บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษากระบวนการไพโรไลซิสของชีวมวลในบรรยากาศปกติ และการคาร์บอนไนเซชันชีวมวลในน้ำร้อนความดันสูง การศึกษาไพโรไลซิสในบรรยากาศปกติมุ่งเน้นไปที่การศึกษาพฤติกรรมการเกิดแก๊สระหว่างไพโรไลซิสชีวมวล โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ TG-MS และชีวมวลที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ฟางข้าว แกลบ และซังข้าวโพด โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักและอัตราการเกิดแก๊สระหว่างไพโรไลซิสมีความแตกต่างกันอย่างมากระหว่างชีวมวลแต่ละชนิด นอกจากนี้ยังพบว่า H_2O เป็นผลิตภัณฑ์หลักในแก๊สผลิตภัณฑ์ของชีวมวลทุกชนิดที่ทำการศึกษา และพบว่าความแตกต่างของอัตราการเกิดแก๊สระหว่างไพโรไลซิสเนื่องมาจากความแตกต่างของปริมาณเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และลิกนินในชีวมวล ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลิกนินและเซลลูโลสระหว่างไพโรไลซิสส่งผลให้เกิดทาร์น้อยลงแต่เกิดถ่านชาร์มากขึ้น จากข้อมูลอัตราการเกิดแก๊สและการวิเคราะห์แบบ FTIR สามารถสรุปได้ว่าการเกิดทาร์ที่น้อยลงเป็นผลมาจากปฏิกิริยา cross-linking ระหว่างลิกนินและเซลลูโลสในชีวมวลเกิดเป็น H_2O และหมู่ฟังก์ชันเอสเทอร์ ระหว่างไพโรไลซิส

การคาร์บอนไนเซชันในน้ำร้อนความดันสูง ศึกษาโดยใช้ small bomb reactor และชีวมวลที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ซังข้าวโพด โดยการคาร์บอนไนเซชันที่อุณหภูมิ 300 - 350 °C และความดัน 10-18 MPa เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทำการเก็บส่วนที่เป็นของแข็ง หรือถ่านซังข้าวโพด เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์อิทธิพลของกระบวนการคาร์บอนไนเซชันในน้ำร้อนความดันสูงที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของถ่านซังข้าวโพด จากการทดลองพบว่า ผลผลิตของถ่านซังข้าวโพดที่เตรียมจากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันในน้ำร้อนความดันสูงที่อุณหภูมิ 350 °C และความดัน 10 MPa เป็นเวลา 30 นาที มีค่า 44.7 % ในขณะที่ผลผลิตของถ่านซังข้าวโพดที่เตรียมจากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันในบรรยากาศไนโตรเจนที่ความดันปกติที่อุณหภูมิ 350 °C มีค่า 36.4 % และจากข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุของถ่านซังข้าวโพด พบว่าหมู่ฟังก์ชันออกซิเจนของซังข้าวโพดจะสลายตัวระหว่างกระบวนการคาร์บอนไนเซชันในน้ำร้อนความดันสูง เป็นผลให้ค่าความร้อนของถ่านซังข้าวโพดมีค่าสูงกว่าซังข้าวโพด 1.8 เท่า นอกจากนั้นกระบวนการคาร์บอนไนเซชันในน้ำร้อนความดันสูงมีผลต่อพฤติกรรมการไพโรไลซิสและการเผาไหม้ของถ่านซังข้าวโพดเป็นอย่างมากด้วย

Abstract

This work has studied the pyrolysis behaviors of biomass in atmospheric pressure and the carbonization of biomass in hot compressed water. The pyrolysis behaviors of biomass have been investigated with the TG-MS technique, while paying close attention to the gas formation during the pyrolysis. The biomass samples used in this study were rice straw, rice husk, and corncob. The weight decreasing profiles and the gas formation rates were significantly different among the samples although their elemental compositions were almost the same. It was found that H_2O is the main gas component formed for all the samples. The differences in the gas formation rates were found to be due to their differences in the composition of hemicellulose, cellulose, and lignin. There were significant interactions between cellulose and lignin during the pyrolysis. The interactions between cellulose and lignin during the pyrolysis contributed to a decrease in tar yields but an increase in char yields. From the gas formation data and FTIR analyses of the chars, it may be concluded that the suppression of tar formation during the pyrolysis of biomass was brought about by the cross-linking reactions between lignin and cellulose to form H_2O and ester groups during the pyrolysis.

Carbonization of biomass (corncob) in hot compressed water was performed using a small bomb reactor at temperature 300 – 350°C and pressure 10 – 18 MPa for 30 min. Then, the solid product or biochar was subjected to various analyses in order to investigate the effects of the carbonization in hot compressed water on the characteristics of the biochar. It was found that the yield of biochar carbonized in hot compressed water at 350°C and pressure of 10 MPa for 30 min was 44.7%, whereas the yield of biochar carbonized in nitrogen atmosphere at 350°C is 36.4%. Based on the information obtained from the elemental analyses of the biochar, it was found that the oxygen functional groups in the corncob were selectively decomposed during the carbonization in hot compressed water. The heating values calculated from the elemental analyses of the biochar carbonized in hot compressed water were 1.8 times larger than that of the raw corncob. The pyrolysis and combustion behaviors of the biochar were found to be affected significantly by the carbonization in hot compressed water.