บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังที่เติมนิกเกิลและโคบอลต์ , เติมนิกเกิล , เติมโคบอลต์ ที่อัตราภาระสารอินทรีย์ 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วันมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 90%,60%,90% ตามลำดับ และที่อัตราภาระสารอินทรีย์ 18 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 62% , 60% , 80% ตามลำดับ

2) เม็ดตะกอน(granule)มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน ที่อัตราภาระสารอินทรีย์ 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เม็ดตะกอนมีเส้นผ่าศูนย์กลางจากการสังเกตประมาณ 3 , 3.5 และ 4.5 มม.และมีสีของตะกอนดำเทา , สีขาวปนเหลือง และสีเทาดำ ตามลำดับ ที่อัตราภาระสารอินทรีย์ 18 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดตะกอนจากการสังเกตประมาณ 4.5 , 3.5 ,และ 4 มม.ตามลำดับ และมีสีตะกอนดังนี้ สีเทาดำและสีขาว , สีน้ำตาลปนเหลืองซีด , สีเทาและสีดำ ตามลำดับ

3)ปริมาณโลหะในน้ำเข้าและน้ำออกของแต่ละถังเป็นดังนี้ ที่อัตราภาระสารอินทรีย์ 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีปริมาณนิกเกิลและโคบอลต์ในน้ำเข้าเท่ากับ 1.1 , 1.1 และ 0.39 มิลลิกรัม/ลิตรและ 0.51 , 0.01 , 0.49 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ ในน้ำออกมีค่าเท่ากับ 0.47 , 0.39 ,0.49 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.06 , 0.003 , 0.19 มิลลิกรัม/ลิตร ในชุดการทดลองที่ 2 ปริมาณนิกเกิลและโคบอลต์ในน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 2.01 , 2.67 , 0.8 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.49 , 0.1 , 0.48 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ในน้ำออกมีค่าเท่ากับ 2.85 , 5.85 , 1.32 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.04 , 0.07 , 0.08 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ

4) แม้ไม่เติมนิกเกิลหรือโคบอลต์ในน้ำเข้าที่อัตระภาระสารอินทรีย์ ตั้งแต่ 3 - 9 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ปรากฏว่าระบบมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี 90-95 %

5) มีข้อยืนยันที่ชัดเจนประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีประมาณ 90-95 % ที่อัตระภาระสารอินทรีย์ ตั้งแต่ 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วันเป็นผลจากการเติมไอออนโคบอลต์ในน้ำเสียสังเคราะห์ ในขณะที่การเติมนิกเกิลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบบได้น้อยกว่า แม้ว่าทั้งไอออนของนิกเกิลและโคบอลต์เป็นไอออนโลหะที่เป็นส่วนประกอบในโคแฟกเตอร์หลักที่จำเป็นการทำงานของมี เทนแบคทีเรีย

6) การเติมโคบอลต์ส่งเสริมให้ตะกอนชั้นบนมีลักษณะเป็นชั้นสร้างมีเทน

7) การเติมโคบอลต์มีผลให้ลักษณะเม็ดตะกอนเป็นเม็ดแน่น สีดำคล้ำ และส่งเสริมการเกิดเม็ดตะกอน

8) น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนเติมโลหะทั้งสองที่เตรียมขึ้น มีปริมาณนิกเกิลในน้ำเพียงพอ แต่มีปริมาณโคบอลต์ขาดแคลน

9) ตะกอนสีดำคล้ำ(สีดำ, สีเทาเข้ม) มีแนวโน้มจะกำจัดซีโอดีได้ดีกว่าตะกอนสีอ่อน(สีขาว, สีน้ำตาลอ่อน)

6.2 แนวทางแก้ปัญหาในการวิจัย

ปัญหาที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงในการวิจัยนี้ เชื่อว่ามาจากปัญหาการสะสมของกรดไขมันระเหยได้แก่ กรดอะซิติก, กรดโพรพิโอนิก เป็นต้น ปัญหาค่าพีเอชลดต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมและปัญหาประสิทธิภาพการแปลงกรดอะซิติกเป็นมีเทนของจุลชีพสร้างมีเทนหรือความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน (Specific Methanogenic Acivity หรือ SMA)ลดลง ปัญหาทั้งหมดมีความเกี่ยวข้องกันดังแสดงในรูปที่ 5.23

โดยสรุปแนวทางแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาเหล่านี้อาจทำได้ 3 แนวทางใหญ่ๆ คือ

1) การเพิ่มค่าพีเอชให้มีค่าประมาณ 7 มีหลายแนวทางเช่น

-การเพิ่มสภาพด่างในน้ำเข้า ให้พอจะสะเทินกรดที่เกิดขึ้นในตอนล่างของถังปฏิกิริยา อย่างไรก็ตามในการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มสภาพด่างในถังปฏิกิริยาในปริมาณสูงมากๆเช่น ในการทดลองชุดที่ 1/1 - 1/3 , 2/1 - 2/3 เท่ากับ 7 และ 8.5 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ก็เป็นการเพิ่มปริมาณไอออนโซเดียมขึ้นโดยตรงอีกประมาณ 1.92 , 2.33 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จุลพงษ์ ทวีศรีได้สรุปผลกระทบของโซเดียมที่ศึกษาดังนี้มีรายงานไอออนโซเดียมเท่ากับ 3-37 กรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการทำงานของจุลชีพสร้างมีเทนได้ 50 %(Mccarty and Mckinney 1961;Andersonและคณะ,1982;De Baereและคณะ,1984) การศึกษาการทำงานสูงสุดของจุลชีพใช้กรดอะซิติกเป็นอาหารในเม็ดตะกอน(granular sludge)พบว่าที่พีเอชเป็นกลาง ปริมาณไอออนโซเดียมเท่ากับ 5,10,15 กรัม/ลิตรในรูปไอออนโซเดียม จะสามารถยับยั้งการทำงานได้ 10,50และ100%(Rinzema และคณะ ,1988) ดังนั้นหากต้องการเพิ่มสภาพด่างจึงควรเปลี่ยนไปใช้สารเคมีหลายชนิดร่วมกัน

-การเวียนน้ำออกกลับ (Recycle) เป็นวิธีเพิ่มสภาพด่างให้กับระบบได้อย่างหนึ่งด้วย

2)การลดความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยภายในถังปฏิกิริยาโดยตรง

-ลดอัตราภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate) ซึ่งจะทำให้ปริมาณกรดไขมันระเหยมีค่าลดลงโดยตรงเช่น ลดอัตราน้ำเข้าหรือลด ความเข้มข้นสารอาหาร ฯลฯ

-การเวียนน้ำกลับ (Effluent Recycle หรือ Intemal Circulation) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้โดยตรง อีกทั้งช่วยเพิ่มปริมาณสภาพด่างให้กับระบบอีกด้วย เพราะแม้ว่าจุลชีพสร้างมีเทนจะกินอาหารหรือกรดอะซิติกเป็นปริมาณมิลลิกรัมซีโอดี/วันแต่ความเข้มข้นของกรดอะซิติกเป็นมิลลิกรัม/ลิตร ต่างหากที่จะทำให้เกิดพีเอชลดลง ดังนั้นการเวียนน้ำกลับนั้นช่วยลดความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (ลดปัญหาพีเอชตก) โดยที่ปริมาณอาหารที่แบคทีเรียใช้ต่อวันยังเท่าเดิม

3) การกระตุ้นการทำงานของจุลชีพสร้างมีเทนเช่น จุลชีพที่กำจัดอะซิติก (Acetoclastic Bacteria) โดยการสร้างสภาวะที่เหมาะสมกับการทำงานของจุลชีพสร้างมีเทนเช่น การเติมสารละลายโลหะปริมาณน้อย (Trace Fclement) ได้แก่ Ni, Co, Fe, W, Zn, Cu, Mo เป็นต้น อุณหภูมิที่เหมาะสมกล่าวคือ 30-35 C° สำหรับจุลชีพกลุ่ม mesophillic และ 55-60 C° สำหรับจุลชีพกลุ่ม thermophillic เป็นต้น

6.3 แนวทางการวิจัยต่อเนื่อง

1) การสร้าง 2 เฟสปฏิกิริยาที่ควบคุมได้ขึ้นในถังใบเดียว โดยควบคุมตำแหน่งน้ำไหลแบบ Step Feed หรือน้ำเวียนกลับแบบ Step Recycle
2) แนวทางการเพิ่มสภาพด่างให้พอเหมาะโดยการลดการเติมปริมาณด่างและใช้วิธีการเวียนน้ำกลับมาเสริมแทน
3) ใช้ระบบ EGSB สำหรับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำเพื่อพัฒนาสู่การบำบัดน้ำเสียชุมชน
4) เปรียบเทียบสภาพชั้นตะกอนนอน(sludge bed)แบบ Fluidized กับ Subfluidized ในการทำงานของยูเอเอสบี
5) ผลกระทบของโลหะอิออนต่อระบบยูเอเอสบี โดยใช้น้ำเข้าที่เตรียมจากน้ำปราศไอออน
6) บำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงด้วยระบบ ยูเอเอสบี แบบจ่ายน้ำเข้าไม่ต่อเนื่อง(semi continuous feed)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย