บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การวิจัยทดลองนี้ ได้ข้อสรุปผลการทดลองดังนี้

6.1.1 การทดลองขั้นตอนการหมักกรดอินทรีย์

ผลการทดลองการหมักกรดอินทรีย์ จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่ควบคุมความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปซีโอดีไว้ที่ประมาณ 20,000 มก./ล. อุณหภูมิภายในถังหมัก 37 องศาเซลเซียส และควบคุมพีเอชในถังหมักที่ 7.0 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนการหมักกรดอินทรีย์ ต้องใช้เวลาในการกำจัด 1 วัน หรือคิดเป็นภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 21.9 กก.ซีโอดี/ม^3– วัน สภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวนี้มีเสถียรภาพในการทำงานที่ดี ซึ่งให้ผลดังนี้คือ

1) ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ ซึ่งคำนวณจากค่าซีโอดีรวมในน้ำออก (total effluent COD) คิดเป็น 25.7% และคำนวณจากค่าซีโอดีน้ำออกส่วนที่ใสโดยผ่านเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifuged effluent COD) คิดเป็น 32.3%

2) อัตราการผลิตกรดอินทรีย์มีค่าสูงสุดคือ 4.29 กก. CH_3COOH /ม^3– วัน

3) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นกรดอินทรีย์ (VFA yield) มีค่าเป็น 0.37 กก. CH_3COOH /กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด

4) เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น มีค่าต่ำเพียง 13.1% เท่านั้น

นอกจากนี้ จากผลการทดลองการหมักกรดอินทรีย์ โดยไม่มีการควบคุมพีเอชในถังหมัก ที่เวลาในการกำจัดและภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เหมาะสมนี้ พีเอชในถังหมักจะมีค่าลดต่ำลงเหลือ 5.8 แต่ประสิทธิภาพการทำงานก็ยังคงให้ผลใกล้เคียงกันกับการควบคุมพีเอชในถังหมักให้เป็นกลาง จึงสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการหมักกรดอินทรีย์ ไม่จำเป็นต้องควบคุมพีเอชในถังหมักให้เป็นกลาง

6.1.2 การทดลองขั้นตอนการหมักมีเทน

ผลการทดลองการหมักมีเทน โดยการป้อนน้ำทิ้งที่ผ่านขั้นตอนของการหมักกรดอินทรีย์ที่สภาวะที่เหมาะสมและไม่มีการควบคุมพีเอชในถังหมักเข้าสู่ถังหมักมีเทนที่ถูกควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส พบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนการหมักมีเทน ต้องใช้เวลาในการกำจัด 5 วัน หรือคิดเป็นภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 3.06 กก.ซีโอดี/ม^3– วัน สภาวะที่เหมาะสมนี้ มีเสถียรภาพในการทำงานที่ดี ซึ่งให้ผลดังนี้คือ

1) ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ ซึ่งคำนวณจากค่าซีโอดีรวมในน้ำออกคิดเป็น 88.8% และคำนวณจากค่าซีโอดีรวมในน้ำออกส่วนที่ใสโดยผ่านเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางคิดเป็น 95.8 %

2) อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพคิดเป็น 1.295 ม^3/ม^3– วัน โดยมีเปอร์เซนต์มีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเป็น 61.7% และ 24.8% ตามลำดับ

3) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นก๊าซมีเทน (methane yield) มีค่าเป็น 0.272 ม^3 CH_4/กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด

6.1.3 การทดลองการหมักแบบขั้นตอนเดียว

ผลการทดลองการหมักแบบขั้นตอนเดียว โดยป้อนน้ำทิ้งแป้งมันสำปะหลังที่ควบคุมความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปซีโอดีไว้ที่ประมาณ 20,000 มก./ล. อุณหภูมิภายในถังหมัก 37 องศาเซลเซียส พบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหมักแบบขั้นตอนเดียว ต้องใช้เวลาในการกำจัด 13 วัน หรือคิดเป็นภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 1.64 กก.ซีโอดี/ม^3– วัน ซึ่งให้ผลดังนี้คือ

1) ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ ซึ่งคำนวณจากค่าซีโอดีรวมในน้ำออกคิดเป็น 95.5 % และคำนวณจากค่าซีโอดีน้ำออกส่วนที่ใสโดยผ่านเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง คิดเป็น 98.4 %

2) อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพคิดเป็น 0.798 ม^3/ม^3– วัน โดยมีเปอร์เซนต์มีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเป็น 46.8 และ 37.2 % ตามลำดับ

3) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นก๊าซมีเทน มีค่าเป็น 0.231 ม^3 CH_4 /กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด

6.1.4 เปรียบเทียบระบบหมักแบบสองขั้นตอนกับระบบหมักแบบขั้นตอนเดียว

ระบบหมักแบบสองขั้นตอนดีกว่าระบบหมักแบบขั้นตอนเดียว ดังนี้ คือ

1) สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้สูงกว่า และมีขนาดของถังหมักเล็กกว่า 1 เท่าตัว

2) อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพต่อขนาดถังหมักที่เท่ากันสูงกว่า โดยมีเปอร์เซนต์มีเทนเฉลี่ยในก๊าซชีวภาพที่เกิดจากถังหมักกรดและถังหมักมีเทนเป็น 52.9 % เฉพาะเปอร์เซนต์มีเทนในก๊าซชีวภาพที่เกิดจากถังหมักมีเทนสูงถึง 61.7 %

3) มีเสถียรภาพในการทำงานสูงกว่า เพราะแยกระบบหมักกรดอินทรีย์ และมีเทนออกจากกัน ทำให้แบกทีเรียพวกสร้างกรดและพวกสร้างมีเทนอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำงานดีกว่า จึงสามารถรับ Shock Loadได้ ขณะที่ระบบหมักแบบขั้นตอนเดียวรับ Shock Load ไม่ได้ เพราะจะทำให้เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ในถังหมัก เป็นผลให้พีเอชลดต่ำลง ทำให้การทำงานของแบกทีเรียพวกสร้างมีเทนด้อยประสิทธิภาพลง อันเป็นสาเหตุให้ระบบทำงานล้มเหลวในที่สุด

แต่ระบบหมักแบบสองขั้นตอนก็มีข้อด้อยกว่าระบบหมักแบบขั้นตอนเดียว คือ ระบบจะมีความยุ่งยากมากขึ้น เนื่องจากต้องแยกเป็น 2 ระบบย่อย อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบจึงเพิ่มขึ้นตามทำให้ต้องเพิ่มภาระในการดูแลมากขึ้น ทั้งยังมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นก๊าซมีเทนทั้งระบบเป็น 0.199 $ม^3 CH_4$/กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด ซึ่งต่ำกว่าระบบหมักแบบขั้นตอนเดียว ตลอดจนมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ทั้งระบบ ซึ่งคำนวณจากค่าซีโอดีรวมในน้ำออก และคำนวณจากค่าซีโอดีส่วนที่ใสคิดเป็น 92.1 % และ 97.1 % ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าระบบหมักแบบขั้นตอนเดียวเล็กน้อย

6.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาวิจัยนี้ เป็นการใช้ระบบหมักแบบ Anaerobic Activated Sludge แบบสองขั้นตอน โดยการป้อนน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังเข้าสู่ถังหมักแบบต่อเนื่องตลอดเวลา ดังนั้นข้อเสนอแนะในการวิจัยที่ควรศึกษาต่อไป คือ

1) ศึกษาระบบหมักแบบอื่น เช่น Anaerobic Filter, UASB เป็นต้น โดยใช้หลักการหมักแบบสองขั้นตอน เพื่อที่จะเพิ่มจำนวนแบกทีเรียในระบบให้สูงขึ้น อันจะเป็นผลให้สามารถลดขนาดของระบบลงได้อีก ทั้งยังเป็นการเพิ่มเสถียรภาพของระบบให้สูงยิ่งขึ้น

2) ศึกษาระบบหมักแบบสองขั้นตอน สำหรับน้ำเสียประเภทอื่นที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง ๆ

3) ศึกษาประเภทของแบกทีเรียในถังหมักกรดอินทรีย์และถังหมักมีเทนอย่างละเอียด ซึ่งจะก่อประโยชน์เสริมสร้างความรู้และความเข้าใจระบบหมักแบบสองขั้นตอนให้สูงขึ้น

4) ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงในแต่ละขั้นตอนของระบบหมักแบบสองขั้นตอน ที่เกิดจากการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับน้ำเสียประเภทที่มีกิจกรรมเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น น้ำเสียจากชุมชน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย