

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน บ้านห้วยยูง จังหวัดกระบี่

เตือนใจ ปิยัง^{1*} อเนก สาระอินทร์¹ และ นฤฤทธิ์ กล่อมพงษ์²

¹สาขาสีงแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

²สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

*ผู้เขียนหลัก อีเมลล์: tuanjai2527@gmail.com



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตแท่งเชื้อเพลิงในอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของต้นปาล์มน้ำมันและทางใบปาล์มน้ำมันโดยใช้การแป่งเปียกเป็นตัวประสาน ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน สำหรับเกษตรกรบ้านห้วยยูง ตำบลห้วยยูง อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ ศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิง 2 ประเภท คือ แท่งเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่ง โดยทดลองที่อัตราส่วนของต้นปาล์มน้ำมันต่อทางใบปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วน ดังนี้ 5:0 4:1 3:2 2:3 1:4 และ 0:5 โดยน้ำหนัก จากนั้นวิเคราะห์สมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ได้แก่ สมบัติทางกายภาพ คือ ความหนาแน่น และสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย

และการต้มน้ำเดือด ผลวิจัยพบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับแท่งเชื้อเพลิงเขียว คือ ต้นปาล์มน้ำมันต่อทางใบปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วน 4:1 โดยน้ำหนัก ความหนาแน่น 1.27 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหยของแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีค่าร้อยละ 11.80 ± 0.92 6.53 ± 0.31 และ 92.60 ± 0.20 ตามลำดับ ขณะที่การต้มน้ำเดือดอยู่ที่ 80.33 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับถ่านอัดแท่ง คือ ต้นปาล์มน้ำมันต่อทางใบปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วน 0:5 โดยน้ำหนัก ความหนาแน่น 2.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งมีค่าร้อยละ 7.53 ± 2.19 20.13 ± 2.83 และ 79.87 ± 2.12 ตามลำดับ ขณะที่การต้มน้ำเดือดอยู่ที่ 77.33 องศาเซลเซียส ดังนั้นเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้จึงเหมาะสำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในครัวเรือน ชุมชน และมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ทดแทนเชื้อเพลิงจากฟืน และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

คำสำคัญ: จังหวัดกระบี่ บ้านห้วยยูง เชื้อเพลิงอัดแท่ง ต้นปาล์มน้ำมัน ทางใบปาล์มน้ำมัน

Production of Fuel Briquette from By-product in Oil Palm Plantation at Ban Huai Yung, Krabi Province

Tuanjai Piyang^{1,*}, Aneak Sawain¹ and Narit Klompong²

¹Department of Environmental, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao District, Trang Province, Thailand 92150

²Department of Physical Sciences, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao District, Trang Province, Thailand 92150

*Corresponding author's E-mail: tuanjai2527@gmail.com



Abstract

The objective of this study is to produce an optimum mixture of oil palm trunk and oil palm fronds fuel briquettes by using starch paste as a binder to be used by ethnic farmers at Ban Huai Yung, Huai Yung sub-district Nueakhlung district, Krabi province. The two types of briquettes studied are green fuel and charcoal briquettes. The ratios of oil palm trunk to oil palm fronds are 5:0, 4:1 3:2, 2:3, 1:4 and 0:5 (by weight). An analysis on physical properties of fuel briquettes includes density and

chemical properties such as moisture content, ash, volatile matter and boiling capacity. The results show the green fuel production with an optimum ratio of oil palm trunk to oil palm fronds at 4:1 (by weight). The density is 1.27 g/cm³. The moisture content, ash and volatile matter are 11.80 ± 0.92%, 6.53 ± 0.31% and 92.60 ± 0.20%, respectively. The boiling capacity is 80.33 °C. The optimum ratio for charcoal briquettes is 0 oil palm trunk to 5 oil palm fronds (by weight). The density is 2.31 g/cm³. The moisture content, ash and volatile matter are 7.53 ± 2.19%, 20.13 ± 2.83% and 79.87 ± 2.12%, respectively. The boiling capacity is 77.33 °C. It is concluded that briquette fuels are suitable for household and the community as they potentially replace firewood and reduce environmental problems.

Keywords: Krabi province, Ban Huai Yung, Briquette fuel, Oil palm trunk, Oil palm fronds

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (Oil palm) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยและเป็นพืชน้ำมันที่มีแนวโน้มการขยายตัวอย่างต่อเนื่องจากการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันของภาครัฐทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันไปในทุกภูมิภาคของประเทศไทย สำหรับการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เกษตรกรตัดทางใบปาล์มน้ำมันทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มสด ทุกๆ 15-18 วัน อย่างน้อย 2 ทางใบต่อต้น ทำให้จำนวนทางใบปาล์มที่ต้องตัดทิ้งจากสวนปาล์มมีจำนวนมาก (ปิ่น จันจุฬา, 2558) ดังนั้นจึงควรนำเทคโนโลยีมาแก้ปัญหาวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมันเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอีกแหล่งหนึ่ง

เนื่องจากเกษตรกรสวนปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นเกษตรกรรายย่อย ดังนั้นเมื่อราคาปาล์มน้ำมันผันผวน ย่อมส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอย่างมาก เกษตรกรมีต้นทุนโดยเฉลี่ยในการผลิตปาล์มน้ำมันประมาณ 2.18 บาทต่อกิโลกรัม แต่ราคาปาล์มน้ำมันสดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.39-4.38 บาทต่อกิโลกรัม จึงเห็นได้ว่าเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีความเสี่ยงต่อรายได้เป็นอย่างมาก หากมีรายได้จากผลผลิตปาล์มน้ำมันสดแต่เพียงอย่างเดียว หากมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนาและถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างเหมาะสม ก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มรายได้และลดรายจ่ายครัวเรือนให้แก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก

เมื่อพิจารณาสวนปาล์มน้ำมันพบว่า มีวัสดุเศษเหลือคือทางใบปาล์มน้ำมันที่กองอยู่ในสวนของเกษตรกรปาล์มน้ำมันและต้นปาล์มที่ใกล้หมดอายุ ซึ่งอาจจะถูกโค่นทิ้งเมื่ออายุครบ 25 ปี หรือใช้สารเคมีฉีดที่โคนต้นเพื่อทำลายต้นปาล์มน้ำมัน โดยไม่ได้นำต้นปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ จากการประเมินพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันรวม 7 ล้านไร่ แต่ละปีจะมีทะเลลายปาล์มเปล่าและทางใบปาล์มน้ำมันประมาณ 10 ล้านตัน รวมทั้งต้นปาล์มที่หมดอายุที่ต้องหม่นเวียนตัดปีละ 2.8 แสนไร่ ทำให้มีชีวมวลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพิ่มอีกปีละประมาณ 22 ล้านตัน ซึ่งเพียงพอที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 1,500 เมกะวัตต์ (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2554)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำวัสดุเศษเหลือจากท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์โดยนำทางใบปาล์มน้ำมันและต้นปาล์มที่หมดอายุมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยผลิตเป็นเชื้อเพลิง 2 ประเภท คือ แท่งเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่ง โดยที่แท่งเชื้อเพลิงเขียวเป็นการนำชีวมวลหรือของเสียมาอัดแท่งแล้วนำไปใช้งานโดยตรงไม่ต้องมีขั้นตอนการเผา (วัฒนาเสถียรสวัสดิ์, 2529) และถ่านอัดแท่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม นำวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ในชุมชน ผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง เพื่อนำมาใช้แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและเป็นแหล่งพลังงานทางเลือก

ขอบเขตการวิจัย

1) บริบทของพื้นที่และเกษตรกร

พื้นที่วิจัยคือ หมู่ที่ 3 ตำบลห้วยยาง อำเภอนือคลอง จังหวัดกระบี่ และประธานกลุ่มหมู่บ้านคนเอถ่าน (สัมภาษณ์ 10 มกราคม 2561) กล่าวว่า ประชากรส่วนใหญ่ของชุมชนเป็นเกษตรกรประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำสวนยางพารา ทำสวนปาล์มน้ำมัน และปลูกผัก รายได้ส่วนใหญ่มาจากการเกษตร ซึ่งเกษตรกรในหมู่บ้านมีรายได้ไม่แน่นอน เนื่องจากพืชผลทางการเกษตรต้องพึ่งพาธรรมชาติ ถ้าปีใดฝนตกน้อย ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอหรือฝนตกมากเกินไปจนเกิดน้ำท่วม ก็จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย ส่งผลให้รายได้ลดลงหรือสูญเสียรายได้ นอกจากนี้หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรแล้วเกษตรกรจะว่างงานทำให้ขาดความต่อเนื่องของรายได้ เมื่อพิจารณาข้อมูลพื้นฐานประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่วิจัยพบว่า เกษตรกรประกอบอาชีพทำสวนปาล์มน้ำมันและยางพารา และพบว่าการทำสวนปาล์มน้ำมันมีวัสดุเศษเหลือจำนวนมาก สามารถนำมาใช้ประโยชน์หรือแปรรูปให้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ จึงมีการรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งเป็นกลุ่มหมู่บ้านคนเอถ่าน ซึ่งในช่วงแรกกลุ่มได้นำวัสดุเศษเหลือที่ไม่ใช้แล้ว เช่น กะลามะพร้าว ทางใบปาล์มน้ำมัน และไม้ไผ่ โดยนำมาเผาถ่านเพื่อนำไปใช้ในครัวเรือน จากการลงพื้นที่พูดคุยกับกลุ่มหมู่บ้านคนเอถ่านพบว่า กลุ่มต้องการให้มีการส่งเสริมให้ชุมชนมีการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มหมู่บ้านคนเอถ่าน รวมทั้งเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการตัดสินใจให้มีการผลิตถ่านอัดแท่งใช้เองภายในครัวเรือนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง หรือจำหน่ายเพื่อเป็นรายได้เสริมแก่ชุมชน และให้มีศักยภาพในการผลิตต่อไป

2) วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน
- 2.2) เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน
- 2.3) เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรหมู่ที่ 3 ตำบลห้วยยาง อำเภอนือคลอง จังหวัดกระบี่ เน้นการศึกษาที่มีการปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งทำการศึกษา

เชื้อเพลิงอัดแท่ง 2 ประเภท คือ แท่งเชื้อเพลิงเขียว และถ่านอัดแท่ง โดยใช้การแบ่งเปียกเป็นตัวอย่าง

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์ม น้ำมัน มีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การดำเนินการวิจัยร่วมกับชุมชน และการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

1) การดำเนินการวิจัยร่วมกับชุมชน

1.1) พื้นที่เป้าหมาย

ผู้วิจัยลงพื้นที่เพื่อเตรียมการดำเนินการโครงการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน ณ หมู่บ้านคนเอถ่าน หมู่ที่ 3 ตำบลห้วยยูง อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ ดังแสดงในภาพที่ 1

2) การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิจัย

2.1) การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบ

การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ วัตถุดิบสำหรับผลิตถ่านอัดแท่ง และวัตถุดิบสำหรับผลิตแท่งเชื้อเพลิงเขียว สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยคือ ลำต้นปาล์มน้ำมัน โดยตัดให้มีความยาว 7-8 เซนติเมตร และผ่าแบ่งตามแนวยาวของลำต้น (ภาพที่ 2) และทางใบปาล์มน้ำมัน โดยนำทางใบปาล์มน้ำมันสดที่เตรียมไว้นำมาตัดให้มีความยาว 7 เซนติเมตร (ภาพที่ 3)

2.1.1) การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบสำหรับผลิตแท่งเชื้อเพลิงเขียว มีขั้นตอนดังนี้

(1) นำตัวอย่างวัตถุดิบที่เตรียมไว้มาบดโดยใช้เครื่องบดแบบหยาบ

(2) นำตัวอย่างวัตถุดิบที่ผ่านเครื่องบดหยาบเข้าเครื่องบดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 0.50 มิลลิเมตร

2.1.2) การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบสำหรับผลิตถ่านอัดแท่ง มีขั้นตอนดังนี้

(1) การเตรียมเตาเผาถ่านขนาดถึง 200 ลิตร แบบนอน (ภาพที่ 4) ซึ่งเตาประเภทนี้ อาศัยความร้อนไล่ความชื้นในวัตถุดิบที่อยู่ในเตาทำให้กลายเป็นถ่าน เรียกว่า กระบวนการคาร์บอนเซชัน

(2) จัดวางเตาให้ได้ระดับ ไม่ให้เตาลาดเอียง นำวัตถุดิบที่ตัดไว้แล้วมาจัดวางในเตาเผาให้เต็ม เมื่อจัดวางวัตถุดิบเข้าเตาเรียบร้อยแล้วให้ทำการปิดฝาเตาเริ่มทำการจุดไฟเตาบริเวณหน้าเตาที่ช่องเชื้อเพลิง โดยจุดไฟบริเวณปากช่องเชื้อเพลิงและเติมฟืนเรื่อยๆ ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความชื้นของวัตถุดิบที่นำมาเผา

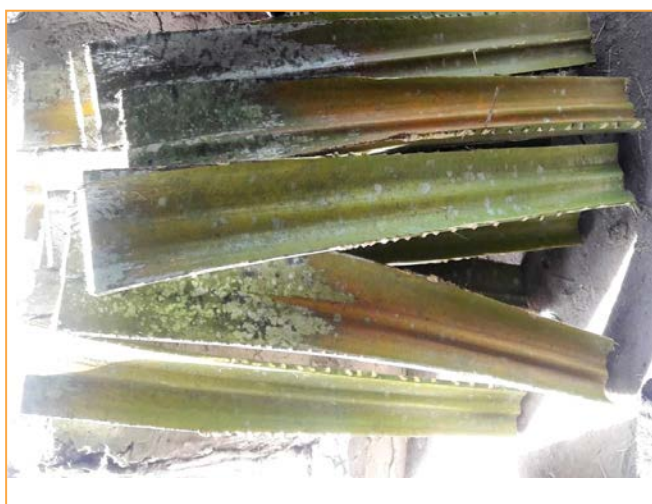
(3) สังเกตควันที่ปล่องควันและท่อ แรงไฟขณะทำการไล่ความชื้น ควันที่ออกมาจะมีสีขาว ควันจะมีกลิ่นเหม็น



ภาพที่ 1 การลงพื้นที่สำรวจเพื่อเตรียมวิจัย



ภาพที่ 2 วิธีการเตรียมลำต้นปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 3 วิธีการเตรียมทางใบปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 4 เตาเผาถ่านขนาดถึง 200 ลิตร แบบนอน

อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 55-66 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ถ้าความชื้น ถูกไล่หมดและวัตถุดิบในเตาเริ่มติดไฟ ประมาณ 15 - 24 ชั่วโมง จะเห็นควันที่ปล่องควันมีลักษณะเป็นสีขาว เมื่อเกิดควันขาวให้หยุด ป้อนเชื้อเพลิง หลังจากหยุดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตา จะต้อง ควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตาปิดหน้าเตาให้เหลือไว้ประมาณ 1 ใน 4

(4) ปิดหน้าเตา รอจนควันกลายเป็นสีฟ้าใส ให้ ทำการปิดท่อนควันได้ ทั้งให้เตาเผาถ่านเย็นตัวลง ประมาณ 4-6 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ค้างคืน ตอนเช้าสามารถเปิดเก็บถ่านได้ หลังจาก นั้นนำถ่านที่ได้จากการเผาไปบดละเอียด ด้วยเครื่องบดละเอียดผ่าน ตะแกรงขนาด 0.50 มิลลิเมตร

2.1.3) การเตรียมตัวประสาน

ตัวประสานที่ใช้คือ กาวแปงเปียก เริ่มด้วยการนำ แปงมันสำปะหลังมาชั่ง โดยใช้แป้งมันสำปะหลัง 100 กรัมต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร นำไปตั้งไฟให้ความร้อนปานกลาง กวนจนมีลักษณะ สีเหนียวข้น

2.2) การออกแบบส่วนผสม

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวน ปาล์มน้ำมันโดยผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง 2 ประเภท คือ แท่งเชื้อเพลิง เชียว เป็นการนำวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมันมาอัดแท่งโดยตรง ไม่ต้องมีขั้นตอนการเผา สำหรับถ่านอัดแท่ง เป็นการนำวัสดุเศษ เหลือในสวนปาล์มน้ำมันมาเผาให้เป็นถ่าน แล้วนำมาอัดให้เป็นแท่ง โดยทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ รายละเอียดดังตารางที่ 1

2.3) การอัดแท่งเชื้อเพลิง

ขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเชียว และถ่านอัดแท่ง โดย ใช้เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย นำอัตราส่วนที่เตรียมไว้ไปอัดแท่ง เป็นแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางรูกลวงขนาด 1 เซนติเมตร และตัด แท่งเชื้อเพลิงให้มีความยาวประมาณ 8 - 9 เซนติเมตร นำเชื้อเพลิง อัดแท่งที่ได้ไปผึ่งแดดเพื่อเป็นการลดความชื้น

2.4) การวิเคราะห์คุณสมบัติทั่วไปของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

2.4.1) สมบัติทางกายภาพ วิเคราะห์ค่าความหนาแน่น โดยชั่งน้ำหนักและหาปริมาตรของแท่งเชื้อเพลิง หน่วยของค่าความ หนาแน่นคือ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2.4.2) สมบัติทางเคมี วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมี (Proximately analysis) ได้แก่ ความชื้น (ASTM, 2011a) ปริมาณเถ้า (ASTM, 2011b) ปริมาณสารระเหย (ASTM, 2011c)

2.4.3) การทดสอบสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงด้วยการต้ม น้ำเดือดตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ คือตัวอย่าง 250 กรัม และใช้น้ำ 1,000 กรัม โดยการทดลองควบคุมการใช้เตาอังไฟเตาเดียวกัน และ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนแท่งเชื้อเพลิงเขียว (โดยน้ำหนัก)			อัตราส่วนถ่านอัดแท่ง (โดยน้ำหนัก)		
	ต้นปาล์มน้ำมัน	ทางใบปาล์มน้ำมัน	กากแบ่งเปียก	ต้นปาล์มน้ำมัน	ทางใบปาล์มน้ำมัน	กากแบ่งเปียก
1	5	0	2	5	0	0.33
2	4	1	2	4	1	0.33
3	3	2	2	3	2	0.33
4	2	3	2	2	3	0.33
5	1	4	2	1	4	0.33
6	0	5	2	0	5	0.33

หม้อที่ใช้ต้มน้ำใบเดิมทุกครั้งที่ทำการทดลอง ขนาดหม้อที่ใช้ต้มน้ำพอดีกับขนาดของปากเตา ซึ่งในการทดลองนี้ใช้หม้ออลูมิเนียมเบอร์ 22

ผลวิจัยและอภิปรายผล

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน คือ ต้นปาล์มน้ำมัน และทางใบปาล์มน้ำมันเพื่อผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่ง ทำการศึกษา 6 ชุดการทดลอง มีผลวิจัยคุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิง ดังนี้

1) สมบัติทางกายภาพ

1.1) ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ความหนาแน่นเฉลี่ยของแท่งเชื้อเพลิงเขียว พบว่าชุดการทดลองที่ 4 มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด 1.37 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความหนาแน่นเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งพบว่าชุดการทดลองที่ 6 มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด คือ 2.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 พบว่า แท่งเชื้อเพลิงเขียวมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1.26 – 1.37 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง สำหรับถ่านอัดแท่งมีค่าความหนาแน่นมากกว่าแท่งเชื้อเพลิงเขียว ซึ่งอยู่ในช่วง 1.93 – 2.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงส่งผลต่อระยะเวลาในการเผาไหม้ และค่าความร้อน ดังนั้นถ่านอัดแท่งจึงให้ความร้อนมากกว่าแท่งเชื้อเพลิงเขียว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาพรนางแย้ม และคณะ (2560) พบว่าเมื่อค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระยะเวลาในการเผาไหม้ และค่าความร้อนเพิ่มขึ้น

2) สมบัติทางเคมี

2.1) ความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นเชื้อเพลิงโดยอ้างอิงวิธีการจาก ภาณุวัฒน์ ไถ่บ้านกวย (มปป.) หาค่าความชื้น

ของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีคุณสมบัติเหมาะสม พบว่า แท่งเชื้อเพลิงเขียวชุดการทดลองที่ 1 มีค่าความชื้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ ร้อยละ 12.93±2.53 สำหรับถ่านอัดแท่ง ชุดการทดลองที่ 6 มีค่าความชื้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ ร้อยละ 7.53±2.19 ดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 ปริมาณความชื้นของแท่งเชื้อเพลิงเขียว พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 2 มีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 12.93±2.53 และ 11.80±0.92 ซึ่งเกิน

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ชุดการทดลอง	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	
	แท่งเชื้อเพลิงเขียว	ถ่านอัดแท่ง
1	1.30	2.08
2	1.27	1.93
3	1.26	2.00
4	1.37	2.04
5	1.29	2.09
6	1.35	2.31

ตารางที่ 3 ความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ชุดการทดลอง	ความชื้น (ร้อยละ)	
	แท่งเชื้อเพลิงเขียว	ถ่านอัดแท่ง
1	12.93±2.53	5.93±0.23
2	11.80±0.92	5.80±1.22
3	6.27±0.12	7.47±2.27
4	7.80±0.72	4.87±1.14
5	5.33±0.31	6.07±4.43
6	4.60±0.92	7.53±2.19

หมายเหตุ: มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ไม่เกินร้อยละ 8 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ไม่เกินร้อยละ 8 เมื่อพิจารณาจากวัตถุประสงค์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราส่วนผสมของต้นปาล์มน้ำมันในปริมาณมากส่งผลให้มีค่าความชื้นสูง เนื่องจากต้นปาล์มน้ำมันมีเส้นใยที่แข็งแรงปริมาณของน้ำคงเหลือในแท่งเชื้อเพลิงจึงมีมากกว่าทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกุล (2556) การผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในแต่ละพื้นที่ส่งผลต่อความชื้น การจับตัวกันของเนื้อวัสดุเศษเหลือใช้ที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อความชื้นของแท่งเชื้อเพลิงเขียว สำหรับชุดการทดลองที่ 3 - 6 มีค่าความชื้นเป็นไปตามเกณฑ์เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ไม่เกินร้อยละ 8.00 เช่นเดียวกับถ่านอัดแท่งทุกชุดการทดลองมีค่าความชื้นผ่านเกณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) กำหนดไม่เกินร้อยละ 8.00 อยู่ในเกณฑ์มีสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงที่ดี

2.2) ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ปริมาณเถ้าของแท่งเชื้อเพลิงเขียว พบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีปริมาณเถ้ามากที่สุด เท่ากับ 7.40 ± 0.72 สำหรับถ่านอัดแท่งชุดการทดลองที่ 5 มีปริมาณเถ้าที่น้อยที่สุด เท่ากับ 19.33 ± 1.81 ดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่าแท่งเชื้อเพลิงเขียวทุกชุดการทดลองมีปริมาณเถ้าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ซึ่งกำหนดไม่เกินร้อยละ 8.00 แสดงให้เห็นว่าแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีสมบัติด้านเชื้อเพลิงที่ดี สอดคล้องกับการศึกษาของ ธนาพล ตันติสัตยกุล และคณะ (2558) พบว่าปริมาณเถ้าของแท่งเชื้อเพลิงจากทางมะพร้าว มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.30 และสอดคล้องกับการศึกษาของ พิชญ์ชาภัทร สิทธิชัย และ สันติ เกื้อแก้ว (2560) ทำการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจาก ทางจาก : กะลามะพร้าว ในอัตราส่วน 100:0.5 5:45 และ 50:50 พบว่ามีปริมาณเถ้าร้อยละ 5.57 5.41 และ 4.68 สำหรับถ่านอัดแท่งพบว่ามีปริมาณเถ้าเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)

