บทที่6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลงานวิจัย

6.1.1 สมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบ (กะลาปาล์มน้ำมัน)

- ปริมาณความชื้น (M) ร้อยละ 7.45±0.06
- ปริมาณเถ้า (A) ร้อยละ 7.03±0.00
- ปริมาณสารระเหย (VM) ร้อยละ 81.40±0.28
- ปริมาณคาร์บอนคงตัว (FC) ร้อยละ 4.12±0.22

6.1.2 สมบัติเบื้องต้นของถ่านกะลาปาล์มน้ำมันที่ได้จากการคาร์บอไนซ์ที่ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

- ปริมาณความชื้น (M) ร้อยละ 1.22±0.05
- ปริมาณเถ้า (A) ร้อยละ 10.22±0 07
- ปริมาณสารระเหย (VM) ร้อยละ 25.22±0.12
- ปริมาณคาร์บอนคงตัว (FC) ร้อยละ 63.34±0.13
- ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด (S_{BET}) 3.45±0.16 ตารางเมตรต่อกรัม
- ค่าพื้นที่ผิวขนาดเล็ก ($S_{Micropore}$) 0.3566 ตารางเมตรต่อกรัม
- ค่าปริมาตรรูพรุนขนาดเล็ก ($V_{Micropore}$) 0.0002 ตารางเมตรต่อกรัม

6.1.3 ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์

ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์ในการทดลองนี้คือ การใช้ขนาดอนุภาคเท่ากับ 1.18 ถึง 2.36 มิลลิเมตร โดยการกระตุ้นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเวลา 90 นาที ซึ่งมีสมบัติดังนี้

- ค่าการดูดซับไอโอดีน 411.27±2.81 มิลลิกรัมต่อกรัม
- ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู 205.52±5.91 มิลลิกรัมต่อกรัม
- ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร 0.524±0.03กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด (S_{BET}) 476.64±11.54 ตารางเมตรต่อกรัม
- ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด ($S_{Langmuir}$) 628.86±2.05 ตารางเมตรต่อกรัม
- ค่าพื้นที่ผิวรูพรุนขนาดเล็ก ($S_{Micropore}$) 365.93ตารางเมตรต่อกรัม

- ค่าปริมาตรรูพรุนขนาดเล็ก ($V_{Micropore}$) 0.1696 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม

ผลของชนิดแก๊สกระตุ้นที่ใช้ในการทดลองพบว่า การกระตุ้นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ แก๊สผสมระหว่าง ออกซิเจน กับ คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนการกระตุ้นด้วยออกซิเจน ไอน้ำ หรือแก๊สผสมระหว่างไอน้ำกับคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าจะไม่ให้ผลดีในการกระตุ้นเลย ส่วนขนาดอนุภาคถ่านชาร์ ที่ใช้ในการกระตุ้นไม่มีผลต่อการกระตุ้นโดยการให้ความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟ

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้วัตถุดิบอื่น ๆ ที่เป็นของเหลือทิ้งมาเปรียบเทียบผล เช่น ขานอ้อย เป็นของเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล หรือแกลบที่เหลือทิ้งจากการสีข้าวเป็นต้น มาทำการกระตุ้นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และให้ความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟ เพราะจากการศึกษาของ Gergova (1993) พบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากวิธีการและเครื่องปฏิกรณ์เดียวกันโดยใช้วัตถุดิบต่างกัน สมบัติทางโครงสร้างของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นได้แตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างกันทางองค์ประกอบของวัตถุดิบ

2. ควรมีการศึกษาผลของการกระตุ้นกะลาปาล์มน้ำมันด้วยสารเคมีเช่น $ZnCl_2$, H_3PO_4 และ H_2SO_4 ร่วมกับพลังงานไมโครเวฟเพื่อเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยนี้ เนื่องจากการใช้สารกระตุ้นเหล่านี้ ทำให้การผลิตไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงมากนัก คือใช้อุณหภูมิระหว่าง 120 ถึง 300 องศาเซลเซียส (Hassler, 1974)

3. ควรมีการเปรียบเทียบผลการกระตุ้นที่ได้จากถ่านที่ได้จากการคาร์บอไนซ์ที่อุณหภูมิต่างๆ กันเพราะผลของอุณหภูมิในการคาร์บอไนซ์มีผลต่อค่าคงที่ไดอิเลคตริกของถ่าน จากการศึกษาของ Berkowitz (1985) พบว่าค่าคงที่ไดอิเลคตริกของถ่านชาร์ ที่ได้จากการไพโรไลซ์ถ่านหินจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใช้อุณหภูมิในการไพโรไลซ์ สูงกว่า 600 องศาเซลเซียส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

1. เนื่องจากพลังงานไมโครเวฟจะมีผลกับโลหะ โดยเมื่อมีโลหะอยู่ในสนามพลังงานไมโครเวฟจะทำให้เกิดประกายไฟที่ผิวโลหะทำให้เกิดความร้อนที่สูงเป็นจุด ๆ และจากการทดลองช่วงทำการคาร์บอไนซ์ เมื่อทำการคาร์บอไนซ์กะลาปาล์มน้ำมันในตะกร้าที่ทำด้วยลวดเหล็ก ทำให้บริเวณผิวถ่านที่ได้มีพวกเหล็กออกไซด์เกาะติดอยู่ และเมื่อนำไปกระตุ้นด้วยพลังงานไมโครเวฟเป็นสาเหตุทำให้ตัวเครื่องปฏิกรณ์ที่ทำด้วยหลอดแก้วทนไฟบวมและแตก ในช่วงหลังเปลี่ยนเป็นตะกร้าที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม ทำให้ปัญหาการบวมและแตกของหลอดแก้วทนไฟลดลง แต่ยังคงมีอยู่บ้าง เนื่องมาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้นั้นมีพวกเศษโลหะปนมาด้วย จึงต้องมีการใช้แม่เหล็กดูดสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ออกก่อนนำไปกระตุ้น

2. ไม่สามารถที่จะทำการวัดอุณหภูมิของอนุภาคถ่านชาร์ ภายในตัวเครื่องปฏิกรณ์ได้ เนื่องมาจากอุปกรณ์ที่ใช้วัดทำด้วยโลหะไม่สามารถที่จะใช้ภายใต้สนามพลังงานไมโครเวฟได้ เพราะจะทำให้เกิดการประกายไฟขึ้น โดยในการทดลองได้ลองทำการหุ้มเทอร์โมคัปเปิลด้วยฉนวนที่ทำจากเซรามิก แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมและติดตามผลของอุณหภูมิที่มีต่อการผลิตถ่านกัมมันต์ โดยการให้ความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย