บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติในการกักเก็บไฮโดรเจนด้วยนาโนคอมโพสิท ที่เตรียมจากถ่านเปลือกกล้วย ใยนุ่น และสำลี กับเกลือของโลหะอลูมิเนียม ทองแดง แมกนีเซียม สังกะสี โดยกระบวนการไพโรไลซิสในช่วงอุณหภูมิ 400-700 °C โดยเติมเกลือของโลหะ ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ ถ่านเปลือกกล้วย ใยนุ่น และสำลี พบว่านาโนคาร์บอนที่เตรียมได้จากวัตถุดิบทั้งสามชนิดนั้นมีปริมาณถ่านคาร์บอนลดลงเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิส จากการวิเคราะห์ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารตัวอย่างในการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิต่างๆ ด้วยเทคนิค FT-IR ในช่วง 4000-400 cm^{-1} ของคอมโพสิทชนิดต่างๆ พีคที่ 3435 cm^{-1} ซึ่งเป็นแถบการสั่นแบบยืดของ O-H หมู่ฟังก์ชั่นไฮดรอกซิล ความเข้มของพีคลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน อันเนื่องมาจาก การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไพโรไลซิส นอกจากนี้พีคในช่วง 1650 cm^{-1} ก็มีความเข้มของพีคลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนด้วย ข้อสังเกตนี้ แสดงให้เห็นว่าพันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลายเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสเพิ่มสูงขึ้นสำหรับคอมโพสิทที่สังเคราะห์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์คอมโพสิทด้วยเทคนิค XRD พีคในช่วง $2\theta = 26^{\circ}$ และ 44° เป็นพีคของคาร์บอนในลักษณะอสัณฐาน ในคอมโพสิทของ ถ่านเปลือกกล้วย และใยนุ่น ส่วนในสำลีพีคดังกล่าวจะค่อยๆปรากฏขึ้นหลังกระบวนการไพโรไลซิสที่ 700 °C อาจเป็นเพราะ สำลีที่เลือกใช้เป็นสารตั้งต้นได้ผ่านกระบวนการผลิตต่างๆมาแล้วทำให้พีคค่อนข้างราบเรียบ ส่วนของเกลือของโลหะที่เติมลงไปสามารถพบได้ในทุกๆ ตัวอย่างคอมโพสิท โดยพบว่า เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสเพิ่มสูงขึ้น พีคที่เป็นลักษณะของเกลือของโลหะก็จะปรากฏชัดเจนขึ้นตามไปด้วย

ผลการวิเคราะห์พื้นผิวของคอมโพสิทด้วยเทคนิค SEM พบว่าถ่านเปลือกกล้วยมีขนาดอนุภาคที่ไม่ค่อยสม่ำเสมอและแทบจะไม่พบอนุภาคของนาโนคาร์บอนและนาโนไฟเบอร์ แต่หลังจากที่นำถ่านเปลือกกล้วยมาผสมกับเกลือของโลหะชนิดต่างๆ จะพบว่ามีอนุภาคของนาโนคาร์บอนและนาโนไฟเบอร์เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของคอมโพสิทใยนุ่นและสำลี พบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสเพิ่มสูงขึ้นรูปร่างของเส้นใยจะเกิดการแตกหัก และหดตัวเกิดขึ้น นอกจากนี้ในทุกๆ ตัวอย่างยังพบอนุภาคเล็กๆ ที่น่าจะเป็นอนุภาคของโลหะที่เติมลงไปบนพื้นผิวอีกด้วย

จากผลการวิเคราะห์คอมโพสิทด้วยเทคนิค EDS เพื่อเป็นการยืนยันผลของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR, XRD, SEM ว่ามีเกลือของโลหะที่เติมลงไปอยู่ในคอมโพสิท จึงทำการวิเคราะห์ตัวอย่างคอมโพสิทระหว่างสำลีกับเกลือของโลหะอะลูมิเนียม ทองแดง แมกนีเซียม และสังกะสี แสดงให้เห็นว่ามีเกลือของโลหะชนิดต่างๆ อยู่บนพื้นผิวของคาร์บอนคอมโพสิท ดังผลของการวิเคราะห์ XRD ที่แสดงพีคของโลหะชนิดต่างๆ ในคอมโพสิท

นอกจากนี้ยังนำนาโนคาร์บอนคอมโพสิทที่เตรียมได้ไปทดสอบประสิทธิภาพการกักเก็บไฮโดรเจนที่ความดันและอุณหภูมิห้อง พบว่าชนิดของเกลือของโลหะที่เติมลงไปในวัตถุดิบ รวมทั้งอุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสคอมโพสิท ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนของคอมโพสิทอย่างเห็นได้ชัด โดย ประสิทธิภาพของการสะสมไฮโดรเจนของคอมโพสิทกับเกลือของโลหะทองแดง > คอมโพสิทกับเกลือของโลหะแมกนีเซียม > คอมโพสิทกับเกลือของโลหะอะลูมิเนียม > คอมโพสิทกับเกลือของโลหะสังกะสี ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปตามคุณสมบัติในการเป็นออกซิไดซ์ซิ่งเอเจนต์ของเกลือของโลหะ แล้วเกลือของโลหะที่เติมลงไปยังไปช่วยลดการใช้อุณหภูมิในการปลดปล่อยไฮโดรเจนออกจากคอมโพสิทได้อีกด้วย เนื่องจากโลหะจะมีคุณสมบัติการนำความร้อนได้ดีกว่าสารคาร์บอน นอกจากนี้อุณหภูมิในการไพโรไลซิสในกระบวนการสังเคราะห์สารตั้งต้นที่เพิ่มขึ้นจะไปช่วยกระตุ้นให้เกิดช่วงว่างขนาดเล็กในโครงสร้างของคาร์บอนและทำให้ความชื้นในสารตัวอย่างลดลง จึงทำให้เมื่อใช้อุณหภูมิที่ทำการไพโรไลซิสสูงขึ้นประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนของคอมโพสิทก็มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนของคอมโพสิทที่สังเคราะห์ทั้งหมด พบว่าคอมโพสิทของถ่านเปลือกกล้วยผสมเกลือของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิในช่วง 600-700 °C มีประสิทธิภาพในการกักเก็บไฮโดรเจนได้ดีที่สุด โดยสามารถกักเก็บไฮโดรเจน ได้ถึงร้อยละ 6.15-6.22 โดยน้ำหนักของคอมโพสิทที่ทำการทดสอบ ซึ่งใกล้เคียงกับมาตรฐาน (ร้อยละ 6.5 โดยน้ำหนักของกระทรวงพลังงานสหรัฐอเมริกา)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเตรียมเส้นใยหรือคาร์บอนให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น
2. ควรมีการศึกษาผลของอุณหภูมิหรือความดันที่มีผลต่อการสะสมไฮโดรเจนของคอมโพสิท
3. นำคอมโพสิทที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อื่น เช่น ให้ดูดซับสารพิษในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหะกรรม