# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งแหล่งที่มาของพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบันล้วนมาจากพลังงานฟอสซิล หรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ในระยะเวลาสั้นๆ เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นต้น พลังงานเหล่านี้ต้องใช้เวลาหลายร้อยล้านปีถึงจะเกิดขึ้นใหม่ และอัตราการเกิดก็ยังน้อยกว่าอัตราการใช้ไปอย่างมาก หากมนุษย์ยังไม่หาพลังงานอย่างอื่นมาทดแทน พลังงานฟอสซิลก็มีแนวโน้มที่จะหมดไปจากโลกภายในไม่ช้านี้

พลังงานชีวมวล คือ มวลอินทรีย์สารที่ได้จากซากพืชซากสัตว์ ขยะชุมชนที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งด้วยวิธีทางชีววิทยา หรือเศษวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย ขี้เลื่อย กากมันสำปะหลัง เศษยางพารา เศษไม้ และอื่นๆ ถือว่าเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้แล้วไม่หมดไปหรือผลิตทดแทนกันได้ไม่มีวันหมดสิ้น สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานฟอสซิลได้เป็นอย่างดี

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีกำลังการผลิตชีวมวลได้ในปริมาณมาก แต่ชีวมวลเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกนำมาแปรรูปเป็นพลังงานที่ก่อประโยชน์ ส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งทำให้ทำลายคุณภาพดิน เป็นมลพิษทางอากาศ เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก บ้างก็ถูกทิ้งเป็นขยะทำลายสภาพแวดล้อม อีกทั้งพลังงานฟอสซิลที่ถูกค้นพบในประเทศไทยนั้นก็มีปริมาณน้อย เช่น แหล่งแก๊สธรรมชาติที่อ่าวไทย แหล่งถ่านหินในภาคเหนือ และบ่อน้ำมันที่ลานกระบือ เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณพลังงานสำรองเหล่านี้ค่อนข้างน้อย จึงต้องเสียดุลการค้าให้กับต่างประเทศคิดเป็นจำนวนเงินมหาศาลเพื่อนำเข้าพลังงานฟอสซิลมาใช้ประโยชน์ในประเทศ ดังนั้นหากสามารถนำชีวมวลที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์มาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนได้ก็จะสามารถช่วยลดขยะชีวมวล ลดปริมาณการใช้พลังงานฟอสซิลลงได้ อีกทั้งสามารถผลิตพลังงานขึ้นใช้ได้เอง โดยไม่ต้องเสียเม็ดเงินมหาศาลเพื่อพึ่งพาพลังงานฟอสซิลจากต่างประเทศ

การเผาไหม้โดยตรงเป็นวิธีการที่สะดวกและค่อนข้างง่าย ไม่ต้องผ่านขั้นตอนมากมาย ในการแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงาน และการเผาไหม้โดยใช้เครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนหรือวิธีการเผาไหม้เชื้อเพลิงในลักษณะคล้ายของไหลเพื่อให้เชื้อเพลิงผสมผสานกันอย่างดี และเพิ่ม

พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศและความร้อน ประกอบกับมีการป้อนกลับเชื้อเพลิงที่หลุดออกจากห้องเผาไหม้ไปแล้วแต่ยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์กลับเข้าสู่ห้องเผาไหม้อีกครั้ง ทำให้มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูง

การเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินและชีวมวลมีข้อดีกว่าการเผาไหม้ถ่านหินหรือเผาไหม้ชีวมวลเพียงอย่างเดียวในหลายๆแง่ด้วยกันดังนี้

1. ชีวมวลมีกำลังการผลิตไม่แน่นอนและมีกำลังการผลิตไม่ต่อเนื่องตลอดปี ขึ้นกับสภาพดินฟ้าอากาศ ทำให้ไม่สามารถป้อนชีวมวลอย่างเดียวเข้าเครื่องเผาไหม้ได้อย่างต่อเนื่อง
2. สามารถลดปริมาณแก๊สซัลเฟอร์ออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินได้ แต่อาจเกิดแก๊สไนโตรเจนออกไซด์และไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้นแทน
3. ชีวมวลให้ค่าความร้อนต่ำ นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ในขณะที่ถ่านหินมีค่าความร้อนสูง การเผาไหม้ร่วมช่วยให้ค่าความร้อนสูงกว่าการเผาไหม้ชีวมวลอย่างเดียว
4. ไม่ต้องพัฒนาเทคโนโลยีเฉพาะสำหรับการเผาไหม้ชีวมวลแต่ละชนิด แต่สร้างเทคโนโลยีสำหรับการเผาไหม้ถ่านหินเป็นหลัก แล้วใช้ชีวมวลแต่ละชนิดเป็นตัวเผาไหม้ร่วม

ขณะนี้ โลกเรากำลังประสบปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากโลกเราร้อนมากขึ้นอันเนื่องมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจก อากาศแปรปรวน ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ฝนที่ตกลงมาก็มีสถานะเป็นกรดกัดกร่อนบ้านเรือนและสิ่งของ นำมาอุปโภคบริโภคไม่ได้ อากาศก็มีความเป็นพิษมากขึ้นทุกที การนำชีวมวลมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง จะช่วยให้เกิดการหมุนเวียนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เนื่องจากพืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาใช้ในการสังเคราะห์แสง และการเผาไหม้ชีวมวลอย่างสมบูรณ์จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ ในขณะที่การเผาไหม้พลังงานฟอสซิลจะก่อให้เกิดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศเพียงอย่างเดียว ทำให้เกิดการสะสมในบรรยากาศมากขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นตัวการที่สำคัญต่อการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก อีกทั้งการเผาไหม้พลังงานฟอสซิลโดยเฉพาะถ่านหิน มีแนวโน้มที่จะปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศซึ่งเป็นตัวการสำคัญของปัญหาฝนกรดมากกว่าการเผาไหม้ชีวมวลเนื่องจากถ่านหินโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีปริมาณซัลเฟอร์สะสมอยู่มากกว่าชีวมวล นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในเชื้อเพลิงก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม เพราะการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบเป็นธาตุไนโตรเจนปริมาณมากๆ อาจก่อให้เกิดแก๊สไนโตรเจนออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ในปริมาณมากด้วย ซึ่งแก๊สทั้งสองชนิดนี้เป็นต้นเหตุที่สำคัญในการเกิดมลพิษ ฝนกรดและปรากฏการณ์เรือนกระจกเช่นกัน

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาปริมาณไนโตรเจนออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินและชีวมวล ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยใช้เครื่องเผาไหม้ฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน เพื่อแปรรูปชีวมวลให้เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนที่มีประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ ($NO_x$) และไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$) ที่อาจเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ ในฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน
2. หาภาวะที่เหมาะสมในการเผาไหม้ร่วมของถ่านหินและชีวมวล (แกลบ) ในฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. จัดหาถ่านหิน ชีวมวล และทราย
3. นำถ่านหินและชีวมวลไปวิเคราะห์คุณภาพโดยประมาณ (proximate analysis) และแบบแยกธาตุ (ultimate analysis)
4. บดถ่านหินและชีวมวล วัดขนาดของถ่านหิน ชีวมวลและทราย
5. ประกอบอุปกรณ์วัดค่าต่างๆ บนเครื่องเผาไหม้ฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน
6. เผาถ่านหินผสมชีวมวลในเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนและบันทึกผลการทดลอง
7. วิจารณ์ สรุปผล และเขียนวิทยานิพนธ์

## 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากตำรา ห้องสมุด อินเทอร์เนต ฯลฯ
    - พลังงาน พลังงานฟอสซิล พลังงานหมุนเวียน
    - วิธีการลดแก๊สไนโตรเจนออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้
    - หลักการวิเคราะห์โดยประมาณและโดยแยกธาตุ
    - วิธีใช้เครื่องเผาไหม้ฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน
    - งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ในหลายรูปแบบ อาทิเช่น การเผาไหม้โดยตรงธรรมดา การเผาไหม้แบบเบดนิ่ง การเผาไหม้แบบบับเบิลเบด การเผาไหม้แบบฟลูอิไดซ์เบด การเผาไหม้ฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน

- ค่ามาตรฐานสากลของแก๊สไนโตรเจนออกไซด์และไนตรัสออกไซด์
- วิธีการใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น เครื่องมือวิเคราะห์ฟลูแก๊ส เครื่อง TG/DTA (thermogravimetric / differential thermal analyzer) , เครื่อง GC (gas chromatrograph) , เครื่อง CHN analyzer เป็นต้น

2. ดำเนินการติดต่อประสานงานเพื่อจัดหาถ่านหิน ชีวมวล และทราย จากแหล่งที่ต้องการ
   - ถ่านหิน จาก บริษัท บ้านปู จำกัด (มหาชน)
   - ชีวมวล จาก โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร หรือจากเกษตรกร
   - ทราย จาก โรงผสมปูน หรือ ร้านขายวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง
3. การวิเคราะห์คุณภาพของถ่านหินและชีวมวล
   - นำถ่านหินและชีวมวลไปวิเคราะห์หาคุณภาพโดยประมาณ ด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM (D 3173, D 3175, D 3174)
   - นำถ่านหินและชีวมวลไปวิเคราะห์ค่าคุณภาพโดยแยกธาตุ โดยจะรายงานเป็นร้อยละของธาตุต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นถ่านหิน ดังต่อไปนี้ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และ กำมะถัน โดยใช้ เครื่อง CHN analyzer
4. การเตรียมถ่านหิน ชีวมวล และทราย
   - บดถ่านหินและชีวมวลให้ได้ขนาดประมาณ 1200 μm
   - วัดขนาดของถ่านหิน ชีวมวลและทราย ด้วยเครื่องคัดแยกขนาด
5. ประกอบอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ ความดัน และ ปริมาณแก๊ส ในตำแหน่งต่างๆ ของห้องเผาไหม้ (riser) ส่วนป้อนกลับ (downcomer) และตำแหน่งปากปล่องควัน
6. การเผาไหม้ร่วมระหว่างชีวมวลและถ่านหินในเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนโดยมีตัวแปรต่างๆ ดังนี้
   - อัตราการป้อนเชื้อเพลิง
   - อัตราส่วนของถ่านหินต่อชีวมวล
   - ปริมาณอากาศรวม (อากาศปฐมภูมิ + อากาศที่สกรูฟีดเดอร์สำหรับป้อนแกลบ + อากาศทุติยภูมิ) โดยให้อากาศปฐมภูมิคงที่ 200 ลิตรต่อนาที
   - การสเปรย์น้ำในหอดูดซึม (water scrubber)
7. บันทึกอุณหภูมิ ความดัน และ ปริมาณแก๊ส CO, $CO_2$, $SO_2$, $NO_x$ ($NO + NO_2$), $O_2$, $H_2S$ และ $N_2O$ ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่อง
8. วิจารณ์ สรุปผล และเขียนวิทยานิพนธ์

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบกลไกการปล่อยไนโตรเจนออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ในฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน
2. ได้ภาวะที่เหมาะสมในการเผาไหม้ร่วมของถ่านหินและชีวมวล ในฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน