การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย
The Production of Biomass Pellet from Bamboo Scraps with Sugarcane Leaves

ธีรารัตน์ จีระมะกร[1*], กมลวรรณ แสนคนึง[1], ผกาวดี สัตรีวงค์[1] และกุลธิดา ธรรมรัตน์[1]

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 31000

*ผู้ติดต่อ: teerac@hotmail.com, 086 3964624, 044 612858

RE-01-239

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย โดยใช้ชันเป็นตัวประสาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล และคุณสมบัติของชีวมวลอัดเม็ด โดยทำการทดลองในอัตราส่วนผสมระหว่างเศษไม้ไผ่และใบอ้อย 5 อัตราส่วน ได้แก่ 100:0 (T1), 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) และ 0:100 (T5) ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ทุกอัตราส่วนมีความสามารถในการขึ้นรูปและคงรูปได้อัตราส่วน อัตราส่วน 100:0 (T1) มีค่าดัชนีการแตกร่วนและปริมาณฝุ่นผงน้อยที่สุดเท่ากับ 0.98 และ 0.1393 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราส่วน 0:100 (T5) มีปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.4390 เปอร์เซ็นต์ และ 2.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังให้ค่าค่าความร้อนสูงที่สุดเท่ากับ 7,190 แคลอรี่ต่อกรัม จากผลการทดลองสรุปได้ว่า เศษไม้ไผ่กับใบอ้อยสามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกอัตราส่วน ดังนั้นจึงเป็นการนำชีวมวลเหลือทิ้งดังกล่าวมาเพิ่มมูลค่าและใช้เป็นพลังงานทดแทนต่อไป

คำหลัก: ชีวมวลอัดเม็ด, เศษไม้ไผ่, ใบอ้อย, ชัน

Abstract

This research studied the production of biomass pellet from bamboo scraps with sugarcane leaves by using dammar as a binder. The experimental aims were studied the suitable ratios and physical properties of biomass pellet in 5 treatments; bamboo scrap and sugarcane leave ratios were 100:0 (T1), 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) and 0:100 (T5) respectively. The results showed that all treatments can be formed and pressed, while the ratio of 100:0 (T1) was the most suitable for shatter index and powder dust equal 0.98 and 0.1393 % respectively. The ratio of 0:100 (T5) had the lowest moisture and ash of 0.4390 % and 2.14 % respectively, the highest heating value of 7,190 cal/g. The results indicated that all the ratios bamboo scraps and sugarcane leaves can be efficiently produced the biomass pellet. Therefore, these waste biomass are added to value and used as renewable energy.

Keywords : biomass pellet, bamboo scraps, sugarcane leaves, dammar

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรมด้วย ประเทศไทยในช่วง 5 เดือนแรกของปี 2560 มีการนำเข้าพลังงานคิดเป็นมูลค่ามากกว่า 357,647 ล้านบาท รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทน ในประเทศเพิ่มมากขึ้น ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554-2573) และแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579 โดยในการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan : AEDP2015) ได้ให้ความสำคัญในการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากวัตถุดิบพลังงานทดแทนที่มีอยู่ภายในประเทศให้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งในปัจจุบันจังหวัดบุรีรัมย์มีพื้นที่การเกษตร 3.4 ล้านไร่ มีพื้นที่ปลูกอ้อย 206,388 ไร่ และมีปริมาณชีวมวล

เหลือใช้จากอ้อย มากเป็นลำดับที่ 1 [1] อีกทั้งจังหวัดบุรีรัมย์ยังมีชุมชนที่ยังดำเนินชีวิตตามวิถีดั้งเดิม โดยมีการทำหัตถกรรมเครื่องจักสานของไทยโดยใช้ ไม้ไผ่ มาใช้จักสานเครื่องใช้ เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งเครื่องใช้ในครัวเรือน เครื่องมือทำมาหากิน [2] ซึ่งทำให้มีชีวมวลเหลือทิ้งจากงานหัตถกรรมไม้ไผ่ งานวิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์จากชีวมวลเหลือทิ้งจากการเพาะปลูกอ้อย และงานหัตถกรรมไม้ไผ่ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกำจัดชีวมวลเหลือทิ้งดังกล่าวด้วยวิธีการเผาทำลาย ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ด้วยเหตุนี้ จึงนำชีวมวลเหลือทิ้งดังกล่าวมาทำให้เกิดประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าของชีวมวลเหลือทิ้ง โดยนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนต่อไป

2. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา 2 ขั้นตอนคือ การอัดแท่งเชื้อเพลิง และขั้นตอนการวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิง ของการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 การอัดแท่งเชื้อเพลิง

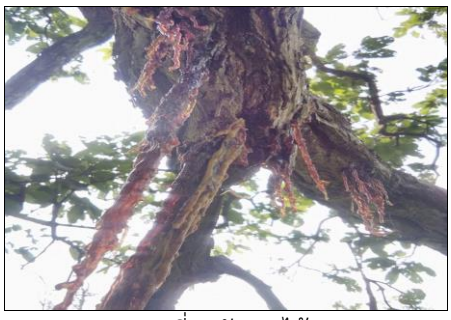
การอัดแท่งเชื้อเพลิงในงานวิจัยนี้ใช้วิธีอัดเย็น โดยใช้ชันเป็นตัวประสาน เนื่องจาก ชันเป็นตัวประสานที่มีค่าความร้อนสูง และสามารถยึดเกาะวัสดุให้เป็นเนื้อเดียวและเพิ่มสมบัติทางกายภาพได้ดี [3-4] ขั้นตอนการอัดเม็ดเชื้อเพลิงเป็นดังต่อไปนี้

2.1.1 การเตรียมวัสดุ นำเศษไม้ไผ่ และใบอ้อย ดังรูปที่ 1, 2 นำมาสับให้เป็นชิ้นหยาบก่อนแล้วนำไปปั่นให้ละเอียด จากนั้นนำเศษไม้ไผ่และใบอ้อยที่ผ่านการบดละเอียดแล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และเก็บเศษไม้ไผ่และใบอ้อยบรรจุใส่ถุง โดยไม่ให้โดนน้ำหรือความชื้น

รูปที่ 1 เศษไม้ไผ่

รูปที่ 2 ใบอ้อย

2.1.2 เตรียมตัวประสานชัน ดังรูป 3 โดยเตรียมชันในอัตราส่วน 80 มิลลิลิตรในแต่ละชุดการทดลอง



รูปที่ 3 ชันยางไม้

2.1.3 นำเศษไม้ไผ่และใบอ้อยผสมชันที่เตรียมไว้มาทำการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดแบบมือ ดังรูปที่ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร แล้วนำเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้มาบรรจุเก็บไว้ในที่แห้ง

รูปที่ 4 เครื่องอัดเม็ดแบบมือ

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของเม็ดเชื้อเพลิง

การขึ้นรูป ชีวมวลสามารถขึ้นเป็นเม็ดได้หลังจากการอัดเม็ดแล้ว

การคงรูป เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดสามารถคงรูปเป็นเม็ดได้ไม่แตกหักหลังจากที่ตากแห้งแล้ว

ค่าความร้อน นำเม็ดเชื้อเพลิงที่ได้ไปหาค่าความร้อนโดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอรี่มิเตอร์ รุ่น 5000 PKG ดัชนีการแตกร่วน นำเชื้อเพลิงอัดเม็ดใส่ถุงพลาสติก 50 กรัม ปล่อยจากที่สูง 1.80 เมตร ลงสู่พื้นซีเมนต์ในแนวดิ่งซ้ำๆ กัน 3 ครั้ง นำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร นำส่วนของเม็ดเชื้อเพลิงที่เหลือจากการร่อนไปชั่งน้ำหนัก และบันทึกผลจากนั้นนำไปหาดัชนีการแตกร่วนดังสมการที่ 1 [5]

$$R = W_f / W_i \quad \text{..... (1)}$$

เมื่อ R คือ ดัชนีการแตกร่วน
W_f คือ น้ำหนักแท่งเชื้อเพลิงเหลือหลังทดสอบ (g)
W_i คือ น้ำหนักแท่งเชื้อเพลิงก่อนการทดสอบ (g)

ปริมาณฝุ่นผง ชั่งน้ำหนักของภาชนะรองรับ และบันทึกค่าน้ำหนักของตะแกรงร่อน (BW) นำตัวอย่างใส่บนตะแกรงร่อนที่มีขนาดรูตะแกรง 3 มิลลิเมตร แล้วชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกผล (IW) ร่อนตัวอย่างแท่งเชื้อเพลิงด้วยตะแกรงร่อนในลักษณะส่ายไปทางซ้าย และขวาจำนวน 10 ครั้ง นำตะแกรงร่อน และตัวอย่างเชื้อเพลิงออก แล้วนำภาชนะรองรับเศษผงไปชั่ง และบันทึกผล (CFW) ชั่งน้ำหนักภาชนะรองรับ และบันทึกผล (CW) จากนั้นนำไปหาค่าร้อยละของเศษผง ดังสมการที่ 2 [5]

$$\text{ร้อยละของเศษผง} = ((CFW-CW) / (IW-BW)) \times 100 \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ BW คือ น้ำหนักของตะแกรงร่อน
IW คือ น้ำหนักตัวอย่างเชื้อเพลิงและตะแกรงร่อน
CFW คือ น้ำหนักของภาชนะรองรับและเศษผง
CW คือ น้ำหนักภาชนะรองรับ

ปริมาณความชื้น นำถ้วยกระเบื้องอบ 30 นาที อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น 20 นาที นำไปชั่งน้ำหนัก ใส่ตัวอย่างเชื้อเพลิง 1 กรัม อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น 20 นาที นำไปชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ จากนั้นนำไปหาปริมาณความชื้น ดังสมการที่ 3 [5]

$$M_d = ((W_{wet} - W_{dry}) / W_{dry}) \times 100 \quad \text{..... (3)}$$

เมื่อ M_d คือ ความชื้นตามมาตรฐานแห้ง (%)
W_{wet} คือ น้ำหนักชีวมวลเปียก (g)
W_{dry} คือ น้ำหนักชีวมวลแห้ง (g)

ปริมาณเถ้า นำถ้วยกระเบื้องอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น 20 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัม นำไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิ 580 - 600 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องชั่งน้ำหนักถ้วยรวมตัวอย่างหลัง จากนั้นนำไปหาปริมาณเถ้าดังสมการที่ 4 [5]

$$A = ((W_2 - W_1) / W) \times 100 \quad \text{..... (4)}$$

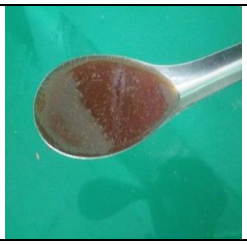
เมื่อ A คือ ปริมาณขี้เถ้า (%)
W_1 คือ น้ำหนักภาชนะก่อนเผา (g)
W_2 คือ น้ำหนักภาชนะรวมน้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (g)
W คือ น้ำหนักของตัวอย่างก่อนเผา (g)

3. ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย ซึ่งมี 5 ชุดการทดลอง คือ T1, T2, T3, T4, และ T5 โดยทำการศึกษาดังนี้

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป สี กลิ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบ

คุณสมบัติทางกายภาพ	วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย		
	เศษไม้ไผ่	ใบอ้อย	ชัน
ลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบ			
ลักษณะทั่วไป	มีลักษณะเป็นผงละเอียด	มีลักษณะเป็นผงละเอียด	มีลักษณะเหลวเหนียวคล้ายกับกาว
สี	สีเหลือง	สีเหลืองขาว	สีน้ำตาล
กลิ่น	มีกลิ่นเฉพาะเป็นกลิ่นไม้ไผ่	มีกลิ่นเฉพาะเป็นกลิ่นอ้อย	มีกลิ่นเฉพาะเป็นกลิ่นยางไม้

จากตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบพบว่าคุณสมบัติของวัตถุดิบมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด เนื่องจากวัตถุดิบมีลักษณะเป็นผงสามารถจับตัวกันกับตัวประสานได้ และอัดขึ้นรูปเป็นเม็ดได้ โดยใช้วัตถุดิบ 100 กรัม ผลมกับตัวประสานที่ใช้ คือ ชัน 80 มิลลิลิตร ทำการทดสอบโดยนำมาผสมกับวัตถุดิบแล้วทำการอัดเม็ด จากผลการทดลองหาความเหมาะสมของตัวประสาน พบว่าตัวประสานที่ 80 มิลลิลิตร เมื่อนำมาอัดเม็ดแล้วมีการจับตัวกันได้

3.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกลของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด ได้แก่ การขึ้นรูป การคงรูป ดัชนีการแตกร่วน และปริมาณฝุ่นผง พบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อยมีความสามารถในการขึ้นรูปและคงรูปได้ทุกอัตราส่วน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนเศษไม้ไผ่:ใบอ้อย	คุณภาพเชื้อเพลิง		
		ความสามารถในการขึ้นรูป	ความสามารถในการคงรูป	ลักษณะของเม็ดเชื้อเพลิง
T_1	100:0	สามารถขึ้นรูปได้	สามารถคงรูปได้	
T_2	75:25	สามารถขึ้นรูปได้	สามารถคงรูปได้	
T_3	50:50	สามารถขึ้นรูปได้	สามารถคงรูปได้	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนเศษไม้ไผ่:ใบอ้อย	คุณภาพเชื้อเพลิง		
		ความสามารถในการขึ้นรูป	ความสามารถในการคงรูป	ลักษณะของเม็ดเชื้อเพลิง
T_4	25:75	สามารถขึ้นรูปได้	สามารถคงรูปได้	
T_5	0:100	สามารถขึ้นรูปได้	สามารถคงรูปได้	

ผลการทดลองหาค่าดัชนีการแตกร่วน พบว่าค่าดัชนีการแตกร่วนของ 100:0 (T1) มีค่าดัชนีการแตกร่วนเท่ากับ 0.98 เป็นค่าดัชนีการแตกร่วนที่เหมาะสมที่สุด รองลงมา 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) และ 0:100 (T5) มีค่าดัชนีการแตกร่วนเท่ากับ 0.95, 0.95, 0.95 และ 0.94 ตามลำดับ และ (T1) มีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 1.3468 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงดัชนีการแตกร่วนของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนเศษไม้ไผ่ : ใบอ้อย	คุณสมบัติทางกล		มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
		ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ดัชนีการแตกร่วน	
T_1	100:0	1.3468	0.98	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_2	75:25	1.2314	0.95	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_3	50:50	1.2314	0.95	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_4	25:75	1.2314	0.95	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_5	0:100	1.0774	0.94	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

ผลการทดลองหาปริมาณฝุ่นผง พบว่าปริมาณฝุ่นผงของ (100:0) (T1) มีค่าปริมาณฝุ่นผงเท่ากับ 0.0942 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณฝุ่นผงที่เหมาะสมที่สุด รองลงมา คือ 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) และ 0:100 (T5) มีปริมาณฝุ่นผงเท่ากับ 0.1415, 0.1415, 0.1415 และ 0.1878 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าร้อยละของเศษผงของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเป็นไปตามมาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดของสหรัฐอเมริกา ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณฝุ่นผงของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนเศษไม้ไผ่ : ใบอ้อย	ปริมาณฝุ่นผง (ร้อยละ)	มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_1	100:0	0.0942	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_2	75:25	0.1415	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน เศษไม้ไผ่ : ใบอ้อย	ปริมาณฝุ่นผง (ร้อยละ)	มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_3	50:50	0.1415	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_4	25:75	0.1415	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_5	0:100	0.1878	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

ผลการทดลองหาปริมาณความชื้น พบว่าปริมาณความชื้นของชุดการทดลอง 0:100 (T5) กรัม มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 0.4390 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลอง 50:50 (T3), 100:0 (T1), 75:25 (T2) และ 25:75 (T4) กรัม มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 0.5478, 0.5784, 0.6598 และ 0.6735 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ด เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมของสหรัฐอเมริกา ASTM E 871-72 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน เศษไม้ไผ่ : ใบอ้อย	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
T_1	100:0	0.5784
T_2	75:25	0.6598
T_3	50:50	0.5478
T_4	25:75	0.6735
T_5	0:100	0.4390

ผลการทดลองหาค่าความร้อน พบว่า ชุดการทดลอง 0:100 (T5) มีค่าความร้อนสูงที่สุด 7,190 แคลอรี่ต่อกรัม รองลงมา คือ ชุดการทดลอง 50:50 (T3), 100:0 (T1), 75:25 (T2) และ 25:75 (T4) มีค่าความร้อนเท่ากับ 6,980, 6,959, 6,792 และ 6,734 แคลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมของสหรัฐอเมริกา ASTM E 711 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

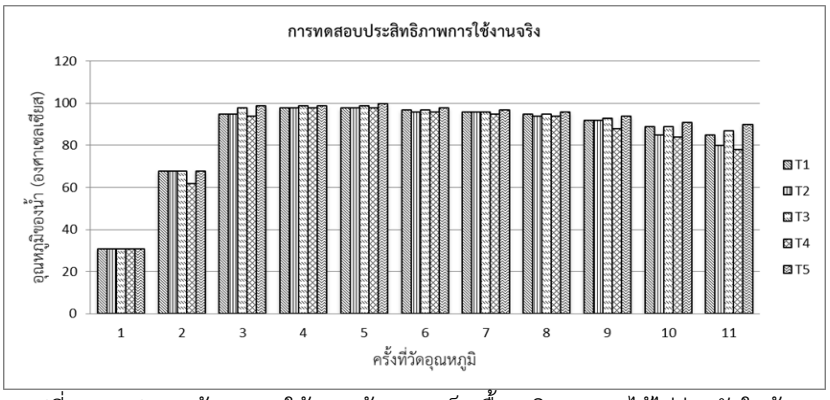
ชุดการทดลอง	อัตราส่วน เศษไม้ไผ่ : ใบอ้อย	ค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)	มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_1	100:0	6,959	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_2	75:25	6,792	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_3	50:50	6,980	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_4	25:75	6,734	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด
T_5	0:100	7,190	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

ผลการทดลองหาปริมาณเถ้า พบว่าปริมาณเถ้าของชุดการทดลอง 0:100 (T5) มีค่าปริมาณเถ้าร้อยละ 0.40 ซึ่งมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลอง 50:50 (T3), 100:0 (T1), 75:25 (T2) และ 25:75 (T4) มีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.80, 0.92, 1.06 และ 1.24 ตามลำดับ ค่าปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดเม็ด เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ASTM D 1102 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน เศษไม้ไผ่ : ใบอ้อย	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)
T_1	100:0	0.92
T_2	75:25	1.06
T_3	50:50	0.80
T_4	25:75	1.24
T_5	0:100	0.40

ผลการให้ความร้อนของเม็ดเชื้อเพลิงจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย พบว่าการให้ความร้อนของเม็ดเชื้อเพลิงของชุดการทดลอง 0:100 (T5) มีระดับอุณหภูมิของน้ำสูงสุดที่ 100 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองรองลงมา คือ ชุดการทดลอง 50:50 (T3), 0:100 (T1), 75:25 (T2) และ 25:75 (T4) มีระดับอุณหภูมิของน้ำที่ 99, 99, 98 และ 98 องศาเซลเซียส มีระดับอุณหภูมิของน้ำต่ำที่สุด ตามลำดับ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กราฟแสดงข้อมูลการให้ความร้อนของเม็ดเชื้อเพลิงจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย

4. วิจารณ์และสรุปผล

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย ซึ่งมี 5 ชุดการทดลอง คือ T1, T2, T3, T4 และ T5 ในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 กรัม ใช้ชันเป็นตัวประสาน 80 มิลลิลิตร พบว่าทุกอัตราส่วนมีคุณสมบัติสามารถขึ้นรูปได้และคงรูปได้ หลังจากการอบแห้งแล้ว จากการทดลองคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย พบว่าดัชนีการแตกร่วนในชุดการทดลองที่ 100:0 (T1) มีดัชนีการแตกร่วนเท่ากับ 0.98 ซึ่งดัชนีการแตกร่วนอยู่ระหว่าง 0.5-1 [6] ปริมาณฝุ่นผงในชุดการทดลองที่ 100:0 (T1) มีปริมาณฝุ่นผงเท่ากับ 0.0942 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานง่ายต่อการเก็บรักษาและขนส่ง ปริมาณความชื้นของชุดการทดลองที่ 0:100 (T5) มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.4390 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีปริมาณความชื้นน้อยมีประสิทธิภาพในการจุดติดไฟง่าย ค่าความร้อนในชุดการทดลองที่ 0:100 (T5) มีค่าความร้อนเท่ากับ 7,190

แคลอรี่ต่อกรัม ดังนั้น มีประสิทธิภาพของการเผาไหม้ และเหมาะสมที่จะมาใช้ในครัวเรือน ปริมาณเถ้าในชุดการการทดลองที่ 0:100 (T5) มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดกำหนดไว้ว่าปริมาณเถ้าต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนัก นอกจากนี้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษไม้ไผ่ร่วมกับใบอ้อย สามารถนำไปใช้เป็นเม็ดเชื้อเพลิงได้ และยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชน หรือ ชาวไร่ที่ปลูกอ้อยจากกระบวนการกำจัดของเหลือใช้ รวมทั้งยังเป็นอีกทางเลือกที่อาจจะช่วยลดการนำเข้าของพลังงาน

5. บรรณานุกรม

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2560). *พลังงาน*. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา www.dede.go.th, เข้าดูเมื่อ 5/08/2560.

[2] ภูมิปัญญาไทย. (2560). จักสานไม้ไผ่. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา www.Otoptoday.com, เข้าดูเมื่อ 5/08/2560.

[3] งานศึกษาและพัฒนาป่าไม้. (2559). ขี้ซี. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา www.royal.rid.go.th, เข้าดูเมื่อ 9/08/2560.

[4] กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา www.forest.go.th. ไม้ยางนา (Dipterocarpus alatus Roxb. Ex G.Don), เข้าดูเมื่อ 9/08/2560.

[5] สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2555). รายงาน โครงการศึกษากำหนดมาตรฐานของ Biomass pellet เพื่อพัฒนาเป็นเชื้อเชิงสำหรับอนาคต, หน้า 18 – 25.

[6] นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล. (2559). ลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่างกันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักตบชวา. *วารสาร Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University สาขา สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 เดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม 2559, หน้า 86 - 100.