

รายงาน

โครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เรื่อง

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว

โดย

นายศิวพงษ์ กาญจนวิภากร

นายไพโรจน์ ชนานุภาพพันธุ์

นายพงศ์คณิต พงษ์พิทักษ์

โรงเรียนวิสุทธิรังสี จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับประเทศ

จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

ณ ศูนย์ประชุมเอนกประสงค์ กาญจนภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

วันที่ 20-22 ตุลาคม 2546

โครงการวิทยาศาสตร์

เรื่อง

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว

โดย

นายศิวพงษ์ กาญจนวิภาพร

นายไพโรจน์ ฆานุกภาพันธุ์

นายพงศ์คณิต พงษ์พิทักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ว่าที่ร้อยโทธีรพล จินแพทย์

อาจารย์อุไรวรรณ ศรีสุวรรณภรณ์

โรงเรียนวิสุทธารังสี จังหวัดกาญจนบุรี

# โครงการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

## ประเภทวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ชื่อเรื่อง เชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว

ผู้จัดทำ 1. นายศิวพงษ์ กาญจนวิภาพร

2. นายไพโรจน์ ธนาอนุภาพันธ์

3. นายพงศ์คณิต พงษ์พิทักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ว่าที่ร้อยโทธีรพล จินแพทย์

2. อาจารย์อุไรวรรณ ศรีสุวรรณภรณ์

โรงเรียนวิสุทธิรังสี ต.ท่าล้อ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี 71000 โทร (034)511773

### บทคัดย่อ

การทำโครงการเรื่องเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องอัดแท่งถ่านและทดสอบคุณภาพถ่านกะลามะพร้าวโดยทางคณะผู้จัดทำ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 6 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประดิษฐ์เครื่องอัดแท่งถ่าน

ตอนที่ 2 ทดลองศึกษาชนิดของแป้งที่สามารถใช้ประสานเนื้อถ่านได้ดี

ตอนที่ 3 ทดลองศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของถ่านกะลามะพร้าวป่นต่อแป้งมันสำปะหลัง

ตอนที่ 4 ทดลองศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตอนที่ 5 ทดลองศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนและระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตอนที่ 6 ทดลองศึกษาลักษณะต่างๆ ของกะลามะพร้าวเมื่อติดไฟกับถ่านชนิดอื่นๆ

ได้ผลการทดลองดังนี้

ได้เครื่องอัดแท่งถ่านที่สามารถประดิษฐ์ใช้ทำงานอุตสาหกรรมในครัวเรือนซึ่งเมื่ออัดแท่งถ่านแล้วจะได้แท่งถ่านที่มีลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.75 นิ้ว และแกนกลางของถ่านกลวงเพื่อสะดวกต่อการเผาไหม้ ได้และแป้งมันสำปะหลังสามารถใช้เป็นตัวประสานเนื้อถ่านได้ดีที่สุด อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 100:15 โดยถ่านกะลามะพร้าวต่อเป็นแป้งมันสำปะหลังและถ่านกะลามะพร้าวนี้มีปริมาณเถ้าเพียง 2.9 กรัมจากน้ำหนักถ่านตั้งต้น 100 กรัม มีระยะเวลาในการให้พลังงานนานกว่าถ่านปกติ

ถึงสามเท่า ให้พลังงานสูงกว่าถ่านปกติ และถ่านกะลามะพร้าวเมื่อติดไฟจะไม่มีควันไฟ ไม่มีเปลวไฟ ไม่มีประกายไฟปะทุ จึงไม่เป็นอันตรายต่อการนำมาหุงต้มอาหาร ไม่ก่อให้เกิดสารพิษจากการเผาไหม้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการเรื่องเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว ได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆ ซึ่งเป็นผลให้โครงการประสบความสำเร็จ โดยบุคคลสำคัญที่ช่วยเหลือแนะนำรวมทั้งจัดหาโครงการให้มีความเรียบร้อยยิ่งขึ้นคือ อาจารย์ธีรพล จินแพทย์ และอาจารย์อุไรวรรณ ศรีสุวรรณภรณ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ทั้งทางด้านวัสดุอุปกรณ์และห้องแล็บในการทำทดลอง และขอขอบคุณ คุณสำอางค์ แก้วเทียมบุตรที่ได้แนะนำวิธีการเผาถ่านมะพร้าวให้กลายเป็นถ่าน ขอขอบคุณคณาจารย์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการครั้งนี้จนกระทั่งโครงการนี้ สำเร็จลุล่วง ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญกราฟ	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง	7
บทที่ 4 ผลการทดลอง	12
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง ข้อเสนอแนะ	19
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการประดิษฐ์และการทดลองใช้เครื่องอัดแห้งถ่าน	12
ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการประสานเนื้อถ่านของแป้งชนิดต่างๆ	12
ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลลักษณะของถ่านที่ใช้ตัวประสานต่างกัน	13
ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการประสานถ่านในอัตราส่วนต่างๆ	13
ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลเปรียบเทียบปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่านชนิดต่างๆ	14
ตารางที่ 6 ตารางแสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านชนิดต่างๆ	15
ตารางที่ 7 ตารางแสดงระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านชนิดต่างๆ	16
ตารางที่ 8 ตารางแสดงผลลักษณะของถ่านต่างๆ เมื่อติดไฟ	17

## สารบัญกราฟ

กราฟ	หน้า
กราฟที่ 1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณเถ้า (Ash) ของถ่าน	14
กราฟที่ 2 กราฟแสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านชนิดต่างๆ	15
กราฟที่ 3 กราฟแสดงระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านชนิดต่างๆ	16



## สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
คณะผู้จัดทำ	23
วัตถุประสงค์	23
ขณะซึ่งแป็ง	24
ขณะอัดถ่าน	24
ขณะบันทึกผลการทดลอง	25
ขณะเผาถ่าน	25

# บทที่ 1

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเชื้อเพลิงที่ใช้ตามบ้านเรือนหรือในสถานประกอบการต่างๆ 80% ใช้เชื้อเพลิงจากธรรมชาติ หรือใช้ก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหาร แต่ก๊าซธรรมชาตินั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ในอนาคต อีกทั้งก๊าซธรรมชาตินั้นยังมีราคาสูงขึ้นมาในปัจจุบันทำให้หลายคน หลายหน่วยงาน ต้องหันมามองหาแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนก๊าซธรรมชาติ เพื่อรองรับความต้องการของมนุษย์ ซึ่งถ่านสามารถเป็นแหล่งเชื้อเพลิงสำรองได้ แต่ถ่านนั้นทำมาจากไม้ ทำให้ต้องมีการทำลายธรรมชาติ ขาดความสมดุลของสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ จึงทำให้กลุ่มของข้าพเจ้าได้คิดค้นและพัฒนาถ่านจากเดิมที่ทำด้วยไม้ต่าง ๆ นั้นเปลี่ยนเป็นกะลามะพร้าว ซึ่งได้แนวคิดมาจากการสังเกตตอนที่กะลามะพร้าวถูกไฟไหม้ให้ไฟที่แรงพลังงานความร้อนสูง และมะพร้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย กลุ่มของข้าพเจ้าจึงได้ทำโครงการนี้ขึ้นมาจากการสังเกตข้างต้นนี้ จึงได้ถ่านกะลามะพร้าวไปใช้งานต่างๆ เพื่อลดปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติ เพื่อช่วยสร้างเศรษฐกิจให้ชุมชน และลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อประดิษฐ์เครื่องอัดแท่งถ่าน
2. เพื่อศึกษาชนิดของแป้งที่สามารถใช้ประสานเนื้อถ่านได้ดี
3. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของถ่านกะลามะพร้าวป่นต่อแป้ง
4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ
5. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนและระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ
6. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของถ่านกะลามะพร้าวเมื่อติดไฟกับถ่านชนิดอื่นๆ

## สมมติฐานทางการศึกษา

1. ถ้าชนิดของตัวประสานมีผลต่อการประสาน ดังนั้นถ้าใช้ตัวประสานต่างชนิดกันผลการประสานที่ได้ย่อมแตกต่างกัน
2. ถ้าปริมาณแป้งมีผลต่อการประสานเนื้อถ่าน ดังนั้นถ้าใช้แป้งปริมาณที่ต่างกันผลการประสานที่ได้ย่อมแตกต่างกัน
3. ถ้าชนิดของถ่านมีผลต่อการเกิดเถ้า (Ash) ดังนั้นถ้าใช้ถ่านต่างชนิดกันผลการเกิดเถ้า (Ash) ที่ได้ย่อมแตกต่างกัน
4. ถ้าชนิดของถ่านมีผลต่อค่าพลังงานและระยะเวลาในการให้พลังงาน ดังนั้นถ้าใช้ถ่านต่างชนิดกันค่าพลังงานและระยะเวลาในการให้พลังงานที่ได้ย่อมแตกต่างกัน
5. ถ้าชนิดของถ่านมีผลต่อลักษณะเมื่อติดไฟ ดังนั้นถ้าใช้ถ่านต่างชนิดกันลักษณะเมื่อติดไฟที่ได้ย่อมแตกต่างกัน

## ตัวแปรที่ศึกษา

ตอนที่ 1 เป็นการประดิษฐ์เครื่องอัดแท่งถ่าน

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาชนิดของแป้งที่สามารถใช้ประสานเนื้อถ่านได้ดี

ตัวแปรต้น - ชนิดของแป้ง

ตัวแปรตาม - คุณภาพการประสาน

ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของแป้งชนิดต่างๆ (แป้งมันสำปะหลัง, แป้งข้าวเหนียว, แป้งข้าวเจ้า, แป้งข้าวโพด)

- ปริมาณน้ำ

- ปริมาณผงถ่าน

- ชนิดผงถ่าน

- รูปทรงของบล็อกอัดถ่าน

- ขนาดผงถ่านกะลามะพร้าว

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของถ่านกะลามะพร้าวป่นต่อแป้ง

ตัวแปรต้น - อัตราส่วนของแป้งต่อผงถ่าน

ตัวแปรตาม - คุณภาพถ่าน

- ตัวแปรควบคุม - ปริมาณผงถ่าน
- ชนิดผงถ่าน
  - ชนิดแป้ง
  - ปริมาณน้ำ
  - อุณหภูมิน้ำ
  - ขนาดผงถ่าน

ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเถ้า (Ash) ของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตัวแปรต้น - ชนิดของถ่าน

ตัวแปรตาม - ปริมาณเถ้า

- ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของถ่านชนิดต่างๆ (ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านไม้มะม่วง, ถ่านไม้กระถิน, ถ่านไม้ยางพาราอัด)
- ภาชนะที่เผา
  - สถานที่

ตอนที่ 5 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อน และระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตัวแปรต้น - ชนิดของถ่าน

ตัวแปรตาม - ค่าพลังงาน, ระยะเวลาการให้พลังงาน

- ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของถ่านชนิดต่างๆ (ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านไม้มะม่วง, ถ่านไม้กระถิน, ถ่านไม้ยางพาราอัด)

ตอนที่ 6 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของถ่านกะลามะพร้าวเมื่อติดไฟกับถ่านชนิดอื่นๆ

ตัวแปรต้น - ชนิดของถ่าน

ตัวแปรตาม - ลักษณะเมื่อติดไฟ

- ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของถ่านชนิดต่างๆ (ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านไม้มะม่วง, ถ่านไม้กระถิน, ถ่านไม้ยางพาราอัด)
- ระยะเวลาของการทดลอง

## นิยามเชิงปฏิบัติการ

1. การเป็นแท่งของถ่าน สังเกตได้จากกรณีที่ถ่านที่ฝั่งแคดจนแห้งแล้วไม่แตกหลุดออกมาเป็นชิ้นๆ หรือเป็นผง หรือมีรอยแตกร้าว
2. เถ้าของถ่าน สังเกตได้จากกรณีที่ถ่านเผาไหม้จนหมดแล้วและเหลือเศษของการเผาไหม้อยู่ โดยทั่วไปมีลักษณะสีขาวเทา
3. ค่าพลังงานความร้อน วัตต์ได้จากก็นำถ่านชนิดนั้นๆ ไปต้มน้ำ แล้วหาค่าพลังงานโดยใช้สูตร  $Q = ms\Delta t$

## ขอบเขตการศึกษาครั้งนี้ว่า

1. ศึกษาเฉพาะตัวประสาน 4 ชนิด คือ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า
2. ศึกษาเฉพาะถ่าน 4 ชนิด คือ ถ่านกะลามะพร้าว ถ่านไม้มะม่วง ถ่านไม้กระถิน และถ่านไม้ยางพาราอัด
3. ศึกษาเฉพาะกะลามะพร้าวที่ตากแห้งแล้วและไม่มีเศษวัสดุอื่นๆเจือปน

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ถ่านกะลามะพร้าวมาใช้งาน
2. ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อถ่านมาใช้
3. สามารถเพิ่มรายได้จากการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย
4. ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
5. เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เป็นการฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกะลามะพร้าว ได้ทำการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. มะพร้าว
2. เทคนิคและวิธีการเผากะลามะพร้าว
3. แคลอรี
4. เชื้อเพลิงและการสันดาป

