บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับปรุงสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากกากสมุนไพรด้วยเปลือกมังคุดเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลไม้ มีผลการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

4.1 การเตรียมเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากสมุนไพรด้วยเปลือกมังคุดเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลไม้

4.1.1 การเตรียมวัสดุชีวมวลตั้งต้น

กากสมุนไพรเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตยาสมุนไพรรักษาโรคสะเก็ดเงินประเภทยาหมักจะประกอบไปด้วยพืชสมุนไพรหลายชนิด ได้แก่ ใบยาฉุน ใบพลู กระชายดำ บอระเพ็ด และผิวมะกรูด โดยส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นใยและมีความชื้นอยู่มาก (ดังภาพที่ 3.4) จึงต้องนำไปทำแห้ง เพื่อไล่ความชื้นออก เมื่อกากสมุนไพรผ่านการอบแห้งด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสแล้วจะมีลักษณะแห้งกรอบ ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 กากสมุนไพรหลังการอบแห้ง

กากสมุนไพรที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะถูกนำมาคัดแยกด้วยตะแกรงคัดแยกขนาด Mesh No. 12 โดยกากสมุนไพรที่คัดแยกขนาดอนุภาคแล้วแสดงในภาพที่ 4.2 และมีขนาดอยู่ในช่วงน้อยกว่า 1.68 มิลลิเมตร

ภาพที่ 4.2 กากสมุนไพรที่ผ่านการคัดแยกขนาดอนุภาคด้วยตะแกรง Mesh No.12

กากสมุนไพรที่ผ่านการคัดแยกขนาดแล้วจะถูกนำไปเตรียมเป็นถ่านชีวมวลด้วยเตาเผาถ่านชีวมวลแบบถังน้ำมัน 200 ลิตร เมื่อผ่านกระบวนเผาถ่านแล้วจะได้ถ่านจากกากสมุนไพร ซึ่งถ่านที่ได้มีลักษณะเป็นผงสีดำ และถูกนำไปบดเพื่อลดขนาดให้เล็กลงและมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 4.3 ถ่านจากกากสมุนไพร

ในส่วนของเปลือกมังคุดนั้นจะถูกอบแห้งในอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจะนำไปเผาเป็นถ่านชีวมวลด้วยเตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร เมื่อผ่านกระบวนการเผาถ่านแล้วจะได้ถ่านเปลือกมังคุดออกมาดังแสดงในภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ถ่านเปลือกมังคุดที่ได้จากการเผาด้วยเตาเผาถ่าน

ลิขสิทธิ์ของ ... รรณี

ถ่านเปลือกมังคุดที่ได้จะมีสีดำและมีรูปทรงคล้ายกับเปลือกมังคุดก่อนการเผาเป็นถ่าน ขนาดอนุภาคของถ่านเปลือกมังคุดที่ได้จะมีขนาดเล็กใหญ่ปะปนกันไป ดังนั้นจึงนำถ่านเปลือกมังคุดมาบดย่อยขนาดจนเป็นผงถ่านละเอียด ดังภาพที่ 4.5

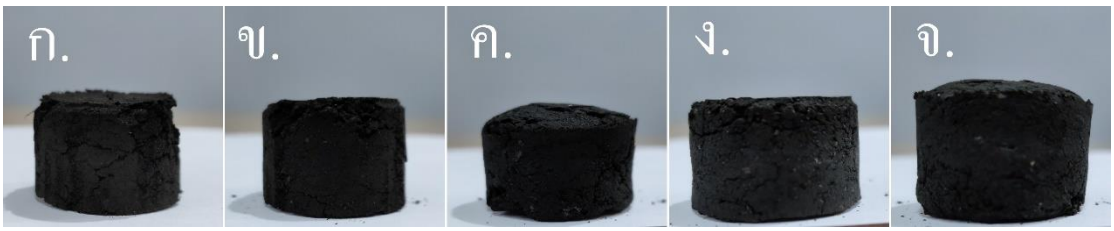
ภาพที่ 4.5 ถ่านเปลือกมังคุดที่ผ่านการบดย่อยแล้ว

4.1.2 การขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ถ่านชีวมวลที่เตรียมได้จะถูกอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการขึ้นรูปเย็น แม่พิมพ์รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตรจะถูกใช้สำหรับการขึ้นรูปในงานวิจัยนี้ น้ำแป้งมันสำปะหลังที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก จะถูกใช้เป็นตัวประสานสำหรับการขึ้นรูป โดยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของถ่านชีวมวลต่อตัวประสานเท่ากับ 1 ต่อ 2 ทั้งนี้ ถ่านที่ผ่านการบดและคัดเลือกขนาดแล้วของถ่านจากกากสมุนไพรจะถูกผสมกับถ่านจากเปลือกมังคุดใน 5 อัตราส่วน ที่ปริมาณของถ่านเปลือกมังคุดเท่ากับร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนักตามลำดับ ก่อนนำไปผสมกับตัวประสานน้ำแป้งมันสำปะหลัง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏไพรรณี

หลังจากผสมถ่านชีวมวลกับตัวประสานแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักของถ่านชีวมวลผสมตัวประสานตามอัตราส่วนที่กำหนดครั้งละ 20 กรัม ใส่ลงไปในแม่พิมพ์ ทำการอัดแท่งและถอดแม่พิมพ์ออก ถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพร ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและถ่านอัดแท่งผสมที่เตรียมได้จะถูกนำไปอบไล่ความชื้นในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัวอย่างของถ่านชีวมวลที่ผ่านการอัดแท่งแล้วแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ถ่านชีวมวลอัดแท่งจากถ่านกากสมุนไพร ที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ร้อยละ (ก.) 0, (ข.) 25, (ค.) 50, (ง.) 75 และ (จ.) 100 โดยน้ำหนัก และใช้น้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

จากภาพที่ 4.6 พบว่า ลักษณะของถ่านที่เตรียมได้ทั้งหมดเป็นสีดำ สามารถจับตัวเป็นแท่งได้ แม้จะไม่ได้มีลักษณะผิวเรียบตลอดแท่ง เมื่อสังเกตด้วยสายตาไม่พบความแตกต่างเชิงกายภาพที่สังเกตได้ชัดเจน อย่างไรก็ดี จากการสังเกตพบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีปริมาณของถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนักขึ้นไป จะมีความแข็งแรง ไม่แตกหักง่ายเมื่อหยิบจับหรือเคลื่อนย้าย แต่ถ่านอัดแท่งที่มีแต่ถ่านจากกากสมุนไพรจะมีลักษณะแตกร่วนได้ง่ายเมื่อทำการเคลื่อนย้าย

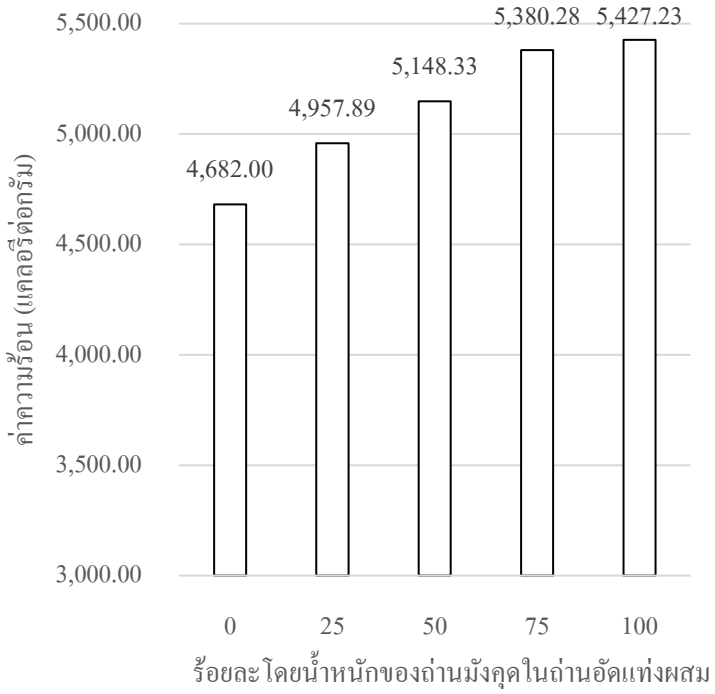
4.2 การทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากสมุนไพรด้วยเปลือกมังคุดเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลไม้

ผลการทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากสมุนไพรด้วยเปลือกมังคุดเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลไม้ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การทดสอบหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งตามมาตรฐาน ASTM D5865

ถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพรที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ในอัตราส่วน ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนัก ถูกนำไปวิเคราะห์หาค่าปริมาณความร้อนด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D5865 โดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (Bomb calorimeter, LECO Instruments (Thailand) Ltd.) ในการวิเคราะห์ค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงแท่ง ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณความร้อนเป็นดังแสดงในภาพที่ 4.7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 4.7 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพร ที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

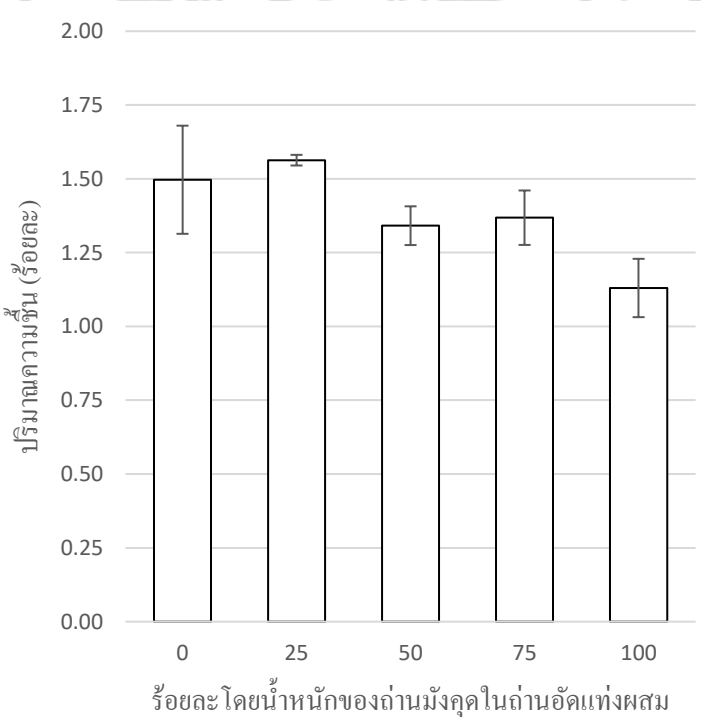
ผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนพบว่า ถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพรมีค่าความร้อนเท่ากับ 4,682.00 แคลอรีต่อกรัม ขณะที่ถ่านเปลือกมังคุดจะมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,427.23 แคลอรีต่อกรัม เมื่อนำถ่านเปลือกมังคุดไปผสมในถ่านกากสมุนไพรที่อัตราส่วนร้อยละ 25, 50 และ 75 โดยน้ำหนัก ไปวิเคราะห์ค่าความร้อน พบว่ามีค่าเท่ากับ 4,957.89 แคลอรีต่อกรัม, 5,148.33 แคลอรีต่อกรัม และ 5,380.28 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนที่ปรากฏแสดงให้เห็นอย่างมีนัยสำคัญว่าการผสมถ่านเปลือกมังคุดลงไปในถ่านกากสมุนไพรสามารถช่วยเพิ่มค่าความร้อนให้กับถ่านอัดแท่งผสมได้ โดยค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของถ่านเปลือกมังคุดในถ่านอัดแท่งผสม ทั้งนี้ เนื่องจากถ่านเปลือกมังคุดมีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านกากสมุนไพร เมื่อนำไปผสมลงในถ่านกากสมุนไพร จึงทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้นได้

มาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) กำหนดไว้ว่าค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานต้องมีค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งที่เตรียมขึ้นในงานวิจัยนี้กับค่าความร้อนมาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) พบว่า ถ่านกากสมุนไพรที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักขึ้นไป จะมีสมบัติผ่านเกณฑ์

มาตรฐาน ในขณะที่ถ่านกากสมุนไพร และถ่านอัดแท่งผสมที่มีถ่านเปลือกมังคุดอยู่ร้อยละ 25 โดยน้ำหนักจะมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐาน

4.2.2 การทดสอบหาปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งตามมาตรฐาน ASTM D3173

ปริมาณความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสมบัติของเชื้อเพลิงหรือถ่านอัดแท่ง ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D3173 และคำนวณได้จากสมการที่ 3.1 จากผลการคำนวณพบว่า ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพรมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.50 ± 0.18 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ถ่านอัดแท่งที่ผสมถ่านเปลือกมังคุดในอัตราส่วนร้อยละ 25, 50 และ 75 มีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 1.56 ± 0.02 โดยน้ำหนัก, 1.34 ± 0.07 โดยน้ำหนัก และ 1.37 ± 0.09 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณความชื้นของถ่านเปลือกมังคุดมีค่าน้อยกว่าถ่านกากสมุนไพรและถ่านอัดแท่งผสม โดยมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 1.13 ± 0.10 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณค่าความชื้นกับปริมาณของถ่านเปลือกมังคุดในถ่านอัดแท่งผสมพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าความชื้นมีแนวโน้มจะลดลงเมื่อปริมาณถ่านเปลือกมังคุดในถ่านอัดแท่งผสมเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.8

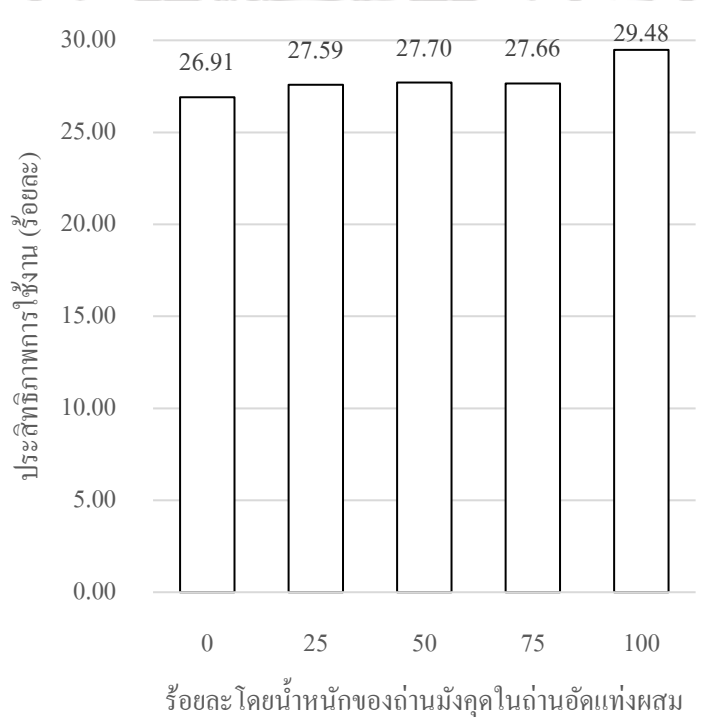


ภาพที่ 4.8 ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพร ที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สำหรับค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) ระบุไว้ว่าถ่านอัดแท่งต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก จากการพิจารณาพบว่า ถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพร ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านอัดแท่งผสมของกากสมุนไพรและถ่านเปลือกมังคุดในทุกอัตราส่วนที่เตรียมในงานวิจัยนี้มีค่าปริมาณความชื้นเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

4.2.3 การหาค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิง โดยการทดลองต้มน้ำเดือด

ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงเป็นคุณสมบัติสำคัญที่นำมาพิจารณาความสามารถของเชื้อเพลิงในการใช้งานจริงได้ ในงานวิจัยนี้ได้นำถ่านอัดแท่งที่เตรียมได้มาทำการต้มน้ำ และนำค่าต่าง ๆ ที่บันทึกได้จากการทดลองมาคำนวณลงในสมการ 3.2 พบว่า ประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกมังคุดมีค่าสูงที่สุดที่ร้อยละ 29.48 ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงของถ่านกากสมุนไพรมีค่าน้อยที่สุดที่ร้อยละ 26.91 อย่างไรก็ตาม ถ่านอัดแท่งกากสมุนไพรที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 25, 50 และ 75 จะมีประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 27.59, ร้อยละ 27.70 และร้อยละ 27.66 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของค่าประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงกับปริมาณถ่านเปลือกมังคุดในถ่านอัดแท่งผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากกากสมุนไพร ที่มีถ่านเปลือกมังคุดผสมอยู่ที่อัตราส่วนต่าง ๆ