การผลิตและการทดสอบสมบัติกายภาพของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว
Producing and Physical Properties Testing of Coconut Coir Charcoal Briquettes

สมิต อินทร์ศิริพงษ์[1] และ บุญรัก ลาดสูงเนิน[2]
Smit Insiripong[1] and Boonrak Ladsungnern[2]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
[2]สาขาวิชาคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้กล่าวถึง การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวด้วยเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้ โดยใช้แก๊สหุงต้ม (LPG) เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นเตาที่มีความสะดวกในการใช้งานโดยสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ที่ใดก็ได้ตามต้องการ วัสดุชีวมวลที่ใช้เผาเป็นถ่านคือ เปลือกของมะพร้าวในส่วนของเปลือกด้านนอก เส้นใย และขุยมะพร้าว โดยไม่รวมกะลามะพร้าว ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการเผาถ่านจากเปลือกมะพร้าวนั้นใช้ระยะเวลาในการเผาที่เหมาะสมประมาณ 1 ชั่วโมง 25 นาที ซึ่งสัดส่วนการเกิดถ่านประมาณร้อยละ 14 (ขึ้นกับความสดของเปลือกก่อนการเผาถ่าน ตลอดจนทักษะและความชำนาญของผู้เผา) นำถ่านที่เผาได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบธาตุโดยวิธีเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ หลังจากนั้นนำมาป่นและอัดเป็นแท่งเพื่อทดสอบการติดไฟด้วยส่วนผสมระหว่างถ่านป่น แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ ในอัตราส่วน 1.5:0.4:3 โดยน้ำหนัก นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปทดสอบหาค่าความร้อน คุณลักษณะเฉพาะของถ่านเปลือกมะพร้าวอัดแท่งที่ได้ คือ สามารถจุดติดไฟได้ง่าย แต่ไม่ลุกเป็นเปลวและจะให้ค่าความร้อนน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านจากกะลามะพร้าวหรือถ่านไม้เนื้อแข็ง แต่สมบัติกายภาพโดยรวมใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ประเภทถ่านอัดแท่ง

คำสำคัญ : ถ่านอัดแท่ง / เปลือกมะพร้าว / เตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่

ABSTRACT

This research paper describes the production of coconut coir charcoal briquettes by a moveable charcoal brazier. A moveable charcoal brazier was start burning with LPG, conveniently to move to anywhere. The biomass uses to produce the charcoal are the exocarp and the mesocarp of coconut, not included the endocarp (coconut shell). From the experiment, an optimum time interval of charcoal burning was about 1 hour and 25 minutes. The quantity of charcoal after burning was about 14% by weight. The X-rays fluorescent spectroscopy was used to find the substance composite of the coconut coir charcoal. The charcoal briquettes were produced by powdered of coconut coir charcoal and mixed with tapioca flour and water in ratio 1.5:0.4:3 by weight. The heating value of charcoal briquettes was tested. The property of charcoal briquettes was flammable, no flame and provide heat less than the coconut shell charcoal or hardwood charcoal. The generally property of coconut coir charcoal was nearly with a community product standard.