#### 1. มะพร้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ Cocos nucifera Linn.

ชื่อวงศ์ PALMAE

ชื่อสามัญ Cconut

จันทบุรี เรียก ดุง                      กาญจนบุรี เรียก โพล

แม่ฮ่องสอน เรียก คอสำ      ทั่วไปเรียก หมากอูน หมากอุน      จีน เรียก เอ๋ยจี

**ลักษณะทั่วไป** เป็นไม้ยืนต้น สูงชะลูด 7-10 เมตร เปลือกลำต้นแข็ง ใบ ออกเป็นใบรวม มีใบย่อยเป็นแผ่นแคบยาว เรียงสลับกันเป็นรูปขนนกปลายใบแหลม ดอก ออกเป็นช่อตามบริเวณกาบที่หุ้มดอกย่อยขนาดเล็ก ดอกหนึ่งมีกลีบดอกประมาณ 6 กลีบ ผล เป็นรูปกลมหรือรี เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8-9.5 นิ้ว เปลือกนอกเรียบเกลี้ยง ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่มีสีน้ำตาล เปลือกชั้นกลางเป็นเส้นใยนุ่ม ชั้นในแข็งเป็นกะลา เนื้อผลมีสีขาวนุ่ม และมีน้ำใส รสจัดหรือหวาน

ภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก

ภาคใต้    จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช ฯลฯ

ภาคตะวันออก    จังหวัดชลบุรี ระยอง ฯลฯ

ภาคตะวันตก    จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม ฯลฯ

## 2. วิธีเผาอะลามะพร้าวให้เป็นถ่าน

เริ่มจากเผาอะลามะพร้าวให้เป็นถ่าน ก่อนเผาอะลามะพร้าวต้องคัดให้มีแต่กะลามะพร้าวไม่ให้มีเศษวัสดุอื่นๆ กรวด หิน ดุงพลาสติก เศษอาหาร หรือฝาน้ำอัดลมและโลหะ ถ้าติดไปกับกะลามะพร้าวจะทำให้ถ่านด้อยคุณภาพและเศษวัสดุจะไปติดทำให้เครื่องบดอัดเสียหายได้ กะลาที่ใช้เผาถ่านต้องเป็นกะลาที่แห้งสนิทเพื่อให้ในการเผาจะทำได้ง่ายขึ้น เมื่อคัดกะลาได้แล้ว ก็นำไปเผาในถังน้ำมัน 200 ลิตรที่เปิดฝาแล้วก่อนเผาต้องทำโพรงตรงกลางถังโดยมีวิธีการง่ายๆ คือจะใช้ภาชนะทรงกลมหรือทรงสี่เหลี่ยม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม. สูงขนาดครึ่งถังน้ำมันตั้งไว้กลางถังเทกะลามะพร้าวที่คัดแล้วลงไปครึ่งถังแล้วใช้ภาชนะทรงกลมหรือทรงสี่เหลี่ยมออกก็จะได้ช่องว่างตรงกลาง แล้วก็จุดไฟให้ติดและค่อยๆเติม กะลามะพร้าวลงไปในช่วงนั้นจนเต็ม ไฟจะเผากะลาให้เป็นถ่านที่ใช้ได้โดยสังเกตจากควันที่พุ่งขึ้นมา หากหมดควันเมื่อไรแล้วมีไฟลุกแสดงว่ากะลาชั้นล่างเผาหมดแล้ว ส่วนชั้นบนสุดกำลังถูกเผาต้องใช้ไม้คนแล้วเผาทิ้งไว้ 5-10 นาที จึงเติมกะลาแห้งลงถังทำครั้งแรก และเผาไปเรื่อยๆ จนครบวันจะได้ถ่านกะลาประมาณค่อนข้าง เมื่อเผาเสร็จแล้วให้ใช้กระสอบป่านชุบน้ำให้เปียกๆ คลุมผิวหน้าแล้วปิดด้วยฝาถังให้แน่นสนิท หรือใช้ทรายปิดบนกระสอบป่านอีกครั้งก็ได้ไม่ให้มีอากาศเล็ดลอดเข้าไปในถังได้ ทิ้งไว้ 1 คืน เปลวไฟจะดับถ่านจะเย็นลงก็นำไปใช้ได้ในวันรุ่งขึ้น เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการเผาถ่านกะลามะพร้าวจะนานเป็นวันและจะต้องมีคนควบคุมใส่กะลาลงไปจนถึงอยู่ตลอดเวลาในการเผา การเผากะลาแต่ละครั้งจึงต้องทำคราวละ 5-10 ถัง เป็นอย่างน้อยเพื่อให้ได้ถ่านปริมาณมากๆ ทั้งนี้สถานที่เผาต้องอยู่ไกลจากชุมชนเพื่อไม่ให้ควันไฟไปรบกวนเพื่อนบ้าน และก่อนจะนำไปใช้ต้องนำถ่านมาคัดก่อน โดยแยกส่วนที่เป็นกะลาแห้งหรือไหม้ไหม้หมดออกไปเผาใหม่ คงเหลือไว้แต่ถ่านที่ใช้ได้เท่านั้น

## 3. แคลอรี

คำว่าแคลอรี ที่นักเรียนพบในตำราต่างๆ จะหมายถึง กิโลแคลอรี 1 กิโลแคลอรี จะหมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1,000 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส

## 4. เชื้อเพลิงและการสันดาป

### 3.1.1 เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงคือสารที่เกิดการสันดาปได้ง่ายในอากาศ และความร้อนที่เกิดการสันดาปต้องสามารถนำไปใช้อย่างถูกหลักเศรษฐกิจได้ด้วย

1) ประเภทของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่ใช้กับหม้อไอน้ำ แบ่งออกเป็น

- เชื้อเพลิงแข็ง เช่น ถ่านไม้ ถ่านโค้ก เชื้อเพลิงอัดก้อน เป็นต้น

- เชื้อเพลิงเหลว เช่น น้ำมันเตา น้ำมันก๊าด เป็นต้น

- ก๊าซเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซธรรมชาติ, L.P.G., oil gas เป็นต้น

### 3.1.2 เชื้อเพลิงแข็ง (ถ่านไม้)

ถ่านไม้โดยทั่วไปมักใช้ในครัวเรือนและอุตสาหกรรมบางประเภท มีค่าความร้อนประมาณ 6700-7500 Kcal/Kg

### 3.1.3 ปฏิกิริยาการสันดาปของเชื้อเพลิง

ปรากฏการณ์ที่สสารปล่อยความร้อนและแสงสว่าง เมื่อเกิดการออกซิเดชัน (OXIDATION) อย่างรวดเร็ว เรียกว่าการสันดาป (COMBUSTION) เชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเหลว ประกอบด้วยธาตุที่สันดาปได้ เช่น คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และกำมะถัน (S) ตลอดจนออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ซัลเฟอร์ ความชื้น เป็นต้น



### บทที่ 3

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

### ตอนที่ 1 เพื่อประดิษฐ์เครื่องอัดแท่งถ่าน

#### วัสดุอุปกรณ์

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. แม่แรงขนาด 2 ตัน  | 2. แผ่นเหล็กเหลี่ยม |
| 3. แท่งเหล็กตัน      | 4. เครื่องกลึง      |
| 5. เครื่องเชื่อมโลหะ | 6. แผ่นเหล็กกลม     |

#### วิธีดำเนินการทดลอง

1. นำแผ่นเหล็กเหลี่ยมและแท่งเหล็กตันไปเข้าเครื่องกลึง กลึงออกมาให้ได้รูปที่ต้องการ
2. นำแม่แรงขนาด 2 ตัน มาติดตั้งด้านล่าง
3. นำท่อเหล็กกลมขนาดเท่าฝาแม่แรงใส่ช่องกลมด้านบน
4. นำฝาเหล็กกลมใส่ลึคอท่อเหล็กเพื่อเวลาอัดแม่แรงจะได้ขึ้นด้านบนได้โดยสะดวก
5. ทดลองใช้งาน
6. สังเกตรูปร่างเครื่องอัด และการใช้งาน บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 1

### ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาชนิดของแป้งที่สามารถใช้ประสานเนื้อถ่านได้ดี

- |              |   |
|--------------|---|
| ตัวแปรต้น    | - ชนิดของแป้ง   |
| ตัวแปรตาม    | - คุณภาพประสาน  |
| ตัวแปรควบคุม | - ปริมาณของแป้งชนิดต่างๆ (แป้งมันสำปะหลัง, แป้งข้าวเหนียว, แป้งข้าวเจ้า, แป้งข้าวโพด) |
|              | - ปริมาณน้ำ   |
|              | - ปริมาณผงถ่าน  |
|              | - ชนิดผงถ่าน  |
|              | - รูปทรงบดอัดถ่าน   |

- ขนาดผงถ่านกะลามะพร้าว

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องอัดถ่าน
2. แป้งมันสำปะหลัง
3. แป้งข้าวเหนียว
4. แป้งข้าวเจ้า
5. แป้งข้าวโพด
6. น้ำอุ่นอุณหภูมิ 70 องศา
7. ถ่านกะลามะพร้าวป่น
8. แท่งแก้วคน
9. เครื่องชั่ง เซนต์-โอ-แกรม
10. บีกเกอร์ขนาด 100 cm
11. กระจกบดดวง
12. ตะแกรงขนาด 0.1 mm

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. ร่อนผงถ่านผ่านตะแกรงขนาด 0.5 mm
2. นำแป้งมัน ชั่งด้วยเครื่องเซนต์-โอ-แกรม ปริมาณ 5 กรัม
3. นำแป้งมันที่ชั่ง ได้ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 กรัม
4. ตวงน้ำอุ่นปริมาตร 60 cm<sup>3</sup> ด้วยกระจกบดดวง
5. นำน้ำใส่ในบีกเกอร์ แล้วใช้แท่งแก้วคน ให้น้ำอุ่นผสมกับแป้งจนเป็นกาว
6. ชั่งถ่านกะลามะพร้าวป่นด้วยเครื่องชั่งเซนต์-โอ-แกรม ปริมาณ 100 กรัม
7. นำกาวแป้งที่ผสมได้ ผสมรวมกันกับถ่านกะลามะพร้าวป่นให้ละเอียดในอัตราส่วน 1:0.05
8. นำส่วนผสมที่ได้เข้าอัดเครื่องอัด อัดออกมาเป็นแท่ง
9. นำไปตากแห้งประมาณ 2 วัน
10. สังเกตบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 2 และ 3
11. ทำการทดลองเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 – 9 แต่เปลี่ยนชนิดแป้งเป็น แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวโพดแทน

### ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของถ่านกะลามะพร้าวป่นต่อแป้ง

ตัวแปรต้น - อัตราส่วนของแป้งต่อผงถ่าน

ตัวแปรตาม - คุณภาพถ่าน

ตัวแปรควบคุม - ปริมาณผงถ่าน

- ชนิดผงถ่าน

- ชนิดแป้งมันสำปะหลัง

- ปริมาณน้ำ

- อุณหภูมิน้ำ

- ขนาดผงถ่าน

#### วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

- |                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1. เครื่องอัดแท่งถ่าน | 2. แป้งมันสำปะหลัง              |
| 3. ผงถ่านกะลามะพร้าว  | 4. น้ำอุ่นอุณหภูมิ 70 C         |
| 5. แท่งแก้วคน         | 6. บีกเกอร์ 100 cm <sup>3</sup> |
| 7. กระบอกตวง          | 8. เครื่องชั่ง เซนต์โอแกรม      |
| 9. แท่งแก้วคน         | 10. ตะแกรงร่อนขนาด 0.5 mm       |

#### วิธีดำเนินการทดลอง

1. ร่อนผงถ่านด้วยตะแกรงขนาด 0.5 mm
2. นำแป้งมันสำปะหลังชั่งด้วยเครื่องชั่งเซนต์-โอ-แกรม ปริมาณ 5 กรัม
3. นำแป้งที่ชั่งได้ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 cm<sup>3</sup>
4. ตวงน้ำอุ่นปริมาตร 60 cm<sup>3</sup>
5. นำน้ำใส่บีกเกอร์แล้วใช้แท่งแก้วคน ให้น้ำอุ่นผสมเข้ากับแป้งจนเป็นกาว
6. ชั่งถ่านกะลามะพร้าวป่นด้วยเครื่องชั่งเซนต์-โอ-แกรม ปริมาณ 100 กรัม
7. นำกาวแป้งที่ได้ผสมรวมกับถ่านให้เป็นเนื้อเดียวกัน
8. นำส่วนผสมที่ได้เข้าเครื่องอัด อัดออกเป็นแท่ง

9. นำไปตากแห้งประมาณ 2 อัน

10. สังเกตบันทึกผลบันทึกผลในตารางที่ 4

11. ทำการทดลองเช่นเดียวขั้นตอนที่ 1-9 แต่เปลี่ยนปริมาณแ่งเป็น 10, 15, 20, 25, 30 กรัมแทน

**ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ**

ตัวแปรต้น - ชนิดของถ่าน

ตัวแปรตาม - ปริมาณเถ้า

ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของถ่านชนิดต่างๆ (ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านไม้มะม่วง, ถ่านไม้กระถิน, ถ่านไม้ยางพาราอัด)

- ภาชนะที่เผา

- สถานที่

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ถ่านกะลามะพร้าว

2. ถ่านไม้กระถิน

3. ถ่านไม้มะม่วง

4. ถ่านไม้ยางพาราอัด

5. ตะเกียงอัลกอฮอล์

6. ที่บังลมพร้อมตะแกรง

7. ถาดอะลูมิเนียม

8. เครื่องชั่งเซนส์-โอ-แกรม

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ชั่งถ่านกะลามะพร้าวด้วยเครื่องชั่งเซนส์-โอ-แกรม

2. นำถ่านกะลามะพร้าวไปวางบนตะแกรง ซึ่งวางถาดอะลูมิเนียม

3. นำตะเกียงอัลกอฮอล์จุดได้ตะแกรงเป็นเวลา 120 วินาที

4. นำตะเกียงออกจากตะแกรงรอให้ถ่านเผาไหม้หมด

5. นำเถ้าที่ได้ไปชั่งโดยใช้เครื่องชั่งเซนส์-โอ-แกรม

6. นำไปคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยใช้  $\frac{\text{เถ้า}}{\text{ถ่านตั้งต้น}} \times 100$

7. บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 5

8. ทำการทดลองเช่นเดียวกับที่ 1-7 แต่เปลี่ยนเป็นถ่านไม้มะม่วง ถ่านไม้กระถิน และถ่านไม้ยางพาราอัด

ตอนที่ 5 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อน และระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตัวแปรต้น - ชนิดของถ่าน

ตัวแปรตาม - ค่าพลังงาน, ระยะเวลาการให้พลังงาน

ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของถ่านชนิดต่างๆ (ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านไม้มะม่วง, ถ่านไม้กระถิน, ถ่านไม้ยางพาราอัด)

#### วัสดุอุปกรณ์

1. ตะเกียงแอลกอฮอล์
2. ตะแกรงพร้อมที่บังลม
3. ถ่านกะลามะพร้าว
4. ถ่านไม้มะม่วง
5. ถ่านไม้กระถิน
6. ถ่านไม้ยางพาราอัด
7. บีกเกอร์ขนาด 150 ml
8. เครื่องชั่งเซนต์-โอ-แกรม
9. เทอร์มอมิเตอร์
10. น้ำ

#### วิธีดำเนินการ

1. ชั่งถ่านกะลามะพร้าวปริมาณ 1 กิโลกรัม ด้วยเครื่องชั่งเซนต์-โอ-แกรม
2. นำน้ำปริมาณ 1000 กรัม ด้วยเครื่องชั่งเซนต์-โอ-แกรม
3. นำน้ำใส่ในบีกเกอร์
4. จุดถ่านให้ติดไฟแล้ว ต้มน้ำมวล 1000 g หรือ 1000 cc
5. จับระยะเวลาตั้งแต่อุณหภูมิตั้งแต่เริ่มเปลี่ยนแปลงจนถึงเริ่มลดลง
6. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิก่อนต้มและจุดสูงสุด
7. นำมาคำนวณโดยใช้สูตร  $Q = ms\Delta t$

M = มวลของน้ำ

S = ความร้อนจำเพาะของน้ำ = 1 cal/g c □ □ □

$\Delta t$  = ผลต่างของอุณหภูมิ

$$Q = 1000 \times 1 \times (\Delta t)$$

8. สังเกตและบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 6 และ 7

9. ทำการทดลองเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1-8 แต่เปลี่ยนชนิดของถ่านเป็นถ่านไม้มะม่วง ถ่านไม้กระถิน และถ่านไม้ยางพาราอัดแทน

ตอนที่ 6 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของถ่านกะลามะพร้าวเมื่อติดไฟกับถ่านชนิดอื่นๆ

ตัวแปรต้น - ชนิดของถ่าน

ตัวแปรตาม - ลักษณะเมื่อติดไฟ

ตัวแปรควบคุม - ปริมาณของถ่านชนิดต่างๆ (ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านไม้มะม่วง, ถ่านไม้กระถิน, ถ่านไม้ยางพาราอัด)  
- ระยะเวลาของการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

วัสดุอุปกรณ์

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. ถ่านกะลามะพร้าว          | 2. ถ่านไม้กระถิน       |
| 3. ถ่านไม้มะม่วง            | 4. ถ่านไม้ยางพาราอัด   |
| 5. เครื่องชั่งเซนส์-โอ-แกรม | 6. ตะเกียงอัลกอฮอล์    |
| 7. ถาดอลูมิเนียม            | 8. ตะแกรงพร้อมที่บังลม |

วิธีดำเนินการทดลอง

1. นำถ่านกะลามะพร้าวมาชั่งปริมาณ 100 กรัม
2. นำถ่านไปเผาบนตะแกรงซึ่งมีที่บังลมและถาดอลูมิเนียมเป็นเวลา 8 นาที
3. สังเกตและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 8
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1-3 แต่เปลี่ยนชนิดของถ่านเป็นถ่านไม้มะม่วง ถ่านไม้กระถิน และถ่านไม้ยางพาราอัดแทน
5. ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เพื่อประดิษฐ์เครื่องอัดแท่งถ่าน

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการประดิษฐ์และการทดลองใช้เครื่องอัดแท่งถ่าน

การทดลอง	ผลการทดลอง
เครื่องอัดแท่งถ่าน	ได้เครื่องอัดแท่งถ่านที่มีลักษณะทรงสี่เหลี่ยม มีเครื่องอัดแม่แรงขนาด 2 ตัน อยู่ด้านล่างมีฝาถืออยู่ด้านบนและมีฝาถือสำหรับนำแท่งถ่านออกจาก กระบอกล้ออัด
การทดลองใช้	เครื่องสามารถอัดแท่งถ่านได้เป็นแท่งกลมได้รูปทรงกระบอกล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.75 นิ้ว

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาชนิดของแป้งที่สามารถใช้ประสานเนื้อถ่านได้ดี

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการประสานเนื้อถ่านของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดตัวประสาน	ผลการประสาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
แป้งข้าวเหนียว	1	2	2	5	1.6
แป้งข้าวโพด	3	2	2	7	2.3
แป้งมันสำปะหลัง	1	2	1	4	1.3
แป้งข้าวเจ้า	1	2	1	4	1.3

หมายเลขแสดงระดับคุณภาพ

1 = ติดเป็นก้อนดีไม่มีแตกร้าว ไม่ร่วน ได้รูปทรง

2 = ติดเป็นก้อนปานกลาง มีรอยแตกร้าว ร่วนเล็กน้อย

3 = ไม่สามารถติดเป็นแท่งได้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะของถ่านที่ใช้ตัวประสานต่างๆกัน

ชนิดของตัวประสาน	ลักษณะของถ่าน	
	รูปทรงก้อนถ่าน	สี
แป้งมัน	เป็นแท่งทรงกระบอก เนื้อถ่านแน่นติดกัน ดีไม่มีรอยแตกร้าว	ดำเข้ม
แป้งข้าวเหนียว	เป็นแท่งทรงกระบอก เนื้อถ่านไม่ค่อย เกาะกันเป็นก้อน มีรอยแตกร้าวเล็กน้อย	ดำเข้ม
แป้งข้าวโพด	เป็นแท่งทรงกระบอก เนื้อถ่านไม่เกาะกัน มีรอยแตกร้าว ร่วน	ดำเข้ม
แป้งข้าวเจ้า	เป็นแท่งทรงกระบอก เนื้อถ่านแน่นติดกัน ดีไม่มีรอยแตกร้าว	ดำเข้ม

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของถ่านกะลามะพร้าวต่อแป้ง

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลของการประสานเนื้อถ่านในอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน(กรัม) ผงถ่าน:แป้งมัน สำปะหลัง	ลักษณะการยึดเกาะของเนื้อถ่าน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
100 : 5	2	1	1	4	1.3
100 : 10	2	1	1	4	1.3
100 : 15	1	1	1	3	1
100 : 20	1	1	1	3	1
100 : 25	1	1	1	3	1
100 : 30	1	1	1	3	1

หมายเลขแสดงระดับคุณภาพ

1 = ติดเป็นก้อนดีไม่มีแตกร้าว ไม่ร่วน ได้รูปทรง

2 = ติดเป็นก้อนปานกลาง มีรอยแตกร้าว ร่วนเล็กน้อย

3 = ไม่สามารถติดเป็นแท่งได้

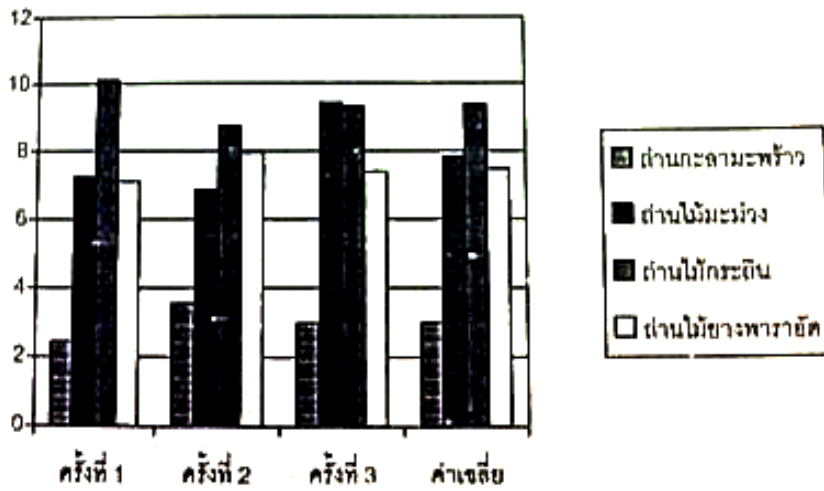


ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเถ้า (Ash) ของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่าน

ชนิดตัวประสาน	ปริมาณเถ้า(กรัม)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
ถ่านกะลามะพร้าว	2.43	3.56	2.98	8.97	2.99
ถ่านไม้มะม่วง	7.25	6.87	9.43	23.55	7.85
ถ่านไม้กระถิน	10.11	8.75	9.33	28.19	9.39
ถ่าน ไม้ยางพาราอัด	7.11	7.95	7.39	22.45	7.48

กราฟที่ 1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่าน

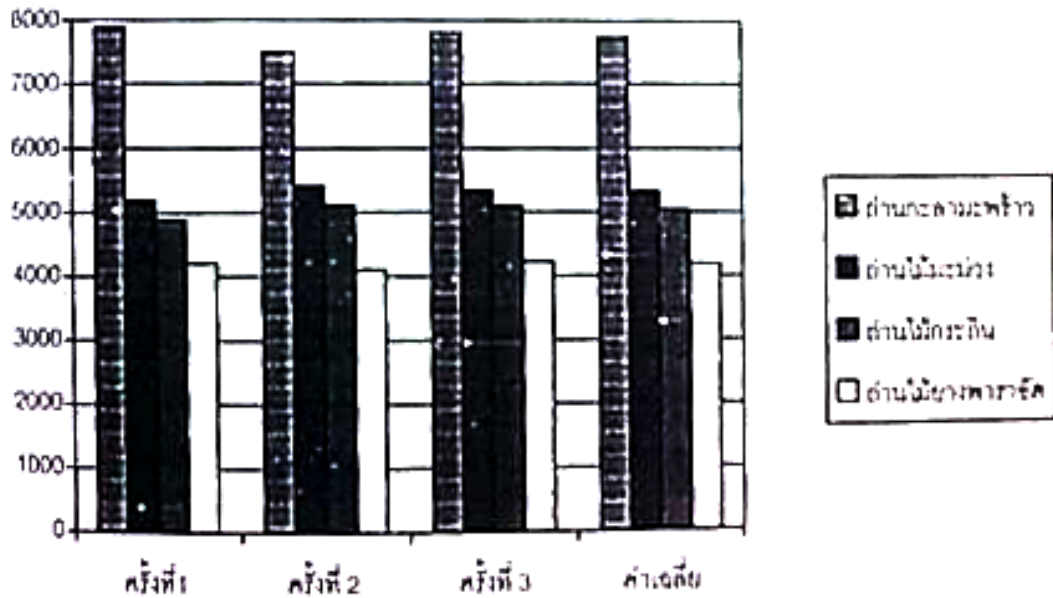


ตอนที่ 5 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนและระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านกะลามะพร้าวต่อถ่านชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 6 ตารางแสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านชนิดต่างๆ

ชนิดถ่าน	ค่าพลังงานความร้อน (Kcal/kg)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
ถ่านกะลามะพร้าว	7,900	7,500	7,800	23,200	7,733.3
ถ่านไม้มะม่วง	5,200	5,420	5,350	15,970	5,323.3
ถ่านไม้กระถิน	4,900	5,120	5,100	15,120	5,040
ถ่าน ไม้ยางพาราอัด	4,215	4,100	4,230	12,545	4,181

