บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ปัจจุบันความต้องการพลังงานเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อนำไปใช้ในระบบการผลิต การขนส่ง และกิจกรรมต่างๆ เพื่อการพัฒนาด้านต่างๆของประเทศ สิ่งหนึ่งที่ทุกประเทศต้องเผชิญ คือ การสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานที่หมดไปเรื่อยๆ พร้อมกันกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่แย่ลง ในอดีตการใช้พลังงานทั่วโลกต่างมุ่งเน้นไปที่ พลังงานเชิงพาณิชย์ เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ หรือ ถ่านหิน ซึ่งพลังงานเหล่านี้ นอกจากจะสร้างมลพิษในปริมาณที่สูงมาก (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ่านหิน) แล้ว ยังเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (depleted energy) ดังนั้นการที่จะใช้พลังงานประเภทนี้เป็นหลักนั้นจึงไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาด้านอื่นได้ การรณรงค์ให้มีจิตสำนึกประหยัดพลังงาน และการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน (renewable energy) จึงเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว แหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญได้แก่ แหล่งพลังงานจากชีวมวล (biomass) ชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร เป็นต้น โดยที่ชีวมวลนั้นสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เนื่องจากในขั้นตอนของการเจริญเติบโตนั้น พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ออกมาเป็นแป้งและน้ำตาล แล้วกักเก็บไว้ตามส่วนต่างๆของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิงก็จะได้พลังงานออกมา สำหรับการใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวลนั้น สามารถใช้ได้ทั้งในรูปของพลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่ชีวมวลนั้นจะอยู่ในรูปของแข็ง จึงไม่สะดวกในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานกล หรือพลังงานไฟฟ้า ทำให้เกิดปัญหาในการนำมาใช้งานจึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนรูปเชื้อเพลิงแข็งให้อยู่ในรูปที่ใช้งานได้สะดวกขึ้น

กระบวนการแปรรูปเชื้อเพลิงแข็งให้อยู่ในรูปเชื้อเพลิงแก๊ส เป็นวิธีหนึ่งซึ่งได้มีการศึกษาทางด้านทฤษฎีกันอย่างกว้างขวาง และมีการนำมาใช้ในการผลิตแก๊สได้ในระดับหนึ่ง กระบวนการนี้เรียกว่า แกซิฟิเคชัน (gasification) เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดแก๊สโดยอาศัยการสันดาปเพียงบางส่วนของเชื้อเพลิง เช่น ไม้ ถ่านไม้ และชีวมวล และเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนที่ใช้เปลี่ยนรูปเชื้อเพลิงแข็งให้อยู่ในรูปของแก๊สที่เผาไหม้ได้ โดยใช้เตาผลิตแก๊ส (gasifier) โดย

มีการป้อน ออกซิเจน อากาศ หรือไอน้ำ ซึ่งใช้เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ในปริมาณที่จำกัดเข้าสู่เตาผลิตแก๊ส แก๊สที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตแก๊สนั้นจะเรียกว่า "แก๊สเชื้อเพลิง" (producer gas) ซึ่งประกอบด้วย แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สไฮโดรเจน (H_2) แก๊สมีเทน (CH_4) แก๊สไนโตรเจน (N_2) นอกจากนี้ยังประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ ไอน้ำ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตแก๊สสังเคราะห์จากชีวมวล โดยต้องการไฮโดรเจนเป็นหลักในผลิตภัณฑ์แก๊ส เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยนำตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลออกไซด์บนตัวรองรับโดโลไมต์ (NiO/dolomite) โพแทสเซียมคาร์บอเนตบนตัวรองรับโดโลไมต์ (K_2CO_3/dolomite) และโพแทสเซียมคาร์บอเนต-นิกเกิลออกไซด์บนตัวรองรับโดโลไมต์ (K_2CO_3-NiO/dolomite) มาใช้ในกระบวนการแกซิฟิเคชันด้วยไอน้ำของชีวมวลภายในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง (drop-tube fixed bed) เนื่องจากผลิตภัณฑ์หลักจากกระบวบการแกซิฟิเคชันของชีวมวล คือ ทาร์ ดังนั้นในงานวิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาถึงประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่อการแตกตัวของทาร์ด้วยไอน้ำ เพื่อให้ได้แก๊สชีวมวลที่มีไฮโดรเจนปริมาณมากและมีคุณภาพที่เหมาะสมในการนำแก๊สเชื้อเพลิงไปใช้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจากกระบวนการแกซิฟิเคชันของชีวมวล โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมคาร์บอเนต-นิกเกิลออกไซด์บนตัวรองรับโดโลไมต์
2. ศึกษาผลของโพแทสเซียมคาร์บอเนตและนิกเกิลออกไซด์บนตัวรองรับโดโลไมต์ต่อประสิทธิภาพของกระบวนการแกซิฟิเคชันของชีวมวลด้วยไอน้ำ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการแกซิฟิเคชันและตัวเร่งปฏิกิริยา
2. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของชีวมวล
3. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยวิธีเคลือบฝัง (impregnation)
4. ศึกษา และเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในกระบวนการแกซิฟิเคชันของชีวมวลในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง

5. วิเคราะห์องค์ประกอบและผลิตภัณฑ์แก๊สด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ (gas chromatograph)
6. หาภาวะที่เหมาะสม เพื่อผลิตไฮโดรเจนเข้มข้นร้อยละ 40 โดยการปรับเปลี่ยนตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ร้อยละของโพแทสเซียมคาร์บอเนต
7. วิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนและหลังการทดลองด้วยเทคนิค scanning electron microscope (SEM), N_2 adsorption-desorption measurement และ X-ray fluorescence (XRF)

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของชีวมวล
   - การวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis): ASTM D3172 ได้แก่ ปริมาณความชื้น: ASTM D3173, ปริมาณสารระเหย: ASTM D3175, ปริมาณคาร์บอนคงตัว และปริมาณเถ้า: ASTM D3174
   - การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (ultimate analysis): CHN analyzer ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจน
2. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมคาร์บอเนต-นิกเกิลออกไซด์บนตัวรองรับโดโลไมต์ด้วยวิธีเคลือบฝัง
3. หาชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในกระบวนการแกซิฟิเคชันของชีวมวลในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง
4. วิเคราะห์องค์ประกอบและผลิตภัณฑ์แก๊สด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ
5. หาภาวะที่เหมาะสม เพื่อผลิตไฮโดรเจนเข้มข้นร้อยละ 40 โดยการปรับเปลี่ยนตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ร้อยละของโพแทสเซียมคาร์บอเนต
6. วิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้เทคนิค
   - วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวด้วยเทคนิค scanning electron microscope
   - วิเคราะห์หาพื้นที่ผิวจำเพาะ (BET surface area)
   - วิเคราะห์หาปริมาณโลหะในตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยเทคนิค X-ray fluorescence
8. วิเคราะห์ สรุปผล และเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงกระบวนการแกซิฟิเคชันในการผลิตแก๊สไฮโดรเจน และลดปัญหาทาร์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา รวมทั้งยังเป็นแนวทางในการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