

เครื่องบดอัดเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยไม่ใช้ตัวประสานจากทะเลลายปาล์มเปล่า A Briquetting Machine without Binder for Palm Oil Cluster

ศิริวรรณ พรรณราย¹, กิตติพงษ์ ประดิษแก้ว¹, กิตติศักดิ์ สันสะพาน¹ และ วิทวัส สุขลิ้ม¹
Siriwan Pannaray¹, Kittipong Praditkaew¹, Kittisak Sansatan, Vittawat Suklim¹

Abstract

A Fuel briquetting machine for cluster of palm oil was designed and constructed. The machine consisted of three parts, a pair of 9 cm x 36 cm rollers for crushing and feeding the cluster, a chopper having four of cutting knives to chop the cluster into smaller pieces, and a screw press 5 cm diameter and 4 cm pitch to compact the chopped cluster into briquette product. In the experiment the fresh and the dry clusters of palm oil were chopped at chopper speeds of 200, 300, 400, and 500 rpm at the rollers speed of 6.5 rpm. Average lengths of the chopped cluster obtained were; 13.97, 11.92, 7.32, and 4.83 cm for the fresh cluster, and 12.37, 9.87, 8.43, and 6.20 cm, for the dry cluster respectively. Using Particles Mesh Sieve Analysis for 1 mm accumulation, the optimum speed of the chopper found at 400 rpm. The chopped particles obtained at 400 rpm chopper speed were put into the screw press for briquetting trial. Three cylindrical outlets, tapered cylinder, six steel bars mounted on the inner surface of a cylinder, and a plane cylinder of the press were tried using fresh cluster and dry cluster particles of palm oil. None of the fresh cluster particle could be pressed out through any of the cylindrical outlets due to the oil content in the particles acts as lubricant causing the particle to move along with the rotor of the screw press. Briquetting the dry cluster were achieved on the plane cylinder and cylinder that has steel bars mounted at the inner surface, the loosely packed products were obtained from both screw press outlets.

Keywords: Compactor machine, Fuel briquette, Empty Palm bunch

บทคัดย่อ

เครื่องบดอัดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากทะเลลายปาล์มเปล่าได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนบดย่อยและในส่วนอัดแท่ง สำหรับการทดสอบบดย่อยทะเลลายปาล์มสดและทะเลลายปาล์มแห้งได้ใช้ความเร็วรอบ 200, 300, 400 และ 500 rpm โดยที่อัตราการป้อนทะเลลายปาล์มอยู่ที่ 6.5 rpm จากการวัดความยาวของทะเลลายปาล์มแบบหยาบที่ผ่านการบดย่อยที่ความเร็วรอบดังกล่าว พบว่าทะเลลายปาล์มสดมีความยาวเฉลี่ย 13.97, 11.92, 7.32 และ 4.83 cm ตามลำดับ สำหรับทะเลลายปาล์มแห้งมีความยาวเฉลี่ย 12.37, 9.87, 8.43 และ 6.2 cm ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการบดย่อยทะเลลายปาล์มสดที่ความเร็วรอบ 200 และ 300 rpm จะมีความยาวมากกว่าทะเลลายปาล์มแห้ง แต่เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 400 และ 500 rpm ทะเลลายปาล์มสดจะมีความยาวสั้นกว่าทะเลลายปาล์มแห้ง เมื่อวัดขนาดอนุภาคของทะเลลายปาล์มจากการผ่านการร่อนโดยเครื่อง Mesh Sieve Analysis ที่ขนาดอนุภาค 1 mm ซึ่งมีการตกของอนุภาคปริมาณมากที่สุด จากความเร็วรอบดังกล่าว พบว่าทะเลลายปาล์มสดมีปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย 6.22, 8.06, 8.06 และ 9.05 g ตามลำดับ สำหรับทะเลลายปาล์มแห้งมีปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย 5.27, 7.80, 7.87 และ 8.27 g ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำหนักของทะเลลายปาล์มจากการวัดขนาดอนุภาคทั้งทะเลลายปาล์มสดและทะเลลายปาล์มแห้งมีปริมาณน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบในการบดย่อย เมื่อทดสอบการอัดแท่งทะเลลายปาล์มแห้งโดยความเร็วที่เหมาะสมในการบดย่อยทะเลลายปาล์มอยู่ที่ความเร็วรอบ 400 rpm ในการอัดจากกระบอกลัด 3 แบบ คือ แบบเทเปอร์ แบบทรงกระบอก และแบบทรงกระบอกมีครีบบ พบว่าการอัดของทะเลลายปาล์มสดอัดไม่ออกทั้ง 3 กระบอก เนื่องจากทะเลลายปาล์มสดที่ผ่านการบดย่อยมีปริมาณน้ำมันอยู่เมื่อทำการอัดจึงเกิดการลื่นภายในกระบอกลัดทำให้ไม่สามารถอัดส่งทะเลลายปาล์มออกมาถึงกระบอกลัดได้ สำหรับการอัดของทะเลลายปาล์มแห้งจากกระบอกลัดแบบเทเปอร์อัดไม่ออก และกระบอกลัด 2 ชนิดหลังอัดออกแต่ไม่แน่นและเกิดการคืนตัวของทะเลลายปาล์มเล็กน้อย

คำสำคัญ: เครื่องบดอัด เชื้อเพลิงอัดแท่ง ทะเลลายปาล์มเปล่า

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ชุมพร 86160

¹ Department of Mechanical Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Chumphon 86160

คำนำ

ชีวมวลเป็นวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตในปริมาณที่มากโดยเฉพาะชีวมวลของแข็ง เช่น อ้อย ข้าว ยางพารา ข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีทะลายปาล์มเปล่าที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม โดยการบีบน้ำมันทำให้เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิต มีการศึกษาการผลิตก้อนถ่านจากของเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันเช่น ทะลายและกะลาปาล์ม โดยกระบวนการผลิตคือการอัดเป็นแท่งถ่านของเศษทะลายปาล์ม (สาวิตรี, 2545; สาวิตรี และธราพงษ์, 2545) ปัจจุบันประเทศไทยให้ความสำคัญกับชีวมวลมากขึ้น ทะลายปาล์มเปล่าจึงเป็นที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนสูงถึง 19.3 MJ/kg (อุกฤษฏ์ และคณะ, 2550) และถูกมาใช้ในโรงผลิตไฟฟ้า บทความนี้เป็นกรนำทะลายปาล์มเปล่าที่เหลือเข้ามาเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยการศึกษาและออกแบบเครื่องบดอัดเชื้อเพลิงแท่งจากเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งเป็นการลดขนาดและแปรรูปทะลายปาล์มเปล่า โดยตัวเครื่องได้ถูกออกแบบไว้ 2 ส่วนคือในส่วนบดย่อยเพื่อลดขนาดและส่วนอัดแท่ง โดยที่เปรียบเทียบการบดย่อยทะลายปาล์มเปล่าทั้งสดและแห้งที่ความเร็วรอบ 200, 300, 400, 500 รอบต่อนาที และเปรียบเทียบการอัดแท่งของกระบอกอัดทั้ง 3 แบบโดยไม่ใช้ตัวประสาน คือ กระบอกอัดแบบลดขนาด กระบอกอัดแบบไม่ลดขนาดและกระบอกอัดแบบไม่ลดขนาดมีสลัก รวมทั้งประเมินประสิทธิภาพจากการบดอัดทะลายปาล์มโดยไม่ใช้ตัวประสาน

อุปกรณ์และวิธีการ

ส่วนประกอบของเครื่องบดอัดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากทะลายปาล์ม ดังแสดงในรูปที่ (Figure 1a) ประกอบด้วยขนาด ลูกกลิ้งขนาด 9 cm x 36 cm ใม่มีดสำหรับตัดและบดย่อยจำนวน 4 ใม่มีด โดยขั้นตอนการทำงานของเครื่อง เริ่มจากเมื่อนำทะลายปาล์มมาป้อนเข้าสู่ชุดป้อนทะลายปาล์ม ดังแสดงในรูปที่ (Figure 1b) ซึ่งชุดป้อนทะลายปาล์มทำหน้าที่ในการป้อนทะลายปาล์มให้เข้าไปยังชุดบดทะลายปาล์มโดยการหมุนของลูกกลิ้งที่ส่งกำลังมาจากมอเตอร์โดยการทดจากน้ำหนักของลูกกลิ้งตัวบนเพื่อส่งทะลายปาล์มเข้าไปในชุดบดย่อยทะลายปาล์ม ชุดบดย่อยทะลายปาล์มทำหน้าที่ในการตัดและบดย่อยทะลายปาล์มที่ถูกส่งมาจากชุดป้อนทะลายปาล์มซึ่งมีใม่มีดขนาด 6 cm x 38 cm ดังแสดงในรูปที่ (Figure 1c) ทะลายปาล์มที่ถูกย่อยแล้วจะเข้าไปยังชุดใม่เกลียวอัดแท่งทะลายปาล์ม ซึ่งชุดอัดใม่เกลียวมีลักษณะเป็นเกลียวส่งกำลังทำหน้าที่อัดรีดทะลายปาล์มไปยังกระบอกอัด ดังแสดงในรูปที่ (Figure 1d) ซึ่งมีระยะพิตซ์ที่ 4 cm หลังจากนั้นทะลายปาล์มที่ถูกอัดรีดเข้ามายังกระบอกอัดซึ่งมี 3 แบบคือ 1.แบบปลายเรียว 2. แบบทรงกระบอก 3.แบบทรงกระบอกมีคียบด้านใน ดังแสดงในรูปที่ (Figure 1e) ซึ่งทะลายปาล์มที่ผ่านการบดย่อยจะถูกอัดจนแน่นแล้วค่อยๆออกมาจากกระบอกอัด ซึ่งชิ้นงานที่ได้คือทะลายปาล์มอัดแท่งที่ผ่านกระบวนการลดขนาดและแปรรูปจากเครื่องบดอัดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากทะลายปาล์ม

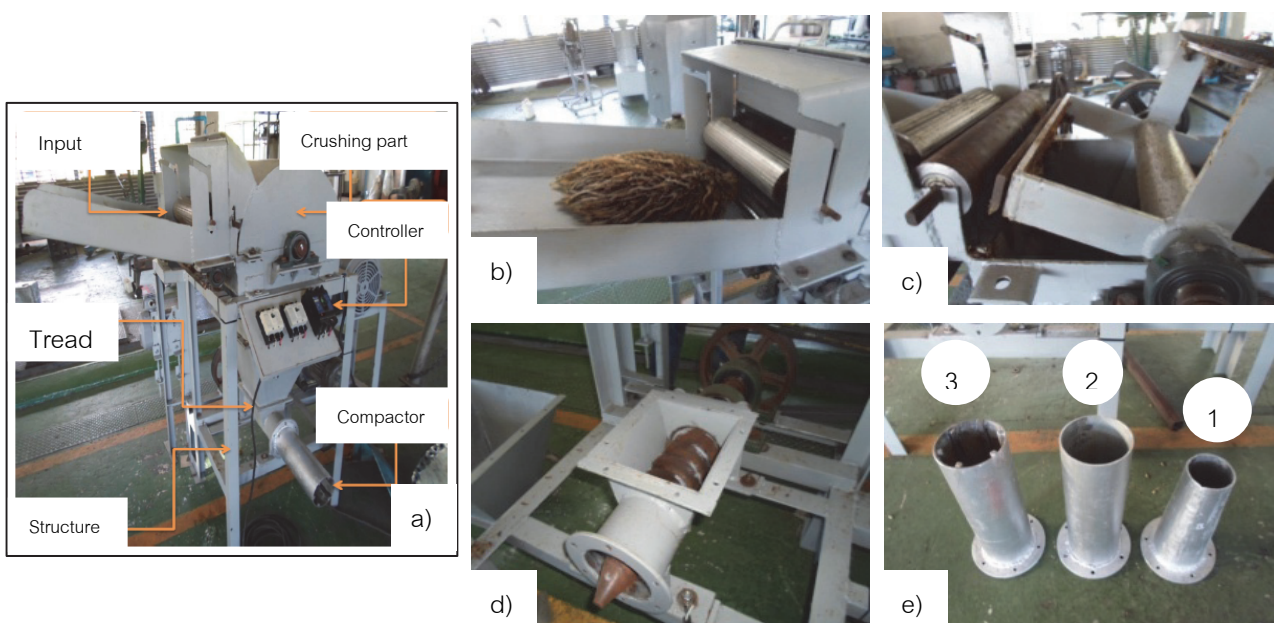


Figure 1 a) Empty palm bunch input tray b) Blade part c) Tread compression d) Type of pipe

ผล

ผลการบดย่อยทะเลาะปาล์มที่ความเร็วรอบต่างๆ

การบดย่อยทะเลาะปาล์มเปล่าแห้งและทะเลาะปาล์มเปล่าสด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายเช่น อาหารสัตว์ ปุ๋ย เพาะเห็ด หรือแม้กระทั่งอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง ในส่วนการบดย่อยได้ทะเลาะปาล์มเปล่า พบว่าอัตราการบดย่อยทะเลาะปาล์ม 6.5 รอบต่อนาที โดยบดย่อยทะเลาะปาล์มใช้ความเร็วรอบที่ 200, 300, 400 และ 500 รอบต่อนาที จากการวัดความยาวของทะเลาะปาล์มแบบหยาบที่ผ่านการบดย่อยที่ความเร็วรอบดังกล่าว พบว่าทะเลาะปาล์มสดมีความยาวเฉลี่ย 13.97, 11.92, 7.32 และ 4.83 cm ตามลำดับ สำหรับทะเลาะปาล์มแห้งมีความยาวเฉลี่ย 12.37, 9.87, 8.43 และ 6.2 cm ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ (Figure 2a) และเมื่อวัดขนาดอนุภาคของทะเลาะปาล์มจากการผ่านการร่อนโดยเครื่อง Mesh Sieve Analysis ที่ขนาดอนุภาค 1 mm ซึ่งมีการตกของอนุภาคปริมาณมากที่สุด จากความเร็วรอบดังกล่าว พบว่าทะเลาะปาล์มสดมีปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย 6.22, 8.06, 8.06 และ 9.05 g ตามลำดับ สำหรับทะเลาะปาล์มแห้งมีปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย 5.27, 7.80, 7.87 และ 8.27 g ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ (Figure 2b) ซึ่งที่ความเร็วรอบ 300 และ 400 รอบต่อนาทีที่แสดงผลการบดย่อยของขนาดทะเลาะปาล์มที่ใกล้เคียงกัน

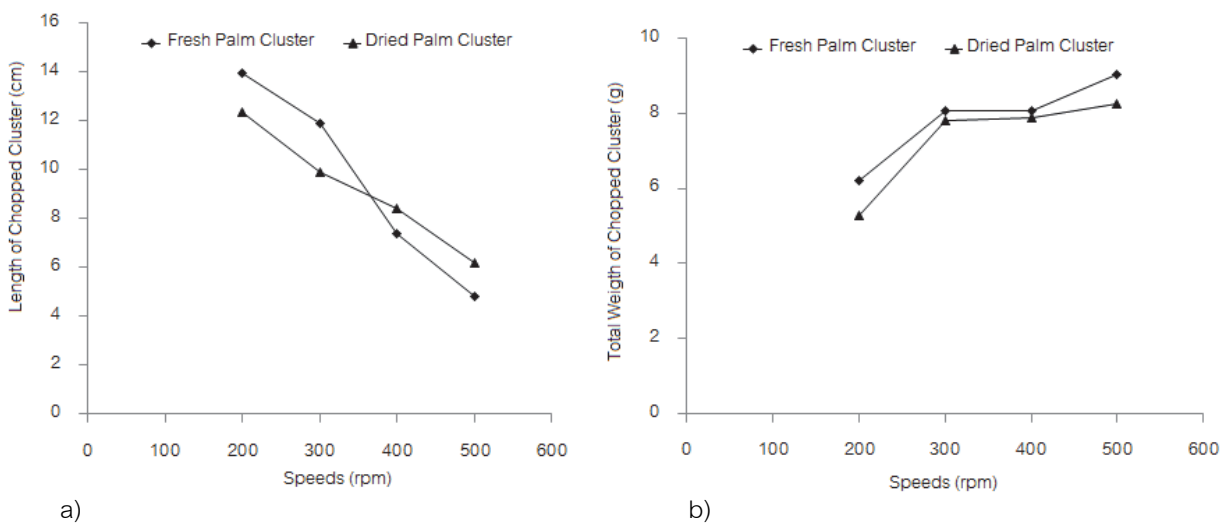


Figure 2 Relationship between cluster sizes and chopper speed (a) and total weight loss of cluster as affected by chopping speed (b)

ผลการอัดแท่งทะเลาะปาล์ม

สำหรับทะเลาะปาล์มเปล่าดังแสดงในรูปที่ (Figure 3a) ถูกนำมาบดย่อยดังแสดงในรูปที่ (Figure 3b) และนำมาอัดแท่งผ่านกระบอกรัด 3 แบบ เนื่องจากว่าในการทดลองไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานในการอัดแท่งชิ้นงานหลังผ่านการบดย่อย จึงเลือกที่จะทดลองในกระบอกรัด 3 แบบ พบว่าทะเลาะปาล์มสดที่ผ่านการบดย่อยอัดไม่ออกเนื่องจากทะเลาะปาล์มสดที่ผ่านการบดย่อยมีปริมาณน้ำมันอยู่ เมื่อทำการอัดจึงเกิดการลื่นทำให้ใบเกลียวไม่สามารถอัดส่งทะเลาะปาล์มออกมายังกระบอกรัดทั้ง 3 แบบได้ ทะเลาะปาล์มสดจึงมีเพียงแค่ขั้นตอนการบดย่อยเพียงขั้นตอนเดียวเท่านั้นและได้นำไปใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ต่อไป สำหรับทะเลาะปาล์มแห้งที่ผ่านกระบวนการบดย่อยแล้วนั้นนำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง หรือนอกจากนี้สามารถอัดแท่งเป็นแท่งเพาะเห็ดได้ด้วยนั้น การอัดแท่งของกระบอกรัดแบบที่ 1 แบบเทเปอร์ อัดไม่ออกเนื่องจากท่อแบบลดขนาดในลักษณะนี้ทำให้ทะเลาะปาล์มเกิดการอัดตัวสะสมอยู่ภายในกระบอกรัดจนแน่นไม่สามารถออกมาจากกระบอกรัดได้อย่างต่อเนื่องได้ ดังแสดงในรูปที่ (Figure 3c) สำหรับกระบอกรัดแบบที่ 2 แบบทรงกระบอกรัด พบว่าอัดออกแต่ไม่แน่นเนื่องจากทะเลาะปาล์มที่ผ่านการบดย่อยมีลักษณะเป็นเส้นใยและน้ำหนักเบาทำให้ไม่ยึดตัวเมื่ออัดออกมาจากกระบอกรัดจึงเกิดการคืนตัวทำให้ไม่แน่นเป็นก้อน ดังแสดงในรูปที่ (Figure 3d) และกระบอกรัดแบบที่ 3 แบบทรงกระบอกรัดมีครีบบ พบว่า อัดออกแต่ไม่แน่นมากนักและเกิดการคืนตัวเช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ (Figure 3e)

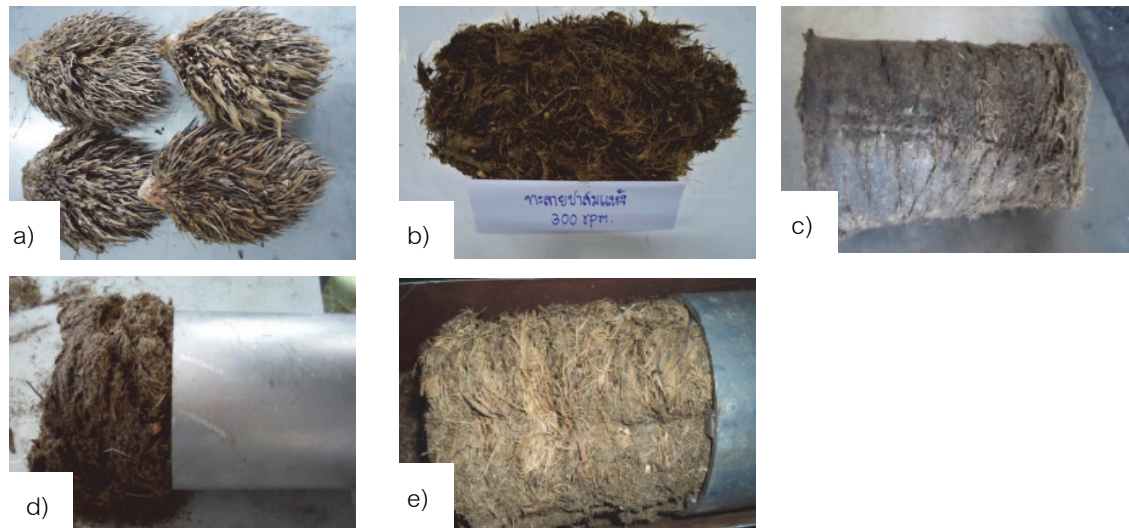


Figure 3 a) Palm cluster
 b) Cluster chopped at 300 rpm chopper speed
 c) Specimen obtained from taper outlet of the screw press
 d) Specimen obtained from cylinder outlet of the screw press
 e) Specimen obtained from cylinder with bars outlet of the screw press

วิจารณ์ผล

โดยทั่วไปขนาดความยาวของทะลายปาล์มที่ผ่านการบดย่อยจะมีขนาดสั้นลงเรื่อยๆเมื่อเพิ่มความเร็วรอบมากขึ้น รวมทั้งปริมาณน้ำหนักก็เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบในการบดย่อยเช่นกัน จากการทดลองพบว่าการบดย่อยทะลายปาล์มเปล่า อัตราการป้อนทะลายปาล์มอยู่ที่ 6.5 rpm และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบที่ 300 และ 400 rpm เมื่อบดย่อยพบว่าขนาดความยาวของทะลายปาล์มสดที่ความเร็วรอบ 300 rpm ยาวกว่า 400 rpm ที่ 11.92, 7.32 cm ตามลำดับ และทะลายปาล์มแห้ง อยู่ที่ 9.87, 8.43 cm นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงขนาดอนุภาคที่ผ่านการบดย่อยที่สะสมที่ตะแกรงขนาด 1 mm ซึ่งมีการตกของอนุภาคปริมาณมากที่สุด จากความเร็วรอบดังกล่าว พบว่าทะลายปาล์มสดมีปริมาณน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากันคือ 8.06 g และทะลายปาล์มแห้งมีปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย 7.80, 7.87 g ดังนั้นความเร็วรอบ 300 และ 400 rpm แสดงให้เห็นว่าเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับการบดย่อยทะลายปาล์มเปล่า สำหรับในสถานการณ์อัดแท่งเนื่องจากไม่ได้ใช้ตัวประสานในการอัดแท่ง พบว่าการอัดแท่งโดยใช้กระบอกดอัดทั้ง 3 กระบอก เกิดลักษณะของการสะสมจนแน่นเกินไปในกระบอกดอัดแบบเทเปอร์ และเกิดลักษณะการคืนตัวในกระบอกดอัดแบบทรงกระบอกระบบและแบบทรงกระบอกระบบมีศรีบ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่สนับสนุนทุน อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- สาวิตรี จันทนุรักษ์. 2545. การพัฒนาทะลายปาล์มเป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 17(2): 65-72.
 อุกฤษฏ์ สหพัฒน์สมบัติ, ปานชิวา อุดมทรัพย์, เอกรัตน์ ไฉนนิย และ ธนกร ตันธนวัฒน์. 2550. การศึกษาเบื้องต้นถึงคุณภาพของชีวมวลสำหรับเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง. ใน: รวบรวมบทความวิชาการ การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 เล่มที่ 1. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
 สาวิตรี จันทนุรักษ์ และธราพงษ์ วิฑิตศาสน์. 2545. การผลิตถ่านแท่งจากทะลายปาล์ม. วารสารวิจัย วิทยาศาสตร์ 1(1): 135-152.