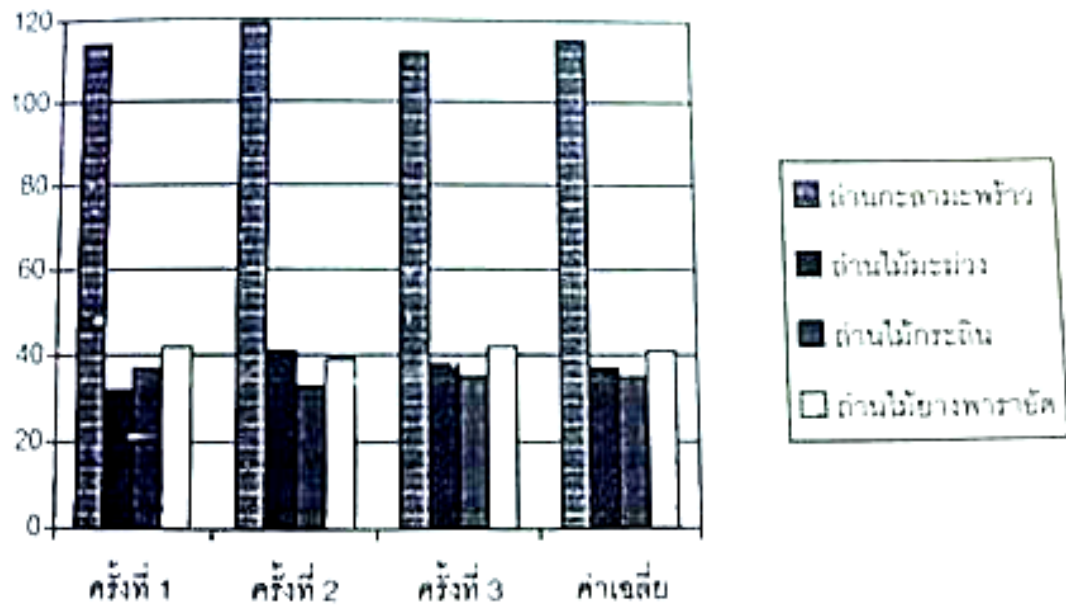
กราฟที่ 2 กราฟแสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านชนิดต่างๆ



ตารางที่ 7 แสดงระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านชนิดต่างๆ

ชนิดถ่าน	ระยะเวลา (นาที)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
ถ่านกะลามะพร้าว	114	119	112	345	115
ถ่านไม้มะม่วง	32	41	38	111	37
ถ่านไม้กระถิน	37	33	35	105	35
ถ่านไม้ยางพาราอัด	42	39	42	123	41

กราฟที่ 3 กราฟแสดงระยะเวลาของการให้พลังงานของถ่านชนิดต่างๆ



ตอนที่ 6 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของถ่านกะลามะพร้าวเมื่อติดไฟกับถ่านชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 8 ตารางแสดงผลลักษณะของถ่านต่างๆ เมื่อติดไฟ

ชนิดถ่าน	ลักษณะเมื่อติดไฟในการทดลองครั้งที่ 1		
	มีควันไฟ	มีเปลวไฟ	มีประกายไฟ ประทุ
ถ่านกะลามะพร้าว	-	-	-
ถ่านไม้มะม่วง	-	✓	✓
ถ่านไม้กระถิน	✓	✓	✓
ถ่านไม้ยางพาราอัด	✓	✓	✓

ชนิดถ่าน	ลักษณะเมื่อติดไฟในการทดลองครั้งที่ 2		
	มีควันไฟ	มีเปลวไฟ	มีประกายไฟ ประทุ
ถ่านกะลามะพร้าว	-	-	-
ถ่านไม้มะม่วง	-	✓	✓
ถ่านไม้กระถิน	✓	✓	✓
ถ่านไม้ยางพาราอัด	✓	✓	✓

ชนิดถ่าน	ลักษณะเมื่อติดไฟในการทดลองครั้งที่ 3		
	มีควันไฟ	มีเปลวไฟ	มีประกายไฟ ประทุ
ถ่านกะลามะพร้าว	-	-	-
ถ่านไม้มะม่วง	-	✓	✓
ถ่านไม้กระถิน	✓	✓	✓
ถ่านไม้ยางพาราอัด	✓	✓	✓

ชนิดถ่าน	ลักษณะเมื่อติดไฟ (ค่าเฉลี่ย)		
	มีควันไฟ	มีเปลวไฟ	มีประกายไฟ ประทุ
ถ่านกะลามะพร้าว	-	-	-
ถ่านไม้มะม่วง	-	✓	✓
ถ่านไม้กระถิน	✓	✓	✓
ถ่านไม้ยางพาราอัด	✓	✓	✓

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง อภิปรายผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการทดลอง

##### ตอนที่ 1

ได้เครื่องอัดแท่งถ่านที่สามารถประดิษฐ์ใช้ทำงานในอุตสาหกรรมในครัวเรือนได้ และการทดลองใช้งานสามารถอัดแท่งถ่านไม้แน่นเป็นแท่งทรงกระบอกขนาด 1.75 ซม.

##### ตอนที่ 2

จากการทดลองเพื่อหาชนิดของแป้งที่สามารถใช้ประสานเนื้อถ่านได้ดี ผลการทดลองปรากฏว่าแป้งมันสำปะหลังกับแป้งข้าวเจ้าสามารถประสานเนื้อถ่านได้ดีที่สุดรองลงมาคือ แป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพดตามลำดับ

##### ตอนที่ 3

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านกะลามะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลัง ผลการทดลองปรากฏว่าอัตราส่วน 100 : 15 โดยแป้งมันสำปะหลังดีที่สุด รองลงมาคือ 100 : 20, 100 : 25, 100 : 30, 100 : 5 และ 100 : 10 ตามลำดับ

##### ตอนที่ 4

จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาตรเถ้า(Ash) ของถ่านผลการทดลองปรากฏว่า ถ่านกะลามะพร้าวมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด รองลงมาคือ ถ่านไม้ยางพาราอัด ถ่านไม้มะม่วง และถ่านไม้กระถิน เป็นต้น

##### ตอนที่ 5

จากการทดลองเพื่อหาค่าความร้อนและระยะเวลาของการให้พลังงาน ผลการทดลองปรากฏว่า ถ่านกะลามะพร้าวให้พลังงานความร้อนมากที่สุด รองลงมาคือ ถ่านไม้มะม่วง ถ่านไม้กระถิน และถ่านไม้ยางพาราอัด ตามลำดับ ระยะเวลาของการให้พลังงานถ่านกะลามะพร้าวให้พลังงานนานที่สุด รองลงมาคือ ถ่านไม้ยางพาราอัด ถ่านไม้มะม่วงและถ่านกระถิน ตามลำดับ

