บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปี 2552 ประเทศไทยมีการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเฉลี่ยทั้งปี 700 ล้านลิตร หรือ 1.8 ล้านลิตรต่อวัน และมีแนวโน้มใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการส่งเสริมอย่างจริงจังของรัฐบาลในการยกระดับการผสมเอทานอลในเบนซิน และในขณะเดียวกันไบโอดีเซลก็จะมีประกาศบังคับใช้เป็นไบโอดีเซล บี 5 ในปี 2554 ส่งผลให้คณะกรรมการเครือข่ายพลังงานทดแทนเพื่อศตวรรษที่ 21 หน่วยงานเครือข่ายการพัฒนาพลังงานทดแทนขององค์กรคุ้มครองสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) ได้จัดอันดับประเทศไทยขยับขึ้นมาอยู่อันดับที่ 8 ของประเทศที่มีการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพสูงที่สุดของโลก โดยมีการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็น 1.2 ล้านลิตรต่อวัน ส่วนไบโอดีเซลมีการผลิต 1.8 ล้านลิตรต่อวัน และภายในปี 2565 ประเทศไทยมีแผนการผลิตเอทานอลให้ได้ 9 ล้านลิตรต่อวัน (สำนักข่าวแห่งชาติ กรมประชาสัมพันธ์, 2553)

พืชวัตถุดิบที่โรงงานนำมาผลิตเป็นเอทานอล เป็นพืชที่ให้แป้งและน้ำตาลสูง ซึ่งได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด กากน้ำตาล โดยข้าวไม่เหมาะนำมาแปรรูปเป็นเอทานอล เนื่องจากมูลค่าลดลงเมื่อเทียบกับการส่งออกข้าวไปต่างประเทศ จึงเลือกใช้อ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ ซึ่งพืชวัตถุดิบเหล่านี้ส่วนใหญ่ปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเป็นพื้นที่เป้าหมายของการลงทุนตั้งโรงงานผลิตเอทานอล โดยเกษตรกรสามารถปลูกอ้อยป้อนโรงงาน แต่ละปีมีผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 50 ล้านตัน ประมาณ 40% ของผลผลิตทั้งประเทศอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนมันสำปะหลังมีผลผลิตต่อปีประมาณ 18 - 20 ล้านตัน ประมาณ 60% อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเช่นกัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2549)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคตจะสามารถพัฒนาเป็นศูนย์กลางผลิตเอทานอลของประเทศ ข้อมูลโรงงานผลิตเอทานอล ที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ จำนวน 23 บริษัท 25 โรงงาน กำลังผลิตรวม 4,060,000 ลิตร/วัน ส่วนใหญ่เลือกเข้ามาลงทุนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้วัตถุดิบผลิต โดยมีโรงงานขอตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 12 โรงงาน กระจายอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา 5 โรงงาน ขอนแก่น 2 โรงงาน ชัยภูมิ 2 โรงงาน อุดรธานี 2 โรงงาน และหนองบัวลำภู 1 โรงงาน มีกำลังผลิตรวมกันทั้งสิ้น 1,975,000 ลิตร/วัน ส่วนพื้นที่อื่น เช่น ภาคกลางมีโรงงานรวม 9 แห่ง คือ กาญจนบุรี นครปฐม เพชรบูรณ์ สระบุรี และ

อยุธยา จังหวัดละ 1 โรงงาน และราชบุรี สุพรรณบุรี จังหวัดละ 2 โรงงาน ภาคตะวันออก 4 โรงงาน คือ ปราจีนบุรี และระยอง จังหวัดละ 1 โรงงาน และสระแก้ว 2 โรงงาน ทั้งนี้โรงงาน 25 แห่ง แจ้งการใช้วัตถุดิบอ้อยและกากน้ำตาลถึง 17 โรงงาน มีกำลังผลิต 2,210,000 ลิตร/วัน ส่วนที่เหลือใช้มันสำปะหลังมีกำลังผลิต 1,850,000 ลิตร/วัน ส่วนเป้าหมายกำลังการผลิตรวมทั้งสิ้น 4,060,000 ลิตร/วัน ในจำนวนนี้ผลิตได้แล้วประมาณ 275,000 ลิตร/วัน ในปี 2547 และผลิตเพิ่มได้อีก 715,000 ลิตร/วัน ภายในสิ้นปี 2548 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2549)

เมื่อจำนวนโรงงานผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น ปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากขบวนการผลิตเอทานอลย่อมมีมากขึ้นตามลำดับ น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรมีวิธีการบำบัดให้เลือกหลายระบบ การจะเลือกใช้ระบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำเสีย พื้นที่ตั้ง เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการบำบัดน้ำเสีย และระดับค่าใช้จ่ายในการลงทุนเป็นหลัก ในอดีตที่ผ่านมาผู้ประกอบการมักจะทำการบำบัดน้ำเสียเพียงเพื่อให้สามารถปล่อยทิ้งออกจากโรงงานได้อย่างไม่ผิดกฎหมายเท่านั้น เช่น การใช้ระบบบ่อผึ่งที่ต้องใช้พื้นที่มาก และมีกลิ่นรบกวนรุนแรง หรืออาจใช้วิธีเติมอากาศซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมากอย่างต่อเนื่อง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทให้การจัดการน้ำเสียทำได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพสูง สามารถลดกลิ่นจากการบำบัด ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas) ออกสู่ชั้นบรรยากาศ และสามารถผลิตพลังงานมาใช้ภายในหรือผลิตไฟฟ้าขายเข้าระบบได้อีกด้วย โดยวิธีการที่จะกล่าวถึงนี้ คือ การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Digestion) และพลังงานที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปของก๊าซชีวภาพ (Biogas) (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550)

ลักษณะสำคัญของน้ำเสียที่สามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพโดยวิธีบำบัดแบบไม่ใช้อากาศได้จะต้องมีส่วนประกอบที่เป็นสารอินทรีย์อยู่มาก เมื่อนำน้ำเสียมาหมักในระบบปิด จุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์และปล่อยก๊าซชีวภาพออกมา ก๊าซชีวภาพนี้มีก๊าซมีเทนเป็นส่วนประกอบหลักถึงร้อยละ 50 - 70 ที่เหลือเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือก๊าซไข่เน่า และไอน้ำ ก๊าซชีวภาพที่ได้สามารถนำไปแทนก๊าซหุงต้ม นำไปใช้แทนน้ำมันเตาในกระบวนการผลิต หรือนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550) แต่เนื่องจากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Anaerobic Digestion มีข้อจำกัดคือ Growth Rate ของแบคทีเรียต่ำทำให้ใช้เวลามาก และน้ำเสียอยู่ในระบบนานทำให้เปลือง Capacity ในการรับภาระ และค่าซีโอดีสูงกว่าน้ำทิ้งที่ออกจากขบวนการบำบัดโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งระบบเอเอ็มบีอาร์สามารถสร้างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ขึ้นในระบบได้ ทำให้ลดข้อจำกัดดังกล่าวได้ (Angenent and Sung, 2001)

จากงานวิจัยของ ธนัสนี (2550) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มโดยระบบเอเอ็มบีอาร์ ซึ่งเป็นน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของ

สารอินทรีย์สูง เช่นเดียวกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอล พบว่า ระบบเอเอ็มบีอาร์ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 144 ชั่วโมง ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 7.9 กรัมบีโอดี/ลิตร-วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีได้ต่ำสุดร้อยละ 80 ดังนั้น ในการทดลองนี้จึงสนใจที่จะทำการศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอล โดย ระบบแอนแอโรบิกไมเกรทติ้งแบลงค์เก็ตรีแอ็คเตอร์ (เอเอ็มบีอาร์)

2. คำถามงานวิจัย

ระบบเอเอ็มบีอาร์สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบได้หรือไม่

3. วัตถุประสงค์

3.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาความสามารถของระบบเอเอ็มบีอาร์ในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ

3.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

3.2.1 ศึกษาความสามารถของระบบเอเอ็มบีอาร์ในการรองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในน้ำเสียโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ

3.2.2 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมของระบบเอเอ็มบีอาร์ในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ

3.2.3 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบเอเอ็มบีอาร์ก่อนและหลังการทดลอง

3.2.4 ศึกษาปริมาณก๊าซชีวภาพ ที่ได้จากการการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบของระบบเอเอ็มบีอาร์

4. ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยการใช้แบบจำลองของระบบเอเอ็มบีอาร์ จำนวน 1 ถังปฏิกิริยา ซึ่งมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

4.1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ

4.2 ศึกษาความสามารถของระบบเอเอ็มบีอาร์ในการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ

5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ระบบเอเอ็มบีอาร์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีการบำบัดแบบต่อเนื่องและสามารถสร้างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ได้ ภายในระบบถูกแบ่งออกเป็นห้องอย่างต่ำ 3 ห้องมี Baffles กั้นระหว่างห้องในห้องมีใบพัดติดอยู่ตรงกลางเพื่อทำการกวนให้เม็ดจุลินทรีย์และน้ำเกิดการสัมผัสกันอย่างทั่วถึง น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบจะมีการไหลในแนวนอนจากห้องไปยังห้องสุดท้าย ในระบบนี้ทางเข้าและทางออกของน้ำเสียจะติดตั้งอยู่ตรงกลางห้องและไม่มีการติดตั้งระบบแยกก๊าซและของแข็ง (Complex Gas-Solid-Separation) และระบบการกระจายอาหาร (Feed-Distribution System) ในระบบจะมีการไหลของน้ำเสียในแนว นอนเท่านั้น จะไม่มีการไหลในแนวขึ้นลง และในแต่ละห้องของระบบมีการติดตั้งใบพัดทุกห้อง ๆ ละ 1 อัน

5.2 ภาระบรรทุก (Load) หมายถึง ปริมาณความสกปรกของน้ำเสียต่อหน่วยปริมาตรของระบบต่อวัน สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ภาระบรรทุก (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ (COD)} \times \text{อัตราการไหล (Flow)}}{\text{ปริมาตรของถัง (Volume)}}$$

5.3 ระบบล้มเหลว (Fail) หมายถึง ระบบไม่สามารถรักษาสภาวะสมดุล โดยค่ากรดไขมันระเหยง่าย(VFAs) สูงกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร และประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีต่ำกว่า ร้อยละ 80

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ของเทคโนโลยีการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบโดยระบบเอเอ็มบีอาร์

6.2 ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสีย จากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบโดยระบบเอเอ็มบีอาร์

6.3 ทำให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพและเสถียรภาพของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบเอเอ็มบีอาร์