

**การศึกษาลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ดร่วม
ขยะกำพร้าว (ซองกันกระแทก) กับกากไขมันเพื่อเป็นพลังงานทดแทน**
Characteristics of Co-Pelletized Fuel from Orphan Waste (Bubble Wrap)
and Grease Waste for Renewable Energy

จิรายุ มโนจรีหกุล¹ และ วนิดา ชูอักษร^{1*}

Jirayu Manojureehakul¹ and Wanida Chooaksorn^{1*}

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

* Corresponding author: cwanida@tu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ดร่วมจากขยะกำพร้าว (ซองกันกระแทก) และกากไขมันในน้ำเสียของร้านอาหารอินเดีย (คลองโง่งอ่าง-พาหุรัด) กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมี โดยดำเนินการวิเคราะห์ ปริมาณความหนาแน่น ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย และปริมาณความร้อน ตามมาตรฐานของสมาคมการทดสอบวัสดุแห่งอเมริกา (American Society for Testing and Materials; ASTM) ศึกษาอัตราส่วนของขยะกำพร้าวประเภทซองกันกระแทก และกากไขมัน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 โดยน้ำหนัก พบว่าอัตราส่วน 2 : 3 มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด มีปริมาณความหนาแน่น 1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แตกร่วนได้เล็กน้อย ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย ร้อยละ 8 4 และ 94 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณความร้อน 8,815 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งมีลักษณะสมบัติที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง และบล็อกประสานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

คำสำคัญ : ขยะกำพร้าว , กากไขมัน , เชื้อเพลิงอัดเม็ด , พลังงานทดแทน

Abstract

The study of the properties of co-pelletized fuel from orphan waste (bubble wrap) and grease waste from wastewater of an Indian restaurant (Ong Ang – Phahurat Canal) in Bangkok aimed to investigate physical and chemical characteristics. The analysis included measuring bulk density, moisture content, ash content, volatile matter, and heating value according to the standards of the American Society for Testing and Materials (ASTM). The ratios of orphan waste (bubble wrap) and grease waste were conducted are 4 : 1, 3 : 2, and 2 : 3 by weight. It was found that the 2:3 ratio exhibited the most suitable efficiency, with a density of 1.60 g/cm³, slightly friable texture, moisture content, ash content, and volatile matter at 8%, 4%, and 94% by weight, respectively. The heat value was 8,815 kcal/kg. The co-pelletizing fuel from orphan waste (bubble wrap) and grease waste was suitable according to standards, guidelines, and waste qualification criteria for processing into fuel briquette and the interlocking block of the Department of Industrial Works.

Keywords: Orphan Waste , Grease Waste , Co-Pelletized Fuel , Renewable Energy

บทนำ

การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา-19 (COVID-19) ทำให้มีการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตรูปแบบใหม่ (New normal) ประชาชนสั่งซื้อสินค้าผ่านระบบออนไลน์เพิ่มสูงขึ้นในทุกพื้นที่ (ศิริพร คำวานิล และณรงค์ศักดิ์ หนูสอน, 2563) โดยศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจ ธนาคารไทยพาณิชย์ คาดว่า ในปีพ.ศ. 2566 มูลค่าตลาดขนส่งพัสดุไทยมีแนวโน้มขยายตัวต่อเนื่องเพิ่มมากขึ้น มีมูลค่าประมาณ 1.06 แสนล้านบาท และมีปริมาณขนส่งพัสดุเพิ่มขึ้นเป็นอย่างน้อย 7 ล้านชิ้นต่อวัน (บุญญาภรณ์ ตันติปฏิภน, 2565) ซึ่งการสั่งซื้อสินค้าผ่านระบบออนไลน์ โดยกระบวนการขนส่งพัสดุจะสร้างขยะจากบรรจุภัณฑ์ปริมาณมากในแต่ละวัน ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องและซอง โดยส่วนมากจะผลิตมาจากกระดาษเพราะมีราคาถูกและสามารถนำไปหมุนเวียนใช้ซ้ำหรือนำไปขายต่อกับร้านรับซื้อของเก่าได้ แต่จะมีบรรจุภัณฑ์อีกประเภทที่เป็นที่นิยม คือ บรรจุภัณฑ์กลุ่มซองกันกระแทก เพราะช่วยลดความเสียหายต่อทรัพย์สินระหว่างการจัดส่ง และลดขั้นตอนการหีบห่อวัสดุกันกระแทกก่อนใส่บรรจุภัณฑ์ แต่ไม่นิยมนำกลับมาใช้ซ้ำ เพราะมีการฉีกขาดที่กินเนื้อวัสดุกันกระแทกที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพลดลง ซึ่งวัสดุหรือซองกันกระแทกจัดเป็นขยะกำพวด เนื่องจากไม่ได้ผ่านกระบวนการจัดเก็บ รวบรวม คัดแยก รวมทั้งปรับปรุงสภาพให้มีคุณลักษณะเหมาะสมต่อการจัดการ ส่งผลให้ไม่สามารถนำขยะกำพวดไปรีไซเคิลได้ หรือไม่คุ้มค่ากับการรีไซเคิล โดยถูกทิ้งเป็นขยะทั่วไป (วนิดา ชูอักษร, 2566) แต่อย่างไรก็ตามขยะกำพวดสามารถนำมาเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดหรืออัดแท่ง (โกสินทร์ และวนิดา ชูอักษร, 2567) เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า แต่จำเป็นต้องมีวัสดุประสานเพื่อให้คงสภาพที่มีคุณภาพมีคุณสมบัติในการทำให้เกิดการผสมและยึดติดเข้ากันได้ ซึ่งวัสดุที่มีความเป็นไปได้ ได้แก่ กากไขมัน (Grease Waste) ซึ่งพบไขมัน น้ำมัน และไขมันหล่อลื่น (Fat Oil and Grease) คิดเป็นปริมาณร้อยละ 10 ของปริมาณสารอินทรีย์ที่พบในน้ำเสีย (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ในอุตสาหกรรมอาหารและการปรุงประกอบอาหารจากครัวเรือนและร้านอาหาร จำเป็นต้องได้รับการจัดการที่ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากหากปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ และลอยตัวอยู่ที่ผิวน้ำ อาจทำให้ออกซิเจนไม่สามารถละลายลงสู่แหล่งน้ำได้ ส่งผลให้เกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจนเกิดการเน่าเสียของน้ำ และกลิ่นอันไม่ประสงค์ตามมา และหากผ่านบ่อบำบัดเพื่อตกให้น้ำมันและไขมันแยกตัวและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และถูกตักออกจากบ่อบำบัดไขมัน แต่หากไม่ถูกตักออกไปจัดการเป็นระยะ ๆ ก็อาจก่อให้เกิดการอุดตันในระบบท่อ (สำรวจ โกศลานันท์ พิพัฒน์ ปราโมทย์ และณัฐสิทธิ์ พัฒนะอิม, 2553; พันธวิศ สัมพันธ์พานิช, เพ็ญรัตน์ จันทน์วิวัฒน์ และกรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์, 2562) การนำขยะกำพวดประเภทของกันกระแทกและกากไขมันมาผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดรวม เป็นการแปรรูปขยะเป็นพลังงาน (Waste to Energy) เพื่อเป็นพลังงานทดแทนชนิดใหม่ รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาการตกค้างของขยะ ลดปัญหาการปนเปื้อนกากไขมันในน้ำเสีย และเป็นการนำขยะและของเสียมาใช้ประโยชน์

วิธีการดำเนินการ

การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดรวมจากขยะกำพวดประเภทบรรจุภัณฑ์ของกันกระแทก และกากไขมัน มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

(1) การเตรียมตัวอย่าง

- ตัวอย่างขยะกำพวดประเภทของกันกระแทก ดำเนินการย่อยโดยตัดให้มีขนาดเล็กประมาณ 5-10 มิลลิเมตร
- ตัวอย่างกากไขมัน จากร้านอาหารอินเดียในพื้นที่บริเวณคลองโอ่งอ่าง-พาหุรัด ดำเนินการลดความชื้น โดยเข้า

ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

(2) การผสมขยะกำพวดและกากไขมัน

- นำขยะกำพร้าว้าที่ผ่านการย่อยขนาด และกากไขมันที่ผ่านการอบมาแล้ว หาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิต เชื้อเพลิงอัดเม็ดพร้อม โดยขยะกำพร้าว้า กากไขมัน ผสมตามอัตราส่วน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดด้วยแรงมือ (Pelling Press) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร โดยมีลักษณะดังรูปที่ 1

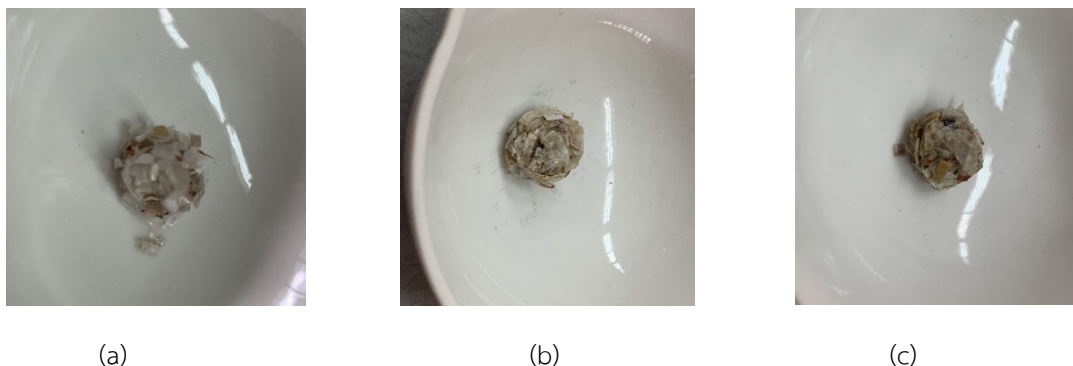


Figure 1 Co-Pelletized fuel diameter 1 centimeter (orphan waste (bubble wrap) : grease waste) (a) ratio 4 : 1 (b) ratio 3 : 2 and (c) ratio 2 : 3

(3) การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

(3.1) การวิเคราะห์ความหนาแน่นปกติ (Bulk Density)

ความหนาแน่นปกติ เป็นอัตราส่วนของมวลหนึ่งหน่วยปริมาตรของเชื้อเพลิงหรือเป็นปริมาณน้ำหนักของขยะต่อปริมาตรภาชนะที่บรรจุ โดยไม่มีการอัดหรือบีบให้ผิดไปจากธรรมชาติ โดยการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM E 873-82 ดังสมการที่ (1)

$$D = \frac{M}{V} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดย D คือ ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

M คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

V คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

(3.2) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

ปริมาณความชื้น เป็นปริมาณน้ำที่ยังคงอยู่หลังจากกระบวนการตากแห้งของเชื้อเพลิง ด้วยความชื้นมีผลต่อค่าความร้อนโดยตรง เชื้อเพลิงมีความชื้นมากจะทำให้ค่าความร้อนจะลดต่ำลง โดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามมาตรฐาน ASTM D3173-95 คำนวณปริมาณความชื้น ดังสมการที่ (2)

$$MC = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100 \quad \text{สมการที่ (2)}$$

โดย MC คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

- A คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
B คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

(3.3) ปริมาณเถ้า (Ash Content)

ปริมาณเถ้า เป็นส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาป หากเชื้อเพลิงมีเถ้าปริมาณมาก จะเป็นปัญหาในการเผาไหม้และเพิ่มความยุ่งยากในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้นการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า เป็นการหาปริมาณสารอินทรีย์ที่คงเหลือหลังจากการเผาตัวอย่าง ตามมาตรฐาน ASTM D 3174-95 คำนวณปริมาณเถ้า ดังสมการที่ (3)

$$AC = \left(\frac{A}{B}\right) \times 100 \quad \text{สมการที่ (3)}$$

- โดย AC คือ ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)
A คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)
B คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

(3.4) ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter)

ปริมาณสารระเหย เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิงที่สามารถระเหยได้เมื่อได้รับความร้อน โดยที่ปริมาณสารที่ระเหยสามารถระเหยได้ในปริมาณสูงจะมีแนวโน้มค่าความร้อนที่สูงตามไปด้วยการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหย ตามมาตรฐาน ASTM D 3175-95 ดังสมการที่ (4)

$$VM = \left[\left(\frac{A}{B}\right) \times 100\right] - MC \quad \text{สมการที่ (4)}$$

- โดย VM คือ ปริมาณสารระเหย (ร้อยละ)
MC คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
A คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)
B คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

(3.5) ปริมาณความร้อน (Heat Value)

ปริมาณความร้อน เป็นปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อแท่งเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในบางครั้งอาจเรียกว่าค่าความร้อนของการเผาไหม้ การหาปริมาณความร้อนดำเนินการโดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ (Bomb Calorimeter) ด้วยวิธี Isoperibol ตามมาตรฐาน ASTM D 5865-13

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

(1) ปริมาณความหนาแน่นปกติ (Bulk Density)

การศึกษาความหนาแน่นปกติ อัตราส่วนขยะกำพร้า : กากไขมัน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 โดยน้ำหนัก มีค่าความหนาแน่น 0.97 1.39 1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แตกต่างจากการศึกษาของธรรพร บุศย์น้ำเพชร และนิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล (2567) ซึ่งความหนาแน่นของเชื้อเพลิงขยะพลาสติกภายในมหาวิทยาลัยอยู่ระหว่าง 0.80-

0.90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีส่วนผสมของกากไขมัน ทำให้ความหนาแน่นสูงกว่าขยะพลาสติก ซึ่งอัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมัน 2 : 3 มีความหนาแน่นมากที่สุด โดยอัตราส่วนของกากไขมันที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การคั่นตัวและแตก่วนน้อยกว่าอัตราส่วนที่มีกากไขมันผสมน้อย โดยขยะกัมพูชาจะคั่นตัวและร่วนออกได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีอัตราส่วนของกากไขมันผสมมาก มีผลต่อการเคลื่อนย้ายและการเผาไหม้ที่อาจเผาไม่สมบูรณ์ หรือเผาไหม้ไม่หมด

(2) ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

การศึกษาปริมาณความชื้น พบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดร่วมซึ่งผ่านกระบวนการลดความชื้น โดยเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า ขยะกัมพูชา : กากไขมัน อัตราส่วน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 2 ร้อยละ 4 และ ร้อยละ 8 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ปริมาณร้อยละความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของกากไขมันเพิ่ม และเมื่อนำเชื้อเพลิงอัดเม็ดในแต่ละอัตราส่วนทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะเริ่มคลายตัวแตก่วนหลุดเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณความชื้นต่ำ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) มีค่าความชื้นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอัดแท่ง (มผช.238/2547) (ธनिया เกาศล, วัฒนา ศรีเกตุ, และวิชัยรัตน์ แก้วเจือ, 2562) ซึ่งตามเกณฑ์กำหนดให้ความชื้นของถ่านอัดแท่งมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8

(3) ปริมาณเถ้า (Ash Content)

การศึกษาปริมาณเถ้า พบว่า อัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมัน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 มีปริมาณเถ้าร้อยละ 16 12 และ 4 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากขยะกัมพูชาผสมกับกากไขมัน เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยคุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 20 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) พบว่าอัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมันที่ 2 : 3 มีค่าปริมาณเถ้าต่ำที่สุด คือร้อยละ 4 รองลงมาคือ อัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมันที่ 3 : 2 มีค่าปริมาณเถ้าร้อยละ 12 และ อัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมันที่ 4 : 1 มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด คือร้อยละ 16 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ต้องมีค่าร้อยละปริมาณเถ้าต่ำ และแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของขยะกัมพูชาที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณเถ้าจากการเผาไหม้เพิ่มขึ้นที่เพิ่มขึ้น

(4) ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter)

การศึกษาปริมาณสารระเหย พบว่า อัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมัน อัตราส่วน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 มีปริมาณสารระเหยร้อยละ 76 84 และ 94 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งอัตราส่วน 2 : 3 มีปริมาณสารระเหยสูงที่สุดสอดคล้องกับปริมาณเถ้า และปริมาณความร้อน ที่มีปริมาณน้อยที่สุด และสูงที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณระเหยสามารถระเหยได้ในปริมาณสูงจะมีแนวโน้มค่าความร้อนที่สูงตามไปด้วย รวมทั้งทำให้มีคุณสมบัติการติดไฟง่ายขึ้น (จุฑาพล จำปาแถม และคณะ, 2565)

(5) ปริมาณความร้อน (Heat Value)

การศึกษาปริมาณความร้อน พบว่าอัตราส่วนขยะกัมพูชา : กากไขมัน อัตราส่วน 4 : 1 3 : 2 และ 2 : 3 มีปริมาณความร้อน 7,289 8,125 และ 8,815 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยคุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน ที่กำหนดว่าค่าความร้อนต้องมากกว่า 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) อัตราส่วนการผสมกากไขมันเมื่อเพิ่มขึ้น ค่าพลังงานจะสูงขึ้นตาม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณพัชร บัวฉวน (2563) ในอัตราส่วนปริมาณกากไขมันที่เพิ่มขึ้น จะมีผลให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีค่ามากขึ้น และสามารถเป็นแนวทางการนำไปใช้ทดแทนเชื้อเพลิงจำพวกถ่านกัมมันต์ ฟืน เพราะให้ค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ เช่น แกลบ 3,229 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ชานอ้อย 3,936 กิโล

แคลอรี/กิโลกรัม และกะลามะพร้าว 4,282 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน, 2565)

Table 1 Characteristics of Co-Pelletized Fuel from orphan waste (Bubble Wrap) and grease waste

Characteristics	Unit	Ratio Co-Pelletized Fuel (orphan waste (Bubble Wrap) : grease waste)		
		4 : 1	3 : 2	2 : 3
Bulk Density	g/cm ³	0.97	1.39	1.60
Moisture Content	% by weight	2	4	8
Ash Content	% by weight	16	12	4
Volatile Matter	% by weight	76	84	94
Heat Value	Kcal/kg (by weight)	7,289	8,125	8,815

สรุปผลการทดลอง

เชื้อเพลิงอัดเม็ดร่วมขยะกำพร้าว (ซองกันกระแทก) กับกากไขมัน มีอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างขยะกำพร้าว : กากไขมัน คือ 2 : 3 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีปริมาณความหนาแน่นปกติ 1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย ร้อยละ 8 ร้อยละ 4 และร้อยละ 94 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณความร้อน 8,815 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งลักษณะสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยคุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน และเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอัดแท่ง (มผช. 238/2547) โดยสัดส่วนการผสม กากไขมันเมื่อเพิ่มขึ้น พลังงานจะสูงขึ้น สามารถเป็นแนวทางนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนเพื่อลดปริมาณขยะ ลดปัญหา กากไขมันในน้ำเสีย และเป็นการนำขยะและของเสียมาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษา องค์ประกอบทางด้านเคมีของเชื้อเพลิงอัดเม็ดร่วมเพิ่มเติม เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมัน และการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับ ชุมชน. สืบค้น 19 ธันวาคม 2566, จาก http://infofile.pcd.go.th/water/manual_Comm09.pdf?CFID=180918&CFTOKEN=57069603.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2565). ฐานข้อมูลศักยภาพชีวมวลในประเทศไทยปี 2556. สืบค้น 21 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://today.line.me/th/v2/article/DOQ9eo>
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2555). คู่มือแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง และบล็อก ประสาน. สืบค้น 9 มกราคม 2567, จาก <http://webintra.diw.go.th/iwmb/paper.asp>
- โกสินทร์ จิรินรัมย์ และวนิดา ชูอักษร. (2567). การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดร่วมจากกากตะกอนน้ำเสียชุมชนและขยะกำพร้าว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 29(2). 481-493
- จุฑาพล จำปาแถม ลำพูน เหลลราช กิตินันท์ อารยางกูร, และสุรสิงห์ อารยางกูร. (2565). การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสม และสมบัติถ่านอัดแท่งจากไม้ไผ่. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.อีสาน. 3(3) 81-93.

- ณพัชร บัวฉน. (2563). การพัฒนารูปแบบการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากขยะย่อยสลายได้ผสมกับกากไขมัน. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 15(3), 53-61.
- ธनिया เกาศล, วัฒนา ศรีเกตุ, และวิชัยรัตน์ แก้วเจือ. (2562). ถ่านอัดแท่งจากเถ้าหนักของโรงไฟฟ้าชีวมวลจากรากไม้ยางพารา. ใน: การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24. (29-36). โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์: อุดรธานี.
- ธพร บุศย์น้ำเพชร และนิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล. (2567). การผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะพลาสติกภายในมหาวิทยาลัย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 10(1) 14-28.
- บุญญภพ ตันติปิฎก. (2565). เกาะติดตลาดขนส่งพัสดุ 2022. SCB Economic Intelligence Center. สืบค้น 21 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.scbeic.com/th/detail/product/8322>
- พันธวัศ สัมพันธ์พานิช, เพ็ญศรี จันทร์ภักดิ์ และกรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์. (2562). ปุ๋ยหมักกากไขมัน ... จากของเสียเหลือทิ้งของอุตสาหกรรมโรงแรม สู่ต้นแบบงานวิจัยการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน. วารสารสิ่งแวดล้อม. 23 (1), 1-14.
- วนิดา ชูอักษร. (2566). ฤกษ์งามยามดี จะช่วยแก้ปัญหาพลังงาน?. Sustainability กรุงเทพฯ. สืบค้น 19 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.bangkokbiznews.com/environment/1073488>
- ศิริพร คำวานิล และณรงค์ศักดิ์ หนูสอน. (2563). ขยะมูลฝอย: ในช่วงสถานการณ์ COVID-19 เป็นอย่างไร. วารสารพยาบาลสาธารณสุข. 34(2). 144-157.
- สำรวม โกศลนันท์, พิพัฒน์ ปราโมทย์ และณัฐสิทธิ์ พัฒนะอิม. (2553). การหาค่าพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและกากไขมันในบ่อดักไขมันของสถานที่จำหน่ายอาหาร. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชภัฏธนบุรี. 8(2), 37-41.