

การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากเศษใบกาสะลองเหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่ง

THE SOLID FUEL PRODUCTION OF INDIAN CORK LEAVES LEFT FROM PRUNING

ฐิติพร เจาะจง *¹ เมธิ อ้าวสุวรรณ ¹ กษมะ ดุรงค์ศักดิ์ ¹ และสุกัญญา สมุทรเขตร์ ²

Titiporn Chorchong*¹, Methi Aowsuwan ¹, Kasama Durongsak ¹ and Sukanya Samutkhet²

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

*Corresponding Author: titiporn_ant@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากเศษใบกาสะลองเหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง ตามมาตรฐานสมาคมการทดสอบและวัสดุอเมริกัน (American Society for Testing and Materials; ASTM) ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความชื้น ค่าปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย และทดสอบค่าคาร์บอน ไนโตรเจน และไฮโดรเจน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ จากผลการทดสอบ พบว่า ใบกาสะลองมีค่าความร้อนเฉลี่ย 4,467.41 แคลอรีต่อกรัม มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.51 มีค่าปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 4.01 มีค่าปริมาณสารระเหยเฉลี่ยร้อยละ 94.59 และมีร้อยละของคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจนเท่ากับ 44.80 6.05 และ 2.31 ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ใบกาสะลองมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่ดีและยังเป็นการนำเศษใบไม้ที่เหลือจากการตัดแต่งกิ่งมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งทดแทนถ่านจากไม้พืนที่ใช้ในครัวเรือนและอุตสาหกรรมได้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปัญหาขยะและมลพิษที่เกิดจากใบไม้เหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่งอีกทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงแข็ง ใบกาสะลอง การตัดแต่งกิ่ง

ABSTRACT

This research aims to produce solid fuel from Indian cork leaf litter from pruning within Pibulsongkram Rajabhat University by investigating the fuel properties according to ASTM standards which are heating value, moisture value, ash content, volatile matter, and testing carbon, nitrogen and hydrogen with an organic element analyzer. The research result revealed that Indian cork leaves have heating value at 4,467.41 calories per gram, moisture value at 1.51 percent, ash content

วันที่รับบทความ 15 มกราคม 2564

วันแก้ไขบทความ 25 สิงหาคม 2564

วันตอบรับบทความ 29 กันยายน 2564

at 4.01 percent, volatile matter at 94.59 percent with carbon, hydrogen, and nitrogen at 44.80 percent, 6.05 percent, 2.31 percent respectively. Regarding the test results, it was found that Indian cork leaves have good fuel properties. It is also utilization of the leaves left over from pruning as a solid fuel that can be used as a substitute for charcoal from firewood used in household and industrial applications. This helps reduce the waste and pollution problems caused by the leftover leaves from pruning.

Keywords: Solid fuel, Indian cork, Pruning

1. บทนำ

พลังงานมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและมีความสำคัญกับการดำรงชีวิตในปัจจุบันของเราเป็นอย่างยิ่ง ทุกอย่างล้วนต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น และในปัจจุบันประเทศไทยก็มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งการลดการใช้พลังงานสิ้นเปลืองและหาแหล่งพลังงานทดแทนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิง ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมประชาชนกว่าร้อยละ 35 อยู่ในภาคเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกทุกภาคส่วนในประเทศ เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย สับปะรด ลำไย ฯลฯ [1] ทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรและเศษวัสดุเหลือใช้เป็นจำนวนมาก และยังไม่ได้มีการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้หรือชีวมวล สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ โดยการนำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงใช้ทดแทนถ่านหุงต้ม นอกจากนี้ชีวมวลยังหาได้ง่าย มีอยู่ในท้องถิ่นและราคาถูกอีกด้วย

เชื้อเพลิงแข็ง เป็นเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เช่น ไม้ ฟืน ถ่านไม้ แกลบ หินน้ำมัน ถ่านหิน ลิกไนต์ ถ่านโค้ก เชื้อเพลิงอัดแท่ง (Fuel briquets) เป็นต้น เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ประโยชน์ได้แพร่หลาย เช่น เป็นเชื้อเพลิงของหม้อน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม โรงจักรกังหันไอน้ำ ตลอดจนเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนได้ ซึ่งในปัจจุบันมีการทดลองนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้หลายชนิดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เช่น ใบกล้วย ใบตาล ใบมะพร้าว [2] หนุ่ยเนเปียร์ หนุ่ยแฝง [3] เปลือกสับปะรด [4] ทางมะพร้าว [5] ต้นปาล์มน้ำมัน ทางใบปาล์มน้ำมัน [6] ลำต้นขิง [7] เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด [8] กากชา และกากกาแฟ [9] เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นมหาวิทยาลัยที่อยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง และมีต้นกาสะลองเป็นสัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัย ซึ่งภายในมหาวิทยาลัยมีการปลูกต้นกาสะลองเป็นจำนวนมาก กาสะลองหรือในอีกชื่อคือปีบ เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำต้นตรงสูงประมาณ 5-10 เมตร ลักษณะใบของกาสะลองเป็นใบประกอบแบบขนนก 3 ชั้น ลักษณะใบมีรูปร่างคล้ายรูปหอกแกมรูปไข่ ปลายใบเรียวแหลม ฐานเป็นรูปลิ้น ขอบใบหยัก ซึ่งเมื่อถึงช่วงตัดแต่งกิ่งทำให้มีเศษใบไม้ที่เหลือจากการตัดแต่งกิ่งเป็นจำนวนมาก ซึ่งปกติจะนำไปเผาทำให้เป็นสาเหตุของมลภาวะทางอากาศส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำเศษใบกาสะลองเหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่งมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็ง และสามารถให้ความร้อนทดแทนถ่านไม้ได้และยังเป็นวิธีที่ง่ายและใช้เวลาอันสั้นในการผลิต ช่วยลดปัญหาเศษเหลือทิ้งและใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งมาทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มในครัวเรือนและเป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากธรรมชาติได้เป็นอย่างดี

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อังคาร นาคอินทร์ และฐิติพร เจาะจง [2] ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของใบกล้วย ใบตาลและใบมะพร้าว โดยการนำวัสดุทั้ง 3 ชนิดมาเผาให้ได้เป็นถ่าน จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดและผสมกับกาวแบ่งเปียกในอัตราส่วน 1 : 1 นำมาอัดแท่งด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิคและทดสอบตามมาตรฐาน ASTM จากการศึกษาพบว่า ใบกล้วย ใบตาลและใบมะพร้าวมีค่าความร้อนเท่ากับ 4,609.50 4,622.29 และ 5,083.49 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ปริมาณความชื้นร้อยละ 6.33 4.98 และ 5.56 ตามลำดับ ปริมาณเถ้าร้อยละ 16.96 19.33 และ 17.40 ตามลำดับ จากผลการทดสอบพบว่า ใบกล้วย ใบตาล และใบมะพร้าว มีค่าความร้อนที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนไม้ จึงสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งทดแทนถ่านไม้ได้

ศิริขวัญ กาศเกษม และฐิติพร เจาะจง [3] ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกโดยใช้แบ่งเปียกเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 1 : 1 นำมาอัดแท่งด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิคและทดสอบตามมาตรฐาน ASTM จากการศึกษาพบว่า หญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,893.28 และ 5,540.11 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ปริมาณความชื้นร้อยละ 4.78 และ 5.56 ตามลำดับ ปริมาณเถ้าร้อยละ 8.75 และ 11.91 ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์มีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่ดีกว่าหญ้าแฝกและมีค่าความร้อนที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนไม้ จึงสามารถนำหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกมาใช้ผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

ธนาพล ตันติสตัยกุล และคณะ [4] ได้ศึกษาความเหมาะสมของการนำเปลือกสับปะรดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้กาวแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน อัดขึ้นรูปแบบเย็นโดยเครื่องอัดแบบเกลียวชนิดไม่มีขดลวดความร้อน จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงด้วยมาตรฐาน ASTM ผลการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความร้อน เท่ากับ 3,235-3,389 แคลอรีต่อกรัม ค่าความชื้นร้อยละ 12.7-20.5 ค่าปริมาณสารระเหยร้อยละ 56.0-68.9 ปริมาณเถ้าร้อยละ 3.1-3.6 และมีค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 9.9-20.7 ซึ่งการนำเปลือกสับปะรดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งของการกำจัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นพลังงานทางเลือกทดแทนฟืนและถ่านสำหรับชุมชนและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเวลาเดียวกันได้อีกด้วย

ธนาพล ตันติสตัยกุล และคณะ [5] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำทางมะพร้าวมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้กาวแบ่งเปียกเป็นตัวประสานที่อัตราส่วนต่างๆ จากนั้นทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM ผลการศึกษาพบว่า ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 2,865 - 4,185 แคลอรีต่อกรัม และมีประสิทธิภาพการใช้งานเชิงความร้อนอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 8.55 - 13.36 ค่าความชื้น สารระเหย ปริมาณเถ้า และคาร์บอนคงตัวของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ในช่วงร้อยละ 7.25-23.40 67.62-76.31 3.33-5.28 และ 2.26-10.71 ตามลำดับ อัตราส่วนผสมที่ให้คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด คือ ทางมะพร้าว 1 กิโลกรัมต่อกาวแบ่งเปียก 1.25 ลิตร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับชุมชนทดแทนฟืนไม้ได้

ฐิติพร เจาะจง และ ปราณี แซ่หยาง [7] ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของลำต้นขิงโดยใช้กาวแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM จากการศึกษาพบว่า ลำต้นขิงมีค่าความร้อนเท่ากับ 3,784.4 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณความชื้นร้อยละ 4.91 ปริมาณเถ้าร้อยละ 10.77 และมีปริมาณคาร์บอนร้อยละ 77.37 ลำต้นขิงมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่ดีกว่าฟืนไม้ และมีค่าความร้อนที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนไม้ สามารถนำลำต้นขิงมาใช้ผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

อัจฉรา อัครจุฑิกลชัย และคณะ [8] ได้นำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง จากนั้นทำการศึกษาคูณสมบัติด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM จากผลการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงจากเปลือกทุเรียนและมังคุดที่ใช้กาบแป้งเปียกเป็นตัวประสานมีค่าความร้อนเท่ากับ 3,901 และ 4,348 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ มีค่าความชื้นร้อยละ 6.68 และ 5.65 ตามลำดับ มีปริมาณเถ้าร้อยละ 4.57 และ 5.03 ตามลำดับ มีปริมาณสารระเหยร้อยละ 88.37 และ 86.55 ตามลำดับ มีปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 0.37 และ 2.77 ตามลำดับ สามารถนำเอาเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนไม้ได้

นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล และพัชรี ปริดาสุริยะชัย [9] ได้นำกากกาแฟและกากชามาลดเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้กาบแป้งเปียกเป็นตัวประสาน จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM โดยกากกาแฟมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,517 แคลอรีต่อกรัม กากชามีค่าความร้อนเท่ากับ 4,482 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ จากการวิเคราะห์หาค่าความชื้นของกากกาแฟและกากชามีค่าร้อยละ 6.64 และ 10.84 ตามลำดับ ปริมาณสารระเหยของกากกาแฟและกากชามีค่าร้อยละ 72.15 และ 63.9 ตามลำดับ ปริมาณเถ้าของกากกาแฟและกากชามีค่าร้อยละ 1.78 และ 5.67 ตามลำดับ และปริมาณคาร์บอนคงตัวของกากกาแฟและกากชามีค่าร้อยละ 19.43 และ 18.43 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่าสามารถนำกากกาแฟและกากชาเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

เบญจมาภรณ์ วงษ์คำจันทร์ และฐิติมา รุ่งรัตนอุบล [10] ได้ศึกษาคูณสมบัติทางเชื้อเพลิงของเศษไม้พาเลทโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในอัตรา 1 : 10.25 ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM จากการศึกษาพบว่าเศษไม้พาเลทมีค่าความร้อนเท่ากับ 4,775.34 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณความชื้นร้อยละ 12.73 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.36 มีปริมาณสารระเหยร้อยละ 68.57 และมีค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 18.34 ไฮโดรเจนร้อยละ 5.88 ไนโตรเจนร้อยละ 0.06 สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้

Maia B. et al. [11] ได้ศึกษาคูณสมบัติทางเชื้อเพลิงของใบกล้วยที่เหลือใช้ โดยนำใบกล้วยไปบดให้มีขนาดระหว่าง 2 - 5 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกที่มีแรงกดอัดเท่ากับ 18 MPa. และนำไปทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหย และค่าความร้อน จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความชื้นร้อยละ 7.2 ค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 44.3 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 75.3 มีปริมาณกำมะถันและไนโตรเจนต่ำ ค่าความร้อนมีค่า 4,227.57 แคลอรีต่อกรัม จากผลการทดสอบพบว่า ใบกล้วยมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับชีวมวลชนิดอื่นๆ สามารถนำเอาใบกล้วยมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

Ifa L. et al. [12] ได้ศึกษาผลของขนาดของโมเลกุลของถ่านชีวภาพจากกากเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่มีต่อคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยถ่านชีวภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกระบวนการไพโรไลซิส ใช้ขนาดโมเลกุลของถ่านชีวภาพในการทดสอบ 3 ขนาด คือ 70 140 และ 200 mesh จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิง ผลการทดสอบพบว่า ขนาดของโมเลกุลเท่ากับ 70 mesh มีค่าความชื้นร้อยละ 4.95 ปริมาณเถ้าร้อยละ 4.30 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 19.56 ค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 71.09 ค่าความร้อนเท่ากับ 7,041.18 แคลอรีต่อกรัม ขนาดของโมเลกุลเท่ากับ 140 mesh มีค่าความชื้นร้อยละ 5.30 ปริมาณเถ้าร้อยละ 5.08 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 18.40 ค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 71.27 ค่าความร้อนเท่ากับ 7,048.34 แคลอรีต่อกรัม ขนาดของโมเลกุลเท่ากับ 200 mesh มีค่าความชื้นร้อยละ 5.30 ปริมาณเถ้าร้อยละ 4.96 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 17.16 ค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 72.62 ค่าความร้อนเท่ากับ 7,043.57 แคลอรีต่อกรัม จากผลการทดสอบพบว่า ขนาดโมเลกุลเท่ากับ 200 mesh ให้ค่าคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่ดีที่สุด

3. วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากเศษใบกาสะลองเหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ใบกาสะลอง | 6. ตู้อบลมร้อน รุ่น FD240 |
| 2. ถ้วยครุชีเบิล | 7. เตาเผา |
| 3. ตู้ดูดความชื้น รุ่น DE-57 AD | 8. เครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ รุ่น C5000 |
| 4. เครื่องปั่น รุ่น RT Series | 9. เครื่องวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ |
| 5. เครื่องชั่งดิจิตอล รุ่น PA413 | 10. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง |

และมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. นำใบกาสะลองไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดเป็นผงขนาด 350 ไมครอน จัดเก็บในถุงที่ปิดสนิท จากนั้นนำไปไว้ในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 45 นาที

2. นำใบกาสะลองปั่นละเอียดไปทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย

2.1 ค่าความร้อน ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3286 ด้วยเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทดสอบค่าความร้อน

2.2 ปริมาณความชื้น ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173 ดังภาพที่ 2

2.2.1 นำถ้วยครุชีเบิลไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักถ้วยครุชีเบิลพร้อมฝาปิดและบันทึกค่าน้ำหนัก

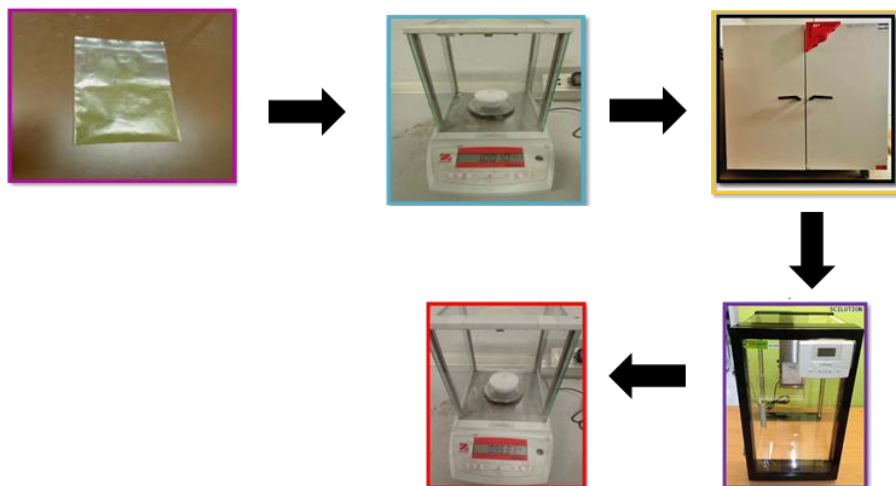
2.2.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยครุชีเบิลพร้อมฝาปิดบันทึกค่าน้ำหนัก

2.2.3 อบตัวอย่างในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปไว้ในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ และคำนวณค่าความชื้นตามสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \left[\frac{A-B}{A} \right] \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)



ภาพที่ 2 การทดสอบค่าปริมาณความชื้น

2.3 ปริมาณเถ้า ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174 ดังภาพที่ 3

2.3.1 นำถ้วยครุชีเบลไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น จากนั้นชั่งถ้วยครุชีเบลพร้อมฝาปิด บันทึกน้ำหนัก

2.3.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยครุชีเบลพร้อมฝาปิด จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

2.3.3 นำถ้วยครุชีเบลที่ใส่ตัวอย่าง ไปเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

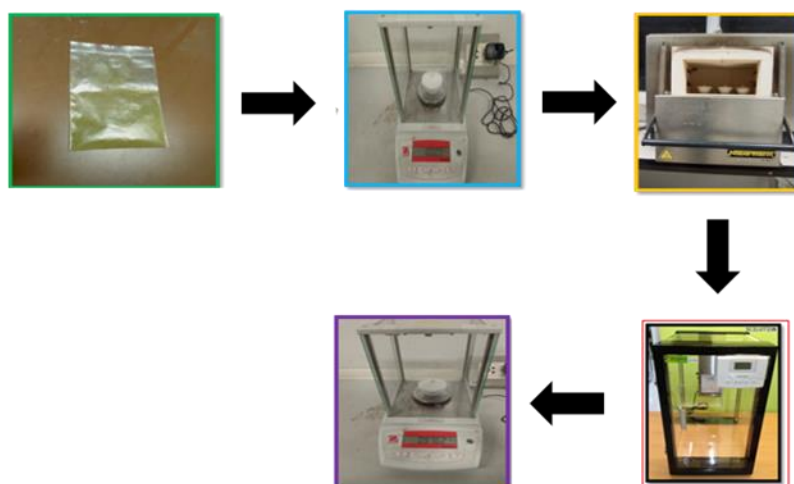
2.3.4 นำถ้วยออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักคำนวณปริมาณเถ้าตามสมการที่ (2)

$$\text{ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{A-B}{C} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ A = น้ำหนักของเถ้าและถ้วยครุชีเบล (กรัม)

B = น้ำหนักของครุชีเบล (กรัม)

C = น้ำหนักเถ้าที่ใช้ (กรัม)



ภาพที่ 3 การทดสอบค่าปริมาณเถ้า

2.4 ปริมาณสารระเหย ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3175

2.4.1 นำถ้วยครุชีเบลไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ทำการชั่งถ้วยปิดฝาถ้วยและบันทึกน้ำหนัก

2.4.2 นำตัวอย่างไปชั่งประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยครุชีเบลพร้อมฝาปิด นำไปชั่งน้ำหนัก

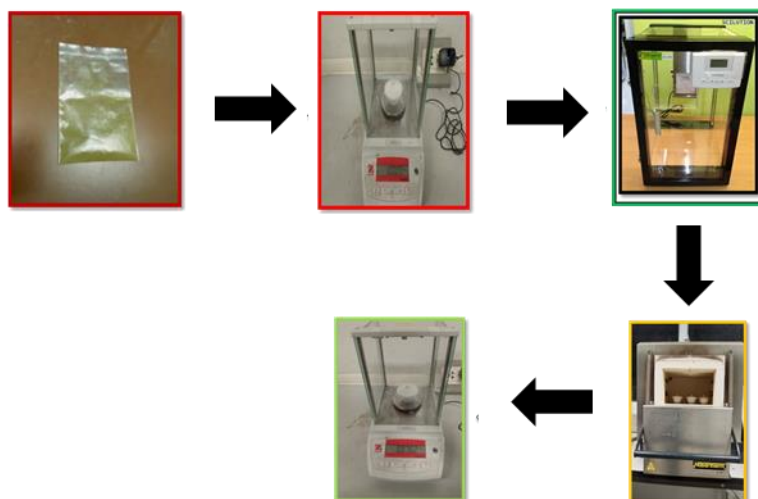
2.4.3 นำถ้วยครุชีเบลที่ใส่ตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

2.4.4 นำถ้วยครุชีเบลออกจากเตาเผาทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที นำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณสารระเหยตามสมการที่ (3)

$$\text{ปริมาณสารระเหย (เปอร์เซ็นต์)} = C - M \quad (3)$$

เมื่อ C = น้ำหนักที่หายไป (เปอร์เซ็นต์)

M = ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 4 การทดสอบค่าปริมาณสารระเหย

3. นำใบกาสะลองป่นละเอียดไปทดสอบค่าคาร์บอน ไนโตรเจน และไฮโดรเจน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์

4. นำมาอัดแท่งโดยใช้กาวแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน โดยใช้ใบกาสะลองต่อกาวแบ่งเปียกในอัตราส่วน 60 : 40 เนื่องจากในอัตราส่วนนี้จะทำให้เชื้อเพลิงไม่เปราะและแตกหักง่าย

4. ผลการวิจัย

ในการทดลองนี้เป็นการศึกษาสมบัติทางเชื้อเพลิงของใบกาสะลองตามมาตรฐาน ASTM ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย ผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ และผลของการอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้กาวแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน ในอัตราส่วน 60 : 40 ได้ผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางเชื้อเพลิงของใบกาสะลองตามมาตรฐาน ASTM

ผลการทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของใบกาสะลองตามมาตรฐาน ASTM ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย แสดงดังตารางที่ 1 จากตารางพบว่า ใบกาสะลองมีค่าความร้อนเฉลี่ย 4,467.41

แคลอรีต่อกรัม มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.51 มีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 4.01 และมีปริมาณสารระเหยเฉลี่ยร้อยละ 94.59

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง

วัสดุ	ครั้งที่	ค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณสาร ระเหย (ร้อยละ)
ใบกาสะลอง	1	4,472.99 ± 0.12	1.50± 0.66	3.97± 0.99	94.76± 0.17
	2	4,466.53 ± 0.01	1.42± 5.96	3.98± 0.74	94.52± 0.07
	3	4,462.71 ± 0.10	1.59± 5.29	4.07± 1.49	94.48± 0.11
	ค่าเฉลี่ย	4,467.41 ± 0.07	1.51± 3.97	4.01± 1.07	94.59± 0.11

4.2 ผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ

ผลการทดสอบค่าคาร์บอน ไนโตรเจน และไฮโดรเจน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ใบกาสะลองมีปริมาณค่าคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 44.80 มีปริมาณค่าไฮโดรเจนเฉลี่ยร้อยละ 6.05 และมีปริมาณค่าไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 2.31 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ

วัสดุ	ครั้งที่	C (ร้อยละ)	H (ร้อยละ)	N (ร้อยละ)
ใบกาสะลอง	1	44.86± 0.14	6.08± 1.75	2.27± 0.43
	2	43.98± 1.82	5.95± 0.21	2.31± 1.65
	3	45.55± 1.67	6.13± 1.96	2.36± 1.21
	ค่าเฉลี่ย	44.80± 1.21	6.05± 0.13	2.31± 1.09

4.3 ผลการอัดแท่งเชื้อเพลิง

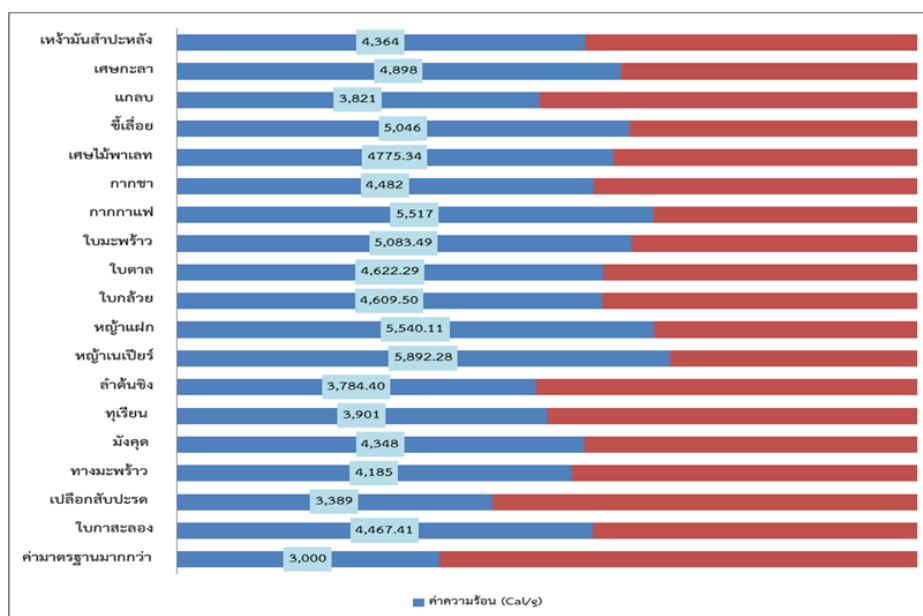
การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษใบกาสะลองเหลือทิ้งโดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 60 : 40 พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งเมื่อนำมาผสมกับกาวแป้งเปียกตามอัตราส่วนที่กำหนดแล้วนำไปอัดแท่งพบว่า แท่งเชื้อเพลิงมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.70 เซนติเมตร สูง 4.00 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล ไม่เปราะง่าย แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษใบกาสะลองเหลือทิ้ง

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

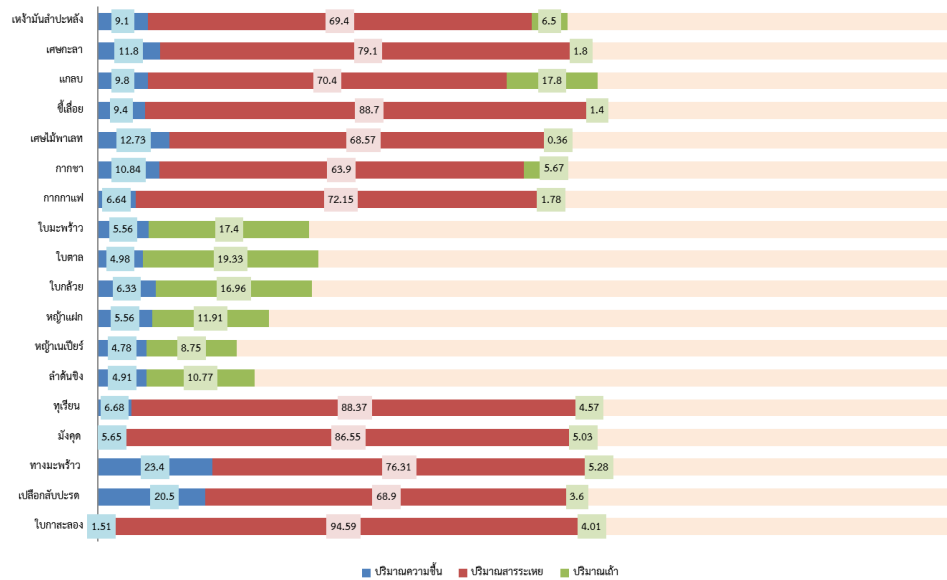
เมื่อนำใบกาสะลองที่มีค่าความร้อนเท่ากับ 4,467.41 แคลอรีต่อกรัม มาเปรียบกับชีวมวลชนิดอื่นๆ ดังภาพที่ 6 พบว่า ใบกาสะลองมีค่าความร้อนสูงกว่าเปลือกสับปะรด ทางมะพร้าว มังคุด ทุเรียน ลำต้นชิง แกลบ เหม้มันสำปะหลัง แต่จะมีค่าความร้อนต่ำกว่าหญ้าแฝกและหญ้าเนเปียร์ ใบกล้วย ใบตาล ใบมะพร้าว กากกาแฟ กากชา เศษไม้พาเลท ชี้อ้อย และกะลา ซึ่งค่าความร้อนของใบกาสะลองจะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์คุณสมบัติของเสียที่สามารถแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง ที่กำหนดไว้ว่าเชื้อเพลิงชีวควรมีค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 3,000 แคลอรีต่อกรัม และมีค่าความร้อนสูงกว่าของฟืนไม้ จึงสามารถนำเอาเศษใบไม้เหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงทดแทนไม้ฟืนได้



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบค่าความร้อนของใบกาสะลองกับชีวมวลชนิดอื่น

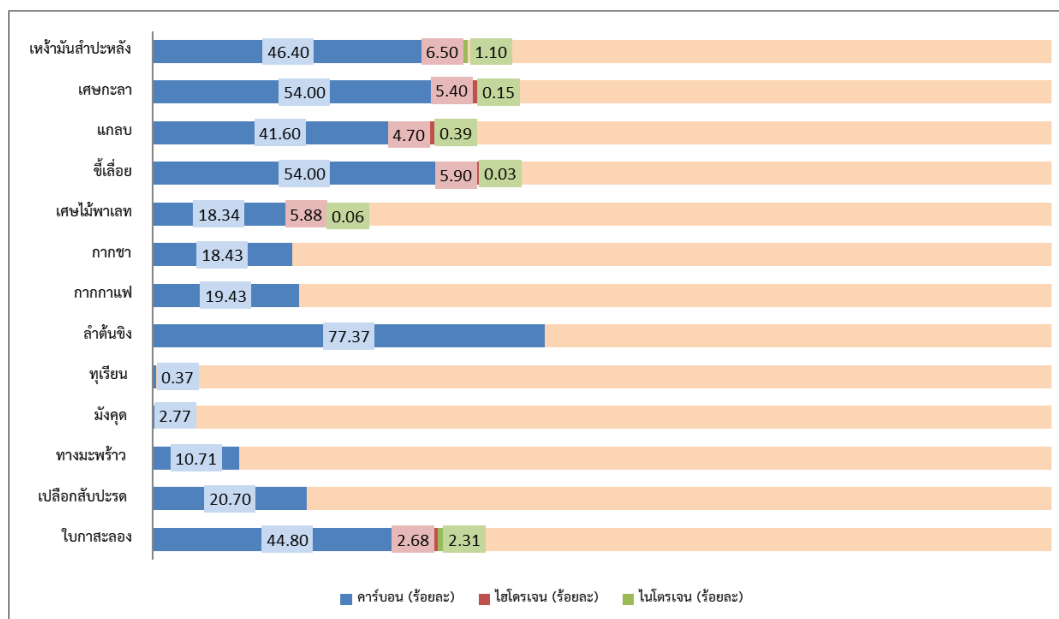
เมื่อนำใบกาสะลองที่มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.51 และมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 4.01 มาเปรียบกับชีวมวลชนิดอื่นๆ ดังภาพที่ 7 พบว่า ใบกาสะลองมีค่าความชื้นและปริมาณเถ้า ไม่เกินค่ามาตรฐาน และมีค่าต่ำกว่าชีวมวลชนิดอื่นเช่น เปลือกสับปะรด ทางมะพร้าว มังคุด ทุเรียน ลำต้นชิง หญ้าเนเปียร์ หญ้าแฝก ใบกล้วย ใบตาล ใบมะพร้าว กากกาแฟ กากชา เศษไม้พาเลท ชี้อ้อย แกลบ เศษกะลา และเห้มันสำปะหลัง และมีค่าปริมาณ

สารระเหยเฉลี่ยร้อยละ 94.59 ซึ่งค่าปริมาณสารระเหยจะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติในการจุดติดไฟที่ง่าย และถ้ามีปริมาณสารระเหยที่สูง จะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงด้วย [13] โดยสามารถนำไบกาสะลองมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟืนไม้ได้



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบค่าความชื้น ปริมาณถ่าน และปริมาณสารระเหยของไบกาสะลองกับชีวมวลชนิดอื่น

ไบกาสะลองมีค่าคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 44.80 ค่าไฮโดรเจนเฉลี่ยร้อยละ 6.05 และไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 2.31 เมื่อเปรียบเทียบกับชีวมวลอื่น ดังภาพที่ 8 พบว่ามีปริมาณค่าคาร์บอนที่สูง ซึ่งธาตุคาร์บอนจะส่งผลทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ดี



ภาพที่ 8 ปริมาณธาตุองค์ประกอบของไบกาสะลองเมื่อเปรียบเทียบกับชีวมวลชนิดอื่น

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ใบกาสะลองมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่ดีและผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวมวลแข็งอัดเม็ด มีปริมาณคาร์บอนที่สูง และมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่ดีกว่าฟืนไม้ จึงสามารถนำใบกาสะลอง ซึ่งเป็นเศษไม้เหลือทิ้งมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้ฟืนได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ควรทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงเมื่อนำมาผสมกับตัวประสาน ในอัตราส่วนต่างๆ ควรศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเชื้อเพลิงแข็ง เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และควรศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำงานวิจัยไปพัฒนาต่อยอดลงสู่ชุมชนได้

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่เอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. **ภาวะการมีงานทำของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ**, 2563. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2563. จาก <https://www.nso.go.th/sites/2563/Report/02-63.pdf>
- [2] อังคาร นาคอินทร์, และฐิติพร เจาะจง. **เชื้อเพลิงอัดแท่งจากใบกล้วย, ใบตาล และใบมะพร้าว**. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย” และนิทรรศการ “การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว” จากท้องถิ่นสู่อาเซียน, 2557, หน้า 85-89.
- [3] ศิริขวัญ กาศเกษม, และฐิติพร เจาะจง. **เชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝก**. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย” และนิทรรศการ “การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว” จากท้องถิ่นสู่อาเซียน, 2557, หน้า 72-76.
- [4] ธนาพล ตันติสัตยกุล, กะชามาศ สายดา, สุจิตรา ภู่งสงสี, และศิวพร เงินเรืองโรจน์. **การศึกษาความเหมาะสมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 23(5)(ฉบับพิเศษ), 2558, หน้า 754-773.
- [5] ธนาพล ตันติสัตยกุล, สุริยา พงษ์เกษม, ปรีดิ์ปวีณ ภูหญ้า, และภาณุวัฒน์ ไถ่บ้านกวย. **พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 23(3), 2558, หน้า 418-429.
- [6] เตือนใจ ปิยง, อนเนก สวาทอินทร์, และนฤฤทธิ์ กล่อมพงษ์. **การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน บ้านห้วยยูง จังหวัดกระบี่**. วารสารเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 10(5), 2561, หน้า 365-374.
- [7] ฐิติพร เจาะจง, และปราณี แซ่หยาง. **การทดสอบสมบัติแท่งเชื้อเพลิงจากลำตันชิง**. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติการประชุมสวนสุนันทาวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชาติ ครั้งที่ 1, 2561, หน้า 269-276.
- [8] อัจฉรา อัครจุฑิกลชัย, ชลันดา เสมสายันท์, นัฐพร ประภักดี, ณัฐธิดา เปี่ยมสุวรรณศิริ, และนิภาวรรณ ชูชาติ. **การนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง**. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, 2554, หน้า 162-168.

-
- [9] นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล, และพัชรี ปรีดาสุริยะชัย. การศึกษากากกาแฟและกากขามาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 7(13), 2558, หน้า 15-26.
- [10] เบญจมาภรณ์ วงษ์คำจันทร์, และฐิติมา รุ่งรัตนอุบล. เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษไม้ปาเลท. วารสารวนศาสตร์ 37(1), 2561, หน้า 143-152.
- [11] Maia B. , Souza O. , Marangoni C. , Hotza D. , Oliveira A. , & Sellin N. **Production and characterization of fuel briquettes from banana leaves waste.** Chem. Eng. Transact. , 37, 2014, pp. 439-444.
- [12] Ifa L., Yani S., Nurjannah N., Sabara Z., Yuliana Y., Kusuma H., & Mahfud M. **Production of bio-briquette from biochar derived from pyrolysis of cashew nut waste.** Ecol. Environ. Conserv., 25(Suppl. Issue), 2019, pp. S125-S131.
- [13] นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล. การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร และครัวเรือน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 2557, 6 (11), หน้า 66-77.