##### ตอนที่ 6

จากการทดลองหาลักษณะของถ่านเมื่อติดไฟ จากการทดลองผลปรากฏว่า ถ่านไม้มะม่วงไม่มีควันไฟ มีเปลวไฟ มีประกายไฟปะทุ ถ่านไม้กระถินและถ่านไม้ยางพาราอัดมีควันไฟมีเปลวไฟ และมีประกายไฟปะทุ ถ่านกะลามะพร้าว ไม่มีควันไฟ ไม่มีเปลวไฟ ไม่มีประกายไฟปะทุ

## อภิปรายผลการทดลอง

การใช้กะลามะพร้าวมาทำเชื้อเพลิงโดยการเผา บดและอัด โดยใช้เครื่องอัดที่ใช้แม่แรงขนาด 2 ตัน เป็นตัวอัดแท่งนั้นให้กลายเป็นถ่านกะลามะพร้าวใช้ทดแทนเชื้อเพลิงไม้ได้ดี เช่น รักษาสิ่งแวดล้อม ไม่ก่อมลภาวะ ไม่ทำลายป่าไม้ และมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าถ่านไม้ทั่วไป ในการหุงต้มอาหารเพราะให้พลังงานความร้อนอย่างสม่ำเสมอและสูงกว่าถ่านไม้ธรรมดา และระยะเวลาของการให้พลังงานที่ยาวนานกว่าถ่านไม้อื่นๆถึง 3 เท่า อีกทั้งมีจีเถ้าเพียง 2.99 กรัมใน 100 กรัม ของน้ำหนักจริงเพราะว่ามีคุณสมบัติในการสันดาปได้ดีกว่าจึงมีจีเถ้าน้อย และไม่มีประกายไฟปะทุ ไม่มีควันและไม่มีเปลวไฟ จึงไม่ก่อให้เกิดสารพิษจากการเผาไหม้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนได้ดี

## ข้อเสนอแนะ

1. ทดลองใช้ตัวประสานชนิดอื่นๆ
2. ทดลองใช้อัตราส่วนต่างๆ
3. ทดลองกับถ่านชนิดอื่นๆ
4. เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวมีราคาแพงเราจึงควรใช้แป้งมันแทนได้
5. เนื่องจากอัตราส่วน ถ่าน : แป้งมัน ที่ 100 : 15 ขึ้นไป ได้ถ่านคุณภาพเท่ากัน เราจึงควรใช้อัตราส่วนแป้งเพียง 15 g เพื่อ

เป็นการลดต้นทุนการผลิต

## เอกสารอ้างอิง

ปิยะนุช นาคะ หนังสือพิมพ์เกษตรกร, ปีที่ 75 ฉบับที่ 5 กันยายน – ตุลาคม 2545

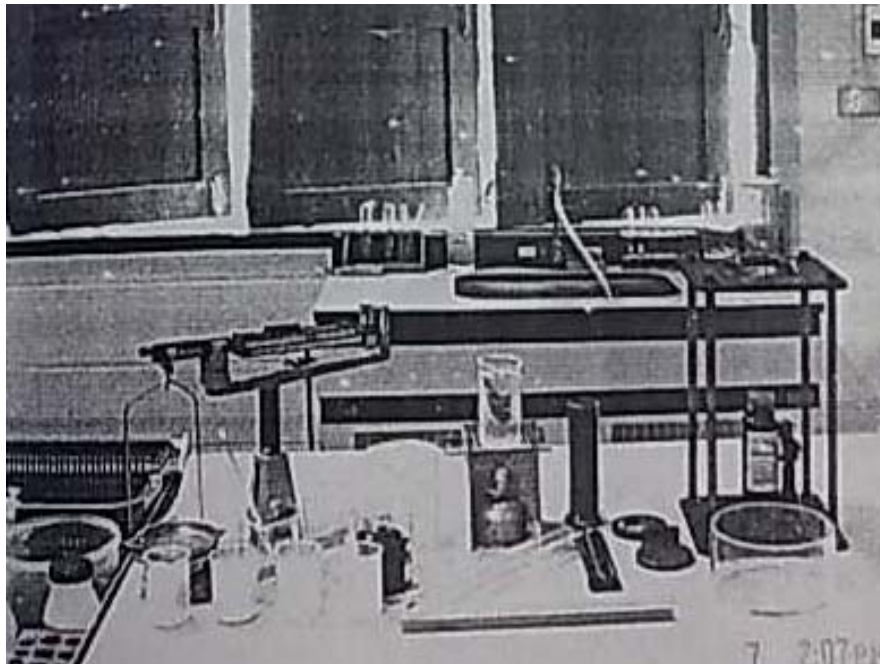
<http://web.ku.ac.th/coconut/indec-1.html>

[http://www.panmai.com/direction/tree\\_e\\_3.html](http://www.panmai.com/direction/tree_e_3.html)

ภาคผนวก



คณะผู้จัดทำ

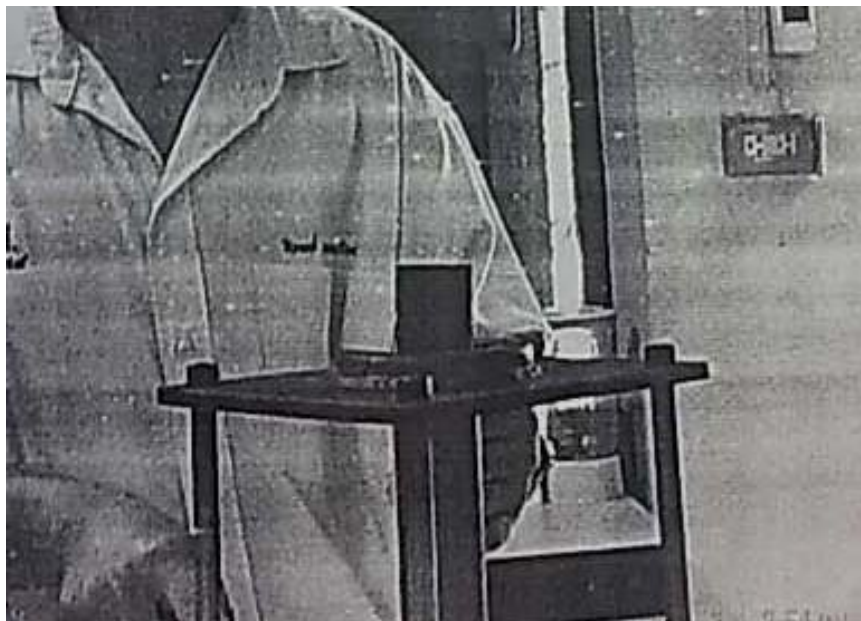


วัสดุอุปกรณ์





ขณะชั่งแป้ง



ขณะอัดถ่าน



ขณะบันทึกผลการทดลอง



ขณะเผาถ่าน