

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐาน ทั้งในการประกอบกิจกรรม เกี่ยวกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และมีส่วนสำคัญในการพัฒนาและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2548 พบว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานรวมประมาณ 62.4 ล้านตันของน้ำมันดิบเทียบเท่า ในจำนวนนี้เป็นการนำเข้าน้ำมัน ร้อยละ 65 คิดเป็นปริมาณ วันละ 0.65 ล้านบาร์เรล หรือคิดเป็นมูลค่า ประมาณ 350,000 ล้านบาท หากพิจารณาถึงความต้องการใช้พลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ พบว่าในภาคคมนาคมขนส่ง และภาคอุตสาหกรรม แต่ละภาคมีการใช้พลังงานมากที่สุดคิดเป็น ร้อยละ 37 รองลงมา คือ ภาคที่อยู่อาศัยและพาณิชย์กรรม ร้อยละ 21 และภาคเกษตรกรรมใช้ ร้อยละ 5

โรงงานแป่งมันสำปะหลังจำนวน 60 โรงงานสามารถผลิตแป่งมันทั้งส่งออกและใช้ภายในประเทศได้ถึง 1.7 ล้านตันต่อปี นับเป็นมูลค่ากว่า 22,000 ล้านบาท ซึ่งใน 1 ตันของแป่งมัน สำปะหลังที่ผลิตจะได้ จะใช้เชื้อเพลิงในการผลิตประมาณ 40 ลิตร และใช้พลังงานไฟฟ้า 165 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตัน และปล่อยน้ำเสียออกมาประมาณ 15 ลบ.ม. โดยปกติน้ำเสียเหล่านี้ จะบำบัดในบ่อบำบัดซึ่งต้องใช้พื้นที่ประมาณ 4 ไร่ นอกจากนี้ในขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสีย จะทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากการใช้สารเคมี และยังให้ประสิทธิภาพในการบำบัดค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงอีกด้วย

เนื่องจากน้ำเสียจากการผลิตแป่งมันสำปะหลังมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักน้ำเสียและมีค่าซีโอดีสูงประมาณ 12,000-35,000 มก./ลิตร จึงเหมาะสมต่อการ ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและสามารถผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปของก๊าซชีวภาพได้

ทั้งนี้ หากมีการนำน้ำเสียเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาใช้เพื่อผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ และนำก๊าซชีวภาพมาทดแทนการใช้พลังงานภายในโรงงาน เช่น ใช้ทดแทนน้ำมันเตา หรือนำมาใช้เพื่อการขับเคลื่อนเครื่องจักรกลต่างๆ อีกทั้งยังสามารถผลิตไฟฟ้าขายให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ในรูปของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP) จะช่วยทำให้ลดต้นทุนในการผลิตลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน รวมทั้งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดการการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียม และช่วยลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในด้านลดการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซเรือนกระจก

### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. ประเมินและเปรียบเทียบศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังภายใต้ 3 เทคโนโลยี
2. เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังภายใต้ 3 เทคโนโลยี

### ความสำคัญของการวิจัย

1. สามารถทราบศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง
2. สามารถทราบถึงต้นทุนราคาไฟฟ้าทั้งแบบรวมและไม่รวมรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต ตลอดจนทราบถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตไฟฟ้าจากน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ ในโรงงานแป้งมันสำปะหลัง จำนวน 3 แห่ง คือ
  - 1.1 โรงงาน A ใช้เทคโนโลยี UASB กำลังการผลิตแบ่งได้ 205 ตัน/วัน ทำงาน 330 วัน/ปี
  - 1.2 โรงงาน B ใช้เทคโนโลยี AFFR กำลังการผลิตแบ่งได้ 250 ตัน/วัน ทำงาน 300 วัน/ปี
  - 1.3 โรงงาน C ใช้เทคโนโลยี MCL กำลังการผลิตแบ่งได้ 200 ตัน/วัน ทำงาน 270 วัน/ปี
2. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานแป้งมันสำปะหลังต้นแบบ จำนวน 3 แห่ง
3. ประเมินด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบจะนำไปผลิตไฟฟ้า
4. การประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ แบ่งออกเป็นด้านการเงินและด้านสิ่งแวดล้อม

## นิยามศัพท์เฉพาะ

### 1. น้ำเสีย

น้ำที่มีสิ่งเจือปนในปริมาณสูง จนกระทั่งเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ ก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่รองรับ สิ่งเจือปนในน้ำที่ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำเสียได้แก่ สารอินทรีย์ กรด ต่าง ของแข็ง สารแขวนลอย น้ำมัน ไขมัน แร่ธาตุที่เป็นพิษ ความร้อน สารพิษ ยาฆ่าแมลง สี กลิ่น เป็นต้น

### 2. ประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสียแบ่งออกได้เป็นสามกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ น้ำเสียชุมชน น้ำเสียจากภาคการเกษตร และน้ำเสียจากภาคอุตสาหกรรม

### 3. เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ

เทคโนโลยีในการหมักย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ เช่นการหมักมูลสัตว์ เศษพืชผัก อูจจาระ สิ่งปฏิกูลที่ย่อยสลายได้และน้ำเสีย โดยการหมักจะเป็นการหมักในถังปิดภายใต้สภาวะไม่ใช้อากาศโดยใช้แบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศในการย่อยสลาย และก๊าซชีวภาพที่ได้สามารถที่จะนำไปใช้เป็นพลังงานต่อไป

### 4. ก๊าซชีวภาพ (Biogas)

ก๊าซที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆโดยใช้แบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ในการหายใจภายใต้สภาวะไร้อากาศ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซผสม โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทั้งนี้องค์ประกอบส่วนใหญ่ได้แก่ก๊าซมีเทนประมาณ 60-80 % และคาร์บอนไดออกไซด์ 20-40 % จึงทำให้ก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติที่สามารถจะนำไปเป็นเชื้อเพลิง

### 5. การเกิดก๊าซชีวภาพ

การเกิดก๊าซชีวภาพจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารอินทรีย์ ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ รวมถึงสภาพแวดล้อมในขณะที่เกิดการหมักย่อยสลาย ซึ่งปัจจัยต่างๆ ต้องมีความเหมาะสมจึงจะทำให้ได้ก๊าซชีวภาพในปริมาณตามที่ต้องการและนำไปใช้ประโยชน์ได้

### 6. อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ (Biogas Generation Rate)

ปริมาตรของก๊าซชีวภาพที่ได้ต่อหนึ่งหน่วยสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัดไป

### 7. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นค่าที่บ่งบอกถึงผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปจะวัดในรูปของ BOD<sub>5</sub> ซึ่งหมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C

### 8. ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)

ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำ ให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้หลักการที่ว่าสารอินทรีย์เกือบทุกชนิด สามารถถูกออกซิไดซ์ด้วยสารเคมีที่เป็น Strong Oxidizing Agent ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด สารออกซิไดซ์ซึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าซีโอดี ได้แก่ โพแทสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) ซึ่งค่าซีโอดีจะมีค่ามากกว่า บีโอดีเสมอ

### 9. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}C$  เป็นค่าที่บ่งบอกถึงผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปจะวัดในรูปของ  $BOD_5$  ซึ่งหมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}C$

### 10. พีเอช (pH) ไม่มีหน่วย

เป็นค่าแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) ในน้ำ แสดงถึงความเป็นกรดหรือด่างของน้ำ โดยจะวัดในรูป  $-\log[H^+]$  ซึ่งค่าพีเอชจะมีค่าอยู่ในช่วง 0-14 โดยน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกรดจะมีพีเอชต่ำกว่า 7 ส่วนน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นด่างจะมีพีเอชมากกว่า 7

### 11. เวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT)

ระยะเวลาที่น้ำเสียอยู่ภายในถังปฏิกริยาหรืออยู่ในระบบ มีค่าเท่ากับ

$$HRT = \frac{V}{Q} \quad (1)$$

เมื่อ

$$HRT = \text{เวลากักน้ำ (วัน)}$$

$$V = \text{ปริมาตรถัง (ม.}^3\text{)}$$

$$Q = \text{อัตราการไหลของน้ำเสีย (ม.}^3\text{/วัน)}$$

### 12. อัตราการไหลของน้ำ (Flow Rate, Q)

ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีหน่วยเป็น  $m^3/\text{วัน}$  หรือ  $m^3/\text{ชม.}$

### 13. เวลาเก็บกักตะกอน (Solid Retention Time, SRT)

ระยะเวลาที่ตะกอนอยู่ภายในระบบ โดยในกรณีของถังปฏิกริยาแบบการสมบูรณ์ เวลาเก็บกักตะกอนจะเท่ากับเวลาเก็บกักน้ำ ส่วนในระบบอื่นๆ สามารถหาเวลาเก็บกักตะกอนได้จาก

$$\text{เวลาเก็บกักตะกอน, SRT (วัน)} = \frac{\text{ปริมาณตะกอนในถัง (กก.)}}{\text{ปริมาณตะกอนที่สูญเสียไป (กก./วัน)}} \quad (2)$$

โดยปริมาณตะกอนภายในถังหาได้จากผลคูณระหว่างปริมาตรถังและความเข้มข้นของตะกอนในถัง ในขณะที่ตะกอนที่สูญเสียจากระบบจะเกิดขึ้นจากปริมาณตะกอนหลุดไปพร้อมกับน้ำออกและการดูดตะกอนส่วนเกินทิ้งจากถังปฏิกริยา

### 14. อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate, OLR)

ปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบต่อปริมาตรถังในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งโดยทั่วไปนิยมวัดในรูปของอัตราการบรรทุกบีโอดี (COD Loading Rate) หรืออัตราการบรรทุกบีโอดี (BOD Loading Rate) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$\text{OLR} = \frac{Q \times \text{COD}}{V \times 1,000} \quad (3)$$

เมื่อ

OLR = อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์ (กก.-สารอินทรีย์/ม.<sup>3</sup>-วัน)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสีย (ม.<sup>3</sup>/วัน)

COD = ซีโอดีของน้ำเสีย (มก./ล.)

V = ปริมาตรถัง (ม.<sup>3</sup>)

### 15. กลิ่น (Odor)

กลิ่นของน้ำเสียส่วนมากเกิดจากก๊าซที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ส่วนใหญ่ได้แก่ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์