2.3) ปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

แท่งเชื้อเพลิงเขียวมีปริมาณสารระเหยที่มีค่าใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง ซึ่งมีปริมาณสารระเหยอยู่ในช่วงร้อยละ 92.07 ± 0.31 - 94.67 ± 0.12 โดยชุดการทดลองที่ 6 มีค่าปริมาณสารระเหยมากที่สุด คือ ร้อยละ 94.67 ± 0.12 สำหรับถ่านอัดแท่งมีปริมาณสารระเหยอยู่ในช่วงร้อยละ 79.87 ± 2.12 - 86.93 ± 0.31 โดยชุดการทดลองที่ 5 มีค่าปริมาณสารระเหยมากที่สุด คือ ร้อยละ 86.93 ± 0.31 ดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 พบว่าปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 2 ประเภท คือ แท่งเชื้อเพลิงเขียว และถ่าน

อัดแท่ง มีค่าปริมาณสารระเหยเกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 25.00 ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีปริมาณสารระเหยสูงกว่าถ่านอัดแท่ง เนื่องจากแท่งเชื้อเพลิงเขียวไม่ได้ผ่านกระบวนการคาร์บอนเซชันให้เป็นถ่าน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนาพล ตันติสัตยกุล และคณะ (2558) พบว่า ปริมาณสารระเหยของแท่งเชื้อเพลิงจากทางมะพร้าวมีค่าเท่ากับร้อยละ 76.80 เช่นเดียวกับการศึกษาของ พิชญ์ชาภัทร สิทธิชัย และ สันติ เกื้อแก้ว (2560) ทำการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากทางจาก : กะลามะพร้าว ในอัตราส่วน 100:0 55:45 และ 50:50 พบว่ามีปริมาณสารระเหยร้อยละ 75.02 69.34 และ 74.13 ซึ่งเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)

3) สมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยการต้มน้ำเดือด

สมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยการต้มน้ำเดือดของแท่งเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่งพบว่า แท่งเชื้อเพลิงเขียวชุดการทดลองที่ 2 ในเวลา 10 นาที ให้ความร้อนจากการต้มน้ำ และอุณหภูมิ

ตารางที่ 4 ปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ชุดการทดลอง	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	
	แท่งเชื้อเพลิงเขียว	ถ่านอัดแท่ง
1	7.40 ± 0.72	20.73 ± 1.86
2	6.53 ± 0.31	22.47 ± 1.50
3	6.53 ± 0.46	21.53 ± 3.40
4	5.53 ± 0.12	22.53 ± 2.52
5	5.67 ± 0.76	19.33 ± 1.81
6	5.00 ± 0.20	20.13 ± 2.83

หมายเหตุ: มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ไม่เกินร้อยละ 8 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

ตารางที่ 5 ปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ชุดการทดลอง	ปริมาณสารระเหย (ร้อยละ)	
	แท่งเชื้อเพลิงเขียว	ถ่านอัดแท่ง
1	92.07 ± 0.31	81.40 ± 1.60
2	92.60 ± 0.20	82.07 ± 0.50
3	93.53 ± 0.76	81.60 ± 0.72
4	94.07 ± 0.12	84.27 ± 2.12
5	94.27 ± 0.23	86.93 ± 0.31
6	94.67 ± 0.12	79.87 ± 2.12

หมายเหตุ: มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ไม่เกินร้อยละ 8 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

สูงสุด 80.33 องศาเซลเซียส สำหรับถ่านอัดแท่งชุดการทดลองที่ 3 ในเวลา 10 นาที ให้ความร้อนจากการต้ม น้ำ และอุณหภูมิสูงสุด 71.33 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 พบว่าประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ด้วยการต้ม น้ำเดือดสำหรับแท่งเชื้อเพลิงเขียว ทุกชุดการทดลอง มีแนวโน้มเวลาในการจุดติดไฟสมบูรณ์ อยู่ในช่วง 10.48 – 16.27 นาที และเมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่ให้อุณหภูมิสูงสุดคือ ชุดการทดลองที่ 2 อุณหภูมิเท่ากับ 80.33 องศาเซลเซียส สำหรับ ถ่านอัดแท่ง พบว่าชุดการทดลองที่ 6 ระยะเวลาในการจุดติดไฟ สมบูรณ์มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 11.22 นาที และให้อุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 77.33 องศาเซลเซียส แสดงว่าทางใบปาล์มมีคุณสมบัติเป็น เชื้อเพลิงดีกว่าต้นปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้งานวิจัยของ สุภาพร นางแย้ม และคณะ (2560) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจาก ต้นข้าวโพดและขี้เลื่อยไม้มะขามโดยใช้กากแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน พบว่าถ่านอัดแท่งสูตรที่ 4 เฉพาะขี้เลื่อยไม้มะขามอย่างเดียว มี ระยะเวลาทำให้น้ำเดือด 18.33 นาที และระยะเวลาในการเผาไหม้ 61.33 นาที และการศึกษาของ บัญจรัตน์ ใจลำนันท์ และคณะ (2559) พบว่าแท่งเชื้อเพลิงจากชีวมวลเหลือทิ้งจากกะลาจากแผลและเยื่อหุ้ม เมล็ดจากแผลเมื่อทำการเผาไหม้แท่งเชื้อเพลิง (จำนวน 5 ก้อนต่อมวล 250–260 กรัม) มีระยะเวลาในการจุดติดไฟแท่งเชื้อเพลิง ระยะเวลาทำให้น้ำเดือด และความนานในการติดไฟจนกลายเป็นเถ้า เท่ากับ 2 นาที 10 นาที และ 53 นาที ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อ พิจารณาลักษณะเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 2 ประเภท มีเปลวไฟลักษณะ เป็นสีแดงและไม่พบปัญหาด้านควัน มีลักษณะติดไฟง่าย กลิ่นฉุน มีเถ้าเหลือจากการเผาไหม้จำนวนมาก สีของเถ้าหลังผ่านการเผา ไหม้เป็นสีเทาอ่อนๆ เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านจากท้องตลาดทั่วไป ซึ่งประสิทธิภาพการใช้งานจริงมีอุณหภูมิ 93.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 60 นาที และพบว่าถ่านจากท้องตลาดทั่วไปมีความร้อน มากกว่า ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ของเชื้อเพลิง เช่น ความชื้น

ปริมาณสารระเหย และปริมาณเถ้าซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการ ใช้งานความร้อนของเชื้อเพลิง (นิพนธ์ ต้นโพธิ์บุญกุล และ ธรพร บุศย์น้ำเพชร, 2559)

4) ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งพิจารณาจากชุดการ ทดลองที่มีคุณสมบัติเชื้อเพลิงดีที่สุด พบว่าแท่งเชื้อเพลิงเขียว เป็น ชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนการผลิต 11.03 บาท สำหรับถ่าน อัดแท่ง เป็นชุดการทดลองที่ 6 มีต้นทุนการผลิต 9.90 บาท ซึ่งต้นทุน ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ดังตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน มีราคาต้นทุนการผลิต แท่ง เชื้อเพลิงเขียว 11.03 บาท และ ถ่านอัดแท่ง 9.90 บาท เมื่อพิจารณา ต้นทุนในการผลิตมีค่าใกล้เคียงกับราคาถ่านอัดแท่งในเมืองไทยที่มี ราคาต้นทุนอยู่ที่ 9–15 บาทต่อกิโลกรัม (นิพนธ์ ต้นโพธิ์บุญกุล และ ธรพร บุศย์น้ำเพชร, 2559) โดยชุดการทดลองที่ 2 ของแท่งเชื้อเพลิง เขียวเป็นชุดการทดลองที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิดีที่สุดและ ถ่านอัดแท่งในชุดการทดลองที่ 6 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ดีที่สุด

ผลกระทบและความยั่งยืนของ การเปลี่ยนแปลง

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ ผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน 2 ประเภท คือ แท่งเชื้อเพลิงเขียว และ ถ่านอัดแท่ง ให้กับกลุ่มหมู่บ้าน คนเฝ้าถ่าน บ้านห้วยยูง หมู่ที่ 3 ตำบลห้วยยูง อำเภอนือเคล จังหวัดตรัง (ภาพที่ 5) โดยการอบรมและสาธิตการผลิตเชื้อเพลิง อัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งกลุ่มให้ความสนใจ และได้นำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งร่วมกับวัสดุ

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยการต้ม น้ำเดือด

ชุดการทดลอง	แท่งเชื้อเพลิงเขียว			ถ่านอัดแท่ง		
	ระยะเวลา ในการจุดติดไฟ สมบูรณ์ (นาที)	ผ่านไป 10 นาที	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา ในการจุดติดไฟ สมบูรณ์ (นาที)	ผ่านไป 10 นาที	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)
1	11.26	62.33	62.33	13.00	69.33	71.67
2	11.00	80.33	80.33	12.55	70.33	75.00
3	11.67	71.00	72.33	17.10	71.33	75.00
4	16.27	63.67	65.67	17.87	68.33	75.00
5	12.33	66.00	69.67	20.03	70.00	75.33
6	10.48	73.00	76.67	11.22	70.00	77.33

ตารางที่ 7 ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

วัตถุดิบ และอุปกรณ์	ราคา (บาท) ต่อ 1 กิโลกรัม	
	แท่งเชื้อเพลิงเขียว ชุดการทดลองที่ 2	ถ่านอัดแท่ง ชุดการทดลองที่ 6
แป้งมันสำปะหลัง	5.04	5.10
ทางใบปาล์มน้ำมัน	0.00	0.00
ต้นปาล์มน้ำมัน	0.00	0.00
ค่าน้ำ	1.50	0.60
ค่าไฟ	0.25	0.25
ค่าถุง	0.10	0.10
ค่านายหน้าในการขาย	3.00	3.00
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร (เครื่องบดหยาบ)	0.14	0.10
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร (เครื่องบดละเอียด)	0.53	0.40
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร (เครื่องอัดแท่ง)	0.47	0.35
รวม	11.03	9.90

เศษเหลือในชุมชนที่ให้ความร้อนสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแท่งเชื้อเพลิง และได้ต่อยอดพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มที่มาศึกษาดูงาน รวมทั้งมีการผลิตเพื่อจำหน่าย และใช้งานในครัวเรือน

เมื่อพิจารณาการนำวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน เช่น ทางใบปาล์มน้ำมัน และต้นปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่ำ นำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ก่อให้เกิดผลดีในด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนที่ดีทางหนึ่งของประเทศไทย อย่างไรก็ตามการสร้างความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลงด้านการพัฒนาเชิงพื้นที่ยังไม่ชัดเจน เนื่องจากเป็นงานวิจัยเพื่อหาโจทย์การวิจัย โดยการศึกษาภาคสนามเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้วัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมันเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง หรือเป็นแนวทางในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือแหล่งพลังงาน เพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชน และเพื่อให้มีคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น

สรุปผล

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมันในชุมชนที่มีปัญหาในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็น



ภาพที่ 5 การถ่ายทอดการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ปัญหาที่แก้ไขได้ยากในชุมชน โดยการจัดทำโครงการการนำวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมันเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้วัตถุดิบที่มาจากชุมชนโดยส่วนใหญ่ ทำให้ปัญหาด้านการจัดการวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมันดีขึ้น เพราะมีการนำทางใบปาล์มน้ำมันและต้นปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตน้อยมาใช้ประโยชน์เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านค่าความร้อน และค่าคาร์บอนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อใช้พิจารณาเลือกชุดการทดลองที่ดีที่สุด
- 2) ควรมีเติมสารเร่งปฏิกิริยาเพื่อลดปริมาณสารระเหยได้ของแท่งเชื้อเพลิง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวเชียรฤทัย คงสิน และนายสมชาย แซ่เดียว
สาขาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ช่วยสืบค้น

และจัดหาข้อมูล และขอขอบคุณนายบุญแก้ว ทิพย์รงค์ ประธานกลุ่ม
หมู่บ้านคนเอาน้ำ บ้านห้วยยูง ตำบลห้วยยูง อำเภอเหนือคลอง
จังหวัดกระบี่ และเกษตรกรที่เกี่ยวข้องในการรวบรวมวัสดุเศษเหลือ
จากสวนปาล์มน้ำมัน

บรรณานุกรม

- ธนาพล ดันดีสัตยกุล และคณะ. 2558. พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 23(3); 418-431.
- นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกุล. 2556. การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 6(11); 66-77.
- นิพนธ์ ดันโปกุลย์กุล และ ธรพร บุศย์น้ำเพชร. 2559. ลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่างกันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักตบชวา. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University*. 3(6); 86-100.
- บัญญัติ ใจลำนันท์ และคณะ. 2559. การพัฒนาแท่งเชื้อเพลิงจากชีวมวลเหลือทิ้งวิสาหกิจชุมชนกาแฟสดแม่ต้อน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*. 9(3); 70-81.
- ปิ่น จันจุฬา. 2558. การพัฒนาและการใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากการปลูกปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเพื่อเป็นอาหารสัตว์: ศักยภาพและการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารเหยื่อสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*. 2(1); 2-16.
- พิชญ์ชาภัทร สิทธิชัย และ สันติ เกื้อแก้ว. 2560. การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุชีวมวล. *ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต การจัดการสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง*. ตรัง.
- ภาณุวัฒน์ ไถ่บ้านกวย. มปป. การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งชีวมวลจากทางมะพร้าว. จาก <https://sarew1313.wordpress.com>. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2560.
- วัฒนา เสถียรสวัสดิ์. 2529. รายงานการวิจัยโครงการเชื้อเพลิงเขียว (โครงการเชื้อเพลิงแข็ง). ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง มผช. 238-2547. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2554. ชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน. จาก http://www.erd.cmu.ac.th/index_main.php/article/581?category=14. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2561.
- สุภาพร นางแย้ม และคณะ. 2560. ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจากต้นข้าวโพดและขี้เลื่อยไม้มะขามโดยใช้กากแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี*. 6(1); 85-94.
- ASTM. 2011a. Annual book of American society for testing and materials standard, standard test method for moisture in the analysis sample of coal and coke. ASTM D3173-11.
- ASTM. 2011b. Annual book of American society for testing and materials standard, standard test method for ash in the analysis sample of coal and coke. ASTM D3174-11.
- ASTM. 2011c. Annual book of american society for testing and materials standard, standard test method for volatile matter in the analysis sample of coal and coke. ASTM D3175-11.