่ละชนิด

ถ่านอัดแท่ง	ค่าความสัมพันธ์ครั้งที่1(ร้อยละ)	ค่าความสัมพันธ์ครั้งที่2(ร้อยละ)	ค่าความสัมพันธ์ครั้งที่3(ร้อยละ)	ค่าความสัมพันธ์ก่อนการอัดแท่ง
เกลบอย่างเดี่ยว(ไม่บด)	4.4586	4.5299	4.5279	9.5
เกลบบด 10 ครั้ง	5.5486	5.5105	5.5215	9.9
เกลบบด 2 ครั้ง	4.1937	4.1986	4.1667	9.1
เกลบ:ชาน้อย=70:30	4.3187	4.3067	4.3264	8.7
เกลบ:ชาน้อย=50:50	4.0235	4.0599	4.0716	8.9
เกลบ:ชาน้อย=30:70	6.0192	6.0354	6.0462	10.2
ชาน้อยอย่างเดียว	5.0844	5.0825	5.0917	9.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ง.22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	3	4.505467	4.060E-02	3631.560*	.000
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	3	4.186333	1.718E-02		
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	3	5.526867	1.961E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	3	4.317267	9.928E-03		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	3	4.051667	2.508E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	3	6.033600	1.359E-02		
ถ่านขานอ้อย 100 %	3	5.086200	4.857E-03		
รวม	21	4.815343	.712978		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)		
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.319133*	.000
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-1.021400*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	.188200*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	.453800*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	-1.528133*	.000
ถ่านขานอ้อย100%	-.580733*	.000
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง		
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-.319133*	.000
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-1.340533*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	-.130933	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	.134667*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	-1.847267*	.000
ถ่านขานอ้อย100%	-.899867*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.23(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	1.021400*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	1.340533*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	1.209600*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	1.475200*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-.506733*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	.440667*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-.188200*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.130933*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-1.209600*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.265600*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-1.716333*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	-.768933*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-.453800*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-.134667*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-1.475200*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-.265600*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-1.981933*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	-1.034533*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	1.528133*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	1.847267*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.506733*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	1.716333*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	1.981933*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	.947400*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.23(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความขึ้นถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	.580733*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.899867*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-.440667*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.768933*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	1.034533*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-.947400*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณกำมะถัน

ตารางที่ ง.25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	2	.235600	3.295E-02	20.568*	.000
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	2	.236800	8.202E-03		
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	2	.234750	2.355E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	2	.241950	2.192E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	2	.259950	1.124E-02		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	2	.276550	4.879E-03		
ถ่านขานอ้อย 100 %	2	.320750	1.344E-03		
ถ่านไม้	2	.146450	4.172E-03		
รวม	06	.244100	4.882E-02		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)		
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-1.200E-03	.940
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	8.50000E-04	.957
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	-6.350E-03	.690
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	-2.435E-02	.151
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	-4.095E-02*	.028
ถ่านขานอ้อย100%	-8.515E-02*	.001
ถ่านไม้	8.91500E-02*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.26(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด) ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 ถ่านขานอ้อย100% ถ่านไม้	1.20000E-03 .897 .746 .170 .032 .001 .000
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด) ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 ถ่านขานอ้อย100% ถ่านไม้	.957 .897 .651 .139 .026 .001 .000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด) ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 ถ่านขานอ้อย100% ถ่านไม้	.690 .746 .651 .274 .054 .001 .000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.26(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	2.43500E-02	.151
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	2.31500E-02	.170
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	2.52000E-02	.139
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	1.80000E-02	.274
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	-1.660E-02	.311
	ถ่านขานอ้อย100%	6.080E-02*	.004
	ถ่าน ไม้	.113500*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30: 70	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	4.09500E-02	.028
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	3.97500E-02	.032
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	4.18000E-02	.026
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	3.46000E-02	.054
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	1.66000E-02	.311
	ถ่านขานอ้อย100%	-4.420E-02*	.020
	ถ่าน ไม้	.130100*	.000
ถ่านขานอ้อย100%	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	8.51500E-02*	.001
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	8.39500E-02*	.001
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	8.60000E-02*	.001
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	7.88000E-02*	.001
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	6.08000E-02*	.004
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	4.42000E-02*	.020
	ถ่าน ไม้	.174300*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.26(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกำมะถันในถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านไม้	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-8.915E-02*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-9.035E-02*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-8.830E-02*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-9.550E-02*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-.113500*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-.130100*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	-.174300*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความร้อน

1. ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัตถุติดต่อค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ ง.27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านกลบไม่บด	2	6139.2900	20.2515	301.903*	.000
ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	2	6049.0100	4.6810		
ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	2	5932.9000	80.7233		
ถ่านไม้	2	7140.2200	35.4119		
รวม	8	6315.3550	516.2264		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านกลบไม่บด	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	.117
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	.010
	ถ่านไม้	.000
ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	ถ่านกลบไม่บด	.117
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	.062
	ถ่านไม้	.010
ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	ถ่านกลบไม่บด	.010
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	.062
	ถ่านไม้	.000
ถ่านไม้	ถ่านกลบไม่บด	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาผลของปริมาณชิลิกาในวัตถุดิบต่อค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ ง.29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%	2	6139.2900	20.2515	222.631*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	2	6257.4650	68.0307		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	2	6332.8900	7.2408		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	2	6373.6250	10.4440		
ถ่านชานอ้อย100%	2	6474.8800	18.4131		
ถ่านไม้	2	7140.2200	35.4119		
รวม	12	6453.0617	339.3901		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-118.1751*
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-193.6000*
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-234.3350*
	ถ่านชานอ้อย100%	-335.5900*
	ถ่านไม้	-1000.9300*
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	ถ่านแกลบ100%	118.1750*
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-75.4250
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-116.1600*
	ถ่านชานอ้อย100%	-217.4150*
	ถ่านไม้	-882.7550*

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.30(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	ถ่านแกลบ100%	193.6000*	.001
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	75.4250	.066
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-40.7350	.272
	ถ่านชานอ้อย100%	-141.9900*	.006
	ถ่าน ไม้	-807.3300*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	ถ่านแกลบ100%	234.3350*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	116.1600*	.014
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	40.7350	.272
	ถ่านชานอ้อย100%	-101.2550*	.024
	ถ่าน ไม้	-766.5950*	.000
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านแกลบ100%	335.5900*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	217.4150*	.001
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	141.9900*	.001
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	101.2550*	.024
	ถ่าน ไม้	-665.3400	.000
ถ่าน ไม้	ถ่านแกลบ100%	1000.9300*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	882.7550*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	807.3300*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	766.5950*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	665.3400*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.31 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ถ่านอัดแท่ง	อุณหภูมิสูงสุดขณะถ่านติดไฟ(องศาเซลเซียส)		
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย
แกลบอย่างเดียว(ไม่บด)	624	623	623.5
แกลบบด 2 ครั้ง	598	599	598.5
แกลบบด 10 ครั้ง	561	559	560.0
แกลบ:ขาน้อย=70:30	756	755	755.5
แกลบ:ขาน้อย=50:50	765	764	764.5
แกลบ:ขาน้อย=30:70	777	779	778.0
ขาน้อยอย่างเดียว	780	781	780.5
ถ่านไม้	664	662	663.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ศึกษาผลของขนาดอนุภาควัดดูตบต่ออุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ตารางที่ ง.32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านกลบไม่บด	2	623.5	.7071	2995.867*	.000
ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	2	598.5	.7071		
ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	2	560.0	1.4142		
ถ่านไม้	2	663.0	1.4142		
รวม	8	611.25	40.0705		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านกลบไม่บด	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	25.00*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	63.50*	.000
	ถ่านไม้	39.50*	.000
ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	ถ่านกลบไม่บด	-25.00*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	38.50*	.000
	ถ่านไม้	-64.50*	.000
ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	ถ่านกลบไม่บด	-63.50*	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	-38.50*	.000
	ถ่านไม้	-103.00*	.000
ถ่านไม้	ถ่านกลบไม่บด	39.50*	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	64.50*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	103.00*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. ศึกษาผลของปริมาณชิลิกาในวัตถุคิบัติอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ตารางที่ ง.34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟ

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%	2	623.5	.7071	7213.347*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	2	755.0	.7071		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	2	764.0	.7017		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	2	778.0	1.4142		
ถ่านชานอ้อย100%	2	781.0	1.4142		
ถ่านไม้	2	663.0	1.4142		
รวม	14	727.5833	64.0248		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-132.00*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-141.00*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-154.50*	.000
ถ่านชานอ้อย100%	-157.50*	.000
ถ่านไม้	-39.50*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30		
ถ่านแกลบ100%	132.00*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-9.00*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-22.50*	.000
ถ่านชานอ้อย100%	-25.50*	.000
ถ่านไม้	92.50*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.35(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดของถ่านขณะติดไฟเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	ถ่านกลบ100%	141.00*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	9.00*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-13.50*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	-16.50*	.000
	ถ่านไม้	101.50*	.000
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	ถ่านกลบ100%	154.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	22.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	13.50*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	-3.00*	.036
	ถ่านไม้	115.00*	.000
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านกลบ100%	157.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	25.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	16.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	3.00*	.036
	ถ่านไม้	118.00*	.000
ถ่านไม้	ถ่านกลบ100%	39.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-92.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-101.50*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-115.00*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	-118.00*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประสิทธิภาพการเผาไหม้

ผลการทดลอง

ตารางที่ ง.36 แสดงระยะเวลาช่วงต่างๆของการเผาไหม้ถ่านตั้งแต่เริ่มเผาจนถึงไฟรา

ถ่านอัดแท่ง	ระยะเวลา(นาที)								
	วันหมดจนถึง			น้ำมีอุณหภูมิสูงสุด			อุณหภูมิของน้ำเริ่มต่ำสุด		
	อุณหภูมิของน้ำสูงสุด			จนถึงน้ำมีอุณหภูมิต่ำสุด			จนถึงไฟรา		
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย
เกลบอย่างเดี่ยว(ไม้บด)	42	40	41.0	72	69	70.5	50	55	52.5
เกลบบด 10 ครั้ง	55	51	53.0	64	66	65.0	63	65	64.0
เกลบบด 2 ครั้ง	55	58	56.5	65	62	63.5	64	62	63.0
เกลบ:ชานอ้อย=70:30	27	30	28.5	23	25	24.0	46	49	47.5
เกลบ:ชานอ้อย=50:50	30	27	28.5	24	26	25.0	49	48	48.5
เกลบ:ชานอ้อย=30:70	18	20	19.0	31	30	30.5	53	52	52.5
ชานอ้อยอย่างเดี่ยว	18	17	17.5	31	29	30.0	58	56	57.0
ถ่านไม้	55	52	53.5	30	31	30.5	49	51	50.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ศึกษาระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มหมดควั่นจนกระทั่งน้ำเดือด

ตารางที่ ง.37 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มหมดควั่นจนกระทั่งน้ำเดือดของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	2	41.0000	1.4142	132.869*	.000
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	2	56.5000	2.1213		
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	2	53.0000	2.8284		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	2	28.5000	2.1213		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	2	28.5000	2.1213		
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	2	19.5000	1.4142		
ถ่านขานอ้อย 100 %	2	17.5000	.7071		
ถ่านไม้	2	53.5000	2.1213		
รวม	16	37.1875	15.4412		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.38 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มหมดควั่นจนกระทั่งน้ำเดือดของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด) ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50 ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70 ถ่านขานอ้อย100% ถ่านไม้	-15.5000*	.000
	-12.0000*	.000
	12.5000*	.000
	12.5000*	.000
	22.5000*	.000
	23.5000*	.000
	-12.5000*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.38(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่อ่านเริ่มหมดควันจนกระทั่งน้ำเคื่อดของอ่าน
อัดแท่งเป็นรายคู่

