กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษถ่านเหลือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

Charcoal Briquette Production Process from Industrial Waste Charcoal

อานันต์ วาชัยสี[1], คุณภัทร ศรีเปารยะ[2], วิมล พรหมแช่ม[3], พีรพงศ์ หนูช่วย[4], สุจิตรา แสงชัยศรี[5], กิตติคุณ เซียวสกุล[6], อภิชาติ หาจัตุรัส[7] และ ชิโนรส ละอองวรรณ[8*]

Anan Wachaisi[1], Khunnapat Sriporaya[2], Wimol Promcham[3], Peerapong Nuchuay[4], Sujitra Sangchaisri[5], Kittikhun Seawsakul[6], Apichart Hajaturus[7] and Chinoros laongwan[8*]

[1, 2, 3, 4, 8] สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[5] ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[6] สถาบันวิจัย พัฒนาและสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

[7] สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและหุ่นยนต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ค่าอุณหภูมิความร้อน ค่าความหนาแน่น และระยะเวลาการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง จากเศษถ่านไม้เบญจพรรณที่เหลือใช้เป็นจำนวนมากของโรงงานอุตสาหกรรมการอบกุ้งแห้งในพื้นที่ อ.ดอนสัก จ.สุราษฎร์ธานี โดยการทดลองพบว่าอุณหภูมิความร้อนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่ง เฉลี่ยอยู่ที่ 556.5 องศาเซลเซียส โดยวัดด้วยเครื่องเทอร์โมมิเตอร์อินฟาเรดวัดห่างจากตัววัตถุ 10 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง จะมีพื้นผิวแน่นและมีรูพรุนเพียงเล็กน้อยถ้าหากมองด้วยตาเปล่าจะมองไม่เห็น เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดผิววัตถุที่กำลังขยาย 200 ไมครอน มีค่าพื้นผิวความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ที่ 37.32 นาโนเมตร ของอัตราส่วนผสมของน้ำร้อน 500 มิลลิลิตร, แป้งมันสำปะหลัง 25 กรัม, ถ่านผง 500 กรัม และระยะเวลาการเผาไหม้สูงสุด 145 นาที ทางผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าสามารถนำถ่านอัดแท่งไปใช้ประโยชน์ในการประกอบการต่างๆได้ภายในครัวเรือน

คำสำคัญ : ถ่านอัดแท่ง, เศษถ่านไม้เบญจพรรณ, พลังงานชีวมวล

Abstract

The objective of this research is to study physical properties heat temperature value Density and the burning time of charcoal briquettes from a large amount of leftover mixed charcoal from the shrimp drying industry in Don Sak District Surat Thani Province. The experiment found that the optimum heating temperature of charcoal briquettes The average is 556.5 degrees Celsius by measuring with an infrared thermometer measuring 10 centimeters from the object From the surface and density analysis of charcoal briquettes It has a dense surface and is slightly porous that is invisible to the naked eye He viewed with a surface scanning electron microscope at a magnification of 200 microns It has an average surface density of 37.32 nm. of the mixing ratio of 500 ml of hot water Tapioca Starch 25 g. Powdered charcoal of 500 g. and a maximum burning time of 145 minutes. Therefore the researcher is of the opinion that charcoal briquettes can be used in various household.

