

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้เชื้อเอนำบำบัดน้ำเสีย

The Utilization of Effective Micro Organism to Treat Waste Water



โดย

นางสาวศัญฉรัศน์ จันทร์สุริยศักดิ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

ช.ร.

๑๖๖๙๗

๒๕๔๖

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เลขหมู่.....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

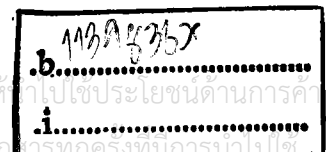
เลขทะเบียน..... 51370

ปีการศึกษา 2546

วัน,เดือน,ปี..... 9 ก.ค. 2547

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2546

ชื่อเรื่อง	การใช้โอเอ็มบำบัดน้ำเสีย
	The Utilization of Effective Micro Organism to Treat Waste Water
ชื่อ-สกุล	นางสาวศุภณัฐรัตน์ จันทร์สุริยศักดิ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.จันทร์พร      เจ้าทรัพย์

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายของเสียในน้ำของจุลินทรีย์ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำคังนี้ การวัดผลค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, การวัดผลค่าอุณหภูมิของน้ำ, การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ โดยทำการทดลองนำ EM มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ณ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้ EM บำบัดกับน้ำที่ไม่ได้ใช้ EM บำบัด โดยเก็บวันที่ 1,3,5,7 และ 14 วัน ผลการศึกษา วันที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 7.14 และ 6.96 วันที่ 3 และ 5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.33, 8.51 และ 8.23, 8.35 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.01$ ) ในวันที่ 7 และ 14 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.44, 8.41 และ 8.35, 8.47 ทั้ง 2 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 27-28 องศาเซลเซียส วันที่ 1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 7.867, 6.60 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.01$ ) วันที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.66, 7.93 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) วันที่ 5, 7, 14 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.51, 8.44, 8.41 และ 8.35, 8.35, 8.47 ซึ่งทั้ง 3 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.01$ ) ต่อมาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5)ในวันที่ 1 , 3 ในน้ำที่ใช้  
 อีเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 5.33 , 5.33 และ 5.80 , 5.80 ซึ่งทั้ง 2 ค่ามีความแตกต่าง  
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5)ในวันที่ 5 ในน้ำที่ใช้  
 อีเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่าเท่ากัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5)ในวันที่ 7 ,  
 14 ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 5.93 , 5.86 และ 5.66 , 5.40 และสุดท้ายค่า  
 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่าสูงกว่าน้ำที่  
 ไม่ใช้อีเอ็มบำบัดในวันที่ 1 , 3 , 5 , 7 , 14 มีค่าดังนี้ 2.43 , 3.33 , 2.73 , 2.86 , 2.66 และ 0.80 , 2.13 ,  
 1.53 , 1.93 , 2.00 ซึ่งทั้งหมดมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.01$ )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้รับความช่วยเหลืออนุเคราะห์จากหลาย ๆ ฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ผศ.จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาช่วยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ คุณบุผา จงพัฒน์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้และขอบคุณ คุณอนันต์ชัย วัฒนา ที่ให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำรูปเล่มตลอดมาและขอบพระคุณอาจารย์ประสานงานที่ช่วยตรวจทานแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ และผู้ประสาวิชาทุกท่าน ทั้งในอดีตและปัจจุบันจวบจนถึงอนาคต

และขอขอบพระคุณ คุณบุญไทย-คุณย่าสมศรีและคุณพ่อเทอดสิทธิ์-คุณแม่ดวงพร จันทร์สุริยศักดิ์ ที่ให้ชีวิตทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสทำการวิจัยในครั้งนี้ และให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการทำการทดลอง แก่ผู้วิจัยขอบคุณ พี่ๆ น้อง ๆ และญาติ ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบแก่ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ ให้ความรู้ ให้ชีวิต ให้ทุนทรัพย์ ตลอดจนผู้ที่ให้การสนับสนุนผู้วิจัยทุกท่าน

ศัญญรัตน์ จันทร์สุริยศักดิ์

มีนาคม 2546

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 EM (อีเอ็ม) .....	3
2.2 จุลินทรีย์กำการบำบัดน้ำเสีย.....	6
2.3 ลักษณะของน้ำเสีย.....	11
2.4 สิ่งขั้บถ่ายในน้ำเสีย.....	12
2.5 ขบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย.....	17
2.6 มาตรฐานน้ำทิ้ง.....	25
2.7 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.....	31
บทที่3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	40
3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	40
3.2 วิธีการทดลอง.....	41
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	44
3.4 ระยะเวลาในการวิจัย.....	44
บทที่4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	45
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 รูปและข้อเสนอแนะ.....	50
5.1 รูป.....	50
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	52



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงค่า BOD ของน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ.....	9
2 โรคระบาดทางน้ำที่มีสาเหตุจาก โปรโตซัว.....	13
3 โรคระบาดทางน้ำที่มีสาเหตุจากแบคทีเรีย.....	13
4 โรคที่แพร่ระบาดทางน้ำที่มีสาเหตุจากไวรัส.....	14
5 ลักษณะชุมชนน้ำเสียทั่วไป.....	17
6 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.....	25
7 สรุปรูปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม.....	29
8 ลักษณะที่ควรวิเคราะห์ของน้ำจากแหล่งต่างๆ.....	32
9 ช่วงความถี่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ค่าต่างๆ.....	33
10 สารเคมีและกลไกที่เกี่ยวข้องในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ.....	35
11 ผลการใส่ฮีเอ็มที่มีต่อค่า pH ,ค่าอุณหภูมิ,ค่า DO1,ค่า DO5และค่า BOD ของน้ำเสีย	46

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสีย.....	7
2 แสดงขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสีย.....	8
3 กระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์พวก anaerobe ในการย่อยสลายสารอินทรีย์..	10
4 ขั้นตอนการทำงานของระบบแอสแบบสมบูรณ์.....	18
5 ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch-OD).....	20
6 ขั้นตอนการทำงานของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ.....	21
7 ระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Pond).....	23
8 ระบบเติมอากาศ (Aerated Lagoon).....	24
9 กราฟแสดงบีโอดีคาร์บอนและบีโอดีไนโตรเจน.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัญหาเรื่องน้ำเสียมีประวัติความเป็นมาคู่กันไปกับความเจริญเติบโตของชุมชน กล่าวคือ เมื่อครั้งประชากรยังมีน้อยและกระจัดกระจาย ก็ไม่เป็นปัญหาอะไรมากนัก ต่อมาเมื่อชุมชนเจริญเติบโตประชากรเพิ่มมากขึ้น ปัญหาเรื่องน้ำเสียก็คิดตามมาทั้งนี้เพราะว่าน้ำเสียเป็นผลผลิตอย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวันของคน และนับวันน้ำเสียจะมีปริมาณมากขึ้นเป็นทวีคูณ และมีสารใหม่ๆแปลกๆของผลิตภัณฑ์สมัยใหม่เจือปนอยู่ด้วย

น้ำเสียจากชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากจะโตโครมิกกลิ่นเหม็น สีดำคล้ำ และอาจจะมีสารเคมีที่เป็นพิษเจือปนอยู่ด้วยเมื่อน้ำเสียไหลลงสู่แหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ก็จะแปรสภาพแหล่งน้ำที่สะอาดตามธรรมชาติให้กลายเป็นแหล่งน้ำเสียไป ทำให้ไม่อาจจะใช้น้ำจากแหล่งน้ำเหล่านั้นได้อีกต่อไปอีกทั้งยังอาจจะส่งกลิ่นเหม็นคลบไปทั่วบริเวณ ทำให้อากาศหายใจไม่บริสุทธิ์ เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความเป็นอยู่ของประชากรอย่างร้ายแรง ปลาทั้งหลายที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ หากไม่ตายก็ต้องอพยพไปอยู่ที่อื่น ส่วนที่ทนอาศัยอยู่ต่อไปได้นั้นจะมีรสชาติผิดแปลกไป ความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในด้านสุขภาพอนามัยเท่านั้น หากยังกระทบถึงเศรษฐกิจของประเทศด้วยเพราะกิจการที่ต้องใช้น้ำเป็นวัตถุดิบ เช่น การประปา และการอุตสาหกรรม ไม่อาจจะใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติได้ เป็นเหตุให้ต้นทุนในการผลิตสูง

จากสาเหตุดังกล่าวเมื่อสภาพแวดล้อมทางด้านอุตสาหกรรม ,การเกษตรกรรม,แหล่งชุมชนเสื่อมโทรมลง ทำให้มนุษย์พยายามหาวิธีเพื่อทำให้สภาพแวดล้อมกลับมาดีเหมือนเดิม ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะนำเอาจุลินทรีย์เข้ามาช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยจุลินทรีย์จะช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่างๆที่อยู่ในน้ำทำให้ปัญหาการเน่าเสียของน้ำลดลง อีเอ็มจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการนำจุลินทรีย์มาใช้บำบัดน้ำเสีย

อีเอ็ม(Effective Micro organism) เป็นเทคโนโลยีจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและมีการใช้อย่างกว้างขวาง อีเอ็มไม่เพียงแต่ใช้ในด้านการผลิตและการดูแลรักษาพืชผลทางการเกษตร

เท่านั้น แต่อีเอ็มยังมีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย โดยอีเอ็มจะช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร การปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการต่างๆ จากประโยชน์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำอีเอ็มมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารคณะครู-ศาสตราจารย์อุตสาหกรรม

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายของเสียในน้ำของจุลินทรีย์ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำได้

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ทดลองนำอีเอ็มมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ณ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดกับน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในการบำบัด

2. จัดทำเอกสารและคำบรรยายในการทดลองนำอีเอ็มมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจำนวน 1 ชุด

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำเทคโนโลยีจุลินทรีย์(อีเอ็ม)มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยนำมาตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อหาประสิทธิภาพการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในน้ำ

2. น้ำที่ได้หลังจากการบำบัดแล้วสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้โดยไม่มีก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

3. เพื่อนำเทคโนโลยีจุลินทรีย์(อีเอ็ม)มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 EM(อีเอ็ม)

อีเอ็ม ย่อมาจาก Effective microorganisms หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง ศ.ดร. เทรู โอะ ฮิงะ นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญสาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยริวกิว เมือง โอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น หลังจากนั้นศาสตราจารย์ วา คูกามิ ได้นำมาเผยแพร่ในประเทศไทย โดยท่านเป็น ประธานมูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา หรือ คิวเซ (คิวเซ แปลว่า ช่วยเหลือโลก) ปัจจุบันตั้งอยู่ที่ อ. แก่งคอย จ. สระบุรี

จากการค้นคว้าพบความจริงเกี่ยวกับจุลินทรีย์ว่ามี 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มสร้างสรรค์ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพมีประมาณ 10%
2. กลุ่มทำลาย เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษทำให้เกิดโรครามีประมาณ 10 %
3. กลุ่มเป็นกลาง มีประมาณ 80 % จุลินทรีย์กลุ่มนี้หากกลุ่มใดมีจำนวนมากว่ากลุ่มนี้จะ สันับสนุนหรือร่วมด้วย

ดังนั้นการเพิ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพลงในดินก็เพื่อให้กลุ่มสร้างสรรค์ที่มีจำนวนมากว่าซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยปรับปรุง โครงสร้างของดินให้กลับมาอีกครั้งหลังจากที่ถูกทำลายด้วยสารเคมีจนดินตายไป

จุลินทรีย์มี 2 ประเภท ได้แก่ (สกุนตลา ณ หนองคาย , 2546: 16)

1. ประเภทต้องการอากาศหรือ Aerobic Bacteria
2. ประเภทไม่ต้องการอากาศหรือ Anaerobic Bacteria

จุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มนี้ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันได้และสามารถอยู่ร่วมด้วยกัน ได้จากการค้นคว้าดังกล่าว ได้มีการนำเอาจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดและเลือกสรรอย่างดีจากธรรมชาติที่มีประโยชน์คือ พืช สัตว์สิ่งแวดล้อมมารวมกัน 5 กลุ่ม(Families) 10 จีนัส(Genues) 80 ชนิด((Spicies) ได้แก่

กลุ่มที่1 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous Fungi) ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการย่อยสลายสามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนมีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดีปกติใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเห็ด ผลิตปุ๋ยหมัก ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Microorganisms) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน กรดอะมิโน (Amino Acids) น้ำตาล(Sugar) วิตามิน(Vitamins) ฮอร์โมน(Hormones) และอื่นๆเพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ดิน

กลุ่มที่ 3 เป็นจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก(Zynogumic or Fermented Microorganisms ) ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ดินต้านทานโรค (Diseases Resistant) ฯลฯ เข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ซึ่งช่วยลดการพังทลายของดิน ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิด ของพืชและสัตว์สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่างๆได้

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixing Microorganisms) มีทั้งพวกที่เป็นสาหร่าย(Algae) และพวกแบคทีเรีย (Bacteria) ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน (Protein) กรดอินทรีย์ (Organic Acids) กรดไขมัน (Fatty Acids) แป้ง (Starch or Carbohydrates) ฮอร์โมน (Hormones) วิตามิน (Vitamins)

กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกกรดแลคติก(Lactic acids) มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงดินเน่าเปื่อยหรือดินก่อโรคให้เป็นดินที่ต่อต้านโรค ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสน หรือให้หมดไป นอกจากนี้ยังช่วยย่อยสลายเปลือกเมล็ดพันธุ์พืชช่วยให้เมล็ดงอกได้ดีและแข็งแรงกว่าปกติอีกด้วย

#### ลักษณะทั่วไปของอีเอ็ม

อีเอ็มเป็นจุลินทรีย์กลุ่มสร้างสรรค์เป็นกลุ่มที่มีประโยชน์ อีเอ็มเป็นสิ่งมีชีวิต มีลักษณะดังนี้(สฤณศลา ณ หนองคาย ,2546 : 18)

1. ต้องการที่อยู่ที่เหมาะสม ไม่ร้อนเกินไปหรือเย็นเกินไปอยู่ในอุณหภูมิปกติ
2. ต้องการอาหารจากธรรมชาติ เช่น น้ำตาล รำข้าว โปรตีนและสารประกอบอื่นๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
3. เป็นจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีและยาฆ่าเชื้อต่างๆ ได้
4. เป็นตัวเอื้อประโยชน์ของพืช สัตว์และสิ่งมีชีวิตทั้งหมด
5. อีเอ็มทำงานในที่มืดได้ดี ดังนั้นควรใช้ช่วงเย็นของวัน
6. เป็นตัวทำลายความสกปรกทั้งหลาย

#### การเก็บรักษาอีเอ็ม

1. หัวเชื้ออีเอ็มสามารถเก็บไว้ได้นาน 1 ปี โดยปิดฝาให้สนิท
2. อย่างทิ้งอีเอ็มไว้กลางแดดและอย่าเก็บไว้ในตู้เย็น เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทุกครั้งที่แบ่งไปใช้ต้องรีบปิดฝาให้สนิท เพื่อไม่ให้เชื้อ โรคหรือจุลินทรีย์ในอากาศที่เป็นโทษเข้าไปปะปน
4. การนำอีเอ็มไปขยายต่อ ควรใช้ภาชนะที่สะอาดและใช้ให้หมดในระยะเวลาที่เหมาะสม

#### ข้อสังเกตพิเศษ

- หากอีเอ็มเปลี่ยนเป็นสีดำ มีกลิ่นเหม็นน่าถือว่าอีเอ็มตายไม่สามารถใช้ได้อีก ให้นำอีเอ็มผสมน้ำรดกำจัดหญ้าและวัชพืชที่ไม่ต้องการได้
- กรณีเก็บไว้นานๆ จะมีฝ้าขาวเหนียวใต้น้ำ แสดงว่าอีเอ็มแพคตัวเมื่อเขย่าภาชนะสีขาวจะสลายตัวกลับไปอยู่ในน้ำเหมือนเดิมนำไปใช้ได้
- เมื่อนำไปขยายเชื้อในน้ำและกากน้ำตาล จะมีกลิ่นหอมและและเป็นฟองขาวๆ ภายใน 2-3 วัน ถ้าไม่มีฟองน้ำนิ่งสนิทแสดงว่าเป็นการหมักขยายเชื้อยังไม่ได้ผล

#### การประยุกต์ใช้คุณภาพ

ปัจจุบัน EM ได้รับความนิยมนำไปสู่ชาวโลก เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่มีพิษภัย มีแต่ประโยชน์ถ้าสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้องและมุ่งเน้นการไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมทำให้การขยายการใช้ EM ไปสู่เกษตรกรและองค์กรทั่วโลกแล้วกว่า 30 ประเทศ อาทิ International Nature Farming Reserch Center Movement (INFRT) Japan เป็นต้นและ California Certified Organics Farmers ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นสถาบันวิจัยเกษตรธรรมชาติได้ให้คำรับรองเมื่อ ค.ศ.1993 ว่าเป็นวัสดุประเภทจุลินทรีย์(Microbial Inoculant) ที่ปลอดภัยและได้ผลจริง 100 % สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข ได้นำไปวิเคราะห์และรับรองว่าจุลินทรีย์ EM ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ จึงสามารถนำ EM ไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการดังนี้(สกุนตลา ณ หนองคาย , 2546: 20)

1. ใช้กับพืชทุกชนิด
2. ใช้กับการปลูสดั้ว
3. ใช้กับการประมง
4. ใช้กับสิ่งแวดล้อม

#### วัตถุประสงค์หลักในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ

1. ลดต้นทุนการผลิต
2. ผลผลิตปลอดภัยและสารเคมี รักษาสิ่งแวดล้อม
3. ผลผลิตสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติดี
4. สุขภาพผู้ผลิต และผู้บริโภคแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ช่วยเหลือด้านเศรษฐกิจ และจิตใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคพัฒนาคุณภาพชีวิต
6. เป็นวิธีง่ายๆ ใครทำก็ได้

### ข้อดีและการใช้ประโยชน์

1. อีเอ็มใช้ง่าย ไม่มีอันตรายและมีราคาถูก จึงประหยัดและลดต้นทุนการผลิตได้
2. อีเอ็มช่วยในการปรับสภาพดิน ทำให้ดินร่วนซุยจึงเพิ่มผลผลิต
3. ช่วยลดการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงและฆ่าหนอนบางชนิดได้
4. ใช้ฆ่าเชื้อโรค กำจัดกลิ่น บำบัดน้ำเสีย ทำปุ๋ยหมัก
5. ใช้ในนาุ้ง ช่วยลดขี้กุ้งให้น้อยลง
6. ใช้รักษาโรคท้องร่วงจากสุกร ใช้เลี้ยงสุกรให้โตเร็ว
7. เร่งการเกิดหน่อของหน่อไม้ฝรั่ง

### ข้อเสีย

1. อีเอ็มหาซื้อยาก สถานที่จำหน่ายมีน้อย
2. ใช้ในปริมาณมากๆ อาจทำให้พืชเกิดโรคราได้
3. ถ้าใช้น้ำแฉะจะทำให้ผลผลิตไม่ดี(ศกุนตลา ณ หนองคาย , 2546: 20)

### 2.2 จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

ปัจจุบันนี้ ปริมาณน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ มีเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ปี สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร เพราะเมื่อมีประชากรเพิ่มขึ้น ปริมาณการใช้น้ำก็เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนสาเหตุอื่นที่สำคัญก็คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากการเกษตรกรรม โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงในการเกษตร

สำหรับสารปนเปื้อนในน้ำเสียนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิดด้วยกัน คือ(นวลพรรณ ณ ระนองและคณะ , 2546 : 14)

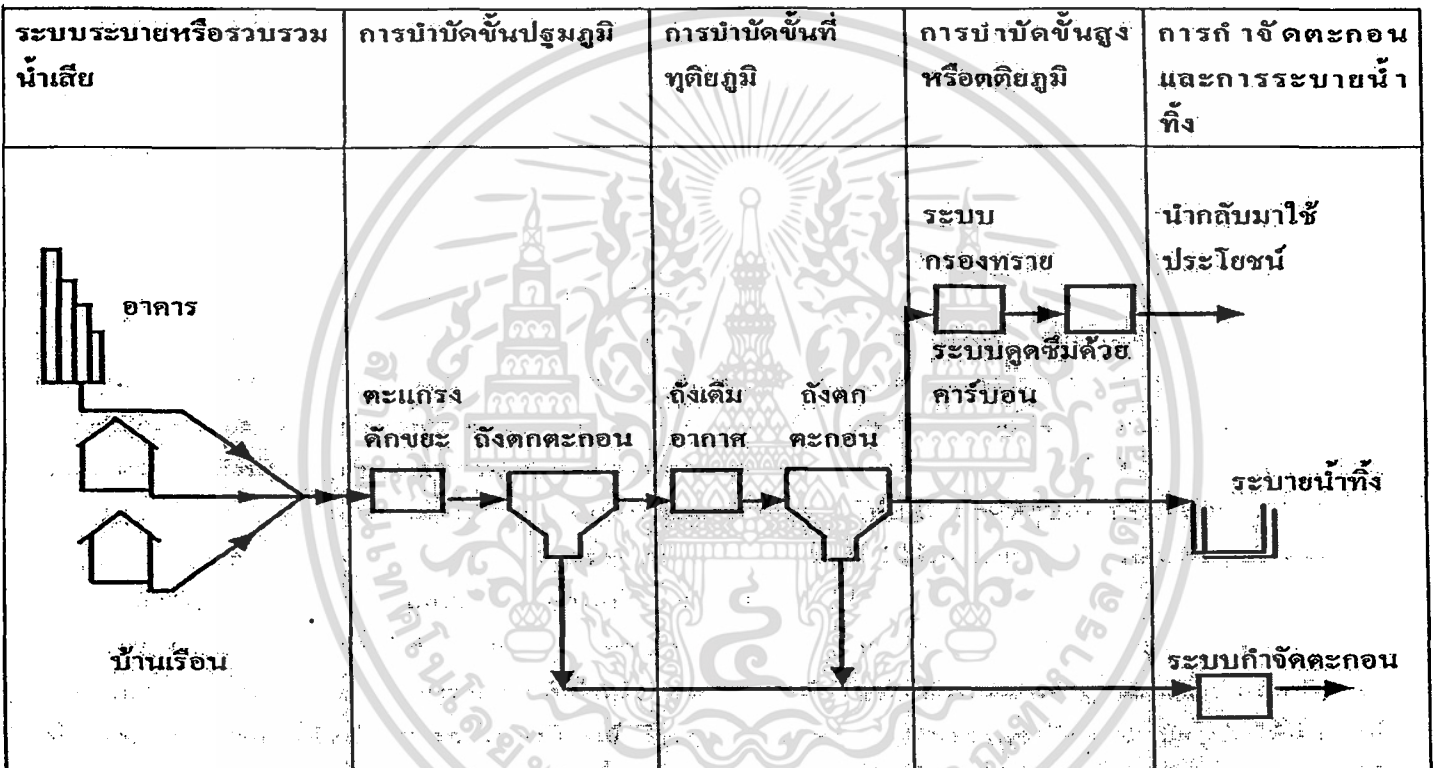
1. สารอินทรีย์ จะพบได้ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร น้ำเสียจากบ้านเรือน โดยสารอินทรีย์จะเป็นสาเหตุให้น้ำเสียนั้นมีค่า BOD (Biological Oxygen Demand) สูง
2. สารอนินทรีย์ จะพบได้ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผงซักฟอก น้ำเสียจากบ้านเรือน โดยสารอนินทรีย์จะเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้สาหร่ายและวัชพืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เช่น ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน

3. จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น น้ำเสียที่มาจากโรงพยาบาล อาจจะมีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อนออกมา เช่น จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วง ไวรัสตับอักเสบ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะเป็นโรคใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียก็คือ การกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น สารเคมี และจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้เหลือน้อยที่สุดที่จะไม่เป็นอันตรายเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง

### ขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสีย

ขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ตารางที่ 1** แสดงค่า BOD ของน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ

Source	BOD (mg/liter) <sup>a</sup>
Domestic sewage	200-600
Cattle shed and piggery effluents	10,000-25,000
Dairies	BOD500-2,000
Whey from cheese making	40,000-50,000
Meat packing and processing	100-3,000
Fruit and vegetable canning	200-5,000
Sugar refining	200-2,000
Breweries	500-2,000
Distilleries	>5,000
Palm oil processing	15,000-25,000

<sup>a</sup> Milligrams of dissolved oxygen consumed per liter on incubation for 5 days at 20°C

ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

สำหรับขั้นตอนในการใช้จุลินทรีย์ช่วยในการบำบัดน้ำเสียนั้นสามารถแบ่งได้ 2 ขั้นตอนคือ (กรมควบคุมมลพิษ , 2543 : 20)

**1. Aerobic Secondary Treatment Process** ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่จุลินทรีย์พวก aerobic เจริญเติบโต และย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เป็นคาร์บอนเนต ไนเตรท แอมโมเนีย ฟอสเฟต และซัลเฟต โดยขั้นตอนนี้สามารถเลือกได้ 2 วิธีคือ

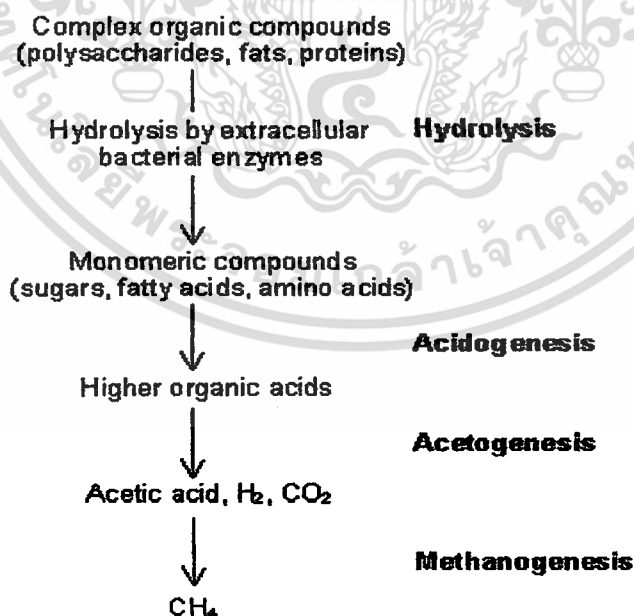
**1.1 Trickling filter tank** การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีนี้จะต้องมีถังขนาดใหญ่ โดยในถังจะมีหินเป็น support material ให้จุลินทรีย์เจริญเป็นฟิล์มเกาะอยู่ จากนั้นน้ำเสียที่ผ่านจากขั้นตอนที่ 1 จะถูกส่งเข้าไปในถังจากส่วนบน จากนั้นน้ำเสียก็จะซึมผ่านลงสู่ส่วนล่าง โดยจะมีการให้อากาศ โดยพ่นอากาศผ่านตัว support material ดังนั้นจุลินทรีย์พวก Heterotrophic ก็จะเจริญเกาะเป็นฟิล์มบริเวณชั้นบน เช่น แบคทีเรีย พวก *Pseudomonas, Zoogloea* ส่วนเชื้อรา ก็จะเป็นพวก *Fusarium, Ascoidea, Trisporon* สำหรับจุลินทรีย์ที่เจริญในชั้นล่างส่วนใหญ่จะเป็นพวก Autotrophic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nitrifying bacteria เช่น *Nitrosomonas* ซึ่งจะ oxidize แอมโมเนียไปเป็นไนเตรท และ *Nitrobacter* จะ oxidize ไนเตรทไปเป็นไนเตรท

1.2 Activated sludge process การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีนี้จะมีการเติมจุลินทรีย์ลงไป ในน้ำเสียที่ผ่านจากขั้นตอนที่ 1 และมีการให้อากาศตลอดเวลา เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ในขบวนการนี้ก็จะเป็จุลินทรีย์ พวกเดียวกับจุลินทรีย์ใน Trickling filter tank แต่จะมี slime-forming bacteria คือ *Zoogloearamigera* เป็นจุลินทรีย์สำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์เจริญขึ้นก็จะจับตัวกันเป็นตะกอนตกอยู่ที่ ก้นถัง จากนั้นตะกอนเหล่านี้ก็จะถูกส่งต่อไปยังถังที่มีจุลินทรีย์พวก anaerobic เพื่อย่อยสลายต่อไปสำหรับตะกอนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากขั้นตอนนี้สามารถนำกลับมาใช้เป็น inoculum สำหรับบำบัดน้ำเสียที่จะเข้ามาใหม่ได้อีก การบำบัดน้ำเสียโดยวิธี Aerobic Secondary Treatment จะสามารถลดค่า BOD ได้ถึง 20 mg ออกซิเจนต่อลิตร

2. Anaerobic Secondary Treatment Process หลังจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์จำพวก aerobic แล้ว ตะกอนที่เกิดจากการย่อยสลายจะถูกส่งไปยังถังย่อยสลายที่มีจุลินทรีย์พวก anaerobic จุลินทรีย์พวกนี้ไม่ต้องใช้ออกซิเจนเพื่อการเจริญเติบโต และตะกอนส่วนใหญ่ก็จะเป็นพวก insoluble organic matter เช่น cellulose กระบวนการย่อยสลายจะแบ่งเป็น 2 stage ด้วยกัน คือ acid-forming และ methane-forming (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 กระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์พวก anaerobe ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ใน acid-forming stage จะเป็นพวก obligate aerobes ซึ่งจะใช้ในเครทเป็น electronacceptor สำหรับ methane-forming stage นั้น จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นพวก strictly anaerobes เช่น *Methanobacterium* *Methanobacillus* และ *Methanococcus* ซึ่งจะสามารถเปลี่ยนอะซิเตต ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ให้เป็น มีเทน ( $CH_4$ ) ได้

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว จะมีค่า BOD ลดลงสามารถปล่อยลงสู่ แม่น้ำ ลำคลอง ได้โดยไม่ทำให้แหล่งน้ำนั้นเน่าเสีย ส่วนตะกอนที่ได้ก็สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ หรือปุ๋ยได้ วิธีหนึ่งที่จะช่วยในการบำบัดน้ำเสียได้คือ การคัดแยกขยะตามประเภทของขยะ เพราะนอกจากจะช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำเสียแล้ว ยังเป็นการ recycle ขยะ และยังเป็นการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างรู้คุณค่าด้วย

### 2.3 ลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสียหรือน้ำโสโครก(Sewage or waste water) หมายถึง น้ำที่ใช้แล้วในกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน จากบ้านเรือน อาคารพาณิชย์ สถานประกอบการต่างๆ ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจมีทั้งน้ำได้ดิน น้ำฟิวคินและน้ำฝนรวมอยู่ด้วย

ปริมาณ ปริมาณหรือปริมาตรของน้ำเสียในแต่ละชุมชนขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายอย่าง ในชุมชนที่เป็นที่พักอาศัย(Residential) โดยเฉพาะน้ำเสียอาจมีประมาณ 150-200 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยไม่คิดรวมน้ำฝน สำหรับในชุมชนที่มีการอุตสาหกรรม ปริมาณน้ำเสียอาจมีมากถึง 600-800 ลิตรต่อคนต่อวัน ปริมาณน้ำเสียในชุมชนที่มีน้ำประปาใช้ จะมีเท่ากับประมาณ 2 ใน 3 ของน้ำประปาที่ใช้ ส่วนอีก 1 ใน 3 ใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม และการรดน้ำต้นไม้กับสนาม ซึ่งไม่เก็บคืนมาในรูปของน้ำเสีย

ลักษณะที่สำคัญอีกอย่างของปริมาณน้ำเสีย คือ มีอัตราการไหลแปรเปลี่ยนตลอดวัน เช่น ชุมชนที่เป็นที่อยู่อาศัยอาจมีอัตราการไหลสูงสุดของน้ำเสียอยู่ระหว่างช่วงเช้าถึงเที่ยงเพราะมีการซักฟอกและทำความสะอาดครัวเรือน และมีประมาณร้อยละ 225 ของอัตราเฉลี่ยประจำวัน สำหรับย่านอาคารพาณิชย์และโรงงานอุตสาหกรรมอัตราการไหลมักจะสม่ำเสมอตลอดวัน โดยมีอัตราสูงสุดประมาณร้อยละ 150 ของอัตราการไหลเฉลี่ยประจำวัน

แหล่งที่มาของน้ำเสีย

น้ำเสียมีแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ดังนี้

1. น้ำเสียจากคนและสัตว์
2. น้ำเสียจากครัวเรือน
3. น้ำฝน

เอกสาร 4. นี้ น้ำได้ดินที่ไหลซึมเข้าไปในท่อน้ำเสีย เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. น้ำเสียจากการอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากคนและสัตว์ ได้แก่ อุจจาระปัสสาวะ และมูลสัตว์ที่ลงสู่ท่อน้ำเสีย น้ำเสียเหล่านี้มีความสำคัญที่สุดเพราะอาจมีเชื้อโรคอยู่ด้วย การกำจัดน้ำเสียเหล่านี้อย่างถูกวิธีจึงมีความสำคัญยิ่ง

น้ำเสียจากครัวเรือน ได้แก่ น้ำซักผ้า น้ำอาบ น้ำห้องน้ำ น้ำล้างชาม น้ำในครัวเรือน น้ำประกอบอาหาร เป็นต้น น้ำเสียเหล่านี้จะมีสบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร ไขมัน เป็นต้น

น้ำฝนและน้ำล้างถนน น้ำฝนที่ไหลไปตามพื้นดินจะพาเอาดินทราย ใบไม้ และขยะ ลงสู่ท่อน้ำเสีย ในบางแห่งมีระบบท่อระบายน้ำฝน โดยเฉพาะต่างหากจากน้ำเสียอื่นๆ

น้ำใต้ดินที่ไหลซึมเข้าท่อน้ำเสีย ท่อน้ำเสียปกติฝังอยู่ใต้ดินและในบางแห่งอาจวางอยู่ต่ำกว่าระบบน้ำใต้ดิน น้ำใต้ดินสามารถซึมเข้าท่อตามข้อต่อได้ อัตราการซึมคิดเป็นลิตรต่อวันต่อกิโลเมตรหรือแกลลอนต่อวันต่อไมล์ บางแห่งอาจคิดเป็นลิตรต่อวันต่อเฮกตาร์ หรือแกลลอนต่อวันต่อเอเคอร์ของพื้นที่น้ำใต้ดิน ซึ่งเข้าท่อน้ำเสียได้สำหรับอัตราการซึมนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะข้อต่อของท่อ ลักษณะของดินภาวะของน้ำใต้ดิน และอัตราฝนตก เป็นต้น

น้ำเสียจากการอุตสาหกรรม น้ำเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรมอาจจะมีผงซักฟอกออกมาเป็นฟองลอย และสารเคมีอันตราย ซึ่งจำเป็นต้องมีการกำจัดเบื้องต้นหรือการกำจัดอย่างสมบูรณ์ที่โรงงานก่อนที่จะรับอนุญาตให้ปล่อยลงสู่ท่อน้ำเสียหรือแหล่งน้ำสาธารณะ

### 2.4 สิ่งขั้บถ่ายในน้ำเสีย (Contaminants in wastewater)

สิ่งเจือปนที่ทำให้น้ำเสียจะประกอบด้วยสารที่แสดงสมบัติทางกายทางเคมีและชีววิทยา สิ่งเจือปนที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียมักดังต่อไปนี้ คือ(นวลพรรณ ณ ระนอง, 2546 : 23)

#### 1. จุลินทรีย์(Microorganisms)

น้ำเสียที่มีความสกปรกสูงจะพบว่ามีจุลินทรีย์ปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย โรงพยาบาลและโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นวัตถุดิบ ซึ่งจะพบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่สามารถแพร่ระบาดทางน้ำได้ ได้แก่ โปริโตซัว แบคทีเรียและไวรัส

### ตารางที่ 2 โรคระบบทางน้ำที่มีสาเหตุจากโปรโตซัว

ชนิด	โรค	แหล่งที่พบ
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis	อุจจาระคนและสัตว์
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amoebic dysentery	อุจจาระคนและสัตว์
<i>Acanthamoeba castelani</i>	Amoebic meningodncethalitis	ดินและน้ำ
<i>Navgleria gruderi</i>	Amoebic meningodncethalitis	ดินและน้ำ
<i>Balantidium coil</i>	Dysentery/intestinal ulcers	อุจจาระคน
<i>Cryptosporidium</i>	Cryptosporidiosis	อุจจาระคนและสัตว์

ที่มา : Metcalf & Eddy , Inc . 1991. 85 p.

### ตารางที่ 3 โรคระบบทางน้ำที่มีสาเหตุจากแบคทีเรีย

ชนิด	โรค	แหล่งที่พบ
<i>Salmonella typhi</i>	Typhoid fever	อุจจาระคน
<i>Salmonella paratyphi</i>	Paratyphoid fever	อุจจาระคน
<i>Shigella</i>	Bacillary dysentery	อุจจาระคน
<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera	อุจจาระคน
Enteropathogenic E.coil	Gastroenteritis	อุจจาระคน
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis	อุจจาระคนและสัตว์
<i>Campylobactor jejuni</i>	Gastroenteritis	อุจจาระคนและสัตว์
<i>Legionella pneumophila</i>	Legionnaire's disease	น้ำ
<i>Leptospira</i>	Leptospirosis (Weil's disease)	อุจจาระและปัสสาวะของสัตว์

ที่มา : Metcalf & Eddy , Inc . 1991. 85 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4 โรคที่แพร่ระบาดทางน้ำที่มีสาเหตุจากไวรัส

ชนิด	เซโรไทป์ (serotypes)	ลักษณะอาการหรือโรค
A. Enteroviruses Poliovirus	3	paralysis, aseptic meningitis
Coxsackievirus A	23	Herpangia, aseptic meningitis, respiratory illness, paralysis, fever
Coxsackievirus B	6	Pleurodynia, aseptic meningitis, Pericarditis, myocarditis, congenital heart disease, anomalies, nephritis, fever
Echovirus	34	Respiratory infection, aseptic meningitis, Diarrhea, pericarditis, myocarditis, fever And rash
Enteroviruses Hepatitis A virus (HAV)	4	Meningitis, respiratory illness infection hepatitis
B. Reoviruses	3	Respiratory disease
C. Rotaviruses	4	Gastroenteritis
D. Adenoviruses	41	Respiratory disease, acute conjunctivitis, Gastroenteritis
E. Norwalk agent (Calicivirus)	1	Gastroenteritis
F. Astroviruses	5	Gastroenteritis

ที่มา : Metcalf & Eddy , Inc . 1991. 86 p.

#### 2. สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable organics)

สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและแหล่งพลังงาน เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและน้ำมัน เป็นต้น ซึ่งจะพบมากในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร สิ่งเจือปนประเภทนี้จะแสดงในรูปบีโอดีและซีโอดี การปล่อยสารมลพิษกลุ่มนี้ลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัดจะก่อให้เกิดการย่อยสลายจุลินทรีย์ตามธรรมชาติทำให้แหล่งน้ำนั้นขาดออกซิเจน เกิดกลิ่นเหม็นและน้ำสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 น้ำเสียจากพวกคาร์โบไฮเดรต

น้ำเสียจากโรงงานผลิตเส้นไหม โรงงานขนมปัง โรงงานแป้ง โรงงานน้ำตาล โรงงานสุรา ฯลฯ จะมีคาร์โบไฮเดรตผสมอยู่มาก โดยเฉพาะแป้งและน้ำตาล น้ำเสียประเภทนี้สามารถบำบัดได้โดยง่ายโดยวิธีทางชีววิทยา ในบางครั้งต้องเติมสารอาหารพวกเกลือแร่ลงไปด้วย

## 2.2 น้ำเสียพวกไขมัน

น้ำเสียที่มีไขมันผสมอยู่มาก ได้แก่ โรงงานผลิตน้ำมันพืช โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานปลากระป๋อง โรงงานผลิตนมและเนย เป็นต้นบางครั้งถ้าไขมันรวมตัวเป็นหยดก็ยากที่จะบำบัดด้วยวิธีทางชีววิทยา ถ้าไขมันจับตัวเป็นคราบลอยอยู่ที่ผิวหน้าจะเป็นตัวยับยั้งการละลายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่ น้ำ ก่อให้เกิดปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสีย

## 2.3 น้ำเสียพวกโปรตีน

น้ำเสียจากโรงงานแปรรูปอาหารสัตว์และสัตว์น้ำ โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตเต้าหู้ พบว่ามีโปรตีนละลายน้ำผสมอยู่ในน้ำเสียปริมาณสูงนอกจากนั้นยังพบว่าน้ำเสียบางชนิดมีไขมันผสมอยู่มาก น้ำเสียประเภทนี้เหมาะกับการบำบัดด้วยวิธีทางชีววิทยาในบางครั้งคงมีการเติมแหล่งคาร์บอนลงไป ในน้ำเสียเพื่อให้จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 3. ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)

สิ่งสกปรกต่างๆ ที่อยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและในรูปของสารแขวนลอย เช่น เศษเยื่อกระดาษ ดินและทราย ซึ่งมีผลทำให้น้ำขุ่น ของแข็งแขวนลอยมีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ ถ้ามีระบบระบายน้ำเสียที่มีของแข็งแขวนลอยปะปนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะทำให้เกิดการสะสมของตะกอน นอกจากนี้ยังปิดกั้นแสงแดดที่ส่องลงมาในน้ำ ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและสาหร่ายที่อยู่ในน้ำลดลงเกิดการสะสมและการย่อยสลายเป็นการลดปริมาณของออกซิเจนละลายในน้ำให้ลดลงได้ทางหนึ่งพบว่าน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีของแข็งปะปนด้วยเป็นจำนวนมาก

## 4. ธาตุอาหาร (Nutrients )

สารประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์และพืชที่ติของพืชน้ำด้วย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตามธรรมชาติจะถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่แหล่งน้ำเป็นประจำอยู่แล้ว ในปัจจุบันพบว่าสารประกอบของธาตุทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นมากในแหล่งน้ำเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การใช้ผงซักฟอกชำระล้างสิ่งสกปรก การใช้ปุ๋ยเคมีในทางการเกษตรคดลอกจนน้ำเสียจากโรงงานสุราและ โรงงานน้ำตาล ถ้าระบายน้ำเสียที่มีธาตุทั้งสองลงสู่แหล่งน้ำจะเร่งการเจริญเติบโตของพืชน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายเซลล์เดียวที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า อัลจี (Algae) ทำให้เกิดสภาพที่เรียกว่าสาหร่ายเบ่งบาน (Algae bloom) หรือยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ทำให้แหล่งน้ำมีสีต่างๆ เช่น แดง เขียว เหลือง ตามชนิดของสาหร่ายที่เกิดขึ้นและเกิดความขุ่นขึ้นซึ่งแสดงถึงความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำนั้นๆเมื่อสาหร่ายตายลงมีการสลายตัวเกิดกลิ่นเหม็นและแหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียในที่สุด

#### 5. สารมลพิษปฐมภูมิ ( Priority pollutants )

สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์บางชนิดมีการพิสูจน์หรือสันนิษฐานว่าสามารถก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ทำให้ตัวอ่อนมีลักษณะผิดปกติหรือมีพิษเฉียบพลัน สารมลพิษประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น สารหนู ไซยาไนต์ ตลอดจนสารเคมีที่ใช้ในการปราบศัตรูพืชบางชนิด เช่น endrin , lindane , toxaphene เป็นต้น สารมลพิษปฐมภูมิจะปนเปื้อนน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม

#### 6. สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากหรือไม่ถูกย่อยสลาย (Refractory organics)

สารเหล่านี้ไม่สามารถสลายตัวในระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป จึงพบว่าการสะสมเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆในสิ่งแวดล้อมและมีสารหลายตัวที่เพิ่มความเข้มข้นหรือสะสมในสิ่งมีชีวิตตามลำดับต่างๆในห่วงโซ่อาหาร สารต่างๆเหล่านี้ได้แก่ สารลดแรงตึงผิว ผงซักฟอก ฟีนอล และสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช สารต่างๆเหล่านี้อาจทำให้สภาพของแหล่งน้ำเน่ารังเกียจ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดกลิ่นและรสในแหล่งน้ำได้ สารต่างๆเหล่านี้จะปะปนในน้ำเสียชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างเสมอ

#### 7. โลหะหนัก (Heavy metals )

โลหะหนักส่วนมากจะปะปนในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานชุบโลหะ โรงงานผลิตสีย้อมผ้า โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตแบตเตอรี่ โรงงานผลิตหลอดภาพ โทรทัศน์ เป็นต้น โลหะหนักที่พบได้แก่ สังกะสี ทองแดง แคดเมียม ปรอท โคบอลต์ ตะกั่ว ซึ่งพบว่าก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมากถ้าไม่มีการกำจัดออกจากริ่ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ วิธีการที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียประเภทนี้ คือ วิธีการทางเคมีโดยการตกตะกอนผลึกให้เกิดสารประกอบโลหะไฮดรอกไซด์ต่างๆ และตกตะกอนออกจากริ่

#### 8. สารอนินทรีย์ละลายน้ำ (Dissolved inorganics )

สารประกอบที่ละลายน้ำ ได้แก่ แคลเซียม โซเดียม คาร์บอเนต ไนเตรท ซัลเฟต คลอไรด์ เป็นต้น ซึ่งแสดงในรูปของปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (ทีดีเอส) การปล่อยน้ำเสียที่มีสารต่าง ๆ เหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะเป็นการเพิ่มปริมาณเกลือต่างๆ ให้สูงขึ้นและก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ คือ น้ำมีรสชาติผิดปกติ สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคและการบริโภคควรมีค่าทีดีเอสไม่เกิน 500 มก./ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ลักษณะของน้ำเสียชุมชนทั่วไป

ลักษณะ	ความเข้มข้น(มก./ลิตร)		
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
บีโอดี	400	220	110
ซีโอดี	1000	500	250
สารอินทรีย์ในโตรเจน	35	15	8
แอม โมเนียในโตรเจน	50	25	12
ไนโตรเจนทั้งหมด	85	40	20
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	15	8	4
ของแข็งทั้งหมด	1200	720	350
ของแข็งละลายน้ำ	350	220	100

ที่มา : Metcalf & Eddy , Inc . 1991. 88 p.

## 2.5 ขบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียนั้นจะมีขบวนการหรือขั้นตอน รวมทั้งระบบที่ใช้ในการบำบัดหลายระบบ และหลายขั้นตอน ซึ่งในเรื่องของกระบวนการนั้นจะประกอบด้วย การบำบัดโดยกายภาพ โดยชีวภาพ และ โดยเคมี

การบำบัดโดยกายภาพ เป็นขั้นตอนในการดักสิ่งเจือปนในน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่ เช่น กรวด หิน ดิน ทราย ขยะ ตลอดจนไขมันและน้ำมันต่างๆ ออกจากน้ำเสียในขั้นเริ่มต้นของกระบวนการ และมีการบำบัดโดยกายภาพอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อทำการแยกตะกอนออกจากน้ำที่ผ่านขั้นตอนการบำบัดโดยชีวภาพแล้ว

การบำบัดโดยชีวภาพ เป็นขบวนการที่เกิดจากจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติใช้สารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำเสียเป็นอาหาร เมื่อเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ น้ำ และเซลจุลินทรีย์ตัวใหญ่จำนวนมาก ซึ่งสามารถแยกออกจากน้ำได้ ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์หรือความสกปรกในน้ำลดลงหรือหมดไป ในขบวนการบำบัดโดยชีวภาพ จึงเป็นการควบคุมปริมาณน้ำเสียให้สัมพันธ์กับปริมาณจุลินทรีย์ และเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายให้เหมาะสม จุลินทรีย์ที่ใช้อาจเป็นชนิดใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบบำบัด ซึ่งขั้นตอนชีวภาพเป็นขั้นตอนหลักในระบบบำบัดน้ำเสีย

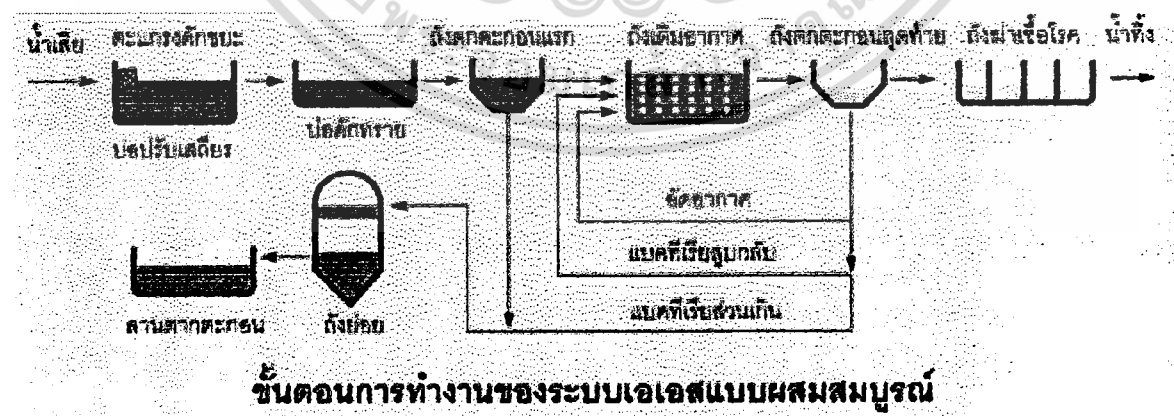
การบำบัดน้ำเสียโดยเคมี เป็นขบวนการบำบัดที่ต้องการแยกหรือกำจัดสารเคมี หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัดโดยทางกายภาพ หรือชีวภาพ ได้ยากหรือไม่ได้เลย เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรด ค่างสูงๆ การฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น ในขบวนการบำบัดน้ำเสีย อาจมีขั้นตอนการบำบัดโดยเคมี ในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้น้ำใสสะอาดและปราศจากเชื้อโรค สามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีนี้ไปใช้สำหรับบริโภคได้

การบำบัดโดยชีวภาพ ที่นิยมใช้ในประเทศไทยมี 5 ระบบ ได้แก่(องค์การบำบัดน้ำเสีย , 2545: 24)

1. ระบบเอเอส (Activated Sludge - AS)
2. ระบบคลองงานเวียน (Oxidation Ditch - OD)
3. ระบบจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactors - RBC)
4. ระบบบ่อคั้ง (Oxidation Pond)
5. ระบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

#### 1. ระบบเอเอส (Activated Sludge - AS)

เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2457 ปัจจุบันเป็นระบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย พร้อมทั้งมีการประยุกต์ระบบให้สอดคล้องต่อการใช้งานได้มากขึ้น หลักการที่สำคัญของระบบนี้ได้แก่ การเติมอากาศและ การนำตะกอนส่วนหนึ่งมาใช้ใหม่ รายละเอียดในแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบดังนี้



#### ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของระบบเอเอสแบบสมบูรณ์

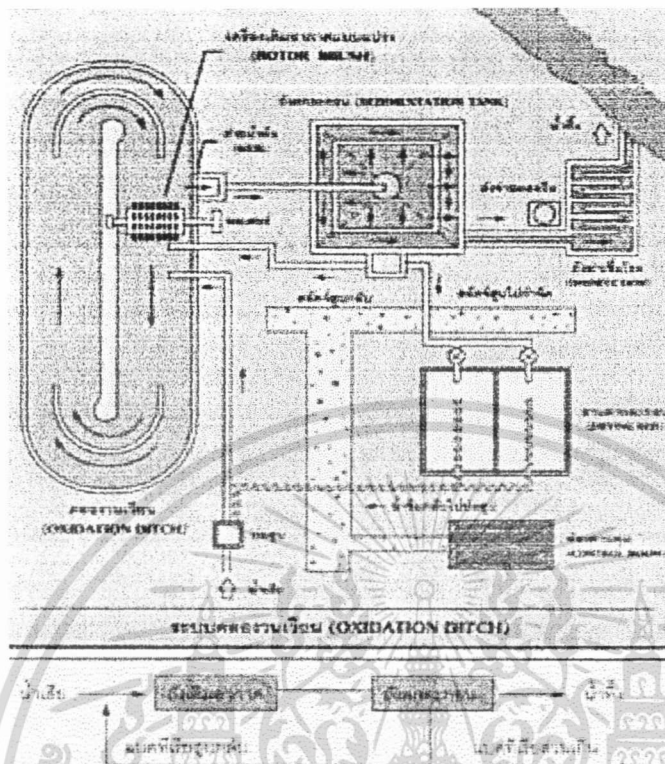
ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดทางกายภาพข้างต้น จะถูกสูบเข้าสู่ถังเติมอากาศหลายวิธี ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและ วัตถุประสงค์ของการใช้งาน วิธีการเติมอากาศที่นิยมใช้กัน ได้แก่ การเติมอากาศแบบสมบูรณ์ (Complete - mix) ซึ่งน้ำเสียและ อากาศจะ ได้รับการผสมเข้ากันเป็นอย่างดี มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากันเกือบทั้งหมด ทำให้สามารถรองรับน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากชุมชน โดยทั่วไป ได้ดี และยังมีศักยภาพในการป้องกันการล้มเหลวของระบบ (Shock Loads) การเติมอากาศจะช่วยให้ จุลินทรีย์เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ในตะกอนแขวนลอยได้ดีขึ้น โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะสลาย สารอินทรีย์และ สิ่งสกปรกในน้ำเสียเป็นอาหารหลังจากนั้นจึงเข้าสู่ถังตะกอนสุดท้าย เพื่อแยก ตะกอนและน้ำใสออกจากกัน โดยตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศให้อยู่ในภาวะสมดุล ตะกอนส่วนเกินจะถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไปโดยทั่วไประบบเอเอส จะมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียได้สูง โดยสามารถลดค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) ของน้ำเสียได้ร้อยละ 80 - 95 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและ ปัจจัยควบคุมการทำงานของระบบ

## 2. ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch -OD)

ระบบนี้จัดเป็นระบบเอเอสประเภทหนึ่ง แต่ใช้วิธีการเติมอากาศด้วยคลองวนเวียน โดยน้ำเสียจะไหลภายในคลองวนเวียนอย่างช้า ๆ ด้วยความเร็วประมาณ 0.25-0.35 เมตร/วินาที เพื่อให้เกิดการเติมอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการเดินระบบและ บำรุงรักษาลงได้ ทำให้มีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพียงบางจุด เพื่อช่วยให้จุลินทรีย์สามารถทำงาน ได้อย่างเต็ม ประสิทธิภาพ ระบบคลองวนเวียนนี้เหมาะสมกับชุมชนขนาดเล็ก และมีราคาที่ดินไม่สูงจนเกินไป เนื่องจากการก่อสร้างคลองวนเวียนต้อง ใช้จำนวนที่ดินมากกว่าถังเติมอากาศแบบปกติ ระบบนี้ สามารถลดค่า BOD ของน้ำเสียได้ร้อยละ 75-95



**ภาพที่ 5 ระบบคลองวนเวียน(Oxidation Ditch -OD)**

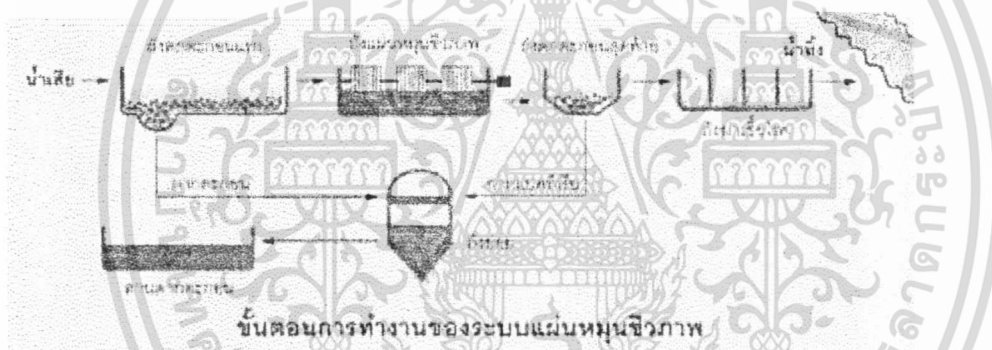
ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

เนื่องจากระบบเอเอสและระบบคลองวนเวียนต่างก็อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์เป็นหลัก ดังนั้นการควบคุมสภาพแวดล้อม อาทิ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - ด่าง และค่าความกระด้าง (Alkalinity) เพื่อให้จุลินทรีย์ทำงาน ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง นอกเหนือจากการควบคุมการทำงานของเครื่องมือ - อุปกรณ์ หากไม่สามารถควบคุมให้สามารถทำงานได้ตามปกติ อาจก่อให้เกิดปัญหาตามมาได้ ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ การลอยตัวของตะกอนในถังตกตะกอน ทั้งในรูปตะกอนขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ บางครั้งเป็นตะกอนสีน้ำตาลและส่งกลิ่นเหม็น สาเหตุที่สำคัญของปัญหาเหล่านี้ ส่วนหนึ่งเกิดจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกลุ่ม Filamentous ปฏิกริยาที่ก่อให้เกิดก๊าซไนโตรเจนมากเกินไปรวมทั้งคุณลักษณะด้านกายภาพและเคมีของน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบ วิธีการแก้ไขปัญหานี้จำเป็นต้องดำเนินการเป็นเฉพาะกรณี แต่วิธีที่สำคัญได้แก่ การตรวจวัดและปรับสภาพน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม การควบคุมปริมาณออกซิเจนของน้ำเสียในขั้นตอนการเติมอากาศ ให้อยู่ในระดับเฉลี่ย 2 มิลลิกรัม/ลิตร การควบคุมอัตราส่วนระหว่างสารอินทรีย์และปริมาณจุลินทรีย์ การควบคุมอายุของจุลินทรีย์รวมทั้งการใช้สารเคมีบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ระบบจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactors - RBC)

เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมัน เมื่อปี พ.ศ.2503 โดยคุณลักษณะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มี ลักษณะเป็นแผ่นแบนและกลมคล้ายจาน (Circular Disk) ขนาดใหญ่ทำด้วยพลาสติก Polystyrene หรือ Polyvinyl Chloride (PVC) วางเรียงใกล้ๆ กัน และพื้นผิวโดยรอบของแผ่นจานจะมีลักษณะ โปรงเป็นซี่ๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์เกาะติดได้มากขึ้น โดยส่วนหนึ่งของแผ่นจานจะจมอยู่ในน้ำเสียประมาณ 35 - 40 % แล้วหมุนอย่างช้าๆ เพื่อผลัดเปลี่ยนให้ส่วนอื่นๆ ของแผ่นจานได้สัมผัสกับน้ำเสียเช่นกัน ในขณะที่แผ่นจานจมอยู่ในน้ำเสีย จุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่จะดึงอาหารซึ่งเป็น สารอินทรีย์จากน้ำเสียและจะเกิดการย่อยสลายได้คิขึ้น เมื่อส่วนของแผ่นจานนั้นเครื่องตัวขึ้นเหนือน้ำ ทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนในอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการย่อยสลายของสารอินทรีย์ น้ำเสียจึงได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น นอกจากนี้การหมุนของแผ่นจานจะเป็นการช่วยเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำเสียไปในตัว



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

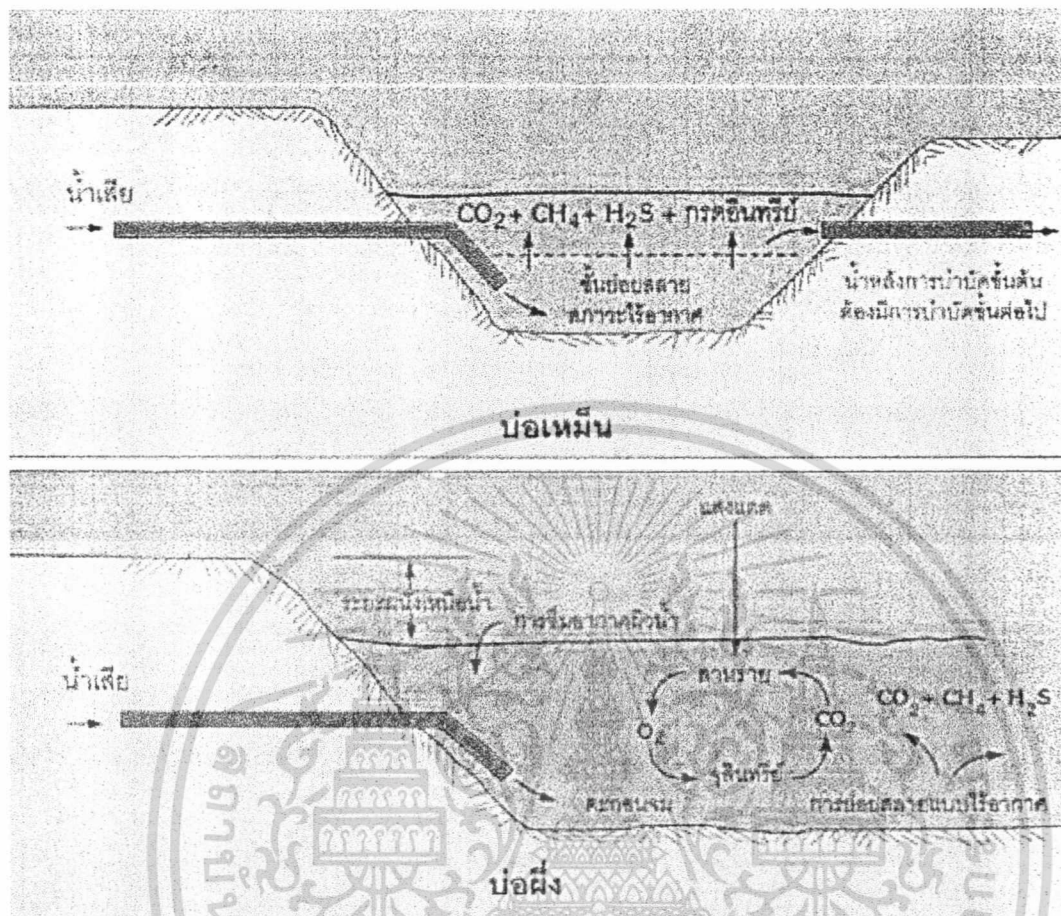
ทำให้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บนแผ่นจานจะเพิ่มความหนาขึ้นเรื่อยๆ โดยทั่วไปจะมีความหนาประมาณ 1-4 มิลลิเมตร โดยบริเวณที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีที่สุด จะอยู่ที่พื้นผิวชั้นนอกความหนาไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร ส่วนบริเวณที่ลึกเข้าไปด้านในจะเริ่มมีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ไม่ดีเท่าที่ควร และจุลินทรีย์ที่อยู่ด้านในจะตายและหลุดออกไปในที่สุด เซลล์ใหม่ด้านนอกจะเจริญเติบโตขึ้นมาแทนที่อย่างเป็นวัฏจักร ระบบนี้สามารถลดค่า BOD ของน้ำเสียได้ร้อยละ 85 - 95 อย่างไรก็ตาม ระบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นไม่สูงมากนัก และผ่านการบำบัดขั้นต้นก่อน เช่น การตกตะกอนเพื่อลดความเข้มข้นของน้ำเสีย ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งต่อการเลือกระบบนี้ใช้ได้แก่ สภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หากเป็นพื้นที่ที่มีอากาศหนาว จุลินทรีย์ก็อาจจะเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ จากการศึกษาพบว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิค่าสุดของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อการใช้งานของระบบนี้ ได้แก่ 12.8 องศาเซลเซียส ปัญหาที่พบบ่อยจากการใช้งาน ได้แก่ การชำรุดของอุปกรณ์ เช่น บริเวณแกนของแผ่นงานหรือแผ่นพลาสติก การชำรุดของเครื่องจักรกลที่ทำให้หมุน และปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น การชำรุดของอุปกรณ์เหล่านี้ ส่วนใหญ่เกิดจากการที่ออกแบบระบบ ให้รับน้ำหนักได้ไม่เพียงพอ หรือเกิดจากการที่ได้รับความร้อนหรือแสงอุลตราไวโอเล็ตมากเกินไป

#### 4. ระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Pond)

เป็นบ่อคินที่มีการออกแบบให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสีย โดยวิธีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเป็นหลัก โดยมีแสงแดดและสาหร่ายเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในบ่อ เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้น ความลึกของบ่อจึงอยู่ในระดับที่แสงแดดสามารถส่องได้อย่างทั่วถึง โดยทั่วไปมีความลึกไม่เกิน 1.5 เมตร ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบนี้ ได้แก่ ปริมาณสาหร่าย ความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสีย เพื่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ เป็นต้น โดยทั่วไปบ่อผึ่งจะสามารถลดค่า BOD ลงได้ร้อยละ 60 - 80 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการใช้บ่อผึ่งนี้จะต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมากจึงเหมาะสำหรับชุมชนที่มีราคาที่ดินต่ำ ดูแลและควบคุมได้ง่าย รวมทั้งน้ำเสียจะต้องการความสกปรกไม่มากนักเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Pond)

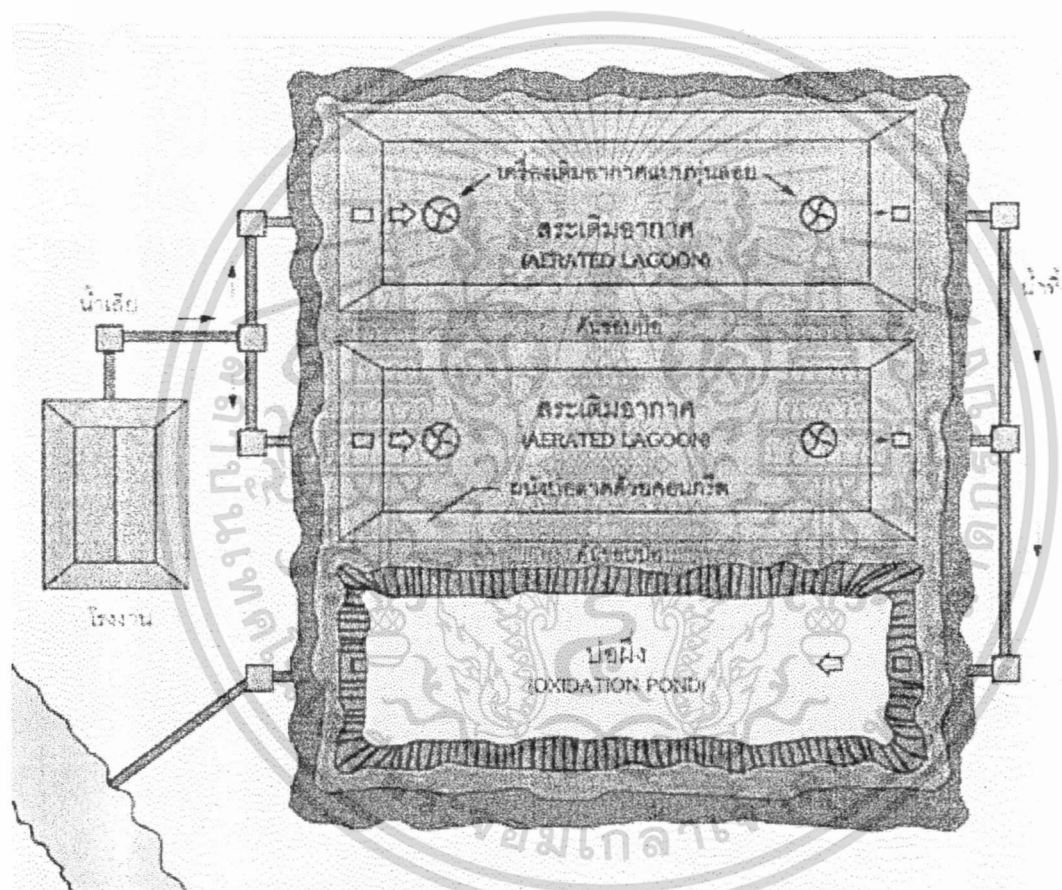
ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

ปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปของบ่อผึ่ง ได้แก่ ปัญหาเรื่องกลิ่น ซึ่งอาจจะเกิดจากความสกปรกของน้ำเสียสูงเกินกว่าที่ระบบสามารถรองรับได้ ทำให้เกิดภาวะมีออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุมาจากการขาดแคลนปริมาณสาหร่ายหรือ ฟิชน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณออกซิเจน จากขบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งขบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน บริเวณส่วนล่างของบ่อ จะทำให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น อาทิ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซมีเทนเป็นต้น การเพิ่มประสิทธิภาพของบ่อผึ่งให้เหมาะสมกับความสกปรกของน้ำเสียจึงเป็น มาตรการที่สำคัญต่อการแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งอาจจะทำได้โดยการใช้เครื่องจักรกลเข้ามาช่วย เช่น การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ รวมทั้งการก่อสร้างบ่อให้เพียงพอ ส่วนทำเลที่ตั้งของระบบนี้จะต้องอยู่ห่างไกลจากชุมชน และควรปลูกต้นไม้เป็นรั้วธรรมชาติเพื่อลดการฟุ้งกระจายของกลิ่นสู่ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5. ระบบเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

ลักษณะเป็นสระดินเหมือนกับบ่อฝั่แต่มีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง แทนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายหรือพืชน้ำอื่นๆ ขนาดของสระเติมอากาศจึงเล็กกว่าบ่อฝั่ นอกจากนี้ยังมีความลึกมากกว่า แต่ไม่ควรลึกมากกว่า 4 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องเติมอากาศอาจไม่สามารถเติมออกซิเจนได้อย่างเพียงพอ ทำให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้



ภาพที่ 8 ระบบเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

ที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html>

การสร้างระบบสระเติมอากาศ จะต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงเหมาะสมกับชุมชนที่มีราคาที่ดินไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถรับน้ำเสียหรือสารมลพิษที่ไหลเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหันได้ รวมทั้งสามารถควบคุมปัญหาเรื่องกากตะกอนหรือปัญหาเรื่องกลิ่นได้ดี สระเติมอากาศจึงเหมาะต่อการบำบัดน้ำเสีย ทั้งจากชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษ และ โรงงานผลิตอาหาร เป็นต้น(องค์การบำบัดน้ำเสีย,2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 มาตรฐานน้ำทิ้ง

### ตารางที่ 6 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด							
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					วิธีวิเคราะห์
		ก	ข	ค	ง	จ	
1.ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ(pH Meter)
2. บีโอดี(BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน20	ไม่เกิน30	ไม่เกิน40	ไม่เกิน50	ไม่เกิน200	ใช้วิธีการ Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกันหรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ
3. ปริมาณของแข็ง  - ค่าสารแขวนลอย (Suspended solids)	มก./ล.	ไม่เกิน30	ไม่เกิน40	ไม่เกิน50	ไม่เกิน50	ไม่เกิน60	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน0.5	ไม่เกิน0.5	ไม่เกิน0.5	ไม่เกิน0.5	-	วิธีการกรวยอิมฮอฟฟ์(Imhoff cone) ขนาดบรรจุ 1000 ลบ.ซม. ในเวลา 1 ชม.
-ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด(Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน500*	ไม่เกิน500*	ไม่เกิน500*	ไม่เกิน500*	-	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสในเวลา 1 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					วิธีวิเคราะห์
		ก	ข	ค	ง	จ	
4. กำมะถันไฟต์ (Sulfide)	มก./ล	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่ เกิน 4.0	-	วิธีการไตเตรต(Titrate)
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ทีเคเอ็น(TKN)	มก./ล	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่ เกิน 40	-	วิธีการเจลดาคัล(Jeldahl)
6. น้ำมันและ ไขมัน(Fat,Oil and Grease)	มก./ล	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่ เกิน 20	-	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายแล้ว แยกหาน้ำหนักของน้ำมันและ ไขมัน

#### หมายเหตุ

วิธีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียใน Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association, AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ร่วมกันกำหนดไว้

\*=เป็นค่าที่เพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำตามปกติ

แหล่งที่มา:ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 99 ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

การแบ่งประเภทของอาคาร

แบ่งประเภทของอาคารออกเป็น 5 ประเภท คือ(องค์การบำบัดน้ำเสีย,2545: 31)

- (1) อาคารประเภท ก.
- (2) อาคารประเภท ข.
- (3) อาคารประเภท ค.
- (4) อาคารประเภท ง.
- (5) อาคารประเภท จ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**(1) อาคารประเภท ก. หมายความว่าถึง อาคารดังต่อไปนี้**

1. อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ห้องนอนขึ้นไป
2. โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป
3. โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป
4. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชนหรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป
5. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 55,000 ตารางเมตรขึ้นไป
6. อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป
7. ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 2,500 ตารางเมตรขึ้นไป
8. ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 2,500 ตารางเมตรขึ้นไป

**(2) อาคารประเภท ข. หมายความว่าถึงอาคารดังต่อไปนี้**

1. อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 100 ห้องนอน แต่ไม่ถึง 500 ห้องนอน
2. โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักอาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 60 ห้อง แต่ไม่ถึง 200 ห้อง
3. หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 250 ห้องขึ้นไป
4. สถานบริการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตรขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 เตียง แต่ไม่ถึง 30 เตียง

6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาเอกชนหรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ ที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 25,000 ตารางเมตร

7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 55,000 ตารางเมตร

8. อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตรแต่ไม่ถึง 25,000 ตารางเมตร

9. ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 1,500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 2,500 ตารางเมตร

10. กัดอาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 2,500 ตารางเมตร

### (3) อาคารประเภท ก. หมายความว่าอาคารดังต่อไปนี้

1. อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคาร ไม่ถึง 100 ห้องนอน

2. โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่พักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มอาคาร ไม่ถึง 60 ห้อง

3. หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 50 ห้อง แต่ไม่ถึง 250 ห้อง

4. สถานบริการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 5,000 ตารางเมตร

5. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 10,000 ตารางเมตร

6. ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 1,500 ตารางเมตร

7. กัดอาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 250 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 500 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**(4) อาคารประเภท ง. หมายความว่าอาคารดังต่อไปนี้**

1. หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 ห้อง แต่ไม่ถึง 50 ห้อง
2. ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 1,000 ตารางเมตร
3. กภัตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 100 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 250 ตารางเมตร

**(5) อาคารประเภท จ. หมายความว่าภัตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นไม่ถึง 100 ตารางเมตร**

แหล่งที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 11 ตอนพิเศษ 9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

**ตารางที่ 7 ตารางสรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม**

ตารางสรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม					
ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	100-ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง -100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้อง	60-ไม่ถึง 200 ห้อง	ไม่ถึง 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้อง	50- ไม่ถึง 250 ห้อง	10-ไม่ถึง 50ห้อง	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำ สาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม					
ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 5,000 ม <sup>2</sup>	1000-ไม่ถึง 5000 ม <sup>2</sup>	-	-
5. โรงพยาบาลของทางราชการหรือ สถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10- ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทาง ราชการ สถาบันอุดมศึกษาของทางเอกชนหรือ สถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ	ตั้งแต่ 25000 ม <sup>2</sup>	5000-ไม่เกิน กว่า 25000 ม <sup>2</sup>	-	-	-
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือเอกชน				-	-
8. อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25000 ม <sup>2</sup>	5000- ไม่ถึง 25000 ม <sup>2</sup>	-	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือ เท่ากับ 2500ม <sup>2</sup>	1500-ไม่ถึง 2500 ม <sup>2</sup>	1000-ไม่ถึง 1500 ม <sup>2</sup>	500- ไม่ ถึง 1000 ม <sup>2</sup>	-
10. กิจการค้าและร้านอาหาร	เกินกว่าหรือ เท่ากับ 2500ม <sup>2</sup>	500-ไม่ถึง 2500 ม <sup>2</sup>	250-ไม่ถึง 500 ม <sup>2</sup>	ไม่ถึง 100 ม <sup>2</sup>	-

#### หมายเหตุ การกำหนดประเภทของอาคาร

แหล่งที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคาร เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือ ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สู่สิ่งแวดล้อม ดิพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 11 ตอนพิเศษ 9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

## 2.7 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แหล่งชุมชนที่มีความเจริญเติบโตจะตั้งอยู่บริเวณที่มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ น้ำถึงจะให้ประโยชน์ต่างๆ มากมายแต่น้ำก็สามารถก่อให้เกิดโทษแก่นมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นได้เช่นกัน น้ำที่จัดให้ประชาชนใช้เป็นน้ำดื่มน้ำใช้จำเป็นต้องมีคุณค่าได้มาตรฐานของน้ำดื่มที่มีความปลอดภัยสำหรับน้ำเสียที่เกิดจากอาคารที่พักอาศัย โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ตลอดจนน้ำเสียจากการเกษตรจะมีสิ่งเจือปนต่างๆ ในปริมาณสูงจนกระทั่งไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไป น้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดให้ถูกวิธีจะก่อให้เกิดปัญหาแก่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น ทำให้เหม็นเน่าหรือก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ น้ำแต่ละแหล่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปทั้งทางด้านกายภาพ เคมี วิทยา ชีววิทยา ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะเน้นพิเศษเกี่ยวกับสิ่งที่เจือปนที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ความสกปรกและสารที่เป็นพิษ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำแต่ละที่ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำและวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ ตัวกำหนด(parameters) ที่ทำให้การวิเคราะห์ในแหล่งน้ำแสดงในตารางที่ 7 สำหรับการวิเคราะห์ในแหล่งน้ำจะต้องเป็นวิธีที่น่าเชื่อถือ มีความถูกต้องและแม่นยำ โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีวิเคราะห์จากหนังสือ Standard methods for the examination of water and wastewater

ในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมีหลักการพื้นฐานที่ควรทราบ คือการเก็บตัวอย่างน้ำ การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ การวิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ตลอดจนวิธีการแปลผลการทดลอง การเก็บตัวอย่างน้ำ

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำใด ส่วนใหญ่แล้วข้อบกพร่องของผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำไม่ได้เกิดจากความผิดพลาดของวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ แต่เกิดจากวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำที่ไม่ดีพอ สำหรับน้ำเสียข้อมูลเกี่ยวข้องกับอัตราการไหลและลักษณะของน้ำที่มีความสำคัญในการคำนวณออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำอย่างมาก ผู้ที่ทำหน้าที่เก็บตัวอย่างน้ำหรือวิเคราะห์คุณภาพน้ำควรจะมีใจเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการผลิตและระบบบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างดีก่อน จะได้วางแผนการทำงานและการเก็บตัวอย่างน้ำได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ปัจจัยที่จะสร้างความน่าเชื่อถือให้ข้อมูลต่าง คือการเก็บตัวอย่างน้ำ การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

**ตารางที่ 8 ลักษณะที่ควรวิเคราะห์ของน้ำจากแหล่งต่างๆ**

ลักษณะ	น้ำจากแม่น้ำ	น้ำคึม	น้ำเสียก่อนการบำบัด	น้ำเสียหลังการบำบัด
พีเอช	X	X	X	X
อุณหภูมิ	X	X	X	
สี	X	X		
ความขุ่น	X	X		
รสชาติ		X		
กลิ่น	X	X		
ของแข็งทั้งหมด	X	X		
ของแข็งจมน้ำได้			X	
ของแข็งแขวนลอย			X	X
สภาพนำไฟฟ้า	X	X		
สารกัมมันตภาพรังสี	X	X		
สภาพค่า	X	X	X	X
สภาพกรด	X	X	X	X
ความกระด้าง	X	X		
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	X	X		
บีโอดี	X		X	X
ซีโอดี	X		X	X
สารอินทรีย์ในโครเจน			X	X
แอมโมเนียในโครเจน	X		X	X
ไนโตรในโครเจน	X		X	X
ไนเตรดในโครเจน	X	X	X	X
คลอไรด์	X	X		
ฟอสฟอรัส	X		X	X
ผงซักฟอก	X		X	X
จำนวนแบคทีเรีย	X	X		

ที่มา : Tebbutt, W: 1992.45 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ (Water sampling)

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อให้ได้ตัวแทนที่แท้จริงจำเป็นต้องแลกรวบรวมวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสม ปริมาณน้ำที่เก็บในแต่ละครั้งผู้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำต้องมีจุดมุ่งหมายว่าจะทำการวิเคราะห์หาค่าอะไรบ้าง โดยทั่วไปควรเก็บตัวอย่างน้ำปริมาณตั้งแต่ 2-5 ลิตร การเก็บตัวอย่างน้ำสามารถเก็บได้ 3 วิธี คือ (สุมาลี เหลืองสกุลและคณะ, 2541: 11)

### 1.1 การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab sample)

เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงตักในแต่ละจุดที่กำหนด แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ วิธีนี้ใช้กับน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงเข้ามา เช่น น้ำในแม่น้ำ น้ำบ่อลึกๆ เป็นต้น รวมทั้งน้ำที่มีลักษณะสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงมากนักหรือต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของน้ำเสียตามกรรมวิธีที่ผลิตหรือใช้กับลักษณะของน้ำเสียบางอย่างที่มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งจุ่มตัวได้ ออกซิเจนละลายในน้ำ เป็นต้น

### 1.2 การเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (Composite sample)

เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาต่างๆ กัน จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมารวมกันในภาชนะใบเดียวและนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ วิธีนี้นิยมใช้กับน้ำเสียที่มีลักษณะแปรผันไปตามเวลา หรือช่วงเวลาผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณการเก็บจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำเสีย ข้อดีของการเก็บตัวอย่างวิธีนี้คือสามารถลดตัวอย่างน้ำ ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการวิเคราะห์ ข้อเสียใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างนาน อาจจะมีข้อบกพร่องได้ถ้าการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งที่จุดเดียวกันใช้วิธีไม่เหมือนกันหรือขณะถ่ายตัวอย่างน้ำรวมในถังเดียวกัน ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างน้ำเสียขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและลักษณะของน้ำเสียนั้นๆ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 9 ช่วงความถี่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ค่าต่างๆ

ลักษณะ	น้ำเสียที่มีลักษณะ	
	แปรผันมาก	แปรผันน้อย
บีโอดี	4 ชม.	12 ชม.
ซีโอดี	2 ชม.	8 ชม.
ของแข็งแขวนลอย	8 ชม.	24 ชม.
สภาพกรดและสภาพด่าง	1 ชม.	8 ชม.
พีเอช	เก็บต่อเนื่องกันไป	4 ชม.
ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส	24 ชม.	24 ชม.
โลหะหนัก	4 ชม.	24 ชม.

ที่มา : Tebbutt, W: 1992.47 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 การเก็บตัวอย่างน้ำรวมแบบอินทิเกรต (Integrated sample)

เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำจากตำแหน่งแตกต่างกัน กันแล้วนำมารวมกัน เช่น กรณีของน้ำจากแม่น้ำ ลำธาร เป็นต้น ค่าที่วิเคราะห์ได้จะแปรผันตามความลึก อัตราเร็วของการไหลและระยะห่างจากฝั่ง วิธีการเก็บตัวอย่างควรจะเก็บน้ำจากผิวน้ำจนถึงก้นแม่น้ำตรงกลางแม่น้ำแล้วนำมารวมกัน แต่ถ้าเป็นตัวอย่างแยกให้เก็บจากใจกลางแม่น้ำที่จุดกึ่งกลางของความลึก จึงจะเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับน้ำจากทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำค่าที่ทำการวิเคราะห์จะแปรผันไปตามฤดูกาลซึ่งก่อให้เกิดการแบ่งชั้นของน้ำจากทะเลสาบ(seasonal stratification) ดังนั้นการเลือกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำจึงต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำฝน ลม และน้ำที่ไหล

## 2. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

2.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ นิยมใช้ขวด โพลีเอทิลีน(polyethylene)หรือขวดแก้วที่มีฝาเกลียว ปิดมิดชิด ก่อนใช้ควรล้างด้วยกรด โครมิก(chromic acid)และล้างด้วยน้ำประปาให้สะอาดจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นครั้งสุดท้าย ขวดเก็บตัวอย่างน้ำควรมีขนาดเพียงพอกับปริมาณของน้ำที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทั้งหมดที่ต้องการ

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยา นิยมใช้ขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (sterilization) โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 170-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชม. หรือนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำที่มีความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ ค่อ 1 ตารางนิ้ว(อุณหภูมิประมาณ 121 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 15-20 นาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ติดมากับขวดก่อนนำไปเก็บตัวอย่างน้ำ

2.2 อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ ภาชนะสำหรับตักตัวอย่าง กระจบอทดวง ถัง กล่องใต้น้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ สายวัด คินสอ ฉลากสำหรับปิดขวด การเขียนฉลากติดขวดเก็บตัวอย่างน้ำควรมีรายละเอียดสำคัญ ดังนี้

น้ำตัวอย่างของ.....

จุดที่เก็บ.....

วิธีการเก็บ.....

วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง.....

เวลา.....

วันที่.....

ผู้เก็บ.....

ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำแบบอัตโนมัติ(automatic samplers)ซึ่งมีทั้งชนิดที่เก็บ โดยมีปริมาตรคงที่และระบบเก็บปริมาณเป็นอัตราส่วนการไหลของน้ำเสีย

### 3. การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ(Preservation)

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาแล้วควรทำการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆทันทีหรือเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะเมื่อทิ้งไว้ลักษณะของน้ำจะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในตัวอย่างน้ำ และการปฏิบัติเคมีต่างๆ ในกรณีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำได้ทันทีควรเก็บรักษาตัวอย่างน้ำไว้ในที่มืดและอุณหภูมิต่ำ(ประมาณ 4 องศาเซลเซียส) แต่ไม่ควรจะเก็บไว้นานเกินระยะเวลาดังนี้ คือ น้ำสะอาดไม่เกิน 72 ชม. น้ำค่อนข้างสกปรกไม่เกิน 48 ชม. และน้ำสกปรกไม่เกิน 24 ชม. นอกจากนั้นยังทำได้โดยการควบคุมค่าพีเอชหรือใช้สารเคมีบางชนิดเติมลงในตัวอย่างน้ำทันทีที่เก็บตัวอย่างน้ำมาได้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 9

#### ตารางที่ 10 สารเคมีและกลไกที่เกี่ยวข้องในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษา	กลไกที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ	ลักษณะของตัวอย่างน้ำที่ต้องการเก็บรักษา
HgCl <sub>2</sub>	ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์	ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
HNO <sub>3</sub>	ละลายโลหะ ป้องกันการตกผลึก	โลหะ
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์	สารอินทรีย์(ซีโอไซด์ น้ำมันและไขมัน อินทรีย์คาร์บอน ฯลฯ)
	สร้างเกลือโดยจับกับเบสในรูปสารอินทรีย์	แอมโมเนีย เอมีน
NaOH	สร้างเกลือโดยจับกับสารระเหยง่าย	ไซยาไนด์ กรดอินทรีย์
การแช่เย็น	ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์	สภาพกรด สภาพด่าง บีโอดี ซี กลิ่น อินทรีย์ฟอสฟอรัสและไนโตรเจน โคลิฟอร์ม ฯลฯ

ที่มา : Tebbutt, W: 1992. 49 p.

### 4. การวิเคราะห์ลักษณะของน้ำ

เมื่อนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ลักษณะแต่ละชนิด ความจะเป็นในการวิเคราะห์หาลักษณะของน้ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำ วัตถุประสงค์ที่จะนำน้ำไปใช้รวมทั้งการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ในที่นี้จะกล่าวถึงพีเอช,ออกซิเจนที่ละลายในน้ำและบีโอดี

#### 4.1 พีเอช

เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน(H<sup>+</sup>)ในน้ำ น้ำที่บริสุทธิ์จะมีค่าพีเอชเป็น 7 น้ำตามธรรมชาติจะมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.0-8.5 แต่ส่วนใหญ่แล้วค่อนข้างจะเป็นค่าเล็กน้อย เนื่องจากมีคาร์บอนเนตและไบคาร์บอนเนตละลายอยู่ ถ้าน้ำมีพีเอชสูงหรือต่ำกว่านี้อาจถูกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปะปนด้วยกรดหรือด่างแก่จากน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ที่เอชมีความสำคัญในการคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอน และคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดจนการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

วิธีหาค่าพีเอชทำได้ทั้ง Colorimetric method และ Electrometric method โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH meter) การวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดค่าพีเอชเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางและใช้ได้ทั้งน้ำที่ใส น้ำขุ่น และน้ำเสีย นอกจากนี้ยังใช้กระดาษวัดพีเอช ซึ่งเมื่อจุ่มลงในน้ำแล้วสีของกระดาษจะเปลี่ยนไปตามค่าพีเอช เมื่อนำไปเทียบกับแถบสีมาตรฐานก็จะทราบค่าพีเอชโดยประมาณของน้ำ ตัวอย่าง ค่าพีเอชมีความสำคัญในการผลิตน้ำประปา ถ้าน้ำมีพีเอชต่ำจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของท่อได้ง่าย ถ้าพีเอชสูงมากจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีในการปรับคุณภาพน้ำ

#### 4.2 ออกซิเจนละลายในน้ำ(Dissolved oxygen,DO)

ความสามารถในการละลายของออกซิเจนภายใต้ความดันบรรยากาศปกติขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เช่น ออกซิเจนละลายได้ 14.6 มก./ลิตร ที่ 0 องศาเซลเซียสและ 7.0 มก./ลิตรที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นต้น จะเห็นว่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้น้อยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในขณะที่ปฏิกิริยาออกซิเดชันทางชีววิทยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้การละลายของออกซิเจนในน้ำยังขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือแร่และ ไอออนต่างๆที่ปนอยู่ในแหล่งน้ำด้วย ปริมาณออกซิเจนละลาย (ดีโอ) สามารถใช้เป็นค่าชี้บ่งคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำต่างๆได้ ถ้ามีออกซิเจนละลายมากจัดเป็นน้ำคุณภาพดีและนำมาใช้ในแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำประปา ค่าดีโอเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการวิเคราะห์ค่าบีโอดี (บีโอดี) ในการหาความสกปรกของน้ำและน้ำเสีย ในน้ำค่าดีโอเป็นตัวบ่งชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีววิทยาจะเกิดขึ้นในสภาพที่ใช้อากาศหรือไม่ใช้อากาศ ในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ การทราบค่าดีโอในน้ำจะช่วยในการควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศในบ่อเติมอากาศได้

การวิเคราะห์ค่าดีโอ สามารถวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำโดยตรงโดยใช้เครื่อง DO meter หรือใช้วิธีทางเคมีก็ได้ วิธีที่เป็นมาตรฐานคือ Winkler method หรือ lodometric method และวิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีนี้เพื่อความเหมาะสมของด่างอย่างน้ำแต่ละประเภทดังนี้

4.2.1 Azide modification method วิธีนี้เหมาะสมสำหรับหาค่าดีโอในน้ำที่ผ่านการบำบัด (effluents) และน้ำตามธรรมชาติต่างๆไป ตลอดน้ำที่มีไนไตร์-ไนโตรเจน มากกว่า 50 ไมโครกรัม/ลิตร มีเหล็กน้อยกว่า 1mg/ลิตร และไม่มีตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) หรือตัวรีดิวซ์ (reducing agent)

4.2.2 Permanganate modification วิธีนี้เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำที่มีเหล็กสูงมาก เช่น น้ำที่ไหลผ่านเหมืองแร่ หรือน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

4.2.3 Alum flocculation modification วิธีนี้เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำที่มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยอยู่ ซึ่งอาจทำลายไอโอดีนอิสระ(12)ในสารละลายกรดได้มาก จึงต้องกำจัดออกด้วยการตกตะกอนเสียก่อน

4.2.4 Copper sulfate-sulfamic acid flocculation modification วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำที่ใช้ออกซิเจนสูง เช่น น้ำในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge mixture)

รายละเอียดของการวิเคราะห์แต่ละวิธีสามารถได้จากหนังสือ Standard methods for the examination of water and wastewater (1995)

#### 4.3 บีโอดี(Biochemical oxygen demand, BOD)

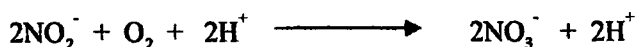
บีโอดี หมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่อากาศ ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20°C มีหน่วยเป็นมก./ลิตร ปฏิกริยาในการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังแสดงในรูปที่ 6

ระยะที่ 1 เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอน โดยแบคทีเรียซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ในเวลา 5-10 วัน ที่อุณหภูมิ 20°C ดังสมการ



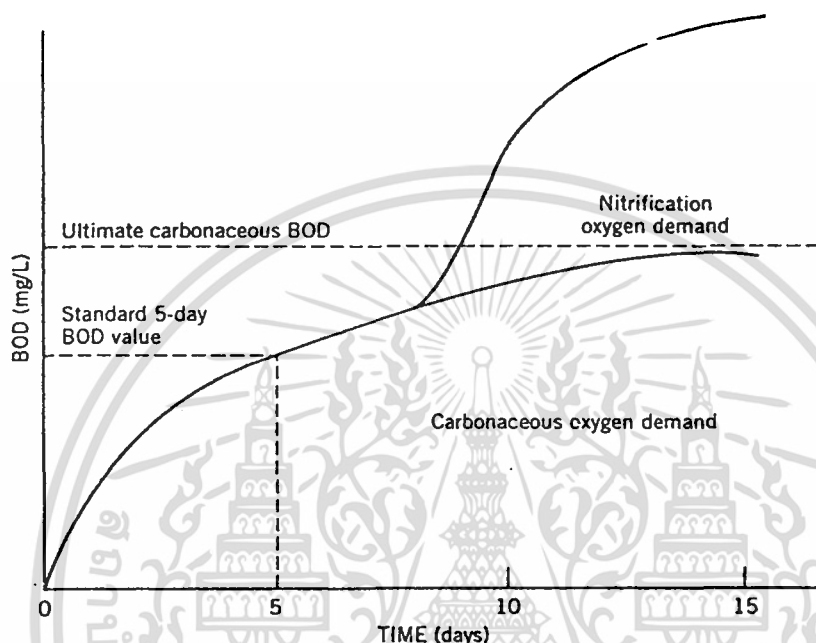
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์คาร์บอน โดยที่แบคทีเรียให้ เป็นคาร์บอน ไดออกไซด์ เรียกความต้องการออกซิเจนคาร์บอน (carbonaceous oxygen demand) ดังนั้น ค่าบีโอดีในระยะนี้เรียกบีโอดีคาร์บอน(carbonaceous BOD)

ระยะที่ 2 เป็นการย่อยสลายสารอนินทรีย์ในโตรเจน(inorganic nitrogen compounds) คือ แอมโมเนีย(NH<sub>3</sub>)เป็น ไนเตรท(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) โดยแบคทีเรียไนตริไฟอิง(Nitrifying bacteria) ดังสมการ



การออกซิไดส์แอมโมเนียโดยแบคทีเรียไนตริไฟอิงจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งของคาร์บอนเพื่อนำไปสร้างเซลล์ ปฏิกริยานี้จะเกิดขึ้นในช่วงวันที่ 7-8 และดำเนินต่อไปจนการย่อยสลายเกือบหมดสิ้นไป ใช้เวลาประมาณ 20 วัน ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้การออกซิไดส์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมโมเนียให้เป็นไนเตรทเรียกความต้องการออกซิเจนไนโตรเจน(nitrogenous oxygen demand) ดังนั้นค่าบีโอดีในระยะนี้เรียกบีโอดีไนโตรเจน(nitrogenous BOD)



**ภาพที่ 9** กราฟแสดงบีโอดีคาร์บอนและบีโอดีไนโตรเจน

ที่มา : W. Tebbutt. 1992.55 p.

เนื่องจากสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายได้เกือบหมดในเวลา 20 วัน ทำให้ต้องรอผลการวิเคราะห์นานเกินไป ดังนั้นการวัดค่าบีโอดีเลือกใช้เวลา 5 วัน เนื่องจากสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ถูกย่อยสลายได้และไม่มีค่าบีโอดีที่เกิดจากการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ของไนโตรเจนการวิเคราะห์หาค่าบีโอดีมีข้อจำกัดที่ออกซิเจนในอากาศสามารถละลายน้ำได้ในปริมาณจำกัด คือประมาณ 9.0 มก./ลิตร ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นสำหรับตัวอย่างน้ำที่มีความสกปรกมาก จำเป็นต้องทำให้ความสกปรกเจือจางลงอยู่ในระดับที่เหมาะสมและไม่เกินปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ นอกจากนี้ต้องปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือ ไม่มีสารพิษ มีอาหารเสริมสำหรับจุลินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กให้เพียงพอในบางครั้งถ้าตัวอย่างน้ำมีจุลินทรีย์น้อยเกินไป ควรเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์(seed) ที่ได้จากน้ำเสียชุมชนและปล่อยให้ตกตะกอนจึงคูดน้ำส่วนบนออกมาใช้

การวิเคราะห์ค่าบีโอดี นิยมใช้วิธีทางเคมี คือ Azide modification method ซึ่งเหมาะสำหรับหาค่าบีโอดีในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำเสียชุมชนตลอดจนแหล่งน้ำตามเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติต่างๆ ไป นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นๆ อีก เช่น Warburg respirometer Electrolysis BOD Manometric BOD เป็นต้น ค่าบีโอดีบอกให้ทราบถึงปริมาณความสกปรกของแม่น้ำลำคลอง น้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียและวัดประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย(สุมาลี เหลืองสกุลและคณะ,2541: 19)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**บทที่ 3**  
**อุปกรณ์และวิธีการ**

**3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย**

**3.1.1 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง**

**วัสดุอุปกรณ์**

1. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ(pH Meter)

**3.1.2 การวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ**

**วัสดุอุปกรณ์**

1. บีกเกอร์ ขนาด 100 มล.
2. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
3. น้ำกลั่น
4. เทอร์โมมิเตอร์

**3.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(DO,BOD)**

**วัสดุอุปกรณ์**

1. ขวดบีโอดี ขนาด 250 มล.
2. บิวเรต ขนาด 50 มล.
3. ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 25 มล.
4. ขวดลูกผสม ขนาด 250 มล.
5. ขายึดบิวเรตสำหรับไตเตรท
6. กระจกตวง ขนาด 100 มล.
7. แท่งแก้วสำหรับคนสาร
8. เครื่องชั่งแบบละเอียด
9. บีกเกอร์ ขนาด 100 มล.
10. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
11. กรดกำมะถันเข้มข้น(concentrated sulfuric acid )
12. สารละลาย Manganese sulfate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. สารละลาย Alkali – iodide azide reagent
14. น้ำแข็ง
15. สารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate
16. สารละลายมาตรฐาน Potassium bi-iodate

### 3.2 วิธีการ

#### 3.2.1 วิธีดำเนินการ

##### 3.2.1.1 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

###### วิธีการ

1. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้าง Glass electrode ให้สะอาด
2. ให้ปรับ(calibrate) Electrode system โดยใช้ Buffer solution โดยปรับค่า pH ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่า pH ของ Buffer solution ที่สุด( $\pm 0.05$  pH)
3. เท Buffer solution ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml ในปริมาณที่พอเพียงที่จะท่วม Electrodes และทำการปรับค่า pH โดยจุ่ม Electrode ลงไปเขย่าเบาๆ อ่านและปรับค่าให้ได้ค่า pH ตาม Buffer solution
4. ล้างด้วยน้ำกลั่นเช็ดด้วยกระดาษชำระที่สะอาด จุ่ม Electrode ลงในน้ำตัวอย่างและเขย่า Electrode เบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างมีการผสมกันดี บันทึกค่า pH ทำการวัดซ้ำจนได้ค่าแตกต่างที่น้อยกว่า 0.1 pH
5. ล้าง Electrode ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดไว้ในน้ำกลั่นหลังจากเลิกใช้แล้วต้องระวังอย่าให้น้ำที่หล่อ Electrode แห้ง

##### 3.2.1.2 การวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ

1. ตรวจสอบว่าเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ คือ พรอทอยู่ค้ำนล่างของกระเปาะ ไม่ค้างอยู่ค้ำบนบนและเส้นพรอทไม่ขาดตอน
2. นำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิตัวอย่างที่ต้องการ
3. การอ่านค่าอุณหภูมิต้องให้พรอทหยุดการเคลื่อนที่ก่อนจึงบันทึกผลอุณหภูมิของน้ำมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

##### 3.2.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO)

###### วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวดบีโอดีจากระดับความลึกที่ต้องการ โดยไม่ให้มีฟองอากาศและปิดฝาขวดให้สนิทขณะอยู่ใต้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เติมสารละลาย Manganous sulfate 1 ml(ห้ามเขย่าขวด)และสารละลาย Alkali-iodide azide reagent 1 ml

3. ปิดฝาเขย่าจนได้ตะกอน 2/3 ของสารละลายทั้งหมดเขย่าอีกครั้งและทิ้งไว้ให้เกิดตะกอน 2/3 ของสารละลายใหม่

4. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ml ปิดฝาเขย่าจนตะกอนละลายหมด

5. นำสารละลายจากข้อ 4 มา 100 ml ไตเตรตด้วย Sodium thiosulfate 0.025 M จนได้สีเหลืองซีด

6. เติมน้ำแข็ง 3 หยดเขย่าให้เข้ากัน สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

7. ไตเตรตต่อไปเรื่อยที่ละหยดจนสีน้ำเงินจางหายไป บันทึกผลปริมาณของสารละลาย Sodium thiosulfate ที่ใช้ไป

8. ซึ่งความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเท่ากับปริมาตรของสารละลาย Sodium thiosulfate ที่ใช้ไปคูณด้วย 2 มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

### 3.2.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD) วิธีการ

1. ล้างขวดบีโอดีด้วยน้ำจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำ  
2. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวดบีโอดีที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรปิดฝาได้น้ำโดยไม่ให้มีฟองอากาศ

3. วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทันที โดยใช้วิธีการของการตรวจสอบค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำข้างต้นแล้วให้ค่าเป็น DO1

4. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวดบีโอดีที่ระดับความลึกและเวลาเดียวกับข้อ 2

5. เก็บขวดบีโอดีไว้ในตู้ Incubator ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

6. จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแล้วให้ค่าเป็น DO2

### 7. คำนวนจากสูตร

$$BOD (mg/L) = DO1 - DO5$$

$$\text{เมื่อ } DO1 = DO \text{ ของน้ำจากขวด BOD ใส (mg/L)}$$

$$DO5 = DO \text{ ของน้ำที่เก็บไว้ในตู้ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส}$$

เป็นเวลา 5 วันจากขวดบีโอดีสีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ไอเอ็มที่ผ่านการขยายแล้วโดยอัตราส่วนที่ใช้ในการขยายเป็นหัวเชื้อไอเอ็ม ต่อ น้ำ ต่อ น้ำตาลทรายแดง เท่ากับ 1:1:20 จากนั้นนำไอเอ็มที่ขยายแล้วมาใส่ลงในน้ำเสี้ยวอย่างในอัตราส่วน 10:10:200 (ml) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำและเปรียบเทียบผลกับกลุ่มที่ใช้น้ำเสี้ยวจากโรงอาหารแล้วทำการเก็บข้อมูล 5 ครั้ง โดยเก็บวันที่ 1,3,5,7 และ 14 วันหลังจากใส่ไอเอ็มทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH), อุณหภูมิของน้ำ, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ (BOD)

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ใช้ไอเอ็มในการบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้ไอเอ็มในการบำบัดใช้แผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design) ปัจจัย คือการใช้ไอเอ็มและการไม่ใช้ไอเอ็ม การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Treatment โดยวิธี Duncan's Multiple range test

### 3.2.3 วิธีดำเนินงาน

#### 3.2.3.1 การวางแผนการทดลอง

แผนการทดลองเป็นการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ใช้ไอเอ็มในการบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้ไอเอ็มในการบำบัด

##### 3.2.3.1.1 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

##### 3.2.3.1.2 การวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ

##### 3.2.3.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

##### 3.2.3.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ (BOD)

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 4 อย่างข้างต้น โดยทำการทดลอง 2 ทริทเมนต์ ทริทเมนต์ที่ 1 คือ น้ำที่ไม่ใช้ไอเอ็มในการบำบัดและทริทเมนต์ที่ 2 น้ำที่ใช้ไอเอ็มในการบำบัด

#### 3.2.3.2 การเตรียมการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสี้ยวจากโรงอาหารคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมาทั้งหมด 6 ถัง (ถังละประมาณ 5 ลิตร) โดยให้ 3 ถังแรกเป็นน้ำที่ไม่ใช้ไอเอ็มในการบำบัดและอีก 3 ถังเป็นน้ำที่ใช้ไอเอ็มในการบำบัด โดยทำการใส่ไอเอ็มไปถังละ 0.4 ml / 1000 ml

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึง เดือนมีนาคม 2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 4.1 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1.1 จากการศึกษาประสิทธิภาพการได้สลายของเสียในน้ำของจุลินทรีย์ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังนี้ การวัดผลค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, การวัดผลค่าอุณหภูมิของน้ำ, การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ โดยทำการทดลองนำอีเอ็มมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ณ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดกับน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มผลการศึกษาพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 11 ผลการใส่เอเอ็มที่มีต่อค่า pH , ค่าอุณหภูมิ , ค่า DO1 , ค่า DO5 และค่า BOD ของน้ำเสีย**

ค่าสังเกต	ค่า pH	ค่าอุณหภูมิ (°C)	ค่า DO1 (mg/l)	ค่า DO5 (mg/l)	ค่า BOD (mg/l)	
วันที่ 1	ใช้ EM	7.14	26.976	7.867 <sup>ก</sup>	5.33 <sup>ก</sup>	2.433 <sup>ก</sup>
	ไม่ใช้ EM	6.96	26.867	6.60 <sup>ข</sup>	5.80 <sup>ข</sup>	0.80 <sup>ข</sup>
วันที่ 3	ใช้ EM	8.336 <sup>ก</sup>	28.06 <sup>ก</sup>	8.667 <sup>ก</sup>	5.33 <sup>ก</sup>	3.33 <sup>ก</sup>
	ไม่ใช้ EM	8.233 <sup>ข</sup>	27.70 <sup>ข</sup>	7.933 <sup>ข</sup>	5.80 <sup>ข</sup>	2.13 <sup>ข</sup>
วันที่ 5	ใช้ EM	8.51 <sup>ก</sup>	28.2	8.40 <sup>ก</sup>	5.667	2.73 <sup>ก</sup>
	ไม่ใช้ EM	8.356 <sup>ข</sup>	27.93	7.20 <sup>ข</sup>	5.667	1.53 <sup>ข</sup>
วันที่ 7	ใช้ EM	8.44 <sup>ก</sup>	27.46	8.86 <sup>ก</sup>	5.93	2.86 <sup>ก</sup>
	ไม่ใช้ EM	8.35 <sup>ข</sup>	27.30	7.60 <sup>ข</sup>	5.66	1.93 <sup>ข</sup>
วันที่ 14	ใช้ EM	8.41 <sup>ก</sup>	27.26	8.53 <sup>ก</sup>	5.86 <sup>ก</sup>	2.66 <sup>ก</sup>
	ไม่ใช้ EM	8.47 <sup>ข</sup>	27.43	7.40 <sup>ข</sup>	5.40 <sup>ข</sup>	2.00 <sup>ข</sup>

ก ข ตัวอักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ค ง ตัวอักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากโรงอาหารคณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม เริ่มวันที่ 1 ตัวอย่างน้ำที่ได้มีการปะปนของเศษอาหารแต่เมื่อ ได้ทำการทดลองใส่โอเอ็ม  
ลงไปใต้น้ำตัวอย่างอัตราส่วนน้ำ : โอเอ็ม เท่ากับ 1000 : 0.4 mlแล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า  
ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใส่โอเอ็มและไม่ใส่โอเอ็มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติมีค่าเป็น 7.40  
และ 6.96 ตามลำดับ ค่าอุณหภูมิของน้ำที่ทำการวัดค่าที่ได้ใกล้เคียงกันทั้งน้ำที่ใส่โอเอ็มและน้ำที่ไม่ได้  
ใส่โอเอ็มในการบำบัด ประมาณ 26 องศาเซลเซียสและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)มีค่า  
7.867 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใส่โอเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มบำบัดมีค่า 6.60 มิลลิกรัม/ลิตร  
โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.01$ ) และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5  
)มีค่า 5.333 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใส่โอเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มบำบัดมีค่า 5.800  
มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.05$ ) ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์  
ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ในน้ำที่ใส่โอเอ็มในการบำบัดมีค่า 2.433 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าน้ำที่  
ไม่ได้ใส่โอเอ็มบำบัดมีค่า 0.800 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
( $P<0.01$ )

วันที่ 3 ของการวิเคราะห์น้ำค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใส่โอเอ็มในการบำบัด คือ  
8.336 สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มในการบำบัดสำหรับน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มในการบำบัดมีค่าความเป็นกรด  
เป็นด่าง คือ 8.233 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.01$ ) ค่าอุณหภูมิของน้ำ  
ตัวอย่างที่ใส่โอเอ็มในการบำบัดมีค่า 28.06 องศาเซลเซียส สูงกว่าน้ำตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มในการ  
บำบัดมีค่า 27.70 องศาเซลเซียส โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.01$ ) ต่อมา  
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)และDO5 ในน้ำที่ใส่โอเอ็มในการบำบัดมีค่า 8.667 มิลลิกรัม/  
ลิตรและ 5.33 มิลลิกรัม/ลิตรซึ่งทั้ง 2 ค่าเป็นค่าที่สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มในการบำบัดมีค่า 7.933  
มิลลิกรัม/ลิตรและ 5.80 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่าที่ได้ทั้ง 2 นี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
( $P<0.05$ ) ต่อมาค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ในน้ำที่ใส่โอเอ็มใน  
การบำบัดมีค่า 3.33 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มบำบัดมีค่า 2.13 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมี  
ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.01$ )

วันที่ 5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใส่โอเอ็มในการบำบัด คือ 8.51 สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้  
ใส่โอเอ็มในการบำบัดสำหรับน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มในการบำบัดมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง คือ 8.356 โดยมี  
ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.01$ ) ต่อมาคือค่าอุณหภูมิของน้ำที่ทำการวัดค่าที่ได้  
ใกล้เคียงกันทั้งน้ำที่ใส่โอเอ็มและน้ำที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มในการบำบัด คือ 28.2 และ 27.93 องศาเซลเซียส  
และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)มีค่า 8.40 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใส่โอเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำ  
ที่ไม่ได้ใส่โอเอ็มบำบัดมีค่า 7.20 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

( $P < 0.01$ ) และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5)ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่าเท่ากันคือ 5.667 มิลลิกรัม/ลิตร ต่อมาค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ในน้ำที่ใช้อีเอ็มในการบำบัดมีค่า 2.73 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 1.53 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ( $P < 0.01$ )

วันที่ 7 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้อีเอ็มในการบำบัด คือ 8.44 สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในการบำบัดสำหรับน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในบำบัดมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง คือ 8.35 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) ต่อมาคือค่าอุณหภูมิของน้ำที่ทำการวัดค่าที่ได้ใกล้เคียงกันทั้งน้ำที่ใช้อีเอ็มและน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในการบำบัด คือ 27.46 และ 27.30 องศาเซลเซียส และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)มีค่า 8.86 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 7.60 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5)มีค่า 5.93 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 5.66 มิลลิกรัม/ลิตร ต่อมาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ในน้ำที่ใช้อีเอ็มในการบำบัดมีค่า 2.86 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 1.93 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ( $P < 0.01$ )

วันที่ 14 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้อีเอ็มในการบำบัด คือ 8.41 สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในการบำบัดสำหรับน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในบำบัดมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง คือ 8.47 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) ต่อมาคือค่าอุณหภูมิของน้ำที่ทำการวัดค่าที่ได้ใกล้เคียงกันทั้งน้ำที่ใช้อีเอ็มและน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มในการบำบัด คือ 27.26 และ 27.43 องศาเซลเซียส และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO1)มีค่า 8.53 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 7.40 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO5)มีค่า 5.86 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดสูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 5.40 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) ต่อมาค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ในน้ำที่ใช้อีเอ็มในการบำบัดมีค่า 2.66 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าน้ำที่ไม่ได้ใช้อีเอ็มบำบัดมีค่า 2.00 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ( $P < 0.01$ )

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่า ค่า pH ของกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้อีเอ็มมีค่าไม่เกินมาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดดังตารางที่ 6 (กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม, 2537) ส่วนค่า DO1 พบว่ากลุ่มที่ใช้อีเอ็มมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้อีเอ็ม อาจเกิดจากการทดลองได้ให้ออกซิเจนกับน้ำตลอดเวลาทำให้ค่า DO1 ในน้ำที่ใช้อีเอ็มบำบัดมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า DO1ค่อนข้างสูง เพราะว่าจุลินทรีย์ ต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย ดังนั้นจุลินทรีย์อาจจะเป็นตัวช่วยในการจับออกซิเจน ทำให้ค่า DO1ของกลุ่มที่ใช้ฮีเอ็มสูงกว่า ค่าBOD พบว่ากลุ่มที่ใช้ฮีเอ็มมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ฮีเอ็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.01$ ) แสดงว่าน้ำเสียที่ใช้ฮีเอ็มมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นซึ่งเห็นได้จากปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์มีค่าสูงกว่า แต่โดยทั่วไปถ้ามีค่าBODสูง แสดงให้เห็นว่า น้ำนั้นมีคุณภาพไม่ดีแค่ผลการทดลองครั้งนี้มีค่า BOD ของกลุ่มที่ใช้ฮีเอ็มสูงกว่าอาจเป็นเพราะปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น แต่อาจจะเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ประกอบกับว่าในการทดลองนี้ไม่ได้ทำการศึกษาปริมาณของแข็งที่มีในน้ำ เช่น ค่าสารแขวนลอย เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถยืนยันประโยชน์ของฮีเอ็มที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียได้อย่างสมบูรณ์ ประกอบกับผลการทดลองที่ได้ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า BOD ไม่เกินมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด คือ ไม่เกิน 40 mg/l (กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม, 2537: 33)



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพการได้สลายของเสียในน้ำของจุลินทรีย์ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังนี้ การวัดผลค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, การวัดผลค่าอุณหภูมิของน้ำ, การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ โดยทำการทดลองนำ EM มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ณ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้ EM บำบัดกับน้ำที่ไม่ได้ใช้ EM บำบัด โดยเก็บวันที่ 1, 3, 5, 7 และ 14 วัน ผลการศึกษา วันที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 7.14 และ 6.96 วันที่ 3 และ 5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.33, 8.51 และ 8.23, 8.35 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ในวันที่ 7 และ 14 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.44, 8.41 และ 8.35, 8.47 ทั้ง 2 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) อุณหภูมิของน้ำของกลุ่มที่ใช้โอเอ็มและไม่ใช้โอเอ็มของทุกวันไม่ต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ย 27-28 องศาเซลเซียส วันที่ 1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO1) ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 7.867, 6.60 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) วันที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO1) ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.66, 7.93 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) วันที่ 5, 7, 14 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO1) ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 8.51, 8.44, 8.41 และ 8.35, 8.35, 8.47 ซึ่งทั้ง 3 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ต่อมาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO5) ในวันที่ 1, 3 ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 5.33, 5.33 และ 5.80, 5.80 ซึ่งทั้ง 2 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO5) ในวันที่ 5 ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่าเท่ากัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO5) ในวันที่ 7, 14 ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดมีค่า 5.93, 5.86 และ 5.66, 5.40 และสุดท้ายค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ (BOD) ในน้ำที่ใช้โอเอ็มบำบัดและน้ำที่ไม่ใช้โอเอ็มบำบัดในวันที่ 1, 3, 5, 7, 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าดังนี้ 2.43 , 3.33 , 2.73 , 2.86 , 2.66 และ 0.80 , 2.13 , 1.53 , 1.93 , 2.00 ซึ่งทั้งหมดมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.01$ )

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการได้สลายของเสียในน้ำของจุลินทรีย์ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังนี้ การวัดผลค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, การวัดผลค่าอุณหภูมิของน้ำ , การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ ว่าอีเอ็ม สามารถทำให้น้ำที่เสียมีคุณภาพน้ำเป็นอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำอีเอ็มไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นการทดลองครั้งต่อไปควรมีการเปลี่ยนแปลงการทดลอง โดยนำน้ำตัวอย่างมาเจือจางปริมาณตัวอย่างน้ำตัวอย่างและถ้าเลือกไม่เหมาะสมอาจจะทำให้ค่าผิดพลาดได้และควรเลือกให้แบคทีเรียมีการใช้ออกซิเจนละลายภายใน 5 วันประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์และในการวิเคราะห์ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD) จะต้องควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิไม่คงที่ (20 องศาเซลเซียส) เพิ่มขึ้นหรือลดลงตลอดเวลา 5 วันจะทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์(BOD)ที่เป็นจริงได้

### บรรณานุกรม

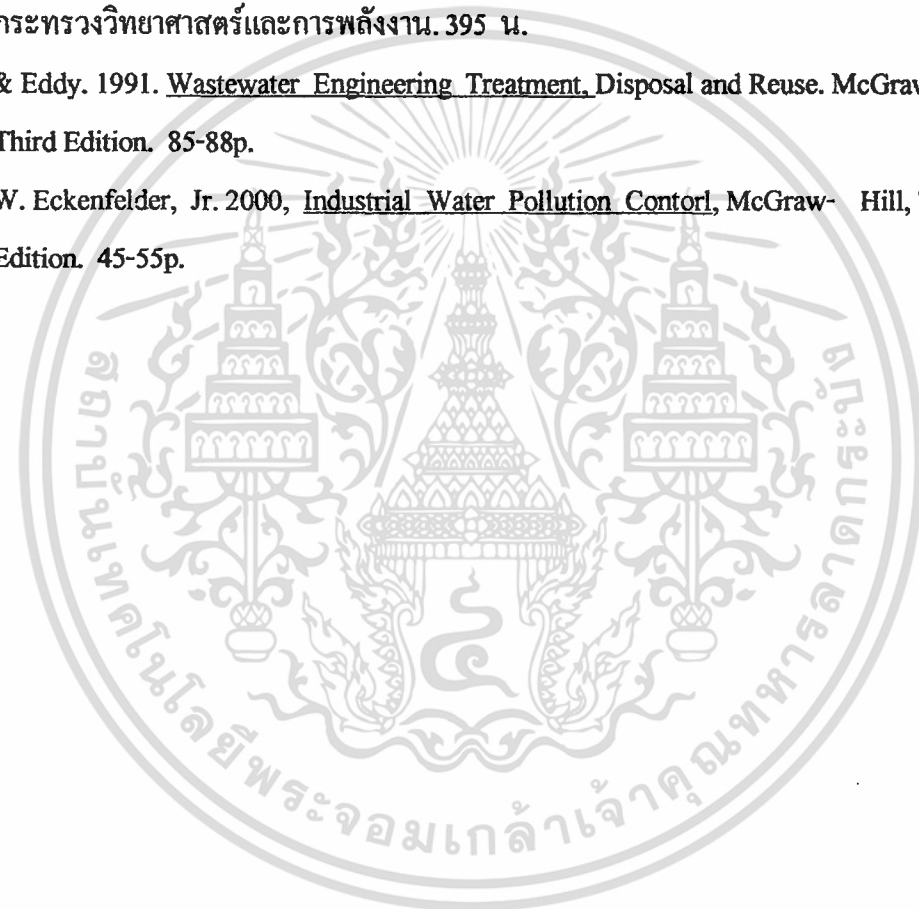
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. เคมีน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร : 387 น.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2542. ขบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย แหล่งที่มา : <http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/waste.html> , 5 กรกฎาคม 2542
- กรมควบคุมมลพิษ. 2545. โครงการจัดทำคู่มือดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียและการใช้มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารโดยกรมมลพิษ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 112 น.
- โครงการปัญหาพิเศษสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. โรงพิมพ์เรือนแก้ว. 329 น.
- ชาญยุทธ คงภิมย์ชื่น. 2533. คู่มือปฏิบัติการคุณภาพน้ำทางการประมง. คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลชลบุรี. 85 น.
- ธงชัย พรธสวัสดิ์. 2535. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร : 339 น.
- นวลพรรณ ณ ระนองและมงคล เพ็ญสายใจ. 2546. น้ำและการบำบัดน้ำเสีย. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 185 น.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2539. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 225 น.
- มันสิน ต้นทุลเวศม์และไพพรรณ พรประภา. 2538. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 224 น.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์และจาวรธร สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางการประมง, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง. กรุงเทพมหานคร : 136 น.

สุมาลี เหลืองสกุลและคณะ. 2541. การคัดเลือกดินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารในขยะและน้ำเสีย. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 20 น.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2538. เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และการพลังงาน. 395 น.

Metcalf & Eddy. 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. McGraw- Hill, Third Edition. 85-88p.

Tebbutt W. Eckenfelder, Jr. 2000, Industrial Water Pollution Control, McGraw- Hill, Third Edition. 45-55p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้