บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการตะกอนเร่งที่ใช้ตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ โดยใช้แบบจำลอง Bench-Scale Continuous-Flow Stirred Tank Reactor with Internal Cell Recycle System ที่เวลากักน้ำในถังเติมอากาศและตกตะกอนเท่ากับ 3.33 และ 1.25 ชั่วโมง ตามลำดับ และทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์กับระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์เท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 ของถังปฏิกริยาที่การควบคุมค่าอายุตะกอนจุลินทรีย์ในระบบต่าง ๆ กันจำนวน 4 ค่า ระหว่างประมาณ 5-18 วัน โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปของ COD ประมาณ 300 มก./ล. สามารถสรุปผลของการทดลองได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำและระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์เท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของ COD ได้ใกล้เคียงกันมาก จนอาจกล่าวได้ว่ามีค่าไม่แตกต่างกันเลยจากการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบการซ้อนทับของสมการโดยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุโดยใช้ตัวแปรหุ่นที่ช่วงความเชื่อมั่นทางสถิติเท่ากับร้อยละ 95 โดยระบบที่ทำการทดลองทั้งหมดมีประสิทธิภาพการบำบัด FCOD ที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 4.7-5.2 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 77.8-82.9 ที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 7.3-7.6 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 82.0-84.4 ที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 12.8-13.4 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 83.9-89.0 และที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 17.3-18.3 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 86.5-90.7 ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปของ TCOD ที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 4.7-5.2 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 64.9-72.2 ที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 7.3-7.6 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 71.2-77.9 ที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 12.8-13.4 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 76.3-81.7 และที่ค่าอายุตะกอนช่วงประมาณ 17.3-18.3 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 79.8-87.8 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าอายุตะกอนในระบบเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการลดค่า COD เพิ่มขึ้น โดยระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลาง

ฟองน้ำมีค่า TCOD และ FCOD เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 14.9 และ 8.7 ตามลำดับ ในช่วงค่าอายุตะกอนระหว่างประมาณ 5.2-17.6 วัน ระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์เท่ากับร้อยละ 5 มีค่า TCOD และ FCOD เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 14.6 และ 7.7 ตามลำดับ ในช่วงค่าอายุตะกอนระหว่างประมาณ 4.8-18.3 วัน ระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์เท่ากับร้อยละ 10 มีค่า TCOD และ FCOD เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 15.6 และ 7.8 ตามลำดับ ในช่วงค่าอายุตะกอนระหว่างประมาณ 4.7-18.1 วัน และระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์เท่ากับร้อยละ 15 มีค่า TCOD และ FCOD เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 11.7 และ 7.1 ตามลำดับ ในช่วงค่าอายุตะกอนระหว่างประมาณ 4.7-17.3 วัน

5.1.2 ปริมาณตะกอนอินทรีย์รวมในระบบที่ทำการศึกษาทั้ง 4 ระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่างประมาณ 10006-10374 มก. ในช่วงค่าอายุตะกอน 4.7-5.2 วัน ค่าระหว่างประมาณ 12591-12930 มก. ในช่วงค่าอายุตะกอน 7.3-7.6 วัน ค่าระหว่างประมาณ 14945-15569 มก. ในช่วงค่าอายุตะกอน 12.8-13.4 วัน และค่าระหว่างประมาณ 16514-17451 มก. ในช่วงค่าอายุตะกอน 17.3-18.3 วัน แต่จะเห็นได้ว่าในการเพิ่มค่าอายุตะกอนในระบบทำให้มีปริมาณตะกอนอินทรีย์รวมในระบบเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าตะกอนอินทรีย์ในระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ประกอบด้วยจุลินทรีย์ทั้งประเภทแขวนลอยและประเภทที่เกาะติดอยู่ในวัสดุตัวกลาง ซึ่งจุลินทรีย์ประเภทที่เกาะติดวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์มีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในถังปฏิกริยา

5.1.3 ในการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ลงในระบบเท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 ช่วยทำให้ค่าดัชนีปริมาตรตะกอน (SVI) มีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ โดยระบบที่ทำการศึกษาทั้ง 4 ระบบมีค่า SVI อยู่ในช่วงประมาณ 58-141 มล./ก.-ล. แต่ไม่ส่งผลทำให้ค่า VSS ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดในแต่ละระบบแตกต่างกัน โดยค่า VSS ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 12.2-23.0 มก./ล. นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการตกตะกอนของจุลินทรีย์ในระบบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอายุของตะกอนในระบบมีค่าเพิ่มขึ้น โดยสังเกตุจากค่า SVI ที่มีค่าลดลงเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มสูงขึ้น และค่า VSS ในน้ำทิ้งก็มีค่าลดลงเมื่อค่าอายุตะกอนในระบบเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

5.1.4 การเปลี่ยนแปลงค่าไนโตรเจนในระบบที่ทำการศึกษาทั้งหมด ได้แก่ ระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์และระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำเท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่าไนโตรเจนในระบบไม่แตกต่างกัน

5.1.5 การศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัสดุตัวกลางสังเคราะห์ในถังปฏิกริยาต่อค่าคงที่จลน์ศาสตร์ของจุลินทรีย์ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุด (Y) และค่าสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์ (k_d) พบว่าระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ในถังปฏิกริยาและระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำเท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีค่า Y เท่ากับ 0.30, 0.33, 0.33 และ 0.33 มก./มก. ตามลำดับ และค่า k_d มีค่าเท่ากับ 0.22, 0.25, 0.26 และ 0.25 วัน$^{-1}$ ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน จากการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้สมการพื้นฐานของ Monod ในการอธิบายการใช้สารอาหารของจุลชีพในระบบพบว่า ระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำและระบบที่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์เท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีค่าอัตราการใช้สารอาหารสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยจุลินทรีย์ (k) เท่ากับ 5.06, 4.84, 4.48 และ 3.96 วัน$^{-1}$ ตามลำดับ และค่าความเข้มข้นของสารอาหาร ณ จุดที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด (K_s) เท่ากับ 188, 160, 116 และ 119 มก./ล. ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ภายหลังจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการแล้ว พบว่าสมรรถนะของกระบวนการตะกอนเร่งที่ใช้ตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ไม่แตกต่างไปจากระบบที่ไม่มีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ ดังนั้นในการปฏิบัติงานจริงอาจไม่มีความจำเป็นที่ต้องมีการเติมวัสดุตัวกลางฟองน้ำสังเคราะห์ลงในระบบ

5.2.2 หากสนใจการทดลองดังกล่าวควรเปลี่ยนวัสดุตัวกลางที่ใช้เติมในระบบเป็นประเภทอื่นที่จุลินทรีย์สามารถยึดเกาะและช่วยเพิ่มปริมาณตะกอนอินทรีย์รวมในระบบได้อย่างชัดเจนและมากกว่าระบบ Conventional Activated Sludge จนอาจกล่าวได้ว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์มากกว่าระบบ Conventional Activated Sludge ปกติ