

การพัฒนาารูปแบบการผลิตแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน

ณพัฐอร บัวฉุน^{1*}

Received : April 24, 2020

Revised : December 21, 2020

Accepted : December 22, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาารูปแบบการผลิตแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาารูปแบบและศึกษาสมบัติของผลิตแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน ด้วยวิธีการอัดแห้งที่ไม่ผ่านความร้อนให้เป็นแห้งเชื้อเพลิง ทำการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 20 40 และ 60 นาที และทำการศึกษาอัตราส่วนของกากไขมัน และ ขยะย่อยสลาย ได้แก่ เศษผักและเศษผลไม้ เศษอาหาร และเศษหญ้าและเศษใบไม้ และทำการศึกษาคุณสมบัติของแห้งเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าความร้อน ความชื้น สารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และเถ้า พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่มีสมบัติด้านเชื้อเพลิงโดยรวมเหมาะสมที่สุดเมื่อทำการพิจารณา ร่วมด้วย คือ กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25) ที่ให้ค่าความร้อน 6,892 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ความชื้นร้อยละ 3.39 คาร์บอนคงตัวร้อยละ 14.47 สารระเหยร้อยละ 70.42 และเถ้าร้อยละ 3.21 โดยแห้งเชื้อเพลิงที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟืน ถ่านไม้ หรือวัสดุอื่นๆที่เป็นวัสดุเชื้อเพลิง เนื่องจากมีค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับวัสดุเหล่านั้น และมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน (มผช. 238/254) และมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: แห้งเชื้อเพลิง ขยะย่อยสลายได้ กากไขมัน

^{1*} อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

*ผู้ติดต่อหลัก อีเมล: send2duang@hotmail.com

DEVELOPMENT OF A PRODUCTION MODEL FOR FUEL RODS FROM BIODEGRADABLE WASTE MIXED WITH FAT RESIDUE

Napattaorn Buachoon^{1*}

Abstract

This research was the development of a production model for fuel rods from biodegradable waste mixed with fat residue. The objective of this study was to study, develop model, and study properties of biodegradable waste fuel rods mixed with fat residue by the method of compressing the non-heated rods. The drying of fuel rods at the temperature of 105 °C was studied for 20, 40, and 60 minutes and the ratio of fat and decomposed waste such as vegetable and fruit, food and grass and leaf litter was studied. The properties of the fuel rods, namely heat, humidity, volatile matter, stable carbon and ash were studied as well. It was found that the optimum ratio, when the most appropriate overall fuel properties were considered, was the ratio between fat residues: grass and leaf litter (75: 25) providing 6,892 kcal / kg of heat, 3.39 percent of moisture, 14.47 percent of stable carbon, 70.42 percent of volatile matter, and 3.21 percent of ash. The fuel rod developed can be used as a substitute for firewood, wood charcoal or other fuel materials due to the similar calorific value to those aforementioned materials and meet the standard properties (PPP 238/ 254) and standards of the Department of Industrial Works.

Keywords: Fuel rods, Biodegradable waste, Fat residue

^{1*} Lecturer of Chemistry Program , Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

*Corresponding author, e-mail: send2duang@hotmail.com

บทนำ

ในปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้เกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วในภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งมีการเพิ่มกระบวนการการผลิตเพื่อให้ตอบสนองต่อการอุปโภคและบริโภคของ ประชากร ส่งผลให้ความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น และมีการเพิ่มปริมาณกากอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559) รวมทั้งส่งผลกระทบต่อประชาชนโดยตรงโดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้มีราคาแพงมาก ทำให้เกิดการหาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งและเพื่อให้มีปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ รวมทั้งมีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดีเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ในการใช้พลังงานของแต่ละภาคธุรกิจ ทั้งนี้ปัญหาทางด้านพลังงานจะเห็นได้ว่าการขาดแคลนพลังงานที่จะให้เชื้อเพลิงของคนชนบทและคนเมืองที่มีรายได้น้อยก็มีเพิ่มมากขึ้น และจากปัญหานี้เองรัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศเพิ่มมากขึ้น ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558–2579 (กระทรวงพลังงาน, 2558) นอกจากนี้จะได้พลังงานทดแทนไว้ใช้ให้เพียงพอภายในประเทศแล้วยังเป็นการลดปริมาณของเสีย โดยอ้างอิงการศึกษาจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโครงการส่งเสริมการใช้ประโยชน์กากอุตสาหกรรม และลดปริมาณกากที่ต้องฝังกลบ โดยรูปแบบการดำเนินงานมุ่งเน้นส่งเสริมการนำของเสียที่เกิดจากภาคการผลิตไปแปรรูปเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ (Recycle) โดยมีเป้าหมายเพื่อลดปริมาณของเสียที่จะต้องถูกบำบัดและกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด เป็นไปตามนโยบายการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

ในปัจจุบันจะพบว่าสถานการณ์ทางด้านพลังงานได้ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ การหาแหล่งพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ มาทดแทนและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สะดวกเกิดประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ที่สำคัญช่วยประหยัดและช่วยลดค่าใช้จ่าย คือการนำขยะย่อยสลายได้ที่มีอยู่ในปริมาณที่มาก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักและผลไม้ และเศษหญ้าและใบไม้ รวมทั้งวัสดุที่เหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย มันสาปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ยางพารา และวัสดุอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งบางส่วนได้ถูกนำไปใช้เป็นพลังงานแล้ว เช่น แกลบจะถูกนำไปเผาเพื่อผลิตไอน้ำเพื่อนำไปหมუნกั้นหันใช้งานกับโรงสีข้าว แต่อย่างไรก็ตาม พลังงานที่ได้เหล่านั้นก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ สำหรับถ่านและฟืนเป็นเชื้อเพลิงที่ยังใช้กันอย่างกว้างขวางในชนบทและชุมชนเมืองบางส่วน เนื่องจากเกษตรขาดแคลนการส่งเสริมจัดการทรัพยากรและการใช้พลังงานจากชีวมวลอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งแนวโน้มที่แหล่งทรัพยากรจะใช้อย่างไม่เหมาะสมในการใช้พลังงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขตภาคกลาง เป็นสถาบันการศึกษาเก่าแก่แห่งหนึ่งของประเทศที่ได้ก่อตั้งมาเป็นเวลานานไม่น้อยกว่า 80 ปี ในปัจจุบันเปิดทำการสอนนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาและระดับบัณฑิตศึกษาทั้งในภาคปกติและภาคพิเศษ รวมทั้งยังมีโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏที่เปิดทำการสอนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาอยู่ภายในกำกับอีกด้วย ซึ่งในปีการศึกษา 2558 ที่ผ่านมามหาวิทยาลัยฯ ได้จัดให้มีการเรียนการสอนทั้งในระดับปริญญาตรี ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปริญญาโท และปริญญาเอกในสาขาวิชาต่าง ๆ มากมายหลายสาขาวิชา มีคณาจารย์และบุคลากรสายสนับสนุนเป็นจำนวนมาก และมีจำนวนนักเรียนรวมทั้งสิ้นประมาณ 10,000 คน นอกจากนี้ยังมีนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาารวมกันอีกประมาณ 1,000 คน ซึ่งจากจำนวนนักเรียน นักศึกษา และบุคลากรที่กล่าวข้างต้น รวมทั้งบุคคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อกับมหาวิทยาลัยอยู่เป็นประจำพบได้ว่ามีจำนวนมาก ส่งผลให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวันมีปริมาณ

มากขึ้นตามไปด้วย โดยขยะเหล่านี้จะนำไปสู่ปัญหาอื่น ๆ ตามมาคือ เกิดการเน่าเหม็นและส่งกลิ่นรบกวน อันจะเป็นการสร้างความสะดวก รวดเร็ว รำคาญรวมทั้งทำให้เกิดทัศนียภาพที่ไม่สวยงามภายในมหาวิทยาลัยฯ ขึ้นได้

ขยะจำพวกเศษอาหาร เศษผักและผลไม้ และเศษหญ้าและใบไม้ จัดเป็นขยะที่ย่อยสลายได้ซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยฯ เช่น จากร้านค้าจำหน่ายอาหาร เศษใบไม้และเศษหญ้าจากการตัดแต่งสวนและสนามหญ้าภายในบริเวณมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งยังไม่มีมาตรการดำเนินการใด ๆ ที่เหมาะสม โดยในสภาพความเป็นจริงขยะเหล่านี้ โดยเฉพาะเศษอาหารรวมทั้งเศษผักและผลไม้ซึ่งมีจำนวนมากในแต่ละวันจะถูกรวบรวมและเก็บขนไปยังที่พักขยะเพื่อรอการนำไปกำจัดโดยรถเก็บขยะของเทศบาล

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากชีวมวลเป็นพลังงานทางเลือกที่มีประโยชน์เป็นอย่างมาก เป็นการนำขยะจำพวกเศษอาหาร เศษผักและผลไม้ และเศษหญ้าและใบไม้ กลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยลดต้นทุนในการจัดการของเสียทั้งเศรษฐศาสตร์และการกำจัดขยะตามหลักวิศวกรรม (Jittabut et al, 2015) เชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถผลิตได้จากวัสดุหลายประเภท เช่น ฟางข้าว ขยะจำพวกเศษอาหาร เศษผักและผลไม้ และเศษหญ้าและใบไม้ ชี้เลื่อย และทางมะพร้าว เป็นต้น (Mitchual et al., 2013; Ward et al., 2014) การอัดแท่งเชื้อเพลิงมีกรรมวิธีทั้งแบบอัดร้อนและแบบอัดเย็น และในกระบวนการอัดจำเป็นต้องมีวัสดุประสานที่มีคุณภาพ หรือมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติในการทำให้วัสดุอื่น ๆ ผสมเข้ากันได้และยึดติดกันโดยมีงานวิจัยที่ผ่านมาได้นำกากไขมันจากน้ำเสียประเภทต่าง ๆ มาผสมกับวัสดุอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งซึ่งให้ค่าความร้อนสูง (Pongthornpruek & Sasitharanuwat, 2019) ซึ่งขยะจากกระบวนการภายในมหาวิทยาลัยจะเกี่ยวข้องกับเศษอาหาร เศษผักและผลไม้ และเศษหญ้าและใบไม้ ทำให้เกิดน้ำเสียและกากไขมันจากน้ำเสียเป็นจำนวนมากเช่นกัน หากปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ เกิดน้ำเน่าเสียได้ กากไขมัน ดังกล่าวสามารถนำมาเป็นวัสดุเพื่อเพิ่มความร้อนให้แก่เชื้อเพลิงอัดแท่งและเป็นตัวประสานที่ดีในการนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่สามารถนำไปใช้ได้สะดวก

ดังนั้น คณะผู้วิจัยได้ทำศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสม และค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการผสมกากไขมัน กับขยะย่อยสลายได้ ซึ่งได้แก่ เศษผักและเศษผลไม้ เศษอาหาร เศษหญ้าและเศษใบไม้ เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง รวมทั้งศึกษาการพัฒนาารูปแบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อเป็นพลังงานทดแทนชนิดใหม่ ที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากไขมันและเป็นการนำขยะและของเสียมาใช้ประโยชน์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาารูปแบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน
2. เพื่อพัฒนาารูปแบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงในครั้งนี้ ได้แก่
 - 1.1 ขยะย่อยสลายได้ ได้แก่ เศษผักและเศษผลไม้ เศษอาหาร เศษหญ้าและเศษใบไม้
 - 1.2 กากไขมันได้มาจากบ่อดักไขมันซึ่งติดตั้งตามร้านค้าจำหน่ายอาหารภายในมหาวิทยาลัยฯ โดยทำการตักแยกน้ำออกไปให้หมดได้มากที่สุด และแยกขยะชิ้นใหญ่ออกไป ทำการปั่นส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สำหรับรอนำมาใช้ในการทดลอง กากไขมันมีปริมาณ 68.1 เปอร์เซ็นต์

2. ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน

2.1 นำวัสดุขยะย่อยสลายได้ ได้แก่ เศษผักและเศษผลไม้ เศษอาหาร เศษหญ้าและเศษใบไม้ แดกแห้ง และนำมาทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลง หรือเป็นผง โดยใช้เครื่องบดย่อย และทดสอบเพื่อหาค่าความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด

2.2 ทำการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง โดยในการทดลองได้ปรับอัตราส่วนต่าง ๆ ของวัตถุดิบ ได้แก่ กากไขมัน เศษผักและเศษผลไม้ เศษอาหาร และเศษหญ้าและเศษใบไม้ โดยใช้อัตราส่วนของกากไขมันที่ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำการผสมระหว่างกากไขมันและขยะย่อยสลายได้โดยทำการคลุกเคล้าส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากันโดยทั่ว และนำไปอัดด้วยวิธีการอัดแท่งด้วยกระบวนการที่ไม่ผ่านความร้อนให้เป็นแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้ทำการทดลองอบก้อนตัวอย่างเพื่อให้แห้งกำหนดเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 20, 40 และ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบเบื้องต้นเกี่ยวกับการจุดติดไฟ เพื่อเลือกระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปทดสอบสมบัติอื่น ๆ ของก้อนเชื้อเพลิงอัดแท่ง ได้แก่ ค่าความร้อน ความชื้น สารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และเถ้า

3. การทดสอบคุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน

ทำการทดสอบคุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงจะทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความร้อน (วิธีการวิเคราะห์ ASTM D 5865) ความชื้น (วิธีการวิเคราะห์ ASTM D 3173) สารระเหย(วิธีการวิเคราะห์ ASTM D 3173) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (วิธีการวิเคราะห์ ASTM D 3175) และเถ้า (วิธีการวิเคราะห์ ASTM D 3174)

ผลการวิจัยและอภิปราย

ค่าความร้อนของขยะย่อยสลาย

ในการทดลองนี้ใช้ขยะที่ขยะย่อยสามารถสลายได้ภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งได้แก่ เศษผักและผลไม้ เศษอาหาร เศษหญ้าและเศษใบไม้ และกากไขมัน และเมื่อนำไปทดสอบเพื่อหาค่าความร้อนของขยะย่อยสลายแต่ละชนิดที่จะนำมาผสมกับกากไขมันเพื่อผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง พบว่าขยะย่อยสลายได้มีค่าความร้อนดังนี้ เศษผักและผลไม้ มีค่าความร้อนเท่ากับ 3,256 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เศษอาหาร ค่าความร้อนเท่ากับ 4,903 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เศษหญ้าและเศษใบไม้ ค่าความร้อนเท่ากับ 4,826 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และกากไขมัน ค่าความร้อนเท่ากับ 6,985 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ เช่น แกลบ 3,229 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ชานอ้อย 3,936 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และกะลามะพร้าว 4,282 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน, 2563)

ระยะเวลาในการอบแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสม

จากการทดสอบระยะเวลาในการอบแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมโดยทำการทดลองอบแท่งเชื้อเพลิงเพื่อให้แห้งกำหนดเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 20, 40 และ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แสดงตามตารางที่ 1 พบว่า แท่งเชื้อเพลิงตัวอย่างที่อัตราส่วนต่าง ๆ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที แท่งเชื้อเพลิงมีค่าความชื้นสูง ติดไฟได้ยาก สามารถจุดติดไฟได้ประมาณ 1-2 นาที ที่เวลา 40 นาที ติดไฟได้ สามารถจุดติดไฟได้ประมาณ 3-4 นาที และที่เวลา 60 นาที ติดไฟได้ง่าย สามารถจุดติดไฟได้ประมาณ 1-2 นาที

ตารางที่ 1 ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อบที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 20, 40 และ 60 นาที

ร้อยละของอัตราส่วนผสม	ความชื้น (ร้อยละ)		
	20 นาที	40 นาที	60 นาที
กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (25:75)	36.73	22.65	4.07
กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (50:50)	40.21	24.32	6.33
กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (75:25)	42.76	25.59	8.48
กากไขมัน : เศษอาหาร (25:75)	35.39	22.44	4.89
กากไขมัน : เศษอาหาร (50:50)	36.90	23.51	6.21
กากไขมัน : เศษอาหาร (75:25)	38.08	25.39	7.38
กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (25:75)	34.05	21.59	4.21
กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (50:50)	36.49	22.98	3.85
กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25)	37.39	25.02	3.39

จากตารางที่ 1 จะพบว่าทุกอัตราส่วนของแท่งเชื้อเพลิงที่ทำการหาค่าความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที มีค่าความชื้นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอัดแท่ง (มพช. 238/2547) (ธनिया เกาศล และคณะ, 2562) ซึ่งตามเกณฑ์กำหนดให้ความชื้นของถ่านอัดแท่งมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ส่วนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที มีค่าความชื้นสูงเกินมาตรฐานเนื่องจากมีกากไขมันเพิ่มมากขึ้น

อัตราส่วนที่เหมาะสมในการพัฒนาแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน

จากการหาระยะเวลาในการอบแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสม พบว่าที่เวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสม จึงนำมาทำการทดสอบคุณสมบัติแท่งเชื้อเพลิงจะทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความร้อน ความชื้น สารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และเถ้า แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติต่างๆ ของแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน

ร้อยละของอัตราส่วนผสม	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	ค่าคุณสมบัติต่างๆ (ร้อยละ)			
		ความชื้น	สารระเหย	ปริมาณคาร์บอนคงตัว	เถ้า
กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (25:75)	4,194	4.07	76.21	8.20	4.11
กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (50:50)	5,938	6.33	74.09	11.45	3.96
กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (75:25)	6,256	8.48	73.91	13.11	3.68
กากไขมัน : เศษอาหาร (25:75)	4,119	4.89	75.92	8.99	4.01
กากไขมัน : เศษอาหาร (50:50)	6,011	6.21	73.92	12.34	3.90
กากไขมัน : เศษอาหาร (75:25)	6,301	7.38	72.98	14.21	3.71
กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (25:75)	4,200	4.21	75.01	9.48	3.91

ตารางที่ 2 คุณสมบัติต่างๆ ของแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน (ต่อ)

ร้อยละของอัตราส่วนผสม	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี/ กิโลกรัม)	ค่าคุณสมบัติต่างๆ (ร้อยละ)			
		ความชื้น	สาร ระเหย	ปริมาณ คาร์บอน คงตัว	เถ้า
กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (50:50)	5,590	3.85	72.45	12.21	3.65
กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25)	6,892	3.39	70.42	14.47	3.21

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณสมบัติของค่าความร้อนของแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมันเมื่อนำมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอัดแห้ง (มผช.238/2547) (ธनिया เกาศล และคณะ, 2562) ที่กำหนดไว้ว่าค่าความร้อนที่ดีควรมากกว่า 5,000 กิโลแคลอรี/ กิโลกรัม ซึ่งผลจากการทดลองจะพบว่า แห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน อัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนมากที่สุดคือ กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25) โดยให้ค่าพลังงานความร้อน 6,892 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม รองลงมาคือ กากไขมัน : เศษอาหาร (75:25) โดยให้ค่าพลังงานความร้อน 6,301 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (75:25) โดยให้ค่าพลังงานความร้อน 6,256 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เมื่อแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน มีอัตราส่วนของกากไขมันตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ค่าความร้อนจะสูงขึ้นอย่างชัดเจนและมากกว่าค่ามาตรฐาน (มผช. 238/2547) และค่าความร้อนทั่วไปตามกรมโรงงานอุตสาหกรรมที่ควรมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 3,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) นั้นหมายความว่า กากไขมันให้ค่าความร้อนสูง

ค่าความชื้นของแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมันจะพบว่าอัตราส่วนของกากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (75:25) มีค่าความชื้นสูงมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 8.48 และรองลงมาคือ อัตราส่วนของกากไขมัน : เศษอาหาร (75:25) มีค่าความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 7.38 โดยค่าความชื้นจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อกากไขมันมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากจะมีน้ำอยู่มาก โดยค่าความชื้นที่ดีของแห้งเชื้อเพลิงควรมีค่าความชื้นไม่เกินกว่าร้อยละ 50 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) แห้งเชื้อเพลิงที่ดี สามารถติดไฟได้ง่าย เก็บได้เป็นเวลานาน ค่าความชื้นควรมีค่าที่ต่ำ

ค่าคาร์บอนคงตัวของแห้งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมันจะพบว่า อัตราส่วนของกากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25) มีค่าคาร์บอนคงตัวสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 14.47 และรองลงมา คือ อัตราส่วนของกากไขมัน : เศษอาหาร (75:25) มีค่าคาร์บอนคงตัวเท่ากับร้อยละ 14.21 และ อัตราส่วนของกากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (25:75) มีค่าคาร์บอนคงตัวต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 8.20 ซึ่งค่าคาร์บอนคงตัวที่ดีของแห้งเชื้อเพลิงนั้นควรมีค่าคาร์บอนคงตัวสูง เนื่องจากคาร์บอนคงตัวจะเป็นตัวบ่งชี้ในเรื่องของระยะเวลาในการเผาไหม้ได้ยาวนาน ค่าคาร์บอนคงตัวโดยทั่วไปไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 15 (นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล, 2562)

ปริมาณสารระเหยเป็นส่วนที่เมื่อแห้งเชื้อเพลิงได้รับความร้อนแล้วระเหยไป จากการทดลอง พบว่า อัตราส่วนที่ให้ปริมาณสารระเหยมากที่สุด คืออัตราส่วนของกากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (25:75) มีปริมาณสารระเหยเท่ากับร้อยละ 76.21 และที่อัตราส่วนของกากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25) ที่ให้ปริมาณสาร

ระเหยน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 70.42 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของสารระเหยโดยทั่วไปควรมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 (นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล, 2562)

ปริมาณของเถ้าคือส่วนที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ การที่เชื้อเพลิงที่มีปริมาณเถ้ามากในจำนวนมากนั้นจะส่งผลให้เชื้อเพลิงนั้นเกิดการเผาไหม้ได้ยาก ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ดีควรมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 20 (นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล, 2562) อัตราส่วนของเชื้อเพลิงที่มีปริมาณเถ้ามากที่สุดคือ กากไขมัน : เศษผักและผลไม้ (25:75) มีค่าปริมาณเถ้าร้อยละ 4.11 และอัตราส่วนของเชื้อเพลิงที่มีปริมาณเถ้าน้อยที่สุดคือ กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25) มีค่าปริมาณเถ้าร้อยละ 3.21 ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าปริมาณของเถ้าในทุกอัตราส่วนมีค่าที่ใกล้เคียงกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวัสดุที่ผสมนั้นมีการเผาไหม้ที่ค่อนข้างสมบูรณ์จึงทำให้เหลือปริมาณของเถ้าในปริมาณที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

สรุป

จากการศึกษาพัฒนารูปแบบและศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน โดยนำไปอัดด้วยวิธีการอัดแห้งด้วยกระบวนการที่ไม่ผ่านความร้อนให้เป็นแท่งเชื้อเพลิง โดยใช้กากไขมันเป็นตัวประสาน และทำการผสมกับขยะย่อยสลายได้แก่ เศษผักและเศษผลไม้ เศษอาหาร และเศษหญ้าและเศษใบไม้ โดยใช้อัตราส่วนของกากไขมันที่แตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่มีสมบัติด้านเชื้อเพลิงโดยรวมเหมาะสมที่สุดเมื่อทำการพิจารณาค่าความร้อน ความชื้น สารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และเถ้า ร่วมด้วยคือ กากไขมัน : เศษหญ้าและเศษใบไม้ (75:25) โดยสามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟืน ถ่านไม้ หรือวัสดุอื่นๆที่เป็นวัสดุเชื้อเพลิง เนื่องจากมีค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับวัสดุเหล่านั้น และมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน (มผช. 238/254) และมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาอัตราส่วนที่มีความหลากหลายเพื่อให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
2. ศึกษาการพัฒนาเรื่องกลิ่นโดยทำการผสมกลิ่นพืชสมุนไพรเพื่อให้มีความหอมและน่าในใจมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน. (2561). **ฐานข้อมูลศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย**

ประจำปี เพาะปลูก พ.ศ. 2561.

กระทรวงพลังงาน. (2558). **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579.**

กรุงเทพมหานคร.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2552). **โครงการส่งเสริมการใช้ประโยชน์กากอุตสาหกรรม และลดปริมาณการที่ต้องฝังกลบ ปีงบประมาณ 2552.** กรุงเทพมหานคร.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2555). **คู่มือแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง และบล็อกประสาน,** กรุงเทพมหานคร.

- ธนียา เกาศล, วัฒนา ศรีเกตุ, และวิชัยรัตน์ แก้วเจือ. (2562) ถ่านอัดแท่งจากเถ้าหนักของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากรากไม้ยางพารา. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24, อุตรธานี, 10-12 กรกฎาคม 2562, 29-36.
- นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล. (2557). การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(11). 66-77.
- Jittabut, P. (2015). Physical and Thermal Properties of Briquette Fuels from Rice Straw and Sugarcane Leaves by Mixing Molasses. *Energy Procedia*, 79(1), 10-17.
- Mitchual, S. J. (2013). Frimpong-Mensah, K. & Darkwa, N.A. Effect of species, particle size and compacting pressure on relaxed density and compressive strength of fuel briquettes. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 2013, 4(1). 805-815.
- Pongthornpruek, S. & Sasitharanuwat, A. The Utilization of Bamboo Residues and Grease Waste for Charcoal Briquette Production. *Applied Mechanics and Materials*, 2019, 886(1).154-158.
- Ward, B. J. Yacob, T. W. & Montoya, L. D. (2014). Evaluation of Solid Fuel Char Briquettes from Human Waste. *Environmental Science & Technology*, 2014, 48(1). 9852-9858.