บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดเหลือทิ้งในกระบวนการแปรรูปของวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ ด้วยเทคนิคไฮโดรเทอร์มอล มีผลการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

4.1 การเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด

4.1.1 การเตรียมถ่านเปลือกมังคุด

เปลือกมังคุดที่เหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลไม้ของวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี จะถูกนำมาทำความสะอาด และทำให้แห้งด้วยเตาอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีลักษณะเป็นชิ้นสีน้ำตาล มีความแข็งค่อนข้างมาก โดยเฉพาะบริเวณเปลือก ด้านในเปลือกมีลักษณะอ่อนและหลุดเป็นผงได้บ้างเล็กน้อย ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 เปลือกมังคุดที่ผ่านการทำความสะอาดและทำแห้ง

หลังจากนั้น เปลือกมังคุดจะถูกนำไปเผาเป็นถ่านด้วยเตาเผาถ่านชีวมวล สำหรับใช้ในระดับชุมชน จนเปลือกมังคุดเปลี่ยนเป็นสีดำ มีเงาวาวที่ผิว และมีลักษณะแข็งเปราะ ดังภาพที่ 4.2 หลังจากอุณหภูมิเย็นลง ทำการเก็บถ่านเปลือกมังคุดไว้ในภาชนะบรรจุป้องกันความชื้น

ภาพที่ 4.2 ถ่านเปลือกมังคุด

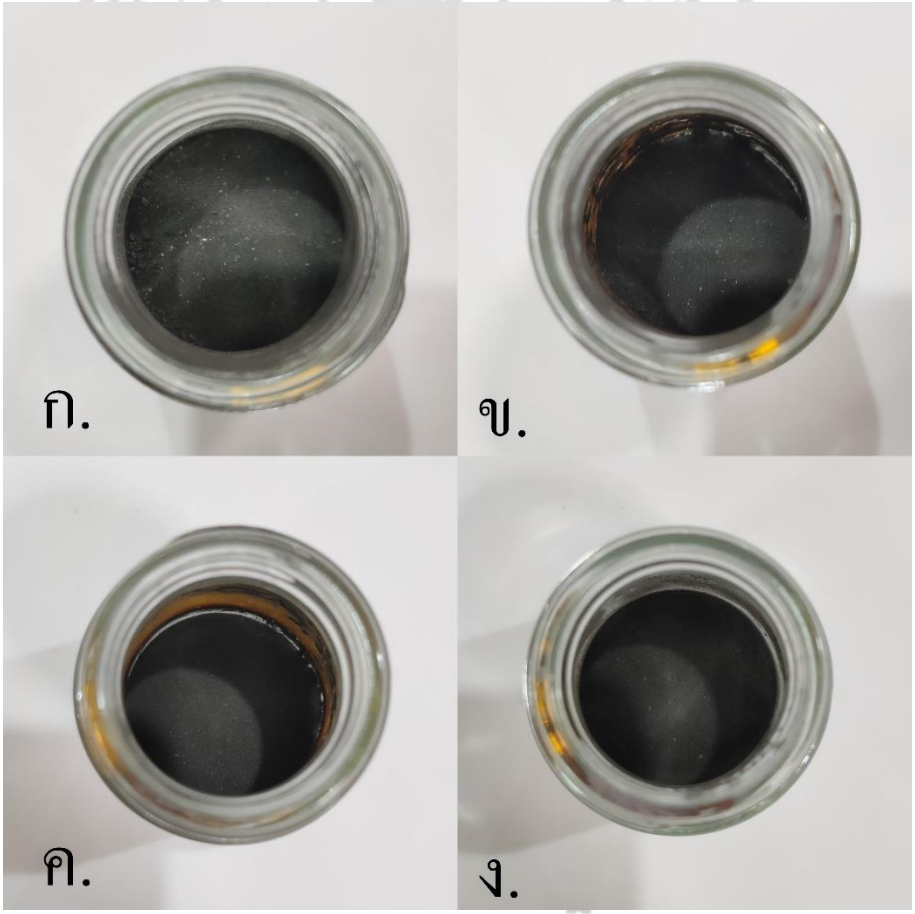
ถ่านเปลือกมังคุดที่เตรียมได้จะถูกนำมาบดย่อยให้กลายเป็นผงสีดำละเอียด ดังภาพที่ 4.3 ก่อนนำไปคัดแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อนอนุภาค เมื่อได้อนุภาคของถ่านเปลือกมังคุดที่เตรียมได้ไม่เกิน 0.57 มิลลิเมตรแล้วจะนำไปจัดเก็บ เพื่อเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์ต่อไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 4.3 ถ่านเปลือกมังคุดที่ผ่านการบดย่อยแล้ว

4.1.2 การเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด ด้วยเทคนิคไฮโดรเทอร์มอล

ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดสามารถเตรียมได้ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล โดยอุปกรณ์สำหรับเตรียมถ่านกัมมันต์ด้วยเทคนิคไฮโดรเทอร์มอลเป็นชุดภาชนะเพิ่มความดันที่ประกอบด้วยกระบอกบรรจุสารชนิดเทฟลอน กระบอกบรรจุสารและควบคุมความดันชนิดโลหะ และเตาความร้อนอุณหภูมิสูง ดังแสดงในภาพที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ ทั้งนี้ ในงานวิจัยนี้ ถ่านกัมมันต์จะถูกเตรียมโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ค่า ได้แก่ ร้อยละ 20, 40 และ 60 โดยน้ำหนัก เป็นตัวกระตุ้น ภายใต้อุณหภูมิการกระตุ้น 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากผ่านการปรับสภาพถ่านกัมมันต์ให้เป็นกลางด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นแล้ว นำไปอบแห้งจะได้ถ่านกัมมันต์ของถ่านเปลือกมังคุดดังแสดงในภาพที่ 4.4 (ข.) – 4.4 (ง.)



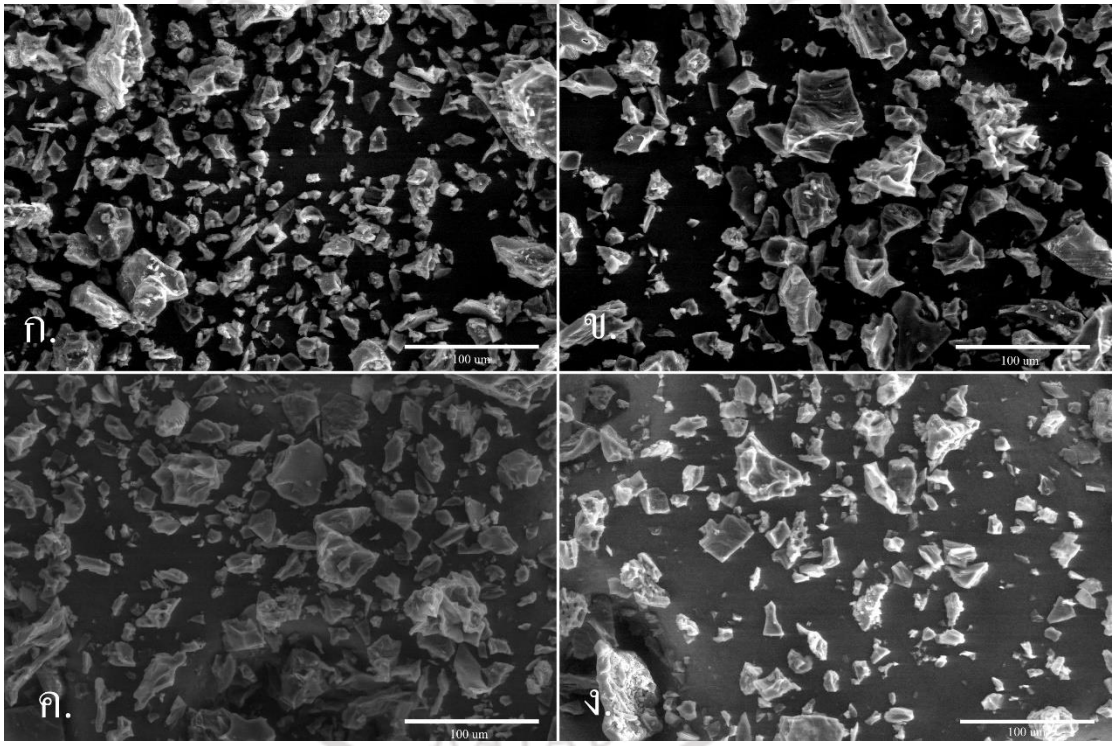
ภาพที่ 4.4 ชุดตัวอย่างทดสอบ (ก.) ถ่านเปลือกมังคุดที่ไม่ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล และถ่านกัมมันต์จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลที่ใช้สารกระตุ้นเป็นสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ (ข.) 20 (ค.) 40 และ (ง.) 60 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

จากภาพที่ 4.4 จะสังเกตได้ว่า ถ่านเปลือกมังคุดที่ไม่ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลมีลักษณะเป็นผงสีดำ มีขนาดไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่ถ่านกัมมันต์ที่ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลโดย

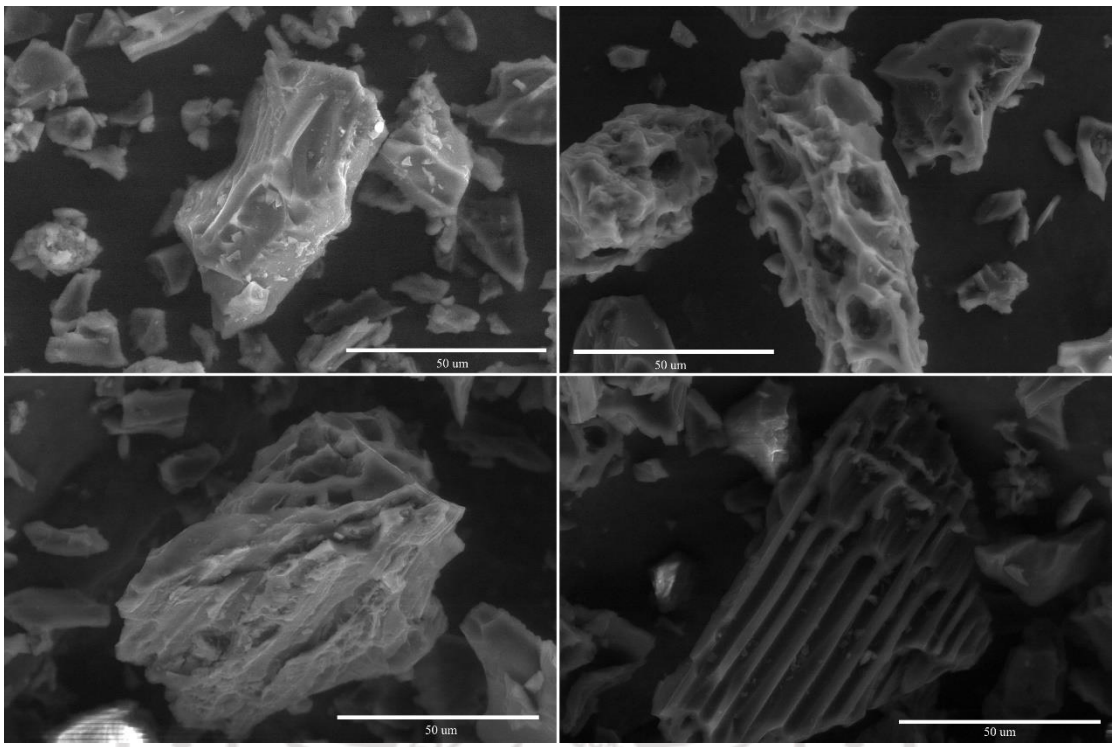
มีสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจะมีลักษณะเป็นผงสีดำและมีความละเอียดมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายเบสที่เพิ่มขึ้น

4.2 ผลการตรวจสอบสมบัติของถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุด

ถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล โดยมีสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันเป็นตัวกระตุ้น ถูกนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) โดยภาพอนุภาคของถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่ขนาดกำลังขยาย 1000 เท่าและ 3000 เท่าแสดงในภาพที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.5 ภาพลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ (ก.) ถ่านเปลือกมังคุด (ข.) ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก (ค.) ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และ (ง.) ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ที่กำลังขยาย 1000 เท่า



ภาพที่ 4.6 ภาพลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ (ก.) ถ่านเปลือกมังคุด (ข.) ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก (ค.) ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และ (ง.) ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ที่กำลังขยาย 3000 เท่า

