

การผลิตถ่านกะลามะพร้าวและน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้

Coconut Shell Charcoal and Wood Vinegar Product by a Moveable Charcoal Brazier

บุญรัก ลาตสูงเนิน¹ และ ฐานสพล ปรีชาญาณ²

^{1, 2} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150

E-mail: boonrak_mcruc@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้กล่าวถึงการผลิตถ่านกะลามะพร้าวและน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้ เตาเผาถ่านที่ใช้มีโครงสร้างเป็นโลหะทรงกระบอกสองชั้น ระหว่างชั้นของโลหะแทรกด้วยดินเหนียว มีความจุ 0.074 ลูกบาศก์เมตร จุดติดไฟเริ่มต้นด้วยแก๊สหุงต้ม ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการใช้เตาแบบเคลื่อนที่ได้เผาถ่านกะลานั้น ใช้ระยะเวลาในการเผาที่เหมาะสมประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งสัดส่วนการเกิดถ่านกะลาประมาณร้อยละ 20-25 (ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของถ่านก่อนการเผาถ่าน ตลอดจนทักษะและความชำนาญ) ถ่านกะลาที่เผาได้มีความหนาแน่น 1.03 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นประมาณร้อยละ 7.89 คุณลักษณะของถ่านกะลาที่เผาได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทถ่านไม้ปิ้งย่าง (มผช.658/2547) การเผาถ่านกะลาโดยใช้เตาแบบเคลื่อนที่ได้ดังกล่าว มีข้อดีประการสำคัญคือ ตัวเตามีความแข็งแรงทนทาน สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานในที่ต่างๆได้ ควบคุมอากาศได้ ทำให้เกิดถ่านน้อย อีกทั้งยังสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านกะลาได้ แต่ทั้งนี้ยังไม่มีการวิเคราะห์ว่าน้ำส้มควันไม้ที่ได้จะมีคุณสมบัติเหมือนน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านไม้หรือไม่

คำสำคัญ : เตาเผาถ่าน / ถ่านกะลา / กะลามะพร้าว

Abstract

This research describes the production of coconut shell charcoal and wood vinegar by a moveable charcoal brazier. A moveable charcoal brazier was constructed from two shells of metal and inserted by hardened clay for heat insulator. Volume of a brazier was 0.074 m³, start burning with LPG. From the experiment, the optimum time interval of charcoal burning was about 2 hours. Time interval, quantity of gas and wood vinegar depend on humidity, kind or quality of wood with 20-25% of charcoal by weight, density and humidify of charcoal was about 1.03 g/sq.cm and 7.89 % respectively. The characteristic of the coconut shell charcoal that can produce be in line with a community product standard. We can be produce the wood vinegar from coconut shell charcoal production process but it was not make a property analysis.

Keywords: Charcoal brazier, Coconut shell charcoal

1. บทนำ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย เป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน เป็นองค์ความรู้ที่แสดงให้เห็นถึงภูมิปัญญาของบุคคล ชุมชน ในการดำรงชีวิต ภูมิปัญญาเหล่านี้ ถือเป็นประโยชน์ต่อครอบครัว ชุมชน สังคมและสิ่งแวดล้อม ผลผลิตหรือนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านต่าง ๆ นำมาซึ่งการพัฒนาคุณภาพชีวิต และอนุรักษ์ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จากสถานการณ์วิกฤตพลังงานและภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน การคิดค้นรูปแบบของพลังงานทดแทนที่เกิดจากการบูรณาการองค์ความรู้ของคนไทยผสมผสานกับทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ จึงเป็นกระแสทางเลือกที่น่าสนใจ นำพัฒนาเพื่อให้เกิดความยั่งยืนด้านการใช้พลังงานในประเทศ ตลอดจนลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศได้ด้วย