อ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
อ่านแถบบด 2 ครั้ง	อ่านแถบ100%(ไม่บด)	15.5000*	.000
	อ่านแถบบด 10 ครั้ง	3.5000	.111
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 70:30	28.0000*	.000
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 50:50	28.0000*	.000
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 30:70	37.5000*	.000
	อ่านชานอ้อย100%	39.0000*	.000
	อ่าน ไม่	3.0000	.163
อ่านแถบบด 10 ครั้ง	อ่านแถบ100%(ไม่บด)	12.0000*	.000
	อ่านแถบบด 2 ครั้ง	-3.5000	.111
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 70:30	24.5000*	.000
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 50:50	24.5000*	.000
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 30:70	34.0000*	.000
	อ่านชานอ้อย100%	35.5000*	.000
	อ่าน ไม่	-5.0000	.804
อ่านแถบ:ชานอ้อย = 70:30	อ่านแถบ100%(ไม่บด)	-12.5000*	.000
	อ่านแถบบด 2 ครั้ง	-28.0000*	.000
	อ่านแถบบด 10 ครั้ง	-24.5000*	.000
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 50:50	.0000	1.000
	อ่านแถบ:ชานอ้อย = 30:70	9.5000*	.001
	อ่านชานอ้อย100%	11.0000*	.000
	อ่าน ไม่	-25.0000*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.38 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่อ่านเริ่มหมดควินจนกระทั่งน้ำเค็สดของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.	
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	ถ่านกลบ100%(ไม่บด)	-12.5000*	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	-28.0000*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	-24.5000*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.0000	1.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	9.5000*	.001
	ถ่านชานอ้อย100%	11.0000*	.000
	ถ่านไม้	25.0000*	.000
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30: 70	ถ่านกลบ100%(ไม่บด)	-22.0000*	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	-37.5000*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	-34.0000*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-9.5000*	.001
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-9.5000*	.001
	ถ่านชานอ้อย100%	1.5000	.464
	ถ่านไม้	-34.5000*	.000
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านกลบ100%(ไม่บด)	-23.5000*	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	-39.0000*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	-35.5000*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	-11.0000*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	-11.0000*	.00
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-1.5000	.464
	ถ่านไม้	-36.0000*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.38(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ถ่านเริ่มหมดควันจนกระทั่งน้ำเค็มของถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านไม้	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	12.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-3.0000	.163
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.5000	.804
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	25.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	25.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	34.5000*	.000
	ถ่านขานอ้อย100%	36.0000*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



2. ศึกษาระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเคือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลง

ตารางที่ ง.39 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเคือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	F	Sig.
ถ่านกลบ 100% (ไม่บด)	2	70.5000	2.1213	358.587*	.000
ถ่านกลบ บด 2 ครั้ง	2	63.5000	2.1213		
ถ่านกลบ บด 10 ครั้ง	2	65.0000	1.4142		
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	2	24.0000	1.4142		
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	2	25.0000	1.4142		
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	2	30.5000	1.7071		
ถ่านชานอ้อย 100 %	2	30.0000	1.4142		
ถ่านไม้	2	30.5000	1.7071		
รวม	16	42.3750	19.4349		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเคือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของถ่านอัดแท่ง เป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านกลบ 100% (ไม่บด)		
ถ่านกลบ บด 2 ครั้ง	7.0000*	.002
ถ่านกลบ บด 10 ครั้ง	5.5000*	.006
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	46.5000*	.000
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	45.5000*	.000
ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	40.0000*	.000
ถ่านชานอ้อย 100%	40.5000*	.000
ถ่าน ไม้	40.0000*	.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.40 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเดือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของ ถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-7.0000*	.002
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-1.5000	.347
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	39.5000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	38.5000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	33.5000*	.000
	ถ่านขานอ้อย100%	33.5000*	.000
	ถ่านไม้	33.0000*	.000
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-5.5000*	.006
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	1.5000	.347
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	41.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	40.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	34.5000*	.000
	ถ่านขานอ้อย100%	35.0000*	.000
	ถ่านไม้	34.5000*	.000
ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 70:30	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-46.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-39.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-41.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 50:50	-1.0000	.524
	ถ่านแกลบ:ขานอ้อย = 30:70	-6.5000*	.003
	ถ่านขานอ้อย100%	-6.0000*	.004
	ถ่านไม้	-6.5000*	.003