จากภาพที่ 4.5 ซึ่งเป็นภาพลักษณะทางสัณฐานวิทยาของถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล โดยมีสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ที่กำลังขยาย 1000 เท่า พบว่า ขนาดของอนุภาคถ่านเปลือกมังคุดมีความกระจายตัวค่อนข้างมาก ในขณะที่ถ่านกัมมันต์จะมีขนาดที่สม่ำเสมอมากกว่า และเมื่อพิจารณารูปร่างของอนุภาคถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดจากภาพที่ 4.6 ซึ่งเป็นภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 3000 เท่า พบว่าลักษณะอนุภาคของถ่านที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยลักษณะของอนุภาคถ่านเปลือกมังคุด (ภาพที่ 4.6 (ก.)) จะมีลักษณะพื้นผิวค่อนข้างเรียบ ไม่พบรูพรุนทั้งด้านนอกหรือด้านใน แต่เมื่อนำถ่านเปลือกมังคุดไปเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์ด้วยเทคนิคไฮโดรเทอร์มอล โดยมีสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวกระตุ้น จะพบว่าอนุภาคของถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีลักษณะพื้นผิวขรุขระมากขึ้นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.6 (ข.) – 4.6 (ง.))

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีต่อลักษณะของอนุภาคถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุด ซึ่งเตรียมผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล พบว่า ที่ความเข้มข้นสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก รูปร่างของอนุภาค

ถ่านกัมมันต์จะมีความขรุขระเกิดขึ้นอย่างสังเกตได้ในภาพที่ 4.6 (ข.) ในขณะที่ตัวอย่างถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมโดยใช้ความเข้มข้นสารละลายเบสโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก (ภาพที่ 4.6 (ค.)) จะมีลักษณะพื้นผิวขรุขระมากขึ้น แต่ขนาดและลักษณะของรูพรุนจะเปลี่ยนไปจากลักษณะหลุมวงรีเป็นร่องแนวยาวมากขึ้น โดยลักษณะดังกล่าวจะเกิดขึ้นและสังเกตได้ชัดเจนในกรณีที่ความเข้มข้นของสารละลายเบสที่เป็นตัวกระตุ้นเพิ่มเป็นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ในภาพที่ 4.6 (ง.) จะเห็นได้ว่าผิวภายนอกของอนุภาคถ่านกัมมันต์มีลักษณะเป็นร่องตามแนวยาว และมีลักษณะเป็นท่อกลวงด้านในด้วย

ตารางที่ 4.1 ค่าพื้นผิวจำเพาะและค่าการดูดซับไอโอดีนของถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมด้วยเทคนิคไฮโดรเทอร์มอล

ชุดตัวอย่างทดสอบ	ค่าพื้นผิวจำเพาะ (ตารางเมตรต่อกรัม)	ค่าการดูดซับไอโอดีน (มิลลิกรัมต่อกรัม)
ถ่านเปลือกมังคุด	2.28	114.4
ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลาย KOH เข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก	812.4	760.2
ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลาย KOH เข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก	922.8	809.1
ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมจากสารละลาย KOH เข้มข้นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก	983.7	818.5

ถ่านเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุดที่เตรียมผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล โดยมีตัวกระตุ้นเป็นสารละลายเบสโพแทสเซียมที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ถูกนำไปวิเคราะห์หาค่าพื้นผิวจำเพาะด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบ Brunauer–Emmett–Teller (BET) และค่าการดูดซับไอโอดีนตามมาตรฐาน ASTM D4607 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยถ่านเปลือกมังคุดจะมีค่าพื้นผิวจำเพาะ (51.28 ตารางเมตรต่อกรัม) และค่าการดูดซับไอโอดีน (214.4) น้อยที่สุด ในขณะที่ค่าพื้นผิวจำเพาะและค่าการดูดซับไอโอดีนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อถ่านเปลือกมังคุดถูกเปลี่ยนเป็นถ่านกัมมันต์ โดยค่าพื้นผิวจำเพาะและค่าการดูดซับไอโอดีนจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารละลายเบสที่ใช้เป็นตัวกระตุ้น