มะพร้าวและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับมะพร้าว มีบทบาทและความสำคัญต่อเศรษฐกิจของชุมชนในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดราชบุรี มะพร้าว และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับมะพร้าวเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและเป็นสินค้าส่งออกแพร่กระจายไปทั่วประเทศ และทำรายได้ที่สำคัญให้กับเกษตรกรชาวสวนมะพร้าว การจำหน่ายมะพร้าว โดยเฉพาะเนื้อมะพร้าวส่งโรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรชาวสวนมะพร้าวหรือผู้ประกอบการต้องปอกเปลือกมะพร้าวและกะเทาะกะลา ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งคือ น้ำมะพร้าว กะลาและเปลือกมะพร้าว ซึ่งถือเป็นปัญหาหนึ่งทางด้านสิ่งแวดล้อม การแสวงหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากกะลามะพร้าว นอกจากจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแล้ว ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดหรือขนย้ายได้ ถ้ามีการนำมาใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงพลังงานความร้อน สามารถลดอัตราการใช้ความร้อนจากพลังงานไฟฟ้าในครัวเรือนได้ ส่วนการนำมาผลิตน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้สอยประโยชน์ ช่วยลดอัตราการใช้สารเคมีได้ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นในการศึกษาเรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมพลังงานทางเลือก ด้านการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว

ถ่านกะลามะพร้าว คือผลผลิตสำคัญที่ได้มาจากกะลามะพร้าว ถ่านกะลามะพร้าว ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทั้งในระดับครัวเรือนและเป็นเชื้อเพลิงในระดับอุตสาหกรรม และยังได้ถูกนำไปใช้ในการผลิตเป็นถ่านที่เรียกว่า ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ซึ่งถ่านกัมมันต์นี้มีข้อดีเป็นพิเศษคือ เป็นวัสดุที่สามารถดูดซับโมเลกุลบางชนิดได้ ใช้ประโยชน์ด้านการดูดซับกลิ่น ที่

เห็นกันบ่อยก็คือ ถ่านที่ใส่ในเครื่องกรองน้ำ ในกล่องดูดกลิ่นของตู้เย็น บางรุ่น หรือใส่อยู่ในเครื่องฟอกอากาศ หรือ ใช้ในหมากกั้นแก๊สพิษ

กะลามะพร้าว สามารถทำให้เป็นถ่านหรือคาร์บอนได้ด้วยกรรมวิธีต่างๆ เช่น การเผาในหลุม (Pit Method) การเผาในถังเหล็กเปล่า (Drum Method) และการกลั่นด้วยวิธีย่อยสลายวัสดุ (Destructive Distillation) เป็นต้น ในประเทศไทยส่วนใหญ่แล้วนิยมใช้วิธีเผาในถังเหล็ก ดังรูปที่ 1 งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์วิธีการเผาถ่านกะลามะพร้าวโดยการเผาในเตาแบบเคลื่อนที่ได้ที่มีขบวนการความร้อนเป็นดินเหนียว เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการเผาถ่านกะลาที่ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 1 การเผาถ่านกะลามะพร้าวในถังเหล็ก

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาบริบท แนวคิด หลักการ ฐานทางภูมิปัญญา ตลอดจนการจัดการความรู้เกี่ยวกับการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว
2. เพื่อสร้างบทเรียนวิทยาศาสตร์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบมีส่วนร่วมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่กะลามะพร้าว และลดอัตราการใช้เชื้อเพลิงความร้อนจากซากดึกดำบรรพ์สำหรับการประกอบอาหาร
3. เพื่อพัฒนาและสร้างเตาเผาถ่าน ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว โดยที่เตาเผาใช้งานง่ายและเคลื่อนย้ายได้ มีความแข็งแรงและทนทาน สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนจากการซื้อเชื้อเพลิงความร้อนและสารเคมีกำจัดแมลง

3. หลักการพื้นฐาน

ถ่านและน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวในงานวิจัยนี้เผาด้วยเตาแบบเคลื่อนที่ได้ที่ออกแบบและสร้างโดยอาศัยหลักการพาความร้อนแบบธรรมชาติ การควบแน่น และการเกิดถ่านหรือกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) [5], [6] ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

หลักการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

การพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural Convection) ปรากฏเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อการไหลของของไหล และการเคลื่อนที่เป็นผลเฉพาะมาจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นภายในของไหล กล่าวคือบริเวณพื้นผิวร้อนจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในของไหล เมื่อเทียบกับพื้นผิวที่อยู่ใกล้เคียง เกิดการขยายตัวและมีความหนาแน่นลดลง (Sears, F.W., 1991) การลดลงของความหนาแน่นเป็นสาเหตุให้เกิดการยกตัวขึ้น ภายใต้หลักการลอยตัว (Buoyancy) ของอาร์คิมิดีส (Archimedes, 278-212 B.C.)

กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน

การเกิดถ่านหรือกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน หมายถึง กระบวนการที่ทำให้ไม้สลายกลายเป็นถ่าน ด้วยพลังงานความร้อนในสภาพอับอากาศ กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการไล่ความชื้นออกจากไม้ อุณหภูมิประมาณ 180 °C ช่วงนี้ไม้พื้นจะคายน้ำ ควันที่ออกมาจะมีสีขาวปนน้ำเงินอ่อน และมีไอน้ำปนออกมา
 2. ขั้นตอนการไล่สารระเหิด อุณหภูมิระหว่าง 180 – 270 °C ขั้นตอนนี้เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses) จะสลายออกมา ควันในช่วงนี้จะเริ่มมีสีจาง มีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ กรดน้ำส้ม (acetic acid) และเมทานอล (methanol) เจือปนออกมากับควัน แต่มีปริมาณต่ำ นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้
 3. ขั้นตอนการเปลี่ยนไม้เป็นถ่าน อุณหภูมิประมาณ 270 – 400 °C ช่วงนี้ไม้สลายได้ด้วยตัวเองจากปฏิกิริยาคายความร้อนเนื่องจากความร้อนที่สะสมไว้ในเตาเผา ควันที่ออกมาจะมีสีขาวปนเหลือง มีกลิ่นฉุนจัด ขั้นตอนนี้สามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้
 4. ขั้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์ โดยการอบถ่านที่อุณหภูมิในช่วง 500 – 600 °C เพื่อไล่ไขมันดินให้ออกไปจากถ่านไม้
- งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านเคลื่อนที่ได้ ภายใต้กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน โดยไม่พิจารณาหรือดำเนินการในขั้นตอนที่ 4 ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์ เพราะต้องการลดต้นทุนทางด้านพลังงานจากแก๊สหุงต้ม ร่วมกับการผลิตน้ำส้มควันไม้และลดระยะเวลาที่ใช้ในการเผาถ่าน โครงสร้างของเตาเผาถ่านที่สร้างขึ้น แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างเตาเผาถ่านที่ใช้ในการทดลอง
ตารางที่ 1 รายละเอียดทั่วไปของเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้

น้ำหนัก	80.0 กก.
ความสูง	65.0 ซม.
เส้นผ่านศูนย์กลาง (วงใน)	38.0 ซม.
เส้นผ่านศูนย์กลาง (วงนอก)	50.0 ซม.
ความสูงฐาน	25.0 ซม.
ปริมาตรความจุ	0.074 ลบ.ม.
ความหนาแน่น (ดินเหนียว)	6.0 ซม.
เส้นผ่านศูนย์กลางปล่องระบายอากาศ	6.0 ซม.
เส้นผ่านศูนย์กลางหัวเตาแก๊ส	18.0 ซม.

4. วิธีดำเนินงาน

นำกะลามะพร้าวที่จะเผาจัดเรียงลงในเตาเผาถ่านโดยต่อ 1 ครั้งจะใช้กะลาน้ำหนักประมาณ 17-22 กิโลกรัม (แล้วแต่ความชื้นและขนาดของกะลา) จุดไฟติดไฟเริ่มต้นด้วยแก๊สแอลพีจี (LPG) ที่หัวเตาทางด้านล่าง เผาด้วยไฟจากแก๊สประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วปิดแก๊สทำการอุดช่องอากาศทั้งหมดของเตาทั้งไว้ให้เย็นก็สามารถเก็บถ่านกะลาได้



รูปที่ 3 การจัดวางกะลามะพร้าวในเตาเผาถ่าน



รูปที่ 4 เตาเผาถ่านกะลามะพร้าวแบบเคลื่อนที่ได้ขณะกำลังใช้งาน

จากรูปที่ 4 เราสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ที่เกิดจากการควบแน่นของควันที่ลอยขึ้นแล้วปะทะกับความเย็นจากน้ำหล่อเย็นที่ปล่องไอเสียก็จะควบแน่นเป็นของเหลวไหลผ่านรูที่เจาะไว้ลงสู่ขวดพลาสติกที่แขวนไว้ที่ปล่องไอเสียทั้งสองข้าง แต่น้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้จากกะลามะพร้าวนั้นยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์หาว่ามีคุณสมบัติใช้งานได้เหมือนน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านไม้หรือไม่

5. ผลการทดลอง

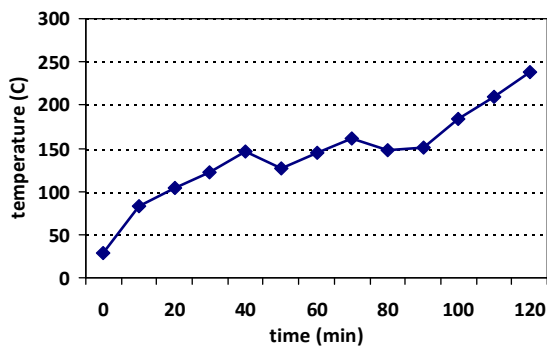
จากการทดลองเผาถ่านกะลามะพร้าวด้วยเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้เพื่อเก็บข้อมูล จำนวน 5 ครั้งได้สัดส่วนของเวลาที่ใช้ในการเผา น้ำหนักกะลาถ่านเผา น้ำหนักของถ่านกะลาที่ได้ น้ำหนักของแก๊สที่ใช้ไป และปริมาณของน้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วนของกะลา ถ่านกะลา แก๊ส และน้ำส้มควันไม้

ครั้งที่	เวลาในการเผา (ชม.)	น้ำหนักกะลา (กก.)	น้ำหนักถ่าน (กก.)	น้ำหนักแก๊ส (กก.)	น้ำส้มควันไม้ (ลิตร)
1	2.2	20	5.6	1.1	1.8
2	2	17	4.4	1	1.5
3	1.45	19	4.7	0.4	1.5
4	2.2	19.7	4.9	0.9	1.35
5	2.2	22	5.8	0.6	1.4
เฉลี่ย	2.01	19.54	5.08	0.8	1.51

จากตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการเผาถ่านกะลามะพร้าวที่เหมาะสมเฉลี่ยจากการทดลองเผา จำนวน 5 ครั้ง คือ 2 ชั่วโมง สัดส่วนของกะลามะพร้าวต่อถ่านที่ผลิตได้คือ 19.54 : 5.08 หรือปริมาณที่กะลามะพร้าวกลายเป็นถ่านประมาณร้อยละ 25 โดยใช้แก๊สแอลพีจี

จำนวน 0.8 กิโลกรัมต่อการเผาหนึ่งครั้ง และสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้โดยเฉลี่ยครั้งละ 1.5 ลิตร



รูปที่ 5 อุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียของเตาเทียบกับเวลา

อุณหภูมิที่วัดได้จากปล่องไอเสียขณะทำการทดลอง แสดงดังรูปที่ 5 ถ่านกลาที่เผาได้มีความหนาแน่น 1.03 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นประมาณร้อยละ 7.89 วัดค่าความร้อนได้ 7300 แคลอรีต่อกรัม

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะโดยรวมของถ่านกลาที่เผาได้พบว่า มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีส่วนที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่ มีความชื้นของถ่านไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก มีค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 7,000 แคลอรีต่อกรัม เมื่อติดไฟไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น และมีควันเล็กน้อย [7] จึงเทียบเคียงได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ประเภทถ่านไม้ปิ้งย่าง (มผช.658/2547)



รูปที่ 6 ถ่านกลาที่เผาได้จากเตาเผาแบบเคลื่อนที่ได้



รูปที่ 7 ลักษณะการติดไฟของถ่านกลาที่ผลิตได้

6. การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้ที่ใช้พบว่า เตาเผาถ่านที่สร้างขึ้น มีอัตราส่วนการเกิดถ่านกลาประมาณร้อยละ 25 ต่อน้ำหนักของกลาที่ป้อน ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความชื้นของกลาที่ป้อนก่อนการเผา ขนาดของกลา รูปแบบการวางกลาก่อนการเผา ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาด้วยแก๊สสูงต้มประมาณ 2 ชั่วโมง ปริมาณแก๊สสูงต้มหรือแอลพีจี ที่ใช้ในการเผาแต่ละครั้งประมาณ 0.8 กิโลกรัม คิดเป็นเงินต้นทุนค่าแก๊สประมาณ 14.93 บาทต่อการเผาถ่านหนึ่งครั้ง (แก๊ส LPG ปตท. ณ วันที่ 11 ธันวาคม 2554 ราคา กิโลกรัมละ 18.67 บาท) หรือคิดเป็นต้นทุนค่าพลังงานต่อน้ำหนักถ่านกลาที่ผลิตได้เท่ากับ 2.93 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งในปัจจุบันถ่านกลาที่ผลิตได้มีราคา กิโลกรัมละ 13-15 บาท

ข้อดีอีกประการหนึ่งของการเผาถ่านกลาด้วยเตาแบบเคลื่อนที่ได้ก็คือ ไม่ต้องใช้ไม้ฟืนหรือเชื้อเพลิงชนิดอื่น เช่น น้ำมันก๊าด ในการจุดติดไฟ มีปริมาณสันถ่านหรือถ่านน้อย และเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานความร้อนจากแก๊สสูงต้ม ควรควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาไม่ให้เกิน 400 °C เพราะกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน ไม่มีความจำเป็น ณ ระดับอุณหภูมิดังกล่าว ภาพตัวอย่างของถ่านกลาที่ผลิตได้จากเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้และลักษณะการติดไฟของถ่าน แสดงดังภาพที่ 6 และ 7

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

ปริมาตรของเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้เหมาะสมสำหรับงานจริง ควรมีความจุไม่เกิน 0.1 ลูกบาศก์เมตรเพราะถ้าวางใหญ่กว่านี้จะมีน้ำหนักมากทำให้เคลื่อนย้ายได้ลำบาก ระยะเวลาในการเผาถ่านกลาด้วยแก๊สสูงต้มประมาณ 2 ชั่วโมง โดยที่ระยะเวลาการเผาและปริมาณแก๊สแอลพีจีขึ้นกับปริมาณกลาที่ป้อน และความชื้น น้ำหนักของแก๊สแอลพีจีที่ใช้ในการเผาถ่านประมาณ 0.8 กิโลกรัมต่อครั้ง อัตราส่วนของกลาที่ป้อนและถ่านกลาที่ผลิตได้มีสัดส่วน 1:0.25 (โดยน้ำหนัก) ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการในการเผา เช่น ความชื้นของกลาที่ป้อน ทักษะและความชำนาญของผู้เผา เป็นต้น ปริมาณน้ำส้มควันไม้ต่อการเผาหนึ่งครั้งเฉลี่ยประมาณ 1.5 ลิตร โดยที่ลักษณะทางกายภาพและปริมาณของน้ำส้มควันไม้ขึ้นกับชนิด ปริมาณ และความชื้นของไม้ฟืนที่ใช้ในการเผา ตลอดจนปัจจัยต่างๆ เช่น ระยะเวลาการเผา การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมปริมาณเชื้อเพลิง ความร้อน ประสบการณ์ของผู้เผา และการเปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น เป็นต้น ทั้งนี้ น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการทดลองนั้นยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติว่าสามารถนำไปใช้งานได้เช่นเดียวกับน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่านไม้หรือไม่อย่างไร

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงบประมาณ ผู้สนับสนุนงบประมาณวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2554 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ให้ความเอื้อเฟื้อในด้านสถานที่ทำวิจัยและเก็บข้อมูล

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Sears, F. W., Zemansky M. W. and Young, H. D. 1991, University physics (7th ed.). New York: Addison-Wesley.
- [2] Halliday, D., Resnick, R. and Walker, J. 1997, Fundamental of physics (5th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- [3] Sherwin, K. and Horsley, M. 1996, Thermo fluids, London: Chapman & Hall.
- [4] Young, H. D. and Freedman R. A. 2000, University physics with modern physics (10th ed.). San Francisco: Addison-Wesley.
- [5] สมิต อินทร์ศิริพงษ์ ญัฐ จันท์ครบ และเจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ “การออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านไม้ น้ำหนักเบาประจำบ้าน” การประชุมวิชาการหัวข้อ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย จังหวัดหนองคาย วันที่ 21-23 มกราคม 2553
- [6] สมิต อินทร์ศิริพงษ์ เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ และ ญัฐ จันท์ครบ “การผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแบบเคลื่อนที่ได้” การประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 26-27 พฤษภาคม 2553
- [7] เว็บไซต์สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โครงการมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน <http://www.tisi.go.th>