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.40 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ น้ำเคือดจนกระทั่ง น้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของ ถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.	
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-45.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-38.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-40.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	1.0000	.524
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-5.5000*	.006
	ถ่านชานอ้อย100%	-5.0000*	.010
	ถ่านไม้	-5.5000*	.006
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30: 70	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-40.0000*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-33.0000*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-34.5000*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	6.5000*	.003
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	5.5000*	.006
	ถ่านชานอ้อย100%	.5000	.747
	ถ่านไม้	.0000	1.000
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-40.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-33.5000*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-35.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	6.0000*	.004
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	5.0000*	.010
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-.5000	.747
	ถ่านไม้	-.5000	.747

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.40(ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่น้ำเคือดจนกระทั่งน้ำเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงของ ถ่านอัดแท่งเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านไม้	ถ่านกลบ100%(ไม่บด)	-40.0000*	.000
	ถ่านกลบบด 2 ครั้ง	-33.0000*	.000
	ถ่านกลบบด 10 ครั้ง	-34.5000*	.000
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 70:30	6.5000*	.003
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 50:50	5.5000*	.006
	ถ่านกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.0000	1.000
	ถ่านชานอ้อย100%	.5000	.747

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



3. ศึกษาระยะเวลาตั้งแต่ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอุณหภูมิตำลงจนกระทั่งไฟรา

ตารางที่ ง.41 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอุณหภูมิตำลงจนกระทั่งไฟรา

ถ่านอัดแท่ง	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	F	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	2	52.5000	3.5355	24.780*	.000
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	2	63.0000	1.4142		
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	2	64.0000	1.4142		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	2	47.5000	2.1213		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	2	48.5000	.7071		
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	2	52.5000	.7071		
ถ่านชานอ้อย 100 %	2	57.0000	1.4142		
ถ่านไม้	2	50.0000	1.4142		
รวม	16	54.3750	6.2703		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.42 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอุณหภูมิตำลงจนกระทั่งไฟราเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)		
ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-10.5000*	.000
ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-11.5000*	.000
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	5.0000*	.024
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	4.0000	.057
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.0000	1.000
ถ่านชานอ้อย100%	-4.5000*	.037
ถ่านไม้	2.5000	.203

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.42 (ต่อ)การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไฟราเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านกลีบอบ 2 ครั้ง	ถ่านกลีบ100%(ไม่บด)	10.5000*	.000
	ถ่านกลีบอบ 10 ครั้ง	-1.0000	.594
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 70:30	15.5000*	.000
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 50:50	14.5000*	.000
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 30:70	10.5000*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	6.0000*	.010
	ถ่านไม้	13.0000*	.000
ถ่านกลีบอบ 10 ครั้ง	ถ่านกลีบ100%(ไม่บด)	11.5000*	.000
	ถ่านกลีบอบ 2 ครั้ง	1.0000	.594
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 70:30	16.5000*	.000
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 50:50	15.5000*	.000
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 30:70	11.5000*	.000
	ถ่านชานอ้อย100%	7.0000*	.005
	ถ่านไม้	14.0000*	.000
ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 70:30	ถ่านกลีบ100%(ไม่บด)	-5.0000*	.024
	ถ่านกลีบอบ 2 ครั้ง	-15.5000*	.000
	ถ่านกลีบอบ 10 ครั้ง	-16.5000*	.000
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 50:50	-1.0000	.594
	ถ่านกลีบ:ชานอ้อย = 30:70	-5.0000*	.024
	ถ่านชานอ้อย100%	-9.5000*	.001
	ถ่านไม้	-2.5000*	.203

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.42 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไฟราเป็นรายคู่

ถ่านอัดแท่ง	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	.057
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.594
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.057
	ถ่านชานอ้อย100%	.002
	ถ่านไม้	.430
ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30: 70	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	1.000
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.024
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.057
	ถ่านชานอ้อย100%	.037
	ถ่านไม้	.203
ถ่านชานอ้อย100%	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	.037
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	.010
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	.005
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	.001
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	.002
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	.037
	ถ่านไม้	.005

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.42 (ต่อ)การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไฟราเป็นรายคู่

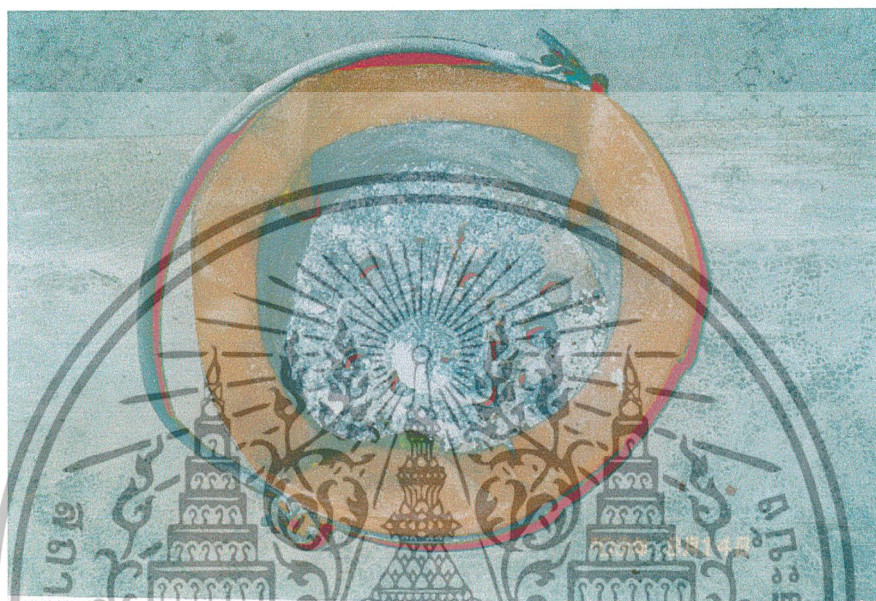
ถ่านอัดแท่ง		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Difference)	Sig.
ถ่านไม้	ถ่านแกลบ100%(ไม่บด)	-2.5000	.203
	ถ่านแกลบบด 2 ครั้ง	-13.0000*	.000
	ถ่านแกลบบด 10 ครั้ง	-14.0000*	.000
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 70:30	2.5000	.203
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 50:50	1.5000	.430
	ถ่านแกลบ:ชานอ้อย = 30:70	-2.5000	.203
	ถ่านชานอ้อย100%	-7.0000*	.005

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

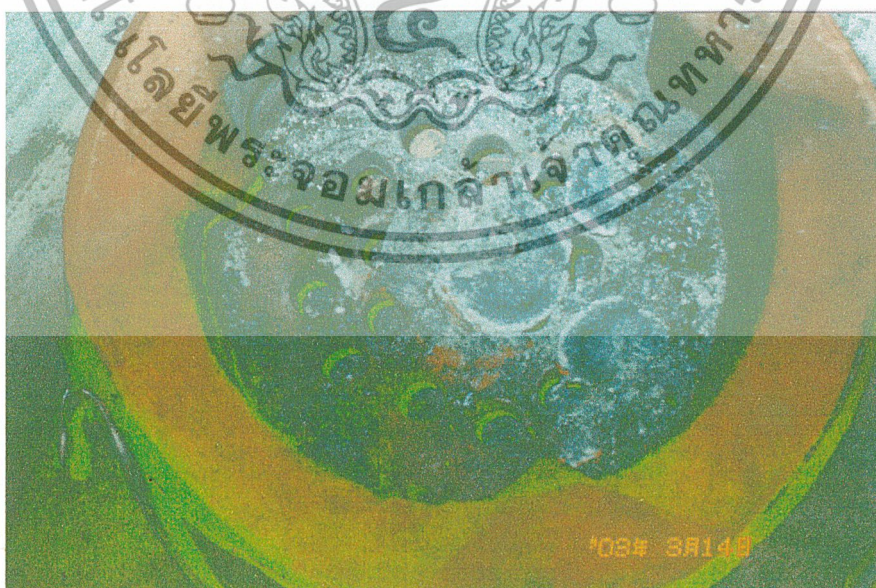


ภาคผนวก จ

แสดงภาพตัวอย่างเถาที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านกลบ



ภาพที่ จ.1 แสดงภาพตัวอย่างของเถาที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านที่ใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบเพียงชนิดเดียว



ภาพที่ จ.2 แสดงภาพตัวอย่างของเถาที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านที่ใช้วัตถุดิบผสมระหว่างกลบต่อชานอ้อยในอัตราส่วน 30 ต่อ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้