บทที่ 5

การวิจารณ์ผล

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ และวิจารณ์ผลที่ได้แสดงไว้แล้วในบทที่ 4 โดยมุ่งที่จะพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบจากประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในแต่ละชุดการทดลอง ทั้งในแง่ของความเหมือน และแตกต่างกันในด้านต่างๆ ซึ่งความเหมือนกันของทุกชุดการทดลองก็คือ เป็นการใช้ระบบยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง และมีการปรับสภาพโดยการเติมโซดาแอชลงไป 1 กรัม/ลิตร เช่นเดียวกัน แต่ก็ยังมีความแตกต่างกัน ในหลายๆ ด้าน ทั้งลักษณะของถังยูเอเอสบี เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ และลักษณะของน้ำเสียที่แตกต่างกัน

ประเด็นของการวิจารณ์ ก็คือ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ที่เป็นค่าที่สำคัญในการพิจารณาความเหมาะสมของระบบ จึงต้องมีการวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยก 3 สถานะแตกต่างกัน ว่าแบบใดมีความเหมาะสมกว่ากัน ลักษณะสำคัญของแต่ละชุดการทดลองทั้งการมีและไม่มีถังสร้างกรด และเวลากักน้ำในถังยูเอเอสบีที่แตกต่างกัน โดยมีลำดับในเนื้อหาในการพิจารณาเริ่มจากความจำเป็นในการมีถังสร้างกรดที่ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองที่ 5 ถึง 8 ทั้งที่ใช้อุปกรณ์การทดลองและเชื้อจุลินทรีย์อย่างเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกันคือ ในชุดการทดลอง 5 และ 6 นั้นไม่มีถังสร้างกรด ส่วนชุดการทดลองที่ 7 และ 8 มีถังสร้างกรด ผลของเวลากักน้ำและออร์กานิกโหลดดิ้งในถังยูเอเอสบีที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการออกแบบ เปรียบเทียบลักษณะของถังยูเอเอสบีจากลักษณะของน้ำทิ้งที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบอุปกรณ์แยก 3 สถานะที่ใช้ในการทดลองกับความสามารถในการแยกก๊าซตะกอน และสิ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวที่มีลักษณะแตกต่างกัน หลังจากทำการวิเคราะห์และวิจารณ์ปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาการเกิดการชะออก (wash-out) และการลอยตัว (flotation) ของเชื้อจุลินทรีย์ในระบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวต่อไป และทำการสรุปความเหมาะสมของระบบยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งต่อไป หัวข้อต่างๆที่ใช้ในการวิจารณ์ สามารถสรุปได้ตามลำดับดังนี้

- ความจำเป็นของถังสร้างกรดในการบำบัดน้ำเสีย
- ผลของเวลากักน้ำและออร์กานิกโหลดดิ้งต่อประสิทธิภาพของระบบ
- เปรียบเทียบอุปกรณ์แยก 3 สถานะกับความสามารถในการแยกก๊าซตะกอน
- ปัญหาการเกิดการลอยตัวของตะกอนสลัดจ์ในระบบและแนวทางแก้ไข

5.1 ความจำเป็นของถังสร้างกรดในการบำบัดน้ำเสีย

จากการทดลองตั้งแต่ชุดการทดลองที่ 3-6 ซึ่งทำการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองที่ห้องปฏิบัติการปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนั้น ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองที่ 3-4 และชุดที่ 5-6 นั้น อยู่ที่สภาพของถังพักน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบ ซึ่งในชุดการทดลองที่ 3-4 นั้น ถังพักน้ำเสียมีการทำความสะอาดก่อนเติมน้ำเสียลงไปใหม่ทุกครั้งทำให้เหมือนกับการนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบยูเอเอสบีโดย ในขณะที่ในชุดการทดลองที่ 5 และ 6 นั้น จะปล่อยให้มีการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นในถังพักน้ำเสียเช่นเดียวกับในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 สำหรับสาเหตุที่ต้องปล่อยให้เกิดสภาพเช่นนี้เกิดนั้น เนื่องมาจากประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของชุดการทดลองที่ 3-4 นั้นมีค่าต่ำ (น้อยกว่า 20%) สาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้ก็คือ การกวนที่ไม่พอเพียงในชั้นตะกอน โดยจากการสังเกตลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ภายในถังพบว่ามีการอัดตัวกันแน่นของชั้นตะกอน, ปริมาณก๊าซมีเพียงเล็กน้อย และการลอยตัวของชั้นตะกอนเป็นระยะ ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 4.5 และจะกล่าวโดยละเอียดต่อไป จากสภาพดังกล่าวได้มีความพยายามที่ทำให้เกิดการกวนในชั้นจุลินทรีย์ให้เพียงพอโดยการเวียนน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบใหม่ (Internal Circulation) ทำให้สามารถสังเกตเห็นว่าเกิดการไหลเป็นช่องเกิดขึ้นในถังยูเอเอสบี จึงล้มเลิกการแก้ไขโดยการเวียนน้ำกลับ แต่จากการที่เกิดการไหลเป็นช่องนี้แสดงให้เห็นถึงข้อด้อยของส่วนกระจายน้ำเสียของถังยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลองที่กระจายน้ำเสียเข้าสู่ถังปฏิกิริยาได้ไม่ดีนัก ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้ก็คือ ลักษณะของน้ำเสียประเภทโปรตีนที่ย่อยสลายได้ยาก จึงทำการแก้ไขโดยเลียนแบบสภาพที่เกิดขึ้นที่โรงงานฯ โดยปล่อยให้มีการสะสมของตะกอนในถังพักน้ำเสียและเกิดการสร้างกรดขึ้นนั้นพบว่า ระบบสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพดีขึ้น (36.0 และ 43.9%) ดังนั้น ในการศึกษาความเหมาะสมของระบบยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งนั้น จึงต้องมีการพิจารณาถึงสภาพที่เกิดขึ้นว่าส่งผลอย่างไรต่อระบบ

ในการพิจารณาเปรียบเทียบถึงความแตกต่างดังกล่าว เพื่อให้สะดวกในการอธิบายและทำความเข้าใจถึงข้อแตกต่างดังกล่าว จึงจะเรียกถังพักน้ำเสียที่มีตะกอนสะสมอยู่ว่า “ถังสร้างกรด” และการบำบัดน้ำเสียที่มีถังดังกล่าวว่า “ การบำบัดน้ำเสียโดยมีถังสร้างกรด ” ซึ่งที่เรียกชื่อดัง

กล่าวเนื่องมาจากสภาพที่เกิดขึ้นในถังดังกล่าวที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดไขมันระเหยสูงกว่า (ดูตารางที่ 4.1) และจากกลไกในการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนที่จะต้องมีการสร้างกรดเกิดขึ้นก่อนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ รวมทั้งเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้กับระบบยูเอเอสบีแบบ 2 เฟส ซึ่งประกอบด้วย ถังสร้างกรด (Acidogenic reactor) และถังสร้างมีเทน (Methanogenic reactor) แต่ในการทดลองนี้ไม่ได้มีการควบคุมเวลากักน้ำ และปริมาณจุลินทรีย์ในถังสร้างกรด

การเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ที่มีความแตกต่างกันจากการทดลองโดยไม่มีและมีถังสร้างกรดนั้น จะเปรียบเทียบจากผลการทดลองในชุดการทดลองที่ 3 ถึง 6 ซึ่งใช้เชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นใกล้เคียงกัน และชุดอุปกรณ์การทดลองชุดเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกันตรงสภาพของถังพักน้ำเสีย ซึ่งได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบที่ไม่มีและมีถังสร้างกรด

ชุดการทดลอง	ลักษณะสำคัญ	เวลากักน้ำ (ชม.) [*1]	% กำจัดซีโอดี [*]
3	ไม่มีถังสร้างกรด	18	17.0
4	ไม่มีถังสร้างกรด	18	11.2
5	มีถังสร้างกรด	12	43.9
6	มีถังสร้างกรด	12	36.0

[*] - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง

[1] - เวลากักน้ำในถังยูเอเอสบี ที่ผ่านถังสร้างกรดมาแล้ว

จากตารางที่ข้างต้นจะเห็นว่า ในชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ที่ไม่มีถังสร้างกรดนั้น มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี 17.0 และ 11.2 % ตามลำดับ ซึ่งถือว่าต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับในชุดการทดลองที่ 5 และ 6 ซึ่งมีถังสร้างกรดนั้น จะเห็นว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงขึ้นเป็น 43.9 และ 36.0 % ตามลำดับ ในขณะที่ใช้เวลากักน้ำในถังยูเอเอสบีลดลง ซึ่งค่าดังกล่าวถึงแม้จะยังถือว่ามีประสิทธิภาพที่ต่ำ แต่ก็สามารถบอกได้ว่า การมีถังสร้างกรดก่อนที่จะทำการบำบัดด้วยระบบยูเอเอสบี ช่วยให้ระบบสามารถกำจัดซีโอดีได้มากขึ้น สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงขึ้นนั้น สาเหตุน่าจะมาจากน้ำเสียดังกล่าวมีความต้องการเวลาในการย่อยสลายน้ำเสียของเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากลักษณะของน้ำเสียประเภทโปรตีนที่ย่อยสลายได้ยาก สิ่งนี้นับว่าสำคัญ เนื่องจากการมีถังสร้างกรดขึ้นมาเพื่อพักน้ำเสียก่อนเข้าสู่ถังยูเอเอสบีนั้นจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายน้ำเสียได้มากขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า เวลากักน้ำเสียในถังยูเอเอสบี 18 ชั่วโมง ไม่น่าจะเพียงพอสำหรับการบำบัดโดยไม่มีถังสร้างกรด ในขณะที่เมื่อมีถังสร้างกรดแล้วเวลากัก

น้ำในถังยูเอเอสบี 12 ชั่วโมงน่าจะเพียงพอ เวลากักน้ำในถังสร้างกรดในงานวิจัยนี้มิได้ทำการศึกษาไว้ สาเหตุที่ต้องมีถังสร้างกรดนั้น เมื่อพิจารณาถึงอัตราการย่อยสลายในขั้นตอนต่างๆที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน พบว่ามีขั้นตอนที่อาจเป็นขั้นกำหนดอัตราการย่อยสลายได้อยู่ 2 ขั้นตอนคือ hydrolysis และ methanogenesis โดยที่ในการย่อยสลายสารที่ย่อยสลายได้ยากเช่น โปรตีน หรือไขมันนั้น พบว่าขั้นตอน hydrolysis เป็นขั้นกำหนดอัตราการย่อยสลาย [O'Rourke, 1968, Gujer & Zehnder, 1983 และ Pavlostathis & Gosset, 1988] ส่วนในการย่อยสลายสารอาหารที่ย่อยสลายได้ง่ายนั้นจะมีขั้นตอน methanogenesis เป็นขั้นกำหนดอัตราการย่อยสลาย [Malina & Pohland, 1992] และเปรียบเทียบกับผลการวิจัยที่ผ่านมาที่เป็นการทดลองกับน้ำสับปะรดที่เวลากักน้ำ 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ของ สมคะเน (2538) ชำนาญ(2538) และณรงค์ ศักดิ์ ซึ่งได้ทำการทดลองไปพร้อมๆกับผู้วิจัย ที่ออร์กานิกโหลดดิ้ง 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าที่เวลากักน้ำต่างๆกันดังกล่าวไม่ปรากฏว่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ความแตกต่างของประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในงานวิจัยนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากขั้นตอน hydrolysis ในการย่อยสลายน้ำเสียประเภทโปรตีนที่เป็นขั้นกำหนดอัตราการย่อยสลาย

5.2 ผลของเวลากักน้ำและออร์กานิกโหลดดิ้งต่อประสิทธิภาพของระบบ

ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดลองใช้ระบบยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียที่เวลากักน้ำต่าง ๆ กัน ซึ่งให้ผลแตกต่างกันไป ในขณะที่ในการทดลองที่เวลากักน้ำเท่ากันแต่มีออร์กานิกโหลดดิ้งต่างกันพบว่ามีประสิทธิภาพของระบบที่แตกต่างกันด้วย โดยการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบนั้นจะดูจากประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี

ในการวิจารณ์ผลของเวลากักน้ำและออร์กานิกโหลดดิ้งต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีจะแยกออกเป็น 2 ประเด็น คือผลของเวลากักน้ำต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีซึ่งจะทำการเปรียบเทียบจากผลการทดลองที่ได้จากชุดการทดลองที่ 5 ถึง 8 และผลของออร์กานิกโหลดดิ้งที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบชุดการทดลองที่ได้จากโรงงาน (1 และ 2) กับที่ห้องปฏิบัติการฯ (5 และ 6) ซึ่งใช้เวลากักน้ำ 12 ชั่วโมง เช่นเดียวกัน แต่มีผลของลักษณะน้ำเสียและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีต่างกัน (ดูตารางที่ 5.2)

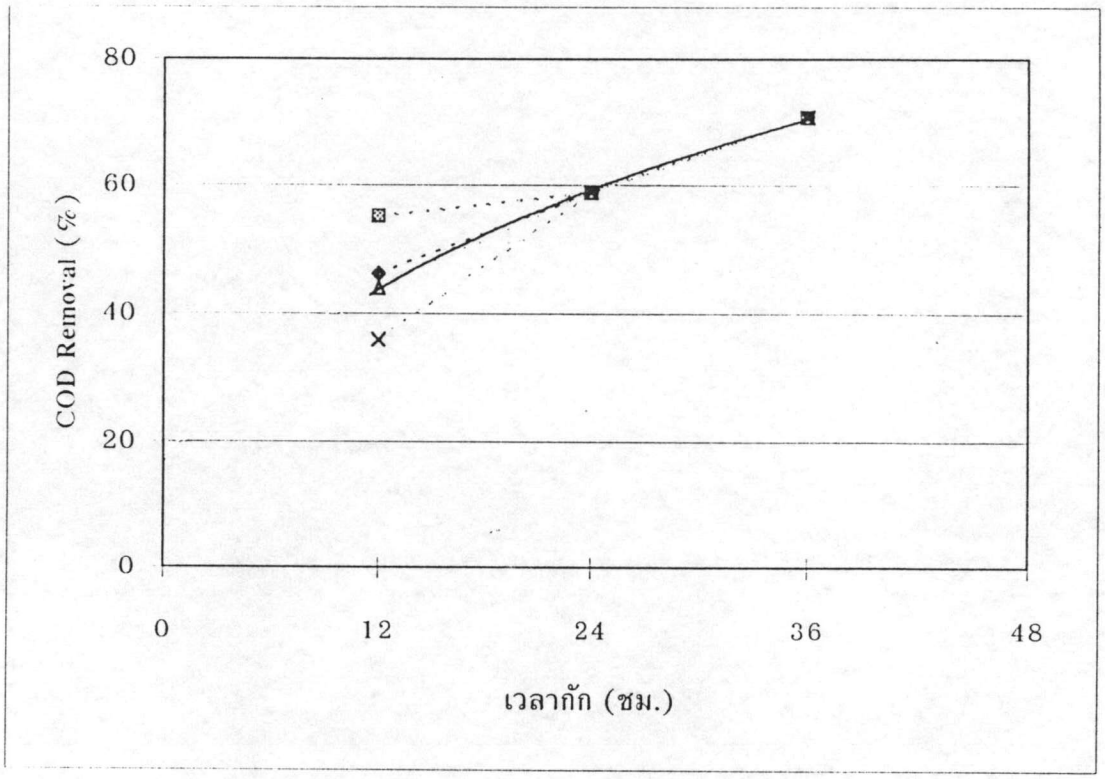
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผลของเวลากักน้ำและออร์กานิกโหลดดิ้งต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี

ชุดการทดลอง	เวลากักน้ำ * (ชม.)	ออร์กานิกโหลดดิ้ง * (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)	% กำจัดซีโอดี *
1	12	3.73	46.2
2	12	3.73	55.1
5	12	2.57	43.9
6	12	2.57	36.0
7	24	1.29	58.8
8	36	0.86	70.7

* - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง

จากตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผลของเวลากักน้ำต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจากชุดการทดลองที่ 5-8 จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้เวลากักน้ำนานขึ้น คือที่เวลากักน้ำ 12 ชั่วโมงนั้น สามารถกำจัดซีโอดีได้ร้อยละ 43.9 และ 36.0 และจะสามารถกำจัดซีโอดีได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 58.8 และ 70.7 เมื่อเพิ่มเวลากักน้ำเป็น 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ (ดูรูปที่ 5.1) สาเหตุที่เวลากักน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมาจากน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำเสียประเภทโปรตีน ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าขั้นตอน hydrolysis ในการย่อยสลายโปรตีนนั้นเป็นขั้นกำหนดอัตราการย่อยสลายดังกล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.1 เปรียบเทียบจากงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งใช้น้ำสับปะรดได้ผลดังนี้

สมคะเน (2538) ทดลองบำบัดน้ำสับปะรดเข้มข้น 3,000 มก./ล. ที่เวลากักน้ำ 6 และ 12 ชั่วโมง ให้ค่าออร์กานิกโหลดดิ้ง 12 และ 6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าที่เวลากักน้ำ 24 ชั่วโมง ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีประมาณ 90% แต่ที่เวลากักน้ำ 12 ชั่วโมง ระบบกลับมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีลดลงเหลือ 30 - 50% ซึ่งประสิทธิภาพที่ลดลงนี้ เนื่องมาจากการใช้ออร์กานิกโหลดดิ้งที่สูงถึง 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทำให้กรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายมีการสะสม เนื่องจากขั้นตอนการผลิตมีเทนที่เกิดขึ้นได้ช้ากว่านั่นเอง เมื่อทำการทดลองที่ออร์กานิกโหลดดิ้ง 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าในงานของชำนาญซึ่งใช้เวลากักน้ำ 24 ชั่วโมง แต่เพิ่มค่าซีโอดีสูงขึ้นเป็น 12,000 มก./ล. โดยใช้น้ำสับปะรดเช่นเดียวกัน แต่มีการเติมนิกเกิลและโคบอลต์ลงไป พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงถึง 83 - 90% สาเหตุมาจากการเติมนิกเกิลและโคบอลต์ ลงไปมีส่วนช่วยให้การทำงานของ methanogens ดีขึ้น ปริมาณ



รูปที่ 5.1 ผลของเวลากักน้ำต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ

กรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นจึงไม่สะสมจนส่งผลเป็นพิษต่อแบคทีเรียในระบบ นอกจากนี้ยังมีงานของณรงค์ศักดิ์ที่ได้ทำการทดลองไปพร้อม ๆ กับผู้วิจัย โดยศึกษาผลกระทบของนิกเกิลและโคบอลต์ พบว่าระบบสามารถกำจัดซีโอดีได้สูงถึง 90% ที่เวลากักน้ำ 6 ชั่วโมง และออร์กานิกโหลดดิ้ง 12 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อมีการเติมนิกเกิลและโคบอลต์ลงไปในปริมาณเพียงพอ

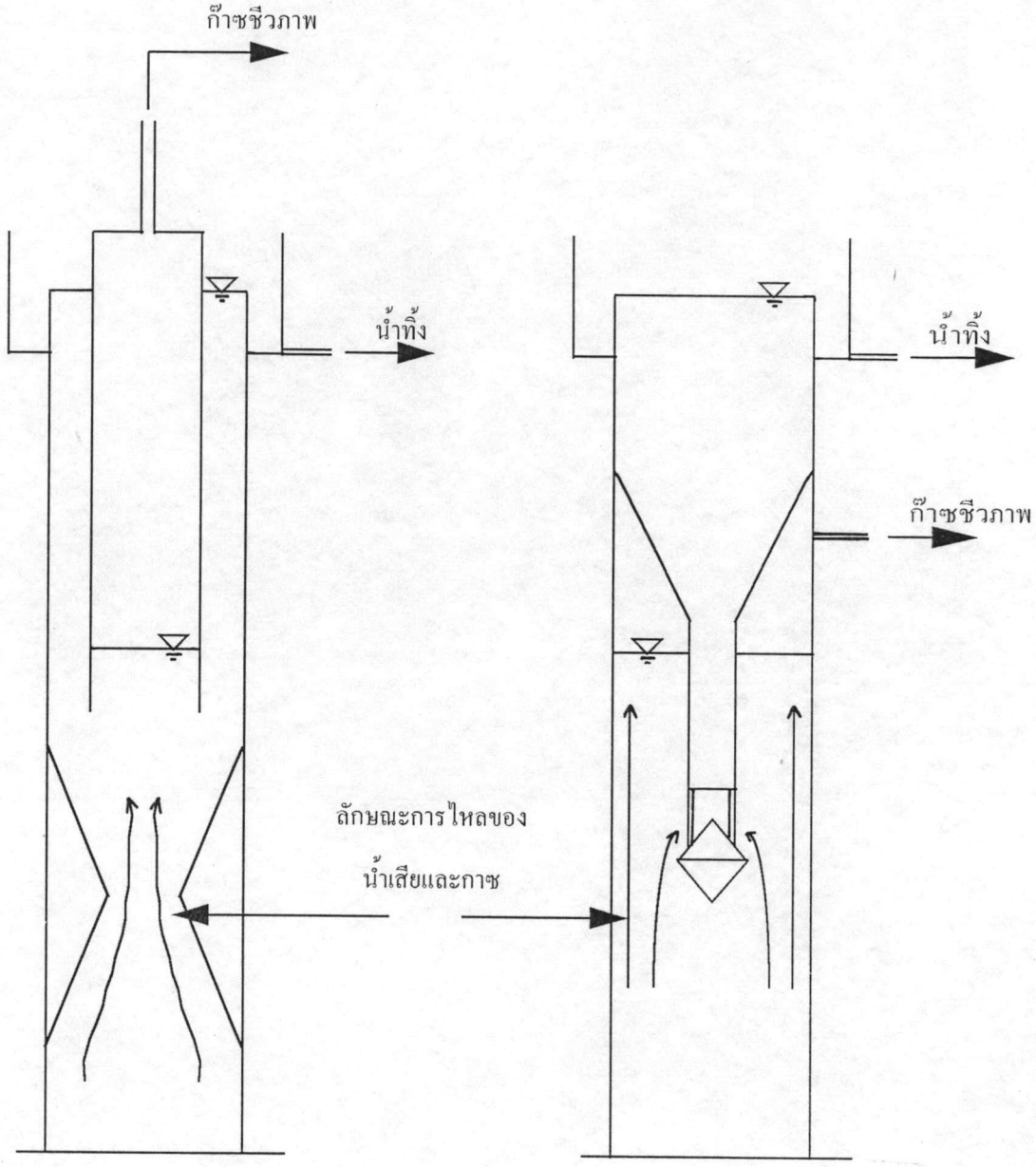
จากงานวิจัยทั้งสามทำให้พบว่าเวลากักน้ำที่ 6-24 ชั่วโมง ไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการใช้ระบบยูเอเอสบีบำบัดน้ำสับปะรดซึ่งเป็นน้ำเสียประเภทคาร์โบไฮเดรท (น้ำตาล) ที่ย่อยสลายได้ง่าย ที่พบปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการย่อยสลายกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นของ methanogens ที่เป็นขั้นกำหนดอัตราการย่อยสลาย ทำให้มีการสะสมตัวของกรดไขมันระเหยในน้ำทิ้ง และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีลดลง แต่เกิดจากสารอาหารที่จำเป็นที่ไม่ครบถ้วน เช่น นิกเกิล, โคบอลต์

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ที่ศึกษาซึ่งได้ทดลองที่เวลากักน้ำ 12, 24 และ 36 ชั่วโมง พบข้อแตกต่างของประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบกับงานวิจัยที่ผ่านมาแล้ว สามารถสรุปได้ว่าผลของเวลากักน้ำที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในงานวิจัยนี้เนื่องมาจากขั้นตอน hydrolysis

หลังจากพิจารณาผลของเวลากักน้ำต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่กล่าวมาแล้ว จึงมาพิจารณาผลของออร์กานิกโหลดดิ้งต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี โดยเปรียบเทียบชุดการทดลองที่ 1, 2, 5 และ 6 ที่ทดลองที่เวลากักน้ำ 12 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน แต่มีค่าออร์กานิกโหลด-ดิ้งต่างกัน โดยในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าออร์กานิกโหลดดิ้ง 3.73 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งสูงกว่าในชุดการทดลองที่ 5 และ 6 ที่มีค่าออร์กานิกโหลดดิ้ง 2.57 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่ได้พบว่า ที่ออร์กานิกโหลดดิ้งสูงกว่า 3.73 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบสามารถกำจัดซีโอดีสูงกว่าถึง 46.2 และ 55.1% และเมื่อเปรียบเทียบที่ออร์กานิกโหลดดิ้ง 2.57 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบสามารถกำจัดซีโอดีได้ 43.9 และ 36.0% เป็นไปได้ว่าที่ออร์กานิกโหลดดิ้งสูงกว่านั้น ทำให้มีการกวนในชั้นตะกอนได้ดีกว่าจึงทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงกว่านั่นเอง

5.3 เปรียบเทียบอุปกรณ์แยก 3 สถานะ กับความสามารถในการแยกก๊าซตะกอน

ในการวิจารณ์เปรียบเทียบอุปกรณ์แยก 3 สถานะแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองกับความสามารถในการแยกก๊าซและตะกอนนั้น จะพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะอุปกรณ์แยก 3 สถานะแบบที่ 3 และ 4 (ดูรูปที่ 5.2) ซึ่งใช้ในการทดลองชุดที่ 3 ถึง 6 เท่านั้น เนื่องจากมีความแตกต่าง



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบลักษณะการไหลของน้ำเสียและก๊าซ

ผ่านอุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 และ 4

ของผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถนำไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการออกแบบลักษณะของอุปกรณ์แยก 3 สถานะได้

การเปรียบเทียบอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ทั้ง 2 แบบ ที่ใช้ในขั้นแรกจะเป็นการเปรียบเทียบลักษณะสำคัญของอุปกรณ์ดังกล่าว จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ซึ่งจะใช้ผลการทดลองชุดที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นการทดลองโดยมีถังสร้างกรด เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5.3.1 ลักษณะสำคัญของอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ทั้ง 2 แบบ

ลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ทั้ง 2 แบบได้แสดงไว้แล้วตามตารางที่ 3.2 ซึ่งจากลักษณะดังกล่าว สามารถเปรียบเทียบลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถของอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ในการแยกก๊าซตะกอนได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 และแบบที่ 4

พารามิเตอร์	อุปกรณ์แยก 3 สถานะ	
	แบบที่ 3	แบบที่ 4
1. ความสามารถในการแยกก๊าซชีวภาพ	ด้อยกว่า - เนื่องจากมีแผ่นดักก๊าซเพียง 2 ด้าน ทำให้สามารถดักก๊าซได้เพียง 50%	ดีกว่า - เนื่องจากสามารถดักก๊าซที่เกิดขึ้นเข้าสู่ส่วนเก็บก๊าซได้ทั้งหมด
2. ความสามารถในการแยกตะกอนแขวนลอย	ด้อยกว่า - เนื่องจากมีพื้นที่ผิวน้อยกว่า จึงมีอัตราน้ำล้นผิวสูงกว่า	ดีกว่า
3. ความสามารถในการกักจุลินทรีย์ไว้ในระบบ	ด้อยกว่า - เนื่องจากยอมให้มีตะกอนจุลินทรีย์ออกจากระบบได้ง่ายกว่า	ดีกว่า - เนื่องจากสามารถดักตะกอนจุลินทรีย์ไว้ในระบบได้มากกว่า

จากตารางที่ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าในชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 นั้น มีแนวโน้มที่จะมีค่าซีโอดีในน้ำทิ้งสูงกว่าและปริมาณก๊าซต่ำกว่าในชุดการทดลองที่ 6 ที่ใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 4 เนื่องด้วยลักษณะดังที่กล่าวมาแล้ว

5.3.2 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ ทั้ง 2 แบบ

ผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งจะนำไปพิจารณาเปรียบเทียบความสามารถในการแยกก๊าซตะกอนของอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ทั้ง 2 แบบ คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอย และซีโอดีในน้ำทิ้ง ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น และอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองโดยใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ ทั้ง 2 แบบ

พารามิเตอร์	อุปกรณ์แยก 3 สถานะ	
	แบบที่ 3	แบบที่ 4
ซีโอดีทั้งหมด (มก./ล.)	706	800
ตะกอนแขวนลอย (มก./ล.)	105	61
ปริมาณก๊าซที่วัดได้ (ลิตร/วัน)	2.81	2.28
% ก๊าซชีวภาพ	51.5	50.5
อัตราผลิตก๊าซชีวภาพ		
- ลิตร/กก.ซีโอดีที่กำจัด	113	237
- ลิตร/ลิตร	0.10	0.12

* - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง

จากตารางที่ 5.4 เมื่อพิจารณาจากปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่า 105 และ 61 มก./ล. ในการใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 และ 4 แสดงว่าอุปกรณ์แยก 3 สถานะแบบที่ 3 มีความสามารถในการแยกตะกอนต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาอัตราผลิตก๊าซชีวภาพที่วัดได้ซึ่งเท่ากับ 113 และ 237 ลิตร/กก.ซีโอดีที่กำจัด แสดงว่าอุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 4 นั้น มีความสามารถในการแยกก๊าซตะกอนแขวนลอยสูงกว่า ซึ่งเป็นไปตามลักษณะสำคัญที่ได้แสดงไว้ตามตารางที่ 5.3

แต่หากพิจารณาค่าซีโอดีในน้ำทิ้งและปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่าในถังยูเอเอสบีที่ใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงกว่า เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับสิ่งที่เกิดขึ้นภายในถังที่สังเกตเห็นว่า เชื้อจุลินทรีย์ในถังที่ใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 4 จะเกาะกันเป็นก้อน และมีการลอยตัวเป็นระยะ ๆ ทำให้ต้องใช้เวลานานถึง 3 สัปดาห์ จึงจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีใกล้เคียงกับถังที่ใช้อุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 ที่ใช้เวลาเพียง 1 สัปดาห์ ก็สามารถกำจัดซีโอดีได้สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนหนึ่งเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้กับอุปกรณ์แยก 3 สถานะแบบที่ 3 มีความคุ้นเคยกับน้ำเสียมากกว่า แต่จากสิ่งที่สังเกตเห็นได้

เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและลักษณะการเกิดการลอยตัว และการชะออกที่เกิดขึ้นในถังทั้งสองแล้วนั้น เป็นไปได้ว่าอุปกรณ์แยก 3 สถานะ แบบที่ 3 ที่ปล่อยให้มีการหลุดออกของตะกอนจุลินทรีย์นั้น ช่วยให้ระบบสามารถคัดเชื้อที่มีลักษณะไม่ดีออกจากระบบ และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบที่ 4

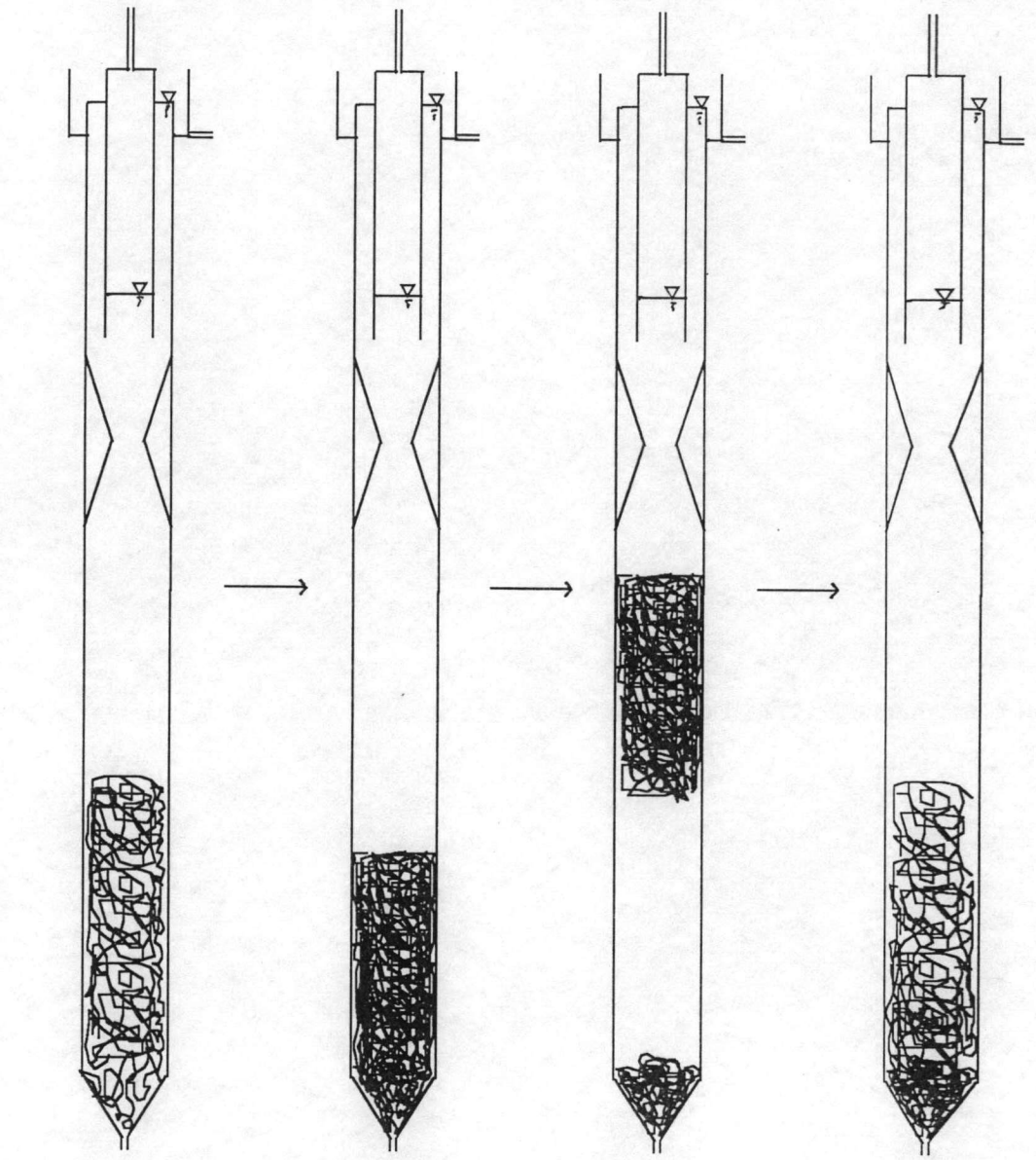
ดังนั้น ในการออกแบบอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ควรจะต้องทราบถึงวัตถุประสงค์ในการออกแบบและปัญหาในระบบที่อาจเกิดขึ้นในการบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ เพื่อให้สามารถออกแบบอุปกรณ์แยก 3 สถานะ และนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์

5.4 ปัญหาการลอยตัวของตะกอนสลัดจ์ในระบบและแนวทางแก้ไข

5.4.1 ปัญหาการลอยตัวของตะกอนสลัดจ์ในระบบ

ในงานวิจัยนี้ได้พบกับปัญหาที่สำคัญเกิดขึ้นในการใช้ระบบยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ซึ่งส่งผลถึงความล้มเหลวของระบบ นั่นก็คือ ปัญหาการลอยตัว (flotation) ของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งปัญหานี้ได้เกิดขึ้นอย่างชัดเจนและรุนแรงในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่เป็นการทดลองที่โรงงานฯ ดังกล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 4.2 ถึง 4.4 ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ที่หลุดออกมาจากการเกิดการลอยตัวนี้มีลักษณะเป็นก้อนจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นการเกาะกันอย่างหลวมๆ ระหว่างเชื้อจุลินทรีย์จากระบบยูเอเอสบีที่เติมลงไปใหม่กับเชื้อเดิมที่มีอยู่ในระบบ ซึ่งเมื่อทดลองเขี่ยดูจะพบว่ามีก๊าซถูกจับไว้ (entrapment) จำนวนมาก การสะสมของปัญหาการลอยตัวที่เกิดขึ้นที่ไม่ได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้องส่งผลให้เกิดการลอยตัวอย่างสมบูรณ์ (complete flotation)

ส่วนในการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฯนั้นใช้ถังยูเอเอสบีที่ทำจากอะครีลิกใส ทำให้สามารถสังเกตเห็นการลอยตัวที่เกิดขึ้น (ดูรูปที่ 5.3) โดยขั้นตอนของการเกิดการลอยตัวเริ่มจากในเชื้อจุลินทรีย์สามารถกำจัดซีโอดีในน้ำเสียได้ไม่ดีทำให้มีก๊าซเกิดขึ้นไม่มากนัก จากปริมาณก๊าซที่มีน้อยนี้เองทำให้การกวนในชั้นตะกอนไม่พอเพียง ส่งผลให้ชั้นตะกอนเริ่มอัดตัวกันแน่นอยู่ที่ส่วนล่างของถังปฏิกิริยา ปริมาณก๊าซเริ่มลดลงจนไม่สามารถวัดได้ หลังจากนั้นชั้นจุลินทรีย์ที่อัดตัวกันแน่นก็จะลอยขึ้นสู่ส่วนบนของถังปฏิกิริยา ซึ่งจะขึ้นไปลอยติดอยู่บริเวณส่วนเก็บก๊าซของอุปกรณ์แยก 3 สถานะที่มีแผ่นกั้นอยู่ จึงต้องทำการแก้ไขโดยใช้ท่อแยงชั้นจุลินทรีย์ที่อัดตัวกันแน่นให้แยกออกจากกัน และหล่นลงสู่ส่วนล่างของถังปฏิกิริยา เพื่อไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์หลุดออกจากระบบ เมื่อชั้นตะกอนแตกออกก็จะมีก๊าซหลุดออกมาเป็นจำนวนมากจนทำให้เชื้อจุลินทรีย์ฟุ้งกระจายอยู่ภายในถังปฏิกิริยา และมีบางส่วนหลุดออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง หลังจากนั้นชั้นตะกอน



รูปที่ 5.3 ลักษณะการลอยตัวของชั้นตะกอนในการทดลอง
ที่ห้องปฏิบัติการฯ

ดังกล่าวก็จะเริ่มอัดตัวกันแน่นและลอยตัวขึ้นอีก จนกระทั่งได้ทำการแก้ไขโดยการมีถังสร้างกรดสำหรับพักน้ำเสียไว้ก่อนเข้าสู่ถังปฏิกิริยา การลอยตัวดังกล่าวจึงค่อย ๆ หายไป

5.4.2 สาเหตุการลอยตัวของตะกอนสลัดจ์

ในการศึกษาที่ผ่านมาที่มีการนำระบบยูเอเอสบีไปใช้บำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ นั้น พบว่าในการบำบัดน้ำเสียบางประเภทนั้นจะมีปัญหาการลอยตัวของตะกอนสลัดจ์เกิดขึ้น จึงได้มีการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งพอจะสามารถสรุปได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

<u>กรณีแรก</u> เกิดจากของแข็งแขวนลอยซึ่งเป็นอนุภาคที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ช้า เช่น โปรตีน หรือไขมัน โดยอนุภาคดังกล่าวจะถูกเชื้อจุลินทรีย์ดูดซับไว้ (adsorption) ที่ผิวของเม็ดจุลินทรีย์ แต่เนื่องจากอนุภาคดังกล่าวนั้นย่อยสลายได้ยาก [O' Rourke, 1968 อ้างถึงใน Hulshoff Pol, 1994] จึงทำให้การติดอยู่ที่ผิวเม็ดจุลินทรีย์ของอนุภาคดังกล่าวไปขัดขวางการย่อยสลายสารอาหารชนิดอื่นของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดผลเสียต่อลักษณะของเม็ดจุลินทรีย์คือ ทะลุผ่านได้ไม่ดี (poorly penetrable) และปลดปล่อยก๊าซที่เกิดขึ้นออกจากเม็ดจุลินทรีย์ได้ไม่ดีด้วย ซึ่งลักษณะดังกล่าวเมื่อเกิดขึ้นนานๆ เข้า จะทำให้มีการสะสมตัวของก๊าซในเม็ดจุลินทรีย์มากขึ้นจนเกิดการลอยตัว [Lettinga et al., 1980]

<u>กรณีที่สอง</u> เกิดจากแบคทีเรียชนิดสร้างกรดที่แขวนลอย (Suspended Acidogenic Bacteria, SAB) ซึ่งมีลักษณะเป็นอนุภาคแขวนลอยเช่นเดียวกับในกรณีแรก แต่ต่างกันที่ชนิดของอนุภาค โดย SAB ดังกล่าวเกิดขึ้นในเฟสแรกที่เป็นถังสร้างกรดของระบบยูเอเอสบีที่มี 2 เฟส และหลุดเข้าสู่ถังยูเอเอสบีในเฟสหลัง กลไกในการเกิดปัญหาเหมือนกับกรณีแรก โดย SAB จะไปติดอยู่ที่ผิวของเม็ดจุลินทรีย์ในระบบ จากนั้นก็จะเกิดการขัดขวางในการย่อยสลายสารอาหาร และปลดปล่อยก๊าซที่เกิดขึ้น และเกิดการลอยตัวในที่สุด [Alphenaar, P.A., 1994]

<u>กรณีที่สาม</u> กรณีนี้เกิดขึ้นจากลักษณะน้ำเสีย ที่เป็นสารอาหารจำพวกโปรตีน (COD : N = 10 : 1) โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในรูปของของแข็งแขวนลอย ทำให้เกิดการสร้างเม็ดที่ไม่ดีมีลักษณะเป็นปุย (fluffy) และหลุดออกจากระบบ ซึ่งสาเหตุนั้นมาจากเอนไซม์ protease ในขั้นตอน hydrolysis ของสารอาหารจำพวกโปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ถูกปล่อยออกมาจากแบคทีเรียเพื่อย่อยสลายให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงและสามารถดูดซึมเข้าสู่ภายในเซลล์ได้ ที่ส่งผลต่อลักษณะของเม็ดจุลินทรีย์ ทำให้ได้เม็ดจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นปุย และมีแนวโน้มในการลอยตัวและหลุดออกจากระบบได้ง่าย [Thaveesri, J., 1994]

จากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปัญหาการลอยตัวที่เกิดขึ้นใน 2 กรณีแรก ซึ่งมีสาเหตุจากของแข็งแขวนลอยนั้นอาจส่งผลรุนแรงถึงขนาดระบบล้มเหลว โดยเกิดการลอยตัวอย่าง

สมบูรณ์ (complete flotation) [Lettinga et al., 1980] ส่วนในกรณีสุดท้ายยังไม่เคยมีงานวิจัยใดที่พบว่าเกิดปัญหารุนแรงเช่น 2 กรณีแรก

จากลักษณะของการลอยตัวที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งเกิดการลอยตัวอย่างสมบูรณ์ขึ้นในวันที่ 127 และ 141 ของการทดลองที่โรงงานฯ เปรียบเทียบกับสาเหตุของการเกิดการลอยตัวที่ได้แสดงไว้ใน 3 กรณีนั้น จึงตั้งข้อสันนิษฐานไว้ว่าน่าจะมาจาก 2 กรณีแรก อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้มิได้เป็นการศึกษาการเกิดการลอยตัวโดยเฉพาะจึงทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่ามาจากสาเหตุใดกันแน่

ส่วนการเกิดการยกตัวของชั้นจุลินทรีย์ในช่วงแรกของการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฯ (ชุดการทดลองที่ 3 ถึง 6) และในถังยูเอเอสบี stage ที่สองของชุดการทดลองที่ 7 และ 8 ซึ่งเกิดการหลุดออกของเชื้อจุลินทรีย์บริเวณส่วนบนที่เป็นชั้นตะกอนลอยเดิมนั้น น่าจะมีสาเหตุมาจากกรณีที่สามคือ ลักษณะของน้ำเสียที่เป็นพวกโปรตีน ซึ่งส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์มีลักษณะที่เป็นปุยและหลุดออกได้ง่าย

อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นน่าจะได้มีการศึกษาอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากในชุดการทดลองที่ 5 ถึง 8 ซึ่งมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ (seed) และการเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์ที่แตกต่างจากชุดการทดลองที่ 1 และ 2 นั้นยังไม่เกิดปัญหาการลอยตัวเช่นเดียวกับชุดการทดลองดังกล่าวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากเป็นการทดลองโดยมีถังสร้างกรดเป็นระยะเวลาเพียง 41 วัน เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

5.4.3 แนวทางแก้ไข

จากปัญหาการลอยตัวที่เกิดขึ้น ทำให้ต้องมีการศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวก่อนที่จะมีการนำระบบนี้ไปใช้ต่อไป เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมของระบบยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งจึงไม่ได้ทำการศึกษาปัญหาการลอยตัวที่เกิดขึ้นและวิธีแก้ไข แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้ประสบกับปัญหาดังกล่าวในการใช้ยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง จึงได้พยายามปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้ระบบสามารถดำเนินต่อไปได้ แนวทางในการแก้ไขที่จะกล่าวถึงไว้นี้จึงเป็นการรวบรวมแนวทางแก้ไขจากงานวิจัยที่ผ่านมา และข้อสังเกตที่ได้จากงานวิจัยนี้ โดยมีแนวทางดังต่อไปนี้

<u>แนวทางแรก</u> คือยังคงใช้ระบบยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียดังกล่าว แต่ทำการป้องกันไม่ให้ของแข็งแขวนลอยดังกล่าวเข้าสู่ถังยูเอเอสบี ซึ่งในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยาก

<u>แนวทางที่สอง</u> คือการเปลี่ยนไปใช้ระบบอื่นที่สามารถดำเนินระบบไปได้ โดยไม่มีผลกระทบเนื่องจากของแข็งแขวนลอยที่หลุดเข้าสู่ระบบ และลักษณะน้ำเสียที่ก่อให้เกิดลักษณะ

ฟล็อกที่เป็นปุยได้ โดยใช้ระบบที่ยอมให้มีของแข็งแขวนลอย (เช่น SAB หรือสารอาหารที่ย่อยสลายได้ยาก) เข้าสู่ถังปฏิกิริยาและหลุดออกไปได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมตัวของของแข็งที่เป็นสาเหตุของการเกิดการลอยตัว

แนวทางที่สาม คือการปรับปรุงระบบยูเอเอสบีที่ใช้อยู่ โดยการใช้ Internal Circulation และปรับปรุงอุปกรณ์แยก 3 สถานะ ให้สามารถคัดเชื้อที่ไม่มีความเหมาะสมหลุดออกจากระบบได้

อย่างไรก็ตาม ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าแนวทางในการแก้ไขที่เสนอไว้นั้นเป็นเพียงการเสนอจากข้อมูลที่ได้ในงานวิจัยที่ผ่านมา และข้อสังเกตที่ได้จากในงานวิจัยนี้ การพิจารณาเลือกแนวทางใดไปใช้จึงควรได้มีการทดลองและศึกษาความเหมาะสมก่อนนำไปใช้งานจริง

5.5 ความเหมาะสมของระบบ UASB ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

จากผลการศึกษาในด้านต่างๆ ที่ได้จากการใช้ยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งสามารถที่จะสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1) ในการใช้ระบบยูเอเอสบี รวมทั้งระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนแบบอื่นๆ เพื่อใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งนั้นจำเป็นที่จะต้องมีสร้างสภาพน้ำเสียให้มีการสร้างกรดก่อน

2) ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบยูเอเอสบีขึ้นอยู่กับเวลากักน้ำ โดยมีค่า 43.9-55.1, 58.8 และ 70.7 % ที่เวลากักน้ำ 12, 24 และ 36 ชั่วโมงตามลำดับ

3) ปัญหาการลอยตัวที่เกิดขึ้นในระบบ มีสาเหตุมาจากของแข็งแขวนลอยที่หลุดเข้าสู่ระบบ ที่อาจจะเป็นอนุภาคที่ย่อยสลายได้ช้าจำพวกโปรตีน หรือไขมัน หรือ SAB (suspended acidogenic bacteria) ก็ได้ ซึ่งในกรณีที่จะทำการบำบัดน้ำเสียประเภทนี้จะต้องมีการพิจารณาปัญหานี้อย่างรอบคอบ

4) แนวทางในการแก้ไขอาจจะเป็นการปรับปรุงระบบยูเอเอสบีที่ใช้ หรือเปลี่ยนไปใช้ระบบอื่นที่สามารถยอมให้มีของแข็งแขวนลอย (เช่น SAB หรือสารอาหารที่ย่อยสลายได้ยาก) เข้าสู่ถังปฏิกิริยาและหลุดออกไปได้ โดยไม่เกิดการสะสมตัวของของแข็งดังกล่าวที่เป็นสาเหตุของการเกิดการลอยตัว

จากข้อสรุปข้างต้น พอจะบอกได้ว่าระบบยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลองนี้สามารถใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งได้ ถึงแม้น้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งจะมีสารอาหารเป็นจำพวกโปรตีนที่ย่อยสลายได้ช้า ทำให้ต้องมีถังสร้างกรดไว้ก่อนเข้าสู่ถังยูเอเอสบี ดังนั้น ในการจัดการกับอนุภาคแขวนลอยทั้งที่อาจจะอยู่ในรูปของโปรตีนหรือไขมันที่มีอยู่ในน้ำ

เสีย หรือ SAB ที่เกิดขึ้นจากการสร้างกรดที่เกิดขึ้นในถังพักน้ำเสียซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการลอยตัว เพื่อให้ระบบสามารถบำบัดน้ำเสียต่อไปได้นั้น จะต้องมีการศึกษาถึงแนวทางที่ได้เสนอไว้เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ได้

แนวทางในการพิจารณาระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนแบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพ และขนาดเล็กกว่า เพื่อทดแทนการใช้บ่อหมักไร้ออกซิเจนซึ่งมีขนาดใหญ่ และการควบคุมเป็นไปได้ยาก เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการจัดการกับตะกอนแขวนลอยที่อาจเข้าสู่ระบบ โดยจะต้องมีการศึกษาคุณสมบัติกับความต้องการเลือกใช้ อย่างไรก็ดีการแก้ไขตามแนวทางที่สาม นับว่าเป็นการสอดคล้องกันอย่างลงตัวระหว่างการใช้ระบบยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ซึ่งช่วยลดการใช้พื้นที่ กับการแก้ไขปัญหาของแข็งแขวนลอยหลุดเข้าสู่ระบบเนื่องจากยอมให้เกิดการคัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่มีความเหมาะสมหลุดออกจากระบบได้ แต่ทั้งนี้ควรจะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางดังกล่าวให้ละเอียดก่อนนำไปใช้จริง ดังนั้น หากโรงงานประเภทนี้มีความต้องการที่จะต้องทำการปรับปรุงระบบจริง ควรจะมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ ทั้งค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการดำเนินการอย่างละเอียดรอบคอบอีกครั้ง