กัณฑศร รอดโต : การผลิตและคุณลักษณะของน้ำมันชีวมวล แก๊สสังเคราะห์ และ ถ่านชีวมวล จากการไพโรไลซิสมูลฝอยใบปาล์มน้ำมัน (PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BIO-OIL, SYNGAS, AND BIOCHAR PYROLYZED FROM OIL PALM LEAF WASTES)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.นิคม กลมเกลี้ยง, 91 หน้า

คำสำคัญ : มูลฝอยต้นปาล์ม/ไพโรไลซิส/น้ำมันชีวมวล/แก๊สสังเคราะห์/ถ่านชีวภาพ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันชีวมวล แก๊สสังเคราะห์ และถ่านชีวภาพจากมูลฝอยต้นปาล์ม (ใบปาล์ม) ผ่านการไพโรไลซิส โดยเน้นที่การศึกษาสภาวะในกระบวนการไพโรไรซิสที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเกิดและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาคามเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ สภาวะที่ใช้ในการศึกษาในกระบวนการไพโรไลซิส ได้แก่ อัตราการไหลของแก๊ส ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา อุณหภูมิ และอัตราส่วนบรรยากาศระหว่าง N_2 และ CO_2 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยและเพิ่มรายได้ให้กับชาวเกษตรกรสวนปาล์ม

จากสภาวะที่กล่าวมาข้างต้นจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิการไพโรไลซิสแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่สำคัญที่สุดต่อการกระจายผลิตภัณฑ์ ผลผลิตน้ำมันชีวมวลสูงสุดที่ 700°C โดยน้ำมันชีวมวลหนัก สูงถึง 11% ก่อนที่จะลดลงที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น อัตราส่วน CO_2 ยังมีบทบาทสำคัญ โดยการผสมแก๊ส CO_2 ในสัดส่วน $0.75CO_2$ และ $0.25N_2$ ในสภาวะบรรยากาศไพโรไลซิส ทำให้ผลผลิตน้ำมันชีวมวลเบา เพิ่มขึ้นเป็น 5.61% และถ่านชีวภาพเพิ่มขึ้นเป็น 40.15% ในขณะที่ผลผลิตแก๊สสังเคราะห์ลดลง คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ได้รับการกำหนดลักษณะและแสดงให้เห็นว่าการควบคุมสภาวะการไพโรไลซิสและการนำตัวเร่งปฏิกิริยาหินปูนมาใช้สามารถส่งผลต่อองค์ประกอบของน้ำมันชีวมวลได้อย่างมีนัยสำคัญ ที่น่าสังเกตคือ การเพิ่ม CO_2 ในบรรยากาศทำให้ปริมาณกรดน้ำมันชีวมวลหนักเพิ่มขึ้นจาก 53% เป็น 60% ในขณะที่การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาหินปูนทำให้ปริมาณกรดลดลงและเพิ่มคีโตนและฟีนอล การศึกษาครั้งนี้ยังกล่าวถึงประเด็นสำคัญของเสถียรภาพน้ำมันชีวมวลผ่านการวิเคราะห์โดยละเอียดของกระบวนการกลายสภาพภายใน 36 วัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากรดและคีโตนลดลงเมื่อสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกและเอไมด์ในน้ำมันชีวมวลหนัก เพิ่มขึ้น ในขณะที่ น้ำมันชีวมวลเบา แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อนมากขึ้น รวมถึงกรดและฟีนอลเพิ่มขึ้นในช่วงแรก ตามด้วยการลดลงของกรดและฟีนอลและการเพิ่มขึ้นของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก สำหรับผลิตภัณฑ์แก๊สสังเคราะห์ อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้สัดส่วนของ H_2 และ CH_4 เพิ่มขึ้น สำหรับการเพิ่ม CO_2 ในบรรยากาศ ทำให้ปริมาณ CO เพิ่มขึ้น

ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์แก๊สสังเคราะห์แสดงช่วง 2-4 MJ/Nm^3 การวิเคราะห์ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของโรงงานไพโรไลซิสใบปาล์มที่มีกำลังการผลิต 10 ตัน/วัน แสดงให้เห็นว่าการกำหนดค่าที่รวม CO_2-ตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถลดต้นทุนการลงทุนรวมได้ต่ำที่สุด (24.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) ตลอดระยะเวลา 10 ปี ซึ่งเป็นผลมาจากการลดปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์และเพิ่มการเลือกสรรผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา กัณฑ์ทิรา รอดโต

ปีการศึกษา 2567 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นิกม กลางกลัย

KANTHASORN RODTO: PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BIO-OIL, SYNGAS, AND BIOCHAR PYROLYZED FROM PALM TREE WASTES
THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. NIKOM KLOMKLIANG, Ph.D., 91 PP.

Keywords: Palm tree waste/Pyrolysis/Bio-oil/Syngas/Biochar

This study is a study of the efficiency of biomass oil, synthetic gas and biochar production from palm waste (palm leaves) through pyrolysis. The focus is on the study of the conditions in the pyrolysis process that affect the changes in the formation and properties of the products. In addition, the economic feasibility study was also conducted. The conditions used in the pyrolysis process, including gas flow rate, reaction time, temperature and the N_2:CO_2 atmosphere ratio, were systematically changed to study the changes in the yield and quality of the products in order to solve the waste problem and increase the income of palm farmers.

From the above conditions, the experiments found that the pyrolysis temperature showed the most significant impact on the product distribution. The highest biomass oil yield was at 700°C, with heavy biomass oil as high as 11% before decreasing at higher temperatures. The N_2:CO_2 ratio also played an important role, By mixing CO_2 gas in the proportion of 0.75CO_2 and 0.25N_2 in a pyrolysis atmosphere, increasing the yield of light biomass oil to 5.61% and biochar to 40.15%, while the yield of synthetic gas decreased. The physical and chemical properties of the products were characterized and showed that the control of pyrolysis conditions and the use of limestone catalysts can significantly affect the composition of biomass oil. It is noteworthy that the addition of atmospheric CO_2 increased the acid content of heavy biomass oil from 53% to 60%, while the addition of limestone catalyst decreased the acid content and increased ketones and phenols. This study also addressed the key issue of biomass oil stability through a detailed analysis of the aging process within 36 days.

The results showed that acids and ketones decreased with the increase of heterocyclic compounds and amides in heavy biomass oil, while light biomass oil showed more complex changes, including an initial increase in acids and phenols,

followed by a decrease in acids and phenols and an increase in heterocyclic compounds. For the synthesis gas products, higher temperature increased the proportion of H_2 and CH_4. For the addition of atmospheric CO_2, the amount of CO increased. The heating value of the synthesis gas products showed a range of 2-4 MJ/Nm^3. The technical and economic analysis of a palm leaf pyrolysis plant with a capacity of 10 tons/day was conducted. A technical-economic analysis for a 10 t/d pilot plant shows that the combined CO_2/catalyst configuration can achieve the lowest total investment cost (US$24.8 million) over a 10-year period, resulting from reduced reactor volume and increased product selectivity.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Chemical Engineering Student's Signature กันตภร ฮอดโต

Academic Year 2567 Advisor's Signature ปิยวุฒ กลมเกลี้ยง