บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมด้วย จึงมีการจัดหาพลังงานให้มีปริมาณอย่างเพียงพอ และมีราคาที่เหมาะสม แต่ประเทศไทยไม่ได้มีแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์มากพอต่อความต้องการ ทำให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อมั่นใจว่าในอนาคตประเทศไทยจะมีพลังงานใช้กันอย่างเพียงพอ แนวทางในการพัฒนาพลังงานของประเทศ จึงต้องคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วพบว่ามีส่วนที่เป็นของเหลือทิ้งอันได้แก่ ชีวมวลเป็นจำนวนมาก การกำจัดโดยการเผาทิ้งทำให้เกิดการสูญเสีย ดังนั้นการนำชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาผลิตเป็นพลังงานจึงก่อให้เกิดประโยชน์หลายด้าน ทั้งเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ปิโตรเลียม และถ่านหิน เป็นต้น และยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยเพราะเป็นการลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวม ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก

ชีวมวล เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาผลิตพลังงานได้ เป็นแหล่งพลังงานประเภทหนึ่ง คือ พลังงานทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่ประกอบกันเป็นโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดซ์ได้สะสมอยู่ภายในแหล่งกำเนิดของคาร์บอนและไฮโดรเจนมาจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ การสังเคราะห์แสงของพืชจะเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำไปเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่สามารถเผาไหม้ได้ องค์ประกอบที่สำคัญของชีวมวล คือ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) ซึ่งโครงสร้างส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำตาลและพอลิเมอร์ของน้ำตาลซึ่งเรียกว่าพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharides)

เซลลูโลส คือ เส้นใยของพอลิแซคคาไรด์ที่เป็นส่วนประกอบหลักในผนังเซลล์ของพืช และเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมากที่สุด สมบัติทางเคมีที่สำคัญของเซลลูโลส คือ เป็นสารที่ไม่ละลายและไม่ทำปฏิกิริยาโดยเฉพาะไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เฮมิเซลลูโลสเป็นพอลิแซคคาไรด์ที่เกิดขึ้นร่วมกับเซลลูโลส แต่อยู่ในรูปอสัณฐานที่มีลักษณะการจัดเรียงตัวของอะตอมทางเคมีต่างกับเซลลูโลส และมีมวลต่ำกว่ามาก จึงละลายในสารละลายกรดได้ดีกว่า

เซลลูโลส เซลลูโลสส่วนใหญ่จะเกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว พวกดี-กลูโคส (D-glucose) ส่วนเฮมิเซลลูโลสมักจะประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวต่างชนิดหลาย ๆ ตัวมาต่อกันเป็นกลุ่ม และต่อกันแบบกิ่งก้านสาขามากกว่าแบบเส้นตรง ลิกนินประกอบด้วยโครงสร้างอะโรมาติกของหน่วยฟินิลโพรเพน (phenylpropan) ที่เชื่อมต่อกันด้วยคาร์บอนสายตรง (aliphatic chain) ลิกนินมีลักษณะที่เหมาะสมในการเป็นผนังเซลล์ของพืชที่เป็นเสมือนกาวยึดและเพิ่มความแข็งแรงของเซลล์พืช

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติของพวกชีวมวลจะเห็นได้ว่า ชีวมวลสามารถที่จะแปรรูปไปเป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ได้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางชีวภาพหรือกระบวนการทางเคมีความร้อน การแปรรูปชีวมวลให้เป็นแหล่งพลังงานที่มีประสิทธิภาพ กระทำได้โดยใช้เทคโนโลยีการแปรรูปทางความร้อน (thermal conversion technology) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการคือ ไพโรไลซิส (pyrolysis) แกซิฟิเคชัน (gasification) และการเผาไหม้ (combustion)

การเผาไหม้เป็นกระบวนการที่เกิดปฏิกิริยาขึ้นระหว่างคาร์บอนกับอากาศหรือไอน้ำ ส่วนไพโรไลซิสเป็นกระบวนการสลายตัวด้วยความร้อนในภาวะที่ไม่มีอากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊ส น้ำมันทาร์ และถ่านชาร์ โดยอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง อุณหภูมิ อัตราการให้ความร้อน เวลา และชนิดของเตาปฏิกรณ์ที่ใช้ เมื่อชีวมวลผ่านกระบวนการไพโรไลซิสจะมีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการระเหยไปของน้ำและสารระเหยรวมทั้งแก๊สต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วย องค์ประกอบของสารอินทรีย์และอนินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านกายภาพและเคมี ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผลรวมของการสลายตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลูโลส และลิกนิน

ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในถ่านหินหรือชีวมวลได้รับความสนใจมาก หลายงานวิจัยได้ศึกษาการเผาไหม้ร่วม (co-combustion) ของชีวมวลกับถ่านหินไว้แล้ว ได้มีการประยุกต์ใช้ในหม้อต้มผลิตไอน้ำเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา และเพื่อให้สามารถลดต้นทุนของเชื้อเพลิงได้ในอนาคต อย่างไรก็ตาม กระบวนการเผาไหม้ ไพโรไลซิสและแกซิฟิเคชัน ผลขององค์ประกอบหลักของชีวมวลที่ประกอบด้วย ปริมาณของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ยังไม่มีการศึกษาอย่างชัดเจน ปัจจุบันในบางประเทศที่พัฒนาแล้วได้พยายามลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในประเทศ และได้ร่วมมือกับประเทศที่กำลังพัฒนาเพื่อพัฒนากลไกโครงสร้างในประเทศให้สะอาด (clean development mechanisms, CDM) และเพื่อให้ลดมลภาวะที่เป็นพิษภายในประเทศได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการเผาไหม้ แกซิฟิเคชัน และไพโรไลซิสของชีวมวลซึ่งมีปริมาณมากในประเทศ

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีในชีวมวลซึ่งประกอบด้วยปริมาณของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันตามชนิดของชีวมวลต่อค่าน้ำหนักที่เหลือจากพฤติกรรมการสลายตัวในกระบวนการไพโรไลซิสและเผาไหม้ โดยอาศัย

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องเทอร์โมกราวิเมทตริก (thermogravimetric) เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวัตถุดิบ (ชีวมวล) ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการนำไปใช้ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักที่เหลือจากพฤติกรรมการสลายตัวทางความร้อนกับองค์ประกอบหลักในชีวมวล เพื่อทำนายลักษณะความสัมพันธ์ของชีวมวลชนิดอื่นๆ ได้ต่อไป โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์ใหม่ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และสะดวกต่อการเลือกใช้ชนิดของชีวมวลให้คุ้มค่าที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาผลขององค์ประกอบทางเคมีอันได้แก่ ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในชีวมวล 7 ชนิด ต่อพฤติกรรมการสลายตัวในไพโรไลซิสและการเผาไหม้

1.2.2 พัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณองค์ประกอบหลักในชีวมวลและสมบัติทางกายภาพรวมทั้งไพโรไลซิส และการเผาไหม้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักในชีวมวลรวมทั้งไพโรไลซิสและการเผาไหม้
2. เตรียมตัวอย่างชีวมวล
3. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพในชีวมวลที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ การวิเคราะห์แบบประมาณและแยกธาตุ
4. วิเคราะห์หาปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีในชีวมวลได้แก่ ปริมาณของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน
5. ศึกษาการสลายตัวทางความร้อนด้วยเครื่อง Thermogravimetric/Differential Thermal Analyzer (TG/DTA)
6. วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล สรุปผลการวิจัย และ เขียนวิทยานิพนธ์

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของชีวมวล

- การวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis ASTMD 3172, 3173, 3174, 3175) ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และปริมาณเถ้า

- การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (ultimate analysis ASTM D3176) ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน

2. เตรียมตัวอย่างชีวมวล

- บดชีวมวลขนาด 250 ไมโครเมตร และนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

3. วิเคราะห์หาปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีในชีวมวลได้แก่ ปริมาณของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1970)

4. ศึกษาการสลายตัวทางความร้อนด้วยเครื่อง Thermogravimetric/Differential Thermal Analyzer (TG/DTA) โดยวัดการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซึ่งเป็นฟังก์ชันกับเวลาและอุณหภูมิ

ภาวะที่ใช้ในการทดลอง

- วัตถุดิบ : แกลบ ชานอ้อย ซังข้าวโพด ชานอ้อย ไม้ยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม
- ขนาด : < 250 ไมโครเมตร
- น้ำหนักตัวอย่าง : ประมาณ 7 มิลลิกรัม
- อัตราการให้ความร้อน : 20 องศาเซลเซียสต่อนาที
- อุณหภูมิสุดท้าย
  - กระบวนการไพโรไลซิส : 900 องศาเซลเซียส
  - กระบวนการเผาไหม้ : 815 องศาเซลเซียส
- แก๊สพาที่ใช้
  - กระบวนการไพโรไลซิส : ไนโตรเจน
  - กระบวนการเผาไหม้ : ออกซิเจน
- อัตราการไหลของแก๊สพา : 50 มิลลิลิตรต่อนาที

5. วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวด้วยเครื่องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) ของชีวมวลก่อนและหลังการทดลอง

6. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักในชีวมวลต่อพฤติกรรมการสลายตัวทางความร้อนในไพโรไลซิสและการเผาไหม้

7. สรุปผลการวิจัย และ เขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณองค์ประกอบหลักทางเคมีในชีวมวลต่อผลที่ได้จากพฤติกรรมการสลายตัวในไพโรไลซิสและการเผาไหม้
2. สามารถทำนายพฤติกรรมการเผาไหม้หรือสมบัติทางกายภาพของชีวมวลชนิดอื่นได้จากข้อมูลองค์ประกอบพื้นฐาน