Keywords: Charcoal briquette, Mixed charcoal, Biomass energy

** Corresponding author : info@sru.ac.th*

1.บทนำ

ประเทศไทยมีประชากรส่วนใหญ่เป็นเกษตกรและปลูกพืชหลากหลายชนิด ทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรมีเพียงพอต่อการบริโภค และส่งออกไปขายต่างประเทศ ในแต่ละปีนอกจากผลผลิตทางการเกษตรแล้วยังมีทรัพยากรธรรมชาติมากมาย เช่น เศษไม้ยางพารา เศษไม้ยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว แกลบ ขี้เลื่อย การนำทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่ผู้ประกอบการให้ความสนใจ เนื่องจากใช้สะดวก ไม่มีควัน และเผาไหม้ได้นานเมื่อเทียบกับถ่านก้อนที่ขายตามท้องตลาด ประสิทธิภาพในการใช้งานได้แก่ มีลักษณะเปราะ มีความชื้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้เกิดเชื้อรา ติดไฟยากระยะเวลาเผาไหม้สั้นและมีควัน นอกจากนี้การผลิตถ่านอัดแท่ง เพื่อใช้ในการปรุงอาหาร ปิ้ง ย่าง ซึ่งส่วนมากเป็นถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากขี้เลื่อยและกะลามะพร้าว ส่วนถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากเศษวัสดุ ขี้เลื่อย แกลบ กาบมะพร้าว และซังข้าวโพดยังไม่แพร่หลาย ฉะนั้นจึงต้องการนำวัสดุเหล่านั้นเป็นวัตถุดิบในการผลิตเพราะเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นและเหลือจากการใช้งานในปริมาณมาก (กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2554)

จากการสำรวจของผู้วิจัยพบว่า มีโรงงานอุตสาหกรรมอบกุ้งแห้งในอำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานีได้พบปัญหาหลังจากการอบกุ้งแห้ง โดยโรงงานอุตสาหกรรมแห่งนี้ได้ใช้ถ่านไม้เบญจพรรณเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในการเผาอบกุ้งแห้ง ในแต่ละวันทางโรงงานอุตสาหกรรมได้ทำการอบกุ้งแห้งเสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะทำให้มีเศษถ่านไม้เบญจพรรณเหลือเป็นจำนวนมาก ทางโรงงานอุตสาหกรรมได้นำเศษถ่านที่เหลือใช้ไปทิ้งเพราะเป็นเศษถ่านไม่สามารถนำกลับไปเป็นเชื้อเพลิงในการเผาอบกุ้งแห้งได้ และทางโรงงานกำลังมองหาทางแก้ปัญหากับเศษถ่านที่เหลือใช้ทั้งหมด

ทางผู้วิจัยจึงได้มองเห็นถึงปัญหาดังกล่าว และมีความสนใจเศษถ่านไม้เบญจพรรณที่เหลือใช้ในการอบกุ้งแห้งของโรงงานอุตสาหกรรม มาศึกษาอัตราส่วนผสมให้เป็นถ่านอัดแท่งนำเศษถ่านไม้เบญจพรรณมาบดให้ละเอียดแล้วนำไปอัดเป็นถ่านอัดแท่งแล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ หาอุณหภูมิความร้อน (°C) ค่าความหนาแน่น และค่าอัตราการเผาไหม้ จะได้ส่วนผสมที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อถ่านไม้ธรรมชาติและให้เกิดประโยชน์กับโรงงานได้

1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรืออาจกล่าวในทางเทคนิคก็คือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการ จะช่วยกำจัดน้ำมัน น้ำมันดินและสารประกอบอื่นๆ ออกจากไม้ซึ่งผลผลิตที่ได้จากกระบวนการ คือ สารต่างๆ ประกอบด้วยสารประกอบหลักคือ คาร์บอน (80 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนั้นจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (10-20 เปอร์เซ็นต์) เถ้า (0.5-10 เปอร์เซ็นต์) และแร่ธาตุต่างๆ เช่น กำมะถัน และฟอสฟอรัส ถ่านที่ได้หลังจากกระบวนการผลิตจะมีปริมาณคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้น ทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูงโดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้งสำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า “คาร์บอนไนเซชั่น (Carbonization)” สามารถแยกกระบวนการดังกล่าวเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเผาไหม้ การลดความชื้น การคายความร้อน และการทำให้เย็น มีงานวิจัยมากมายที่ได้ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน, 2552) เช่น จิราภรณ์ ธรรมศรี (2546) ได้ทำการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยใช้โซเดียมคลอไรด์เป็นสารกระตุ้น Charcoal การศึกษาวิจัยพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี ได้ทำการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุทางการเกษตร โดยการนำวัตถุดิบหรือวัสดุทางการเกษตรได้แก่ กะลามะพร้าว เศษไม้ยางพารา ข้อไม้ไผ่ กะลาปาล์ม ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด เศษไม้ต่างๆ เป็นต้น รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อัมพร กุญชรรัตน์ (2553) ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และพีรยุทธ ภิญโญ (2547) การผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยใช้วัสดุ 3 ชนิดคือ เปลือกทุเรียน ซังข้าวโพด และเมล็ดสบู่ดำ

ถ่านอัดแท่ง คือ พลังงานทางเลือกในยุคน้ำมันแพง พูดถึงเรื่องพลังงานทางด้านเชื้อเพลิง “ถ่าน” ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในครัวเรือนในการประกอบอาหารประเภท ปิ้ง ย่าง ฯลฯ โดยเฉพาะอาชีพค้าขาย ในหลายปีก่อนคนเราจะคุ้นเคยและเคยชินกับถ่านไม้เท่านั้น ซึ่งได้จากการนำแท่งฟื้นไม้ มาเผาเป็นถ่าน แต่ด้วยอัจฉริยภาพอันยาวไกลของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระองค์ทรง

เล็งเห็นเกี่ยวกับการขาดแคลนไม้ในอนาคต รวมทั้งพลังงานด้านต่างๆ ในด้านการผลิตถ่านพระองค์ทรงมีพระราชดำริในการนำวัสดุเหลือใช้ เช่น ผักตบชวา มาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งเรียกว่า “เชื้อเพลิงเขียว” และถ่านแกลบ“หลักการอัดแท่งเชื้อเพลิง” การอัดแท่งเป็นการใช้แรงกดต่ออนุภาคเล็กๆ ทำให้เกิดการอัดแน่นพอเหมาะที่จะรวมตัวกันเป็นก้อน กระบวนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งประกอบด้วยการให้แรงดันแก่มวลของอนุภาคโดยอาจมีตัวประสานหรือไม่มีก็ได้ เพื่อให้มวลสารรวมตัวกันและเกาะกันได้ดี (ชาญณรงค์ อัศวเทศานุภาพ, 2544)

ค่าความร้อน (Heating value) ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile matters) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon) ปริมาณเถ้า (Ash content) และปริมาณความชื้น (Moisture content) (ธารินี มหายศนันท์, 2553)

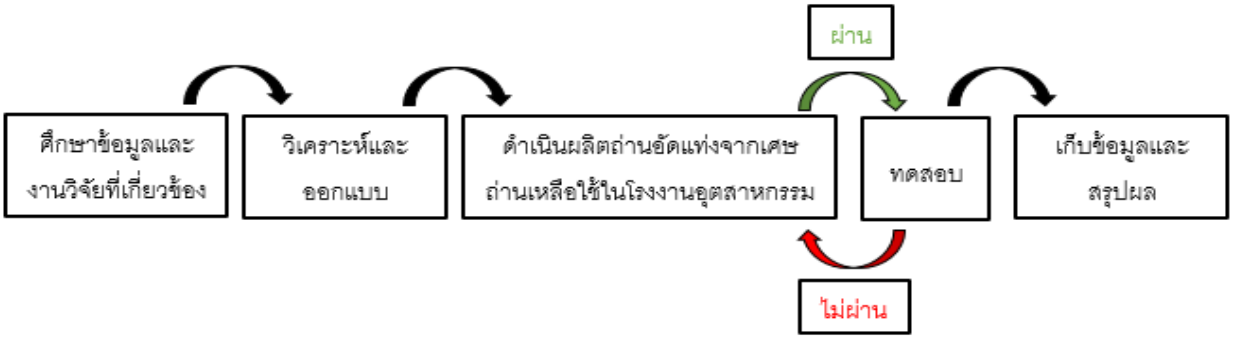
การทดสอบถ่านอัดแท่ง คือ การประเมินคุณภาพและสมบัติทางเชื้อเพลิงจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพ วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

1.2 อุปกรณ์และวิธีทำการทดลอง

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์ในการทดสอบ

ลำดับที่	รายละเอียด
1	เศษถ่านไม้เบญจพรรณ
2	แป้งมันสำปะหลัง
3	ครกหินศิลา (สำหรับบดถ่านให้ละเอียด)
4	หม้อสแตนเลส (สำหรับผสมอัตราส่วน)
5	บล็อกอัดถ่าน รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกเต๋า
6	เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด เทอร์โมมิเตอร์
7	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
8	แก้วบีกเกอร์ ขนาด 500 Ml.

1.3 วิธีขั้นตอนการดำเนินงาน



2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาหาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับถ่านอัดแท่งจากเศษถ่านที่เหลือใช้

2.2 เพื่อศึกษาหาค่าอุณหภูมิความร้อน (°C) ของถ่านอัดแท่ง

2.3 เพื่อศึกษาความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง

2.4 เพื่อศึกษาค่าอัตราการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง

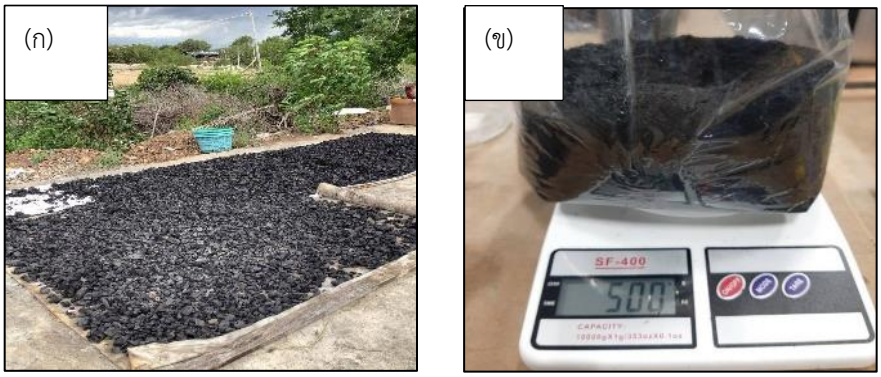
3.วิธีขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

- เตรียมถ่านที่ทำการบดให้เป็นผงละเอียด
- เตรียมแป้งมันสำปะหลังแบ่งตามสัดส่วนผสม
- แบ่งน้ำตามส่วนผสมที่ต้องการ เพื่อเตรียมนำน้ำไปต้ม

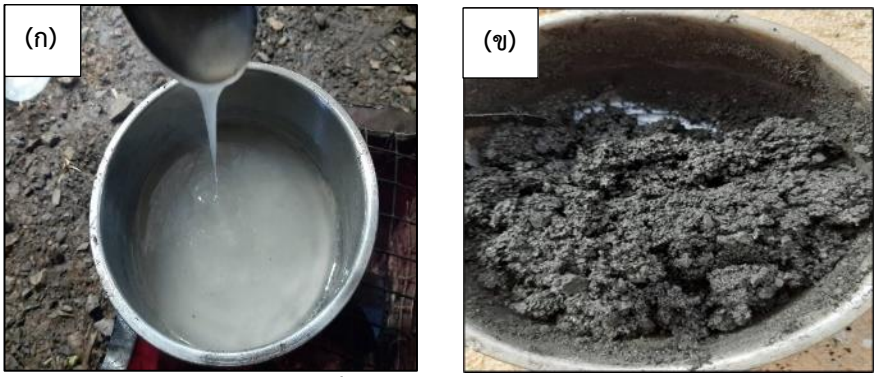
3.2 ขั้นตอนการอัดถ่าน

- การบดถ่าน ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้โดยการบดมือ เพราะเป็นช่วงสถานการณ์โควิดทางโรงงานถ่านอัดแท่งได้ปิดทำการจึงไม่สามารถไปทำการทดลองได้ ผู้วิจัยได้นำเศษถ่านไม้เบญจพรรณมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาชั่งตวงให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการ คือ 500 กรัม



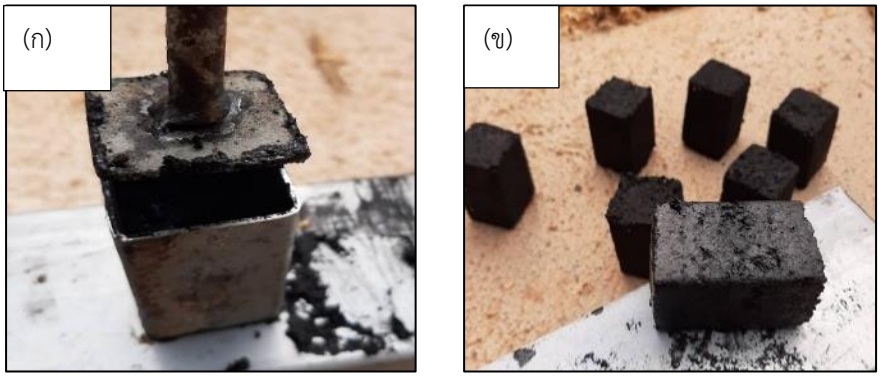
ภาพที่ 1 เตรียมถ่านนำไปบดให้เป็นผงละเอียด

- นำน้ำปริมาณ 500 มิลลิลิตร ไปต้มน้ำให้เดือดตามความเหมาะสม หลังจากนั้นเตรียมแป้งมันสำปะหลัง 3 ปริมาณ คือ 10, 25, 40 กรัม นำไปต้มในน้ำที่เดือด จากที่น้ำมีสีขาวขุ่นให้คนให้เข้ากันจนน้ำกลายเป็นสีขาวใส
- หลังจากที่ได้น้ำแป้งมันสำปะหลังที่ต้มแล้ว ให้นำถ่านที่บดละเอียดมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่ต้มแล้วมาคลุกเคล้าให้เข้ากันทั้ง 3 อัตราส่วน คลุกเคล้าจนถ่านเกาะตัวเป็นก้อนที่ร่วนซุย ไม่เกาะตัวเหลวจนเกินไป



ภาพที่ 2 ผสมถ่านเตรียมอัดแท่ง

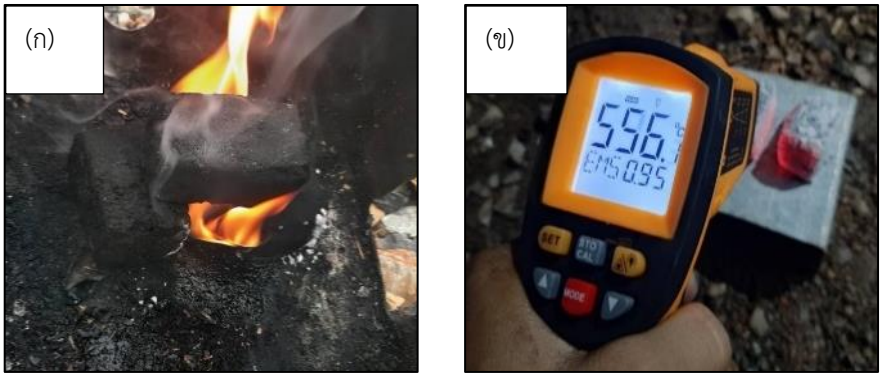
- การอัดแท่ง เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง โดยขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ วิธีที่ง่ายที่สุดคือ การใช้บล็อกเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมไม่มีรูระบายตรงกลางและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง มีขนาด 3.5 x 3.5 x 5 เซนติเมตร จากนั้นนำตากแดดไล่ความชื้น 4-5 วัน



ภาพที่ 3 ถ่านอัดแท่งที่ได้จากการอัด

3.3 ขั้นตอนการทดลองเผาถ่านอัดแท่ง

- นำถ่านอัดแท่งของแต่ละสูตรอัตราส่วนผสม สูตรละ 3 ก้อน ไปจุดไฟเผาไหม้ในเตาเผา แล้วสังเกตระยะเวลาการเผาไหม้และบันทึกค่าอุณหภูมิความร้อนของถ่านอัดแท่งทุก 20 นาทีจนถ่านจะมอดเป็นเถ้า



ภาพที่ 4 เผาถ่านและวัดค่าอุณหภูมิความร้อนของถ่าน

4. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการทดลองวิจัยหาค่าอัตราการเผาไหม้ ค่าอุณหภูมิความร้อน ค่าความหนาแน่น ของถ่านอัดแท่งจากเศษถ่านไม้เบญจพรรณที่เหลือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ส่วนผสมของถ่านบด 500 กรัม, น้ำต้มร้อน 500 มิลลิลิตร และเปลี่ยนอัตราส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง 10 ,25 ,40 กรัม สามารถเปรียบเทียบผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลค่าอัตราการเผาไหม้และค่าอุณหภูมิความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ 2 อัตราการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่งที่ส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังต่างกัน

ตัวอย่างที่	อัตราส่วนผสม			ระยะเวลาจุดติดไฟ (นาที)	ระยะเวลาเผาไหม้เป็นขี้เถ้า (นาที)
	ถ่านบด (กรัม)	แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	น้ำต้มร้อน (มิลลิลิตร)		
1	500	10	500	4	100
2	500	25	500	5	145
3	500	40	500	8	120

จากการทดลองหาค่าอัตราการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง ในตารางที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 มีอัตราส่วนผสมของถ่านบด 500 กรัม, แป้งมันสำปะหลัง 25 กรัม, น้ำต้มร้อน 500 มิลลิลิตร อัตราส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังทำหน้าที่เป็นกาวที่เหมาะสมจะมีอัตราการจุดติดไฟได้ดีและระยะเวลาในการติดไฟจนเป็นขี้เถ้าได้ถึง 145 นาที

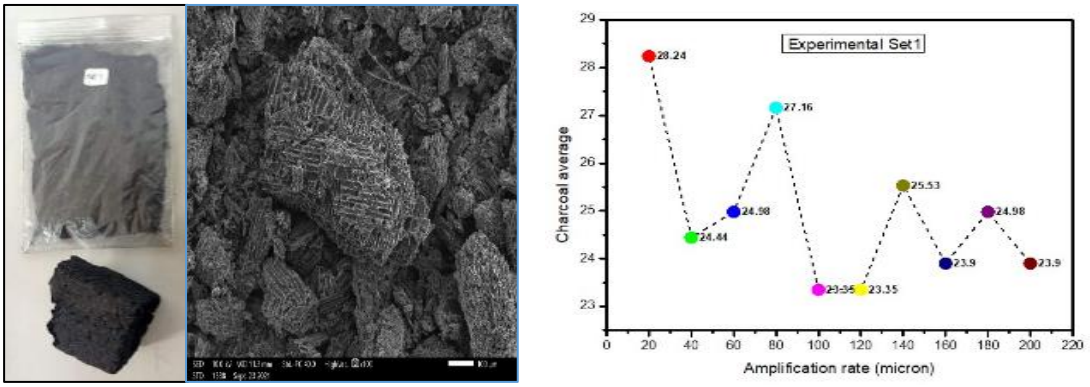
ตารางที่ 3 ผลค่าอุณหภูมิความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังต่างกัน

ตัวอย่างที่	ระยะเวลาในการเผาไหม้ถ่านอัดแท่ง (นาที)							ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (℃)
	10	30	50	70	90	110	130	
1	212.3	266.1	311.9	521.0	449.5	-	-	352.1
2	236.6	278.5	339.5	445.8	494.8	556.5	471.4	403.3
3	209.5	265.3	343.1	468.4	485.1	486.5	-	376.3

จากการทดลองวิจัยหาค่าอุณหภูมิความร้อนของถ่านอัดแท่ง โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด เทอร์โมมิเตอร์ จากตารางที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 มีอัตราส่วนผสมของถ่านบด 500 กรัม, แป้งมันสำปะหลัง 25 กรัม, น้ำต้มร้อน 500 มิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าสามารถติดไฟได้นานที่สุด และมีอุณหภูมิความร้อนสูงสุดอยู่ที่ 556.5℃ และมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 403.3℃

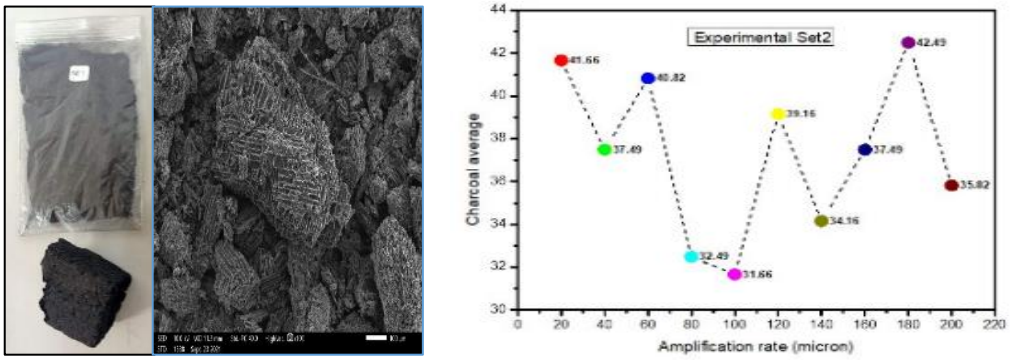
4.2 ผลวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดผิววัตถุ Scanning Electron Microscope (SEM)

4.2.1 จากการวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งตัวอย่างที่ 1 แสดงรูปภาพและผลการทดลองกราฟดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5 ผลวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านสูตรที่ 1

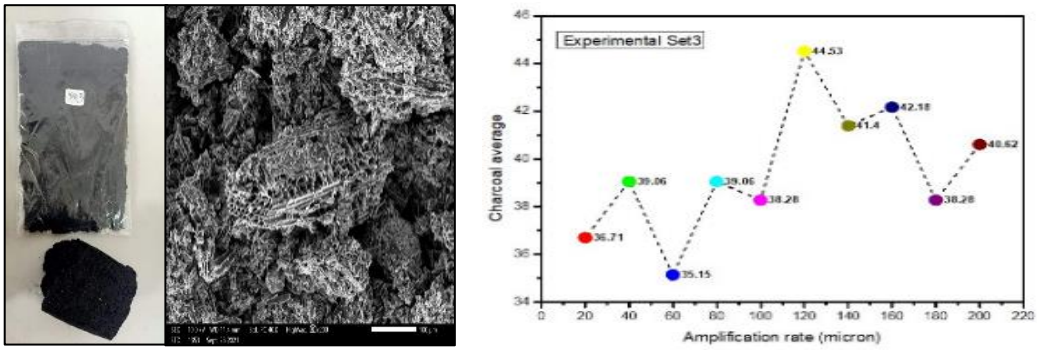
จากกราฟแสดงกราฟค่าเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งสูตรตัวอย่างที่ 1 จะสังเกตได้ว่าพื้นผิวของถ่านอัดแท่งและความเป็นรูพรุนที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดผิววัตถุที่กำลังขยาย 200 Micron มีพื้นผิวที่เกาะตัวเป็นกลุ่มเล็กๆมากและเกิดรูพรุนเยอะ เพราะมีแป้งมันสำปะหลังที่ทำหน้าที่เป็นกาวยึดถ่านน้อยเกินไป2.2 จากการวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งตัวอย่างที่ 2 แสดงรูปภาพและผลการทดลองกราฟให้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 6 ผลวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านของถ่านสูตรที่ 2

จากกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งสูตรตัวอย่างที่ 2 จะสังเกตได้ว่าพื้นผิวของถ่านอัดแท่งและความเป็นรูพรุนที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดผิววัตถุที่กำลังขยาย 200 Micron มีพื้นผิวที่เกาะตัวกันเหมาะสมและการเกิดรูพรุนไม่เยอะเกินไป เพราะมีแป้งมันสำปะหลังที่ทำหน้าที่เป็นกาวยึดถ่านกำลังเหมาะสมพอดี

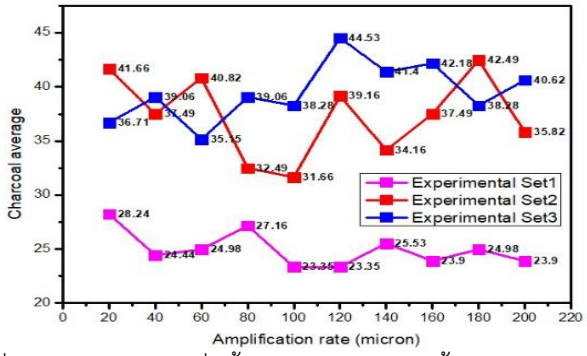
4.2.2 จากการวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งตัวอย่างที่ 3 แสดงรูปภาพและผลการทดลองกราฟดังต่อไปนี้



ภาพที่ 7 ผลวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านสูตรที่ 3

จากกราฟแสดงกราฟค่าเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งสูตรตัวอย่างที่ 3 จะสังเกตได้ว่าพื้นผิวของถ่านอัดแท่งแน่นเกาะตัวเป็นกลุ่มใหญ่เยอะ และความเป็นรูพรุนที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดผิววัตถุที่กำลังขยาย 200 Micron มีพื้นผิวที่เกิดรูพรุนพอสมควร เพราะมีแป้งมันสำปะหลังที่ทำหน้าที่เป็นกาวยึดถ่านแน่นเกินไปทำให้จุดติดไฟได้ยาก

4.2.3 จากการวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งรวมทั้ง 3 สูตรตัวอย่างการทดลองจะแสดง



ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพื้นผิวของถ่านอัดแท่งทั้ง 3 สูตรการทดลอง

5.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสรุปได้ว่าถ่านอัดแท่งที่ทำมาจากเศษถ่านไม้เบญจพรรณที่เหลือจากการใช้สูตรตัวอย่างการทดลองที่ 2 มีความเหมาะสมในการใช้งาน มีอัตราการเผาไหม้ที่ 145 นาทีและมีการจุดติดไฟที่ง่ายใช้เวลาในการจุด 5 นาที มีค่าอุณหภูมิความร้อนของถ่านสูงสุดอยู่ที่ 556.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 403.3 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์พื้นผิวและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งทั้ง 3 สูตรตัวอย่างการทดลอง ตัวอย่างการทดลองของสูตรที่ 2 จะมีพื้นผิวแน่นและมีรูพรุนเพียงเล็กน้อยถ้าหากมองด้วยตาเปล่าจะมองไม่เห็นเพราะถ่านอัดแท่งทุกสูตรตัวอย่างการลองจะมีรูปลักษณะที่คล้ายกันมาก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดผิววัตถุที่กำลังขยาย 200 ไมครอน ถ่านมีพื้นผิวเฉลี่ยอยู่ที่ 37.32 นาโนเมตร ทางผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าสามารถนำถ่านอัดแท่งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการประกอบการต่างๆได้ในครัวเรือน

5.2 ข้อเสนอแนะ

- เมื่อผสมอัตราส่วนผสมของถ่านเสร็จเรียบร้อยควรรีบนำไปอัดแท่งทันที ถ้าหากทิ้งไว้นานอาจทำให้สูญเสียความชื้นจากการระเหยของน้ำ อาจจะส่งผลให้การอัดถ่านได้ถ่านอัดแท่งที่มีลักษณะไม่แน่นตรงกับความต้องการ

- เมื่อทำการอัดแท่งถ่านเสร็จแล้ว ควรนำไปตากในที่ร่มเพื่อไล่ความชื้นก่อนนำออกไปตากแดดหากนำไปตากแดดเลยจะทำให้ก้อนถ่านเกิดความแตกร้าวได้ง่าย

- ศึกษาผลมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.)

6. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และนายภูษิต พรหมศรีแก้ว ที่อนุเคราะห์ สถานที่ทำการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง งานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). *พลังงานชีวมวล.*

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2554). *การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุทางการเกษตร.* กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

จิราภรณ์ ธรรมศรี. (2546). *การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยใช้โซเดียมคลอไรด์เป็นสารกระตุ้น* (รายงานการวิจัย). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชาญณรงค์ อัศวเทสานุภาพ. (2544). *ถ่าน: การผลิตที่ถูกวิธีและประโยชน์.* กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ธารินี มหายศนันท์ และ ประเทือง อุษาบริสุทธิ์. (2553). *การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งสำหลับการผลิตในระดับครัวเรือน* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาตรี). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีรยุทธ ภิญโญ. (2547). *การผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร* (รายงานการวิจัย). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อัมพร กุญชรรัตน์. (2553*). การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง มผช 238/2547*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