

รายงานโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ

การศึกษาการบำบัดน้ำเสียสิ่งทอด้วย
ระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน

(Study on Treatment of Textile Wastewater by
Anaerobic Baffled Reactor)

โดย

นางสาวอริยา เฑิดชูสีมา

B4611615

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรียา ยี่มรัตน์บวร

ผู้ประสานงานของสถานประกอบการ

ดร.สมชาย ดารารัตน์ นักวิชาการ 9

สถานประกอบการ

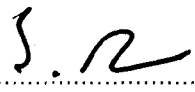
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
(วว.) เลขที่ 196 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงาน

เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาการศึกษาของประเทศ ข้าพเจ้าในฐานะตัวแทนบริษัท/ห้าง
หุ้นส่วน/โรงงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) มีความ
ยินดีให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เผยแพร่เนื้อหาในรายงานสรุปผลโครงการของนักศึกษา
ภายใต้โครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ประจำปี 2550 ณ สถานประกอบการของข้าพเจ้า
ในส่วนของ "กิจกรรมที่นักศึกษาทำโครงการประจำปี 2550" "บทคัดย่อ" และ "ข้อเสนอแนวคิด
โครงการ" ได้โดย

อนุญาตให้ระบุชื่อบริษัท / ห้างหุ้นส่วน / โรงงาน

อื่นๆ (ระบุ)

ลงชื่อ  ผู้มีอำนาจกระทำการแทน
(..... ดร. สมชาย ดารารัตน์) นิติบุคคล/ผู้ประกอบการ

ลงชื่อ ผู้มีอำนาจกระทำการแทน
(.....) นิติบุคคล/ผู้ประกอบการ

วันที่..... 3 เดือน..... สิงหาคม พ.ศ..... 2550

** สถานประกอบการที่เป็นนิติบุคคล กรุณาแนบสำเนา "หนังสือรับรอง" ของบริษัทฯ มาพร้อมๆ กับ
หนังสือฉบับนี้ เพื่อประกอบในรายงานฉบับสมบูรณ์ของนักศึกษา

หนังสือรับรอง

รายงานสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ
ภาคการศึกษาที่ 1/2550

ของ

นักศึกษานางสาวอริยา เชิดชูสีมา.....
ชื่อสถานประกอบการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).....

ข้าพเจ้า (.....ดร. สมชาย ดารารัตน์.....) ในฐานะของผู้ประสานงานได้
ตรวจสอบรายงานฉบับนี้แล้ว เมื่อวันที่3 สิงหาคม 2550..... และขอรับรองว่ารายงาน
ดังกล่าวมีความสมบูรณ์ และถูกต้องในเนื้อหาทุกประการ

ลงชื่อ S.R
(.....ดร. สมชาย ดารารัตน์.....)
วันที่3..... /สิงหาคม..... / 2550

ลงชื่อ
(.....)
วันที่...../...../2550

วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2550

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวอริยา เชิดชูสีมา นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา (401456) ระหว่างวันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ในตำแหน่งผู้ช่วยนักวิจัย ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง การศึกษาการบำบัดน้ำเสียสิ่งทอด้วยระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Study on Treatment of Textile Wastewater by Anaerobic Baffled Reactor)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

Ch. arigt

(นางสาวอริยา เชิดชูสีมา)

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ตั้งแต่วันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือ และสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. ผศ. ดร.จรียา ยิ้มรัตนบวร (Advisor)
2. ดร.สมชาย ดารารัตน์ นักวิชาการ 9 ซึ่งเป็น Job Supervisor ที่ได้เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา รวมไปถึงคอยให้ความรู้ คำปรึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่ายิ่งแก่ข้าพเจ้าที่เห็นความสำคัญของการสหกิจศึกษา
3. คุณสุรภี เบญจปัญญาวงศ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ที่คอยให้คำแนะนำข้อมูล และช่วยตอบข้อสงสัยในด้านต่าง ๆ
4. คุณชลกาจนวนธุ์ ขาดิดวงเพชร นักศึกษาปริญญาโท ที่คอยให้คำแนะนำข้อมูล และช่วยตอบข้อสงสัยในด้านต่าง ๆ

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาวอริยา เขิดชูดีมา
ผู้จัดทำรายงาน
15 สิงหาคม 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) บริการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพ ทั้งภาครัฐและธุรกิจเอกชน นำไปใช้ประโยชน์ทั้งภาคการผลิตและการรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างยั่งยืน จากการที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ในสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้รับมอบหมายงานให้ปฏิบัติหน้าที่ในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และพลังงาน ซึ่งในการเข้าไปปฏิบัติงานนั้น ได้ทำการศึกษาในส่วนของควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน และทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของห้างสรรพสินค้า BIG C และน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ประเภทฟาร์มโคนมขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) หรือฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ค และฟาร์มโชคชัย

จากการปฏิบัติโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ได้เลือกทำโครงการเรื่อง การศึกษาการบำบัดน้ำเสียสิ่งทอด้วยระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Study on Treatment of Textile Wastewater by Anaerobic Baffled Reactor) เนื่องจากโรงงานฟอกย้อมมีลักษณะน้ำเสีย คือ มีปริมาณสารอินทรีย์สูง มีค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) และค่าสภาพด่าง (alkalinity) สูง ซึ่งเป็นสารที่ยากต่อการบำบัด และก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้นำระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (ABR) มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียดังกล่าว จากผลการศึกษาพบว่าระบบ ABR มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของ BOD 93.24% และมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของ COD 80.80% ดังนั้นระบบนี้จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม

จากการฝึกปฏิบัติงานทำให้ได้เรียนรู้การปฏิบัติงานจริง การทำงานร่วมกับผู้อื่น และนำวิชาความรู้ที่ได้ศึกษามาปฏิบัติงานจริง และจากโครงการที่ทำการศึกษาทำให้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (ABR) การเดินระบบ และการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้อง

สารบัญเรื่อง

	หน้า
จดหมายนำส่ง	i
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	iii
สารบัญเรื่อง	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญรูปภาพ	vi
บทที่ 1 แนะนำสถานประกอบการ	1
1.1 ชื่อและที่ตั้ง	1
1.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ	1
1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและบริหาร	2
1.4 รายละเอียดของการผลิต หรือการบริการ	3
1.5 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	3
1.6 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	4
1.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	4
บทที่ 2 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย	5
บทที่ 3 โครงการ	7
3.1 บทนำ/ความเป็นมา	7
3.2 วัตถุประสงค์	7
3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
3.4 วิธีการดำเนินโครงการ	28
3.5 ผลการดำเนินงาน	32
3.6 สรุปผลการดำเนินงาน	37
3.7 ข้อเสนอแนะ	38
บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	39
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	42

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 3-1	ตารางแสดงการเกิดน้ำเสียของกระบวนการผลิตประเภทใหญ่ ๆ	8
ตารางที่ 3-2	ตารางแสดงลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	29
ตารางที่ 3-3	ตารางแสดงตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์	30
ตารางที่ 3-4	ตารางแสดงวิธีการวิเคราะห์	31
ตารางที่ 3-5	ตารางแสดงค่า pH ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ	32
ตารางที่ 3-6	ตารางแสดงค่า VFA ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ	33
ตารางที่ 3-7	ตารางแสดงค่า Alkalinity ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ	34
ตารางที่ 3-8	ตารางแสดงค่า BOD ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ	35
ตารางที่ 3-9	ตารางแสดงค่า COD ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ	36
ตาราง ก	ตารางแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ pH	43
ตาราง ข	ตารางแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ VFA	44
ตาราง ค	ตารางแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ Alkalinity	45
ตาราง ง	ตารางแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ BOD	46
ตาราง จ	ตารางแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ COD	47

สารบัญรูปรูปภาพ

	หน้า	
รูปที่ 1-1	แผนที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)	1
รูปที่ 1-2	แผนภูมิการจัดองค์กรและบริหาร	2
รูปที่ 3-1	บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อเหม็น	10
รูปที่ 3-2	ถังย่อยชนิดอัตราการกำจัดต่ำ	11
รูปที่ 3-3	ถังย่อยชนิดอัตราการกำจัดสูง	11
รูปที่ 3-4	ถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีถึง 2 ชุด	11
รูปที่ 3-5	ถังย่อยแบบสัมผัส	12
รูปที่ 3-6	ถังย่อยแบบแยกเชื้อ	13
รูปที่ 3-7	ถังกรองไร้ออกซิเจน	13
รูปที่ 3-8	ระบบชั้นลอยตัวแบบไร้ออกซิเจน	15
รูปที่ 3-9	ระบบยูเอเอสบี	15
รูปที่ 3-10	ระบบแผ่นหมุนชีวภาพไร้ออกซิเจน	15
รูปที่ 3-11	ระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน	16
รูปที่ 3-12	ลักษณะขั้นตอนการย่อยสลายของปฏิกิริยาไร้ออกซิเจน	19
รูปที่ 3-13	ปฏิกิริยาการสร้างกรดไขมันระเหยภายใต้สภาวะที่ความดันพาร์เซียลของไฮโดรเจนสูงและต่ำ	21
รูปที่ 3-14	แผนผังแสดงการเดินระบบบำบัดน้ำเสียชนิด ABR	30
รูปที่ 3-15	แสดงถึงค่า pH ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน	32
รูปที่ 3-16	แสดงถึงค่า VFA ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน	33
รูปที่ 3-17	แสดงถึงค่า Alkalinity ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน	34
รูปที่ 3-18	แสดงถึงค่า BOD ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน	35
รูปที่ 3-19	แสดงถึงค่า COD ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน	36
รูปที่ 3-20	แสดงถึงประสิทธิภาพในการกำจัด COD ในแต่ละวัน	36

บทที่ 1

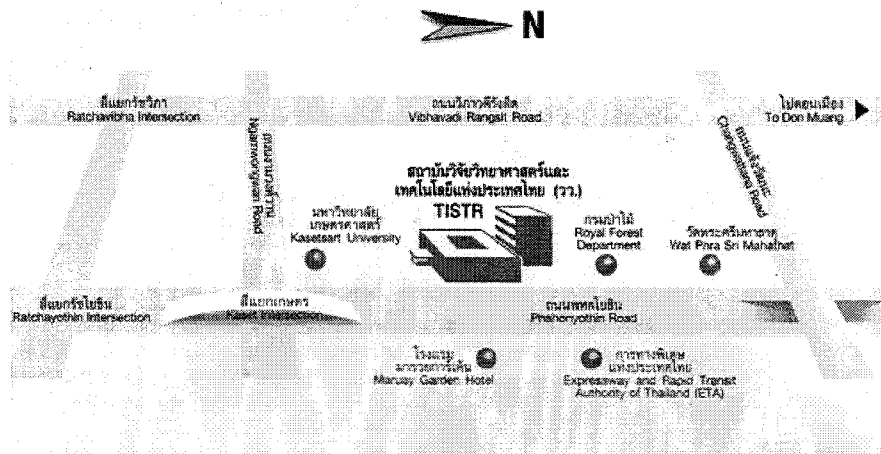
แนะนำสถานประกอบการ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นรัฐวิสาหกิจประเภทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษของรัฐ เดิมมีชื่อว่าสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย หรือ สวป. ซึ่งจัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย พ.ศ. 2506 และต่อมาในปี พ.ศ. 2522 ได้มีการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จึงได้เปลี่ยนมาใช้พระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยใช้ชื่อย่อว่า วท.

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2545 มีการปฏิรูประบบราชการได้กำหนดชื่อและชื่อย่อกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ใหม่ว่า กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ชื่อย่อว่า วท. และกำหนดให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ใช้ชื่อย่อว่า วท.

1.1 ชื่อและที่ตั้ง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ตั้งอยู่ที่ 196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ 0-2579-1121-30, 0-2579-5515 โทรสาร 0-2561-4771 <http://www.tistr.or.th> e-mail: TISTR@tistr.or.th



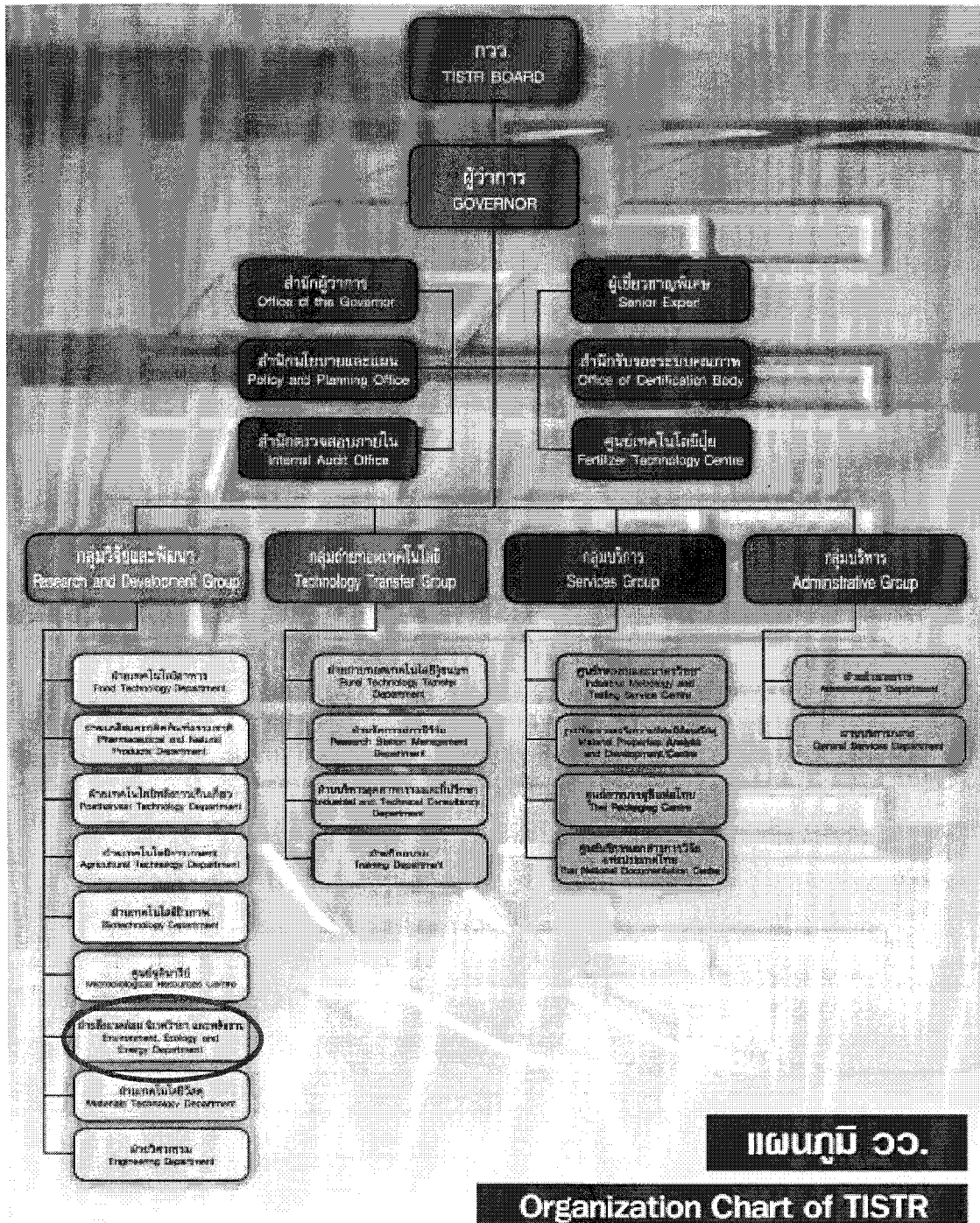
รูปที่ 1-1 แผนที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

1.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ

- วิจัยและพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายและแผนระดับชาติ และความต้องการของอุตสาหกรรม พร้อมทั้งนำผลงานสู่การใช้ประโยชน์ เพื่อสังคม

- บริการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพ ทั้งภาครัฐและธุรกิจเอกชน
- ส่งเสริมสังคม พัฒนาความรู้ความสามารถ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- บริหารจัดการองค์การ ด้วยความมีประสิทธิภาพ ทันสมัยและโปร่งใส

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและบริหาร



รูปที่ 1-2 แผนภูมิการจัดองค์กรและบริหาร

1.4 รายละเอียดของการบริการของฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และพลังงาน

มุ่งเน้นการวิจัยและรองรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยา รวมทั้งงานวิจัยด้านพลังงานทดแทน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขอบเขตงาน ดังนี้

