การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราผสมกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชัน โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน

Solid Fuel Producing from Rubber Wood Char blend with Coconut shell char and Palm shell char by Extrusion Technique Using Paste as Binder

ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์[1,*] สราวุฒิ สังวรกาญจน์[2] และ ฐานิตย์ เมธิยานนท์[3]
[1,2,3] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 51 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530
โทร 02-9883655 ต่อ 241 E-mail: Prasan_mut@yahoo.com[1,*],sungworagan6@hotmail.com[2] ,thanid_m@yahoo.com[3]

Prasan Sathitruangsak[1,*] Sarawut Sungworagan[2] Thanid Madhiyanon[3]
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahanakorn University of Technology,
51 Cheum-Sampan Road, Nong-Chok, Bangkok 10530, Tel: 02-9883655 ext. 241,244
E-mail: Prasan_mut@yahoo.com[1,*],sungworagan6@hotmail.com[2] , thanid_m@yahoo.com[3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพาราร่วมกับผงถ่านกะลามะพร้าวหรือผงถ่านกะลาปาล์มที่ 70:30 60:40 50:50 เป็นวัตถุดิบและใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในสัดส่วนผงแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่ 10:100 โดยศึกษาถึงผลของสัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่มีต่อการผลิตและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ จากการทดลองพบว่าอัตราการผลิต ค่าความหนาแน่น ค่าความต้านทานแรงกดและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของผงถ่านกะลาทั้งสองชนิด ในขณะที่การใช้พลังงานจำเพาะในการอัดรีดจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสม โดยอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งคิดที่ปริมาณความชื้น 10% d.b. พบว่ามีค่าในช่วง 8.53–10.89 kg/min โดยมีค่าความหนาแน่นในช่วง 750 – 908 kg/m^3 นอกจากนี้ค่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงในช่วง 1.13–1.79 MPa ซึ่งสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้เชิงพาณิชย์ที่ 0.375 MPa ส่วนพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงมีค่าน้อยมากในทุกสัดส่วน

คำสำคัญ: กะลาปาล์ม/กะลามะพร้าว/เชื้อเพลิงอัดแท่ง/ไม้ยางพารา/เอ็กซ์ทรูชัน

Abstract

The objective of this research is a study of solid fuel producing by cold extrusion technique. Crushed char of rubber wood blend with coconut shell or palm shell chars were used as raw material with varied mixing ratios of 70:30 60:40 50:50 and cassava paste was used as adhesive with cassava starch ratios of 10:100. All investigation of raw material mixing ratios affected to output and physical properties of extruded fuel. The result shows that the output , density , compressive strength and heating value of extruded fuel were increased with increasing of coconut shell char or palm shell char while the specific energy consumption of extruded fuel were decreased. The fuel production rates of all raw material mixing ratios were in range of 8.53-10.89 kg/min (estimated at 10%d.b.), and a density of 750-908 kg/m^3. Moreover, the compressive strengths of extruded fuel were around 1.13-1.79 MPa which higher than acceptable commercial value (0.375 MPa). Regarding to electrical energy consumptions of all raw material mixing ratios was insignificance.

Keywords: solid fuel/rubber wood/coconut shell/palm shell/extrusion

*Corresponding author

1. บทนำ

ในปัจจุบันการใช้พลังงานความร้อนในครัวเรือนเพื่อประกอบอาหารประเภทต่างๆ นั้นมีค่อนข้างมากในปัจจุบัน โดยเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ส่วนใหญ่ นอกเหนือจากเชื้อเพลิงแก๊สปิโตรเลียม คือ ถ่านไม้ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด ซึ่งไม้บางส่วนที่นำมาผลิตถ่านนั้นอาจได้มาจากการบุกรุกทำลายป่า เช่น ไม้โกงกาง ไม้เบญจพรรณ เป็นต้น ทำให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาเชื้อเพลิงอื่นเพื่อแก้ปัญหาและทดแทนถ่านไม้ดังกล่าว ทั้งนี้ จากการสำรวจพบว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมในภาคใต้จำนวนมากที่ใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ ซึ่งจะเหลือเศษถ่านไม้ยางพาราขนาดประมาณ 15-20 mm. จำนวนมาก (ประมาณ 15-20 ตัน/วัน) และมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งทดแทนถ่านไม้ได้ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากถ่านไม้ยางพาราไปเผานั้นจะมีปริมาณขี้เถ้าค่อนข้างมากซึ่งไม่ดีต่อการใช้งาน [10] จึงจำเป็นต้องหาเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรหรือชีวมวลอื่นมาผสมเพื่อให้สมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ดีขึ้น โดยชีวมวลมีคุณภาพดีและมีศักยภาพในการใช้งานสูงคือถ่านกะลามะพร้าวและถ่านกะลาปาล์ม เนื่องจากมีปริมาณขี้เถ้าต่ำและมีค่าพลังงานความร้อนที่สูง[1] ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงนั้นมีวิธีการที่ได้รับการนิยมมีด้วยกันสองวิธีคือ การอัดด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันและการอัดด้วย ไฮดรอลิก ซึ่งในกระบวนการอัดรีดด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันจะสามารถอัดได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถทำได้สะดวกกว่าการอัดด้วยไฮดรอลิก สำหรับกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ [2,3] คือ กระบวนการอัดรีดร้อนและกระบวนการอัดรีดเย็น โดยกระบวนการอัดรีดร้อนจะใช้กับวัตถุดิบที่มีลิกนินเป็นส่วนประกอบ เช่น ขี้เลื่อย แกลบ เป็นต้น ซึ่งการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการอัดรีด จะทำให้ลิกนินที่มีอยู่ในวัตถุดิบละลายออกมา และยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง [4,5,6] แต่ในกระบวนการอัดรีดเย็นนั้นไม่ต้องการความร้อนในระหว่างการอัด แต่จะต้องใช้ตัวประสานเพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปขณะขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง โดยจากการทดลองที่ผ่านมาของ ฐานิตย์และคณะ [7] ซึ่งทำการทดลองผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็งจากขี้เลื่อยด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบรีดร้อน โดยใช้ขดลวดความร้อนเป็นตัวให้ความร้อน ซึ่งพบว่าอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงต่ำและใช้พลังงานจำเพาะสูงรวมถึงมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ใช้กระบวนการอัดรีดเย็นในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น กะลามะพร้าว [2,3] ถ่านหินแอนทราไซท์ [8] กะลาปาล์ม [9] ไม้ยางพารา [10] ซังข้าวโพด [10,17] สำหรับตัวประสานที่มีการใช้ในกระบวนการอัดรีดเย็นมีด้วยกันหลายชนิด เช่น โมลาส [2,11,12] ฟางข้าวหมัก [3,13] แป้งเปียก [14,10,17] แอสฟัลต์ [15] เป็นต้น ซึ่งตัวประสานแต่ละชนิดจะให้สมบัติในการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยโมลาสจะให้ความแข็งแรงกับแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้เป็นอย่างดีและไม่มีควันเมื่อนำไปเผาไหม้ [11,12] แต่มีราคาสูง ในขณะที่แป้งเปียกสามารถให้ความแข็งแรงได้ในระดับที่ยอมรับได้และมีราคาถูก ค่าความแข็งแรงต่ำสุดของแท่งเชื้อเพลิงที่ยอมรับในเชิงพาณิชย์ คือ 0.375 MPa [16]

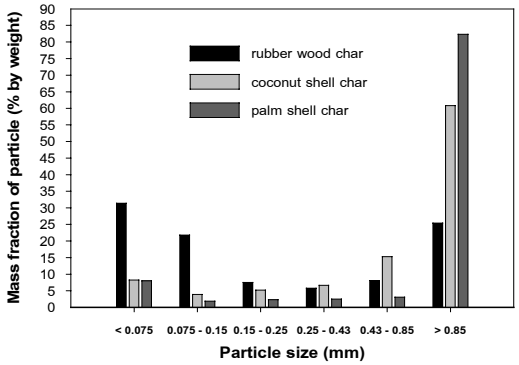
ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นจึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมกับผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านไม้ยางพาราผสมกับผงถ่านกะลาปาล์ม โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยจะศึกษาถึงผลของปริมาณสัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่ส่งผลต่อการผลิตแท่งเชื้อเพลิงและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ เช่น ความหนาแน่น การต้านทานแรงกด และค่าความร้อน

2. วัตถุดิบในการทดลองและการทดลอง

2.1 วัตถุดิบในการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงในงานวิจัยนี้คือ ผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านกะลาปาล์ม และผงถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งผงถ่านไม้ยางพาราได้จากการนำเศษถ่านไม้ยางพาราที่เหลือจากการเผาฟืนในหม้อไอน้ำไปทำการบดให้เป็นผง ส่วนผงถ่านกะลาปาล์มและผงถ่านกะลามะพร้าว ได้จากการนำกะลาปาล์มและกะลามะพร้าวไปทำการเผาให้เป็นถ่านก่อนทำการบด โดยการบดจะใช้เครื่องบดแบบค้อนเหวี่ยง (hammer mill) ซึ่งลักษณะของผงถ่านไม้ยางพาราและผงถ่านกะลาที่ผ่านการบดจะมีลักษณะคล้ายกันดังรูปที่ 1 ส่วนการกระจายขนาดของผงถ่าน ซึ่งทดสอบโดยการนำไปทำการร่อนด้วยเครื่อง sieve analysis พบว่ามีค่าในช่วง 0.075-0.85 mm. ดังรูปที่ 2 ส่วนแป้งเปียกที่ใช้เป็นตัวประสานมาจากการนำแป้งมันสำปะหลังไปละลายในน้ำร้อน ซึ่งสัดส่วนการผสมแป้งเปียกจะขึ้นกับเงื่อนไขที่ทำการทดลองซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัยที่ผ่านมา [17]

รูปที่ 1 ลักษณะผงถ่านวัตถุดิบที่ผ่านการบด



รูปที่ 2 การกระจายขนาดของผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านกะลาปาล์ม

2.2 การทดลอง

2.2.1 อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มที่เงื่อนไขต่างๆ จะใช้อุปกรณ์ในการทดลองดังนี้

1. เครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง
2. นาฬิกาจับเวลา
3. ตาชั่งน้ำหนักความละเอียด ± 20g
4. แคลมป์มิเตอร์ซึ่งมีความแม่นยำ ± 0.2 แอมแปร์
5. เวอร์เนียคาลิปเปอร์
6. เครื่องบดย่อยวัตถุดิบ
7. เครื่องทดสอบค่าการต้านทานแรงกด (UTM)
8. เครื่องทดสอบค่าความร้อน (Bomb Calorimeter)
9. สารละลายที่ใช้ทดสอบค่าความหนาแน่น

2.2.2 เงื่อนไขการทดลอง

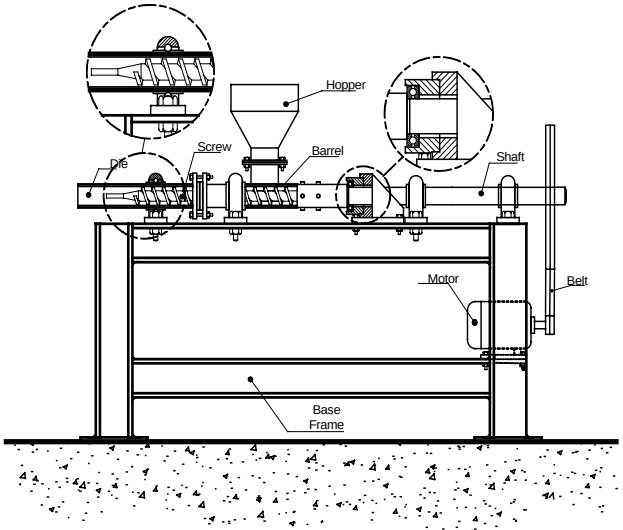
เงื่อนไขการทดลองการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะใช้ผงถ่านไม้ยางพาราผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านกะลาปาล์มเป็นวัตถุดิบและใช้ความเร็วรอบของสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ 400 รอบต่อนาที โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงที่ทำการผลิตคือ 42 mm. ซึ่งในการทดลองจะผสมผงถ่าน 2 กรณี คือไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าวและกรณีผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลาปาล์ม โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานสัดส่วนการผสมผงแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 10:100 ซึ่งปรับเปลี่ยนสัดส่วนการผสมวัตถุดิบแต่ละชนิดเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการผลิตและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้

โดยสัดส่วนการผสมวัตถุดิบในการทดลองมีดังนี้

1. สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าว 70:30
2. สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าว 60:40
3. สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าว 50:50
4. สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลาปาล์ม 70:30
5. สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลาปาล์ม 60:40
6. สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลาปาล์ม 50:50

2.2.3 วิธีการทดลอง

เครื่องอัดรีดเชื้อเพลิงโดยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันที่ใช้ในการทดลองใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับสกรูดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 วิธีการทดลองเริ่มต้นโดยให้นำผงถ่านวัตถุดิบแต่ละชนิดผสมกันให้ได้ตามสัดส่วนมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่ละลายในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80-90°C ซึ่งมีปริมาณสัดส่วนน้ำเมื่อเทียบกับผงถ่านวัตถุดิบที่ 70:100 เมื่อผสมวัตถุดิบและตัวประสานแล้วทำการคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นกวนเชิงกล (ไม่ได้จัดแสดงรูปไว้ ณ.ที่นี้) เป็นเวลา 10 นาที หลังจากผสมวัตถุดิบเสร็จแล้วนำวัตถุดิบมาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง โดยทำการป้อนวัตถุดิบลงในเครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งในระหว่างทำการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะทำการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงและวัดอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงของแต่ละเงื่อนไขเพื่อนำไปหาค่าพลังงานที่ใช้ในการอัดรีดจำเพาะ เมื่อผลิตแท่งเชื้อเพลิงได้จะนำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้บางส่วนมาทำการบดเพื่อที่จะนำไปหาค่าความชื้นเริ่มต้นของแท่งเชื้อเพลิงแต่ละเงื่อนไขที่ทำการทดลอง เมื่อทราบค่าความชื้นเริ่มต้นแล้วนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ที่เหลือจากการหาความชื้นเริ่มต้นมาทำการอบให้เหลือความชื้นประมาณ 10%d.b.(มาตรฐานแห้ง) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความชื้นสมดุลของแท่งเชื้อเพลิง จากนั้นนำแท่งเชื้อเพลิงหลังการอบแล้วไปทำการตัดเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบสมบัติค่าการต้านทานแรงกด ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

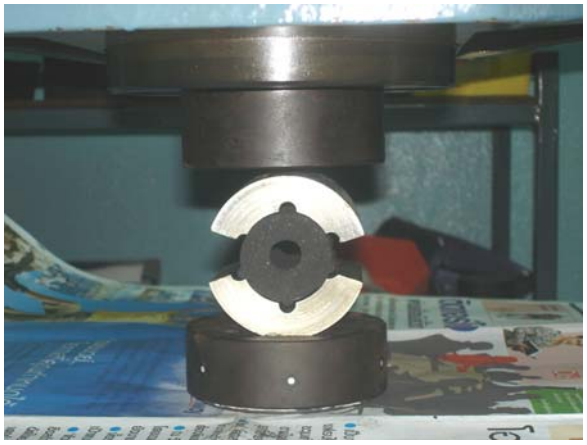


รูปที่ 3 ลักษณะของเครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในงานวิจัย

3. ผลการทดลอง

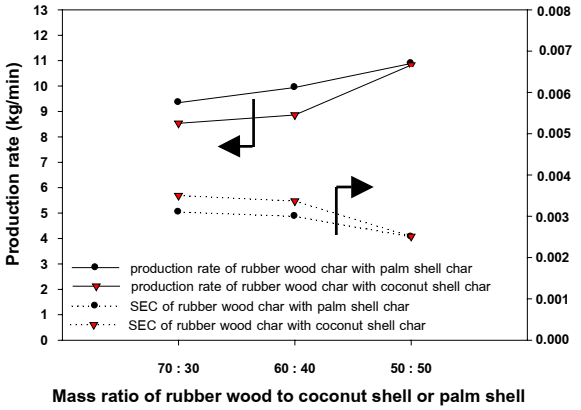
จากการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านไม้ยางพาราผสมกะลาปาล์มโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในงานวิจัยจะมีลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ดังรูปที่ 4 ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงหลังผ่านการอบจนได้ความชื้นตามต้องการแล้วจะนำมาตัดเพื่อให้ได้ขนาด เพื่อทดสอบการต้านทานแรงกดด้วยเครื่อง UTM ซึ่งมีลักษณะของการวางชิ้นงานทดสอบแสดงดังรูปที่ 5 โดยจะสร้างตัวรองรับน้ำหนักกดเพื่อกระจายแรงกดให้ทั่วพื้นที่ผิวแท่งเชื้อเพลิง สำหรับผลการทดลองต่างๆ คืออัตราการผลิต พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการผลิต ความหนาแน่น ค่าการต้านทานแรงกดและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแสดงดังรูปที่ 6–8 นอกจากนี้แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในงานวิจัยนี้ได้นำไปทดสอบการเผาไหม้จริงภายในเตาซึ่งพบว่าเชื้อเพลิงสามารถคงลักษณะการเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ตลอดการเผาไหม้ โดยมีระยะเวลาในการเผาไหม้ประมาณ 1.5 – 2.5 ชั่วโมง ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวหรือผงถ่านกะลาปาล์มจะไม่มีขี้เถ้าเกาะขณะเกิดการเผาไหม้

รูปที่ 4 ลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้



รูปที่ 5 การวางแท่งเชื้อเพลิงในการทดสอบการต้านทานแรงกด

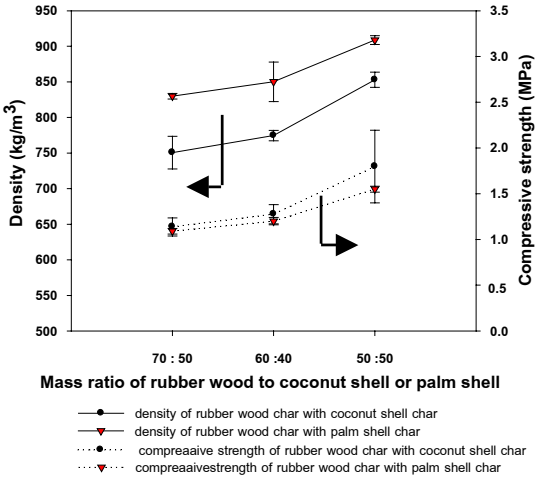
3.1 อัตราการผลิตและการใช้พลังงานจำเพาะในการขึ้นรูป



รูปที่ 6 อัตราการผลิตและการใช้พลังงานจำเพาะในการขึ้นรูปเชื้อเพลิง

รูปที่ 6 แสดงอัตราการผลิตที่ได้และพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน พบว่าการเพิ่มสัดส่วนการผสมผงถ่านกะลามะพร้าวหรือผงถ่านกะลาปาล์มส่งผลให้อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น เพราะขนาดอนุภาคของผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านกะลาปาล์มมีขนาดใหญ่กว่าผงถ่านไม้ยางพาราดังรูปที่ 2 ส่งผลให้มีแรงเสียดทานระหว่างผิวแท่งเชื้อเพลิงและผิวของbarral เนื่องจากแรงเสียดทานส่งผลให้แท่งเชื้อเพลิงภายในกระบอกมีแรงผลักดันแท่งเชื้อเพลิงออกมาได้โดยง่าย [2] และแท่งเชื้อเพลิงไหลออกจากแม่พิมพ์ได้เร็วจึงส่งผลทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสม โดยพบว่าอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงของการผสมวัตถุดิบทั้งสองชนิดซึ่งคิดที่ปริมาณความชื้นในแท่งเชื้อเพลิงที่ 10% d.b และขนาดแม่พิมพ์ที่ 42 mm. มีค่าใกล้เคียงกันในช่วงประมาณ 8.53–10.89 kg/min โดยอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงสูงสุดอยู่ที่สัดส่วนผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มที่ 50:50 มีค่าเท่ากับ 10.89 kg/min และในการผสมผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าเท่ากับ 10.83 kg/min อัตราการผลิตน้อยสุดอยู่ที่สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาทั้งสองชนิดที่สัดส่วน 70:30 มีค่าเท่ากับ 8.53 kg/min และ 9.35 kg/min ของการผสมผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านกะลาปาล์มตามลำดับ ในส่วนของพลังงานจำเพาะในการอัดจะลดลงตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของผงถ่านกะลาปาล์มหรือกะลามะพร้าว โดยพบว่าพลังงานจำเพาะในการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงของการผสมวัตถุดิบทั้งสองชนิดมีค่าน้อย โดยกรณีผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าระหว่าง 0.0025–0.0035 kW.h/kg และผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มมีค่าระหว่าง 0.0025–0.0031 kW.h/kg

ความหนาแน่นและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิง

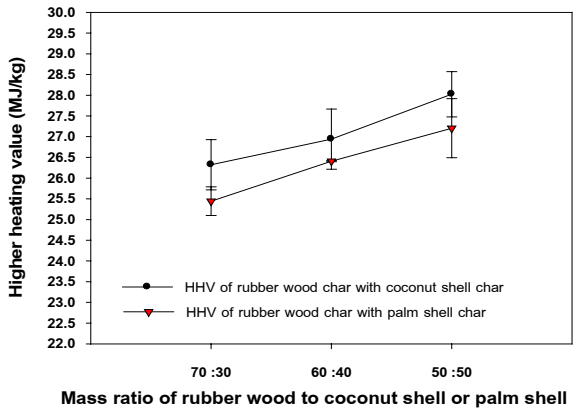


รูปที่ 7 ความหนาแน่นและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิง

รูปที่ 7 แสดงความหนาแน่นและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิง ที่อัตราส่วนผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าวหรือผงถ่านกะลาปาล์มโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน จากการทดลองพบว่าการเพิ่มสัดส่วนของผงถ่านกะลามะพร้าวหรือผงถ่านกะลาปาล์มจะส่งผลให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น คาดว่าความหนาแน่นปรากฏ(bulk density) ของผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านกะลาปาล์มมีค่ามากกว่าผงถ่านไม้ยางพารา ซึ่งเมื่อเพิ่มสัดส่วนการผสมผงถ่านกะลามะพร้าวหรือกะลาปาล์มมากขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ระดับ

ความชื้น 10% d.b. มีค่าอยู่ในช่วง 750–908 kg/m^3 ซึ่งความหนาแน่นสูงสุดอยู่ที่สัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับกะลาปาล์มหรือผงถ่านกะลามะพร้าวที่สัดส่วน 50:50 มีค่าเท่ากับ 908 kg/m^3 และ 852 kg/m^3 ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่ที่สัดส่วนการผสมที่ 70:30 ในการผสมผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าเท่ากับ 750 kg/m^3 และมีค่าเท่ากับ 829 kg/m^3 กรณีการผสมผงถ่านกะลาปาล์ม เมื่อเปรียบเทียบความต้านทานแรงกดจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการผสมผงถ่านกะลานั้นเป็นเพราะผงถ่านกะลามีอนุภาคที่ใหญ่และมีความแข็งกว่าผงถ่านไม้ยางพารา ประกอบกับปริมาณน้ำในผงถ่านไม้ยางพารามีมาก ซึ่งเมื่อผ่านการอบทำให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคจึงมีผลให้ความต้านทานแรงกดลดลง เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการผสมผงถ่านกะลาปาล์มกับการผสมผงถ่านกะลามะพร้าว พบว่ามีค่าความต้านทานแรงกดมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวอยู่ในช่วง1.37-1.79 MPa และ1.09-1.55 MPa กรณีของผงถ่านไม้ยางพาราผสมกับผงถ่านกะลาปาล์ม ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ซึ่งมีค่าเพียง 0.375 MPa [16]

3.3 ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง



รูปที่ 8 ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในงานวิจัย

รูปที่ 8 แสดงค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนตามสัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าวหรือผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลาปาล์ม โดยจากการทดลองพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงผงถ่านไม้ยางพาราผสมกับผงถ่านกะลาทั้งสองชนิดจะแปรผันตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้น เพราะค่าความร้อนของผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านกะลาปาล์มมีค่าสูงกว่าผงถ่านไม้ยางพารา และสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสังเกตเมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากวัตถุดิบทั้งสองชนิดไปทดลองเผาซึ่งพบว่ากรณีสัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพารากับผงถ่านกะลามะพร้าวหรือกะลาปาล์มที่ 70:30 จะมีขี้เถ้าเกาะที่ผิวของแท่งเชื้อเพลิง คาดว่าขี้เถ้ามาจากถ่านไม้ยางพารา โดยค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงหลังการอบได้ความชื้นที่ 10% d.b. มีค่าระหว่าง 26.32–28.02 MJ/kg ในกรณีของผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าว ส่วนกรณีของการผสมผงถ่านไม้ยางพากับผงถ่านกะลาปาล์มมีค่าระหว่าง 25.45 – 27.21 MJ/kg

4. สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวและผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน ซึ่งปรับเปลี่ยนสัดส่วนการผสมผงถ่านไม้ยางพากับผงถ่านกะลามะพร้าวหรือกะลาปาล์มที่สัดส่วนการผสม 70:30 60:40 และ 50:50 โดยผสมตัวประสานแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักของวัตถุดิบที่ 10:100 และผสมกับน้ำในสัดส่วน 70:100 เมื่อเทียบกับปริมาณการผสมวัตถุดิบในการทดลองใช้ความเร็วรอบของสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ 400 รอบต่อนาที ใช้แม่พิมพ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 42 mm. พบว่าแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มหรือกะลามะพร้าวมีอัตราการผลิต ความหนาแน่น การต้านทานแรงกด รวมถึงค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตรงกับสัดส่วนการผสมผงถ่านกะลาปาล์มหรือกะลามะพร้าว ในขณะที่พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอัดรีดจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมผงถ่านกะลา โดยอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งคิดที่ปริมาณความชื้น 10% d.b. พบว่ากรณีผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าในช่วง 8.53 – 10.44 kg/min และสำหรับกรณีของผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มมีค่าในช่วง 9.53 – 10.62 kg/min นอกจากนี้ความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากผงถ่านไม้ยางพาราผสมกับกะลามะพร้าวมีค่าสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผงถ่านไม้ยาพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์ม ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.09 – 1.55 MPa และ 0.98 – 1.16 MPa ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าค่าการต้านทานแรงกดของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้สูงกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ที่ 0.375 MPa และความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าในช่วง 750 – 852 kg/m^3 และ 829 – 908 kg/m^3 สำหรับกรณีของผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์ม สำหรับค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะมีค่าเพิ่มตามสัดส่วนการผสมผงถ่านกะลามะพร้าวหรือกะลาปาล์มที่เพิ่มขึ้น โดยกรณีที่ผลิตจากผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะมะพร้าวเล็กน้อยโดยมีค่าในช่วง 25.45–28.02 MJ/kg ส่วนพลังงานจำเพาะในการอัดรีดของวัตถุดิบทั้งสองชนิดมีค่าน้อยมาก ในกรณีของผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะมะพร้าวมีค่าในช่วง 0.013–0.016 kW.h/kg และกรณีของผงถ่านไม้ยางพาราผสมผงถ่านกะลาปาล์มมีค่าในช่วง 0.010 – 0.015 kW.h/kg ระยะเวลาในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทั้งสองกรณีมีค่าประมาณ 1.5 – 2.5 ชั่วโมง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] การส่งเสริมการใช้พลังงานชีวมวลของประเทศไทย, วารสารนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 55 ม.ค. - มี.ค.2543

[2] Sathitruangsak, P., Madhiyanon, T. and Soponronnarit, S. 2004. Briquette fuel producing from coconut shell by extrusion technique using molass as binder , the18th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, Khon Khean University, Khon Khean.

[3] Madhiyanon, T., Sathitruangsak, P. and Soponronnarit, S. 2004. A study of influences of binder treated from wheat straw on physical properties of fuel briquette, the18th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, Khon Khean University, Khon Khean.

[4] Reineke, L.H. 1964. Briquets from wood resdidue. U.S. Forest service research note. FPL-075

[5] Bhattacharya, S.C., Augustus Leon, M. and Mizanur Rahman Md. 2002. A study on improved biomass briquetting. Energy for Sustainable Development, 6 (2): 67-71

[6] Madhiyanon, T., Bingam, M. and Soponronnarit, S. 2003. Solid Fuel Producing From Sawdust by Extrusion Technique, the17th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, King mongkut's Institute of Technology North Bangkok, Prachinburi.

[7] Granada, E., Gonzalez, L.M., Miguez, J.L. and Moran, J. 2002. Fuel lignocellulosic briquettes, die design and products study. Renewable energy, 27: 561-573

[8] Madhiyanon, T., Sathitruangsak, P. and Soponronnarit, S. 2005. Study of Solid Fuel Produced from Ground Anthracite by Extrusion Technique, the18th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, Prince of Songkhla University, Phuket.

[9] Husain, Z., Zainac Z. and Abdullah, M.Z. 2002. Briquetting of palm fiber and shell from the processing of palm nuts to palm oil. B Bioenergy., 22(10) : 505-509

[10] Madhiyanon, T., Sathitruangsak, P., Sungworagan, S. and Soponronnarit, S. 2006. Solid fuel producing from rubber wood char and corn-cob char by extrusion technique using paste as binder, the 20th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, Suranaree University, Nakornrachasima.

[11] Blesa, M.J., Miranda, J. L., Izquierdo, M. T. and Moliner, R. 2003.Curing temperature effect on mechanical strength of smokeless fuel briquettes. Fuel Processing Technology. 82: 943-947

[12] Mayoral, M.C., Izquierdo, M.T., Blesa, M.J., Andres, J.M., Rubio B. and Miranda, J.L. 2001. DSC study of curing in smokeless briquetting. Thermochimica Acta., 371: 41-44.

[13] Zhang, X., Xu, D., XU, Z., and Cheng, Q. 2001. The effect of different treatment condition on binder preparation for lignite briquette. Fuel Processing Technology., 73: 185-196.

[14] Debduobi, A., El amati, A. and Colacio, E. 2004. Production of fuel briquettes from esparto partially pyrolyzed. Energy conversion and management, 46(11-12):1877-1884

[15] Paul, S.A., Hull, A.S., Plancher, H. and Agarwal, P.K. 2002. Use Asphalts for formcoke briquettes, Fuel Processing Technology., 76: 211-230.

[16] S.R. Richards, 1989, "Physical of Fuel Briquettes", Fuel Processing Technology [Electronic], Vol.25, pp. 89-100

[17] Madhiyanon, T., Sathitruangsak, P. and Soponronnarit, S. 2006. Solid Fuel Producing From Rubber Wood Char by Extrusion Technique Using Paste as Binder, the 2nd Conference on Energy Network of Thailand, Suranaree University, Nakornrachasima.