Keywords : Charcoal Briquettes / Coconut Coir / Charcoal Brazier

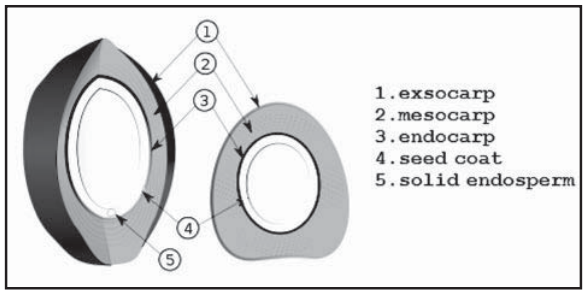
บทนำ

มะพร้าวและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับมะพร้าวมีบทบาทและความสำคัญต่อเศรษฐกิจของชุมชนในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดราชบุรี มะพร้าวและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับมะพร้าวเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและเป็นสินค้าส่งออกแพร่กระจายไปทั่วประเทศ และทำรายได้อย่างสำคัญให้กับเกษตรกรชาวสวนมะพร้าว การจำหน่ายมะพร้าว โดยเฉพาะเนื้อมะพร้าวส่งโรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรชาวสวนมะพร้าวหรือผู้ประกอบการต้องปอกเปลือกมะพร้าวและกะเทาะกะลา ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งคือ น้ำมะพร้าว กะลาและเปลือกมะพร้าว ซึ่งถือเป็นปัญหาหนึ่งทางด้านสิ่งแวดล้อม การแสวงหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากชีวมวลที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมมะพร้าวดังกล่าว นอกจากจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแล้ว ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดหรือขนย้ายได้ ถ้ามีการนำมาใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงความร้อน ก็สามารถลดอัตราการใช้เชื้อเพลิงความร้อนในครัวเรือนสำหรับการประกอบอาหารได้ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นในการศึกษาเรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมพลังงานทดแทน ด้านการผลิตถ่านจากชีวมวลที่เหลือจากอุตสาหกรรมมะพร้าว (สมิต อินทร์ศิริพงษ์ และคณะ. 2553., บุญรัก ลาดสูงเนิน 2553.) ซึ่งผลผลิตมะพร้าวแต่ละปีจะมีมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละ 2,700 ล้านบาท

มะพร้าวสามารถปลูกได้ในพื้นที่ทุกจังหวัดของประเทศไทย แต่ให้ผลผลิตสูงในดินที่มีสภาพเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อยคือ (pH ระหว่าง 6-7) ลักษณะดินร่วน หรือร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี มีฝนตกกระจายสม่ำเสมอ อากาศอบอุ่น หรือค่อนข้างร้อน และมีแสงแดดมากภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร และนครศรีธรรมราช ฯลฯ ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดชลบุรี และระยอง ฯลฯ ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี และสมุทรสงคราม ฯลฯ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของผลมะพร้าวจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ดังนี้

- Exocarp คือส่วนเปลือกนอกสุด สีของเปลือกจะมีตั้งแต่สีเขียว เหลือง น้ำตาล น้ำตาลแดง และสีงาช้าง ขึ้นกับสายพันธุ์ของมะพร้าว
- Mesocarp คือส่วนเนื้อเยื่อถัดจากเปลือกชั้นนอก จะมีลักษณะเป็นเส้นใยและหยุ่น หนาประมาณ 2-5 ซม.
- Endocarp คือส่วนของกะลาซึ่งเป็นส่วนเนื้อเยื่อที่แข็งที่สุด มีรูปร่างกลม มีขั้วตา 3 ตา ภายในประกอบ ด้วย Seed Coat มีลักษณะเป็นแผ่นเนื้อเยื่อบางๆ สีน้ำตาลถัดจาก Seed Coat จะเป็นส่วนเนื้อมะพร้าว
- Solid Endosperm คือ เนื้อมะพร้าว เนื้อมะพร้าวขณะยังอ่อนเนื้อจะบางและอ่อนนิ่ม ผลแก่เนื้อจะแข็งหนาประมาณ 4-10 มม.



รูปที่ 1 องค์ประกอบของผลมะพร้าว

โดยทั่วไปแล้วการนำเนื้อของมะพร้าวแก่มาใช้งานต้องทำการปอกเปลือกและกะเทาะกะลามะพร้าว เพื่อขูดเอาเนื้อมะพร้าวออก ทำให้ส่วนเปลือกและส่วนของกะลาแยกออกจากกัน กะลามะพร้าวนั้นสามารถนำไปเผาเป็นถ่านคุณภาพดี ให้ความร้อนสูงและมีควันน้อย เหมาะสำหรับใช้ปิ้งย่างอาหาร (บุญรัก ลาดสูงเนิน. 2555) ส่วนเปลือกมะพร้าวสามารถนำไปแยกเอาเส้นใยออกเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่นอนใยมะพร้าว หรือจะนำไปสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับดินใช้ในการเกษตร

ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเปลือกมะพร้าวในรูปแบบของการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง โดยใช้ส่วนเปลือกนอกสุดของผล และส่วนเนื้อเยื่อถัดจากเปลือกที่ประกอบด้วยใย และขุยของผลมะพร้าวมาเผาเป็นถ่านและอัดขึ้นรูปเป็นแท่ง แล้วทำการทดสอบหาองค์ประกอบธาตุ ทดสอบหาค่าความร้อน และทดสอบการจุดติดไฟเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง โดยเตาเผาถ่านที่ใช้เป็นเตาแบบเคลื่อนที่ได้ที่ใช้แก๊สหุงต้มเชื้อเพลิงที่คณะผู้วิจัยเคยทำการวิจัยไว้ก่อนหน้านี้ (Sherwin, k. 1996, Halliday, D. 1997) ข้อดีของการเผาถ่านด้วยเตาแบบเคลื่อนที่ก็คือ ไม่ต้องใช้ไม้ฟืนหรือเชื้อเพลิงชนิดอื่น เช่น น้ำมันก๊าด ในการจุดติดไฟในตอนเริ่มต้น เนื่องจากแก๊สแอลพีจีให้ความร้อนสูงจึงทำให้ใช้

เวลาในการเผาถ่านลดลงอย่างมาก คือจะใช้เวลาในการเผาไม่เกิน 2 ชั่วโมง ก็สามารถดับไฟและปิดช่องอากาศทั้งหมดของเตา ทิ้งไว้ให้เย็นก็สามารถเก็บถ่านได้ จึงลดเวลาในการเผาถ่านลงและไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากนักเพราะใช้แก๊สแอลพีจีในการเผาแต่ละครั้งไม่เกิน 1 กิโลกรัม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษา และวิเคราะห์สมบัติกายภาพเกี่ยวกับการผลิตถ่านจากเปลือกมะพร้าวในรูปของถ่านอัดแท่ง นำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่ม และลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนจากการซื้อเชื้อเพลิงความร้อนในการประกอบอาหาร

วิธีการศึกษา

หลักการพื้นฐานของเตาเผาถ่าน

1. การพาความร้อน (convection)

คือการถ่ายโอนความร้อนโดยตัวกลางเคลื่อนที่พาความร้อนไป การพาความร้อนเกิดขึ้นได้เฉพาะในของไหล (ของเหลวและแก๊ส) เพราะโมเลกุลของของไหลเคลื่อนที่ได้ จากการทดลองพบว่าอัตราการพาความร้อน H ขึ้นกับพื้นที่หน้าตัด A และความแตกต่างของอุณหภูมิ ΔT มีค่าโดยประมาณดังนี้

$$H = hA\Delta T \quad (1)$$

เมื่อ h เป็นสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (Convection Coefficient)

2. การแผ่รังสีความร้อน

ถ้าวัตถุมีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์สัมบูรณ์ (0 K หรือ -273°C) จะแผ่พลังงานออกมาในรูปของรังสีหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่าการแผ่รังสีความร้อนหรือการแผ่รังสี (Radiation) ให้ H แทนอัตราการแผ่รังสีออกจากผิวของวัตถุ พื้นที่ผิว H ณ อุณหภูมิสัมบูรณ์ T ปริมาณ H, A และ T มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$H = Ae\sigma T^4 \quad (2)$$

สมการที่ (2) เรียกว่ากฎชเตฟาน-โบลต์ซมันน์ (Stefan-Boltzmann law) อัตราการแผ่รังสี H เป็นหน่วยของกำลัง (พลังงานต่อเวลา) σ เป็นค่าคงตัวชเตฟาน-โบลต์ซมันน์ (Stefan-Boltzmann Constant) มีขนาดเท่ากับ 5.6699×10^{-8} $W.m^{-2}.K^{-4}$ และค่า e เรียกว่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)

3. การพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ปรากฏขึ้นเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อการไหลของของไหล และการเคลื่อนที่เป็นผลเฉพาะมาจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นภายในของไหล ภายใต้หลักการการลอยตัว (Buoyancy) ของอาร์คิมีดิส พิจารณาวัตถุหรืออนุภาคความหนาแน่น ρ ซึ่งน้อยกว่าของไหลแวดล้อมความหนาแน่น ρ_f จะมีแรงลอยตัวหรือแรงพยุง (Buoyant Force, F_b) ทิศทางชี้ขึ้น ด้วยขนาดของแรงลอยตัวเป็น

$$F_b = \rho_f Vg \quad (3)$$

เมื่อขนาดน้ำหนักของอนุภาคซึ่งเป็นแรงที่ทำให้อนุภาคถูกดึงตกลงมาคือ mg ซึ่งมีค่าเท่ากับ ρVg ดังนั้นแรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาคเมื่อตกอยู่ในสภาพที่มีแรงยกให้ลอยตัว (เหตุจากความร้อน) จึงมีค่าเป็นไปตามสมการ

$$F = (\rho_f - \rho)Vg \quad (4)$$

เมื่อคิดในรูปค่าขนาดแรงลัพธ์ต่อหน่วยปริมาตรจะมีสมการเป็น

$$\frac{F}{V} = (\rho_f - \rho)g \quad (5)$$

การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่น เป็นผลมาจากผลต่างอุณหภูมิภายในของไหล $(T - T_f)$ ถ้า β แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตร (Coefficient of Volume Expansion) เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นได้เป็น

$$\rho = \rho_f \beta (T - T_f) \quad (6)$$

ในกรณีของอากาศจะมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตรมีค่าเป็น $\beta = 0.0033 - 0.0035\ ^0C^{-1}$ ดังนั้นจากสมการ (5) และสมการ (6) ถ้าแทนเทอมผลต่างอุณหภูมิ $(T - T_f)$ ด้วย ΔT จะเขียนสมการแสดงแรงต่อหน่วยปริมาตรได้ว่า

$$\frac{F}{V} = \rho_f (1 - \beta\Delta T)\, g \quad (7)$$

สมการ (4) และสมการ (7) เป็นสมการหลักสำหรับการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อการออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านไม้น้ำหนักเบาประจำบ้าน ซึ่งกระบวนการเผาถ่านไม้อยู่ภายใต้กระบวนการที่เรียกว่า คาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่ทำให้ไม้กลายเป็นถ่านด้วยพลังงานความร้อน (Halliday, D. 1997, Sears, F.w., 1997, Young, H.D. 2000)

4. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเตาเผาถ่าน

กระบวนการคาร์บอนไนเซชันหากพิจารณาถึงกลไกกระบวนการที่เกิดขึ้น สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบในรูปกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ซึ่งเป็นกระบวนการเผาไหม้ในห้องที่ถูกจำกัดอากาศ ซึ่งการเผาไหม้ดังกล่าวเป็นการเผาไหม้เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์แบบ ผลที่ได้ออกมาปรากฏอยู่ในรูปแบบสองลักษณะคืออยู่ในรูปของแก๊ส ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และไฮโดรเจน (H_2) ส่วนใหญ่เป็นแก๊สติดไฟจึงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในหลากหลายรูปแบบ รวมถึงการผลิตพลังงานไฟฟ้าซึ่งสร้างกระบวนการนี้ด้วยเตาแก๊สซิไฟเออร์ (สมิต อินทร์พงษ์ และคณะ. 2553) หรืออาจนำผลิตผลแก๊สเหล่านี้ไปกลั่นเป็นเชื้อเพลิงเหลวหรือเป็นน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ ผลผลิตอีกรูปแบบหนึ่งของการเผาในที่จำกัดอากาศคืออยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งผลการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์นี้ทำให้ของแข็งที่ได้ไม่เป็นขี้เถ้าแต่จะเป็นถ่านคาร์บอนแทน

กระบวนการไพโรไลซิสเกิดขึ้นเมื่อวัสดุที่เป็นไม้ได้รับความกดดันจากพลังงานความร้อนที่อุณหภูมิสูงจนถึงระดับค่าที่ทำให้ไม้เกิดการเผาไหม้ แต่เพราะเหตุที่ถูกจำกัดอากาศปริมาณออกซิเจน (O_2) ที่มีอยู่มีปริมาณไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ พลังงานภายในที่ถูกกักเก็บไว้ในเนื้อไม้จึงไม่ถูกถ่ายโอนออกมาทั้งหมด แต่ยังคงสะสมอยู่ภายในเนื้อของวัสดุไม้นั้นๆ แต่สภาพของวัสดุดังกล่าวนั้นจะถูกแปรสภาพกลายเป็นถ่านคาร์บอนแล้ว การให้ความร้อนกับวัสดุไม้เพื่อให้เกิดกระบวนการนี้ขึ้นสามารถทำได้ 2 แนวทางคือ

1. ให้ความร้อนตอนเริ่มต้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการไพโรไลซิส ซึ่งเมื่อเกิดกระบวนการดังกล่าวแล้วจะเกิดการเผาไหม้ วัสดุไม้เหล่านี้จะคายพลังงานความร้อนออกมา และพลังงานความร้อนที่ออกมานี้มีปริมาณเพียงพอที่จะสร้างอุณหภูมิรอบข้างให้สูงขึ้นจนกดดันให้เนื้อไม้ข้างเคียงให้เกิดปฏิกิริยาของกระบวนการนี้ต่อๆ ไป และเมื่อควบคุมอากาศให้ออกซิเจนเข้าสู่กระบวนการในปริมาณจำกัดก็จะทำให้กระบวนการเผาไหม้นี้เกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ ผลของกระบวนการจึงได้ผลผลิตออกมาเป็นถ่าน วิธีการนี้เป็นวิธีการที่พบอยู่ทั่วไปในเตาเผาถ่านในหมู่บ้านต่างๆ ซึ่งจะเห็นว่าการเผาต้องใช้เวลานานหลายวันตามขนาดของเตา

2. ให้ความร้อนด้วยพลังงานจากภายนอก จนเนื้อไม้ได้รับได้รับแรงกดดันจากอุณหภูมิที่สูงถึงระดับที่เกิดการเผาไหม้แต่ถูกจำกัดอากาศจึงไม่สามารถลุกไหม้ได้ กลายเป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จึงได้ผลผลิตออกมาเป็นถ่าน วิธีการนี้จะใช้แหล่งพลังงานภายนอกให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องไม่ต้องรอการถ่ายโอนความร้อนจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ต่อเนื่องของตัวเอง จึงสามารถผลิตถ่านไม้ได้เร็วกว่าวิธีแรกมาก สามารถประหยัดเวลาให้กับผู้ใช้หรือชาวบ้านได้เป็นอย่างมากแต่มีต้นทุนของพลังงานจากภายนอกที่ต้องใช้ป้อนให้กับระบบ

5. การออกแบบเตาเผาถ่าน

ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีนี้ในการออกแบบระบบการทำงานของเตา โดยใช้พลังงานจากภายนอกเป็นแก๊สหุงต้มที่ใช้ในครัวเรือนทั่วไป โครงสร้างของเตาเผาถ่านที่สร้างขึ้น แสดงดังรูปที่ 2 โดยมีปัจจัยที่เป็นเงื่อนไขสำคัญคือน้ำหนักเบาสร้างด้วยวัสดุหาง่าย ควบคุมอากาศได้ดี ราคาต้นทุนในการก่อสร้างไม่สูงและเคลื่อนย้ายได้สะดวก ควันหรือเขม่าน้อยหรือควบคุมควันและเขม่าได้ ขนาดของปริมาตรความจุที่เหมาะสมไม่เกิน 0.1 ลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบเตาเผาถ่านไม้ภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวนี้ โดยโครงสร้างที่ใช้เป็นถังโลหะสองชั้นที่มีฉนวนความร้อนกั้นกลางเป็นดินเหนียวและเป็นวัสดุในท้องถิ่นและหาง่าย

รูปที่ 2 โครงสร้างเตาเผาถ่านที่ใช้ในการทดลอง

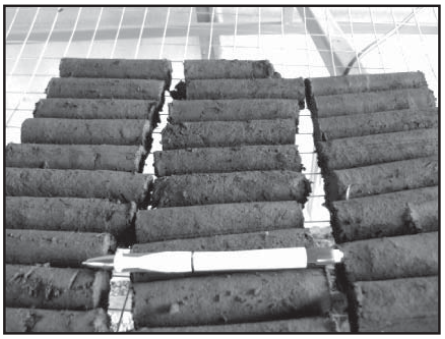
ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้

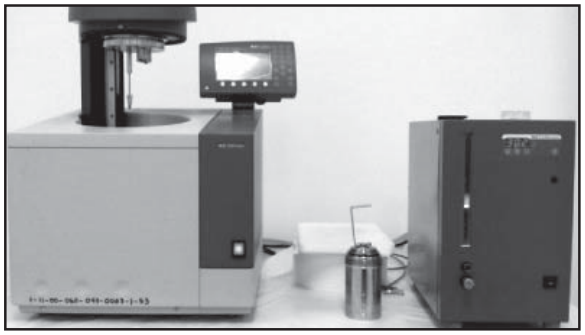
น้ำหนัก	80.0 กก.
ความสูง	65.0 ซม.
เส้นผ่าศูนย์กลาง (วงใน)	38.0 ซม.
เส้นผ่าศูนย์กลาง (วงนอก)	50.0 ซม.
ความสูงฐาน	25.0 ซม.
ปริมาตรความจุ	0.074 ลบ.ม.
ความหนาฉนวน	6.0 ซม.

ในงานวิจัยนี้ ได้นำเปลือกมะพร้าวมาเผาเป็นถ่านด้วยเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้ที่ออกแบบและสร้างโดยอาศัยหลักการพาความร้อนแบบธรรมชาติ และใช้แก๊สแอลพีจี (LPG) เป็นเชื้อเพลิงในการเผา ภายใต้กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน ขั้นตอนในการเผาทำได้โดยการนำเปลือกมะพร้าวเผาจัดเรียงลงในเตาเผาถ่าน ให้เต็มความจุครั้งละประมาณ 6.5 กิโลกรัม (ขึ้นกับความชื้นและขนาด) จุดติดไฟเริ่มต้นด้วยแก๊สแอลพีจีที่หัวแก๊สทางด้านล่างของเตา เผาด้วยไฟจากแก๊สประมาณ 1 ชั่วโมง 25 นาที (ทำการทดลองซ้ำหลายครั้งพบว่าเป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดถ่านดีที่สุด) แล้วปิดแก๊สทำการอุดช่องอากาศทั้งหมดของเตาทิ้งไว้ให้เย็นก็สามารถเก็บถ่านได้

รูปที่ 3 การจัดวางเปลือกมะพร้าวในเตาเผาถ่าน และถ่านเปลือกมะพร้าวที่ได้จากการเผา

สัดส่วนของเปลือกมะพร้าวต่อถ่านที่ผลิตได้คือ 6.5 : 0.9 หรือปริมาณที่เปลือกมะพร้าวกลายเป็นถ่านประมาณร้อยละ 14 ใช้แก๊สแอลพีจีจำนวน 0.7 กิโลกรัมต่อการเผาหนึ่งรอบ นำถ่านที่เผาได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบธาตุโดยวิธีเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ หลังจากนั้นนำถ่านที่เผาได้มาป่นและอัดเป็นแท่งเพื่อทดสอบลักษณะการใช้งานการจุดติดไฟ การเกิดควันส่วนผสมของถ่านอัดแท่งประกอบด้วย ถ่านเปลือกมะพร้าวป่น แป้งมันสำปะหลัง และน้ำในอัตราส่วน 1.5:0.4:3 โดยน้ำหนัก นำมาอัดเป็นแท่งแล้วตากแดดให้แห้งก่อนนำไปใช้งาน





รูปที่ 4 ถ่านอัดแท่งจากผงถ่านเปลือกมะพร้าว และเครื่องทดสอบหาค่าความร้อน (IKA C2000)

ผลการศึกษา

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเผาถ่านจากเปลือกมะพร้าว เช่น ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเผา น้ำหนักเปลือกมะพร้าวก่อนเผา น้ำหนักของถ่านที่ได้ น้ำหนักของแก๊สที่ใช้ไป และปริมาณของส่วนผสมต่างๆ ในการอัดถ่านแท่งประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง ผงถ่าน และน้ำ เป็นต้น แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเผาถ่าน และถ่านอัดแท่ง

ข้อมูลการเผาถ่าน		ข้อมูลถ่านอัดแท่ง	
เปลือกมะพร้าว	6.5 kg	ถ่านป่น	0.75 kg
แก๊สแอลพีจี	0.7 kg	แป้งมันสำปะหลัง	0.2 kg
ระยะเวลาในการเผา	1 hr 25 min	น้ำ	1.5 kg
ถ่านเปลือกมะพร้าว	0.9 kg	น้ำหนักถ่านอัดแท่งเปียก	1.65 kg
		น้ำหนักถ่านอัดแท่งแห้ง	1.05 kg

เมื่อนำถ่านเปลือกมะพร้าวอัดแท่งมาทดสอบหาค่าความร้อน (Heating Value) ด้วยเครื่องทดสอบหาค่าความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น IKA C2000 แสดงในรูปที่ 4 ทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำค่าความร้อนที่ได้มาเฉลี่ย เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องที่สุด ผลการทดสอบที่ได้แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาค่าความร้อน

ทดสอบครั้งที่	น้ำหนักของตัวอย่างที่ทดสอบ (g)	ค่าความร้อน (cal/g)
1	0.3	6,196
2	0.5	6,005
3	0.6	6,110
เฉลี่ย		6,104

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะโดยรวมของถ่านเปลือกมะพร้าวที่ได้พบว่า มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีส่วนที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปะปนอยู่ มีความชื้นของถ่านไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก มีค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม เมื่อติดไฟไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็นหรือแตกประทุ และมีควันเล็กน้อย (สำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ออนไลน์) จึงเทียบเคียงได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) เหมาะสำหรับการประกอบอาหารประเภทย่าง อุ่นอาหารหรือหรือถนอมอาหารให้อาหารแห้ง

การวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบธาตุของถ่านเปลือกมะพร้าวด้วยเครื่องเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ (X-Rays Fluorescence; XRF) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบที่อยู่ในตัวอย่างทดสอบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์เชิงคุณภาพได้ดี สะดวกและรวดเร็ว ไม่ทำลายสารตัวอย่าง ใช้ได้กับงานวิจัยในหลายๆ ด้าน เช่น วัสดุศาสตร์ ธรณีวิทยา สิ่งแวดล้อม ทางการแพทย์ รวมถึงตัวอย่างจากอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวของเครื่อง XRF โดยอาศัยหลักการเรืองแสงด้วยรังสีเอ็กซ์ของธาตุต่างๆ ค่าพลังงานขึ้นกับชนิดของธาตุและระดับชั้นพลังงาน ทำให้สามารถแยกได้ว่า มีธาตุอะไรอยู่บ้าง ผ่านหัววัด (Detector) จากการทดสอบพบธาตุที่เป็นองค์ประกอบของถ่านเปลือกมะพร้าว คือ Si, P, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Cu และ Zn แต่ผลการทดสอบอาจจะค้นหาธาตุได้ไม่ครบทุกชนิดเนื่องจากเครื่องไม่สามารถตรวจจับธาตุที่เป็นธาตุเบา (Light Elements) ได้

วิจารณ์และสรุปผล

การเผาถ่านเปลือกมะพร้าวมีอัตราส่วนการเกิดถ่านประมาณร้อย 14 ต่อน้ำหนักของเปลือกมะพร้าว ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความชื้นของเปลือกมะพร้าวก่อนการเผา ขนาดและรูปร่างของเปลือก รูปแบบการวางเปลือกก่อนการเผา ฯลฯ จากการทดลองใช้เปลือกมะพร้าว 6.5 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาด้วยแก๊สหุงต้มประมาณ 1 ชั่วโมง 25 นาที ได้ถ่านเปลือกมะพร้าว 0.9 กิโลกรัม ปริมาณแก๊สหุงต้มที่ใช้ในการเผาแต่ละครั้งประมาณ 0.7 กิโลกรัม คิดเป็นเงินต้นทุนค่าแก๊สประมาณ 12.86 บาทต่อการเผาถ่านหนึ่งครั้ง (แก๊ส LPG ปตท. ณ วันที่ 13 สิงหาคม 2555 ราคากิโลกรัมละ 18.37 บาท) หรือคิดเป็นต้นทุนค่าพลังงานต่อน้ำหนักถ่านที่ผลิตได้เท่ากับ 11.57 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งในปัจจุบันถ่านกะลามะพร้าวมีราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 13-15 บาท

ถ่านเปลือกมะพร้าวอัดแท่งที่ผลิตได้อาจยังมีต้นทุนในการผลิตสูง เนื่องจากเป็นการผลิตจำนวนน้อยและเครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเองทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตยังไม่ดีเท่าที่ควร แต่ในมุมมองของคุณภาพในการนำไปใช้งานนั้นนับว่าประสบผลสำเร็จเพราะคุณภาพสามารถเทียบเคียงได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ประเภทถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้หากนำไปถ่ายทอดให้กับชุมชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมมะพร้าวและมีวัสดุเหลือใช้เป็นเปลือกมะพร้าว สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้งในทางเศรษฐกิจคือการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน และในทางการพัฒนาพลังงานประเภทพลังงานทดแทนสำหรับการใช้ในครัวเรือน โดยเฉพาะการลดการใช้เชื้อเพลิงความร้อนในการประกอบอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ผู้ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2555 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ให้ความเอื้อเฟื้อในด้านสถานที่ทำวิจัยและเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

Sherwin, K. & Horsley, M., (1996). **Thermo fluids.** Chapman & Hall., London.

Halliday, D., Resnick, R. and Walker. (1997). **J. Fundamental of physics.** (5th ed.). New York : John Wiley & Sons.

Sears, F. W., Zemansky M. W. and Young. (1991). **H. D., University physics.** (7th ed.). New York : Addison-Wesley.

Young, H. D. and Freedman R. A. (2000). **University physics with modern physics**. (10th ed.). San Francisco : Addison-Wesley.

สมิต อินทร์ศิริพงษ์ และคณะ. (2553). **การออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านไม้น้ำหนักเบาประจำบ้าน.** การประชุมวิชาการหัวข้อ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย จังหวัดหนองคาย วันที่ 21-23 มกราคม 2553.

สมิต อินทร์ศิริพงษ์ และคณะ. (2553). **การผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้.** การประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 26-27 พฤษภาคม 2553.

บุญรัก ลาดสูงเนิน และฐนสพล ปรีชาญาณ. (2555). **การผลิตถ่านกะลามะพร้าวและน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้.** การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืนประจำปี 2555 โรงแรมโฆษะ จังหวัดขอนแก่น วันที่ 16-19 กุมภาพันธ์ 2555.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. โครงการมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก : http://www.tisi.go.th