- ศึกษาวิจัยออกแบบระบบบำบัดน้ำทิ้ง และมูลฝอย
- พัฒนาและส่งเสริมการผลิตในอุตสาหกรรม โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- ศึกษาวิจัยด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยา เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการฟื้นฟูระบบนิเวศ
- วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือใช้ และการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคาร
- วิจัยและพัฒนาผลิตน้ำมันไบโอดีเซล
- วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียอุตสาหกรรม น้ำเสียชุมชน และขยะมูลฝอย
- วิเคราะห์และให้คำปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อม
- บริการวิเคราะห์ตัวอย่างด้านสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำทิ้ง และด้านพลังงาน เช่น ค่าความร้อน

ผลงานสำคัญ ได้แก่ การวิจัยและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมเกษตร การใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ การศึกษาพืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ การวิจัยและพัฒนาตะกอนเมมเบรนจุลินทรีย์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนชนิด UASB สำหรับน้ำเสียอุตสาหกรรมเกษตร การวิจัยและพัฒนาผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม และน้ำมันใช้แล้ว การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย เป็นต้น

1.5 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งผู้ช่วยนักวิจัย

งานที่ได้รับมอบหมาย

- เติบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR)
- ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิด ABR และบันทึกผล

- ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของห้างสรรพสินค้า BIG C ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบันทึกผล
- ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ประเภทฟาร์มโคนมขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) หรือฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ค และฟาร์มโชคชัย

1.6 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ดร.สมชาย ดารารัตน์ ตำแหน่งนักวิชาการ 9

1.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

บทที่ 2

งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR)

ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR) และตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เช่น pH, COD, BOD, Alkalinity, VFA เป็นต้น และบันทึกผล

2.2 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจาก BIG C

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประเภทน้ำเสียชุมชน จากห้องสรรพสินค้า BIG C ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะส่งตัวอย่างน้ำมาตรวจเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เช่น pH, COD, BOD, Alkalinity, VFA, SS, TSS, Grease and Oil เป็นต้น และบันทึกผล

2.3 ติดต่อขอข้อมูลที่จังหวัดสระบุรี

ในวันที่ 02-04 พฤษภาคม 2550 เดินทางไปที่องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) หรือฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ค และฟาร์มโชคชัย ติดต่อขอข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำทิ้ง และสำรวจการใช้น้ำภายในฟาร์ม เพื่อเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ และบันทึกผล

2.4 เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่จังหวัดชุมพร

ในวันที่ 18-20 มิถุนายน 2550 เดินทางไปที่บริษัทชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มจำกัด (มหาชน) เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม เพื่อนำมาดำเนินงานวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของระบบ ASBR ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

2.5 เก็บตัวอย่างน้ำเสีย และมูลโคนม ที่จังหวัดสระบุรี

ในวันที่ 26-27 มิถุนายน 2550 เดินทางไปที่องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) หรือฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ค และฟาร์มโชคชัย เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ประเภทฟาร์มโคนม และมูลโคนม เพื่อศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาสมรรถนะและความเสี่ยงต่อการล้มเหลวในการเดินระบบของเทคโนโลยีระบบบำบัดสารมลพิษอินทรีย์ และผลิตพลังงานทดแทนในฟาร์มปศุสัตว์ที่ใช้ในปัจจุบันของประเทศไทย

2.6 ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากฟาร์มโคนม จังหวัดสระบุรี

ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ประเภทฟาร์มโคนมที่องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) หรือฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ค และฟาร์มโชคชัย ทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น pH, COD, BOD, Alkalinity, VFA, SS, TSS เป็นต้น และบันทึกผล

2.7 จัดทำ EIA (Environmental Impact Assessment)

มีส่วนร่วมในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคารที่พักอาศัย คสล. 7 ซอยติวานนท์ 3 จ.นนทบุรี

บทที่ 3

การศึกษาการบำบัดน้ำเสียสิ่งทอด้วยระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Study on Treatment of Textile Wastewater by Anaerobic Baffled Reactor)

3.1 บทนำ/ความเป็นมา

กระบวนการฟอกย้อมเป็นขั้นตอนสำคัญในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อให้ผ้าและเส้นด้ายมีสี สันสวยงาม คงทนต่อสภาวะแวดล้อม และให้ความรู้สึกสบายต่อผู้สวมใส่ ซึ่งกระบวนการผลิตใน อุตสาหกรรมฟอกย้อมส่วนใหญ่เป็นกระบวนการที่ใช้สารเคมีและสีย้อมเพื่อเปลี่ยนแปลงสมบัติ ของเส้นใย กระบวนการเหล่านี้มักอาศัยน้ำเป็นตัวกลางเกือบทุกขั้นตอน อุตสาหกรรมฟอกย้อมจึง เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้น้ำปริมาณมาก นอกจากนี้ในน้ำทิ้งหลังผ่านกระบวนการฟอกย้อม แล้วจะมีสารเคมีปนเปื้อนอยู่ เนื่องจากมีการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เช่น สารทำ ความสะอาด สีย้อม สารช่วยย้อม จากกระบวนการดังกล่าว ทำให้ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิด ขึ้นจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมแต่ละแห่ง หรือแม้แต่การฟอกย้อมประเภทเดียวกันแต่ต่างกันที่ชั้น ตอน ยากต่อการบำบัดให้ได้ตามมาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรม และความปลอดภัยต่อชุมชน ข้างเคียง เพื่อปล่อยสู่แหล่งรับน้ำสาธารณะ

น้ำเสียจากกระบวนการฟอกย้อมได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในแง่ของการ ปนเปื้อนของสารพิษที่เกิดจากสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการฟอกย้อม และการทำลายทัศนียภาพ เนื่อง จากสีของน้ำเสีย ทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติเกิดมลพิษทางน้ำขึ้น ดังนั้นจึงได้นำระบบ บำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR) ซึ่ง คาดว่ามี ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมได้ดี มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น เพื่อ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ และเป็นปัญหาต่อชุมชนต่อไป

3.2 วัตถุประสงค์

- ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของ COD โดยระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR)
- ศึกษาการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR)

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 แหล่งที่มาของน้ำเสียฟอกย้อม

แหล่งที่มาของน้ำเสียนั้น นอกจากจะเกิดขึ้นจากน้ำใช้ในการกระบวนการผลิตแล้ว ยังมีน้ำเสียที่เกิดจากน้ำหล่อเย็น น้ำที่ใช้ในหม้อไอน้ำ ฯลฯ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ น้ำที่ใช้ในการดำเนินการฟอกย้อม ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการเตรียมผ้าหรือเส้นใยก่อนย้อม ขั้นตอนการฟอกย้อม พิมพ์และตกแต่งสำเร็จ ซึ่งน้ำใช้ในส่วนนี้อาจมีการระเหยไปบ้างในระหว่างขั้นตอนการผลิต แต่ส่วนใหญ่จะถูกปล่อยออกเป็นน้ำเสียภายหลังการผลิต นอกจากนี้ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตประเภทใหญ่ ๆ คือ

ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงการเกิดน้ำเสียของกระบวนการผลิตประเภทใหญ่ ๆ

1. น้ำที่ใช้ในขั้นตอนการฟอกย้อมหรือการพิมพ์	คือ กระบวนการต้มแป้ง กระบวนการทำความสะอาด กระบวนการฟอกขาว กระบวนการชุบมัน กระบวนการย้อมสี การตกแต่งพิเศษ และกระบวนการพิมพ์ผ้า ซึ่งมีปริมาณน้ำเสียไม่มากนัก แต่มีความเข้มข้นของสิ่งสกปรกเจือปนค่อนข้างสูง
2. น้ำที่ใช้ในการซักล้างภายหลังการฟอกย้อม	ซึ่งมีปริมาณมาก แต่มีความเข้มข้นของสิ่งสกปรกเจือปนโดยส่วนรวมแล้วต่ำกว่าน้ำเสียในประเภทแรก

- น้ำที่ใช้ในหม้อไอน้ำ มักจะมีการอาศัยไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนแก่น้ำที่ใช้ในกระบวนการและเป็นตัวให้ความร้อนในตู้อบไอน้ำ ถ้าไอน้ำที่ใช้ถูกปล่อยให้เย็นลงและกลั่นตัวในท่อไอน้ำก็จะได้น้ำที่สะอาดสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ แต่ถ้าไอน้ำถูกส่งเข้าไปให้ความร้อนแก่สารละลายสีย้อมโดยตรง ก็จะเป็นการเพิ่มปริมาตรของสารละลายสีย้อม และจะถูกรวมเป็นน้ำเสียในที่สุด

- น้ำที่ใช้ในการหล่อเย็น มีบ่อยครั้งที่ทางโรงงานจำเป็นต้องลดอุณหภูมิของสารละลายสีย้อมลงในเวลาอันสั้น ซึ่งทำได้โดยอาศัยการใช้น้ำหล่อเย็น ซึ่งน้ำหล่อเย็นนี้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำสะอาดสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้

- น้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงาน ซึ่งในบางกรณีอาจเป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงมาด้วย เช่น น้ำล้างถังเตรียมสีย้อม เป็นต้น

- น้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงาน ซึ่งในบางกรณีอาจเป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงมาด้วย เช่น น้ำล้างถังเตรียมสีย้อม เป็นต้น

3.3.2 ลักษณะน้ำเสียของอุตสาหกรรมฟอกย้อมโดยทั่วไป

- มีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งมีสาเหตุจากแป้ง สีย้อม กรดอะซิติก เส้นใยและเส้นด้ายที่ปนออกมาจากกระบวนการย้อมและตกแต่ง นอกจากนี้แล้วยังอาจเกิดจากสบู่ ไขมัน น้ำมัน ซึ่งจะเป็นฝ้าคลุมผิวน้ำ และสารทำความสะอาดซึ่งมีลักษณะเป็นฟอง โดยทั่วไปแล้วน้ำเสียนี้มักมีค่าบีโอดี ประมาณ 100-1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ประมาณ 500-1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร

- มีค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) และค่าสภาพด่าง (alkalinity) สูง โดยมีค่า pH ประมาณ 9-12 และมีค่าสภาพความเป็นด่างประมาณ 300-900 มิลลิกรัมหินปูนต่อลิตร สารที่ทำให้น้ำเสียฟอกย้อมมีค่า pH และค่าสภาพด่างสูง ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งมีการใช้ในขั้นตอนการขจัดสิ่งสกปรกเจือปน (scouring)

- มีอุณหภูมิสูง โดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในขั้นตอนที่มีการใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น ขั้นตอนการขจัดสิ่งสกปรกเจือปน ขั้นตอนการย้อม และขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ

- มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากในการย้อมสีของเส้นใย เส้นใยจะมีการดูดซึมสีย้อมเพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นจึงมีสีย้อมหลงเหลืออยู่ในสารละลายสีย้อม และถูกปล่อยออกมากับน้ำเสียในที่สุด ปริมาณของสีย้อมจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ร้อยละ 5-50 ขึ้นอยู่กับประเภทของสีย้อมที่ใช้

- มีโลหะหนักเจือปน เนื่องจากการเจือปนอยู่ในสีย้อมผ้า ได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว โครเมียม และสังกะสี

- มีปริมาณทีเอสเอส (หรือของแข็งแขวนลอยทั้งหมด) สูง โดยเฉพาะเศษเส้นใยที่หลุดออกมา ซึ่งเศษเส้นใยนี้หากมีปริมาณมาก อาจทำให้เกิดปัญหาการอุดตันของน้ำเสียในเครื่องย้อมได้

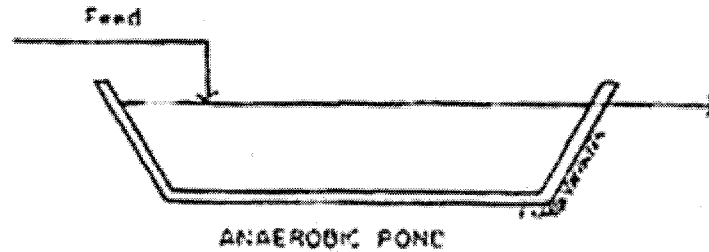
- มีการปนเปื้อนของสารเคมี ซึ่งมีอยู่หลายประเภทตามชนิดที่เลือกใช้ ส่วนใหญ่จะมีคงเหลืออยู่ในสารละลายสีย้อมหรือน้ำซักล้าง และจะถูกปล่อยปนออกมาในน้ำเสีย

3.3.3 ประเภทของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

1. บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อเหม็น (Anaerobic Ponds)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้เป็นแบบง่ายที่สุด โดยมักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีความลึก 3-4 เมตร และไม่มีฝาปิด มีเวลากักน้ำนานหลายวัน ภายในระยะเวลาดังกล่าว น้ำเสียจะถูกย่อยสลาย

ด้วยปฏิกิริยาแบบไร้ออกซิเจน บ่อหมิ่นมักมีขนาดใหญ่และใช้ที่ดินจำนวนมากในการสร้าง นอกจากนั้นยังอาจมีกลิ่นไม่ดี จึงเหมาะสำหรับใช้ในชนบทหรือชานเมืองซึ่งราคาที่ดินไม่สูงนัก



รูปที่ 3-1 บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อหมิ่น

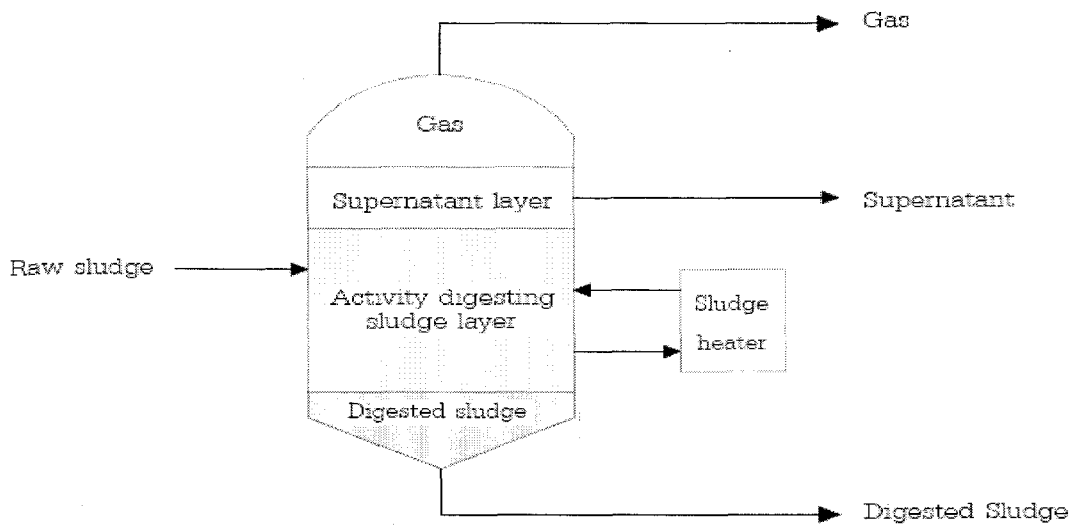
2. ถังย่อยสลายแบบธรรมดา (Conventional Anaerobic Digester)

ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้แพร่หลายในการย่อยสลายสลัดจ์จากระบบเอเอส ระบบประกอบด้วยถังปฏิกิริยาซึ่งส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตมีฝาปิดเพื่อเก็บความร้อน กลิ่น และก๊าซ บนฝามีทางระบายก๊าซที่เกิดขึ้น ระบบถังย่อยมี 2 แบบ คือ ถังย่อยชนิดอัตราการกำจัดต่ำ (Low Rate Anaerobic Digester) เป็นถังย่อยที่ไม่มีกรวนสลัดจ์และไม่ปรับอุณหภูมิ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในถังจึงช้าและไม่ทั่วถึง (รูปที่ 3-2) และถังย่อยชนิดอัตราการกำจัดสูง (High Rate Anaerobic Digester) ซึ่งเป็นถังที่มีกรวนและมีการปรับอุณหภูมิ ปฏิกิริยาการย่อยสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นได้ดีกว่าแบบแรกเนื่องจากจุลชีพสัมผัสกับของเสียได้ทั่วถึงยิ่งขึ้น (รูปที่ 3-3) ระบบถังหมักทั้ง 2 ชนิดไม่มีการนำจุลชีพกลับมาใช้อีก เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลชีพชนิดไร้ออกซิเจนนั้นช้ามาก รูปที่ 3-4 เป็นถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีถัง 2 ชุด จะเห็นได้ว่าการแยกสลัดจ์ออกจากถังย่อยสลัดจ์ชุดที่ 2 ซึ่งจะสามารถทำให้สลัดจ์ที่ย่อยแล้วมีความเข้มข้นสูง ทำให้น้ำทิ้งที่ปล่อยออกมามีตะกอนแขวนลอยต่ำ หรือมีความสกปรกน้อย

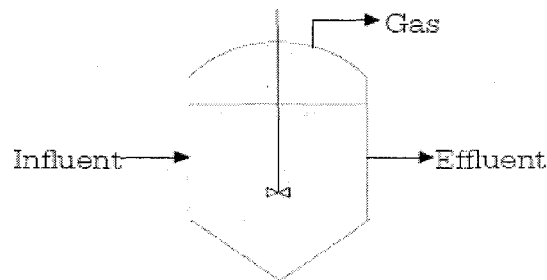
3. ถังย่อยแบบสัมผัส (Anaerobic Contact)

ถังย่อยแบบนี้ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย สารอินทรีย์ที่ต้องการกำจัดอาจเป็นของแข็งหรือสารละลายก็ได้ ถังย่อยแบบสัมผัสนี้อาจเป็นถังปฏิกิริยาแบบมีการหมุนเวียนตะกอนหรือไม่ก็ได้ แต่นิยมใช้แบบที่มีการหมุนเวียนตะกอน ดังนั้นถังย่อยแบบสัมผัสจึงมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกับแบบเอเอส จนกระทั่งในบางครั้งอาจเรียกถังย่อยแบบนี้ว่าเป็นระบบเอเอสแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic activated sludge) อย่างไรก็ตามระบบนี้ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นไม่สามารถตกตะกอนได้ดีเหมือนตะกอนของระบบเอเอส จึงมีการหลุดหนีของตะกอนเกิดขึ้นตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในปัจจุบันถังย่อยสลายแบบสัมผัสมีจำนวนน้อย

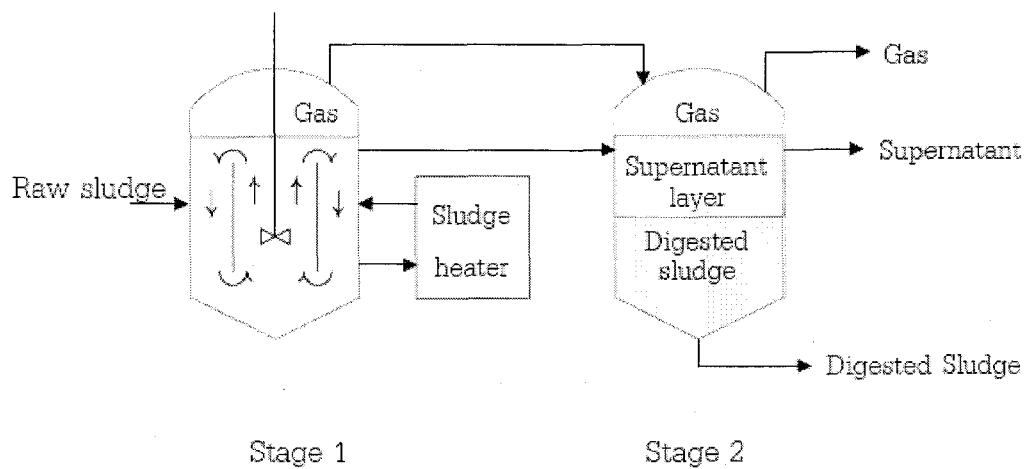
มาก เนื่องจากไม่เป็นที่นิยม ระบบที่ยังคงใช้ได้จะมีความสามารถในการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้ต่ำ



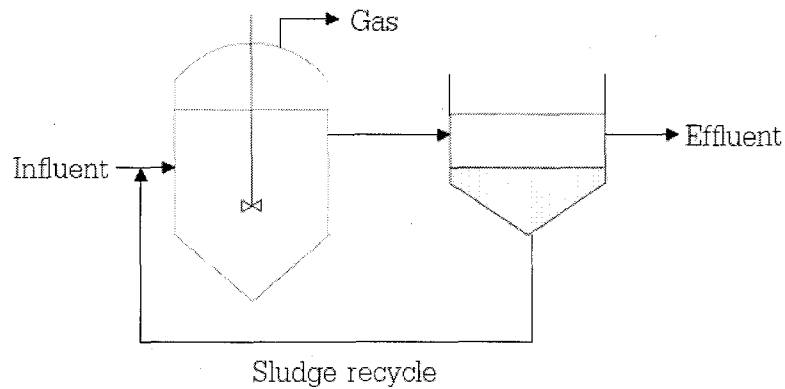
รูปที่ 3-2 ถังย่อยชนิดอัดอากาศการกำจัดต่ำ



รูปที่ 3-3 ถังย่อยชนิดอัดอากาศการกำจัดสูง



รูปที่ 3-4 ถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีถึง 2 ชุด



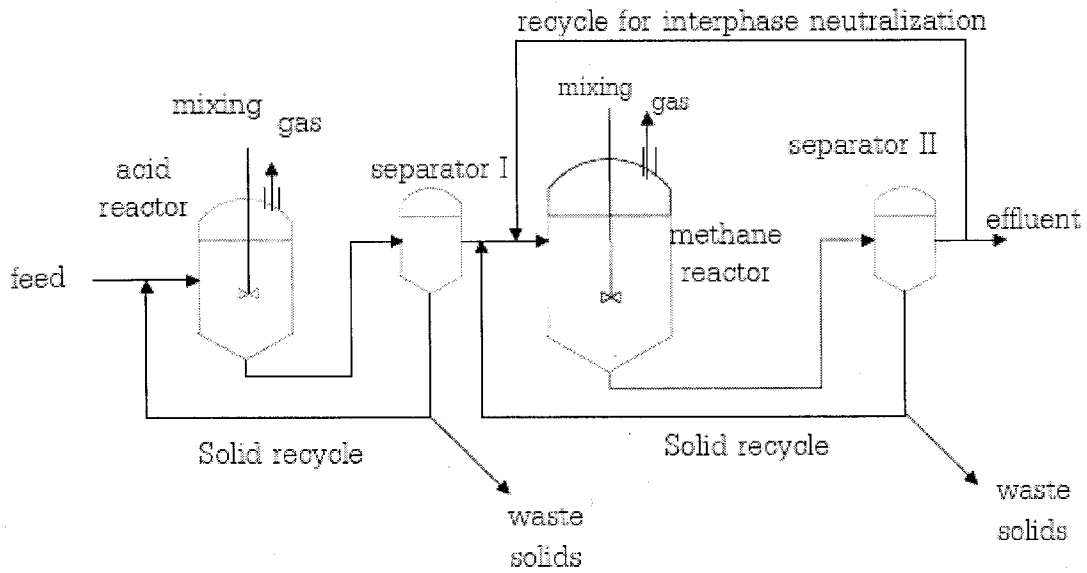
รูปที่ 3-5 ถังย่อยแบบสัมผัส

4. ถังย่อยแบบแยกเชื้อ

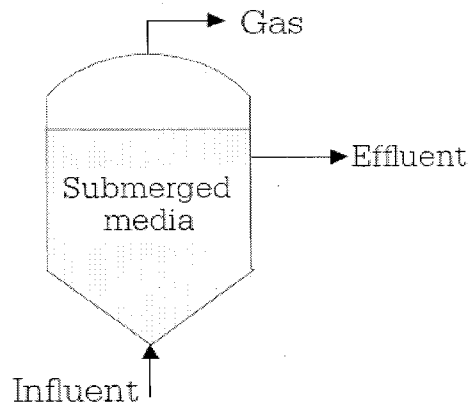
ได้มีความพยายามในการออกแบบถังย่อยแบบแยกเชื้อ เพื่อให้แบคทีเรียสร้างกรดและมีเทนเติบโตอยู่ในถังคนละใบ ลักษณะเช่นนี้เชื่อว่าแบคทีเรียแต่ละชนิดจะสามารถทำงานได้เต็มกำลังและเป็นการใช้ประโยชน์จากถังปฏิกริยาอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังเชื่อได้ว่าการควบคุมการทำงานของถังย่อยมีความสะดวกยิ่งขึ้น ตามรูปที่ 3-6 แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของถังย่อยแบบแยกเชื้อที่ใช้ค่าพีเอชเป็นตัวกำหนดและควบคุมแบคทีเรียในถังย่อย ในถังใบแรกมีค่าพีเอชประมาณ 6 จะมีแต่แบคทีเรียประเภทสร้างกรด ส่วนถังใบที่สองมีค่าพีเอชประมาณ 7 จะแบคทีเรียสร้างมีเทน การควบคุมค่าพีเอชแบบอัตโนมัติเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับถังใบแรกเท่านั้น ก๊าซไฮโดรเจนที่สร้างขึ้นในถังใบแรกจะถูกปล่อยทิ้งออกไปจากถัง เพื่อมิให้เกิดการสะสมตัวจนเป็นพิษต่อแบคทีเรียสร้างกรด วิศวกรบางคนอาจมีวิธีอื่นในการควบคุมแบคทีเรียในถังหมักโดยไม่ใช้ค่าพีเอช เช่น โดยการควบคุม SRT เป็นต้น

5. ถังกรองไร้ออกซิเจน (Anaerobic filter)

รูปที่ 3-7 แสดงให้เห็นถึงลักษณะทั่วไปของถังกรองไร้ออกซิเจน ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ถังสูงที่มีลักษณะคล้ายถังกรอง ภายในบรรจุด้วยหินขนาด 1.5-2 นิ้ว หรืออาจใช้ตุ๊กกลางพลาสติกแทนก็ได้ น้ำเสียจะไหลเข้าจากข้างล่างขึ้นข้างบน ลักษณะเช่นนี้จะทำให้น้ำท่วมตุ๊กกลางอยู่ตลอดเวลา ถ้าทำให้แบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกจับอยู่ภายในถังกรอง น้ำที่ไหลออกมาจะมีความใส โดยไม่ต้องใช้ถังตกตะกอนแยกต่างหาก โดยปกติถังย่อยแบบเครื่องกรองมีขนาดเล็กกว่าถังย่อยแบบธรรมดา เพราะใช้เวลาในการกักเก็บน้ำต่ำกว่า อย่างไรก็ตามถังกรองแบบไร้ออกซิเจนมีข้อบกพร่องบางอย่างที่ต้องแก้ไข ปัญหาที่สำคัญก็คือ ต้องหาวิธีการกระจายน้ำเสียให้ไหลเข้าถังกรองให้ได้อย่างสม่ำเสมอ ส่วนเรื่องการอุดตันก็เป็นปัญหาเช่นเดียวกัน แต่สามารถแก้ไขหรือบรรเทาลงได้โดยให้มีการตกตะกอนน้ำเสียก่อนส่งเข้าถังกรองไร้ออกซิเจน



รูปที่ 3-6 ถังย่อยแบบแยกเชื้อ



รูปที่ 3-7 ถังกรองไร้ออกซิเจน

6. ระบบชั้นลอยตัวแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic fluidized bed หรือ AFB)

ระบบนี้คล้ายกับระบบถังกรองไร้ออกซิเจนตรงที่น้ำไหลจากส่วนล่างขึ้นข้างบน จัดเป็นระบบฟิล์มตรึง (Fixed Film) แบบไร้ออกซิเจน ที่มีสารตัวกลางขนาดเล็กเท่าเม็ดทราย เป็นที่จับเกาะของแบคทีเรีย (รูปที่ 3-8) อัตราไหลของน้ำเสียจะต้องสูงมากจนกระทั่งทำให้มีการลอยตัวของสารตัวกลาง ตัวอย่างสารตัวกลางที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ทราย แอนทราไซด์ ถ่านกัมมันต์ เป็นต้น การใช้สารตัวกลางขนาดเล็ก (เมื่อเปรียบเทียบกับระบบถังกรองไร้ออกซิเจน) ทำให้ระบบนี้มีพื้นที่ผิวจำเพาะ (คิดต่อหน่วยปริมาตร) สูงมาก ซึ่งเท่ากับการมีแบคทีเรียจำนวนมากมหาศาลอยู่ในระบบ อัตราเร็วในการบำบัดน้ำเสียของระบบนี้จึงสูงมาก ถึงปฏิกิริยาที่ใช้ในระบบจึงอาจมีขนาดเล็กกว่าระบบอื่น ๆ อย่างไรก็ตามก็ตามลักษณะการทำงานซึ่งต้องทำให้สารตัวกลางลอย

ตัวตลอดเวลาก่อให้เกิดปัญหาในการออกแบบและควบคุมระบบหลายอย่าง และต้องสิ้นเปลืองพลังงานในการทำให้สารตัวกลางลอยตัวสูงกว่าระบบอื่น จึงยังไม่ได้รับความนิยม

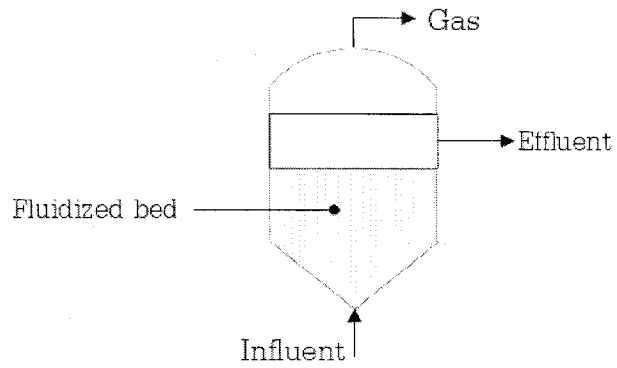
7. ระบบยูเอเอสบี (Upflow anaerobic sludge blanket)

การที่ต้องมีสารตัวกลางอยู่ในระบบถังกรองไร้ออกซิเจนและระบบ AFB ทำให้ถึงปฏิกรณ์ต้องเสียปริมาตรการใช้งาน และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสารตัวกลางเป็นจำนวนมาก วิศวกรจึงได้คิดค้นระบบยูเอเอสบีขึ้น (รูปที่ 3-9) ระบบใหม่นี้มีทิศทางการไหลของน้ำเสียจากด้านล่างขึ้นด้านบนโดยไม่มีตัวกลาง แต่แบคทีเรียจะถูกเลี้ยงให้จับตัวกันเป็นเม็ดขนาดใหญ่ จนกระทั่งมีน้ำหนักมาก และสามารถตกตะกอนได้ดี น้ำเสียที่ไหลเข้าถังปฏิกรณ์จะทำให้เม็ดแบคทีเรียลอยตัวอยู่เป็นชั้นสลัดจ์ไม่จมลงกันถึง การเลี้ยงแบคทีเรียไร้ออกซิเจนให้เป็นเม็ดใหญ่นั้นเป็นเรื่องยาก ผู้ใช้ระบบนี้จึงมีเทคนิคต่าง ๆ ในการทำให้เกิดชั้นสลัดจ์ภายในถังปฏิกรณ์ และถือว่าเป็นความรู้เฉพาะ มีรายงานว่าระบบนี้นิยมใช้กันมากในประเทศแถบอเมริกาใต้และมีใช้ในยุโรปบางประเทศ

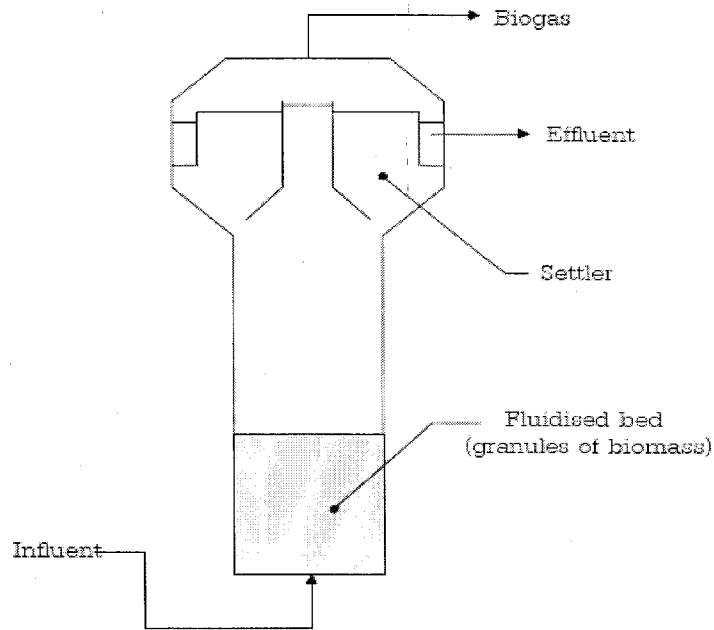
ข้อบกพร่องของระบบนี้ คือ การสร้างชั้นสลัดจ์เป็นเรื่องยาก และอาจถือว่าเป็นเรื่องผิดธรรมชาติของแบคทีเรียไร้ออกซิเจนที่จะมีการจับกันเป็นกลุ่มฟล็อก วิศวกรที่นำระบบนี้ไปใช้และประสบความสำเร็จ อ้างว่าระบบนี้สามารถรับภาระอินทรีย์ได้สูงกว่าระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนแบบอื่นและสามารถผลิตน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูงได้ เนื่องจากสามารถป้องกันมิให้แบคทีเรียหลุดออกจากระบบได้ดีกว่าแบบอื่น ระบบยูเอเอสบีนี้มักออกแบบให้มีอุปกรณ์แยกแบคทีเรียไม่ให้หลุดออกไปกับน้ำทิ้งด้วยเสมอ

8. ระบบจานหมุนชีวภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Rotating Biological Contactor หรือ AnBBC)

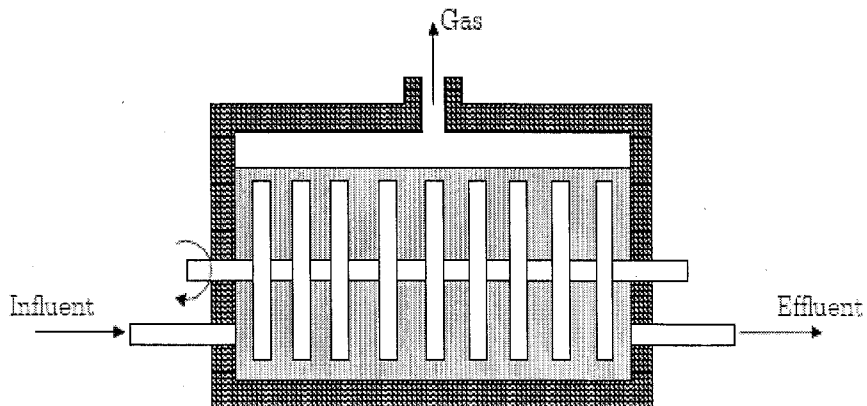
ได้เริ่มมีการทดลองโดย Tait และ Friedman โดยใช้บำบัดน้ำเสียที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากต้องการลดการใช้พลังงานในการสูบน้ำเสียให้หมุนเวียนในระบบ AFB และนำข้อดีของระบบฟิล์มตรึง (Fixed Film) และจานหมุนชีวภาพ (RBC) มาใช้ในระบบไร้ออกซิเจนลักษณะของระบบก็คล้ายคลึงกับระบบจานหมุนชีวภาพธรรมดา เพียงแต่มีฝาปิดเพื่อมิให้สัมผัสออกซิเจนจากภายนอก และมีช่องระบายก๊าซออกทางตอนบน (ดังรูปที่ 3-10) ผลปรากฏว่าแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนสามารถยึดเกาะ และเจริญเติบโตได้ดีบนผิวแผ่นจาน มีคำอ้างว่าระบบนี้สามารถรับภาระสารอินทรีย์และภาระทางพลศาสตร์ที่สูงขึ้นอย่างกะทันหันได้ดี



รูปที่ 3-8 ระบบชั้นลอยตัวแบบไร้ออกซิเจน



รูปที่ 3-9 ระบบยูเอเอสบี



รูปที่ 3-10 ระบบแผ่นหมุนชีวภาพไร้ออกซิเจน

9. ระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (ABR หรือ Anaerobic Baffled Reactor)

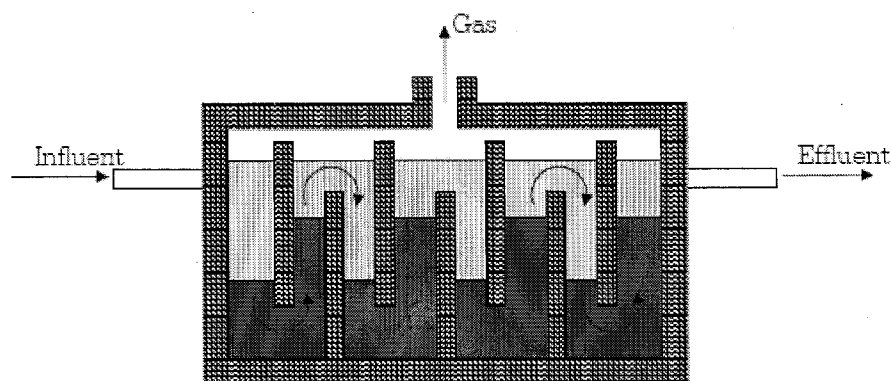
ลักษณะของระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน คือ มีแผ่นกั้นเพื่อบังคับให้น้ำเสียไหลมุดขึ้นมุดลง อยู่ในแนวตั้ง (ดูรูปที่ 3-11) ถึงปฏิกิริยาจึงไม่จำเป็นต้องมีความสูงมากเหมือนของระบบไร้ออกซิเจนแบบอื่น ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ Bachmann และคณะ ได้ทดลองใช้ระบบนี้ที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด สหรัฐอเมริกา และได้กล่าวถึงข้อดีของระบบนี้ว่า เป็นระบบที่มีพื้นที่ผิวน้ำมากทำให้แบคทีเรียมีพื้นที่ตกตะกอนสูงกว่าระบบอื่น ๆ การแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำจึงสามารถทำได้โดยไม่ต้องมีการใช้อุปกรณ์แยกตะกอนอื่น ๆ ก๊าซสามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ดีและง่ายเช่นกัน ลักษณะดังกล่าวทำให้การเก็บกักเซลล์ได้ดี จึงมีมวลแบคทีเรียสะสมอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก การบำบัดน้ำเสียจึงสามารถเกิดขึ้นได้ด้วยอัตราสูง

ข้อดีของระบบบำบัดแบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน

- การเดินระบบง่าย เช่น ไม่ต้องมีวัสดุตัวกลาง ไม่มีองค์ประกอบในการแยกก๊าซ ส่วนที่ต้องเคลื่อนไหว อุปกรณ์ในการกวนและการดูดต้นตำ
- มีอายุตะกอนนาน เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน
- ไม่ต้องการจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเม็ด
- ใช้ได้กับน้ำเสียหลากหลายชนิด
- สามารถรับกับการเปลี่ยนแปลงของภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้

ข้อเสียของระบบบำบัดแบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน

ปัจจุบันยังขาดแคลนข้อมูลที่ใช้ในการเดินระบบและความรู้ความเข้าใจในเรื่องการไหลของน้ำเสียภายในระบบ

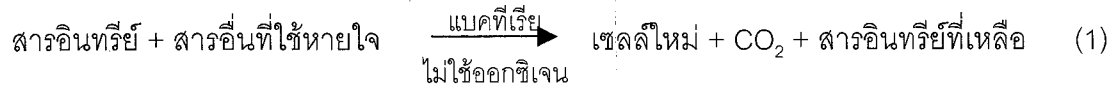


รูปที่ 3-11 ระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน

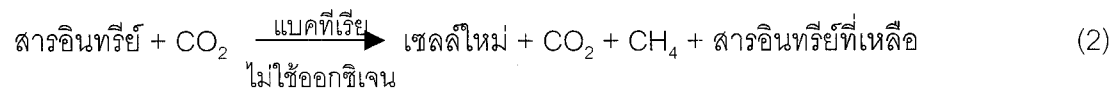
3.3.4 การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน (Anaerobic Treatment)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ไร้ออกซิเจนในการย่อยสลาย ดูดซับ เปลี่ยนรูปของมลสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้มีค่าความสกปรกน้อยลง มลสารที่มีอยู่ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนไปเป็นจุลินทรีย์เซลล์ใหม่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน เนื่องจากปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการไร้ออกซิเจนจะได้พลังงานน้อย เซลล์ของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นใหม่จึงมีจำนวนไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการที่ใช้ออกซิเจน ส่วนก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การบำบัดน้ำเสียชนิดไร้ออกซิเจน อาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วยสารอื่นที่ไม่ใช่ ออกซิเจน เป็นผู้ทำลายสารอินทรีย์ แบคทีเรียชนิดนี้จึงไม่เหมือนกับแบคทีเรียที่หายใจด้วยออกซิเจน ปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังแสดงในสมการที่ (1)



ภายหลังการบำบัด สารอินทรีย์จะเหลืออยู่มาก แต่จะมีเซลล์ใหม่เกิดขึ้นน้อย โดยทั่วไปมักเข้าใจกันว่าระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไร้ออกซิเจนหมายถึงระบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ผลิตก๊าซมีเทนซึ่งเป็นระบบที่อาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ การบำบัดน้ำเสียจึงเขียนแทนได้ด้วยสมการที่ (2) ดังต่อไปนี้



แต่แท้ที่จริงแล้ว ในโลกของแบคทีเรียไม่ใช้ออกซิเจนยังมีแบคทีเรียอื่นที่ไม่ได้หายใจด้วย CO_2 หรือ O_2 อีกหลายชนิด แบคทีเรียเหล่านั้นมีชีวิตรอดอยู่ได้โดยหายใจสารอื่น เช่น NO_3 , SO_4 , Fe_2O_3 , FeOOH , MnO_2 เป็นต้น

3.3.5 ชีวเคมีและจุลชีววิทยาของกระบวนการไร้ออกซิเจน

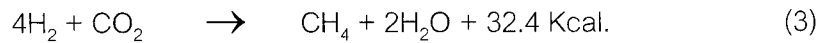
การย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในกระบวนการแบบไร้ออกซิเจนมีลักษณะแตกต่างจากกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน คือ กระบวนการแบบไร้ออกซิเจนจะไม่มีออกซิเจนอิสระ ซึ่งเป็นตัวรับอิเล็กตรอนมาเกี่ยวข้อง โดยปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่น ๆ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นขั้นตอนที่ซับซ้อน โดยแบคทีเรีย 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

(ก) แบคทีเรียชนิดสร้างกรด (Acid-Producing Bacteria)

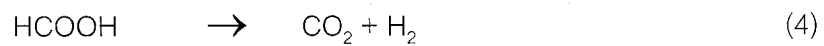
แบคทีเรียชนิดนี้ประกอบด้วย 2 พวก คือ แบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Obligate Anaerobes) และแบคทีเรียที่อยู่ในสภาพมีและไม่มีออกซิเจนอิสระ (Facultative Anaerobes) โดยแบคทีเรียในกลุ่มนี้จะผลิตไฮโดรเจนจากกรดอินทรีย์ขนาดใหญ่ และทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างแบคทีเรียที่สร้างมีเทนและแบคทีเรียที่สร้างกรดแบบธรรมดา

(ข) แบคทีเรียชนิดสร้างก๊าซมีเทน (Methane-Producing Bacteria)

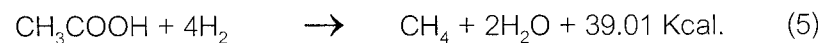
แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจะเจริญเติบโตได้ช้าและยังเป็นเซลล์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก โดยแบคทีเรียที่สร้างมีเทนแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน (Hydrogenotrophic Bacteria) กล่าวคือได้คาร์บอนมาจากคาร์บอนไดออกไซด์ และได้พลังงานจากไฮโดรเจน ดังแสดงในสมการที่ (3)



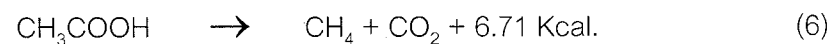
แบคทีเรียชนิดนี้สามารถใช้กรดฟอร์มิกเป็นสารอาหารได้ เนื่องจากกรดฟอร์มิกสามารถเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ง่าย ดังแสดงในสมการที่ (4)



แบคทีเรียชนิดที่สอง จะสร้างมีเทนจากกรดอะซิติกโดยใช้อะซิเตตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย และใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน (Acetoclastic Methanogen) โดยการสร้างมีเทนเป็นไปดังแสดงในสมการที่ (5)



นอกจากการสร้างมีเทนจากการออกซิเดชันของไฮโดรเจนแล้ว มีเทนส่วนใหญ่ยังสร้างจากการแตกตัวของกรดอะซิเตต ดังแสดงในสมการที่ (6)

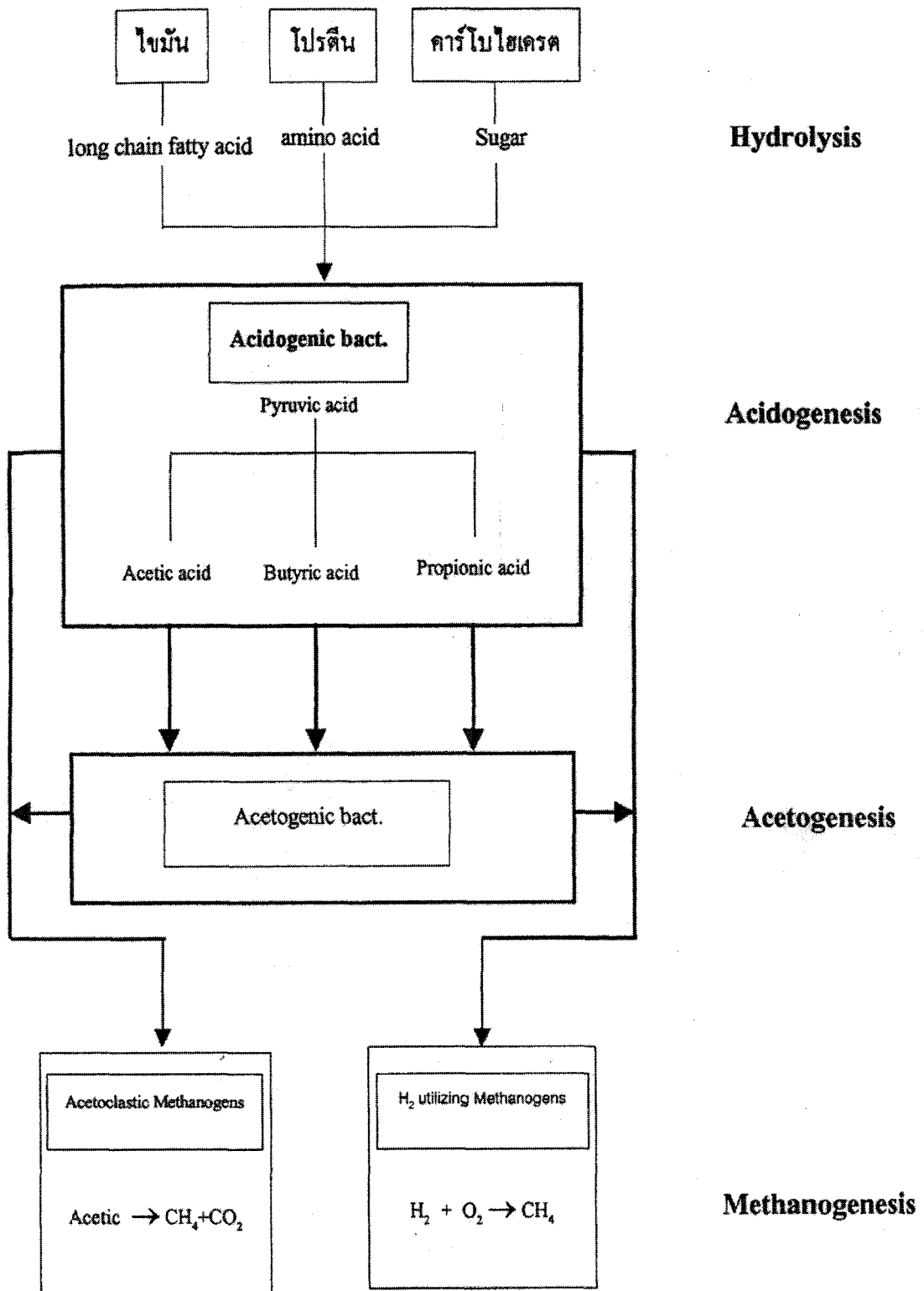


3.3.6 ขั้นตอนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของกระบวนการไร้ออกซิเจน

กระบวนการไร้ออกซิเจนเกิดขึ้น 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังรูปที่ 3-12

1) กระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

กระบวนการไฮโดรไลซิส เป็นขั้นตอนการย่อยสลายสารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันให้กลายเป็นสารประกอบโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และกรดไขมันชนิดยาวตามลำดับ ขั้นตอนนี้สามารถเกิดขึ้นได้ภายนอกเซลล์แบคทีเรีย (หรือเรียกว่า การย่อยสลายภายนอกเซลล์) แบคทีเรียในกระบวนการหมัก (Fermentative Bacteria) จะปล่อยเอนไซม์ออกจากเซลล์ออกมาสู่ภายนอกเพื่อทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ทำให้สารอินทรีย์อยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ได้



รูปที่ 3-12 ลักษณะขั้นตอนการย่อยสลายของปฏิกิริยาไร้ออกซิเจน

2) กระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis)

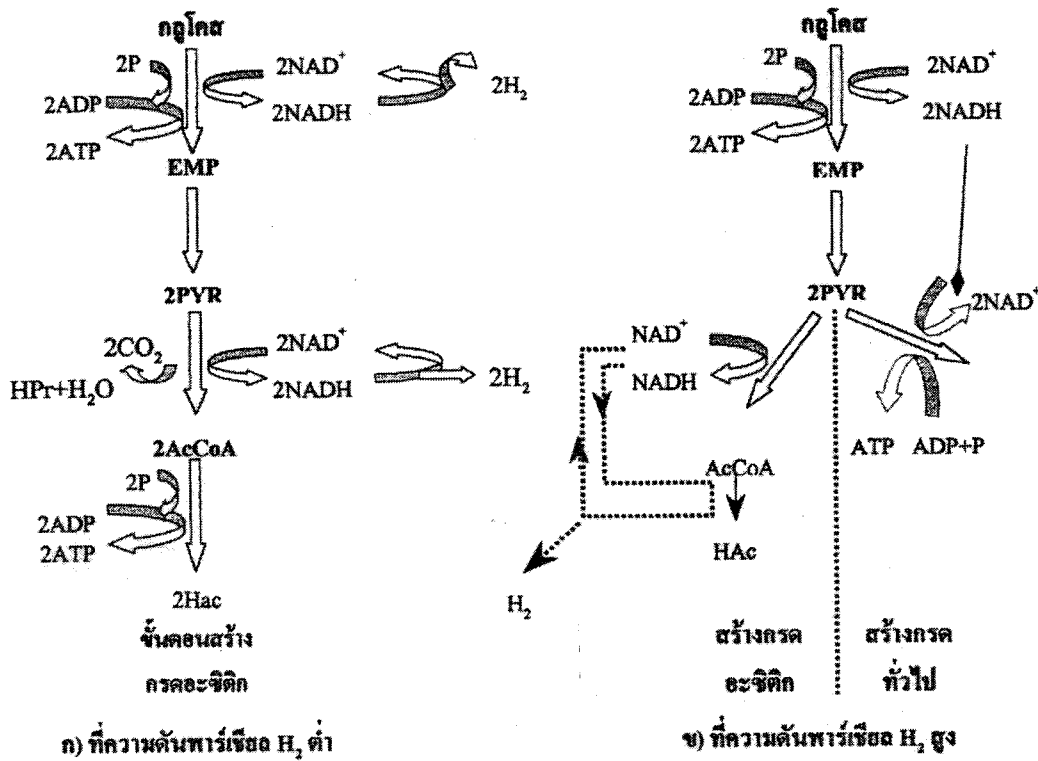
ผลผลิตจากขั้นตอนที่ 1 จะถูกแบคทีเรียสร้างกรดดูดซึมเข้าไปในเซลล์ (การย่อยสลายภายในเซลล์) เพื่อไปใช้เป็นอาหาร และถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหย (Volatile fatty acid : VFA) เช่น อะซิเตต บิวทาเรต และโพรไพโอเนต เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาโดยเกิดขึ้นในระหว่างการย่อยสลายสารประกอบโมเลกุลเล็ก และชนิดของผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ ชนิดของสารอาหาร และความดันพาร์เชียลของไฮโดรเจน ยกตัวอย่างเช่น กรดไขมันชนิดยาวถูกย่อยสลายกลายเป็นอะซิติก และไฮโดรเจนภายใต้สภาวะที่ความดันพาร์เชียลของไฮโดรเจนมีค่าต่ำ แต่จะย่อยสลายกลายเป็นบิวทริกและโพรไพโอนิก เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่ไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลสูง น้ำตาลถูกย่อยสลายเป็นกรดอะซิติก ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยวิธี Embden-Meyerhof ภายใต้สภาวะที่ไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลต่ำ หากไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลสูง ผลผลิตที่ได้คือ กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก กรดบิวทริก ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

3) กระบวนการสร้างกรดอะซิติกจากกรดไขมันระเหย (Acetogenesis)

แบคทีเรียสร้างกรดมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวเชื่อมระหว่างขั้นตอนการสร้างกรดและขั้นตอนการสร้างมีเทน การผลิตมีเทนโดยแบคทีเรียสร้างมีเทนนั้นต้องการสารอาหารที่เฉพาะเจาะจงมาก ได้แก่ กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก ไฮโดรเจน เมทานอล และเมทิลามีน (Methylamine) กรดไขมันระเหยที่มีคาร์บอนมากกว่า 2 อะตอมไม่อาจใช้เป็นสารอาหารในการผลิตมีเทนได้โดยตรง แบคทีเรียสร้างกรดอะซิติก (ที่ผลิตไฮโดรเจนได้ด้วย) มีความสามารถในการย่อยสลายกรดไขมันระเหยที่มีคาร์บอนมากกว่า 2 อะตอมให้กลายเป็นกรดอะซิติก คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน ภายใต้สภาวะที่ไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลต่ำกว่า 2×10^{-3} บรรยากาศ สำหรับการย่อยสลายกรดบิวทริก และกรดโพรไพโอนิก ภายใต้สภาวะที่ไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลต่ำกว่า 9×10^{-3} บรรยากาศ ดังแสดงในสมการที่ (7) และ (8)



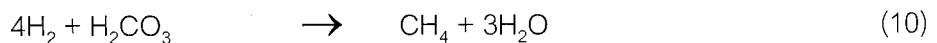
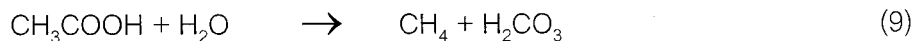
ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นได้เฉพาะในสภาวะที่ไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลต่ำเท่านั้น กรดไขมันระเหยไม่สามารถย่อยสลายกลายเป็นกรดอะซิติกภายใต้สภาวะที่ไฮโดรเจนมีความดันพาร์เชียลสูง ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-13 ปฏิกริยาการสร้างกรดไขมันระเหย
ภายใต้สภาวะที่ความดันพาร์เซียลของไฮโดรเจนสูงและต่ำ

4) กระบวนการสร้างมีเทน (Methanogenesis)

แบคทีเรียจะใช้กรดอะซิติก ไฮโดรเจน และอื่น ๆ ในการสร้างมีเทน โดยขั้นตอนนี้มีการลดค่าซีโอดีหรือบีโอดีในน้ำเสีย พบว่าพลังงานเคมีที่อยู่ในรูปซีโอดีมากกว่าร้อยละ 90 จะเปลี่ยนไปเป็นมีเทน



แบคทีเรียที่สร้างมีเทน เป็นพวกดำรงชีพในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนเท่านั้น สามารถสร้างมีเทนได้จากอะซิเตต และการรีดักชันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงพีเอชแคบ ๆ เท่านั้น และทนทานต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าแบคทีเรียสร้างกรด แบคทีเรียกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ ได้แก่ Methanobacterium, Methanosarcina และ Methanococcus เป็นต้น

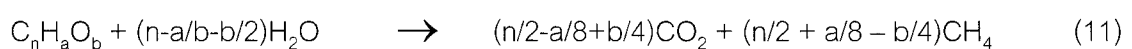
ในการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนแบบสมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ซับซ้อน (Complex Organic Compound) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องหลายขั้นตอนดังที่กล่าวข้างต้น โดยทั่วไปจะมีแบคทีเรีย 3 กลุ่มที่เกี่ยวข้อง คือ

- (1) Hydrolytic – Fermentation Bacteria
- (2) Syntrophic Acetogenic Bacteria
- (3) Methanogenic Bacteria

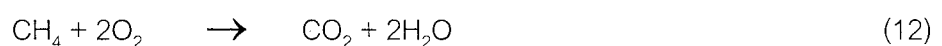
ซึ่งระหว่างแบคทีเรีย 3 กลุ่มนี้แบคทีเรียสร้างอะซิติก (Acetogenic Bacteria) และแบคทีเรียสร้างมีเทน (Methanogenic Bacteria) เติบโตช้าซึ่งมีระยะเวลาการแบ่งตัว (Double Time) ประมาณ 3 ถึง 7 วัน ภายใต้สภาวะอุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic) แบคทีเรียสร้างมีเทนจำแนกได้เป็น 3 ชนิด

- (1) แบคทีเรียที่ผลิตมีเทนได้จากอะซิเตตอย่างเดียว (Obligate Acetoclastic Methanogen)
- (2) แบคทีเรียที่ผลิตมีเทนได้จากไฮโดรเจนอย่างเดียว (Obligate Hydrogenotrophic Methanogen)
- (3) แบคทีเรียที่สามารถสร้างมีเทนได้จากกรดอะซิติกหรือไฮโดรเจน (Hydrogenotrophic / Acetoclastic Methanogen)

ในปี 1987 Jeris และ McCarty (ไพเชษฐ ธรรมภาณ, 2541) ได้ใช้ธาตุกัมมันตรังสี C14 ทดสอบการย่อยสลายของสารอินทรีย์ พบว่าประมาณร้อยละ 70 ของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น เกิดจากการสลายตัวของกรดอะซิติก และได้สรุปการเกิดก๊าซมีเทนจากการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน โดยเปรียบเทียบกับความเข้มข้นซีโอดี ปฏิกริยาชีวเคมีของการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ไร้ออกซิเจนนี้จะได้ก๊าซชีวภาพ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยก๊าซอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เช่น ก๊าซไฮโดรเจน (H₂) และก๊าซไนโตรเจน (N₂) สมการการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน (Speece, 1996) ดังแสดงในสมการที่ (11)



ขณะที่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนทำงานอยู่ พลังงานทั้งหมดของสารอาหารถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทน และของเหลว ซึ่งก๊าซมีเทน 1 โมลต้องการออกซิเจน 2 โมล เพื่อใช้ในการออกซิไดซ์ให้ได้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังแสดงในสมการที่ (12)



ในระบบการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนนี้ พลังงานที่อยู่ในสารอินทรีย์ประมาณร้อยละ 90 จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของก๊าซมีเทน หรือประมาณได้ว่า 1 กิโลกรัมของค่าซีโอดีที่ถูกกำจัดจะให้ก๊าซมีเทนประมาณ 0.31 ถึง 0.44 ลูกบาศก์เมตร โดยมีสัดส่วนมีเทนในก๊าซชีวภาพประมาณร้อยละ 60 ถึง 75 (ไพเชษฐ ธรรมภาณ, 2541)

3.3.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานและประสิทธิภาพของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

เนื่องจากการบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ประกอบด้วยการทำงานของแบคทีเรียสองประเภทที่ทำงานอย่างต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมที่ทำให้แบคทีเรียเหล่านี้สามารถทำงานและอยู่ด้วยกันได้เป็นอย่างดี ซึ่งนอกจากจะต้องรักษาระบบให้อยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

1) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการไร้ออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะส่งผลให้การทำงานของแบคทีเรียแต่ละกลุ่มมีบทบาทเด่นออกมาเฉพาะต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมมีอยู่ 2 ช่วง คือ การทำงานของ Mesophilic Bacteria ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25–40 องศาเซลเซียส โดยในช่วงอุณหภูมินี้จะทำให้การทำงานของแบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรดและแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทนสามารถทำงานได้ดีและในช่วงการทำงานของ Thermophilic Bacteria ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 50–65 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิมีผลต่อการผลิตก๊าซของแบคทีเรีย การลดหรือเพิ่มอุณหภูมิเพียง 2–3 องศาเซลเซียสจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงก๊าซมีเทนอย่างมากอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของแบคทีเรียในการบำบัดน้ำเสียควรมีการดำเนินระบบให้มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (Bitton, 1997)

2) พีเอช

ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน ค่าพีเอชเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพการทำงานภายในของระบบที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง ทั้งนี้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งจะถือว่าเกิดการย่อยสลายที่สมบูรณ์นั้น การรักษาสภาวะในระบบให้เหมาะสมสำหรับการทำงานของแบคทีเรียจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นค่าพีเอชของระบบที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ควรอยู่ระหว่าง 5–7 (McCarty, 1964) ซึ่งเหมาะสมกับการทำงานของแบคทีเรียสร้างมีเทน ถ้าค่าพีเอชน้อยกว่า 6.6 จะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติและประสิทธิภาพของระบบจะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าภายในระบบบำบัดมีค่าพีเอชน้อยกว่า 6 จะส่งผลให้ระบบบำบัดล้มเหลว (Ross, McKinney, 2004) ในส่วนของแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดสามารถปรับตัวได้ในช่วงพีเอชที่กว้างกว่า ดังนั้นการควบคุมพีเอชจึงมุ่งเน้นควบคุมค่าพีเอชให้เหมาะสมกับการทำงานของแบคทีเรียสร้างมีเทนมากกว่าซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงพีเอชประมาณ 6.8–7.2 (มันลิน ตันซูลเวศน์, 2542) และถ้าระบบมีค่าพีเอชที่เหมาะสมแล้ว ควรรักษาระดับพีเอชให้คงที่ตลอดเวลาในการเดินระบบบำบัด

สารเคมีที่นิยมใช้ในการควบคุมพีเอช คือ การเติมด่างไบคาร์บอเนต หรือคาร์บอเนต ให้แก่ระบบ ได้แก่ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) เป็นสารเคมีที่ดีที่สุดในการควบคุมพีเอช เนื่องจากสามารถละลายน้ำได้ดีและเป็นการเติมไบคาร์บอเนตให้แก่ระบบโดยตรง (Kirsch, Sykers, 1971 อ้างถึงใน จีรพงษ์ อินทร์จวบ, 2537) และคักดีชัย โสภาสวัสดิชัย (1984 อ้างถึงใน จีรพงษ์ อินทร์จวบ, 2537) แนะนำว่าการเลือกใช้สารเคมีต้องพิจารณาปัจจัย 2 ประการ คือ

ปัจจัยแรก เกี่ยวข้องกับการเติมสารเคมี สารเคมีที่จับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ พีเอช สูงเกินความต้องการก่อนเสมอ จากนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สร้างใหม่จะทำให้พีเอช ค่อย ๆ ลดลงไปจนถึงจุดที่ต้องการ ถ้าปริมาณของสารเคมีที่ต้องการใช้ในระดัสูงอาจทำให้ค่าพีเอชเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่อาจเป็นพิษได้ ด้วยเหตุนี้การเติมสารเคมีที่จับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงค่อย ๆ เติมทีละน้อยอย่างช้า ๆ เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงของพีเอชเป็นไปอย่างช้า ๆ ส่วนการเติมสารประกอบไบคาร์บอเนต โดยตรงนั้นไม่มีผลแบบที่เกิดขึ้นกับสารเคมีที่จับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้สามารถเติมสารเคมีและปรับพีเอช ได้อย่างละเอียดแม่นยำ

ปัจจัยที่สอง คือ ความสามารถในการละลายน้ำของสารเคมีที่เป็นผลสุดท้ายของปฏิกิริยา การเติมปูนขาวให้กับถังหมักจะทำให้ความเป็นด่างเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปูนขาวจะรวมตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ได้สารไบคาร์บอเนต แต่เนื่องจากแคลเซียมไบคาร์บอเนตมีขีดจำกัดในการละลายน้ำอยู่ที่ประมาณ 500–1000 มิลลิกรัมต่อลิตร การเติมปูนขาวเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดตะกอนหินปูนแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งไม่ละลายน้ำทำให้เกิดการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่ความเป็นด่างไบคาร์บอเนตไม่เพิ่มขึ้น การลดลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ความดันย่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงด้วยพีเอชจึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากสภาพความเป็นด่างไม่ได้เพิ่มขึ้นตามจึงทำให้ค่าพีเอชไม่เสถียรภาพทันทีที่เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นมาใหม่ พีเอชจะลดลงทันที

3) กรดไขมันระเหย

กรดไขมันระเหยเป็นกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ทางชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน ของกลุ่มแบคทีเรียพวกสร้างกรด (Acid-Forming Bacteria) และกรดไขมันระเหยจะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซมีเทนโดยกลุ่มแบคทีเรียพวกสร้างก๊าซมีเทน (Methane-Forming Bacteria) ซึ่งกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน ได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทริก และกรดโพรไพโอนิก ในสภาวะที่ปกติกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดจะถูกนำไปผลิตเป็นก๊าซมีเทนให้ได้มากที่สุดซึ่งมีผลทำให้กรดไขมันระเหยในระบบบำบัดมีน้อย แต่ถ้าในระบบบำบัดมีปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยเพิ่มขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จะเป็นสัญญาณแสดงให้เห็นถึงการเสถียรของระบบบำบัด

(McKinney, 1962) การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันระเหยประมาณ 2,000–3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปกรดอะซิติก มีผลยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน (Buswell, 1957) และถ้ามีปริมาณกรดไขมันระเหยประมาณ 8,000–10,000 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปกรดอะซิติก จะมีผลเสียต่อระบบบำบัดโดยตรง (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2535) แต่ถ้ามีการควบคุมพีเอชให้คงที่สม่ำเสมอแล้ว ถึงแม้ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยสูงถึง 6,000 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปกรดอะซิติก จะไม่มีผลต่อการสร้างก๊าซมีเทน (McCarty et al., 1964)

ดังนั้นในการควบคุมระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ต้องมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันระเหย โดยค่าที่ใช้ในการควบคุมการทำงานระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับประเภทของน้ำเสียที่จะนำมาบำบัดแต่จะมีค่าไม่เกินความเข้มข้นของน้ำเสียประเภทนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วถ้าระบบบำบัดสามารถทำงานได้ตามปกติปริมาณ กรดไขมันระเหยควรมีค่าประมาณ 50–500 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปกรดอะซิติก (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2535)

4) สภาพความเป็นต่าง

ในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน สภาพต่างทั้งหมดจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย สภาพความเป็นต่างที่มีความสำคัญ คือ สภาพต่างไบคาร์บอเนต เพราะจะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เมื่อมีกรดไขมันระเหย เกิดขึ้นในระบบเพียงเล็กน้อย ก็ส่งผลให้พีเอชลดลงได้มากและรวดเร็วซึ่งเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างมีเทนปัจจัยที่สำคัญกว่าสภาพความเป็นต่าง คือ อัตราส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันระเหย (มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปกรดอะซิติก) ต่อระดับสภาพความเป็นต่างไบคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต) อัตราส่วนนี้น้อยกว่า 0.4 ระบบบำบัดจะมีบัฟเฟอร์สูง ค่าที่เพิ่มขึ้นของอัตราส่วนนี้เป็นสัญญาณที่บอกถึงสภาวะที่เสียสมดุลของระบบบำบัดและแสดงว่ากำลังบัฟเฟอร์ที่มีอยู่เดิมลดน้อยลงและไม่เพียงพอ แต่ถ้าอัตราส่วนนี้มีค่าสูงกว่า 0.8 แสดงว่าระบบกำลังอยู่ในขั้นที่พีเอชจะลดลงอย่างรวดเร็วหรือได้ลดต่ำลง ถ้ามีกรดไขมันระเหยมีการเพิ่มเพียงเล็กน้อย ด้วยเหตุนี้ระหว่างการควบคุมระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนจำเป็นที่จะต้องดูอัตราส่วนนี้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิสักดิ์, 2540)

5) ระยะเวลาพักพักชลศาสตร์ (HRT) และเวลาพักพักของแข็ง (SRT)

ระยะเวลาพักพักชลศาสตร์ (Hydraulic Retention Time) คือ ระยะเวลาที่น้ำของระบบซึ่งเป็นระยะเวลาที่แบคทีเรียสัมผัสกับน้ำเสีย การลดระยะเวลาพักน้ำจะทำให้ขนาดของถังปฏิกรณ์ลดลงแต่หากระยะเวลาพักพักชลศาสตร์ที่ต่ำเกินไป ตะกอนจุลินทรีย์จะหลุดออกจากระบบได้มากซึ่งมีผลให้ค่าอายุตะกอนลดลงและทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีลดลง อายุสลัดจ์ที่เหมาะสมในการทำงานของระบบไร้ออกซิเจนควรมีระยะเวลาที่เพียงพอต่อกระบวนการ เมแทบอลิซึม (Metabolism) ของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งควรมีช่วงระยะเวลาเก็บกักไม่

น้อยกว่า 100 วัน ทั้งนี้เนื่องจากแบคทีเรียที่เรียสร้างมีเทนมีอัตราการเจริญเติบโตช้า อายุตะกอนที่มีค่ามากจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

6) สารพิษ

สารที่เป็นพิษต่อแบคทีเรียในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนมีอยู่หลายชนิด ซึ่งความรุนแรงขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารพิษเหล่านั้น สารพิษบางตัวเป็นสารอาหารที่จำเป็น

ก. กรดระเหยง่าย การสะสมของกรดไขมันระเหยจะทำให้พีเอชลดลง จึงต้องมีการควบคุมการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นกรดไขมันระเหยกับการเปลี่ยนกรดไขมันระเหยเป็นก๊าซมีเทนให้สมดุลโดยทั่วไประบบไร้ออกซิเจน ควรมีปริมาณกรดไขมันระเหยประมาณ 50–500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปกรดอะซิติก (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทติกต์, 2540) ซึ่งถือว่าการทำงานของระบบดี แต่ถ้าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยสูงมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปกรดอะซิติก จะส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบและส่งผลให้ระบบเสียสมดุลและล้มเหลวได้

ข. แอมโมเนีย จะเกิดจากการสลายตัวของโปรตีน และเกิดจากไนโตรเจนในสารอินทรีย์จะถูกปล่อยในรูปของแอมโมเนีย โดยแอมโมเนียจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) หรือแอมโมเนียอิสระ (NH_3) จะเกิดขึ้นกับค่าพีเอชของระบบ ถ้าค่าพีเอชเท่ากับ 7.2 หรือต่ำกว่า แอมโมเนียเกือบทั้งหมดจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออน ซึ่งมีค่าความเป็นพิษน้อยและแอมโมเนียมีผลต่อปฏิกิริยาชีวเคมีในกระบวนการสร้างมีเทน (Bitton, 1997; กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

ค. แคทไอออนของโลหะเบา ในการควบคุมรักษาค่าพีเอชของระบบจะต้องมีการเติมต่างเพื่อทำปฏิกิริยากับกรดที่เกิดขึ้น การเติมต่างจะส่งผลให้ปริมาณแคทไอออนของโลหะเบาที่เกี่ยวข้องกับต่าง ได้แก่ โซเดียม โปตัสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซีย สูงขึ้นสามารถทำให้เกิดความเป็นพิษได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

ง. ซัลไฟด์ ในระบบไร้ออกซิเจนเกิดจากการรีดักชันของซัลเฟต ที่มีอยู่ในน้ำเสียและการสลายตัวของโปรตีน บทบาทของซัลไฟด์ในระบบมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ซัลไฟด์ในปริมาณเล็กน้อยเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อแบคทีเรียสร้างมีเทน ในขณะที่เดียวกันซัลไฟด์ก็มีผลต่อการแบคทีเรียสร้างมีเทน เนื่องจากสามารถตกผลึกเหล็ก นิกเกิล และโลหะที่จำเป็นต่าง ๆ และเมื่อซัลไฟด์ในรูปก๊าซไฮโดรเจนที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่า 100–150 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นพิษต่อแบคทีเรียสร้างมีเทน (Bitton, 1997; กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

จ. โลหะหนัก แบคทีเรียสร้างมีเทนมีความต้องการธาตุจำเป็น 4 ชนิด คือ เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิลและซัลเฟอร์ แต่ในปริมาณที่ต่ำมาก การขาดแคลนธาตุที่ต้องการในปริมาณเล็กน้อยเหล่านี้

ทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่เดียวกันปริมาณโลหะหนักที่สูงเกินไป
จะเป็นพิษต่อแบคทีเรียในระบบบำบัด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

7) สารอาหารเสริม

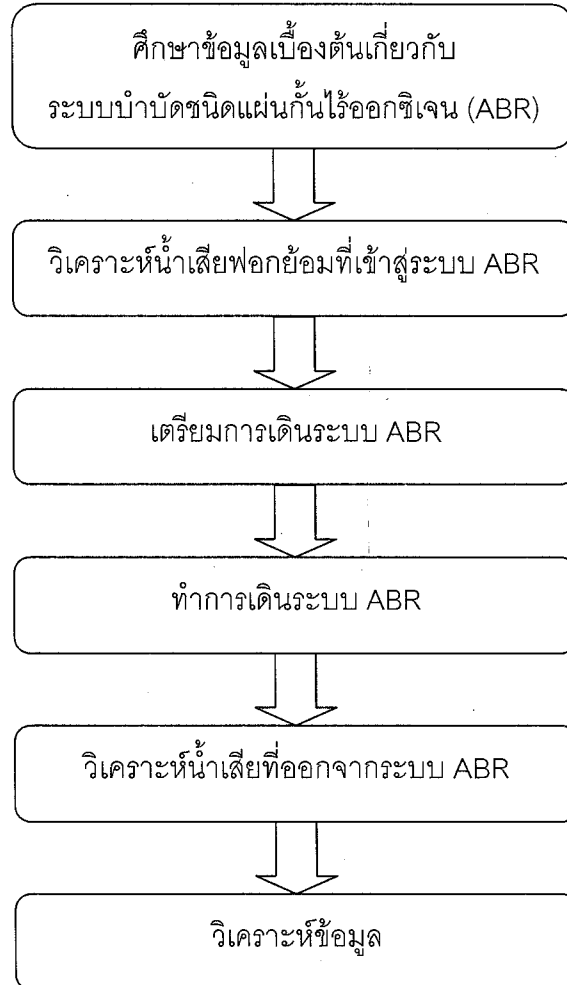
กระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน มีปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง คือ ความต้องการ
สารอาหารเสริมของแบคทีเรีย สารอาหารเสริมสามารถแยกออกเป็นสองประเภท ได้แก่ สารอาหาร
เสริมหลัก (Macronutrient) และสารอาหารเสริมรอง (Micronutrient) ซึ่งถ้าปริมาณสารอาหาร
เสริมที่ต้องการมีปริมาณมากจะเป็นสารอาหารเสริมหลัก เช่น คาร์บอน ส่วนสารอาหารเสริมรอง
คือ สารอาหารที่แบคทีเรียต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้มิฉะนั้นระบบจะไม่สามารถดำเนิน
ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (หนึ่งฤทัย ศรีพิมพิรัมย์, 2546) Sharma และ Singh (2001) ได้ศึกษาผล
การเติมสารอาหารเสริมรอง นิกเกิล เหล็ก และโคบอลต์ พบว่ามีผลทำให้ประสิทธิภาพในการ
กำจัดสารอินทรีย์วัดในรูปค่าซีโอดีและการทำงานของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ดีขึ้น การศึกษาบทบาท
ของสารอาหารเสริมรองของ Kayhanian และ Rich (1995) พบว่า โคบอลต์จะถูกใช้ในกิจกรรม
สร้างอะซิเตต เหล็กมีความจำเป็นในกระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ เช่น กระบวนการทำงาน
ของเอนไซม์หลายชนิด และนิกเกิล ช่วยในการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจน
เปลี่ยนไปเป็นมีเทน

ข้อดี-ข้อเสียของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

- ข้อดี**
- (1) ใช้ได้ดีกับน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง
 - (2) ไม่ต้องใช้พลังงานมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใช้ออกซิเจน เช่น ระบบเอเอเอส
 - (3) ได้พลังงานจากก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซหุงต้ม
 - (4) ต้องการอาหารเสริม (N,P) น้อย
 - (5) ตะกอนส่วนเกินมีน้อย ง่ายต่อการจัดการและยังนำไปทำเป็นปุ๋ยได้ด้วย
 - (6) ช่วยลดสีในน้ำเสียของโรงงานย้อมผ้าได้เมื่อใช้ก่อนบำบัดด้วยระบบใช้ออกซิเจน
- ข้อเสีย**
- (1) การเดินระบบค่อนข้างยุ่งยาก และใช้เวลานานกว่าจะเข้าสู่สภาวะคงที่ (Steady State) เนื่องจากการเจริญเติบโตจำเพาะของจุลินทรีย์ค่อนข้างต่ำ
 - (3) น้ำที่บำบัดแล้วยังเหลือความสกปรกเกินกว่าที่จะทิ้งลงแหล่งน้ำ จำเป็นต้องนำไปผ่านระบบอื่น ๆ (เช่น ระบบแบบใช้ออกซิเจน เป็นต้น) จึงทำให้น้ำทิ้งมีความสะอาดพอที่จะทิ้งได้
 - (4) อาจมีกลิ่นเหม็นจากก๊าซไข่เน่ารบกวน หากควบคุมไม่ดี

3.4 วิธีการดำเนินโครงการ

ในการดำเนินการศึกษาการบำบัดน้ำเสียฟอกย้อม ด้วยระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจนมีวิธีการศึกษาดังนี้



(1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (ABR)

ทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบำบัดชนิดไร้ออกซิเจน และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบ ABR ว่าระบบนี้มีลักษณะอย่างไร และมีการดำเนินการอย่างไร

(2) วิเคราะห์น้ำเสียฟอกย้อมที่เข้าสู่ระบบ

นำตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม มาทำการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสีย

พีเอช (pH) หมายถึง ค่าลบของฟังก์ชันลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ ซึ่งช่วงค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนควรอยู่ระหว่าง 6.6 –7.4

ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่นำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการสำหรับการสลายตัวทางชีวภาพของสารอินทรีย์ และออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ของน้ำเสียพอกย้อม

พารามิเตอร์	ลักษณะของน้ำเสีย	วิธีวิเคราะห์
pH	9.28	pH Meter
COD	36,400 mg/L	Closed Reflux, Titrimetric method
BOD	21,925 mg/L	เจือจางโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของน้ำเสีย

(3) เตรียมการเดินระบบ

จากการวิเคราะห์น้ำเสียพอกย้อมในขั้นตอนที่ 2 จึงข้อมูลดังกล่าวมาทำการเตรียมน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ โดยการเจือจางให้ค่า COD ประมาณ 12,400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ตำแหน่งน้ำเข้า (A) ดังรูปที่ 3-14 และวิเคราะห์น้ำตัวอย่างที่เข้าระบบบำบัดอีกครั้ง

(4) ทำการเดินระบบ

ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (ABR)

โดยที่

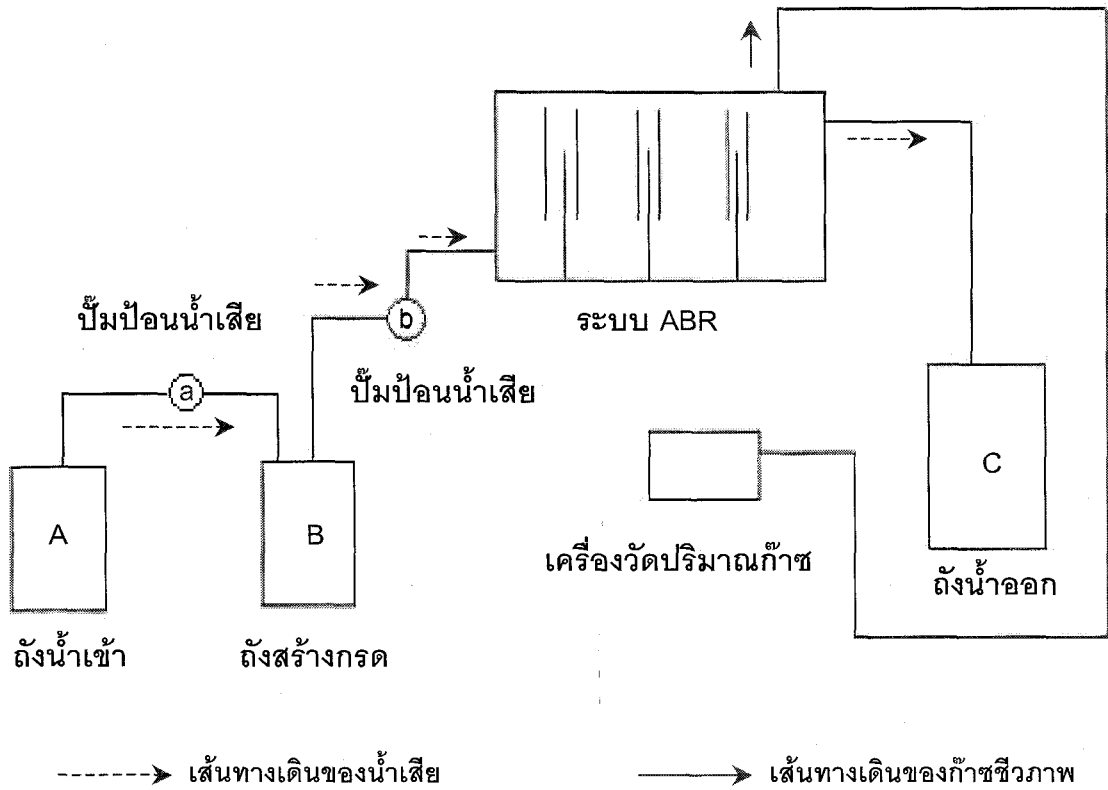
ถังน้ำเข้า (A) ปริมาตร 36 ลิตร กำหนดให้มี COD 12,400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ถังสร้างกรด (B) ปริมาตร 12 ลิตร มี HRT 36 ชั่วโมง

ปั๊มป้อนน้ำเสีย (a) จากน้ำเข้าไปยังถังสร้างกรด (B) มี Flow rate 8 ลิตรต่อวัน

ระบบบำบัดชนิด ABR ปริมาตร 38 ลิตร มี HRT 120 ชั่วโมง

ปั๊มป้อนน้ำเสีย (b) จากถังสร้างกรดไปยัง reactor มี Flow rate 7.2 ลิตรต่อวัน



รูปที่ 3-14 แผนผังแสดงการเดินระบบบำบัดน้ำเสียชนิด ABR

(5) วิเคราะห์น้ำเสียที่ออกจากระบบ

เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัด ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ และตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3-3 เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	ตำแหน่ง			ความถี่
	A	B	C	
1) พีเอช	*	*	*	ทุกวัน
2) ซีโอดี	*	*	*	3 ครั้ง/สัปดาห์
3) บีโอดี	*	*	*	3 ครั้ง/สัปดาห์
4) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย	*	*	*	3 ครั้ง/สัปดาห์
5) สภาพความเป็นต่าง	*	*	*	3 ครั้ง/สัปดาห์

ตารางที่ 3-4 ตารางแสดงวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	อ้างอิง
1) พีเอช	pH Meter	[1]
2) อุณหภูมิ	Thermometer	[1]
3) ซีไอดี	Closed Reflux, Titrimetric method	[1]
4) บีไอดี	การเจือจางโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของน้ำเสีย	[1]
5) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย	Titration Method	[1]
6) สภาพความเป็นด่าง	Titration Method	[1]

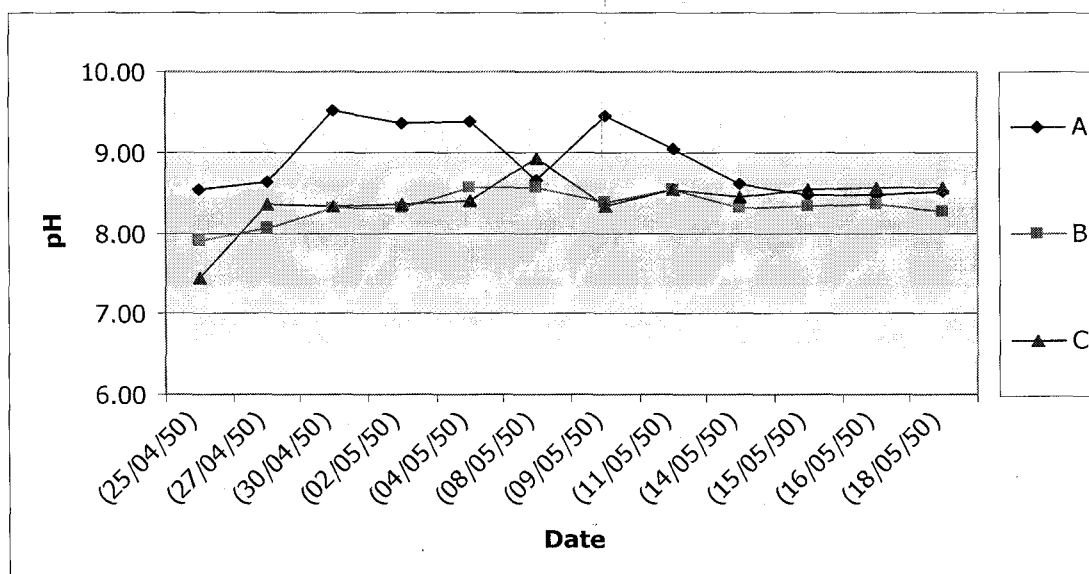
หมายเหตุ [1] – APHA, AWWA and WEF. (1995)

(Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (19th edition)
Washington D.C.: American Public Health Association.)

3.5 ผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 3-5 ค่าพีเอช (pH) ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

ตำแหน่ง	ช่วงของ pH	Average
A	8.46-9.53	8.88
B	7.90-8.56	8.32
C	7.43-8.93	8.40

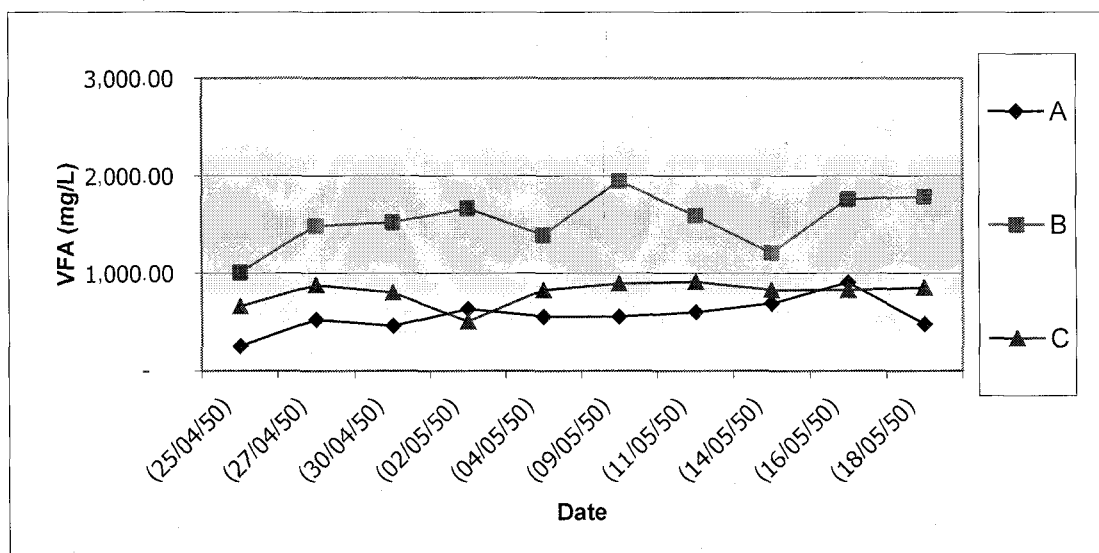


รูปที่ 3-15 แสดงถึงค่า pH ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน

จากรูปที่ 3-15 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบในแต่ละวันตลอดการทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า pH ที่ตำแหน่ง B, C มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง ต่างจากค่าพีเอชของน้ำเข้าระบบ (A) ซึ่งจะมีค่าแปรผันไปในแต่ละวันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นจึงสันนิษฐานว่าค่า pH ที่แปรผันของน้ำเข้าระบบนี้ ไม่น่าจะมีผลต่อค่า pH ของน้ำออกจากระบบ ที่ตำแหน่ง B (ถังสร้างกรด) pH มีค่าเท่ากับ 8.32 ซึ่งมีค่าสูง เนื่องจากน้ำเสียที่เข้าสู่ถังสร้างกรดนั้นมีปริมาณต่างสูงมาก จึงทำให้ pH ของน้ำเสียไม่ลดต่ำลง ในการควบคุมระบบนั้น ค่า pH ต้องมีค่ามากกว่า 6.5 ซึ่งจากผลการทดลองนี้ค่า pH โดยรวมแล้วเกิน 6.5 แสดงว่าระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดดี

ตารางที่ 3-6 ค่ากรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acids, VFA) ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

ตำแหน่ง	ช่วงของ VFA (mg/L)	Average (mg/L)
A	253.33-906.67	565.67
B	1,006.67-1,946.67	1,536.07
C	660-913.33	798.67

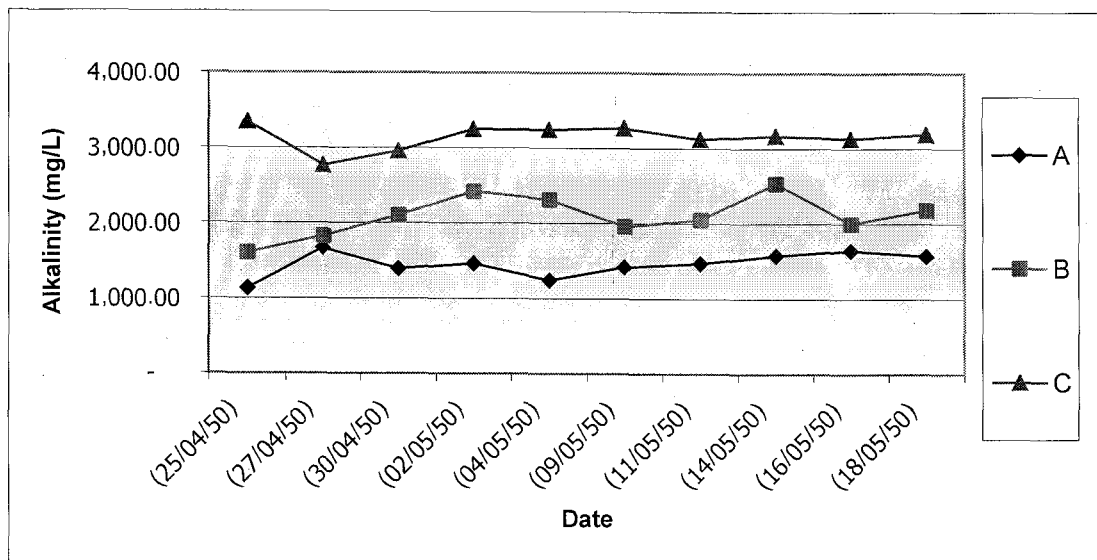


รูปที่ 3-16 แสดงถึงค่า VFA ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน

จากตารางที่ 3-6 ค่า VFA ของน้ำเข้าระบบ (A) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 565.97 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในช่วงแรก VFA จะมีค่าต่ำ แต่พอน้ำเสียผ่านถังสร้างกรด (B) แล้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,536.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถังสร้างกรดนี้อยู่ในขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของกระบวนการไร้ออกซิเจนขั้นตอนที่ 2 คือ กระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis) ขั้นตอนนี้แบคทีเรียจะเปลี่ยนสารประกอบโมเลกุลเล็กเป็นกรดไขมันระเหย (VFA) จึงทำค่า VFA ที่ออกจากถังสร้างกรดมีปริมาณสูง และเมื่อน้ำเสียออกจากระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 798.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการควบคุมระบบนั้น ค่า VFA ต้องมีค่า 200-400 มิลลิกรัมต่อลิตร (อาจสูงได้ถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) ถ้ามีค่า VFA สะสมอยู่มากจะทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้ระบบบำบัดล้มเหลวได้จากผลการทดลองนี้ค่า VFA ที่เข้าและออกระบบมีค่า VFA ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่าระบบบำบัดมีประสิทธิภาพการบำบัดดี

ตารางที่ 3-7 ค่าสภาพความเป็นด่าง (Alkalinity) Alkalinity ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

ตำแหน่ง	ช่วงของ Alkalinity (mg/L)	Average (mg/L)
A	1,131.25-1,666.19	1,453.99
B	1,599.40-2,535.28	2,098.89
C	2,954.63-3,342.64	3,142.95



รูปที่ 3-17 แสดงถึงค่า Alkalinity ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน

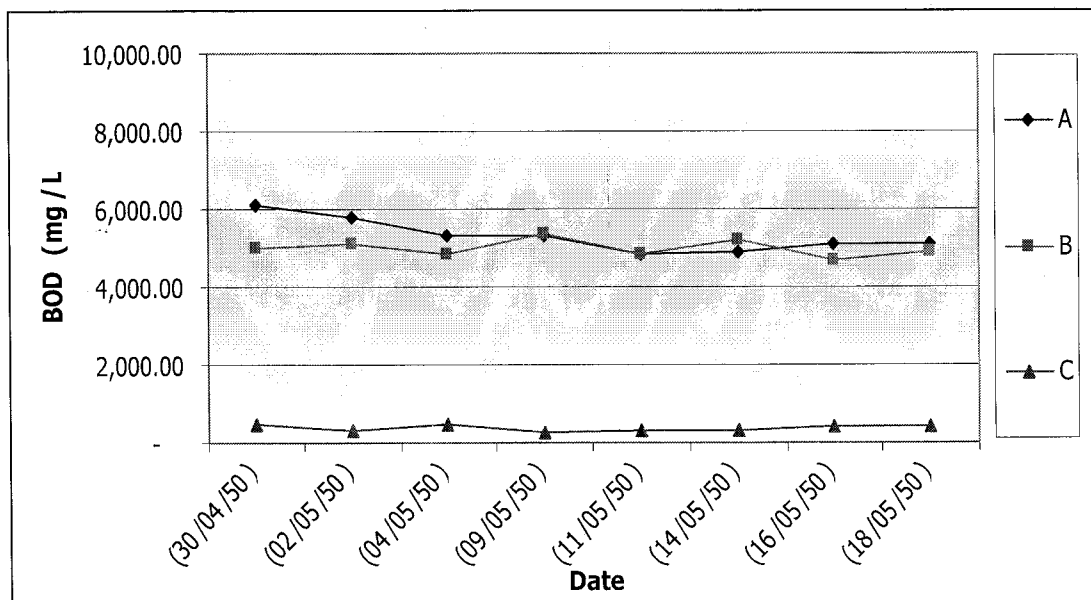
จากตารางที่ 3-7 ค่าความเป็นด่างในรูปแบบแคลเซียมคาร์บอเนตของน้ำฟอกย้อมก่อนเข้าระบบ (A) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,453.99 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อผ่านออกจากระบบบำบัดค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3,142.95 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าเมื่อน้ำเสียได้ผ่านระบบออกมาแล้วจะมีค่าสภาพความเป็นด่างสูงกว่าน้ำเข้า เนื่องจากเกิดการละลายน้ำของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ แล้วเปลี่ยนรูปเป็นไบคาร์บอเนต



ในการควบคุมระบบนั้น ค่า Alkalinity ต้องมีค่า 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้ำเข้าและออกระบบมีค่าใกล้เคียงกับช่วงที่กำหนด แสดงว่าระบบบำบัดมีประสิทธิภาพการบำบัดดี

ตารางที่ 3-8 ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ของน้ำที่เข้าและออกจาก
ระบบ

ตำแหน่ง	ช่วงของ BOD (mg/L)	Average (mg/L)
A	4,846.25-6,125.00	5,313.91
B	4,708.75-5,360.00	4,993.13
C	271.25-458.75	359.22

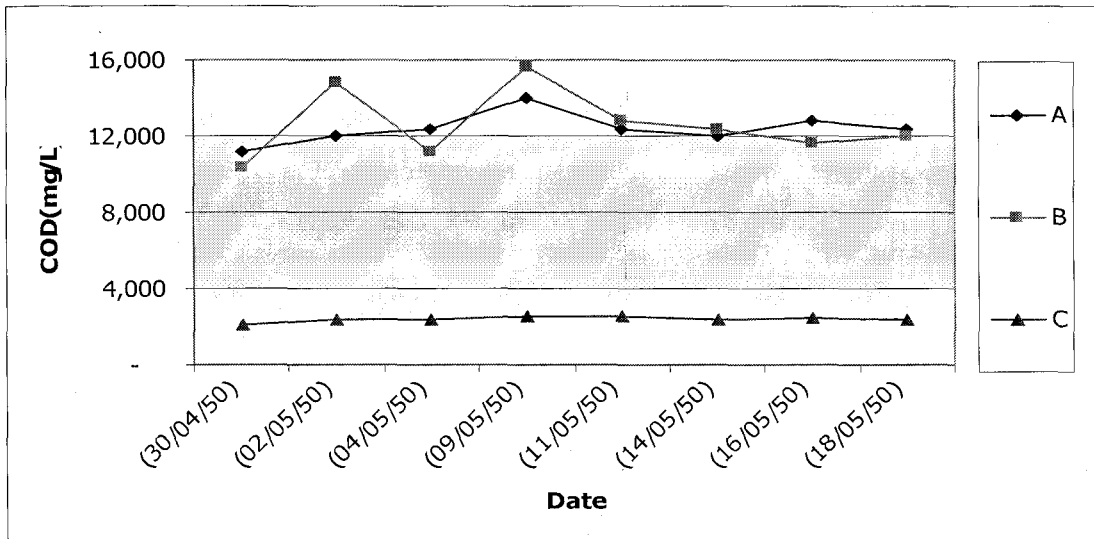


รูปที่ 3-18 แสดงถึงค่า BOD ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน

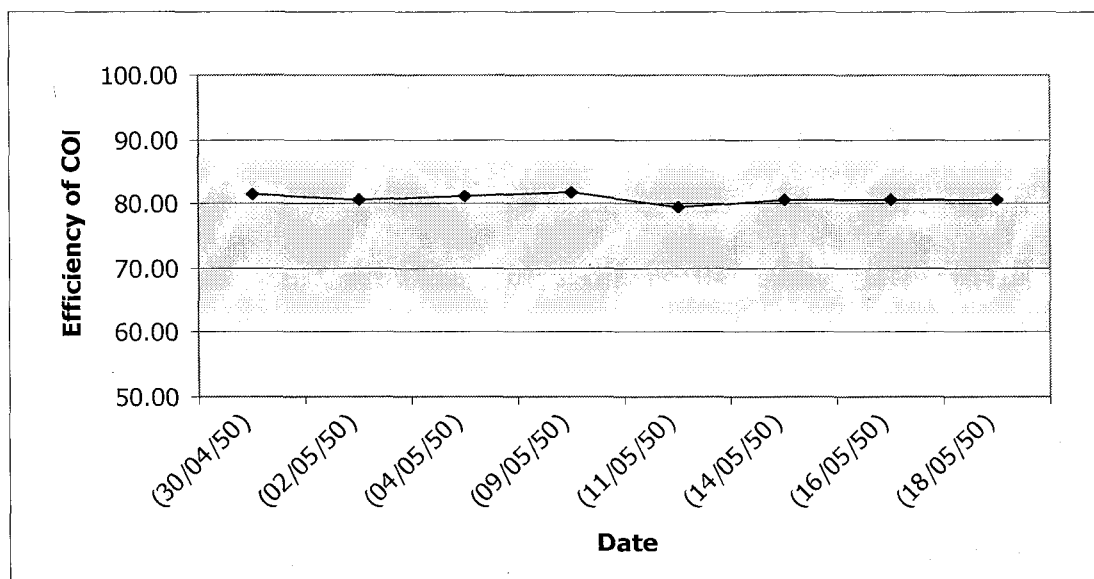
จากข้อมูลในตารางที่ 3-8 จะเห็นได้ว่า ค่า BOD ของตำแหน่ง A, B และ C นั้นมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง และเมื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพในการบำบัด ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง เนื่องจากในการเดินระบบครั้งนี้ใช้ระยะเวลาเพียงสั้น ๆ รวมทั้งค่าอัตราการรับภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate, OLR) มีค่าคงที่ตลอดการทดลอง ผลการทดลองที่ได้จึงมีค่าค่อนข้างคงที่

ตารางที่ 3-9 ค่าซีโอดี (COD) ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

ตำแหน่ง	ช่วงของ COD (mg/L)	Average (mg/L)
A	11,200-12,800	12,400
B	10,400-15,600	12,600
C	2,080-2,560	2,380



รูปที่ 3-19 แสดงถึงค่า COD ที่เข้าและออกระบบในแต่ละวัน



รูปที่ 3-20 แสดงถึงประสิทธิภาพในการกำจัด COD ในแต่ละวัน

จากข้อมูลในตาราง 3-9 ค่า COD ของน้ำเสียฟอกย้อม มีค่าเท่ากับ 36,400 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ทำการเจือจางน้ำเสียฟอกย้อม ให้ COD ที่เข้าระบบ ABR มีค่าประมาณ 12,400 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อให้จุลินทรีย์ในระบบ ABR ปรับสภาพ และสามารถทนรับที่ความเข้มข้นของ COD นี้ได้ ถ้านำ COD ที่มีความเข้มข้นสูงเกินไป ระบบอาจเกิดการล้มเหลวได้หรือ SHOCK LOAD ประสิทธิภาพการบำบัด COD ช่วงแรกค่ายังไม่คงที่ เมื่อทำการบำบัดประมาณ 1 เดือน ประสิทธิภาพการบำบัดในช่วงหลังจะค่อนข้างคงที่ ประสิทธิภาพรวมในการบำบัดอยู่ที่ 80.80% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพสูง แต่ค่า COD ออกยังคงมีค่าสูงอยู่เช่นกัน คือ ประมาณ 2,380 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นถ้านำระบบ ABR นี้ไปใช้ในการบำบัดจริง ควรใช้ระบบ ABR เป็นระบบบำบัดขั้นต้นก่อน แล้วจึงใช้ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนในการบำบัด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบของระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและทำการเดินระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้อากาศ (Anaerobic Baffled Reactor, ABR) นั้น ระบบบำบัดชนิดนี้สามารถบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งประกอบไปด้วย แป้ง สีย้อม กรดอะซิติก เส้นใย และเส้นด้ายที่ปนออกมาจากกระบวนการย้อมและตกแต่ง นอกจากนี้แล้วยังอาจเกิดจากสบู่ ไขมัน น้ำมัน ซึ่งจะเป็นฝ้าคลุมผิวน้ำ และสารทำความสะอาดซึ่งมีลักษณะเป็นฟอง น้ำเสียฟอกย้อมที่เข้าสู่ระบบมีค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ประมาณ 5,313.91 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ประมาณ 12,400 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อน้ำเสียฟอกย้อมออกจากระบบมีค่าบีโอดีประมาณ 359.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งระบบนี้มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีประมาณ 92.76% และค่าซีโอดีประมาณ 2,380 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งระบบนี้มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของซีโอดีประมาณ 80.80% และในการควบคุมระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ต้องเทียบอัตราส่วนอัตราส่วนระหว่างค่า VFA ต่อค่า Alkalinity แล้วค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.4 ถือว่าระบบมีประสิทธิภาพดี ถ้าค่าที่ได้มีค่ามากกว่า 0.8 ถือว่าระบบล้มเหลว โดยรวมแล้วระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจนที่ทำการทดลองนี้มีประสิทธิภาพดี เมื่อทำการเทียบอัตราส่วนระหว่างค่า VFA ต่อค่า Alkalinity ของน้ำออก (C) ได้ค่าเท่ากับ 0.254 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.4

3.7 ข้อเสนอแนะ

เมื่อจุลินทรีย์ในระบบบำบัด ABR สามารถปรับสภาพจากน้ำเสียฟอกย้อมที่มีความเข้มข้น 25% ของน้ำเสียฟอกย้อมจริง และมีประสิทธิภาพคงที่แล้ว จึงจะทำการเพิ่มความเข้มข้นของ COD ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งใช้น้ำเสียฟอกย้อมจริงในการเดินระบบบำบัดต่อไป เพื่อที่จะทราบว่าเมื่อนำน้ำเสียจริงมาทำการบำบัดแล้ว ผลของการบำบัดมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด เหมาะสมที่จะลงทุนในการก่อสร้างระบบบำบัดชนิดนี้หรือไม่

บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

จากการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ตั้งแต่วันที่ 17 เมษายน 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2550 รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ โดยตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย คือ ผู้ช่วยนักวิจัย ประจำอยู่ที่ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และพลังงาน ซึ่งงานประจำที่ได้รับมอบหมาย ได้แก่ เดินระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor: ABR) ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิด ABR จากระบบบำบัดน้ำเสียของห้างสรรพสินค้า BIG C ในภาคตะวันออก เชียงเหนือ และน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ประเภทฟาร์มโคนมขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) หรือฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ก และฟาร์มโชคชัย และการเก็บตัวอย่างน้ำเสียต่าง ๆ นั้น ต้องเดินทางไปเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากต่างจังหวัด ณ บริษัท หรือฟาร์มต่าง ๆ เพื่อที่จะนำตัวอย่างน้ำเสียนั้นมาทำการวิจัย และเดินระบบบำบัดที่จำลองไว้ ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเดินทางไปเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบริษัทต่าง ๆ

ส่วนโครงการที่ Job Supervisor มอบหมายให้ดำเนินการศึกษา คือ การศึกษาการบำบัดน้ำเสียสิ่งทอด้วยระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Study on Treatment of Textile Wastewater by Anaerobic Baffled Reactor) หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย คือ ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน เพื่อที่จะนำมาศึกษาและควบคุมระบบบำบัดชนิดแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของ COD โดยขั้นแรกตรวจวิเคราะห์น้ำเสียฟอกย้อม เพื่อที่จะทราบคุณสมบัติของน้ำเสียนั้นก่อนนำมาทำการเดินระบบ และเมื่อเดินระบบแล้ว ต้องทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นระยะ เพื่อที่จะทราบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดถึงขั้นไหน

จากผลการดำเนินงานที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้ปฏิบัติสหกิจศึกษามีความรู้ความสามารถ และได้รับประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านสังคม

- ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น
- ได้เรียนรู้การติดต่อสื่อสารกับพนักงานในองค์กรและผู้ที่มาติดต่องาน
- ได้เรียนรู้การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อนำมาปรับใช้กับงานของตน

2) ด้านทฤษฎี

- ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนชนิดต่าง ๆ
- ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียชนิด ABR
- ได้รับความรู้ทางด้านวิชาการที่นอกเหนือจากบทเรียน
- ได้นำความรู้ความสามารถทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ได้เรียนมา นำมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน
- ได้ฝึกการวางแผนการทำงาน ให้เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด

3) ด้านปฏิบัติ

- ได้ทำการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการฟอกย้อม
- ได้ทำการทดลองวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษา
- ได้ความรู้ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ABR
- ได้ความรู้ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากสถานประกอบการในต่างจังหวัดเพื่อนำมาตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
- ได้ฝึกฝนทักษะการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ

บรรณานุกรม

ดร.มันสิน ตันฑุลเวศ์ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1 พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2542

ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ วิศวกรรมน้ำเสีย เล่มที่ 5 พิมพ์ครั้งที่ 1 เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์ 2547

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2545-2546 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤษภาคม 2545

APHA, AWWA and WEF. (1995) Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (19th edition) Washington D.C.: American Public Health Association.

ภาคผนวก

ตาราง ก ตารางแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ pH

Date	A	B	C
25/04/50	8.53	7.90	7.43
27/04/50	8.62	8.05	8.36
30/04/50	9.53	8.31	8.32
02/05/50	9.37	8.30	8.36
04/05/50	9.38	8.56	8.41
08/05/50	8.64	8.56	8.93
09/05/50	9.45	8.38	8.33
11/05/50	9.04	8.53	8.53
14/05/50	8.61	8.31	8.44
15/05/50	8.47	8.33	8.54
16/05/50	8.46	8.36	8.55
18/05/50	8.51	8.26	8.55
Average	8.88	8.32	8.40

ตาราง ข ผลการตรวจวิเคราะห์ VFA

Date	A	B	C
25/04/50	253.33	1,006.67	660.00
27/04/50	526.67	1,486.67	880.00
30/04/50	460.00	1,520.00	800.00
02/05/50	633.33	1,666.67	506.67
04/05/50	553.33	1,387.33	826.67
09/05/50	553.33	1,946.67	893.33
11/05/50	600.00	1,593.33	913.33
14/05/50	690.00	1,206.67	826.67
16/05/50	906.67	1,760.00	826.67
18/05/50	480.00	1,786.67	853.33
Average	565.67	1,536.07	798.67

กรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acids, VFA) หมายถึง กรดอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน และสามารถละลายน้ำได้ สามารถแยกได้ด้วยความดันบรรยากาศ การวิเคราะห์กรดไขมันระเหยมีวิธีการวิเคราะห์หลายวิธี และการวิเคราะห์ครั้งนี้จะหาปริมาณกรดไขมันระเหยด้วยวิธีการกลั่น ซึ่งวิธีนี้จะสามารถกลั่นกรดไขมันระเหยได้ประมาณ 68-85% ดังนั้นจึงถือว่าการกลั่นโดยวิธีนี้จะได้กรดไขมันระเหยออกมาประมาณ 70% และการปรับค่าที่ได้ให้ถูกต้องสามารถกระทำได้โดยหาค่ารีโคเวอรี่แฟกเตอร์ (Recovery Factor) มาคูณกับค่าที่วิเคราะห์ได้

การคำนวณ

$$\text{กรดไขมันระเหย (mg/L ในรูปของกรดอะซิติก)} = \frac{A * 6,000}{B * f}$$

โดย A = สารละลายมาตรฐานไซเตียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

B = น้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

F = ค่า Recovery Factor เท่ากับ 0.45

ตาราง ค ผลการตรวจวิเคราะห์ Alkalinity

Date	A	B	C
25/04/50	1,131.25	1,599.40	3,342.64
27/04/50	1,666.19	1,826.54	2,765.63
30/04/50	1,388.87	2,101.91	2,954.63
02/05/50	1,457.87	2,422.38	3,249.07
04/05/50	1,235.19	2,312.04	3,239.66
09/05/50	1,414.86	1,959.32	3,266.45
11/05/50	1,464.91	2,052.34	3,123.37
14/05/50	1,572.66	2,535.28	3,168.12
16/05/50	1,640.73	1,997.98	3,131.47
18/05/50	1,567.33	2,181.74	3,188.49
Average	1,453.99	2,098.89	3,142.95

สภาพความเป็นด่าง (Alkalinity) หมายถึงการวัดความสามารถของน้ำในการสะเทินกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระบบบำบัด เพื่อป้องกันไม่ให้พีเอชของระบบมีค่าต่ำเกินไป

การคำนวณ

$$A1 = \frac{[HCO^3-][H]2 - [H]1}{[H]2 + K1} + \frac{[VA][H]2 - [H]1}{[H]2 + K2}$$

$$A2 = \frac{[HCO^3-][H]3 - [H]1}{[H]3 + K1} + \frac{[VA][H]3 - [H]1}{[H]3 + K2}$$

โดย A1 = กรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรตจากพีเอชเริ่มต้นถึงจุดยุติแรก (pH 5.1)

A2 = กรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรตจากพีเอชเริ่มต้นถึงจุดยุติสอง (pH 3.5)

$[HCO^3-]$ = ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต

$[VA]$ = ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหย

$[H]1, 2, 3$ = ความเข้มข้นของไฮโดรเจนของตัวอย่างเริ่มต้น จุดยุติแรก และจุดยุติที่สอง

K1 = 6.6×10^{-7}

K2 = 2.4×10^{-5}

ตาราง ง ผลการตรวจวิเคราะห์ BOD

Date	A	B	C	Efficiency
30/04/50	6,125.00	4,985.00	452.50	92.61
02/05/50	5,810.00	5,100.00	308.75	94.69
04/05/50	5,330.00	4,860.00	458.75	91.39
09/05/50	5,341.25	5,360.00	271.25	94.92
11/05/50	4,846.25	4,858.75	298.75	93.84
14/05/50	4,877.50	5,196.25	290.00	94.05
16/05/50	5,082.50	4,708.75	395.00	92.23
18/05/50	5,098.75	4,876.25	398.75	92.18
Average	5,313.91	5,343.13	359.22	93.24

บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำ เช่น น้ำในแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัด ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้ง และประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณบีโอดี (mg/L)} = \frac{(\text{DO}_0) - (\text{DO}_5)}{P}$$

โดย DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายเริ่มต้น

DO_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่หลังจากนำไปแช่ตู้เย็นควมบ

P = อัตราการเจือจางของน้ำตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ตาราง ๑ ผลการตรวจวิเคราะห์ COD

Date	A	B	C	Efficiency
30/04/50	11,200	10,400	2,080	81.43
02/05/50	12,000	14,800	2,320	80.67
04/05/50	12,400	11,200	2,320	81.29
09/05/50	14,000	15,600	2,560	81.71
11/05/50	12,400	12,800	2,560	79.35
14/05/50	12,000	12,400	2,320	80.67
16/05/50	12,800	11,600	2,480	80.63
18/05/50	12,400	12,000	2,400	80.65
Average	12,400	12,600	2,380	80.80

ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ของน้ำเสีย เพื่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นผลปฏิกิริยาสุดท้าย โดยหลักการ คือ ภายใต้สภาวะการรีฟลักซ์ในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นที่อุณหภูมิสูง สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกออกซิไดซ์โดยสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่ทราบความเข้มข้น และปริมาณ หลังการรีฟลักซ์จะวัดปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่เหลือโดยนำไปไตเตรตกับเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต และใช้เฟอโรอินเป็นอินดิเคเตอร์ ทำให้ทราบปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ การหาค่าซีโอดีในการทดลองครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการ Closed Reflux

การคำนวณ

$$\text{ซีโอดี (mg/L)} = \frac{(B - A) * M * 8,000}{\text{mL Sample}}$$

- โดย A = เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตแบบลงค์
 B = เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตน้ำตัวอย่าง
 M = โมลาลิตีเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต