

การสำรวหน้าเสี่ยและแนวทางการบำัดหน้าเสี่ยในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นายชัยลักษณะ เจริญรัตน์
นางสาวชนัญญา วิจารณ์
นายพรทัต เจริญสันติวารกุล
นายสุชาติ เพิ่มพูนอนันต์ชัย

โครงการพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

Analysis of the Wastewater and Design Criteria of a Waste Treatment in the Faculty of Science King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang

MR. CHAIYALUCK CHAROENRAT
MISS THANANYA WIJARN
MR. PORNTAT CHAROENSANTIWARAKUL
MR. SUCHART PERMPOONANANTCHAI

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Bachelor of Science Department of Applied Biology Faculty of Science

King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang

2 พ.ค. 1998
54277

6/195/9984

Form with fields for เลขหมู่ 9535 and เลขทะเบียน


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การสำรวจน้ำเสียและแนวทางการบำบัดน้ำเสีย
ในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดย นายชัชลักษณ์ เจริญรัตน์
นางสาวชนัญญา วิจารณ์
นายพรทิต เจริญสันติวารกุล
นายสุชาติ เพิ่มพูนอนันต์ชัย

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มាលินี ตันติยาภรณ์

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้นับเป็นโครงการพิเศษฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

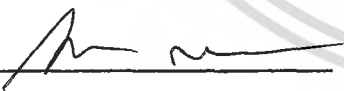


(ผศ. เนาวรัตน์ ปานแยม)

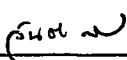
คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ



(ผศ. เนาวรัตน์ ปานแยม)



(ผศ. มាលินี ตันติยาภรณ์)



(อ. วันชัย สุธิโน่น)

หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

ประธานกรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การสำรวจน้ำเสียและแนวทางการบำบัดน้ำเสียในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นักศึกษา	1. นายชัยลักษณะ เจริญรัตน์
	2. นางสาวชนัญญา วิจารย์
	3. นายพรทนต์ เจริญสันติวารกุล
	4. นายสุชาติ เพิ่มพูนอนันต์ชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. มานินี ตันติยาภรณ์
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
ปีการศึกษา	2535

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการเจริญเติบโตขึ้นทั้งทางด้าน การก่อสร้างอาคารเรียนใหม่และการเพิ่มปริมาณนักศึกษา ทำให้เกิดปัญหามลภาวะทางน้ำขึ้น ปัญหานี้เกิดขึ้นในขณะที่ยังไม่รุนแรงมากนัก จากการสำรวจคุณภาพน้ำเสียพบว่าในกลุ่มอาคารเก่า น้ำเสียจากโรงอาหารมีค่า COD, BOD และ ปริมาณไขมัน สูง คือ 378 มก./ล., 212.2 มก./ล. และ 425 มก./ล. ตามลำดับ น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ มีค่า pH ในช่วงกว้าง คือ 5-11 มีปริมาณสารเคมีปะปนอยู่สูง และมีปริมาณโลหะหนัก คือ ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม ทองแดง และเหล็ก ในปริมาณมาก โดยเฉพาะตะกั่ว มีปริมาณสูงถึง 6.72 มก./ล. ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ นอกจากนี้ ในทุกๆบริเวณที่มีการเก็บตัวอย่าง จะพบจุลินทรีย์ประเภทโคลิฟอร์มเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณอาคารฝึกงานเคมีฯ โรงอาหาร และท่อน้ำทิ้ง (10^5 เซลล์/100ลบ.ซม.) การกำจัดสิ่งปฏิกูลจากห้องน้ำ-ห้องส้วมซึ่งใช้ระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะ บ่อซึม ขณะนี้ขาดประสิทธิภาพในการบำบัด นอกจากนี้อาคารฝึกงานเคมีฯ ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ จากข้อมูลดังกล่าว ได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขโดยยึดหลัก ระบบบำบัดที่ได้ผลดีและการลงทุนต่ำ บริเวณที่ควรแก้ไขได้แก่ บริเวณโรงอาหาร ควรจัดตั้ง ตะแกรงดักเศษอาหาร บ่อดักไขมัน และ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ซึ่งจะสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดค่า BOD ของน้ำเสียได้เป็นอย่างดี ใช้พื้นที่น้อยและดูแลรักษาง่าย ส่วนน้ำเสียดังกล่าว ควรผ่านการบำบัดโดยการตกตะกอนเอาสารเคมีที่เจือปนออก แล้วผ่านการดูดซับโลหะหนักด้วยผิวกบชวา ซึ่งสามารถลดปริมาณโลหะหนักได้จนอยู่ในขั้นปลอดภัย สำหรับในส่วนของอาคารเก่าควรปรับปรุง บ่อเกรอะ-บ่อซึมในส่วนของอาคารเดิมให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ส่วนอาคารฝึกงานเคมีและโพลีเมอร์ เทคโนโลยี ควรติดตั้งระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลจากห้องน้ำ และมีการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

ในส่วนของกลุ่มอาคารใหม่ ที่จะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2537 นี้ ควรติดตั้งระบบบำบัดน้ำทั้งสารเคมี และน้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วม สิ่งที่สำคัญในการแก้ไข นอกเหนือจากการใช้ระบบบำบัดแล้ว ควรมีการสร้างจิตสำนึกแก่ผู้ใช้ในคณะวิทยาศาสตร์ ให้ตระหนักถึงปัญหามลภาวะทางน้ำที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

Special Project Title : Analysis of the wastewater and design criteria
of waste treatment in The Faculty of Science
King Mongkut Institute of Technology
Chaokunthaharn Ladkrabang Campus

Name : Mr. Chaiyaluck Charernrat
Miss Tananya Wijarn
Mr. Porntat Charernsantiworakul
Mr. Suchart permphoonananchai

Special Project Advisor: Asst.Prof. Malinee Tuntiyaporn

Department : Applied Biology

Academic Year : 1992

ABSTRACT

The Faculty of Science King Mongkut Institute of Technology Chaokunthaharn Ladkrabang Campus ,in the present, have the new buildings construction and the high increasing of students that make polluted water problem. But the problem is not terrible now. From the analysis of the wastewater , the waste water from cafeteria has COD BOD and Grease as 378 , 212.2 and 425 mg./l. The wastewater from Laboratory has Pb,Zn,Cd and Fe in high quantity especially Pb is 6.72 mg./l. that is over the standard limit value. The use of Septic tank in this area is low efficiency now. And The chemical and polymer technology training building doesn't have the wastewater treatment system. The criteria of wastewater treatment is The cafeteria must have the treatment system that have screen , grease trap , and Aerated lagoon for remove the waste and improve the quality of water.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The wastewater from laboratory must be coagulated and absorbed heavy metal by water hyacinth until the heavy metal decline to safety level. The septic tank in the old building must be improved their efficiency. And the chemical and polymer technology trianing building must have the wastewater treatment system. The wastewater from new building must be treated by the wastewater system before drain.

In another way , the important solution of the polluted water problem is make the responsibility and realization in environmental conservation.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่าย

1. คณะวิทยาศาสตร์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเงินทุนวิจัย
2. ผศ. มานี ดันติยาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ผู้ให้แนวทางและคำแนะนำในการทำโครงการพิเศษ
3. ผศ. เนาวรัตน์ ปานยิ้ม หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ผู้อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทำปัญหาพิเศษ
4. อ. วันชัย สุกนิษฐ์ ผู้ให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร
5. ผศ.ดร. ชีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์ หัวหน้าภาควิชาเคมี ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Atomic Absorbance Spectrophotometer
6. อ. สุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ ผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำกราฟวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสีย
7. คุณ สมชาย เข้มวิเศษ เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารสถานที่ คณะวิทยาศาสตร์ ผู้ให้ข้อมูลต่าง ๆ ของคณะวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับแผนผัง และข้อแนะนำอันเป็นประโยชน์
8. อ. สุภารัตน์ จำปา ผู้ให้คำแนะนำและกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ
9. เจ้าหน้าที่ในสำนักงานคณบดีทุกๆ คน ที่อำนวยความสะดวกในการขอเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ชัชลักษณ์ เจริญรัตน์

ศัญญา วิจารณ์

พรทศ เจริญสันติวารกุล

สุชาติ เพิ่มพูนอนันต์ชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อโครงการนพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อโครงการนพิเศษภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	72
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	79
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	119
ภาคผนวก ก. หลักการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์	129
ภาคผนวก ข. หลักการวิเคราะห์น้ำเสียทางกายภาพ	133
ภาคผนวก ค. หลักการวิเคราะห์น้ำเสียทางเคมี	140
ภาคผนวก ง. หลักการวิเคราะห์น้ำเสียทางชีววิทยา	167
ภาคผนวก จ. อาหารที่ใช้ในการเพาะเชื้อ	172
ภาคผนวก ฉ. ครรชนีเอ็มพีเอ็นและซีดีจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95	178
ภาคผนวก ช. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2525)	181
เอกสารอ้างอิง	185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำเสีย ที่ควรใช้ในการหาค่า BOD	10
ตารางที่ 2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักและ สารเคมีที่สกัดพบว่าสามารถดูดได้	70
ตารางที่ 3	แสดงค่า pH และปริมาณสารสร้างตะกอนที่ใช้ในการทดสอบ	78
ตารางที่ 4	แสดงผลการสำรวจสภาพพื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์	79
ตารางที่ 5	แสดงจำนวนนักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2525-2535	82
ตารางที่ 6	แสดงจำนวนบุคลากรในคณะวิทยาศาสตร์	86
ตารางที่ 7	แสดงปริมาณการใช้น้ำประปาตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2534 - เมษายน 2535	88
ตารางที่ 8	แสดงปริมาณสุรภัยในอาคารต่างๆ	96
ตารางที่ 9	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจาก จุดเก็บตัวอย่าง	103
ตารางที่ 10	แสดงค่า BOD ที่เปลี่ยนเมื่อให้อากาศกับ น้ำทิ้งจากโรงอาหาร	115
ตารางที่ 11	แสดงผลการทดสอบสารสร้างตะกอน	117
ตารางที่ 12	แสดงปริมาณโลหะหนัก ภายหลังจากตกตะกอน สารเคมีในน้ำทิ้งที่มีสารเคมีเจือปน	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า	
รูปที่ 1	ลักษณะของ Trickling Filter	30
รูปที่ 2	รูปภาพตัดขวางของ Trickling Filter	31
รูปที่ 3	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Trickling Filter	32
รูปที่ 4	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge	36
รูปที่ 5	รูปภาพตัดขวางของ Imhoff Tank	51
รูปที่ 6	ลักษณะของถังเกรอะแบบหลายช่อง	52
รูปที่ 7	รูปภาพตัดขวางของ Anaerobic Filter	54
รูปที่ 8	ลักษณะของระบบบำบัดแบบ Anaerobic Filter	54
รูปที่ 9	ลักษณะของ Oxygen Sag Curve	62
รูปที่ 10	แผนผังแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย	75
รูปที่ 11	รูปแสดงสภาพพื้นที่ลุ่มต่ำ มีน้ำท่วมขังใต้อาคาร	83
รูปที่ 12	รูปแสดงพื้นที่ที่มีการถมเพื่อก่อสร้างอาคารใหม่	84
รูปที่ 13	รูปแสดงแบบจำลองของอาคารต่าง ๆ ในคณะวิทยาศาสตร์	84
รูปที่ 14	แผนผังแสดงพื้นที่ที่จะใช้ก่อสร้างอาคารใหม่	85
รูปที่ 15	กราฟที่ 1 แสดงจำนวน นักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2525 - 2535	86
รูปที่ 16	กราฟที่ 2 แสดงจำนวน บุคลากรในคณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2532 - 2534	87
รูปที่ 17	รูปแสดงบ่อนักน้ำประปาที่ใช้ภายในคณะวิทยาศาสตร์	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 18	ถังน้ำกลั่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	90
รูปที่ 19	ห้องปฏิบัติการ	93
รูปที่ 20	สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	93
รูปที่ 21	การทำความสะอาดภาชนะบริเวณโรงอาหาร คณะวิทยาศาสตร์	97
รูปที่ 22	ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงอาหาร	98
รูปที่ 23	ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงอาหาร	98
รูปที่ 24	บ่อรองรับน้ำสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ	99
รูปที่ 25	บ่อรองรับน้ำสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ	99
รูปที่ 26	บ่อรองรับน้ำฝน	100
รูปที่ 27	ลักษณะของน้ำเสียในบ่อหลังโรงอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น	101
รูปที่ 28	ลักษณะของน้ำเสียในบ่อดักสารเคมี เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น	101
รูปที่ 29	ลักษณะของน้ำเสียในท่อน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น	102
รูปที่ 30	ลักษณะการระบายน้ำทิ้งออกมาตามคูน้ำ บริเวณหน้าคณะวิทยาศาสตร์	106
รูปที่ 31	ลักษณะการระบายน้ำทิ้งออกมาตามคูน้ำ บริเวณหน้าคณะวิทยาศาสตร์	106
รูปที่ 32	แผนผังแสดงการระบายน้ำทิ้งของคณะวิทยาศาสตร์	107
รูปที่ 33	รูปแสดงถึงกรองสารเคมีของคณะวิทยาศาสตร์	108
รูปที่ 34	รูปแสดงลักษณะพี้น้ำที่เจริญงอกงาม	110
รูปที่ 35	การระบายน้ำทิ้งสารเคมี ของอาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์	111
รูปที่ 36	การระบายน้ำทิ้งสารเคมี ของอาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์	111
รูปที่ 37	การฟุ้งกระจายของท่อระบายน้ำทิ้งสารเคมีในห้องปฏิบัติการ	112
รูปที่ 38	การทิ้งขยะไม่ถูกที่	113
รูปที่ 39	การทิ้งขยะไม่ถูกที่	114
รูปที่ 40	กราฟที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า BOD	116
รูปที่ 41	กระบวนการบำบัดแบบ Aerated Lagoon	122
รูปที่ 42	แสดงการหาปริมาณของแข็ง	139
รูปที่ 43	แสดงการหาปริมาณ COD	142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 44	แสดงการหาปริมาณ BOD	146
รูปที่ 45	แสดงการหาปริมาณแอมโมเนีย , ไนโตรเจน	149
รูปที่ 46	แสดงการหาปริมาณฟอสเฟต	153
รูปที่ 47	กราฟมาตรฐานของโลหะ Pb	161
รูปที่ 48	กราฟมาตรฐานของโลหะ Fe	162
รูปที่ 49	กราฟมาตรฐานของโลหะ Cu	163
รูปที่ 50	กราฟมาตรฐานของโลหะ Ag	164
รูปที่ 51	กราฟมาตรฐานของโลหะ Zn	165
รูปที่ 52	กราฟมาตรฐานของโลหะ Cd	166
รูปที่ 53	แสดงอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	177
รูปที่ 54	การหาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม	177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันมลภาวะของแหล่งน้ำ จัดได้ว่าเป็นปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากมีผลเสียกระทบถึงระบบนิเวศวิทยาของโลก การบำบัดและแนวทางการแก้ไขให้สภาวะแวดล้อมดีขึ้นย่อมมีผลดีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

โดยปกติการระบายน้ำทั้งจากตัวอาคารทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์จะไหลลงสู่ท่อน้ำทิ้งรอบอาคาร และระบายสู่อ่างน้ำด้านหน้าและข้างอาคาร น้ำเสียจากโรงอาหารซึ่งอยู่ใกล้คณะก็จะระบายสู่อ่างน้ำทั้งสองนี้เช่นกัน น้ำทิ้งทั้งหมดจากบ่อน้ำข้างอาคารและหน้าอาคารจะระบายออกสู่บริเวณคลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร แต่ในขณะที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้สร้างอาคารใหม่แยกตัวออกจากคณะวิทยาศาสตร์อย่างถาวรแล้ว น้ำทิ้งดังกล่าวจึงถูกปิดกั้น ทำให้น้ำซึ่งอยู่บริเวณด้านหน้า และด้านข้างอาคารคณะวิทยาศาสตร์ ในปริมาณที่สูงขึ้น ประกอบกับได้เกิดภาวะน้ำท่วมบริเวณรอบนอกของกรุงเทพฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหนองจอก มั่นบุรี และเขตลาดกระบัง เป็นเวลาเดือนครึ่ง เป็นผลให้น้ำเสียจากบ้านเรือนที่อยู่อาศัยบริเวณรอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า และบริเวณสถานีรถไฟ เข้าท่วมซึ่งในบ่อทั้งสองของคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งตั้งอยู่ที่บริเวณที่ราบต่ำ การท่วมซึ่งที่เกิดขึ้นเป็นเวลานานและไม่มีการระบายออก ทำให้เริ่มเกิดมลภาวะเน่าเสียเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบริเวณบ่อด้านข้างของคณะวิทยาศาสตร์ ผลที่เกิดขึ้นนี้ แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำดังกล่าวอยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรม จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาหาปริมาณน้ำเสีย และลักษณะน้ำเสีย รวมถึงแนวทางในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมไม่ให้มีความสกปรกเกินกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำ ที่กำหนดโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และเป็นการรักษาเนเวศวิทยาบริเวณคณะให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม อันเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาและคณะวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. ศึกษาปริมาณน้ำเสียและวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย ทางกายภาพ ทางชีววิทยา และทางเคมี โดยการประเมินค่าออกมาในรูปของ BOD (Biological Oxygen Demand) , COD (Chemical Oxygen Demand) และจำนวนเชื้อโรคซึ่งพบอยู่ในรูปของฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria) และปริมาณโลหะหนัก
2. ศึกษาแนวทางและออกแบบแก้ไขเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้น้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้ว มีค่าเกี่ยวกับความสกปรกตามที่มาตรฐานกำหนด โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. ศึกษาปริมาณน้ำเสียจากแหล่งอาคารต่าง ๆ บริเวณบ่อด้านใต้ และด้านหน้าของตัวอาคารคณะวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาน้ำเสียในด้านเคมีและชีวเคมี โดยการตรวจวิเคราะห์น้ำเสียในรูป BOD COD , Fecalcoliform และปริมาณโลหะหนัก
3. ศึกษาแนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะ ในการออกแบบกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ให้เหมาะสม
4. ศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ระยะเวลา ของแนวทางการบำบัดน้ำเสีย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นการรักษาสุขภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้น จากมลภาวะของแหล่งน้ำ รอบคณะวิทยาศาสตร์ ให้ อยู่ในสภาพที่ดีขึ้น และเหมาะสม อันเป็นผลดีต่อสภาพจิตใจนักศึกษาและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง น้ำ ที่ผ่านการบำบัดแล้ว และมีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์ตามค่ามาตรฐานแหล่งน้ำ ที่กำหนดโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เมื่อระบายออกสู่คลองที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำ ช่อมสามารถนำกลับมาใช้ได้ อันเป็นประโยชน์และเหมาะสมกับสภาพของประเทศไทย

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำ

คำจำกัดความ

น้ำเสีย (WASTE WATER) หมายถึง น้ำผ่านการใช้งานมาแล้ว โดยชุมชน อุตสาหกรรม หรือสถาบัน หรือการใช้งานประเภทอื่นก็ตามที่ จะมีมลสารปะปนอยู่ ซึ่งเมื่อระบายสู่ลำน้ำแล้วจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจนถึงระดับที่ทำให้แหล่งน้ำนั้นใช้งานไม่ได้ดังเดิม

น้ำโสโครก (SEWAGE) หมายถึง สิ่งปฏิกูลในรูปของของเหลวซึ่งเกิดจากการใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การชำระล้าง การชักฟอก การปรุงและการประกอบอาหาร รวมทั้งน้ำฝนที่ไม่ได้รองรับไว้ใช้ประโยชน์ ฯลฯ

น้ำเน่า (POLLUTED WATER) หมายถึง น้ำซึ่งเป็นอันตราย หรือเป็นที่น่ารังเกียจ ปรากฏอยู่และเกิดการย่อยสลายทางชีวเคมีจนเกิดสภาพน้ำเหม็น (SEPTICITY)

น้ำทิ้ง (EFFLUENT) หมายถึง

- ของเหลวชนิดหนึ่งที่ไหลออกจากภาชนะบรรจุ
- น้ำเสียหรือของเหลวชนิดหนึ่ง ที่ผ่านการบำบัดเป็นบางส่วนหรืออย่างสมบูรณ์ หรืออยู่ในสภาพสถานะทางธรรมชาติอย่างเดิม และถูกปล่อยออกมาจากอ่างเก็บน้ำ , ถัง, ระบบบำบัดน้ำเสีย หรือจากส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารดังกล่าว
- น้ำซึ่งระบายลงสู่คลอง, ลาน หรือท่อระบายสาธารณะ เป็นน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วจะถูกบำบัดก่อน หรือไม่ก็ได้ (ซึ่งอาจจะเสียหรือไม่ก็ได้)

ในที่นี้ขอใช้คำว่า "น้ำเสีย" เพราะความหมายครอบคลุมสภาพแหล่งน้ำทั้งหมด

2.2 สถานะน้ำเสีย (water pollution)

น้ำ ในที่นี้หมายถึง น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง และทะเล น้ำถูกใช้

เป็นประโยชน์หลายอย่าง เช่น การอุปโภค บริโภค การพักผ่อนหย่อนใจ การเกษตร การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการอุตสาหกรรม นอกจากนี้ มนุษย์ยังใช้แหล่งน้ำเป็นที่ขจัดของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น ขยะมูลฝอย น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและของเสียจากการเกษตร ทำให้เกิดสภาวะน้ำเสียขึ้น คือ การที่น้ำมีคุณภาพเลวลงจนขัดต่อการใช้ประโยชน์อย่างอื่น โดยที่น้ำไม่จำเป็นต้องเน่าเหม็นเสมอไป

2.3 ปัญหาและแหล่งที่มาของน้ำเสีย

โดยปกติแล้วน้ำเสียที่เกิดจากอาคารบ้านเรือน และที่ฝึกอาชีพและที่ทำการนั้นจะมีส่วนประกอบที่เป็นของเหลว(liquid) หรือมีน้ำมากกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลืออีกไม่ถึงร้อยละ 1 จะเป็นของแข็ง(solid) โดยจะมีทั้งของแข็งละลายน้ำ(dissolved solids) และของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป น้ำเสียอาจจะมีแร่ธาตุ สารประกอบเคมีที่เป็นพิษบางชนิดปะปนมาด้วยก็ได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษของดินและน้ำขึ้นได้

เนื่องจากน้ำเสียเป็นน้ำที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ย่อมต้องมีการปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นเชื้อโรค เมื่อปะปนกับน้ำโสโครกก็อาจจะยังไม่ตาย และอาจจะเจริญพันธุ์เพิ่มจำนวนมากขึ้นก็ได้ เพราะในน้ำโสโครกจะมีอินทรีย์สาร ที่สามารถใช้เป็นสารอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นน้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคที่ติดต่อได้โดยอาศัยน้ำและอาหารเป็นสื่อ เช่น เชื้อบิด เชื้ออหิวาตกโรค เชื้อไทฟอยด์ ฯลฯ ก็อาจจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นแก่แหล่งน้ำ ทำให้ผู้ใช้ติดเชื้โรคได้ ซึ่งในบางครั้งก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคระบาดขึ้นได้โดยง่าย

โดยสรุปแล้วน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากอาคารที่ฝึกอาชีพ อาคารที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรม ตลาด ฯลฯ จำเป็นต้องได้รับการบำบัดด้วยความเหมาะสมถูกต้องตามหลักเกณฑ์การสุขาภิบาล มิฉะนั้นแล้วน้ำเสียอาจจะทำให้เกิดปัญหาสำคัญ ๆ ได้ดังนี้

- แหล่งเพาะพันธุ์
- มลภาวะ
- เหนือราคา
- ความไม่สะอาด
- สูญเสียเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แหล่งเพาะพันธุ์ (breeding place) โดยเฉพาะทำให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรคและแมลง ทั้งนี้ เนื่องจากอาจจะมีเชื้อโรคปนเปื้อนติดมากับน้ำเสีย นอกจากนี้เชื้อโรคที่ติดมานั้นอาจจะไม่ตายแล้ว ก็อาจจะเจริญพันธุ์เพิ่มจำนวนมากขึ้นได้อีกด้วย เนื่องจากในน้ำเสียมีอินทรีย์สารที่เชื้อโรคใช้เป็นสารอาหารเจริญพันธุ์ได้ และถ้ามีการระบายน้ำเสียสู่แหล่งน้ำนั้นโอกาสที่เชื้อโรคจะแพร่เชื้อกระจายก็มีมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้นการรวบรวมและกำจัดน้ำเสียจะเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยลดหรือกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรคและแมลงได้เป็นอย่างดี

2. มลภาวะ (pollution) เนื่องจากน้ำเสียมีสิ่งเจือปนอยู่ด้วยหลายชนิด เช่น ตะกอน ความขุ่น สี สารเคมี และเชื้อจุลินทรีย์แล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลภาวะของดิน มลภาวะของน้ำ และมลภาวะของอากาศได้ ตัวอย่างเช่น น้ำเสียที่ปล่อยทิ้งค้างเอาไว้บนพื้นดินก็อาจจะทำให้มีมลสาร (pollutants) ตกค้างอยู่ที่พื้นดินและเป็นอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ต่อไป และในกรณีที่มีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่บำบัดอยู่ในสภาพที่ได้มาตรฐานที่ค้ำเสียก่อน สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำเสียก็จะทำให้เกิดมลภาวะของน้ำได้เช่นกันที่เห็นได้ชัด คือ ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำลดลง เพราะการสลายตัวของสิ่งสกปรกที่ติดมากับน้ำ จนในบางแห่งอาจจะทำให้แหล่งน้ำหรือลำธารนั้น ๆ มีสีดำ มีฟองแก๊สและกลิ่นรบกวนเกิดขึ้นได้ การระเหยและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดสิ่งเจือปนขึ้นในบรรยากาศ ทำให้เป็นมลภาวะของอากาศขึ้น เช่น แก๊สต่าง ๆ ละอองไอ ไอระเหย

3. เหตุรำคาญ (nuisance) เหตุรำคาญที่เกิดขึ้นได้บ่อยๆ เช่น กลิ่นเหม็นที่เกิดจากน้ำเสียโดยตรง การท่วมขังของน้ำโสโครก ซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดเหตุรำคาญแล้ว ก็ส่งผลกระทบต่อด้านการอยู่อาศัยและการสุขภาพแล้ว ก็ส่งผลกระทบต่อด้านการสัญจรไปมา แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงและแมลงรบกวนซึ่งจะเป็นเหตุรำคาญติดตามมาอีกก็ได้

4. ความไม่น่าดู (nonaesthetic environments) ถ้าขาดการรวบรวมและกำจัดให้เหมาะสมแล้ว นอกจากจะเป็นสิ่งแวดล้อมที่ไม่น่าดูแล้ว ยังจะก่อให้เกิดสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ของชุมชนพลอชลดคุณค่าหรือขาดความสำคัญลงไปอีกด้วย

5. สูญเสียเศรษฐกิจ (economic loss) การสูญเสียเศรษฐกิจ ซึ่งเกิดขึ้นจากน้ำเสียนั้นเกิดขึ้นได้หลายกรณี ได้แก่ กากตะกอนจากน้ำเสียทำให้แหล่งน้ำหรือร่องน้ำเกิดการตื้นเขินซึ่งทำให้ต้องใช้งบประมาณขุดลอกอินทรีย์สารจะเป็นเหตุสำคัญ ทำให้ปริมาณน้ำบางแห่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำตามธรรมชาติต้องลดปริมาณลง เนื่องจากการสลายตัวนั้นในแหล่งน้ำบางแห่งปริมาณออกซิเจนลดลงจนสัตว์น้ำไม่อาจจะอยู่อาศัยในแหล่งน้ำนั้นต่อไปได้ ทำให้สัตว์น้ำลดลง อาจสูญพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งที่มาของน้ำเสียได้มาจากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- น้ำฝนที่ไม่ได้รองรับไว้ใช้ประโยชน์
- น้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัย
- น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
- น้ำที่ซึมมาจากดิน

1. น้ำฝนที่ไม่ได้รองรับไว้ใช้ประโยชน์ (storm water or storm sewage) โดยทั่วไปน้ำฝนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่รองรับไว้ใช้ประโยชน์ เพื่อใช้เป็นน้ำดื่ม น้ำใช้ของครอบครัว โดยเฉพาะในชุมชนชนบทของประเทศไทย นิยมใช้น้ำฝนกันอย่างแพร่หลาย แต่น้ำฝนที่เหลือจากการรองรับไว้ใช้ประโยชน์แล้วก็จะเห็นว่า น้ำฝนส่วนที่ไม่ได้รองรับไว้ใช้ประโยชน์ หรือส่วนที่ปล่อยทิ้งไปนั้นโดยเฉลี่ยแล้ว เป็นน้ำที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่น้อยมาก เช่น ฝุ่นละออง ไอร์ระเหย แก๊สต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอากาศ และสิ่งเจือปนคิดไปด้วขณะที่ไหลไปตามพื้นผิวดิน ทำให้เพิ่มความสกปรกมากขึ้น ในที่สุดก็จะไหลไปรวมกันและตั้งอยู่ในที่ลุ่ม ทำให้เกิดเป็นแหล่งน้ำเสียบนพื้นดิน หรือถ้าระบายลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากทำให้เพิ่มปริมาณของน้ำมากขึ้นแล้วก็จะมีส่วนที่ทำให้แหล่งน้ำนั้นมีสิ่งเจือปนและความสกปรกเพิ่มมากขึ้นด้วย ในชุมชนเขตเมือง ปัญหาของน้ำฝนที่ไม่ได้รองรับไว้ใช้ประโยชน์อาจจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำท่วมขัง การจราจรติดขัด เกิดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ กลิ่นเหม็นจากการเน่าเปื่อยและการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่ติดมากับน้ำฝน ทำให้เป็นแหล่งกำเนิดของเห็ดราสาเหตุ และบางครั้งก็ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ก็อยู่อาศัย ในบริเวณที่มีน้ำฝนท่วมขังได้ เช่น โรคเท้าเปื่อย โรคผิวหนัง และในบางพื้นที่ที่มีการท่วมขังระดับสูง ๆ จากผิวดินมาก ก็จะทำให้เกิดปัญหาทางด้านการสุขาภิบาลอย่างอื่น ตามมาอีก เช่น ส้วมเต็มหรือใช้ไม่ได้ การจับเก็บและรวบรวมขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนไม่สามารถทำได้ตามปกติ มักถูกปล่อยทิ้งไว้ในชุมชนทำให้ยิ่งเพิ่มปัญหามากยิ่งขึ้น ได้แก่ กลิ่นเหม็น แมลงวัน และแมลงรบกวนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในชุมชนเขตเมืองที่ตระหนักถึงความสำคัญเกี่ยวกับน้ำฝนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ดังกล่าวนี้ มักจะจัดทำระบบท่อน้ำเสียสำหรับรับน้ำฝนดังกล่าวโดยเฉพาะเรียกว่า "ท่อระบายน้ำฝน" (storm sewer) แยกต่างหากจากน้ำเสียดินอื่น ๆ

2. น้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัย (domestic waste) น้ำเสียดังกล่าว ไม่คิดรวมถึงน้ำฝนที่ไม่ได้รองรับไว้ใช้ประโยชน์แล้ว ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น จะแปรผันโดยตรงตามจำนวน

ของปริมาณน้ำใช้ที่นำมาใช้ ถ้าเป็นชุมชนในเขตเมือง และชุมชนที่มีระบบน้ำประปาใช้ ปริมาณค่าเฉลี่ยของน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้น โดยปกติจะถือว่า มีปริมาณเท่ากับปริมาณของน้ำประปา ที่นำมาใช้ในครัวเรือนหรือในอาคารที่ทำการ ซึ่งโดยความเป็นจริงในทางปฏิบัตินั้นปริมาณน้ำเสียจะน้อยกว่าน้ำประปาที่ได้ใช้ไปอยู่บ้างเล็กน้อย เพราะบางส่วนจะไม่ปล่อยให้ไหลลงท่อน้ำน้ำเสียโดยตรง เพราะถูกนำไปเก็บกักไว้ในระบบอื่นบ้าง เช่น เพื่อการขับเคลื่อนสิ่งขับถ่ายจากร่างกาย และถูกเก็บกักไว้ในหลุมส้วม หรือถึงเกราะ แต่ก็เป็ปริมาณที่ไม่มากนัก ส่วนน้ำเสียที่เกิดจากอาคารที่พักอาศัยจะเกิดขึ้นมากช่วง 5.00 - 8.00 น. และ 17.00 - 20.00 น. เพราะเป็นช่วงระยะเวลาที่ประชาชนมีกิจกรรมต้องใช้น้ำกันมาก โดยทั่วไปแล้วน้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัยมีส่วนที่เป็นของเหลวหรือน้ำเกินกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก ที่เหลืออีกไม่ถึงร้อยละ 1 จะเป็นพวกของแข็ง ซึ่งส่วนมากจะเป็นอินทรีย์สาร (organic matters) ซึ่งจะมีทั้งชนิดที่ละลายน้ำได้และพวกที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นเมื่อปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการบำบัดและกำจัดให้เหมาะสมแล้ว ก็จะทำให้เกิดปัญหาสิ่งสกปรกที่ติดมากับน้ำเสีย น้ำมีสีดำ มีฟองแก๊ส ปริมาณของออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำของแหล่งน้ำลดปริมาณลงจนอาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น นอกจากนั้นแล้วในปัจจุบันนี้ประชาชนนิยมใช้ผงซักฟอก แทนส์บู - ผงซักฟอกบางชนิดมีสารประกอบเคมีที่สลายตัวค่อนข้างยาก เช่น Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) ต้องใช้เวลาอันเป็นปีจึงจะสลายตัวได้หมด จึงทำให้มีปริมาณของสิ่งเจือปนอยู่ในน้ำเสียเพิ่มปริมาณสะสมมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดมลภาวะได้แล้ว สารเคมีที่สะสมอยู่ในน้ำเสียบางชนิด ก็อาจจะเป็นพิษและอาจจะทำให้เกิดมลภาวะได้

3. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial waste) น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับกรรมวิธีการผลิต โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก เพื่อทำความสะอาดต่างๆ ไป การหล่อเย็น ดังนั้น น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมจึงมีลักษณะที่แตกต่างไปจากน้ำเสียชนิดอื่นๆ ทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของโรงงานอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง แม้ว่าจะเป็นโรงงานขนาดเล็กก็จะมีน้ำเสียเกิดขึ้นมาก โรงงานแบตเตอรี่และโรงงานชุบโลหะจะปล่อยน้ำเสียที่มีความเป็นกรดและจะมี โลหะหนักปะปนมาด้วยจำนวนหนึ่ง นอกจากนั้นแล้วแม้แต่ น้ำที่ใช้สำหรับการหล่อเย็นของโรงงานอุตสาหกรรม แม้ว่าจะไม่มีสิ่งเจือปนเหมือนน้ำเสีย แต่ก็จะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าน้ำปกติ ซึ่งถ้าปล่อยออกสู่แหล่งน้ำโดยตรงทันที ก็ส่งผลกระทบต่อด้านการช่วยเร่งปฏิกิริยาเคมีในน้ำ และจะเป็นตัวการสำคัญ ที่ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำ ของแหล่งน้ำที่ต้องรับน้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิสูงๆ นั้นลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เร็วเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นนั้น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจึงเป็นน้ำเสียที่จะต้องได้รับการตรวจ และพิจารณาคุณภาพด้วยความรอบคอบ พร้อมทั้งจะต้องมีการบำบัดและกำจัดเป็นพิเศษ เพราะเป็นน้ำเสียที่อาจจะก่อให้เกิดอันตราย และภาวะมลพิษและส่งผลกระทบต่อชุมชนได้โดยง่าย

4. น้ำที่ซึมมาจากดิน (infiltration water) จัดว่าเป็นน้ำที่คูดซึม และยังอยู่ในชั้นดินโดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่ม ซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ระดับผิวดิน น้ำในชั้นดินดังกล่าวนี้มีโอกาสที่จะไหลซึมเข้าสู่ท่อน้ำเสียได้ทางรอยต่อ รอยแตก ร้าวหรือถ้าผนังท่อน้ำเสียมีความหนาไม่พอหรือเกิดความบกพร่องขึ้น ก็จะทำให้น้ำในดินไหลเข้าสู่ท่อน้ำเสียได้ เป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากขึ้นในเส้นท่อหรือรางระบายน้ำเสีย น้ำที่ซึมจากดินดังกล่าวนี้จะคิดเป็นอัตราของปริมาณน้ำต่อความยาวท่อน้ำเสียต่อระยะเวลา เช่น ลบ.ม./กม./วัน เป็นต้น

ลักษณะของน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเสีย เป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะของน้ำทิ้งและหลักการตรวจวิเคราะห์ลักษณะเหล่านี้ ส่วนรายละเอียดในการวิเคราะห์ได้รวบรวมไว้ใน ภาคผนวก ข. และภาคผนวก ค.

1. pH (POTENTIAL OF HYDROGEN ION)

ค่าที่แสดงถึง ปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน (H^+) ในน้ำ โดยคำนวณได้จากสูตร

$$pH = -\log [H^+]$$

เมื่อ $[H^+]$ = ความเข้มข้นของ H^+ มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

ในทางปฏิบัติ ค่า pH แสดงถึงค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเสีย การมีคุณสมบัติเป็นกรดจะมีค่า pH น้อยกว่า 7 เป็นด่างจะมีค่า pH มากกว่า 7 และเป็นกลางจะมีค่า pH เป็น 7 ค่า pH ของน้ำเสีย มีความสำคัญในการกำจัดน้ำทิ้ง ด้วยวิธีการทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมค่า pH ของน้ำเสียให้คงที่หรือควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัด

การวัดค่า pH ทำได้หลายวิธี ที่ง่ายที่สุดคือ การใช้กระดาษ pH ที่จะมีสีเปลี่ยนไปตามค่า pH เมื่อนำมาเทียบกับสีมาตรฐานจะได้ค่า pH โดยประมาณ หากต้องการค่า pH ที่ละเอียดต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า pH meter ซึ่งมีหลายแบบขึ้นกับความละเอียดของค่า pH ที่ต้องการ

2. DO (DISSOLVED OXYGEN)

สารละลายออกซิเจนเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง เพราะออกซิเจนเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และป้องกันไม่ให้น้ำเน่าเหม็น ในการกำจัดน้ำเสียด้วยวิธี

ทางชีววิทยา น้ำเสียจะต้องมีออกซิเจนพอเพียง นอกจากนี้การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ จะหาเป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จะขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่างคือ

- เป็นปฏิภาคตรงกับความกดดันของบรรยากาศ ถ้าความกดดันสูง ออกซิเจนละลายน้ำได้มาก
- เป็นปฏิภาคกลับกับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูง ออกซิเจนจะละลายได้น้อยลง
- เป็นปฏิภาคกลับกับความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำ ถ้าความเข้มข้นของเกลือแร่สูง ออกซิเจนจะละลายได้น้อย

3. ความต้องการออกซิเจน (oxygen demand)

น้ำเสียส่วนใหญ่มีสิ่งสกปรกหลายชนิด ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายออกซิเจนได้ ดังนั้น เมื่อระบายน้ำเสียลงในน้ำจึงเป็นเหตุให้ปริมาณสารละลายออกซิเจนในลำน้ำลดน้อยลง ตามมาตรฐานที่กำหนด

สิ่งสกปรกเหล่านี้จะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- สารอินทรีย์ที่ไม่มีไนโตรเจน ได้แก่ สารอินทรีย์ซึ่งมีแต่คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นองค์ประกอบ เช่น แป้ง น้ำตาล ไฮโดรคาร์บอน สารอินทรีย์เหล่านี้ส่วนมากจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้โดยใช้ออกซิเจน ไปทำปฏิกิริยาชีวเคมีกับสารอินทรีย์ ให้ได้พลังงานในการดำรงชีวิต
- สารประกอบไนโตรเจน ได้แก่ สารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีน และสารประกอบพวกไนเตรต (NO_2^-) และแอมโมเนีย (NH_4^+) สารเหล่านี้เป็นอาหารของแบคทีเรียบางพวก ซึ่งจะใช้ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับสารพวกนี้ ได้เป็นสารประกอบไนเตรต และพลังงาน
- สารประกอบอนินทรีย์ สารประกอบอนินทรีย์บางชนิด เช่น เฟอร์รัส (Fe^{++}) ซัลไฟด์ (S^-) และซัลไฟต์ (SO_3^-) สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำได้โดยตรง มีน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเพียงไม่กี่ชนิดมีสารประกอบพวกนี้

เนื่องจากสิ่งสกปรกในน้ำเสียมีหลายชนิดปะปนกัน การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของสิ่งสกปรกแต่ละชนิดจึงทำได้ยากในทางปฏิบัติจึงหาปริมาณออกซิเจนที่จะต้องใช้ในการทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรกปริมาณออกซิเจนที่ได้เรียกว่า ความต้องการออกซิเจน (oxygen demand) ของน้ำเสียนั้น ความต้องการออกซิเจนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวิธีการหา ที่ใช้กันมากได้แก่ ค่า BOD และ COD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 BOD (BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND)

BOD ได้แก่ ความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียที่ทำได้ โดยใช้กระบวนการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องใช้คือ ปริมาณ BOD จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาชีวเคมีระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำเสียนั้นเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ กว่าสารอินทรีย์จะถูกทำลายหมดจะใช้เวลาหลายสัปดาห์ ตามมาตรฐานสากล จึงวัดค่า BOD ทั้งหมดในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของน้ำในฤดูร้อนของประเทศไทย BOD ในระยะ 5 วัน (BOD_5) จะมีค่าประมาณร้อยละ 70-80 ของปริมาณ BOD ทั้งหมด การหาค่า BOD มีข้อจำกัดหลายประการ คือ

- ความเข้มข้นในตัวออกซิเจนในน้ำที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีได้ไม่เกิน 9 มก/ล หมายถึง ค่า BOD ของน้ำตัวอย่างในขวดจะต้องน้อยกว่า 9 มิลลิกรัม/ลิตร แต่น้ำเสียโดยทั่วไปมีค่า BOD สูงมาก ดังนั้น ในการหาค่า BOD จึงต้องนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นเพื่อลดค่า BOD ให้ต่ำกว่า 9 มก/ล ดังนั้นในการเจือจางตัวอย่างน้ำเสีย จึงต้องรู้ค่าคร่าว ๆ ของ BOD ก่อนการประมาณค่า BOD นี้ อาจอาศัยประสบการณ์หรืออาศัยค่า COD อัตราส่วน COD:BOD ของน้ำตัวอย่างหนึ่งอาจมีค่าได้ตั้งแต่ 1.5:1 ถึง 10:1

ตัวอย่าง (ร้อยละ)	ค่า BOD (มก/ล)
0.01	20,000 - 70,000
0.02	10,000 - 35,000
0.05	4,000 - 14,000
0.10	2,000 - 7,000
0.20	1,000 - 3,500
0.50	400 - 1,400
1.00	200 - 700
2.00	100 - 350
5.00	40 - 140
10.00	20 - 70
20.00	10 - 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ว่าราชการใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง(ร้อยละ)	ค่า BOD (มก/ล)
50.00	4 - 14
100.00	0 - 7

ตารางที่ 1 แสดงความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำเสียที่ควรใช้ในการหาค่า BOD

เนื่องจากการหาค่า BOD ต้องอาศัยค่า COD ที่ประมาณได้ในขั้นต้นแรก ค่า BOD ของน้ำเสียเจือจางในขวดมากกว่า 9 มิลลิกรัม/ลิตร หรือน้อยจนเกินไป ในกรณีแรก ปริมาณสารละลายออกซิเจนในขวดหลังจากครบ 5 วัน จะมีค่าเป็นศูนย์ ในกรณีหลัง ปริมาณสารละลายออกซิเจน หลังจากครบ 5 วัน อาจใกล้เคียงกับค่าที่ทำได้ในวันแรก จนค่าที่แตกต่างอาจมีสาเหตุมาจากความบกพร่องในการวิเคราะห์ ดังนั้นการหาค่า BOD ของน้ำเสียจึงควรทำเป็น 3 ชุด แต่ละชุด ใช้ตัวอย่างน้ำเสียเจือจางต่าง ๆ กัน

- ค่า BOD จะเชื่อถือได้ต่อเมื่อปริมาณสารละลายออกซิเจนหลังจากครบ 5 วัน เกินกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร และผลต่างปริมาณออกซิเจนหรือ BOD ของน้ำตัวอย่างเจือจางต้องเกินกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร

- การวิเคราะห์หา BOD เป็นวิธีการทางชีววิทยา ดังนั้น สิ่งแวดล้อมในขวดหา BOD จะต้องเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ใช้ในการหา BOD ดังนั้น น้ำที่จะใช้เจือจางตัวอย่างน้ำเสีย จะต้องมีความเข้มข้นคือ

ก. ต้องมีค่า pH ไม่ต่างจาก 7 มากนัก และค่า pH ต้องไม่เปลี่ยนแปลงง่าย โดยมีสารเคมีที่เป็น buffer ละลายปนอยู่

ข. ต้องมีแร่ธาตุต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสมธาตุเหล่านี้ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก

- น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีจุลินทรีย์อยู่น้อยมากหรือไม่มีเลย ในการหา BOD จึงจำเป็นต้องเติมจุลินทรีย์จำนวนหนึ่ง (seed) ลงไป เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้อาจเป็นน้ำส้มในอัตราส่วน 2 ลบ.ซม. ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร แต่ใน

บางกรณีน้ำส้มอาจจะใช้ไม่ได้ผล เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีในน้ำส้มไม่เคยชินกับสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในกรณีนี้ อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เคยชินกับสารอินทรีย์ในน้ำเสียก่อน (seed acclimatization) หรือใช้น้ำในลำน้ำที่รับน้ำเสียห่างจากจุดระบายน้ำเสีย 3-4 กิโลเมตร เป็นน้ำเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้น้ำเจือจางมีค่า BOD จำนวนหนึ่งค่า BOD ของน้ำเจือจางจะต้องนำไปหักออกจากค่า BOD ของน้ำเสีย โดยที่น้ำเจือจางที่ตัดควรจะมีค่า BOD ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร

-ในน้ำเสียบางชนิดอาจมีจุลินทรีย์พวก nitrifying bacteria แบบที่เรียกพวกนี้จะใช้ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบแอมโมเนีย ดังนั้นจะทำให้ค่า BOD สูงเกินไป ในการหา BOD จึงต้องป้องกันปฏิกิริยาของแบคทีเรียพวกนี้โดยใช้สารเคมี เช่น methylene blue ค่า BOD เป็นคุณลักษณะของน้ำเสียที่สำคัญที่สุด ในการกำจัดการน้ำเสียประเภทอินทรีย์ และในการควบคุมปัญหาน้ำเสีย ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในระบบบำบัดแบบชีววิทยา จะขึ้นอยู่กับปริมาณ BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัด ค่า BOD ใช้เป็นมาตรฐานกำหนดคุณภาพของน้ำเสียและในแม่น้ำลำคลองน้ำในลำน้ำหากมีค่า BOD สูงเกินกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำจะเน่าเสียเพราะจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนจนหมด

3.2 COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND)

COD คือ ค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียที่หาได้โดยวิธีการทางเคมี ดังนั้นค่า COD จึงแสดงถึง ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำเสีย ทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายไม่ได้ โดยปกติค่า COD จึงสูงกว่า BOD เสมอ

การหาค่า COD จะรู้ผลภายในเวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง ไม่ต้องคอยถึง 5 วันเหมือนการหาค่า BOD ดังนั้น การหาค่า COD จึงเหมาะในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นจะสามารถแก้ไขได้ทันที และใช้ในการประเมินค่า BOD อย่างคร่าว ๆ ในการหาค่า BOD ข้อเสียของค่า COD ก็คือ สารอินทรีย์ทุกอย่างในน้ำเสีย ไม่ว่าจะเป็นสารที่แบคทีเรียย่อยสลายได้หรือไม่ก็ตาม จะถูกโปแตสเซียมไดโครเมต ทำลายหมด โดยทั่วไปค่า COD จึงสูงกว่าค่า BOD เสมอเว้นแต่ในกรณีที่สารอินทรีย์ในน้ำเสียระเหยได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ค่า COD อาจจะต่ำกว่าค่า BOD ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ การทำลายสารอินทรีย์โดยโปแตสเซียมไดโครเมตไม่เป็นไปตามธรรมชาติเหมือนกับการทำลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย ดังการหาค่า BOD จึงทำให้ไม่อาจทราบได้ว่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลายตัวตามธรรมชาติได้ยากง่ายเพียงใด

ค่า COD กับ BOD ของน้ำเสียชนิดหนึ่ง ไม่มีความสัมพันธ์กันแน่นอน หากผลของค่า COD กับ BOD จะได้จุดที่กระจุกกระจายมาก แต่ในบางกรณีค่า COD กับ BOD อาจมีความสัมพันธ์กันแน่นอน สามารถประมาณค่า BOD ได้จากค่า COD

4. SOLID

คือ สิ่งเจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมถึงสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น พวกกรดอินทรีย์และกรดต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำ สิ่งเจือปนที่เหลือ เป็นของแข็งที่มีทั้งสารอินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายในน้ำหรือไม่ก็ได้ ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มีของแข็งปะปนอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก

Total Solids (TS) คือ สิ่งที่เหลืออยู่ภายหลังจากการระเหยน้ำออกจนหมดและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 ถึง 105 °C ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการละลาย

- Dissolved Solids หมายถึง ส่วนที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งส่วนมาก ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ เช่น NaCl, Na_2CO_3 และสารอินทรีย์บางอย่าง เช่น น้ำตาล

- Insoluble Solids หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามขนาดของชิ้นส่วนที่ไม่ละลาย คือ

- Suspended Solids หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่มีขนาดเล็กพอ ที่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองตัวอย่างน้ำด้วย กระจกกรองชนิดพิเศษเรียกว่า glass fiber paper (Whatman GF/C) แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบนกระจกกรอง

- Settleable Solids หมายถึง ตะกอนขนาดใหญ่และหนัก สามารถตกมารวมกันยังส่วนล่างได้ หาได้โดยการนำตัวอย่างน้ำมาใส่ในภาชนะพิเศษ เรียกว่า Imhoff cone ขนาด 1 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 45-60 นาที อ่านปริมาตรของตะกอนจากสเกลบน Imhoff cone ค่าที่อ่านได้คือ Settleable Solids มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อลิตร

เนื่องจากของแข็งหรือสิ่งเจือปนในน้ำมีทั้งสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ จากคุณสมบัติของสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเผาในอากาศที่อุณหภูมิประมาณ 600 องศาเซลเซียส จะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำระเหยออกไป แต่สารอนินทรีย์จะคงอยู่ ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารที่ระเหยออกไปได้ เมื่อเผาเรียกว่า Volatile solids แต่ส่วนที่คงอยู่ได้แก่พวกเกลืออนินทรีย์ เรียกว่า Fixed solids การวิเคราะห์หาค่า ของแข็ง มีความสำคัญดังนี้ คือ ปริมาณ ของแข็งทั้งหมด แสดงถึงปริมาณสิ่งเจือปนทั้งหมดในน้ำว่ามีมากน้อยเพียงใด ปริมาณ

ของแข็งแขวนลอย มีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากสารแขวนลอยนี้ จะกั้นแสงแดดที่ส่องลงมาในน้ำ ยังผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำลดลง เป็นการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำลงได้ทางหนึ่ง ปริมาณของแข็งระเหยได้ บอกให้ทราบถึงปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำอย่างคร่าว ๆ ค่าตะกอนหนัก มีความสำคัญอย่างยิ่งในการบำบัดน้ำเสีย ในด้านการออกแบบว่าจำเป็นต้องใช้ถังตกตะกอนหรือไม่ และเพื่อหาขนาดของเครื่องสูบลมตะกอน

5. NITROGEN

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็น สำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นในการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีชีววิทยา ซึ่งใช้แบคทีเรียเป็นตัวกลางในการย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำ จำเป็นต้องมีปริมาณไนโตรเจนมากพอสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรานั้น ไนโตรเจนในน้ำเสียอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และแอมโมเนีย ไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำเสีย ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Organic Nitrogen และ NH_3

ไนเตรตมีอยู่ในน้ำ โดสมากจะก่อให้เกิดปัญหา Algal Bloom หรือ Eutrophication ได้เนื่องจาก ไนเตรตเป็นสารที่ไปเร่งการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายสีเขียว ปริมาณของ Organic-Nitrogen รวมกับ Ammonia-Nitrogen เรียกว่า Total Nitrogen

ในระบบกำจัดน้ำเสียแบบต้องใช้ออกซิเจน ปริมาณของ ไนโตรเจนทั้งหมด จะต้องมีพอเพียงที่จะทำให้แบคทีเรียเจริญได้เต็มที่ อัตราส่วน BOD : Nitrogen ควรจะเป็นอย่างน้อย 100 : 5 การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดจึงสำคัญมากในการควบคุมระบบกำจัดน้ำเสีย

ข้อมูล ไนโตรเจนทั้งหมด ของน้ำเสียก่อนเข้าและหลังออกจากถังตกตะกอนทำให้เราสามารถคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในตะกอนที่แยกออกมาได้ ตะกอนตกแห้ง ถ้ามีปริมาณไนโตรเจนสูงจะใช้ทำปุ๋ยและอาหารสัตว์ได้

6. PHOSPHORUS

จัดเป็นสารที่สำคัญอย่างหนึ่ง ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกเหนือจากไนโตรเจนปกติในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เกิดจากผงซักฟอกในน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ในรูปของ Poly-phosphate เป็นจำนวนมาก และถ้าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำนั้น มีมากเกินไป จะทำให้พวกสาหร่ายเหล่านี้ตาย จะไปเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ ทำให้แหล่งน้ำนั้นสกปรกเน่าเสีย

ในกระบวนการกำจัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน จึงจำเป็นต้องใช้ฟอสฟอรัสจำนวนหนึ่งเพื่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระบบกำจัดนั้น โดยทั่วไปอัตราส่วน BOD:N:P ควรจะเป็น 100:5:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

สิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำเสียประกอบด้วยสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ในรูปของแข็งและสารละลาย ดังนั้น กระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไป จึงประกอบด้วยกระบวนการย่อย (unit process) หลายกระบวนการมารวมกัน แต่ละกระบวนการย่อยจะบำบัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ กัน กระบวนการย่อย สามารถจัดแบ่งออกไปเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. กระบวนการทางฟิสิกส์ (Physical processes) ใช้ในการบำบัดของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (screening) การกวาด (skimming) การทำให้ลอย (flotation) การตกตะกอน (sedimentation) การแยกด้วยแรงเหวี่ยง (centrifugation) การกรอง (filtration)

2. กระบวนการทางเคมี (Chemical processes) ใช้ในการบำบัดพวกสารประกอบต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ การทำให้เป็นกลาง (neutralization) การทำให้เกิดตะกอน (precipitation) การเติมและลดออกซิเจน (oxidation-reduction) นอกจากนี้ ยังใช้ในการช่วยการตกตะกอน (chemical coagulation)

3. กระบวนการทางชีววิทยา (Biological processes) ใช้ในการบำบัดสารอินทรีย์ซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic processes) ได้แก่ Oxidation Ponds Aerated Lagoons, Activated Sludge, Trickling Filters, Biological Disc Filters

- กระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic processes) ได้แก่ Anaerobic Lagoons, Anaerobic Digestion, Anaerobic Contact, Anaerobic Filters.

4. กระบวนการทางฟิสิกส์เคมี (Physical-chemical processes) ใช้ในการบำบัดสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ การดูดซึม (Carbon Adsorption) การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange), Reverse Osmosis

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการกำจัดน้ำเสีย

โดยทั่วไป น้ำเสียจากแหล่งหนึ่ง จะมีกระบวนการกำจัดให้ได้หลายแบบ การเลือกกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นเรื่องยาก โรงงานอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน ที่มีน้ำเสีย

ปริมาณเท่ากัน และมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ถ้าตั้งอยู่ในพื้นที่ ๆ ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน การเลือกกระบวนการกำจัดสำหรับโรงงานหนึ่ง อาจจะไม่เหมาะสำหรับอีกโรงงานหนึ่งก็ได้ โดยส่วนใหญ่วิศวกรผู้ออกแบบ มักจะใช้แค่กระบวนการที่ตนมีความชำนาญ โดยมีได้พิจารณาความเหมาะสมของกระบวนการอื่น ๆ ในการเลือกกระบวนการกำจัดน้ำเสีย จึงต้องศึกษาและพิจารณาข้อมูลในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณและคุณลักษณะของน้ำเสีย ปริมาณและคุณลักษณะของน้ำเสียเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุด ในการกำหนดแนวทางกำจัด วิศวกรสามารถกำหนดแนวทางกำจัดอย่างกว้าง ๆ ได้ เช่น จุดประสงค์ในการกำจัด กระบวนการกำจัดที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบชั่วคราว (batch) หรือแบบต่อเนื่อง (continuous) การทดสอบกระบวนการกำจัดในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาหลักเกณฑ์การออกแบบที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น มีความต้องการที่จะใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน และประสิทธิภาพในการตกตะกอน
2. คุณภาพของน้ำเสียที่ต้องการ เป็นเครื่องกำหนดขั้นตอน หรือความยุ่งยากของกระบวนการกำจัด ตามลำดับคุณภาพน้ำเสียตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม น้ำเสียจะต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียทิ้งอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ซึ่งมีค่า BOD สูงมากจะมากจะต้องลดค่า BOD กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เช่น ค่า BOD ประมาณ 5000 มก.ต่อลิตร จะต้องกำจัด BOD ถึง 99.6 เปอร์เซ็นต์
3. ราคาที่ดินและพื้นที่ดินที่ต้องการ โดยทั่วไประบบกำจัดที่ใช้ที่ดินมากจะเป็นระบบที่ใช้เครื่องจักรกลน้อยและควบคุมดูแลง่าย เช่น ระบบ Oxidation Pond และระบบ Anaerobic Lagoons ในการกำจัดน้ำเสียจากรชุมชน และจากโรงงานอุตสาหกรรมอินทรีย์ (organic industries) และราคาที่ดิน จะมีความสำคัญ ในการเลือกกระบวนการกำจัด สำหรับกระบวนการกำจัดด้วยวิธีชีววิทยา (biological treatment) แบบต่างๆ ปริมาณ BOD ที่มีค่าแตกต่างกัน คำนวณได้จากค่า BOD ของน้ำเสียจากชุมชน คือ ประมาณ 340 มล.ต่อลิตร และพบว่า ระบบ Oxidation Ponds เป็นระบบที่ใช้พื้นที่ดินมากที่สุด และระบบ Activated Sludge ใช้พื้นที่น้อยที่สุด
4. ความยุ่งยากในการควบคุมและบำรุงรักษาระบบกำจัด ระบบกำจัดที่ใช้เครื่องจักรกลมาก จะเป็นระบบที่ควบคุมและรักษายาก เช่น ระบบกำจัดแบบ Activated Sludge ดังนั้น หากทำได้ ควรเลือกใช้ระบบที่ง่ายที่สุด
5. ความยากลำบากในการจัดหาหรือซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ เครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

น้ำเสีย ส่วนใหญ่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงควรเลือกใช้ ระบบกำจัด ที่เครื่องจักรส่วนใหญ่ผลิตได้เองภายในประเทศ

6. ปัญหาเรื่องข้อดีข้อร้ายราคาต่าง ๆ และ ข้อดีข้อร้ายราคาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ภายใน การกำจัดน้ำเสียที่สำคัญได้แก่

6.1 กลิ่น ระบบ Anaerobic Lagoons จะมีกลิ่นเหม็น จึงควรสร้างให้ไกลจากชุมชน ระบบ Trickling Filters อาจมีกลิ่นเห็นได้มากเช่นกัน

6.2 เสียง เครื่องเป่าอากาศ (air blowers) บางแบบที่ใช้ในระบบ Activated Sludge มีเสียงดังมาก อาจต้องใช้เครื่องเก็บเสียง

6.3 แผลงและนก จากประสบการณ์ของผู้เขียนพบว่า ระบบ Trickling Filters ส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่องแมลงตอมมาก และมีฝูงนกมากินเศษสิ่งสกปรกในน้ำเสีย และ เมื่อกแบคทีเรีย บนก้อนหินใน Trickling Filters

7. ต้นทุนในการกำจัด ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการกำจัด (operation cost) รวมกับค่าก่อสร้างระบบกำจัดรวมค่าที่ดิน (capital cost) ค่าก่อสร้าง และค่าที่ดินหรือเงินลงทุนนั้น จะต้องคิดเป็นค่าเสื่อมราคา หรือเงินกู้ยืมกำหนดใช้คืน ในระยะเวลา 10 ถึง 15 ปี กระบวนการกำจัดบางแบบจะใช้เงินลงทุนน้อย แต่ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสูงมาก บางแบบใช้เงินลงทุนสูง แต่ค่าใช้จ่ายต่ำดังนั้นจึงควรเลือกกระบวนการกำจัดที่มีต้นทุนการกำจัดต่ำที่สุด จะเห็นได้ว่าค่าก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายในการกำจัดน้ำเสียต่อหน่วยน้ำหนัก BOD จะสูงมาก โดยสรุปแล้วการกำจัดน้ำเสียในปริมาณมาก ๆ จะประหยัดกว่าการกำจัดปริมาณน้อย ๆ

การบำบัดน้ำเสียจากชุมชน

น้ำเสียจากชุมชนเป็นน้ำเสียอินทรีย์ที่มีค่า BOD ค่อนข้างต่ำ และมีอาหารเสริมสร้างสำหรับจุลินทรีย์ เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอย่างพอเพียง การบำบัดจึงไม่ยุ่งยากเหมือนการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมระบบบำบัดที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ การบำบัดด้วยวิธีชีววิทยา ขณะนี้ในสหรัฐอเมริกา มีระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนบางแห่งใช้กระบวนการฟิสิกัลเคมี

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน ประกอบด้วย

1. การบำบัดขั้นเตรียมการ (Preliminary treatment) ได้แก่การแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ออกโดยใช้ตะกอน (grit chamber) จุดมุ่งหมายของการบำบัดขั้นเตรียมการคือการปรับคุณภาพของน้ำเสียให้เหมาะสมแก่การบำบัดขั้นต่อไป มิให้สิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดซับหรือเครื่องสูบน้ำ และป้องกันมิให้ขี้ดินทรายที่ติดมากับน้ำเสีย ตกตะกอนดูดซับที่ระบายน้ำต่าง ๆ ในระบบบำบัด การบำบัดในขั้นนี้ลดค่า BOD ได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดเลย

2. การบำบัดขั้นต้น (Primary treatment) ได้แก่ การนำน้ำเสียมาตกตะกอนเบาซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ออกจากน้ำเสีย ตะกอนที่แยกออกจากกันถึงตกตะกอนเรียกว่า Primary sludge ต้องนำไปกำจัดต่อไป การบำบัดในขั้นนี้จะลดค่า BOD ได้ร้อยละ 25-40 แล้ว แต่คุณลักษณะของน้ำเสีย และประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

3. การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary treatment) ได้แก่ การบำบัดสารอินทรีย์หรือ BOD ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลาย หรือคอลลอยด์ การบำบัดใช้กระบวนการทางชีววิทยาหลายแบบ เช่น Activated Sludge และ Tricking Filters ซึ่งใช้แบคทีเรียเป็นตัวทำลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จะมีตะกอนแบคทีเรียที่จะต้องกำจัดในขั้นที่สองนี้จะลดค่า BOD ได้ร้อยละ 75-95 ค่า BOD ของน้ำเสียจะต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร ระบบบำบัดน้ำเสียโดยมากจะมีเพียงการบำบัดขั้นที่สองเท่านั้น

4. การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary treatment) ใช้ในกรณีที่ต้องการน้ำที่สะอาด จนสามารถใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ กระบวนการบำบัดที่ใช้เป็นกระบวนการเคมีรวมกับกระบวนการฟิสิกส์เคมี น้ำเสียจากการบำบัดขั้นที่สองจะถูกนำมาตกตะกอนแยกสารประกอบฟอสเฟตออกด้วยน้ำปูนขาว (lime) จากนั้นจึงนำมากำจัดสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ ด้วยกระบวนการดูดซับ (carbon adsorption) และบำบัดแอมโมเนีย และสารประกอบโลหะต่าง ๆ ออกด้วยกระบวนการ Ion Exchange หลังจากฆ่าเชื้อโรคจะได้น้ำเสียที่สะอาด

การบำบัดน้ำเสียจากชุมชนไม่จำเป็นต้องประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังกล่าวทั้งหมด ระบบจำกัดแบบ oxidation ponds และ aerated lagoons จะรวมเอาการบำบัดขั้นต้นและขั้นสองไว้ด้วยกัน และไม่มีปัญหาเรื่องการกำจัดตะกอน

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ค่อนข้างยุ่งยากกว่าการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน และต้นทุนการบำบัดสูงกว่ามาก ทั้งนี้เพราะ

- ก) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีอุณหภูมิสูง ประมาณ 40-60 องศาเซลเซียส ทำให้ต้องมีหอระเหยความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิ ตัวอย่างเช่นน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปมีกรดหรือด่างเจือปน อยู่มาก ทำให้ค่า pH ต่ำหรือสูงกว่า 7 มาก จำเป็นต้องมีการปรับค่า pH

ค) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มักจะขาดอาหารเสริมสร้าง บางอย่างที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จำเป็นต้องเติมสารประกอบที่มีธาตุทั้งสองนี้ลง ไปในน้ำเสีย หากจะบำบัดด้วยกระบวนการชีววิทยา

ง) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยมากมีค่า BOD สูงมาก การลดค่า BOD จนถึง 20 มิลลิกรัม/ลิตร ตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม จะทำให้ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และกระบวนการบำบัดยุ่งยากซับซ้อน

จ) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มักมีสารอินทรีย์หรือ สาร อนินทรีย์ที่บำบัดยากปนอยู่ด้วย ที่สำคัญที่สุด ได้แก่ สีในน้ำเสียของโรงงานทำเยื่อกระดาษ และ โรงงานย้อมผ้า

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ไม่มีกระบวนการแบบแผนที่แน่นอน กระบวนการบำบัดน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปน้ำเสียอินทรีย์ เช่น น้ำเสีย จากโรงงานหัตถโลหะ ต้องใช้กระบวนการเคมีในการบำบัด และไม่มีวิธีการอื่นให้เลือกมากนัก ส่วน น้ำเสียอินทรีย์ที่ต้องบำบัดด้วยกระบวนการชีววิทยานั้น จะมีกระบวนการบำบัดที่เลือกใช้ได้หลายแบบ โดยทั่วไปแล้ว น้ำเสียอินทรีย์มีค่า BOD สูงเกินกว่า 3000 มิลลิกรัม/ลิตร จะต้อง บำบัดขั้นต้นด้วยกระบวนการชีววิทยา แบบไม่ใช้ออกซิเจนก่อน แล้วจึงกำจัดในขั้นต่อไป ด้วย กระบวนการชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจน

การบำบัดน้ำเสียอินทรีย์ด้วยวิธีเคมี เช่น การตกตะกอนด้วยสารส้ม หรือใช้ ปูนขาว นั้นโดยทั่วไปจะไม่สามารถลดค่า BOD ได้ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร เว้นแต่ในกรณีที่ น้ำเสียมีค่า BOD ต่ำมาก เพราะกว่าครึ่งหนึ่งของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะเป็นสารละลายซึ่งตก ตะกอนไม่ได้ การตกตะกอนด้วยสารเคมีจึงบำบัดได้แต่ BOD ที่ เป็นตะกอนแขวนลอยและ คอลลอยด์เท่านั้น และจะลดค่า BOD ได้ไม่เกินร้อยละ 50 การบำบัดวิธีนี้จึงเป็นแต่เพียง การกำจัดขั้นต้นเท่านั้น

กระบวนการบำบัดคุณภาพน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดคุณภาพน้ำเสีย (Process of Sewage Treatment) การบำบัดคุณภาพน้ำเสียอาจจะแบ่งเป็นกระบวนการต่าง ๆ เพื่อใช้บำบัดคุณภาพของน้ำเสียให้ดีขึ้น

โดยมุ่งบำบัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ให้แยกออกจากน้ำหรือของเหลว เพื่อให้น้ำเสียมีคุณภาพที่ดีและได้มาตรฐาน เมื่อปล่อยออกเพื่อการบำบัด จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมชั้นใต้ มีขั้นตอนที่สำคัญ ๆ ดังนี้คือ

- ขั้นก่อนปฐมภูมิ ประกอบด้วย ตะแกรงตาข่าย, การกำจัดกรวดทราย, การกำจัดไขมัน
- ขั้นปฐมภูมิ ประกอบด้วย การตกตะกอน, การทำให้ลอยน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำ, การเติมอากาศขึ้นต้น
- ขั้นทุติยภูมิ นิยมจัดทำโดย Trickling filters or bacterial beds , Activated Sludge , บ่อผันสภาพ (Oxidation pond), Imhoff tank
- ขั้นสุดท้าย ประกอบด้วย การตกตะกอน การทำลายเชื้อ การบำบัดน้ำเสีย การปรับปรุงคุณภาพและการกำจัดตะกอน

1. ขั้นก่อนปฐมภูมิ (Preliminary treatment)

เป็นกระบวนการบำบัดคุณภาพของน้ำเสียโดยมีวัตถุประสงค์ ที่จะแยกสิ่งปะปนจำพวกของแข็งบางชนิดที่ติดมากับน้ำเสียออก ได้แก่ วัตถุลอยน้ำขนาดใหญ่ สารที่ไม่ละลายน้ำซึ่งตกตะกอนได้ และพวกไขมันที่ติดมากับน้ำเสียโดยปกติแล้วจะใช้วิธีต่าง ๆ ดังนี้คือ

1.1 ตะแกรงตาข่าย (Screen) น้ำเสียที่จะไหลผ่านเข้าสู่บ่อพัก หรือบ่อรวมน้ำเสีย ก่อนที่จะมีการสูบส่งไปผ่านกรรมวิธีบำบัดคุณภาพ นิยมจัดทำตะแกรงตาข่ายวางขวางกันไว้ เพื่อให้พวกของแข็งที่มีขนาดโต ๆ ที่อาจจะลอยมาตามน้ำไปติดอยู่ที่ตะแกรงนั้น เพราะของแข็งบางชนิดถ้าปล่อยให้ผ่านไป อาจจะทำให้เครื่องสูบน้ำเกิดการเสียหายหรือเกิดการอุดตันท่อน้ำได้ เช่น เศษไม้ เศษพืชผักลอยน้ำ กุ้งพลาสติก เศษชิ้นส่วนของแผ่นโฟม โดยมากแล้วตะแกรงตาข่ายมักจัดทำให้มีขนาดตามความเหมาะสม ตะแกรงละเอียดอาจจะมีขนาด $1/32 - 5/8$ นิ้ว ตะแกรงหยาบอาจจะมีขนาด 1-2 นิ้ว หรือโตกว่าก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ตะแกรงตาข่ายอาจจะทำได้ทั้งชนิดเป็นลูกกรงแนวตั้ง (Bar screen) หรือจะใช้เป็นตาตะแกรง (Cross bar) ก็ได้ วัตถุที่ติดอยู่บนหน้าตะแกรงอาจใช้คนเก็บออกกำจัดเป็นครั้งคราวใช้เครื่องมือ (Mechanical devices) ทำความสะอาดก็ได้

1.2 การกำจัดกรวดทราย (Grit removal) ส่วนใหญ่แล้ว พวกกรวดทราย (Grit materials) จะถูกน้ำเสียพัดพาปะปนมาด้วยเสมอ ถ้าปล่อยไปโดยไม่กำจัดอาจจะทำให้สูบน้ำเสื่อมสภาพเร็วกว่าที่ควร และจะทำให้เกิดการตกตะกอนในบ่อตกตะกอนมากเกินไป การกำจัดพวกกรวดทราย สามารถทำได้ โดยปล่อยให้น้ำเสียไหลผ่านบ่อดักกรวดทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหลของน้ำเสียจะลดลง ตามปกติแล้วอัตราการไหลในบ่อตกกรวดทราย ควรจะออกแบบให้มีความเร็วต่ำ ๆ เช่น ประมาณ 0.5 ฟุต/วินาที ซึ่งจะเป็นอัตราความเร็วที่ทำให้กรวดทรายและตะกอนหนัก ๆ ตกลงสู่ก้นบ่อตกกรวดทราย ทำให้น้ำเสียที่ไหลผ่านบ่อตกกรวดทรายไม่มีพวกดินกรวดทรายติดไป นอกจากนี้แล้ว จะมีพวกสารอินทรีย์บางส่วนตกตะกอนพร้อมพวกดินกรวดทราย จึงทำให้สามารถลดปริมาณ BOD ของน้ำเสียลงได้อีกส่วนหนึ่งด้วย ตะกอนที่ก้นบ่อตกกรวดทรายนี้อาจสามารถกักเก็บและนำไปกำจัดด้วยวิธีที่ลุ่มได้

1.3 การกำจัดไขมัน (Grease removal) น้ำเสียจากครัว โรงอาหาร ห้องน้ำ ปั๊มน้ำมัน และโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด จะมีไขมันและน้ำที่ติดมากับน้ำเสียจะไปเกาะผนังท่อ ไขมันและน้ำมันจะสลายตัวยาก และเกิดกลิ่นเป็นเหตุรำคาญ ถ้าปล่อยลงสู่พื้นดินโดยไม่กำจัดออกก่อน จะทำให้ผิวดินลดประสิทธิภาพในการซึมน้ำหรือในบางครั้งก็ทำให้เกิดอัคคีภัยได้ การกำจัดไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสีย สามารถทำได้โดยปล่อยให้ไขมันไหลผ่านบ่อตกไขมัน (Grease trap or Grease chamber) ไขมันและน้ำมันจะลอยติดค้างอยู่ที่ผิวน้ำของน้ำเสียภายในบ่อตกไขมันและกำจัดทิ้งได้โดยการช้อนตักออกไปเป็นครั้งคราว

2. การบำบัดขั้นปฐมภูมิ (Primary Treatment)

การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียในขั้นปฐมภูมิ มีวัตถุประสงค์ที่จะกำจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ยังมีปะปนมากับน้ำเสียบางอย่างออกไป เช่น ของแข็งตะกอน และไขมัน วิธีการที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพในขั้นปฐมภูมิคือ

2.1 การตกตะกอน (Sedimentation) ตามปกติแล้ว น้ำเสียจะมีของแข็งที่ตกตะกอนได้ (Settleable Solids) ปะปนมาด้วยจำนวนหนึ่ง ถ้าอัตราการไหลของ น้ำเสียเข้าสู่ถึงตกตะกอน โดยทำให้อยู่ในสภาวะสงบนิ่ง หรือมีอัตราการไหลของน้ำลดลง เหลือประมาณไม่เกิน 0.5-1 ฟุต/วินาที พวกตะกอนก็จะตกลงสู่ก้นถังตกตะกอนและสามารถระบายตะกอนที่ก้นถังออกไปกำจัดได้ เนื่องจากตะกอนที่กำจัดออกโดยถังตกตะกอนนี้โดยปกติแล้วจะมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ด้วยจำนวนมาก ดังนั้น การปรับปรุงคุณภาพของน้ำเสียโดยถังตกตะกอนจึงช่วยทำให้น้ำเสียมีประมาณของ BOD ลดลงได้เป็นอย่างดีอีกด้วย การตกตะกอนในถังตกตะกอนนี้อาจจะใช้วิธีตกตะกอนแบบการกักเก็บ (Plain sedimentation) เกิดการรวมตัวกัน (Coagulation) ได้ดีและเร็วขึ้น ทั้งนี้จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของกรรมวิธีที่ใช้ นั้น ๆ ด้วยว่าสมควรจะใช้วิธีใดบ้างจึงจะช่วยทำให้บำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2. การทำให้ลอยน้ำสู่ผิวหน้า (Flotation) เมื่อพิจารณาแล้ว เห็นว่ายังมีไขมันอีกบางส่วนเหลือตกค้างอยู่ในน้ำเสีย โดยเฉพาะพวกไขมันที่แตกตัวออกมีขนาดเล็ก ๆ ปะปนอยู่กับน้ำเสียและจำเป็นต้องกำจัดออก วิธีการกักน้ำเสีย ให้อยู่ในสภาวะสงบนิ่งในถังกักเก็บ เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้พวกไขมันลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้า และสามารถกำจัดออกได้โดยการช้อนเอาไขมันที่ลอยขึ้นมาขึ้นออกไป อีกวิธีหนึ่งก็คือ การพ่นอากาศจากกันถึงน้ำเสีย ฟองอากาศ (air bubbles) จะช่วยทำให้ไขมันและวัตถุที่เบากว่าน้ำลอยขึ้นสู่ผิวหน้าและสามารถกำจัดออกได้ วิธีนี้นอกจากจะช่วยกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการแล้ว ยังจะช่วยเพิ่มปริมาณของ DO ได้อีกด้วย จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้แพร่หลายกว่าวิธีการกักเก็บให้น้ำเสียอยู่สภาวะสงบนิ่ง ยังช่วยเร่งเวลาการกำจัดไขมันให้ลอยตัวได้รวดเร็วยิ่งขึ้นอีกด้วย

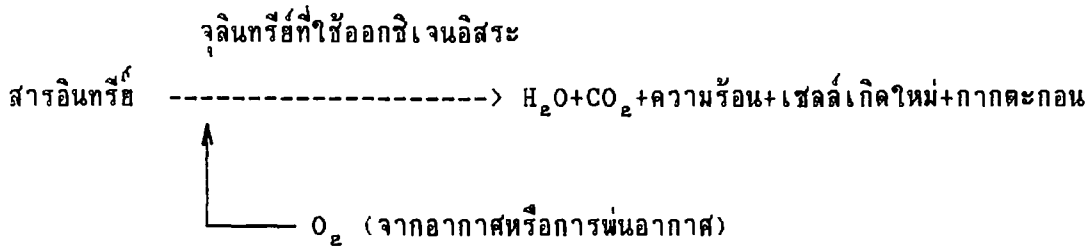
การทำให้ของแข็งที่เบากว่าน้ำ เช่นไขมันลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำนั้น นอกจากจะใช้วิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้ว อาจจะใช้การเติมสารเคมีบางชนิดลงไปลงในน้ำเสีย เพื่อช่วยให้ไขมันเกิดการลอยตัวได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เช่น H_2SO_4 หรือใช้ Flotation detergents ซึ่งมีอยู่หลายชนิดด้วยกันคือ anionic, neutral or non-ionic, cationic detergents เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติช่วยทำให้พวกไขมันแยกตัวและลอยตัวได้ง่ายขึ้น

2.3 การเติมอากาศขั้นต้น (Pre-aeration) การพ่นอากาศให้เกิดเป็นฟองฟองอากาศในน้ำเสีย นอกจากจะช่วยทำให้ไขมันลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำแล้ว ยังจะช่วยทำให้เพิ่มปริมาณของ D.O ในน้ำเสียได้ด้วย การเติมอากาศขั้นต้น จะกระทำต่อเมื่อการบำบัดคุณภาพในขั้นทุติยภูมิเป็นระบบ Aerobic system การพ่นอากาศขั้นต้นนิยมใช้อากาศขนาด 10 ลบ.ฟ./น้ำเสีย 1 แกลลอน หรือประมาณ 75 ลิตรต่อน้ำเสีย 1 ลิตร

3. การบำบัดขั้นทุติยภูมิ (Secondary Treatment)

เป็นวิธีการบำบัดคุณภาพของน้ำเสีย โดยอาศัยปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยที่สิ่งสกปรก ที่ยังคงมีการใช้ออกซิเจนอิสระ เช่น จากสารประกอบต่าง ๆ น้ำ ชีลเฟต ไนเตรต เป็นต้น ดังนั้น ความยุ่งยากซับซ้อนของปฏิกิริยาก็จะมีมากขึ้น จึงไม่อาจที่จะนำเอาสมการดังกล่าวข้างต้นนี้มาประยุกต์ใช้ได้โดยตรง เพราะยากแก่การที่จะวัดประมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ

3.1 การย่อยสลายโดยการใช้อากาศ (Aerobic Metabolism) หมายถึงปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยต้องอาศัยออกซิเจนอิสระ เป็นแหล่งพลังงานที่นำมาใช้ในปฏิกิริยา



สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์จะนำมาใช้เป็นสารอาหารซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีววิทยานั้น ปฏิกิริยาทางชีววิทยาที่สำคัญ มี 2 ปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาแรก Oxidation หรือ Catabolism ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเผาผลาญอาหาร ซึ่งสารอินทรีย์จะถูกใช้เป็นสารอาหาร เพื่อที่จะทำให้เซลล์ยังคงมีชีวิตอยู่ได้ต่อไป โดยสารประกอบอินทรีย์ที่ซับซ้อนจะถูกทำให้แตกตัว และกลายสภาพเป็นพลังงานความร้อน และสารประกอบเคมีที่ไม่ซับซ้อน เช่น น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สแอมโมเนีย เป็นต้น. ปฏิกิริยาที่สอง คือ Synthesis or Anabolism หรือ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ซึ่งทำให้เกิดเป็น Protoplasm หรือเซลล์จำนวนใหม่เพิ่มขึ้น จึงมีมวลของเซลล์ (Mass) เพิ่มขึ้น

ในทางปฏิบัตินั้นปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนอิสระ นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในชั้นทุติยภูมิ เช่น ระบบ Trickle Filter, Activated Sludge, บ่อผันสภาพ (Oxidation pond) ซึ่งสารอินทรีย์ที่จะให้จุลินทรีย์ทำลายจะอยู่ในรูปของสารละลาย (Dissolved matters) และ Colloids ซึ่งพบว่านอกจากจะต้องมีการเติมอากาศเพื่อให้มีปริมาณของ ออกซิเจนอิสระ หรือ DO ในปริมาณมากพอเพียงแล้ว ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ควรจะต้องคงที่ หรือ มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไม่มากนักเพราะการเติมอากาศด้วยเครื่องพ่นอากาศ (Aerator) นั้นมักจะเดินเครื่องให้ทำงานในอัตราที่คงที่โดยที่อัตราการเติมอากาศที่กำหนดขึ้นนั้นควรจะต้องมี DO เหลืออยู่อีกจำนวนหนึ่งด้วย เช่น ไม่ควรจะน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

จาก ปฏิกิริยาการใช้พลังงานออกซิเจนให้หมดไป กับ ปฏิกิริยาสังเคราะห์ได้สมการคือ

$$F = K_1 S + K_2 O_s \dots\dots\dots(1)$$

โดยกำหนดให้

F = ปริมาณของอินทรีย์สารที่ใช้ไป หรือค่า BOD มิลลิกรัม/ลิตร

S = ปฏิกิริยาสังเคราะห์ มิลลิกรัม/ลิตร ของ Volatile solids

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$O_s =$ ปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยาสังเคราะห์ มิลลิกรัม/ลิตร

$K_1 = 1.43$

$K_2 = 1.0$

$$O_s = 0.70 S \dots\dots\dots (2)$$

แทนค่าในสมการที่ (1) ก็จะได้ค่าของสารอินทรีย์ที่ใช้ไปในการสังเคราะห์ คือ

$$F = 2.13 S \dots\dots\dots (3)$$

ปัญหาที่ยังคงมีอยู่อีก คือ การวัดค่าปฏิกิริยาสังเคราะห์ได้อย่างไร

การวัดโดยตรงจากจำนวนมวลสารของเซลล์ ที่เกิดเพิ่มขึ้นไม่อาจทำได้ แต่จะใช้ผลรวมของมวลสารของเซลล์ที่เกิดเพิ่มจำนวนขึ้น บวกด้วยจำนวนมวลสารของเซลล์ที่ลดจำนวนลงในระยะ Endogenous metabolism

$$S = Ma + K_3 Mat \dots\dots\dots (4)$$

กำหนดให้

$Ma =$ มวลสารของเซลล์ที่มีชีวิต, มิลลิกรัม/ลิตรของ volatile Solids

$t =$ เวลา, ชั่วโมง

$K_3 = 0.006$

แทนค่าในสมการที่ (3) จะได้

$$F = 2.13 Ma + 0.00129 Mat \dots\dots\dots (5)$$

สมการที่ (5) นี้ เป็นสมการพื้นฐานที่จะสามารถนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการบำบัดคุณภาพสิ่งปฏิกูลด้วยระบบการใช้อากาศช่วยในการย่อยสลาย (Aerobic Waste Treatment System) แต่จะต้องคำนึงเสมอว่าสมการดังกล่าวจะต้องมีองค์ประกอบอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องกับอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สำคัญมากก็คือ อัตราการย่อยสลายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงระยะเวลา Phases ซึ่งยังขาดการศึกษาทางด้านวิศวกรรมสาขาภิบาล เพื่อที่จะนำมาประมวลเป็นค่าเฉลี่ย ที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อใช้ร่วมในสมการ โดยเฉพาะอัตราการย่อยสลายที่สำคัญสองอย่าง คือ อัตราเพิ่มของปฏิกิริยาที่อยู่ในระบบ Log phase และอัตราลดของปฏิกิริยาที่อยู่ในระยะ Endogenous phase

Log phase เป็นระยะที่จุลินทรีย์มีความเจริญสูงมากที่สุด จึงมีอัตราของปฏิกิริยาการย่อยสลาย สูงมากที่สุดด้วย ซึ่งความเจริญของจุลินทรีย์ มีองค์ประกอบที่สำคัญเข้ามาเกี่ยวข้องกับตัวสองอย่างคือ "อาหาร หรือ Food" และ "จำนวนจุลินทรีย์ หรือ Mass" ซึ่งนิยมเรียกเป็นอัตราส่วนของ F:M อัตราส่วน F:M ที่ดีควรจะมีมากกว่า 2.5 ขึ้นไป ซึ่งถ้าเป็นน้ำเสียของอาคารที่พักอาศัยแล้วไม่ควรจะมีค่าของ M มากเกินกว่า 150 มิลลิกรัม/ลิตรของ volatile solids โดยปกติแล้วค่าอัตรา A:M ของน้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัยจะมีอัตราค่อนข้างสูงในขณะที่ยังเริ่มต้นไปแล้วค่าอัตรา F:M ก็ลดลง ในรายที่ค่าอัตรา F:M มีค่าสูง มีการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะไม่เกิดเป็นตะกอนที่จับตัวกัน (floc) แต่จะลอยอย่างกระจัดกระจายทั่วไปในน้ำเสียที่บำบัดคุณภาพในขั้นทุติยภูมิ ดังนั้นน้ำเสียอยู่ในระยะของ Log phase จึงมีพวกสารอินทรีย์ที่ยังสลายตัวไม่สมบูรณ์กับเซลล์ของแบคทีเรียกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีผลทำให้น้ำเสียมค่า BOD ยังไม่ได้มาครบ ซึ่งในระบบการบำบัดคุณภาพน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดจะมีความสำคัญมาก

การคลายตัวของ การเจริญพันธุ์ (Declining Growth) จะเริ่มต้นในปลายของระยะ Log phase โดยที่ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญพันธุ์เกิดเซลล์ใหม่ขึ้นในปฏิกิริยาการย่อยสลาย การวัดอัตราการย่อยสลายในระยะคลายตัวของ การเจริญพันธุ์ใหม่อาจจะทำได้ เนื่องจากไม่เป็นค่าคงที่แน่นอน แต่จะเป็นค่าเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในรูปของความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ลดค่าน้อยลง การคลายตัวของ การเจริญพันธุ์จะหยุดลงเมื่อค่า F:M ลดค่าลงอย่างคงที่ในอัตรา 0.006 โดยปกติทั่ว ๆ ไปแล้วส่วนมากระบบการบำบัดคุณภาพน้ำเสียในขั้นทุติยภูมินั้น จะให้ระบบทำงานอยู่ในระหว่างระยะของช่วงการเจริญพันธุ์กับระยะ Endogenous ดังนั้น อัตราส่วนของ F : M จึงนำมาใช้เพื่อวัดค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในตอนท้ายของปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้เกิดกากตะกอนขึ้นได้ สำหรับเรื่องนี้ควรจะคิดให้สารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในรูปของสารละลายและ colloids จะถูกจุลินทรีย์ทำปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็น cellular protoplasm หรือเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด เมื่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสลายดำเนินมาจรึ้นระยะคลาตัวของการเจริญพันธ์

Endogenous phase เป็นระยะที่จุลินทรีย์หยุดปฏิบัติวิชาสังเคราะห์ (Synthesis) จึงไม่มีการสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นอีก แต่จะยังคงมีปฏิบัติวิชาการใช้สารอาหาร (Catabolism) อยู่เพื่อการดำรงของเซลล์ให้คงอยู่เปรียบเสมือนการหาใจเท่านั้น ดังนั้นปฏิบัติวิชาของจุลินทรีย์ในระยะนี้จึงหยุดความเจริญเพราะไม่มีเซลล์ใหม่เกิดขึ้นอีก ดังนั้นอัตราการสลายสารอินทรีย์ จึงต่ำมาก มีเพียงประมาณร้อยละ 0.6 ต่อชั่วโมง โดยที่ค่า M_a จะสลายตัวออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนที่สลายตัวได้ (Oxidized) ซึ่งจะมีประมาณร้อยละ 0.5 ต่อชั่วโมง และส่วนที่สองเป็นส่วนที่คงตัวหรือเฉื่อย (Inert) จะมีประมาณร้อยละ 0.1 ต่อชั่วโมง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของมวลที่สลายตัวได้เป็นค่าของออกซิเจนที่จะต้องนำไปเพื่อปฏิบัติวิชา ก็จะพบว่า เป็นค่าของออกซิเจนร้อยละ 0.7 ต่อชั่วโมง /

$$O_u = 0.007 \text{ Mat} \dots\dots\dots (6)$$

ปริมาณของออกซิเจนที่ต้องการใช้ เพื่อการสลายตัวของสารอินทรีย์ ในระยะ Endogenous จึงเป็นวิธีการอย่างเดียวที่จะใช้คิดเพื่อเทียบหาค่าของมวลสารอินทรีย์ ที่เกิดเป็นกากตะกอน จากปฏิบัติวิชาของจุลินทรีย์ ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ต้องการ วิธีการที่ใช้ตรวจวัดทำได้โดย คือ ปลอ่ยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ยังคงมีเหลืออยู่ต่อไปโดยตรวจวัดเป็นค่าของออกซิเจนที่ใช้ในปฏิบัติวิชาตลอดช่วงระยะเวลาที่ใช้ย่อยสลาย นำเอาค่าของออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในช่วงเวลาที่ย่อยสลายนั้นมาทำเป็นรูปกราฟ ก็จะสามารถแสดงให้เห็นจุดที่ออกซิเจนที่ใช้ไปเริ่มลดปริมาณลง และเริ่มมีค่าคงที่ นั้นย่อมแสดงว่า ค่าปฏิบัติวิชาของจุลินทรีย์ที่ได้เริ่มเข้าสู่ระยะ Endogenous แล้ว ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีความเป็นไปได้ที่จะวัดค่าของมวลของสารอินทรีย์ คือ กากตะกอนที่เกิดขึ้นจากปฏิบัติวิชาของจุลินทรีย์ได้ คือ

$$\text{มวลทั้งหมด} = M_a + M_i \dots\dots\dots (7)$$

โดยที่ค่าของมวลทั้งหมดได้มาจากการที่นำเอากากตะกอนที่เกิดขึ้นไปทดสอบหาค่าได้จากห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัม/ลิตร) และค่าของ M_a คือค่าของ Active mass ซึ่งใช้ค่าของ Volatile solids ที่ทำการทดสอบได้จากห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัม/ลิตร) ดังนั้นจึงสามารถหาค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัสสาวะที่ระบายลงสู่ถังเกรอะ โดยปกติจะมีค่า BOD เกินกว่า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อถูกย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการอากาศในถังเกรอะแล้ว น้ำเสียที่ระบายออกจากถังเกรอะอาจจะมีค่าเพียง 30-80 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่านั้น

ปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ จะทำให้พวกคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน เปลี่ยนสภาพเป็นกรด เช่น โดยปกติแล้วคาร์โบไฮเดรตก็จะเปลี่ยนเป็น Volatile acids และกรด formic acetic และ propionic โดยที่บางกรณีก็อาจจะมีกรด butyric และ Valeric ได้ ในทางปฏิบัตินั้นถือว่า 1 โมเลกุลของกลูโคส จะถูกสลายทำให้แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ของกรด formic , acetic และ proionic อย่างละ 1 โมเลกุล หรือคิดว่าเป็น 1 โมเลกุลของกลูโคสจะแตกตัวเป็น 3 โมเลกุลของ acetic แต่ 1 โมเลกุลของ acetic จะมีค่าเท่ากับ 0.14 โมเลกุลออกซิเจน ดังนั้นเมื่อคิดคำนวณเปลี่ยนค่าเป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตรก็จะได้ว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตรของ acetic acid มีค่าสมมูลย์เคมีเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัม/ลิตรของออกซิเจน

การย่อยสลายของพวกโปรตีนด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนอิสระนั้นจะทำให้เกิด amino acid ก่อนแล้วจึงจะถูกสลายต่อไปคือ amino acid จะเกิดการสลายตัวเป็น hydroxy acid และ hydroxy acid จึงถูกทำให้สลายตัวเป็นพวก Saturatd acid ซึ่งจะมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยกว่าอะตอมของคาร์บอนเดิมที่อยู่ใน amino acid อยู่ 1 อะตอม และบางส่วนก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็น formic acid แต่ amino acid ทั้งหมดนั้นจะไม่ทำให้เกิดเป็น volatile acids ดังนั้นในกรณีของการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนอิสระ ไม่สามารถที่จะใช้ volatile acids มาเป็นเครื่องมือวัดการย่อยสลายโปรตีนได้โดยตรง จึงต้องใช้การวัดค่าของ ammonia ในรูปของการเปลี่ยนแปลง ของพลังงานที่เกิดขึ้น โดย 1 โมเลกุลของ ammonia ที่เกิดขึ้นมีค่าสมมูลย์เคมีเท่ากับ 0.5 โมเลกุลของออกซิเจน หรือ 1 มิลลิกรัม/ลิตรของ ammonia nitrogen จะมีค่าเท่ากับ 1.1 มิลลิกรัม/ลิตร ของออกซิเจนแกสมิเทนที่เกิดขึ้น จากปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ที่ไม่ต้องการออกซิเจนอิสระย่อยสลายพวก สารคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและพวกกรดไขมัน (fatty acids) ให้เปลี่ยนเป็น volatile acids ก่อน แล้วพวก methane bacteria จึงจะทำการย่อยสลายพวก volatile acids ให้เป็นแกสมิเทน ซึ่งปฏิกิริยาการย่อยสลายช่วงนี้จะมีค่าสมมูลย์เคมีเท่ากับ 0.13 โมเลกุลของออกซิเจน ในการสลาย acetate ให้เป็นแกสมิเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ โดย 1 มิลลิกรัม/ลิตร ของ CH_4 จะมีค่าสมมูลย์เคมีเท่ากับ 0.26 มิลลิกรัม/ลิตรของออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปแล้วก็จะเห็นได้ว่าปฏิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน อีสาระนั้นจะมีประสิทธิภาพไม่ดีในการสร้างเซลล์จำนวนใหม่ หรือ protoplasm ให้เกิดขึ้น ดังนั้น กากตะกอนที่เกิดจากปฏิริยาการย่อยสลาย จึงเกิดขึ้นไม่มากเหมือนปฏิริยาการย่อยสลายด้วย จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนอีสาระ แต่จุดสำคัญของการย่อยสลายของระบบ Anaerobic ไม่ได้ อยู่ที่ประมาณของกากตะกอน แต่จะอยู่ที่ผลรวมของปริมาณที่เกิดกรดและมีเทน ซึ่งแก๊สมีเทนก็จะ ละลายน้ำได้น้อยเพียงประมาณ 17 มิลลิกรัม/ลิตรเท่านั้น ดังนั้น น้ำเสียที่ปล่อยออกจากระบบจึงมี ค่าของสารอินทรีย์ละลายปะปนอยู่ค่อนข้างต่ำ อีกทั้ง มีปริมาณของกากตะกอน (Sludge) ก็จะมี เกิดขึ้นน้อยด้วย เนื่องจากปฏิริยาการย่อยสลายส่วนใหญ่ทำให้เกิดเป็นแก๊สนั่นเอง ซึ่งนับว่า เป็นส่วนดีที่สำคัญอย่างหนึ่งของปฏิริยา

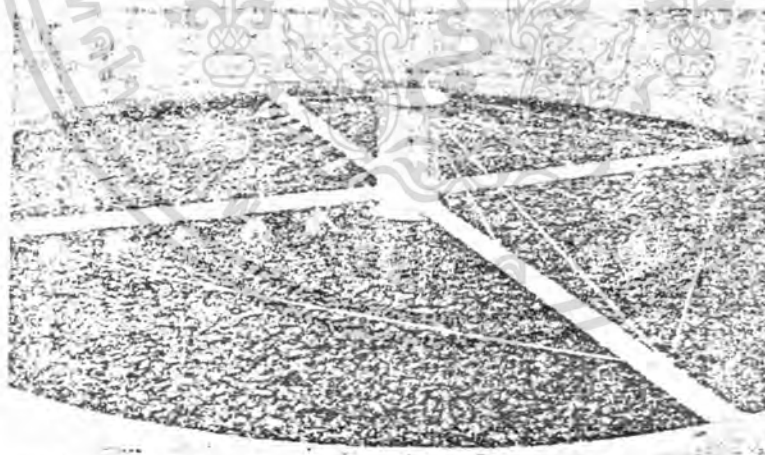
ถ้าจะเปรียบเทียบปฏิริยาการย่อยสลายของ Aerobic และ Anaerobic organisms โดยคิดว่าจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดย่อยสลายสารอินทรีย์ และนำไปสังเคราะห์ให้เป็นเซลล์ จำนวนใหม่ให้เกิดขึ้นได้ทั้งหมด โดยคิดปริมาณของสารอินทรีย์ ที่ใช้ในปฏิริยาเป็นจำนวนของ glucose 100 มิลลิกรัม/ลิตร ว่าทั้งหมดนี้นำไปเปลี่ยนเป็นจำนวนเซลล์ได้ทั้งหมดประมาณค่าได้ ว่าใน Aerobic system จะต้องใช้ 50 มิลลิกรัม/ลิตร ของ Volatile solids และ 326 มิลลิกรัม/ลิตรของออกซิเจน (โดยไม่คิด endogenous respiration) ใน Anaerobic system จะต้องใช้ 9 มิลลิกรัม/ลิตร ของ acetic acid ก็จะมีค่าเท่ากับ 94 มิลลิกรัม/ลิตร ของ ออกซิเจน และพบว่าในระบบ Aerobic จะเกิดกากตะกอนได้ประมาณ 0.5 เท่า ของ ปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้น จากระบบ Anaerobic แต่ก็ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น เพราะต้องมีระบบการเติมออกซิเจน ในขณะที่ระบบ Anaerobic ไม่ต้องมี แต่ระบบ Anaerobic ก็จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเป็นเหตุรำคาญเนื่องจาก แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และจะต้องทำระบบกำจัด แก๊สที่เกิดขึ้น คือ แก๊สมีเทนโดยการเผาเตาเผาแก๊สมีเทนนั้นก็จะเป็นสาเหตุของมลพิษอากาศ ข้อ แตกต่างที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการควบคุมระบบ Aerobic จำเป็นจะต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ ความสามารถมาเป็นเจ้าหน้าที่เทคนิค เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการดำเนินการ มิฉะนั้นแล้วจะ ไม่สามารถทำให้ระบบดำเนินการไปได้เต็มประสิทธิภาพเท่าที่ได้ออกแบบไว้ แต่ระบบ Anaerobic ไม่จำเป็นต้องให้เจ้าหน้าที่เทคนิค ควบคุมการทำงานเป็นประจำก็สามารถดำเนินการไปได้ เนื่องจากระบบไม่มีความยุ่งยากซับซ้อนไม่ต้องเติมอากาศ และจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจน อีสาระ จะสามารถทำปฏิริยาการย่อยสลายได้ แม้ว่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์จะสูงมาก ๆ เช่น ขยะ, กากตะกอน, อูจจาระ เป็นต้น ข้อได้เปรียบดังกล่าวนี้จึงสามารถนำมาเอามาใช้เป็นประโยชน์ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยออกแบบระบบให้มีการใช้ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดตามความเหมาะสม คือใช้ปฏิกิริยาการย่อยสลายของ Anaerobic ในขั้นแรกก่อนเพื่อทำให้ความเข้มข้นของสิ่งปฏิกูลลดปริมาณมาก่อน หลังจากนั้นจึงนำไปผ่านเข้าสู่ระบบ Aerobic ในขั้นต่อมา แยกจากจะข่าอละปริมาณ BOD ลงได้ดีแล้วก็ยังจะช่วยทำให้ความเข้มข้นของสิ่งปฏิกูลมีค่อนข้างคงที่และมีความสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ในปัจจุบันนี้ระบบ Anaerobic เริ่มได้รับความสนใจมากกว่าเดิมและเชื่อว่าจะได้รับความสำคัญมากยิ่งขึ้นในอนาคต

การบำบัดคุณภาพของสิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลวหรือน้ำเสีย ด้วยวิธีการบำบัดทางชีววิทยา (Biological Treatment) นั้น มีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ค่อนข้างแพร่หลายคือ

Trickling Filters or Bacterial Beds

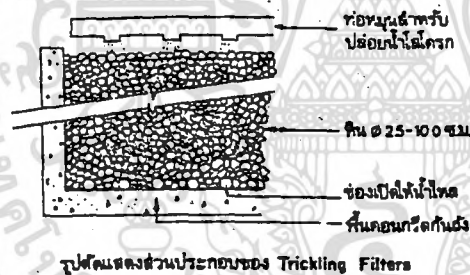
เป็นระบบบำบัดคุณภาพของน้ำเสียในขั้นที่สาม โดยอาศัยปฏิกิริยาการย่อยสลายของ Aerobic organisms พวกสาหร่ายที่อิงปะปนอยู่กับน้ำเสียโดยเฉพาะพวกสาหร่ายและสาหร่ายลอย ก็จะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และของแข็งตกตะกอน (Settleable Solids) ก็สามารถแยกออกได้ด้วยวิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอนในการบำบัดขั้นสุดท้ายได้



รูปที่ 1 แสดงลักษณะ Trickling Filter

ลักษณะของ Trickling Filters ที่นิยมจะเป็นถึงคอนกรีตเสริมเหล็ก รูปทรงกระบอกกลมมักจะออกแบบให้มีขนาดลิกระหว่าง 0.90-4.80 เมตร ขนาดความลึกที่นิยมมากที่สุดคือ 1.8 เมตร ภายในถังบรรจุด้วยก้อนหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-10.0 เซนติเมตร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการบรรจุหินเรียงซ้อนกันจนเต็มถึง และให้ระดับบนของหินอยู่ต่ำกว่าขอบปากถังประมาณ 20-30 เซนติเมตร หินที่นำมาไม่ควรนำมาใช้คือเป็นหินที่มีลักษณะเป็นก้อนแบน เพราะหินก้อนแบนเมื่อเรียงซ้อนกันจะทำให้มีช่องว่างระหว่างก้อนหินน้อยเกินไป หินที่มีลักษณะก้อนค่อนข้างกลม หรือรูปรีไม่ได้โดยที่ช่องว่างระหว่างก้อนหินดังกล่าวนี้ เป็นส่วนสำคัญมากอย่างหนึ่งของ Trickling Filters ถ้าช่องว่างน้อยเกินไปก็จะทำให้ประสิทธิภาพของการบำบัดลดลง และเมื่อใช้ไป ๆ ช่องว่างก็จะยิ่งลดน้อยลง เนื่องจากได้เกิดมีส่วนของเซลล์จุลินทรีย์เกาะกลุ่มอยู่ตามผิวของหินมีจำนวนมากขึ้นนั่นเอง โดยทั่วไปแล้วถ้าน้ำเสียที่จะบำบัดมี BOD สูง ควรจะใช้หินที่มีขนาดโต เพราะหินก้อนเล็กอาจจะเกิดการอุดตันได้โดยง่าย โดยเฉพาะก้อนหินที่อยู่ระดับผิวหน้าของถังควรจะมีขนาดโตเนื่องจากบริเวณผิวหน้ามักจะเกิดการอุดตันได้ง่าย เพราะถูกแสงแดดด้านบนทำให้พวกสาหร่ายสีเขียวขึ้นเจริญงอกงามได้ดี จึงจะต้องระมัดระวังการอุดตันที่ผิวหน้าเป็นพิเศษแม้ว่าเศษวัตถุที่อาจจะมติดมากับน้ำเสียก็ควรเก็บกำจัดออก โดยเฉพาะพวกอินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อยได้ ถ้ามีตกค้างที่ผิวหน้าบนชั้นหิน ก็อาจจะเกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันขึ้นได้

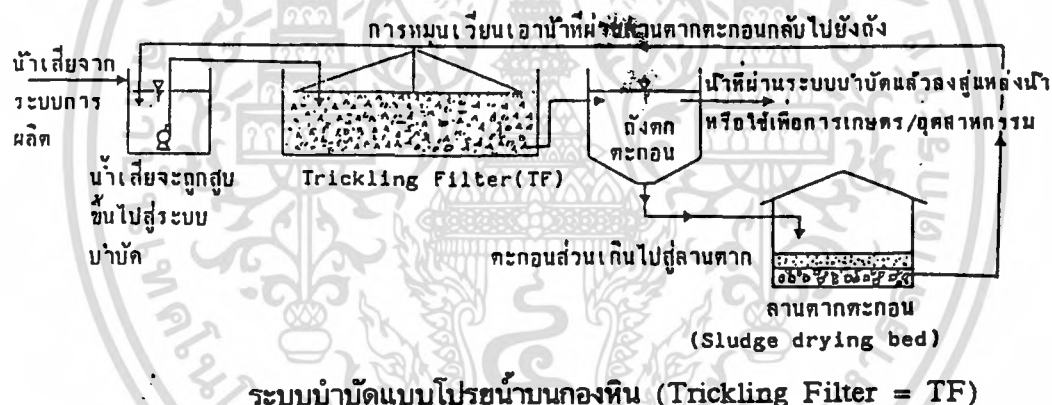


รูปที่ 2 แสดงรูปตัดของ Trickling Filter

น้ำเสียที่จะนำมาสู่ Trickling Filters นั้นเป็นน้ำเสียที่ได้ผ่านการบำบัดขั้นปฐมภูมิมาแล้ว จึงมักจะมีค่า BOD ค่อนข้างจะสม่ำเสมอ คงที่พอสมควร ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะมีสารอินทรีย์ที่อยู่รูปของสารละลาย และสารแขวนลอย ดังนั้น เมื่อปล่อยให้ไหลผ่านท่อระบายน้ำรูปกากบาทบนปากถังซึ่งจะหมุนไปอย่างช้า ๆ ด้วยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าหรือแรงไฮดรอลิค ก็จะทำให้ น้ำเสียไหลกระจายลงบนปากถังได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ พร้อมทั้งสามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำได้ตามที่ต้องการอีกด้วย การออกแบบเจาะท่อให้น้ำเสียไหลออกจากท่อรูปกากบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนปากถึงนั้น นิยมเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดความกว้าง 0.5 - 1.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 - 5.0 เซนติเมตร โดยแต่ละช่องจะให้ห่างกันประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร ซึ่งระยะห่างระหว่างช่องน้ำไหล ควรจะทำให้เกิดเป็นแผ่นของน้ำไหลออกมาจากท่อที่มีลักษณะที่แผ่กระจายติดกัน แต่ต้องไม่ซ้อนกัน เพราะต้องการที่จะช่วยทำให้สามารถปล่อยน้ำเสียให้กระจายได้เต็มทั่วบริเวณพื้นที่ปากถึงนั่นเอง น้ำเสียจะไหลตามพื้นที่ของผิวก้อนหิน ผ่านชอกหินจากปากถึงลงสู่กันถึงด้วยแรงถ่วง ในที่สุดก็จะไหลไปรวมกันที่บริเวณกันถึงและออกสู่ท่อระบายน้ำเสียโดยปล่อยผ่านไปยังถึงตกตะกอนชั้นสุดท้ายเพื่อการแยกตะกอนออกจากน้ำเสียและกำจัดต่อไป การออกแบบกันถึงของ Trickling Filters นิยมใช้อิฐเรียงซ้อนกันให้แต่ละก้อนมีช่องว่างห่างกันประมาณ 2.5-2.7 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถช่วยระบายน้ำเสียให้ไหลผ่านออกได้โดยสะดวกและทำหน้าที่เป็นท่อระบายที่กันถึง (Underdrain) นอกจากนี้แล้วอิฐยังเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อการกัดกร่อนและการขูดถูได้ดี จึงช่วยทำให้สามารถเพิ่มอายุการใช้งานได้ทนทานอีกด้วย



รูปที่ 3 แสดงลักษณะของ Trickling Filter

ปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งเกิดขึ้นภายในถึง Trickling Filters เป็นปฏิกิริยา Aerobic Metabolism ซึ่งเซลล์ของจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่ตามพื้นผิวของก้อนหินในถึง Trickling Filters จะใช้สารอินทรีย์ที่ติดมากับน้ำเสียเป็นสารอาหาร ทำให้เกิดปฏิกิริยาสังเคราะห์และใช้พลังงานขึ้นได้ตามกระบวนการทางชีววิทยา ออกซิเจนอิสระที่นำมาใช้ในปฏิกิริยาก็ได้มาจากออกซิเจนในอากาศซึ่งมีอยู่ในระหว่างช่องว่างของชอกหิน โดยไม่ต้องมีเครื่องมือสำหรับเติมอากาศเหมือนระบบ Activated Sludge เนื่องจากอากาศในช่องว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชอกหินของถัง Trickle Filters จะมีอากาศจากภายนอกถ่ายเทหมุนเวียนเข้ามาแทนที่ อยู่ตลอดเวลาในขณะที่ปล่อยให้ น้ำเสียไหลลงมาจากปากถัง ของเหลวที่ไหลมาตามพื้นผิวของ ก้อนหินจะมีปริมาณของออกซิเจนละลายอยู่น้อย แร่งคันแกสออกซิเจนในอากาศจะสูงกว่า แร่งคันแกส ของออกซิเจนที่มีละลายอยู่ในของเหลว จึงทำให้แกสออกซิเจนในอากาศจะสูงกว่า จึงทำให้ แกสออกซิเจนในอากาศสามารถละลายลงในของเหลวได้ เปลี่ยนสภาวะเป็นออกซิเจนละลายน้ำ และจุลินทรีย์ก็นำไปใช้ในปฏิกิริยาการย่อยสลายได้ โดยที่ในระยะแรกเมื่อของเหลวเริ่มไหล ผ่านลงไปนั้น ในส่วนของเหลวที่ไหลเคลื่อนตัวจะมีความเข้มข้นสูงกว่าของเหลวส่วนที่เกาะนิ่งเป็น แผ่นฟิล์มบาง ๆ บนพื้นผิวของก้อนหิน เนื่องจากของเหลวที่เกาะนิ่งเป็นแผ่นฟิล์มอยู่ในเขตของปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ดังนั้นสารอินทรีย์บางส่วนจึงถูกจุลินทรีย์นำไปใช้เป็นอาหาร ทำให้ปริมาณสาร อินทรีย์ที่มีอยู่ในของเหลวส่วนนี้ลดปริมาณลง เมื่อมีของเหลวที่ไหลผ่านลงมาใหม่ซึ่งมีความเข้มข้น สูงกว่า จึงเกิดการละลายทำให้เจือจางลงในส่วนของของเหลวที่เป็นแผ่นฟิล์ม ดังนั้นของเหลวที่ ปลอกลงมาใหม่จากปากถังของ Trickle filters เมื่อไหลลงสู่ก้นถังจะทำให้สามารถ ลดปริมาณ BOD ลงได้ ดังนั้นการออกแบบและการควบคุมดำเนินการ Trickle Filters ให้ มีประสิทธิภาพดีได้นั้น ความเข้มข้นหรือค่า BOD ของน้ำเสียเป็นตัวแปรที่สำคัญซึ่งจะต้องมีค่า คงที่ ส่วนตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคืออัตราการปล่อยให้น้ำเสียไหลผ่าน Trickle Filters ก็จะต้องมีอัตราที่คงที่ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพ Trickle Filters จะลดลงเมื่อ จุลินทรีย์ลดความเจริญเติบโต และในขณะที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีก็จะทำให้ประสิทธิภาพดีตามไป ด้วย ในปัจจุบันมีการออกแบบ Trickle Filters ขึ้นใช้ โดยกำหนดเป็นอัตราการไหลของน้ำ ที่จะให้ผ่านเข้าบำบัดในถัง Trickle Filters เพื่อแบ่งเป็นชนิดของ Trickle Filters ซึ่งได้แก่ Trickle Filters อัตราต่าง ๆ คือ : Low-rate, High-rate, Intermediate-rate, Super-rate และ Modified Trickle filters เป็นต้น

- Low-rate Trickle Filters หมายถึง Trickle Filters ที่ออกแบบให้มีความสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณไม่มากนักและมีค่า BOD ต่ำ ๆ ขนาดของถัง Trickle Filters จึงไม่โตมากนัก เหมาะที่จะใช้เป็นที่บำบัดขนาดเล็ก ซึ่งมีประสิทธิภาพ สูงอัตราที่ใช้คือประมาณ 2-4 ล้าน U.S. Gal/เอเคอร์/วัน และมี BOD ประมาณ 10 - 20 ปอนด์/1,000 ลบ.ฟุต ของหิน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพที่จะลดค่า BOD ได้เฉลี่ย ประมาณร้อยละ 85-90 โดยอาจจะใช้การนำเอา น้ำเสียที่ผ่าน Trickle Filters แล้วกลับเข้ามาผสมร่วม ด้วย (recirculation) บ้างเล็กน้อย ก็จะช่วยให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นความนิยมของถังนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ขนาด 1.80 เมตร โดยที่ระยะความลึก 60-90 เซนติเมตร เป็นระยะที่มีจุลินทรีย์ทำงานได้ดี ปริมาณออกซิเจน จึงมีพอเพียงแก่การใช้ของจุลินทรีย์ เมื่อเทียบกับอัตราการเพิ่มเติม ออกซิเจน จากอากาศกับออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยาแล้ว ก็จะต้องมีเหลืออยู่อีกถึง 2-3 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งก็ถือได้ว่าเป็นอัตราที่เหมาะสมโดยเฉพาะ จะช่วยให้พวก Autotrophic nitrifying bacteria ทำปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ดี โดยจะสามารถตรวจหาปริมาณของไนเตรทของน้ำเสียซึ่งจะ พบว่ามีปริมาณของไนเตรทมีค่าสูง ซึ่งเป็นดัชนีที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งชี้ให้เห็นได้ว่าการทำงานของระบบ บำบัดมีประสิทธิภาพดี น้ำเสียนั้นมีความคงตัวเหมาะสม

- High-rate Trickling Filters จัดเป็น Trickling Filters ที่ออกแบบให้มีความสามารถที่ใช้บำบัดน้ำเสียได้ปริมาณมากขึ้น ซึ่งอาจจะสูงถึงประมาณ 10 - 40 ล้าน U.S Gal/เอเคอร์/วัน โดยที่ค่า BOD ของน้ำเสียที่นำเข้าบำบัดนั้น อาจจะสูงถึง 90 ปอนด์/1,000 ลูกบาศก์ฟุตของหิน ซึ่งประสิทธิภาพในการลด BOD อาจจะมีความระหว่างร้อยละ 65-70 โดยใช้วิธีการนำเอาน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจาก Trickling Filters แล้วนำกลับมา ผสมกับน้ำเสียที่เริ่มนำเข้ามาบำบัดใหม่ อัตราส่วนที่นิยมใช้คือ น้ำเสียใหม่ต่อน้ำเสียเก่า เท่ากับ 8:1 ในทางปฏิบัติพบว่าแบบที่เร็วทำงานได้ดีในระยะความลึก 90 เซนติเมตร ดังนั้นจึงมีการออกแบบถึง Trickling Filters ให้มีความลึก 90 เซนติเมตร 2 ถึงต่อเนื่องกัน แต่ก็พบว่า มีผลไม่แตกต่างจากการออกแบบเป็นถังเดี่ยวที่มีความลึก

1.8 เมตร ซึ่งจะมีความสิ้นเปลืองน้อยกว่า ดังนั้น ในปัจจุบันนี้นิยมมากแบบเป็นถังเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่

- Intermediate-rate Trickling Filters เป็น Trickling Filters ที่ออกแบบขึ้นใช้โดยให้มีความสามารถบำบัดน้ำเสีย ในอัตราระหว่าง 4- 10 ล้าน U.S. Gal/เอเคอร์/วัน ซึ่งเป็นอัตราที่มุ่งหวังว่าจะไม่สูงหรือต่ำเกินไป ก็จะไม่ทำให้เกิดปัญหา ในการดำเนินการ โดยได้มีการใช้อัตราดังกล่าวนี้ในหลาย ๆ แห่งแล้ว ก็ไม่เป็นปัญหาในทาง ปฏิบัติมีเพียงปัญหาเดียวที่ควรระมัดระวังก็คือ การอุดตันโดยเฉพาะที่ชั้นบน และผิวหน้าของชั้นหิน ถ้าใช้หินที่มีขนาดเล็กเกินไป แต่ถ้าใช้หินขนาด 5-10 เซนติเมตร จะช่วยลดปัญหาลงหรือไม่ ทำให้เกิดปัญหาการอุดตัน

- Super-rate Trickling filters เป็น Trickling Filters ที่ ออกแบบขึ้นเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ในปริมาณที่สูงขึ้นคือ ในอัตราสูงถึง 100 ล้าน U.S. Gal./เอเคอร์/วัน และน้ำเสียที่นำเข้าบำบัดนั้น มีค่า BOD สูงถึง 4100 ปอนด์/1,000 ลูกบาศก์ฟุต ของวัสดุที่ใช้แทนหิน/วัน Trickling Filters แบบดังกล่าวนี้ บริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dow chemistry แห่งสหรัฐอเมริกาเป็นผู้ออกแบบสร้างขึ้นเป็นครั้งแรก โดยใช้ก้อนพลาสติกที่ผลิตขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใส่แทนหินซึ่งมีชื่อเรียกว่า Dow-Pac Plastic Media ออกแบบถึงความลึกถึง 40 ฟุต หรือ 12 เมตร แต่ต้องใช้การพ่นอากาศเข้าช่วยเป็นพิเศษ พร้อมทั้งใช้วิธีการนำเอาน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากถัง Trickling filters แล้ว ซึ่งจะมีพวกตะกอนแขวนลอย (Suspended Solids) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์แล้วนั้น นำกลับเข้ามาผสมกับน้ำเสียที่นำเข้ามาเริ่มบำบัดใหม่ เช่นเดียวกับระบบ Activated Sludge ปรากฏผลว่า Trickling Filters ดังกล่าวนี้นี้มีประสิทธิภาพสูงมากถึงร้อยละ 97

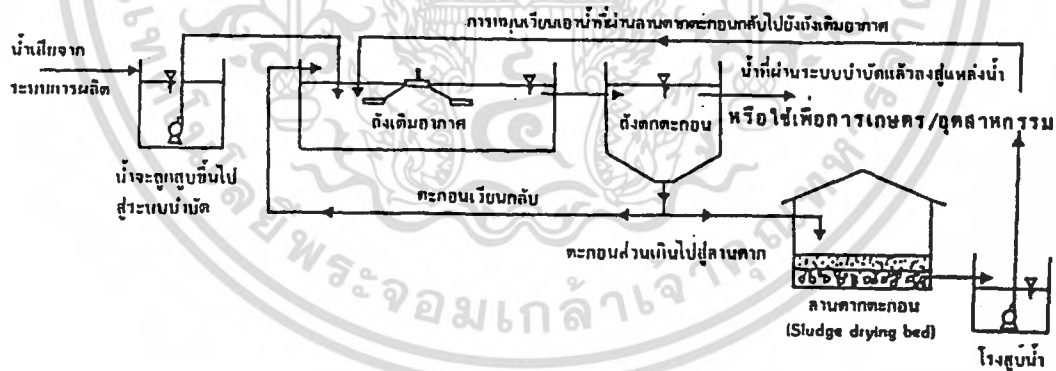
- Modified Trickling Filters เป็น Trickling Filters ที่ได้มีการออกแบบดัดแปลงส่วนสำคัญบางส่วนให้แตกต่างไปจากปกติที่เคยออกแบบใช้กันมา ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ Trickling Filters นี้ส่วนใหญ่ได้จัดทำที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยสรุปแล้วก็จะมุ่งไปยังรูปแบบของวัสดุที่จะนำมาใช้แทนหิน และการออกแบบให้สามารถเพิ่มปริมาณอากาศที่จะเข้าสู่ Trickling Filters เป็นหลัก เช่น ที่รัฐมินเนโซต้าได้ใช้กระเบื้องที่ผลิตขึ้นเป็นพิเศษโดยเฉพาะของบริษัทเรดวิง (Red Wing Tile) มาใส่แทนหินในถัง Trickling Filters ซึ่งปรากฏว่าให้ผลดีในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ซึ่งได้มีการใช้แพร่หลายโดยทั่วไปในรัฐมินเนโซต้า

แบบที่สองซึ่งได้ทดลองใช้ในสหรัฐอเมริกาแล้วปรากฏว่าได้ผลดีก็คือ การออกแบบกระเบื้องที่ใช้ใส่แทนหิน โดยทำเป็นรูปคล้ายก้อนอิฐ แต่ออกแบบด้านล่างของก้อนให้มีช่องว่างของอากาศเป็นพิเศษ เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะให้ช่วยทำให้เกิดการหมุนเวียนถ่ายเทของอากาศดีมากยิ่งขึ้น และช่องอากาศนั้นจะช่วยทำให้การไหลผ่านของน้ำเสียที่เข้ามาได้ดี ก็จะช่วยทำให้ได้ปริมาณของออกซิเจน ไปใช้ในปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ได้ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งก็ปรากฏว่าการศึกษาทดลองในหลาย ๆ แห่ง ในสหรัฐอเมริกา มีรายงานว่าสามารถบำบัดน้ำเสียได้อัตราสูงถึง 100 ปอนด์ BOD /1,000 ลูกบาศก์ฟุตของวัสดุที่ใช้แทนหิน โดยเฉพาะกระเบื้องที่ออกแบบขึ้นมาใช้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าหินขนาด 5 - 10 เซนติเมตร ที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป และมีการศึกษาวิจัยของบางแห่ง ได้ทดลองใช้ Trickling Filters ชนิดที่ปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ถึงในระดับต่างๆ หลาย ๆ ระดับแทนวิธีการปล่อยเข้าแต่เพียงด้านบนด้านเดียว ก็ปรากฏว่ารูปแบบที่ทำการศึกษาดทดลองในห้องปฏิบัติการทำงานมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งคาดว่าจะได้มีการออกแบบขึ้นใช้เป็นชนิดเต็มรูปแบบอย่างกว้างขวางในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activated Sludge

เป็นระบบที่ใช้บำบัดน้ำเสียในชั้นทุติยภูมิเช่นเดียวกับ Trickling Filters ซึ่งอาศัยปฏิกิริยาการย่อยสลายของ Aerobic organisms โดยวิธีการพ่นอากาศเพื่อให้ได้ออกซิเจน สำหรับใช้ในปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นอย่างพอเพียง ความสกปรกโดยเฉพาะสารอินทรีย์ ที่มีปะปนอยู่ในน้ำเสียซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารละลายและพวกสารแขวนลอย นั้นก็จะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นสารอาหารและเปลี่ยนสภาพเป็นสิ่งที่ต่าง ๆ ได้แก่ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พลังงาน เซลล์ที่เกิดใหม่และกากตะกอนซึ่งไม่ละลายน้ำ โดยเฉพาะกากตะกอนที่เกิดขึ้นนี้จะมีพวกเซลล์ของจุลินทรีย์เกาะรวมกันอยู่อย่างเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งเป็นมวลของเซลล์ที่มีน้ำหนักและตกตะกอนได้ง่ายจึงมีชื่อเรียกว่า Activated Sludge ดังนั้นเมื่อปล่อยให้น้ำเสียไหลผ่านออกจากถัง Activated Sludge เข้าสู่ถังตกตะกอนทุติยภูมิ ก็จะทำให้เกิดการตกตะกอนได้โดยง่าย และสามารถแยกเอาตะกอนออกจากของเหลวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ของเหลวที่เหลืออยู่เป็นน้ำใสที่มีคุณภาพดี โดยมีค่า BOD ต่ำได้มาตรฐานของน้ำเสียและสามารถปล่อยออกสู่แหล่งน้ำภายนอกได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมส่วนกากตะกอนที่เกิดขึ้นนั้นก็แยกออกกำจัดได้ โดยการตกตะกอน



รูปที่ 4 แสดงลักษณะของระบบ Activated Sludge

เนื่องจากวิธีการของ Activated Sludge ต้องอาศัยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ดังนั้นจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ดังนั้น จึงควรจะเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่มีความคุ้นเคยต่อสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในปฏิกิริยา และมีจำนวนของจุลินทรีย์ได้สัดส่วนที่ดีกับสิ่งที่จะต้องย่อยสลาย เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนองวัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้ได้ ในระบบของ Activated Sludge จึงมีการนำเอากากตะกอน ซึ่งได้จากถังตกตะกอนชั้นทุติยภูมิ บางส่วนนำกลับเข้าสู่ถังย่อยสลาย ทำให้มีน้ำเสียใหม่ผสมกับน้ำเสียเก่าเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะใช้น้ำเสียเก่า คือ กากตะกอนซึ่งมีมวลของเซลล์จุลินทรีย์เป็นจำนวนมากนั้นมา เป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ (Seeding) ที่ใช้ในการย่อยสลายคือการเพิ่มจำนวนมวล ให้มีอัตราส่วนที่เหมาะสมกับปริมาณของสารอาหาร ที่มีปะปนมากับน้ำเสีย ซึ่งต้องการบำบัดในถังฟุ้งอากาศของ Activated Sludge นั่นคือ การช่วยปรับอัตราส่วนมวลและสารอาหาร ให้เหมาะสมนั่นเอง

จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในถัง Activated Sludge นั้นมีหลายชนิดด้วยกันคือ bacteria, fungi, protozoa, rotifers และบางครั้งก็มีพวก nematodes ด้วย แต่แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในการทำปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในถัง Activated Sludge ชนิดของแบคทีเรีย จะขึ้นอยู่กับ ชนิดของสารอินทรีย์ ที่มีปะปนมากับน้ำชักโครก เช่น ถ้าเป็นโปรตีนส่วนมากจะมีแบคทีเรียพวก Alcaligenes, Flavobacterium และ Bacillus เป็นตัวย่อยสลาย ในขณะที่สารคาร์โบไฮเดรตหรือพวก hydrocarbon ก็จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียพวก Pseudomonas

Fungi เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการให้เกิดการเจริญขึ้นใน activated sludge แต่ก็มีมักจะพบว่า Fungi เจริญมากขึ้น เมื่ออยู่ในสิ่งปฏิกูลที่มีลักษณะเด่นอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น สารคาร์โบไฮเดรตสูงมาก ๆ หรือพวกที่มีสภาพเป็นกรด หรือ pH ต่ำ ๆ และพวกปฏิกูลที่ขาดส่วนประกอบของสารอาหารของแบคทีเรีย เช่น น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ซึ่งจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ Fungi เจริญ โดยเฉพาะพวก Filamentous Fungi ถ้าพบว่าเกิดเจริญมากขึ้นก็จะทำให้การตกตะกอนไม่ดี แต่พวก Nonfilamentous Fungi เช่น Fusarium ที่เกิดพบว่ามีเจริญใน Activated sludge นั้น จะไม่เป็นปัญหาเกี่ยวกับการตกตะกอน คงทำให้ตะกอนตกได้เช่นเดียวกับแบคทีเรีย

Protozoa เป็นจุลินทรีย์ ที่ไม่ช่วยทำให้สารอินทรีย์เกิดการย่อยสลายได้โดยตรง ได้โดยตรง แต่โปรโตซัวจะกินแบคทีเรียเป็นอาหาร จะพบว่าเมื่อจำนวนแบคทีเรียลดลงหรือมีพวก free-swimming bacteria มากขึ้น ก็จะพบว่าพวก free-swimming ciliated protozoa เพิ่มจำนวนมากขึ้น โดยจะพบว่าในระยะต่อมาก็จะเกิดมีพวก Suctorina และ Stalked ciliates เพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งเป็นดัชนีทางชีววิทยาได้อย่างหนึ่งอยู่ในสภาวะของสารอาหารของแบคทีเรียต่ำหรือน้อยลง แบคทีเรียเริ่มเข้าสู่ endogenous phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rotifers ซึ่งโดยปกติแล้ว จะไม่ค่อยพบในระบบ Activated sludge ที่ยังคงอยู่ในสภาวะการย่อยสลายของแบคทีเรีย จะพบ Rotifers ได้เมื่อการย่อยสลายของแบคทีเรียเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว โดยเฉพาะจะพบ Rotifers เกิดขึ้นในภาคตะกอนที่อยู่ตัวแล้ว ดังนั้น Rotifers จึงเป็นจุลินทรีย์ ที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงสภาพการสลายตัว ที่สมบูรณ์ดีแล้ว โดยดูได้จากภาคตะกอนที่ตกสู่กันถึงตกตะกอนจะมีสภาพเป็นตะกอนที่อยู่ตัว

การควบคุมการทำงาน Activated Sludge เนื่องจากถึง Activated sludge เป็นถึงที่ออกแบบสร้างขึ้นใช้สำหรับการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ โดยการพ่นอากาศช่วยโดยที่ขนาดของถังจะมีขนาดจำกัดคงที่ ดังนั้น สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวถังจึงควรจะต้องมีความคงที่ สิ่งสำคัญ ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำเสียและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บกักน้ำเสีย ครอบคลุมไว้ให้เกิดการย่อยสลายในถัง ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อขนาดของถังที่ออกแบบขึ้น ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของ activated sludge นั้น อย่างน้อยควรจะต้องพิจารณาดำเนินการสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้คือ

- ออกซิเจนที่ใช้ (Oxygen Requirement) ระบบ Activated sludge เป็นระบบที่ต้องการอากาศ คือ แก๊สออกซิเจน ที่จะใช้ในปฏิกิริยาของ Aerobic Metabolism โดยใช้ออกซิเจนที่อยู่ในรูปของออกซิเจนที่ละลายน้ำ ซึ่งได้จากการพ่นอากาศของเครื่องพ่นอากาศ (Aerator) ปฏิกิริยาและประสิทธิภาพการย่อยสลายของจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแก๊สออกซิเจน ซึ่งโดยปกติแล้วควรจะต้องมีแก๊สออกซิเจน อยู่อย่างน้อยที่สุด 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ตลอดเวลา ถ้าเป็นพ่นน้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัยจะให้อัตราการพ่นอากาศขนาด 1 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ต่อน้ำเสีย 1 U.S. Gal ด้วยแรงดัน 5-6 ปอนด์/ตารางนิ้ว ด้วยอัตราการพ่นอากาศดังกล่าวนี้จะช่วยเพิ่มแก๊สออกซิเจน ให้ละลายลงในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 5 ซึ่งก็จะเป็นปริมาณที่พอเพียงสำหรับการที่จะช่วยรักษาสภาวะของ Aerobic conditons ในถัง activated sludge ได้ การพ่นอากาศที่ดีจะต้องทำให้เกิดเป็นฟองอากาศขนาดเล็ก ๆ กระจายอย่างทั่วถึงทุกส่วนของของเหลวที่มีอยู่ในถัง Activated sludge เนื่องจากขนาดของฟองอากาศมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของ ออกซิเจน ที่จะละลายลงในน้ำ ปริมาณของออกซิเจน ละลายน้ำจะลดลงเมื่อฟองอากาศมีขนาดโตขึ้น ดังนั้นการพ่นอากาศที่มีประสิทธิภาพดีจึงต้องเป็นเครื่องพ่นอากาศที่ทำให้เกิดฟองอากาศเม็ดเล็ก ๆ สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือลักษณะการลอยตัวของฟองอากาศ ถ้าลอยขึ้นสู่ผิวน้ำโดยรวดเร็ว คือมีระยะเวลาสัมผัสสั้นเกินไป ก็จะไม่ช่วยทำให้เพิ่มอัตราการละลายน้ำของแก๊สออกซิเจน การพ่นอากาศที่ดีจึงควรทำให้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟองอากาศเม็ดเล็ก ๆ เกิดการหมุนวนของของเหลว เพื่อให้พัฒนาฟองอากาศได้ระยะทางยาวมากขึ้น จึงจะช่วยทำให้เพิ่มระยะเวลาการสัมผัสให้มากขึ้น ก็จะช่วยทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการละลายน้ำของ ออกซิเจน ได้มากขึ้นด้วย

อุณหภูมิเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง ที่มีผลโดยตรงกับการละลายของออกซิเจน โดย ออกซิเจนจะละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าอุณหภูมิสูงมากขึ้นก็จะลดปริมาณการละลายของออกซิเจน ตัวอย่างเช่นเมื่อความดันคงที่ 760 มิลลิเมตรของปรอท ในน้ำจืดอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้เต็มที่ 9.2 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ถ้ามีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะละลายได้เพียง 7.6 มิลลิกรัม/ลิตรเท่านั้น นอกจากนั้นแล้วสิ่งที่จะลืมนิได้อีกอย่างหนึ่งคือ ความเข้มข้นของน้ำเสีย จะมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการละลายน้ำของออกซิเจน คือ น้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงจะละลาย O_2 ได้ในอัตราต่ำกว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า ดังนั้น น้ำเสียที่ปล่อยเข้าสู่ถังจึงมี Activated sludge คูจากตะกอนที่เกิดขึ้นซึ่งตะกอนที่เกิดควรมีความเข้มข้นที่พอเหมาะสมคงที่ จึงจะช่วยทำให้อัตราการพ่นอากาศสามารถปรับได้อย่างเหมาะสมด้วยอัตราที่คงที่ได้

— สารอาหารที่ใช้ (Nutritional Requirement) เนื่องจากระบบการบำบัดน้ำเสียในขั้นเตุติภูมิ โดยกระบวนการทางชีววิทยานั้นจำเป็น จะต้องใช้สารอาหารที่สำคัญและจำเป็นต่อการเจริญพันธ์ของจุลินทรีย์อยู่อย่างครบถ้วน ซึ่งถ้าเป็นน้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัยก็จะมีสารอาหารชนิดต่างๆ ที่จุลินทรีย์ต้องการอยู่อย่างครบถ้วนในปริมาณที่พอเพียง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมก็มักจะขาดสารบางชนิดไป เช่น ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส ปริมาณสารประกอบของไนโตรเจนที่ต้องการใช้จะมีค่าประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักแห้งของ volatile solids ที่เกิดขึ้นต่อวัน ส่วนปริมาณความต้องการสารประกอบฟอสฟอรัสจะมีค่าประมาณ 1/5 ของความต้องการสารประกอบไนโตรเจน ดังนั้นในการควบคุมระบบ activated sludge ให้สามารถดำเนินการย่อยสลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องคอยหมั่นตรวจวัดปริมาณของ suspended solids ที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ ๆ ทั้งนี้ เพื่อที่จะใช้สำหรับคำนวณหาปริมาณ volatile solids และจะช่วยทำให้ผู้ควบคุมสามารถคิดคำนวณหาปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะ N และ P ที่จะใช้เติมลงไปเพื่อเพิ่มสารอาหารให้แก่จุลินทรีย์ได้อย่างเหมาะสม ส่วนสารอาหารชนิดอื่น ๆ คือ K, Ca, Mg, Mo, Co และ Fe สารเหล่านี้จุลินทรีย์มีความต้องการใช้น้อยมากซึ่งมักจะมีปะปนกับน้ำเสียในปริมาณที่พอเพียงแล้ว แต่ถ้าขาดไนโตรเจน หรือน้ำเสียที่มีปริมาณของไนโตรเจนต่ำไม่พอเพียง จะมีส่วนช่วยกระตุ้นทำให้ fungi เจริญได้ดีกว่า bacteria เพราะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยนาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fungi จะมีความหนาแน่นน้อย จึงไม่ค่อยตกตะกอนและจะทำให้เกิดการต่อต้านการตกตะกอนอีกด้วย ดังนั้น เชื้อ fungi จึงเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่อยู่ในความต้องการของระบบ Activated sludge เช่นเดียวกับเชื้อ bacteria

โดยปกติแล้ว สารอินทรีย์จะถูกพวก Nitrifying bacteria ย่อยสลายโดยแปรสภาพจากสารประกอบของไนโตรเจนที่มีอยู่ในอินทรีย์วัตถุให้เป็น Ammonia ---> Nitrites ---> Nitrates แต่ก็จะมีแบคทีเรียบางกลุ่มที่สำคัญคือ facultative bacteria จะมีความสามารถย่อยสลายโดยเปลี่ยนจาก Nitrates ให้เป็น Nitrites หรือแม้แต่ให้กลายเป็น Ammonia ได้ ดังปฏิกริยานี้จึงช่วยสนองความต้องการสารประกอบ Nitrites และ Nitrates ในการสร้างเซลล์ของแบคทีเรียได้ แต่ปฏิกริยาของ Facultative bacteria จะไม่เกิดขึ้น ถ้าทราบใดยังมีปริมาณของออกซิเจนหรือ DO อยู่มากเกินไปและยังมีการผลิต Ammonia ในปริมาณมาก ย่อมจะช่วยให้ยังรักษาสภาวะของ Aerobic Metabolism ไว้ได้นั่นเอง

ในกรณีที่สภาวะของการขาดไนโตรเจน และมีคาร์บอน อยู่ในปริมาณสูงมาก Azotobacter ซึ่งเป็นแบคทีเรีย ที่สามารถดึงเอาแก๊สไนโตรเจนจากอากาศ มาใช้สร้างเซลล์ได้ แต่จะไม่สามารถดึงแก๊สไนโตรเจนให้แบคทีเรียชนิดอื่นใช้ได้ ดังนั้นในสภาวะดังกล่าวจึงมักจะพบว่า มี Azotobacter ปรากฏอยู่ใน Activated Sludge ซึ่งก็สามารถใช้เป็นดัชนีบอกถึงสภาวะการขาดไนโตรเจนได้ด้วย

- องค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental factors)
องค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อปฏิกริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในถัง Activated Sludge มี 3 อย่างคือ สภาวะความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิและ Oxidation Reduction Potential

(ก) สภาวะความเป็นกรดด่าง (pH) ในสภาวะของความเป็นกรดด่างระหว่าง 6.5-8.5 จะพบว่าพวกแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดี แต่ถ้า pH ต่ำกว่า 6.5 จะพบว่าพวก fungi จะเจริญมากขึ้นและ fungi จะเจริญได้ดีมีจำนวนสูงมากขึ้น pH 4.5 โดยที่แบคทีเรียจะไม่สามารถเจริญได้ ในสภาวะของ pH สูงกว่า 8.5 เช่น pH 9.0 จะทำให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวปฏิกริยา Metabolism ของจุลินทรีย์ เพื่อที่จะทำให้แบคทีเรียได้จึงจะช่วยให้เกิดการย่อยสลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรจะต้องปรับ pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมดังกล่าว ซึ่งจะต้องคอยหมั่นตรวจสอบ pH อยู่เสมอตลอดเวลา เนื่องจากในขณะที่เริ่มต้นปฏิกริยาการย่อยสลายของแบคทีเรีนี้นี้ก็จะทำให้เกิดสภาพของความเป็นกรดขึ้นก่อน และเมื่อกรดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกย่อยสลายจึงจะทำให้ pH สูงขึ้น ดังนั้น การที่จะช่วยทำให้แบคทีเรียสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีมี ประสิทธิภาพสูงมากขึ้นได้ก็ต้องปรับ pH ช่วย โดยการเติม buffer solution ของพวก bicarbonate และ Phosphate ลงช่วยในปริมาณที่เหมาะสม ก็จะทำให้สามารถปรับระดับของ pH ได้

(ข) อุณหภูมิ หมายถึงอุณหภูมิของของเหลวในถัง Activated Sludge เนื่องจาก อุณหภูมิเป็นองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของแบคทีเรีย โดยตรง กล่าวคืออุณหภูมิของของเหลวที่จะช่วยทำให้แบคทีเรียเจริญได้ดี มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสม (Optimum temperature) ควรอยู่ระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิ ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะหยุดความเจริญของแบคทีเรีย แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นแบคทีเรีย ก็เจริญได้ดีมากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น แบคทีเรียก็จะเจริญได้ดีมากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิให้ สูงขึ้นเป็น 2 เท่า แต่ถ้าเพิ่มหลังจาก 40 องศาเซลเซียส ไปแล้วการเจริญของแบคทีเรียจะลดลง เพราะพวก vegetative cells บางส่วนจะตายไป พวก Spore forming bacteria ก็จะไปสร้าง Spore เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 45 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะมีแต่เฉพาะ Thermophilic bacteria เท่านั้นที่ยังเจริญอยู่ได้ ดังนั้น เขตที่มีอากาศหนาว Activated Sludge จะมีประสิทธิภาพดีเฉพาะในฤดูร้อนเท่านั้น การทำงานในฤดูหนาวจึงต้องมีระบบเครื่องทำความร้อนช่วยปรับอุณหภูมิ แต่สำหรับในเขตร้อนเช่นประเทศไทยนั้นอุณหภูมิไม่เป็นปัญหา เพราะ อุณหภูมิของอากาศโดยธรรมชาติจะอยู่ในช่วงที่เกอหนุนไม่เป็นปัญหา เพราะอุณหภูมิของอากาศ โดยธรรมชาติจะอยู่ในช่วงที่สามารถช่วยเกอหนุนให้แบคทีเรียเจริญได้ดีตลอดทั้งปีอยู่แล้ว

(ค) Oxidation Reduction Potential (ORP) หมายถึง ศักยภาพของจุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายหรือใช้สารต่าง ๆ เป็นอาหารในปฏิกิริยาสังเคราะห์ และการ เจริญพันธุ์และพลังงานจึงทำให้สามารถลดปริมาณของ BOD ลงได้ด้วยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ซึ่ง สารประกอบที่ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายแล้วจะเป็นสารที่มีความคงตัว เช่น สารประกอบไฮเดรต จึงมักจะ นิยมใช้สารประกอบที่เกิดขึ้นหลังปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ เป็นดัชนีบอกถึงความสมบูรณ์ ของปฏิกิริยาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของ ORP มีหลายอย่างด้วยกันคือ ชนิด ของจุลินทรีย์ระยะของการเจริญเติบโต สารอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการ ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ใน ปฏิกิริยาสภาวะของสิ่งแวดล้อม ฯลฯ องค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลโดยตรงต่อปฏิกิริยา ORP ถ้าสามารถปรับอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมได้ ก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น

3.3 Oxidation Pond บ่อผันสภาพ

เป็นวิธีการบำบัดคุณภาพของน้ำเสีย โดยอาศัยการเก็บกักน้ำเสียไว้ในบ่อเปิด หรือสระน้ำขนาดใหญ่ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ทำให้ ความสกปรกถูกทำลายไป ปริมาณของ BOD ของน้ำเสียก็จะลดค่าลง โดยน้ำล้น (Overflow) ที่ ไหลออกจากบ่อผันสภาพจะมีค่า BOD ต่ำได้ตามมาตรฐานของน้ำเสีย (Effluent) สามารถระบาย ออกจากบ่อผันสภาพปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ลักษณะโดยทั่วไปของบ่อผันสภาพจะมีลักษณะเป็นบ่อน้ำผิวดินหรือสระน้ำ (Pond) นิยมจัดทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไปจนถึงความลึกหลายๆ เมตรก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่จะใช้ย่อยสลายในบ่อ กล่าวคือ ถ้าต้องการให้เป็นปฏิกิริยาของบ่อผันสภาพชนิด Aerobic Pond และไม่ต้องการเครื่องพ่นอากาศช่วยเพิ่ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสำหรับปฏิกิริยาของ Aerobic organisms อาจใช้ออกซิเจนส่วนหนึ่ง จากอากาศที่จะละลายลงในน้ำธรรมชาติ และออกซิเจนอีกส่วนหนึ่งมาจากปฏิกิริยาของสาหร่าย (algae) ที่มีอยู่ในสระ บ่อผันสภาพดังกล่าวนี้ก็ต้องมีความลึกไม่มากนัก เพราะถ้าลึกมากเกินไป จะทำให้ได้รับปริมาณออกซิเจนจากอากาศน้อยเกินไป ไม่พอเพียงและแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ไม่ อาจส่องลงไปได้ลึกพอ ก็จะเป็นข้อจำกัดที่ทำให้สาหร่ายเจริญได้ไม่ดี ปริมาณของซิเจนที่จะได้ จากสาหร่ายสีเขียวก็จะไม่พอใช้ในปฏิกิริยาของ Aerobic organisms ประสิทธิภาพของบ่อผัน สภาพก็จะลดลง ดังนั้นถ้าออกแบบให้บ่อผันสภาพมีความลึกมากเกินไปก็จำเป็นต้องใช้เครื่องพ่น อากาศเข้าช่วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่พ้น แต่ถ้าเป็นบ่อผันสภาพชนิดที่ใช้ Anaerobic Pond ความลึก ของบ่อก็ไม่เป็นข้อจำกัดสำหรับการออกแบบ เพราะไม่ต้องการออกซิเจนอิสระหรือออกซิเจนละลาย น้ำ แต่ก็มักจะต้องคำนึงถึงปัญหาอื่นที่มีตามมา ที่สำคัญก็คือ กลิ่นเหม็นรบกวน

เดิมที่เดิชนั้นบ่อผันสภาพออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้บำบัดคุณภาพของน้ำเสีย ในขั้นทุติยภูมิเหมือนกับ Trickling Filters และ Activated Sludge เพราะระบบของบ่อ ผันสภาพโดยเฉพาะ Aerobic Pond จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานลงได้มาก เนื่องจาก จากอาศัยปฏิกิริยาทางชีวเคมีของจุลินทรีย์และองค์ประกอบทางธรรมชาติช่วย ซึ่งก็เป็นระบบที่ใช้ ได้ผลดีมีประสิทธิภาพดีมาก เนื่องจากแสงสว่างมีความเข้มสูงช่วยทำให้สาหร่ายเจริญได้ดีมากยิ่งขึ้น ประกอบกับอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น จึงช่วยทำให้ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์เพิ่มสูงมากยิ่งขึ้น เมื่อ พิจารณาถึงองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ แล้วก็จะเห็นได้ว่า การใช้ระบบบ่อผันสภาพสำหรับ ประเทศไทยจะมีความเหมาะสมมาก ดังจะเห็นได้จากบ่อผันสภาพที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทุกแห่งได้ผลดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง เช่น บ่อผันสภาพของมหาวิทยาลัยมหิดล ณ ศาลาษา บ่อผันสภาพของฐานบินกำแพงแสน กองทัพอากาศ จังหวัดนครปฐม บ่อผันสภาพกลาง ของกลุ่มโรงงานน้ำตาลอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น

ปัจจุบันนี้ระบบของบ่อผันสภาพ ได้นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียรวม โดยไม่ต้องผ่านการบำบัดในขั้นปฐมภูมิมาก่อน นำเอาน้ำเสียที่รวบรวมมาได้จากเส้นท่อน้ำเสียทั้งหมด ปล่อยเข้าสู่บ่อผันสภาพเลขทันที พวกสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งตกตะกอนได้ก็จะจมลงสู่ก้นบ่อ ซึ่งส่วนที่ส่วนใหญ่ก็จะถูกจุลินทรีย์ พวก Anaerobes และ Facultative ทำปฏิกิริยาย่อยสลาย ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ และพวกสารแขวนลอยก็จะถูก Aerobic organisms ย่อยสลาย การออกแบบระบบบ่อผันสภาพในปัจจุบันนิยมจัดทำเป็นบ่อหลาย ๆ บ่อ เชื่อมต่อกันแบบอนุกรม ก็จะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพของบ่อให้สูงมากยิ่งขึ้น น้ำล้นที่ปล่อยออกมาจากบ่อสุดท้าย ก็จะมีค่า BOD ได้มาตรฐานของน้ำเสีย และสามารถปล่อยออกสู่แหล่งน้ำได้ โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ปฏิกิริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในบ่อผันสภาพ เป็นปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่เจริญอยู่ได้ในน้ำเสียนั้นเอง จุลินทรีย์ที่สำคัญมากที่สุด ก็คือ แบคทีเรีย และสำหรับสัตว์ ส่วนพวก Protozoa และ Rotifers จะมีปรากฏขึ้น ก็แต่ในบางสภาวะเท่านั้น การเกิดและเจริญพันธุ์ของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในบ่อผันสภาพจะดีมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือสารอาหารของจุลินทรีย์ และลักษณะการออกแบบบ่อผันสภาพ ตัวอย่างเช่น บ่อผันสภาพที่น้ำเสียนั้นมีความเข้มข้นต่ำหรือเจือจาง จะมีจำนวนของจุลินทรีย์อยู่น้อยกว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงกว่า บ่อผันสภาพที่มีความลึกไม่มากนักแสงสว่างจากดวงอาทิตย์สามารถส่องผ่านลงได้ลึกถึงก้นบ่อจะมีสาหร่ายสีเขียวเจริญได้ดี ซึ่งจะช่วยให้ Aerobic bacteria เจริญได้ดีด้วยและปฏิกิริยาการย่อยสลายของบ่อผันสภาพจึงเป็นปฏิกิริยาของ Aerobic pond เป็นต้น

โดยปกติแบคทีเรียที่พบมากที่สุดภายในบ่อผันสภาพ ก็คือ Pseudomonas , Flavobacterium และ Alcaligenes แบคทีเรียพวก Coliforms ที่มีติดมากับน้ำเสียที่ปล่อยเข้าสู่บ่อผันสภาพ จะพบได้ในช่วงระยะเวลาแรก ๆ เท่านั้น เพราะ coliform bacteria จะตายหมดไปเองในภายหลัง เนื่องจากไม่สามารถที่จะเจริญพันธุ์อยู่ในสภาวะของบ่อผันสภาพ ซึ่งมีแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เจริญได้ดีกว่า เหตุผลสำคัญก็คือการแข่งขันด้านการเจริญพันธุ์อาหารของจุลินทรีย์และการเกิดของ Protozoa ซึ่งจะกินแบคทีเรียเป็นอาหาร สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่ Coliform bacteria มีอยู่น้อยกว่าแบคทีเรียทั้งสามชนิดที่ได้กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างต้นซึ่งมักจะพบว่าเกิดขึ้นและเจริญพันธุ์ได้ดีมากในระบบบำบัดน้ำเสีย

จุลินทรีย์พวกสาหร่ายชนิดต่าง ๆ จะพบเกิดขึ้นในบ่อผันสภาพได้หลายชนิด ทั้งชนิดที่อยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญมากสองประการ คือ แสงสว่างและความเข้มข้นของสารอาหาร พวกสาหร่ายที่มักจะพบได้โดยทั่วไป คือ Spirogyra, Vaucheria และ Ulothrix ส่วนพวก Phytoflagellates เช่น Euglena และ Chlorella จะปรากฏ เมื่อ สารอาหาร มีความเข้มข้นค่อนข้างสูงมาก เพราะสามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้ง Photo-synthesis และ chemosynthesis พวก Phytoflagellates ที่มีขนาดเล็กเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการ พลังงานค่อนข้างมาก จึงมักจะปรากฏเกิดขึ้นจำนวนมากว่าสาหร่ายชนิดอื่นๆ ในสภาวะของสารอาหารที่ยังมีความเข้มข้นอยู่สูงๆ ส่วนพวก filamentous green algae จะปรากฏเกิดขึ้น ในขณะที่สารอาหารลดความเข้มข้นลงและพลังงานมีไม่พอเพียงสำหรับพวก Phytoflagellates ดังนั้นชนิดของสาหร่าย จึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบอกถึงสภาวะความเข้มข้นของน้ำเสียของบ่อผันสภาพ

Protozoa จะเป็นจุลินทรีย์ขนาดใหญ่ที่พบว่ามีเกิดขึ้นในบ่อผันสภาพ โดยการเจริญของ Protozoa จะสัมพันธ์กับสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสีย ณ จุดที่ปล่อยน้ำเสียเข้าสู่บ่อผันสภาพซึ่งมีความเข้มข้นของน้ำเสียสูงมากกว่าจะเป็นสิ่งกระตุ้นทำให้เกิดพวก flagellates เช่น chilomonas แต่โปรโตซัวชนิดนี้ ก็จะเกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ ก่อน แล้วจึง ปรากฏพวก free-swimming ciliates เกิดเจริญตามมาภายหลัง เช่น Copidium, Paramecium, Glaucoma และ Euplotes ในขณะที่จำนวนของแบคทีเรียลดลง ก็จะพบว่าพวก Stalked ciliates เช่น Vorticella และ Epistylis มีเกิดขึ้น แต่ถ้าปริมาณของอินทรีย์สาร ลดปริมาณลงจนเจือจางมากและปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำมีปริมาณสูงอย่างพอเพียง ก็มักจะพบพวก higher animal forms เช่น Daphnia และ Rotaria ปรากฏขึ้น ซึ่งพวก higher animals จะเป็นพวกที่กินแบคทีเรียและสาหร่ายในน้ำเสียให้ลดจำนวนลง ซึ่งก็จะช่วยทำให้น้ำเสียที่ล้นออกจากบ่อผันสภาพมีปริมาณของแบคทีเรียและสาหร่ายลดน้อยลง โปรโตซัวเกิดเจริญขึ้นนั้นจะช่วยเพียงทำให้น้ำใสขึ้น แต่ไม่ได้ช่วยทำให้น้ำเกิดการฟอกตัวให้มีความสะอาดมากขึ้นเหมือนปฏิกิริยาของแบคทีเรีย ความสำคัญอีกประการหนึ่งของโปรโตซัวสำหรับการบำบัดน้ำเสียก็คือ ใช้โปรโตซัวเป็นดัชนีทางชีววิทยาเพื่อช่วยในการควบคุมคุณภาพของน้ำเสียได้

เนื่องจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในบ่อผันสภาพนั้นโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะเป็นแล้วจะเป็นปฏิกิริยาของจุลินทรีย์หลายชนิดด้วยกัน จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ แบคทีเรีย เพราะเป็นจุลินทรีย์ที่ทำปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์โดยตรง แบคทีเรียซึ่งทำปฏิกิริยาในบ่อผัน

สภาพสามารถที่จะแบ่งออกได้ ตามลักษณะของความต้องการออกซิเจนอิสระที่ใช้เป็นพลังงานในการย่อยสลายสารอินทรีย์มี 3 กลุ่มด้วยกันคือ Aerobes, Facultatives และ Anaerobes ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่ในบ่อผันสภาพว่าจะมีอยู่มากน้อยเพียงใด ถ้าบ่อผันสภาพมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมากพอ ที่จะทำให้แบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนอิสระเป็นพลังงานเจริญได้ดี ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นจะเป็น Aerobic bacteria แต่ถ้าปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำมีน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปฏิกริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นก็จะเป็นพวก facultative bacteria แต่ถ้าบ่อผันสภาพขาดออกซิเจนละลายน้ำ ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นก็จะเป็นพวก anaerobic bacteria

บ่อผันสภาพชนิด Aerobic Pond เป็นบ่อที่นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด โดยจะไม่มีกลิ่นเหม็นเป็นเหตุรำคาญเกิดขึ้น สภาพโดยทั่ว ๆ ไปไม่เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้ที่พบเห็นเพราะมีลักษณะเหมือนสระน้ำ ที่ประชาชนชาวชนบทนิยมสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำ ปฏิกริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในบ่อผันสภาพชนิด Aerobic Pond นี้เกิดจาก Aerobic และ Facultative bacteria ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในน้ำเสีย โดยใช้อินทรีย์วัตถุเป็นสารอาหารและได้ออกซิเจนอิสระมาใช้ในปฏิกริยาจากออกซิเจนที่มีละลายอยู่ในน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำของบ่อผันสภาพชนิด Aerobic Pond จะได้มาจากแหล่งกำเนิดสองแหล่งด้วยกันคือ จากอากาศและจากปฏิกริยาสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ของสาหร่ายสีเขียวที่มีเจริญอยู่ในน้ำนั่นเอง ปฏิกริยาระหว่าง Aerobic bacteria และ Algae ในบ่อผันสภาพเป็นปฏิกริยาชีวสัมพันธ์ (biological symbiosis) กล่าวคือ Aerobic bacteria จะย่อยสลายอินทรีย์สารทำให้กลายเป็นสารประกอบรูปต่างๆขึ้นใหม่ ที่สำคัญได้แก่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย สารประกอบฟอสเฟต น้ำ โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ นั้นสาหร่ายจะนำไปใช้เป็นสารอาหารสำคัญในปฏิกริยาสังเคราะห์แสงและมีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น จากปฏิกริยาออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากสาหร่ายส่วนหนึ่งก็จะละลายน้ำ ทำให้แบคทีเรียนำไปใช้เป็นประโยชน์ในปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ ดังนั้น ปริมาณของสารอินทรีย์ดังกล่าวนี้ ถ้ามีการควบคุมให้บ่อผันสภาพทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำที่ไหลล้นออกจากบ่อก็จะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำเสียสามารถปล่อยเป็นน้ำเสียสู่แหล่งน้ำได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย

จากปฏิกริยาชีวสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ระหว่างแบคทีเรียและสาหร่ายในบ่อผันสภาพ ชนิด Aerobic Pond นั้น ปฏิกริยาจะเกิดขึ้นได้ดี เมื่อมีแสงสว่างคือในเวลากลางวัน ส่วนเวลากลางคืนนั้น สาหร่ายก็ต้องการใช้แก๊สออกซิเจนในการดำรงชีวิตในระยะ Endogenous phase เช่นเดียวกับแบคทีเรีย ดังนั้น ในเวลากลางคืนปฏิกริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์จึงลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาโดยเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นนั้นจะสามารถเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์เป็น Protoplasm ของแบคทีเรียและสาหร่ายได้ประมาณร้อยละ 70 ของปริมาณสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้หรือคิดเป็นค่า BOD นั้นเอง โดยประมาณปฏิกิริยาดังกล่าวนี้ร้อยละ 40 เกิดจากปฏิกิริยาของแบคทีเรีย และร้อยละ 30 เกิดจากปฏิกิริยาของสาหร่าย ดังนั้น การควบคุมบ่อผันสภาพให้สามารถทำงานได้ดีและมีประสิทธิภาพนั้น นอกจากจะให้บ่อผันสภาพได้รับ ออกซิเจนจากอากาศได้มากที่สุดแล้ว ก็จะต้องควบคุมให้เกิดมีปฏิกิริยาชีวสัมพันธ์ เป็นอย่างดีด้วย

การออกแบบบ่อผันสภาพ โดยทั่ว ๆ ไปใช้ค่า BOD/พื้นที่/วัน อัตราที่นิยมใช้ค่อนข้างแพร่หลายมากที่สุดโดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาคือ 20-30 ปอนด์/เอเคอร์/วัน และบางแห่งก็จะต้องพิจารณาองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ร่วมด้วย ที่สำคัญก็คือ กระแสลมแสงแดด อุณหภูมิ และลักษณะการกระจายตัวของน้ำเสียที่ปล่อยเข้าสู่บ่อในระดับความลึกของบ่อผันสภาพ 4 ฟุต ซึ่งมีสารอินทรีย์กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ ก็จะสามารถเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในค่าของ BOD ได้ 0.2 มิลลิกรัม ในบ่อขนาดอัตรา 20 ปอนด์/เอเคอร์/วัน และ 0.5 มิลลิกรัมในบ่อขนาดอัตรา 50 ปอนด์/เอเคอร์/วัน ตามอัตราดังกล่าวนี้ควรจะมีการละลายออกซิเจนจากอากาศประมาณ 0.12 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง จึงจะสามารถสลายสารอินทรีย์ได้ 20 ปอนด์/เอเคอร์/วัน และต้องการอัตราการละลายของออกซิเจนจากอากาศประมาณ 0.31 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง จึงจะพอเพียงกับการที่เพื่อสลายสารอินทรีย์ขนาด 50 ปอนด์/เอเคอร์/วัน แต่บ่อผันสภาพโดยทั่ว ๆ ไปนั้นจะมีจุดปล่อยน้ำเสียเข้าเพียงจุดเดียวที่บริเวณกลางบ่อ หรือริมบ่อ จึงยากแก่การที่จะทำให้สารอินทรีย์กระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณบ่อ ทำให้มีความต้องการออกซิเจนแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ มีผลทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บน้ำเสียไว้ในบ่อให้เกิดการย่อยสลาย (Retention Period) ที่ยาวนานมากขึ้น ตัวอย่าง เช่น บ่อผันสภาพขนาด BOD 50 ปอนด์/เอเคอร์/วัน มีความลึก 4 ฟุต จะใช้ระยะเวลาเก็บกักนานถึง 43 วัน จากการออกแบบใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยปล่อยน้ำเสียเข้าที่จุดกลางบ่อและน้ำเสียไหลล้นออกที่ข้างบ่อด้านหนึ่งปรากฏว่ากระแสลมในธรรมชาติจะเป็นองค์ประกอบช่วยให้เกิดการกระจายตัวได้ดีมากขึ้นและการย่อยสลายก็ให้ผลดีด้วย ดังนั้นในที่อื่น ๆ จึงได้ถือปฏิบัติตามกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยเฉพาะในประเทศไทยนั้นประสิทธิภาพของบ่อผันสภาพจะมีสูงมากขึ้น เนื่องจากมีองค์ประกอบทางธรรมชาติที่ได้เปรียบมากกว่า เช่น ไม่มีฤดูหนาวที่หนาวจัดอุณหภูมิของอากาศเหมาะสมกับปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ พร้อมทั้งมีกระแสลมและแสงแดดดีตลอดปีอีกด้วย ดังนั้น บ่อผันสภาพจึงค่อนข้างจะมีความเหมาะสมมาก ที่จะใช้งานในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อประโยชน์ของหน่วยงานที่ตนมีใบอนุญาตให้ใช้โดยไม่หวังประโยชน์ในราคาไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะชุมชนที่ไม่โตมากนัก เช่น เทศบาลตำบล , เทศบาลเมืองและโรงงานอุตสาหกรรม
 สาธารณกรรม ถ้าที่ดินยังมีราคาไม่สูงมากนัก การใช้บ่อผันสภาพบำบัดน้ำเสียจะได้ผลดีเพราะค่าใช้จ่าย
 ง่ายในการดำเนินการและผันสภาพจะต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การบำบัดด้วยวิธีอื่น ๆ

รูปร่างลักษณะของบ่อผันสภาพที่นิยมแพร่หลายคือบ่อรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อาจแบ่ง
 ออกเป็นบ่อเดี่ยว (single pond) หรือบ่อต่อเนื่องกันหลาย ๆ บ่อ (seried ponds)
 ก็ได้วัตถุประสงค์สำคัญของการใช้บ่อต่อเนื่องกันหลาย ๆ บ่อก็คือ การที่จะช่วยให้เกิดการถ่ายเท
 น้ำเสียจากบ่อหนึ่งไปยังอีกบ่อหนึ่ง เพื่อจะได้ช่วยให้เกิดการหมุนวนของน้ำเสียได้ดีมากยิ่งขึ้นกว่าบ่อ
 เดี่ยวการย่อยของจุลินทรีย์ก็จะดีขึ้นและสมบูรณ์มากขึ้น น้ำล้นที่ปล่อยเป็นน้ำเสียก็จะมี BOD ต่ำหรือ
 ไม่เกินมาตรฐานของน้ำเสีย บ่อผันสภาพชนิด Aerobic Pond ที่อาศัยการเติมอากาศโดย
 กระแสลมไม่ใช่เครื่องพ่นอากาศช่วย จะต้องมีควมลึกไม่มากนัก ความลึกที่นิยมใช้แพร่หลาย
 มากคือไม่เกิน 6 ฟุต เนื่องจากระยะความลึก 6 ฟุต แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ยังพอที่จะส่อง
 ผ่านลงไปถึงก้นบ่อได้ ถ้าน้ำเสียนั้นมีความขุ่น และสีไม่มากเกินไปนัก บ่อผันสภาพที่ตื้น ๆ จะมี
 ประสิทธิภาพดีกว่าบ่อที่ลึก ๆ ตัวอย่าง เช่น บ่อผันสภาพที่ใช้ความลึกหรือระดับของน้ำเสียในบ่อ
 เพียง 1-2 ฟุตจะได้รับแสงสว่างได้มีปริมาณสูงมากที่สุด สำหรับสีเขียวจะเจริญได้ดี ทำให้มี
 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีปริมาณมาก ในเวลากลางวัน จึงช่วยให้ปฏิกิริยาชีวสัมพันธ์ดีขึ้น
 Aerobic bacteria สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ ข้อเสียก็คือทำให้ต้องลงทุน
 สูงมากขึ้นเกี่ยวกับที่ดิน เนื่องจากต้องใช้พื้นที่เพิ่มมากขึ้น จึงมักจะพบว่าบ่อผันสภาพโดยทั่ว ๆ
 ไป มักจะออกแบบให้มีความลึกอยู่ระหว่าง 4-6 ฟุต โดยที่ความลึก 4 ฟุต มักจะนิยมใช้มากที่สุด
 เนื่องจากเป็นความลึกที่แสงสว่างยังสามารถส่องลงถึงก้นบ่อได้ดี แม้ว่าน้ำเสียนั้นจะมีความขุ่น
 และสีปนอยู่บ้างก็ตาม พ้นถึงก้นบ่อผันสภาพ จะต้องสามารถป้องกันการซึมของน้ำได้ ทั้งนี้
 เพื่อใช้เป็นที่เก็บกักน้ำเสียไว้ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ได้อย่างสมบูรณ์ดี
 ก่อนที่จะปล่อยออกจากบ่อนั้นเอง ดังนั้น ถ้าเป็นผนังดิน ไม่ใช่วัสดุอื่น ก็จะต้องเป็นดินเหนียวบดอัด
 แน่นโดยมีความหนาพอที่จะป้องกันการซึมของน้ำได้ ความหนาของดินเหนียวไม่ควรจะน้อยกว่า
 30 เซนติเมตร ทั้งนี้ ควรจะต้องผ่านการทดสอบจนแน่ใจก่อนที่จะเริ่มใช้ มิฉะนั้นแล้วนอกจากจะ
 ทำให้บ่อห่อ่นประสิทธิภาพแล้วก็ยังต้องแก้ไขด้วยความยากลำบาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่
 สมควรอีกด้วย ผนังด้านข้าง ๆ ของบ่อผันสภาพควรมีความลาดเอียงบ้างตามสมควร เพราะจะ
 ช่วยป้องกันดินพังทลายได้ดีและสะดวกในการดูแลรักษาอีกด้วย รอบ ๆ ปากบ่อจะต้องทำคันที่บดอัด
 แน่นโดยรอบ เพื่อใช้ป้องกันน้ำฝน ที่จะไหลมาตามผิวดินลงสู่บ่อ คันดินของบ่อควรมีความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงประมาณไม่น้อยกว่า 5.20 เมตร ส่วนความกว้างนั้นควรจะกว้างพอที่จะใช้รถตัดหญ้าวิ่งทำงานได้โดยสะดวก

เครื่องช่วยให้น้ำล้น (Outlet device) น้ำล้นที่ไหลล้นออกจากบ่อผันสภาพ นิยม นิยมทำเป็นช่องน้ำล้น (Overflow chamber) ซึ่งมีคั่นกันน้ำ (Wier) เป็นส่วนประกอบสำคัญ ถ้าเป็นบ่อชนิดบ่อต่อเนื่องกัน น้ำล้นที่ไหลออกจากบ่อหนึ่งไปยังอีกบ่อหนึ่งก็ควรจะให้ผ่านคั่นกันน้ำด้วย ทั้งนี้นอกจากจะใช้เป็นที่สังเกตอัตราการไหลได้แล้ว น้ำที่ไหลผ่านคั่นกันน้ำนั้นจะมีความหนาไม่มากนักซึ่งจะช่วยทำให้เพิ่มอัตราการละลายของออกซิเจนลงในน้ำได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย ส่วนน้ำล้นจากบ่อสุดท้ายหรือน้ำล้นที่จะปล่อยเป็นน้ำเสียนั้นโดยปกติทั่ว ๆ ไปแล้ว จะสามารถปล่อยออกสู่แหล่งน้ำได้โดยไม่มีอันตรายไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการทำลายเชื้อโรค (Disinfection) อีกต่ออย่างใด

การดูแลและการบำรุงรักษาบ่อผันสภาพ เนื่องจากบ่อผันสภาพอาศัยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ให้ดีที่สุดที่สำคัญ คือ ถ้าเป็น Aerobic Pond ก็ต้องมีปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำอยู่อย่างพอเพียง ดังนั้น จะต้องกำจัดสิ่งกีดขวางทางลมให้หมดไป เช่น ไม่สร้างอาคารหรือปลูกต้นไม้ใหญ่ใกล้ๆ บ่อ ต้องทำให้บ่อได้รับแสงสว่างมากพอเพียงเพื่อช่วยให้สาหร่ายสีเขียวเจริญได้ดีจะช่วยทำให้ปฏิกิริยาชีวสัมพันธ์เป็นไปด้วยดีมีประสิทธิภาพสูง จึงจำเป็นต้องขจัดร่มเงาให้หมดไป โดยไม่ยอมให้มีต้นไม้ใหญ่ใกล้บริเวณบ่อ กำจัดพวกวัชพืชและพืชน้ำออกจากบริเวณบ่อและตัวบ่อ เพื่อให้แสงส่องได้ดีมากที่สุด โดยเฉพาะพวกวัชพืชนั้น นอกจากขัดขวางแสงสว่างแล้วก็ยังจะทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงและแมลงได้อีกด้วย ส่วนพืชน้ำเช่น ผักตบชวา จอก แหน สาหร่าย และผักบึง นอกจากจะปิดกั้นแสงสว่างที่ส่องจากเบื้องบนโดยตรงแล้ว ก็ยังจะทำให้เพิ่ม BOD ของน้ำเสียได้ โดยที่ส่วนของรากและกิ่งก้านอื่น ๆ เกิดการเน่าเปื่อยขึ้น พวกหญ้าที่ขึ้นอยู่ริมขอบบ่อของคันบ่อจะต้องหมั่นตัดให้สั้นอยู่เสมอ มิฉะนั้นอาจจะทำให้เพิ่มความสกปรกในบ่อ

สำหรับน้ำเสียน้ำที่เข้าสู่การบำบัดของบ่อผันสภาพนั้น ควรจะมีความเข้มข้นสม่ำเสมอ และคงที่ จะช่วยเสริมประสิทธิภาพของบ่อได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ถ้าเกิดมีความผิดปกติเกี่ยวกับน้ำเสียที่เข้าสู่บ่อจะต้องรีบค้นหาสาเหตุให้พบ เพื่อที่จะได้แก้ไขได้ทันที่ ตัวอย่างเช่น ถ้าน้ำเสียนั้นมี BOD สูงกว่าที่ควรจะเป็นมีระยะเวลาานาน ๆ ก็จะทำให้บ่อนั้นเปลี่ยนสภาพจาก Aerobic pond เป็น Anaerobic pond นอกจากจะทำให้คุณภาพของน้ำล้นไม่ได้มาตรฐานแล้วก็จะอาจจะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเป็นเหตุรำคาญขึ้นได้โดยง่าย และการแก้ไขที่จะให้เปลี่ยนสภาพจาก Anaerobic pond กลับมาเป็น Aerobic pond ตามเดิมนั้น ต้องใช้เวลาและเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสิ้นเปลืองโดยไม่ว่าเป็นอีกด้วย เช่น อาจจะต้องใช้เครื่องพ่นอากาศเข้าช่วย เป็นต้น

สำหรับภาคตะกอนที่เกิดสะสมขึ้นที่ก้นบ่อผันสภาพ Aerobic pond นั้น จะมีปริมาณน้อยมาก แม้ว่าจะเกิดการย่อยสลายด้วย Anaerobic bacteria ขึ้น เป็นปฏิกิริยา ส่วนน้อยของบ่อจึงไม่ทำให้เกิดปัญหาเหตุรำคาญเนื่องจากกลิ่นเหม็นรบกวนแต่อย่างใด เมื่อบ่อผันสภาพถูกใช้งานเป็นระยะเวลาานาน ๆ ภาคตะกอนที่ถูกย่อยสลายแล้วก็จะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้น ก็ควรจะมีการกำจัดภาคตะกอนดังกล่าวนั้น ออกจากบ่อได้เป็นครั้งคราว เช่น 5 ปีต่อครั้ง หรือ 10 ปีต่อครั้ง เป็นต้น โดยปกติแล้วภาคตะกอนที่เกิดขึ้นในบ่อผันสภาพจะไม่เป็นปัญหา เพราะมีปริมาณน้อย

บ่อผันสภาพชนิด Anaerobic Pond นิยมใช้กันอยู่ในวงจำกัด ไม่แพร่หลายมากเหมือน Aerobic pond ที่นิยมออกแบบใช้ก็เฉพาะในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงๆ ไม่อยู่ในสภาพที่จะมี ออกซิเจนละลายน้ำได้พอเพียงกับปฏิกิริยา Aerobic หรือ Facultative bacteria ได้ คือ ออกซิเจนละลายน้ำจะไม่มีหรือมีอยู่ปริมาณน้อยมากนั้นจะไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร พวก Anaerobic bacteria จึงเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำปฏิกิริยา มักจะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นเหม็นระเหยขึ้นจากบ่อ และน้ำเสียในบ่อจะมีสีคล้ำและมีฟองแก๊สผุดขึ้น จึงควรตั้งอยู่ห่าง ๆ ชุมชนหรือตั้งอยู่ใต้กระแสนลม เพื่อไม่ให้ชุมชนได้รับกลิ่นเหม็นรบกวนจากบ่อ ในปัจจุบันนี้นิยมออกแบบบ่อผันสภาพชนิด Anaerobic Pond ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียพิเศษจากอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีความเข้มข้นสูง ๆ เช่น โรงงานอาหารกระป๋อง , ผลไม้กระป๋อง , โรงงานน้ำตาล โรงฆ่าสัตว์ ฯลฯ โดยนำเข้าบำบัดใน Anaerobic Pond ก่อนนำล้นจาก Anaerobic Pond จึงจะนำเข้าบำบัดใน Facultative pond และ Aerobic Pond ตามลำดับต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้จะช่วยทำให้สามารถประหยัดค่าดำเนินการลงได้เป็นอย่างมาก

3.4 Imhoff Tank

Imhoff Tank เป็นวิธีการบำบัดคุณภาพของน้ำเสีย โดยใช้ปฏิกิริยาของ anaerobic organisms เช่นเดียวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในถังเกรอะ โดย Mr. Karl Imhoff เป็นผู้ริเริ่มต้นแบบขึ้นใช้เป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมนี Imhoff tank มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกกลมซ้อนกันสองใบ โดยถังเล็กซึ่งวางอยู่ภายในถังใหญ่เป็นถังที่ทำหน้าที่รับน้ำเสียดิบที่ปล่อยเข้ามาเป็นครั้งแรก โดยท่อน้ำเสียใต้ดินที่ปล่อยเข้ามาเป็นครั้งแรก โดยท่อน้ำเสียซึ่งอยู่ตรงกลาง ถังที่สองซึ่งเป็นถังรอบนอก เนื่องจากมีผนังกันให้แยกส่วนออกจากกัน พวกตะกอนที่ติดมากับน้ำเสียก็จะจมตัวลงสู่ก้นถัง และผ่านออกจากถังขึ้นในโดยช่องทางที่ออกแบบไว้เป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

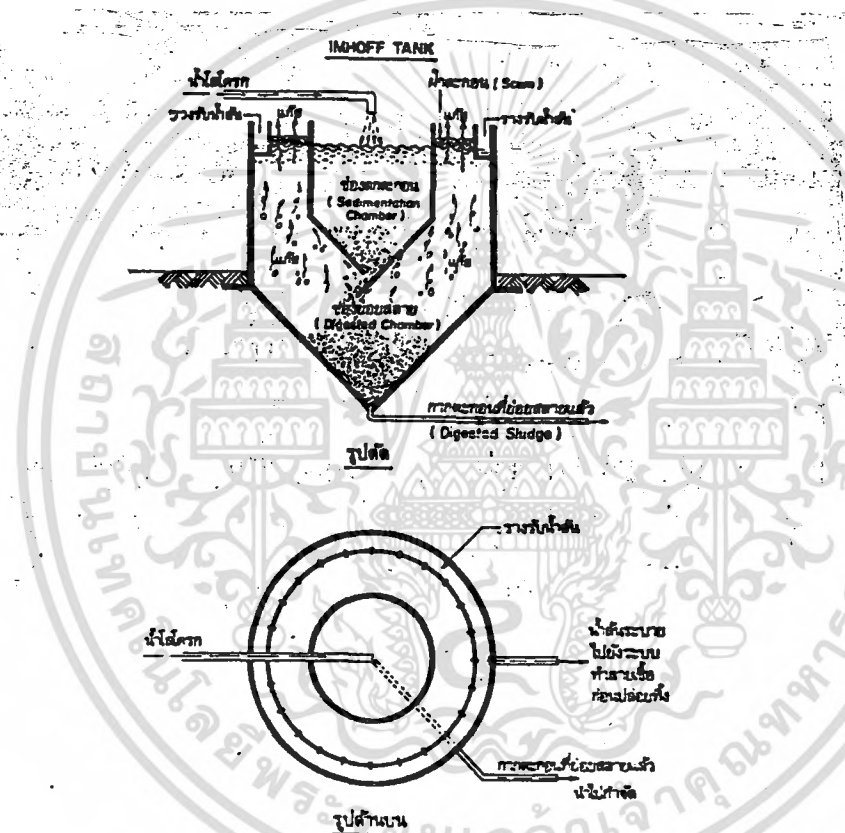
สำหรับให้ตะกอนผ่านลงไปก้นถังใหญ่ได้ โดยไม่ถูกรบกวนจากการปลุกคั้นของฟองแก๊สที่เกิดขึ้น จากปฏิกิริยาของ Anaerobic organisms ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบเพื่อที่จะแก้ไขจุดอ่อน ของถังเกรอะให้หมดไปได้ ปฏิกิริยาย่อยสลายที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในถังใหญ่รอบนอกและเป็น ปฏิกิริยาของ Anaerobic organisms เนื่องจากในน้ำเสียจะขาดออกซิเจนละลายน้ำ การย่อย สลายของจุลินทรีย์จะก่อให้เกิดฟองแก๊สลอยขึ้นสู่ผิวน้ำเป็องบน แต่เนื่องจากได้มีการออกแบบส่วน ก้นของถังเล็กให้เป็นช่องผ่านของตะกอนที่จมตัวลงได้ โดยไม่ถูกรบกวนจากฟองแก๊ส ประกอบ กับลักษณะของส่วนก้นของถังเล็กเป็นรูปกรวย จึงช่วยทำให้ฟองแก๊สกระทบและลอยน้ำสู่ปากถังใหญ่ ได้โดยไม่รบกวนน้ำเสียที่เข้ามาใหม่ในถังเล็ก จึงช่วยทำให้ที่บริเวณระดับผิวน้ำของน้ำเสียในถัง ใหญ่ไม่ค่อยมีฝ้าตะกอน (scum) จับตัวหนาเหมือนที่เกิดขึ้นในถังเกรอะฟองแก๊สที่ลอยขึ้นสู่ปากถังก็ จะลอยขึ้นสู่อากาศเป็องบน และถูกกระแสลมพัดทำให้เจือจางหมดไป โดยไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นเหตุรำคาญในบริเวณข้างเคียง ส่วนที่เป็นน้ำใสก็จะปล่อยให้ค่อย ๆ ไหลล้นผ่านออกทางช่อง ระบายน้ำล้นที่อยู่ในรอบปากถังใหญ่ น้ำล้นที่ไหลออกจะระบายไปสู่ระบบทำลายเชื้อด้วยสารเคมี (Chemical disinfection system) เช่น การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เป็นต้น น้ำล้นที่ผ่านการ ทำลายเชื้อแล้วก็สามารถปล่อยออกเป็นน้ำเสียได้โดยปลอดภัย ส่วนกากตะกอนที่ถูกจุลินทรีย์ ย่อยสลายจนกลายเป็นกากตะกอนที่คงตัวก็จะจมลงสู่ก้นถังและค่อย ๆ สะสมมีปริมาณมากขึ้น ในระบบ ของ Imhoff tank ก็จะมีระบบสูบกากตะกอนออกจากก้นถังได้เป็นครั้งคราว กากตะกอนที่ สูบออก หรือปล่อยออกก็จะนำไปกำจัดที่ลานตากตะกอน (Drying beds) เพื่อให้แห้งและสา มารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินได้เป็นอย่างดี เพราะมี N:P:K ที่ใช้เป็น สารอาหารของพืชอยู่ด้วยจำนวนหนึ่ง

การออกแบบ Imhoff tank อาศัยหลักการเกี่ยวกับ ระยะเวลาของการ เก็บกักน้ำเสีย (hydraulic retention time) ซึ่งไม่ควรจะน้อยกว่า 30 วัน เพราะเป็น ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ นิยมสร้างเป็นถังตั้งอยู่บนพื้นดินเพื่อการระบายน้ำ ล้นได้ด้วย gravity flow ไปสู่ระบบทำลายเชื้อโรคและปล่อยให้น้ำเสียผ่านการฆ่าเชื้อแล้วได้ ระบายออกได้โดยไม่ต้องอาศัยสูบน้ำช่วย และยังสามารถใช้วิธีระบายตะกอน โดยการปล่อยออกได้ ด้วย

การดูแลและการบำรุงรักษา Imhoff tank ที่สำคัญก็คือ การกำจัดตะกอนที่ ย่อยสลายจนสมบูรณ์แล้วออกจากก้นถังเป็นครั้งคราว 1 - 1 1/2 เดือน/ครั้ง โดยระบายออก ไปยังลานตากตะกอน เพื่อการกำจัดในขั้นสุดท้าย หากปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ เกินไป จะทำให้มีกากตะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนสะสมอยู่มากเกินสมควร ก็จะทำให้ปริมาณของถังที่จะต้องใช้ เพื่อรับน้ำเสีย เข้ามาเก็บกัก ให้เกิดปฏิกริยาการย่อยสลายตามที่ออกแบบไว้นั้นเป็นไปไม่ได้ตามอัตราที่ออกแบบไว้ ประสิทธิภาพ ก็จะลดลงไป สิ่งสำคัญที่ต้องหมั่นดูแลอยู่เสมอก็คือระบบการทำลายเชื้อ จะต้องให้สามารถทำงาน ได้อย่างสมบูรณ์จริง ๆ มิฉะนั้นน้ำล้นที่ปล่อยออกไปสู่แหล่งน้ำอาจจะทำให้สิ่งแวดล้อมเสียหายนั่นได้ เช่น วิธีการทำลายเชื้อด้วยคลอรีน (Chlorination) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันค่อนข้างแพร่หลาย มากนั้นถ้าความเข้มข้นของคลอรีนน้อยเกินไปก็จะฆ่าเชื้อได้ไม่สมบูรณ์ แต่ถ้าปริมาณมากเกินไปก็จะมีคลอรีนตกค้างปะปนออกไปกับน้ำเสียจำนวนมาก และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 5 รูปภาคตัดขวางของ Imhoff Tank

3.5 Septic Tank

ถังเกราะ (Septic Tank) สำหรับการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังเกราะนั้น นอกจากจะนิยมใช้เพื่อบำบัดสิ่งขับถ่ายจากร่างกายอย่างแพร่หลายแล้ว ก็ยังจะใช้เพื่อกำจัดน้ำเสีย ร่วมกับสิ่งขับถ่าย จากร่างกายของที่พักอาศัย และอาคารที่ทำการต่าง ๆ เช่น โรงเรียน โรงแรม โรงพยาบาลและสำนักงาน ซึ่งความจุจะต้องอาศัยการคำนวณหาความจุที่เหมาะสม

ใช้เฉพาะเป็นราย ๆ ไป ซึ่ง Wagner & Lanoix ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าน้ำเสียมีอัตราการระหว่าง 1,900 - 5,700 ลิตร (500-1,500 U.S.gal) ต่อวัน ความจุของถังเกรอะควรจะมีอย่างน้อยเท่ากับ 1 1/2 วันของปริมาณน้ำเสียทั้งหมด
- ถ้าน้ำเสียมีอัตราการระหว่าง 5,700-37,8500 ลิตร (1500-10,000 U.S.gal) ต่อวัน ความจุของถังเกรอะควรจะมีอย่างน้อยเท่ากับ 4,260 ลิตร (1,125 U.S.gal) บวกกับ 75% ของปริมาณน้ำเสียที่ไหลต่อวัน หรือ

$$V = 1,125 + 0.75 Q$$

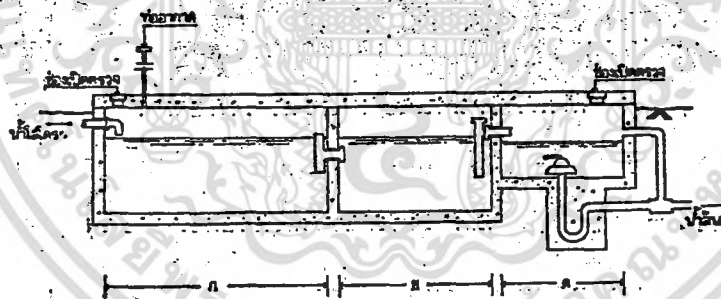
เมื่อ V = ความจุทั้งหมดของถังเกรอะในหน่วยของ U.S. gal.

Q = ปริมาณของน้ำเสียต่อวันในหน่วยของ U.S. gal.

หรือ $V = 4,260 + 0.75 Q$ (เมื่อ V และ Q มีหน่วยเป็นลิตร)

- ถ้าปริมาณของน้ำเสียมีมากกว่า 37,850 ลิตร (10,000 U.S.gal.) ต่อวันควรจะใช้ Imhoff tank แทนการใช้ถังเกรอะ โดยเฉพาะการบำบัดในชั้นปฐมภูมิ

ถังเกรอะแบบหลายช่อง



ก.- ช่องสำหรับย่อยละลาย (Inlet compartment)

ข.- ช่องสำหรับรับน้ำโดยคืนจาก ก. (Outlet compartment)

ค.- ช่องสำหรับควบคุมน้ำดื่ม (Dosing chamber)

รูปที่ 6 แสดงลักษณะของถังเกรอะแบบหลายช่อง

ข้อดีของถังเกรอะที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ สามารถใช้บำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นหรือมีค่า BOD สูง ๆ ได้ดีกว่า ระบบการย่อยสลายตัว Aerobic organisms เช่น Activated Sludge และ Trickling filters โดยเฉพาะถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นหรือค่า BOD สูงกว่า 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้านำเข้าบำบัดด้วยถังเกรอะมีค่า BOD ลดลง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

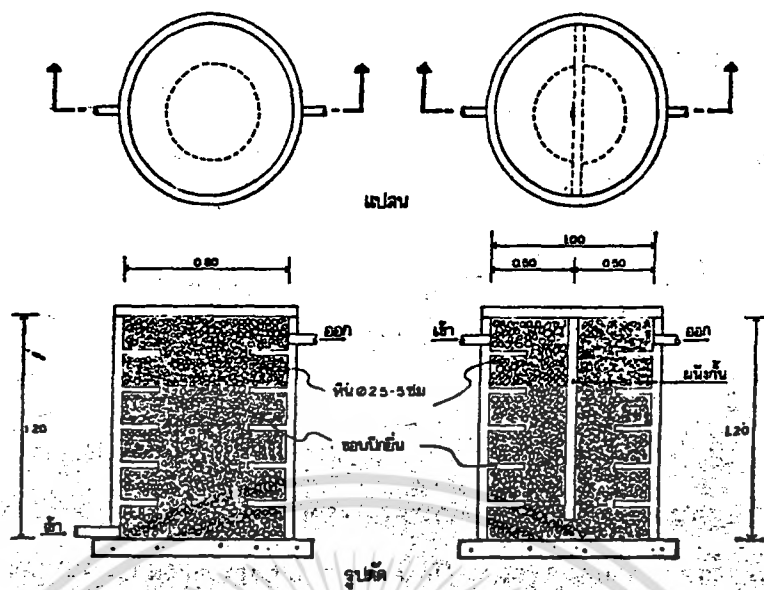
ได้จำนวนมาก โดยอาจจะเหลือ BOD อยู่ในน้ำล้นนอกจากถังเกรอะมีค่า BOD ลดลง ได้จำนวนมาก โดยอาจจะเหลือ BOD อยู่ในน้ำล้นน้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสามารถนำเข้าสู่การบำบัดในขั้นที่ติดต่อกับด้วย Aerobic process ได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น

ถังเกรอะขนาดเล็กอาจจะออกแบบเป็นถัง ซึ่งมีช่องรับของเหลวเป็นถังช่องเดียว (Single-compartment tanks) แต่ได้มีรายงานการศึกษาวิจัยที่ทำในสหรัฐอเมริกา หลายแห่งยืนยันว่า ถังเกรอะที่ออกแบบให้เป็นถังหลายช่อง (Multi-compartment tanks) จะมีประสิทธิภาพดีกว่า โดยพบว่าการกระเพื่อมเปลี่ยนแปลงระดับ (fluctuation) ของ ของเหลวในถังช่องแรกจะมีผลเสียต่อประสิทธิภาพการย่อยสลาย ดังนั้นถังเกรอะขนาดเล็กซึ่งมีผู้ใช้น้อยกว่า 20-25 คน ควรออกแบบให้เป็นถังสองช่อง (Two-compartment tanks) โดยช่องแรกควรมีความจุประมาณ $1/2 - 2/3$ ของความจุทั้งหมดของถัง ทั้งนี้ความจุของเหลวทั้งหมดอย่างน้อยที่สุดควรมีไม่น้อยกว่า 1,900 ลิตร (500 U.S. gal.) แต่สำหรับถังเกรอะขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้เกินกว่า 20-25 คน จึงมักจะนิยมออกแบบให้เป็นถังเกรอะชนิดหลายช่อง

ถังเกรอะหลายช่องที่นิยมออกแบบใช้มากที่สุดคือชนิด 3 ช่อง โดยช่องแรกจะเป็นช่องที่ใหญ่ที่สุด ใช้เป็นช่องสำหรับปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ (Digestion chamber) ส่วนช่องที่สองเป็นช่องเก็บกักน้ำใสที่ล้นออกมาจากช่องแรก (Clear-water) และช่องที่สามเป็นช่องสำหรับควบคุมการไหล (Dosing chamber) ของน้ำใสที่ล้นออกมาจากช่องที่สองเพื่อระบายออกไปสู่การบำบัดที่จัดเตรียมไว้ หรือระบายออกไปยังระบบการทำลายเชื้อ หรือระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

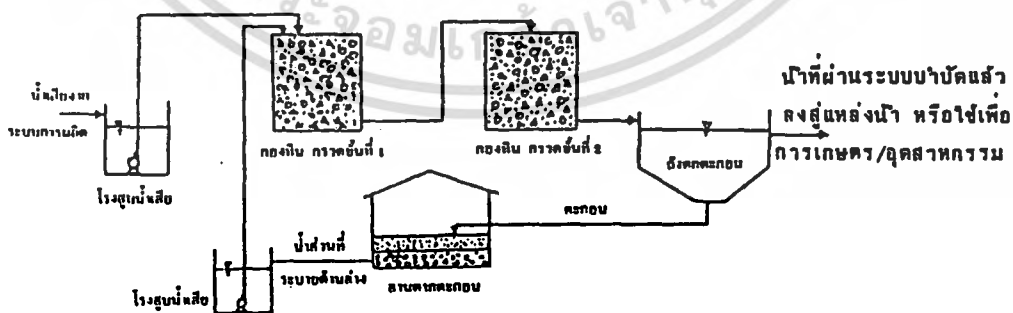
3.6 Anaerobic Filters

ในปัจจุบันมักจะเรียกว่า " ถังกรองไร้อากาศ " เป็นวิธีการที่เข้าร่วมเอาระบบ และ Trickling filters เข้าด้วยกัน คือ ปฏิกิริยาการย่อยสลายเป็นปฏิกิริยา ของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนอิสระ (Anerobic organisms) เหมือนถังเกรอะ ภายในถังบรรจุไว้ด้วยหิน อิฐหัก หรือ วัสดุอย่างอื่น ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5-10.0 เซนติเมตร โดยวางเรียงซ้อนกันจนเต็มถึงเพื่อใช้ผิวของวัสดุดังกล่าว เป็นพื้นที่สำหรับให้จุลินทรีย์เจริญพันธุ์ และทำปฏิกิริยาการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลที่ติดมากับน้ำเสีย ซึ่งเป็นวิธีการแบบเดียวกับ Trickling filters



รูปที่ 7 แปลนและรูปตัดแสดงลักษณะของ Anaerobic Filter

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นปฐมภูมิมาแล้ว จึงจะนำเข้ามาบำบัดในถังกรองไร้อากาศ เพื่อให้เกิดการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาของ Anaerobic organisms ที่อนำน้ำเสีย เข้าสู่ถังกรองไร้อากาศนิคมออกแบบให้น้ำเข้าที่บริเวณส่วนล่างของถังมากกว่าส่วนบน ทั้งนี้เพื่อความประสงค์ที่จะทำให้เกิดการไหลย้อนขึ้น (Up-flow) สู่ปากถัง ถ้าเป็นแบบที่มีท่อน้ำเข้าอยู่บริเวณปากถังก็จะเป็นถังที่มีผนังกัน (Baffle) เพื่อทำให้เกิดการไหลแบบย้อนขึ้น (Up-flow) โดยที่ลักษณะการไหลทั้งสองแบบดังกล่าวนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของถังกรองไร้อากาศได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 8 แสดงลักษณะของระบบ Anaerobic Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบถังกรองใโรอากาศมีสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา ก็คือ

1. อัตราการไหลของน้ำเสีย ควรเป็นอัตราการไหลช้า ๆ ประมาณ 0.05 ถึง 0.1 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร ของหินหรือวัสดุตัวกรอง/วัน
 2. ความหนาของชั้นหินหรือวัสดุตัวกรองประมาณ 1-2 เมตร
 3. ขนาดของหินหรือวัสดุตัวกรองเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-5.0 เซนติเมตร
 4. ความพรุนหรือช่องว่างระหว่างวัสดุตัวกรอง ควรมีประมาณ ร้อยละ 40-50
- ตัวอย่างถังกรองใโรอากาศขนาดเล็กที่ออกแบบเพื่อการศึกษาวิจัยโดยใช้สำหรับครอบครัว ซึ่งมีปรากฏว่ามีประสิทธิภาพดีเป็นที่น่าพอใจ สามารถลด BOD ลงได้ประมาณร้อยละ 70 มีส่วนสำคัญในการออกแบบคือ อัตราการไหลใช้ขนาด $0.046-0.092 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{วัน}$ ความหนาของชั้นหิน 1.2 เมตร หินมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25-35 มิลลิเมตร ความพรุน หรือช่องว่างของหินประมาณร้อยละ 45 ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียของอาคารที่พักอาศัย

4. การบำบัดครั้งสุดท้าย (Final Treatment)

หมายถึง วิธีการบำบัดที่ใช้เพื่อบำบัดคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นทุติยภูมิมาแล้ว ทำให้น้ำเสียแยกออกเป็นสองส่วนสำคัญสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนเป็นของเหลวและส่วนที่เป็นของแข็ง ดังนั้นการบำบัดขั้นสุดท้ายจึงเป็นกรรมวิธีที่จะต้องบำบัดคุณภาพสิ่งที่ยังเหลือค้างอยู่คือของเหลวและของแข็ง โดยแยกการบำบัดและบำบัดให้ถูกต้องเหมาะสมต่อไป มีวิธีการที่สำคัญคือ

- การตกตะกอนขั้นสุดท้าย
- การทำลายเชื้อ
- การบำบัดน้ำเสีย
- การหมักตะกอน
- การกำจัดกากตะกอน

4.1 การตกตะกอนขั้นสุดท้าย (Final sedimentation) เนื่องจากน้ำเสียที่ได้ผ่านการบำบัดคุณภาพจากขั้นทุติยภูมิมาแล้วนั้น จะถูกปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ย่อยสลายพวกสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของสารละลาย และสารแขวนลอยซึ่งยังคงมีปะปนอยู่ในน้ำ ทำให้สารอินทรีย์ดังกล่าวเหล่านี้ เปลี่ยนสภาพเป็นมวลของเซลล์และวัตถุที่ไม่ละลายน้ำและตกตะกอนได้ ดังนั้นเมื่อน้ำน้ำเสียเข้าสู่ถังตกตะกอน ก็จะทำให้สามารถแยกตะกอนจากน้ำเพื่อกำจัดต่อไปได้ ถึง

ตกตะกอนขั้นสุดท้ายที่นิยมใช้ก็คือถังตกตะกอนชนิดผนังกันและถังตกตะกอนเครื่องกลใบพัด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทำลายเชื้อ (Disinfection) น้ำเสีย ซึ่งผ่านการบำบัดจากถังตกตะกอนขั้นสุดท้ายมาแล้ว จะมีลักษณะเป็นน้ำใส เนื่องจากพวกของแข็งได้ถูกแยกออกไปเป็นตะกอนโดยปกติแล้วน้ำที่ล้นออกจากถังตกตะกอนขั้นสุดท้ายจะมีค่า BOD ต่ำมักจะสูงไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตรหรือไม่เกินมาตรฐานน้ำเสียดังนั้นถ้าได้นำไปผ่านการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจจะยังคงมีหลงเหลือปะปนอยู่ในน้ำหมดไปก่อนที่จะปล่อยออก ก็จะช่วยทำให้เป็นที่แน่ใจได้ว่าน้ำเสียจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้ โดยเฉพาะการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่มีอยู่ในน้ำการทำลายเชื้อในน้ำเสียนิยมใช้สารเคมีเป็นสารฆ่าเชื้อ สารเคมีที่นิยมใช้แพร่หลายโดยทั่วไปก็คือคลอรีนโดยเติมคลอรีนลงในน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกให้มีปริมาณคลอรีนตกค้างอยู่ในน้ำเสีย 0.2-0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ไม่ควรให้มีคลอรีนตกค้างเหลืออยู่ในน้ำเสียส่วนใหญ่มักจะอยู่ในรูปของคลอรามินซึ่งมีกลิ่นเหม็น และตกค้างอยู่ได้ในน้ำเป็นระยะเวลายาวนานกว่าคลอรีนอิสระและอาจจะทำอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้

4.3 การบำบัดน้ำเสีย (Disposal of effluent) น้ำเสียที่ไหลล้นออกจากถังตกตะกอนขั้นสุดท้ายจะระบายออกบำบัดเป็นน้ำเสียหลังจาก ได้ผ่านการทำลายเชื้อแล้วนั้น นิยมใช้วิธีการบำบัดโดยการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ แต่ถ้าขาดแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่จะใช้เป็นแหล่งบำบัดน้ำเสียก็นิยมใช้วิธีการบำบัดลงสู่พื้นดิน

4.3.1 การปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสีย ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เพราะมีความสะดวกในการกำจัด และน้ำเสีย ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาตินั้น นอกจากจะเกิดการเจือจางได้แล้ว การฟอกตัวเองของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นนอกจากจะเกิดการเจือจางได้แล้วการฟอกตัวเองของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติจะช่วยทำให้น้ำมีความสะอาด และมีคุณภาพดีขึ้นได้ในภายหลัง ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งน้ำดิบที่เป็นประโยชน์ได้ต่อไป ไม่ก่อเกิดปัญหาด้านมลพิษน้ำของแหล่งน้ำนั้น ๆ

4.3.1.1 การปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจืด เช่น แม่น้ำ ลำธาร คู คลอง ฯลฯ สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ

- สภาพตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ
- การใช้เป็นน้ำดื่ม
- การสงวนสัตว์น้ำ
- ความปลอดภัยทางด้านกิจกรรม ทัศนียภาพ และการชลประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้ในกิจกรรมอุตสาหกรรม
- การใช้เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ
- ปราศจากเหตุรำคาญ
- การใช้เกี่ยวกับกิจการค้าและการเดินเรือ

4.3.1.2 การปล่อยลงสู่ทะเลหรือมหาสมุทร เนื่องจาก น้ำทะเลมีความกว้าง จำเพาะสูงกว่าน้ำจืดพร้อมทั้งยังมีแร่ธาตุสารเคมีละลายอยู่มากกว่าน้ำจืด และที่สำคัญ อีกอย่างหนึ่งคือน้ำทะเลจะมีปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำอยู่ได้น้อยกว่าในน้ำจืดประมาณ ร้อยละ 20 ดังนั้นเมื่อปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้มีการบำบัดคุณภาพลงสู่ทะเลหรือมหาสมุทร โดยมุ่งหวังแต่เพียงอย่างเดียวปริมาณของน้ำทะเล มีมากเกินพอจะช่วยให้เจือจางและหมดอันตรายไปได้ นั่นเป็นการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง เพราะพวกของแข็ง ที่ติดมากับน้ำเสียจะตกตะกอนได้ยากมากกว่าในน้ำจืด สิ่งสกปรกจะถูกพัดพาไปได้ไกล ๆ มีลักษณะเป็นสายน้ำสีขาวขุ่น ๆ คล้ายนํ้านม (milky) ซึ่งมองเห็นได้อย่างชัดเจน อาจจะก่อให้เกิดเป็นชั้นตะกอน (sludge banks) ขึ้นในน้ำทะเลนั้น แล้วพวกฝัาลอยอยู่ตามผิวน้ำก็อาจจะถูกกระแสนลมและกระแสน้ำพัดเข้าสู่ฝั่ง ทำให้เกิดเป็น ความสกปรกที่น้ำรังเกียจ. เหตุรำคาญและเป็นมลพิษต่อชายฝั่งขึ้นได้ ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียซึ่ง ผ่านการบำบัดคุณภาพมาแล้ว ก็จำเป็นต้องปล่อยให้ห่างชายฝั่งมากพอที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้นได้ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำเสียที่บำบัดโดยปล่อยลงสู่ทะเล โดยเฉพาะน้ำเสียที่ได้ผ่านการบำบัด คุณภาพจนได้มาตรฐานแล้ว

4.3.2 การปล่อยลงสู่พื้นดิน ในท้องที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำธาร หรือ คูคลอง ที่จะใช้เพื่อระบายน้ำเสียได้ จำเป็นจะต้องอาศัยการระบายน้ำเสียออกบำบัด โดย วิธีปล่อยลงสู่พื้นดิน ซึ่งนิยมจัดทำเป็น 3 แบบ คือ

4.3.3.1 การปล่อยลงสู่พื้นดิน (Discharge into the ground) โดยการขุดเป็นบ่อน้ำใต้ดิน สำหรับใช้เป็นบ่อที่จะรับน้ำเสียที่จะระบายออกบำบัด เพื่อให้ น้ำเสียได้ซึม ผ่านชั้นดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน การบำบัดด้วยวิธีนี้ จะต้องควบคุมคุณภาพของน้ำเสียให้ได้ มาตรฐานและไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือมลพิษต่อน้ำใต้ดิน นิยมจัดทำในแถบที่แห้งแล้ง และกั้นคาน้ำ เช่น มีรายงานวิธีนี้ทำได้ดีในประเทศอิสราเอล และสหรัฐอเมริกาในบางมลรัฐ

4.3.3.2 การปล่อยให้ซึมใต้ผิวดิน (subsoil irrigation) น้ำเสียจากอาคาร ที่พักอาศัย และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานนม โรงงานน้ำตาล โรงงานผลไม้กระป๋อง จะมีสารเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ละลายปะปนอยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดคุณภาพจนเป็นน้ำเสียที่ได้มาตรฐานแล้วนั้น สามารถที่จะระบายออกให้เกิดการคูดซึมของชั้นของผิวดินได้ นอกจากจะช่วยบำบัดน้ำเสียให้หมดไปได้แล้ว ยังจะช่วยทำให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมทางการเกษตรอีกด้วย วิธีที่นิยมจัดทำก็คือ ระบบท่อน้ำใต้ผิวดิน (Subsoil drainage system.) รางหรือคูระบายน้ำผิวดิน (Surface irrigation system), ระบบน้ำไหลหกด (Dipping system) , และวิธีการพ่น (Spray method) เป็นต้น

4.3.3.3 การเก็บกักไว้ที่ผิวดิน (Surface Impounding) โดยเฉพาะในท้องที่ขาดแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นที่บำบัดน้ำเสีย อาจจะใช้วิธีการเก็บกักน้ำเสียที่ต้องการระบายออกบำบัดไว้ในสระน้ำ (Pond) หรืออ่างเก็บน้ำ (water reservoir) น้ำเสียที่ถูกเก็บกักไว้นั้นก็จะเกิดการฟอกตัวเองตามธรรมชาติ ทำให้มีคุณภาพดีขึ้นจนสามารถใช้เป็นแหล่งน้ำดิบที่ใช้เป็นประโยชน์ต่อไปได้ โดยเฉพาะท้องถื่นที่กันดารน้ำ วิธีนี้จะนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้ดี เพราะช่วยทำให้เกิดเป็นแหล่งน้ำผิวดินไว้ใช้ได้

4.4 การหมักตกตะกอน (sludge digestion) เนื่องจากของแข็งและตะกอนที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย ในชั้นปฐมภูมิ และทุติยภูมินั้น ยังคงมีสารอินทรีย์ที่สลายตัวได้ ประมาณอยู่อีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งไม่ควรนำไปบำบัดโดยการถมที่ลุ่มหรือใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ทันที ควรจะต้องนำไปหมักในถังหมักเพื่อให้เกิดการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาของ Anaerobic bacteria ก่อนที่จะนำไปถมที่ลุ่มหรือใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ การหมักตะกอนในถังหมักด้วยปฏิกิริยาของ Anaerobic bacteria ควรใช้ระยะเวลาเก็บกักนานประมาณ 1-2 เดือน การสลายตัวจึงจะเกิดความสมบูรณ์ และพวกเชื้อโรค ที่อาจจะมติดมากับตะกอน จะถูกทำลายหมดไปด้วยสภาวะไร้อากาศของถังหมัก Anaerobic organisms จะทำปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ จะทำให้เกิดมีแก๊สมีเทน (CH_4) ขึ้นจำนวนหนึ่ง ดังนั้น ก่อนที่จะระบายแก๊สที่เกิดขึ้นภายในถังหมัก ออกสู่บรรยากาศภายนอก จะต้องระบายแก๊สจากถังหมักไปผ่านเตาเผาแก๊ส (gas burner) เพื่อกำจัดแก๊สมีเทนให้หมดไปก่อน เพื่อป้องกันการก่อให้เกิดมลพิษอากาศ ของแข็งและตะกอนที่ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ดีแล้วนั้น (Digested Sludge) จะเป็นกากตะกอนซึ่งเป็นของแข็งที่มีลักษณะคล้ายดินเลน มีสีเทาหรือค่อนข้างดำ มีกลิ่นบ้างเล็กน้อย ถ้าตากแดดให้แห้งจะมีลักษณะเป็นดินร่วนซุย คุดและอมน้ำได้ดี และมีสารประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม (N:P:K) อยู่ด้วยจำนวนหนึ่ง ดังนั้น จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืช และการปรับปรุงบำรุงดินเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การกำจัดกากตะกอน (disposal of Digested sludge) กากตะกอนที่เกิดขึ้นจากถังหมัก ควรกำจัดโดยการระบายออกสู่ลานตาก (drying beds) เป็นครั้งคราว เพื่อให้ความร้อนจากแสงแดดเป็นเครื่องช่วยทำให้แห้ง ลานตากตะกอนนิยมนำใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก มีความหนา 2.5-2.7 เซนติเมตร เพื่อให้น้ำซึมผ่านทรายแยกออกจากกากตะกอนได้ดีขึ้น กากตะกอนที่ติดค้างอยู่บนผิวหน้าของพื้นทรายของลานตาก เมื่อแห้งดี แล้วสามารถเก็บไว้ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืชและการปรับปรุงบำรุงดินได้เป็นอย่างดี และอาจจะกำจัดโดยนำไปใช้ถมที่ลุ่มก็ได้ แต่เนื่องจากที่ดินมีราคาแพง โรงงานบางแห่งมีพื้นที่จำกัด ไม่อาจจะทำลานตากตะกอนได้อย่างพอเพียง จึงมักจะใช้เครื่องอัดตะกอนให้เป็นแผ่น (sludge cake) นอกจากจะช่วยลดปริมาณของตะกอนที่เหลือและอยู่ในลักษณะที่ขนส่งได้สะดวกยิ่งขึ้นแล้ว การบดอัดทำตะกอนให้เป็นแผ่นยังช่วยกำจัดน้ำหรือความชื้นออกจากตะกอนเป็นอย่างดีอีกด้วย จึงช่วยทำให้ตากแห้งได้ในเวลาอันรวดเร็วขึ้น

การฟอกตัวเองของน้ำธรรมชาติ (Natural Self-purification of Water)

เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นกับน้ำในแหล่งน้ำ โดยที่น้ำในแหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพจากเดิม ซึ่งมีสิ่งเจือปนและความสกปรกปะปนอยู่จนมองเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี แต่สภาพของน้ำในแหล่งน้ำนั้นไม่ค่อย ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำมีความใสสะอาดและมีคุณภาพดีขึ้นได้ในภายหลัง เช่น ในตอนที่ฝนตก น้ำฝนจะชะล้างและพัดพาเอาสิ่งต่าง ๆ บนพื้นดินติดมากับน้ำและไหลลงสู่ที่ราบต่ำ ซึ่งในที่สุดก็ไหลลงไปรวมกันในแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำลำธาร นอกจากนั้นแล้วน้ำในแหล่งน้ำยังอาจจะได้รับสิ่งสกปรกที่ซึมซับได้ถ่ายเทหรือระบายลงน้ำโดยตรงอีกทางหนึ่งด้วย เช่น น้ำเสียและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่เกิดจากอาคารที่พักอาศัยที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในชุมชน ทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีปริมาณสิ่งเจือปนและความสกปรกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในบางแห่งก็ทำให้น้ำในแหล่งน้ำนั้นเกิดเป็นมลพิษน้ำ (water pollution) ขึ้นได้ แต่ถ้าไม่มีการเพิ่มเติมความสกปรกลงไปในน้ำจนมากเกินไป ปล่อยให้แหล่งน้ำนั้นได้มีโอกาสและระยะเวลาอันพอเพียง สิ่งปะปนบางส่วนที่ทำให้น้ำขุ่นก็จะตกตะกอนทำให้แคลุกละเอียดดีขึ้น สิ่งสกปรกที่เป็นพวกอินทรีย์วัตถุก็ถูกพวกจุลินทรีย์ในน้ำย่อยสลายแปรสภาพไป ทำให้สามารถปริมาณความสกปรกที่มีอยู่ในน้ำลดลงได้พร้อมทั้งปริมาณของออกซิเจนในอากาศที่ค่อนข้าง ๆ ละลายลงในน้ำ ก็จะมีปริมาณสะสมมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวหรือใกล้จุดอิ่มตัวได้ในที่สุด น้ำในแหล่งน้ำนั้นก็จะกลายเป็นน้ำที่มีความใสสะอาดและมีคุณภาพดีขึ้น เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้คือต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีก ปรากฏการณ์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวนี้เรียกว่า "การฟอกตัวเองของน้ำธรรมชาติ" ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ช่วยอนุรักษ์แหล่งน้ำธรรมชาติได้เป็นอย่างดี

ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำลำธาร การฟอกตัวเองของน้ำธรรมชาติอาจจะแบ่งตามสภาพของแม่น้ำลำธาร ได้เป็นอาณาเขต (Zones) ต่าง ๆ ได้ 4 เขตคือ

1. อาณาเขตที่เกิดการสลายตัว (Zone of decomposition) แหล่งน้ำที่อยู่ในอาณาเขตนี้ เริ่มตั้งแต่บริเวณที่แหล่งน้ำเริ่มได้รับสิ่งปะปนต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุทั้งชนิดที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำ ถ้ากระแสน้ำไม่แรงมาก สารพวกดิน กรวด ทราย ที่ถูกน้ำพัดพามากก็จะตกตะกอนลงสู่ก้นลำธาร พวกสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำก็จะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นสารอาหาร ทำให้เกิดการย่อยสลายและแปรสภาพไป ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งอาจจะมีอยู่มากถึงจุดอิ่มตัวหรือใกล้จุดอิ่มตัวในระยะต้นๆ ของอาณาเขตนั้นก็จะมีค่อย ๆ ลดปริมาณลง เนื่องจากจุลินทรีย์นำไปใช้ในปฏิกิริยา จนอาจจะทำให้ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่เดิม รวมทั้งที่ได้รับการละลายเพิ่มเติมจากอากาศนั้นลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งในระยะท้าย ๆ ของอาณาเขตก็อาจจะไม่มีออกซิเจนละลายน้ำเหลืออยู่ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำจะมีปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด

2. อาณาเขตที่น้ำปราศจากออกซิเจนละลายน้ำ (Septic Zone) เป็นอาณาเขตที่ต่อจากอาณาเขตที่เกิดการสลายตัว ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติบางแห่งได้รับสิ่งสกปรกเจือปน มีปริมาณมาก พวก Aerobic organisms ที่เข้าทำปฏิกิริยาย่อยสลาย ก็จะใช้ออกซิเจนละลายน้ำให้หมดลงอย่างรวดเร็ว การละลายเพิ่มเติมของออกซิเจนจากอากาศจะไม่พอเพียง กับปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ จึงทำให้น้ำในแหล่งน้ำนั้นขาดออกซิเจนพวก Aerobic organisms จึงไม่อาจจะทำปฏิกิริยาได้ต่อไป พวก Anaerobic organismes จึงเข้าทำปฏิกิริยาแทนที่ ซึ่งในแหล่งน้ำบางแห่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากน้ำในบริเวณนั้นมีสีดำ มีฟองแก๊สมีเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน และเป็นอันตราย แหล่งน้ำธรรมชาติแห่งใดที่อยู่ในสภาพดังกล่าวนี้ ก็นับได้ว่าถึงจุดวิกฤติที่จะต้องแก้ไข เพราะนอกจากไม่สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้แล้ว ก็ยังเป็นสภาวะมลพิษของน้ำที่รุนแรงมากที่สุดด้วย สัตว์น้ำเช่น กุ้ง ปลา ซึ่งจะต้องใช้ออกซิเจนหายใจ ก็ไม่อาจอยู่อาศัยได้

3. อาณาเขตที่น้ำคืนสภาพ (Zone of Recovery) หมายถึง บริเวณของแหล่งน้ำที่น้ำเริ่มเปลี่ยนสภาพที่ไม่ดีต่าง ๆ กลับมาเป็นน้ำที่มีสภาพที่ดีขึ้น เป็นอาณาบริเวณที่นับต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากอาณาเขตที่น้ำปราศจากออกซิเจนละลายน้ำ โดยที่เมื่อการละลายตัวของสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำจะลดลงโอกาสที่ออกซิเจนจากอากาศจะละลายลงในน้ำก็จะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้นได้ ดังนั้นอาณาเขตที่น้ำคืนสภาพดังกล่าว จึงเริ่มนับตั้งแต่เริ่มมีปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำเหลืออยู่ กล่าวคือ เริ่มนับตั้งแต่เริ่มพบว่าปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งในตอนท้ายๆ ของอาณาบริเวณของแหล่งน้ำ ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำอาจจะสูงมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวหรือใกล้จุดอิ่มตัวได้

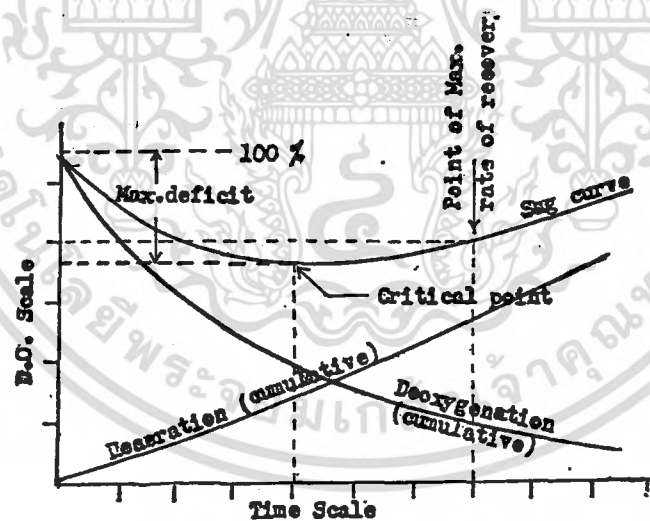
4. อาณาเขตของน้ำใสสะอาด (Clean zone) เป็นอาณาบริเวณของแหล่งน้ำที่อยู่ถัดมาจากอาณาเขตที่น้ำคืนสภาพ ในบริเวณดังกล่าวนี้ น้ำจะมีสภาพใสสะอาดดีมากที่สุด ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำจะมีมากถึงจุดอิ่มตัวหรือใกล้เคียง น้ำในอาณาบริเวณดังกล่าวนี้จะ เป็นน้ำที่มีคุณภาพดีและมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งน้ำดิบธรรมชาติ เช่น แหล่งน้ำดิบเพื่อ กิจการประปา เป็นต้น ซึ่งในอาณาเขตนี้จะพบว่ามีสัตว์น้ำเข้ามาอาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี

โดยปกติแล้วน้ำในแม่น้ำธรรมชาติ จะเกิดสภาพของอาณาเขตใดอาณาเขตหนึ่ง หรือ เกิดเป็นหลาย ๆ อาณาเขตต่อเนื่องกันได้ ซึ่งในบางแห่งก็อาจจะเกิดขึ้นครบ ตั้งแต่อาณาเขตแรกต่อเนื่องกันไปจนถึงอาณาเขตสุดท้าย แต่ในบางแห่งก็อาจจะมีเพียง 2-3 อาณาเขตเท่านั้น โดยเฉพาะอาจจะไม่มีอาณาเขตสุดท้ายคืออาณาเขตของน้ำใสสะอาด ทั้งนี้ ก็อาจจะเนื่องมาจากแม่น้ำลำธารแห่งนั้นได้รับสิ่งสกปรกเพิ่มเติมอีกภายหลังก่อนที่จะพอกตัวเองจนถึงที่สุด ดังนั้นแหล่งน้ำดังกล่าวนี้ก็จะไม่พบว่ามีอาณาเขตของน้ำใสสะอาด แต่มนทางตรงกันข้ามถ้าแม่น้ำลำธารนั้นต้องได้รับแต่สิ่งสกปรกเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น ก็จะต้องเสื่อมสภาพลงไปอีก นอกจากจะไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เท่าที่ควรแล้วก็อาจจะเกิดมลพิษน้ำได้โดยง่ายอีกด้วย ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่แหล่งน้ำต่าง ๆ ควรจะต้องได้รับการป้องกันและดูแลรักษาอย่างจริงจัง เพื่อให้มีสภาพที่ดี และพร้อมที่จะใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ วิธีการป้องกันที่ได้ผลดีมากอย่างหนึ่ง คือ การดำเนินงานด้านการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของชุมชน โดยเฉพาะเรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ เช่น การบำบัดน้ำโสโครก การกำจัดขยะและการกำจัดสิ่งขี้ปัสสาวะจากร่างสมนุษย์ ซึ่งนับว่าเป็นสาเหตุที่สำคัญมาก ที่จะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำในแหล่งน้ำเกิดมลภาวะขึ้นได้

Oxygen-Sag-Curve เป็นเส้นกราฟที่แสดงค่าของปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำของแหล่งน้ำเช่นแม่น้ำลำธารต่าง ๆ โดยเกิดจากการละลายของออกซิเจนจากอากาศตามธรรมชาติ ซึ่งถ้าทำการตรวจวัดปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำ ณ จุดต่าง ๆ ตามความยาวของสายน้ำ จากต้นกระแสน้ำไปยังปลายกระแสน้ำในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ก็จะได้ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำ เป็นกราฟเส้นโค้งรูปทรงกะทงาย (Parabola) ที่เป็นเช่นนั้นก็เนื่องมาจากน้ำปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตกลงมานั้น จะมีปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำอยู่มาก อาจถึงจุดอิ่มตัวหรือใกล้จุดอิ่มตัว เมื่อตกลงสู่พื้นดินและไหลรวมลงสู่แหล่งน้ำ จึงทำให้น้ำในแม่น้ำลำธารในระยะต้น ๆ เป็นน้ำที่มีปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำอยู่สูง ถึงจุดอิ่มตัวหรือใกล้ ๆ จุดอิ่มตัว หลังจากนั้นปฏิกิริยาของ Aerobic organisms จะทำให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่นั้นค่อย ๆ ลดลง ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำจะลดลงมากหรือน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งจะถูก Aerobic organisms ย่อยสลาย ซึ่งจะต้องใช้ออกซิเจนละลายน้ำในปฏิกิริยา แม้ว่า จะได้มีการละลายของออกซิเจนจากอากาศลงมาเพิ่มเติมด้วยก็ตาม ในระยะแรกปฏิกิริยาของ จุลินทรีย์จะทำให้ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอัตราการใช้ออกซิเจนมีมากกว่าอัตราการละลายของออกซิเจนจากอากาศ เมื่อปริมาณของความสกปรกลดลง ก็จะทำให้ปริมาณการใช้ออกซิเจนละลายน้ำลดลงด้วย เมื่ออัตราการละลายของออกซิเจนจากอากาศเริ่มมีมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนในปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นเริ่มมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อย ๆ สะสมเพิ่มมากขึ้นได้ และถ้าไม่มีความสกปรกใด ๆ ลงมาเพิ่มเติมอีกในภายหลัง แหล่งน้ำนั้นก็จะมีปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นใกล้จุดอิ่มตัวได้ในที่สุด



รูปที่ 9 แสดงลักษณะของ Oxygen-Sag-Curve

จาก Oxygen-Sag-Curve ดังกล่าวนี จะช่วยให้ได้ทราบค่าที่มีความสำคัญต่อปรากฏการณ์ของแหล่งน้ำ คือ ค่าสูงสุดของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำนั้นจะมีความสามารถรับการละลายของออกซิเจนจากอากาศได้ (Maximum deficit), จุดวิกฤติ (Critical point) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

point) ของแหล่งน้ำ หรือจุดที่แสดงค่าต่ำที่สุด ของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้น และจุดที่แสดงค่าของอัตราการละลายของออกซิเจนจากอากาศ เริ่มมีมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนละลายน้ำให้หมดสิ้นไป โดยปฏิภานของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นจุดที่แสดงการกลับฟื้นคืนตัว (Point of recovery) ของแหล่งน้ำนั้น การสำรวจหา Oxygen-Sag-Curve ของแหล่งน้ำ จะช่วยในการป้องกันและควบคุมภาวะมลพิษน้ำได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ ในการที่จะสำรวจแหล่งน้ำเพื่อให้ทราบถึงสภาวะการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำนั้น ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง ก็คือการสำรวจหาอาณาเขตของน้ำใสสะอาด เพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งน้ำดิบของการประปา ได้อีกด้วย

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

1. สภาพการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ถูกจำแนกออกตามความสามารถในการใช้แกสออกซิเจน ดังนี้

- 1.1 จุลินทรีย์ที่สามารถอยู่ได้เฉพาะที่มีแกสออกซิเจน (aerobic organism)
- 1.2 จุลินทรีย์ที่สามารถอยู่ได้เฉพาะที่ที่ไม่มีแกสออกซิเจน (anaerobic organism)
- 1.3 จุลินทรีย์ที่สามารถอยู่ได้ทั้งในที่ที่มีและไม่มีแกสออกซิเจน (facultative

organism)

2. จุลินทรีย์ที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสีย

จุลินทรีย์นี้มีมากมายในกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา ได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย โปรโตซัว โรติเฟอร์ คริสตาเซียน และ ไวรัส

2.1 แบคทีเรีย (bacteria)

แบคทีเรียจัดอยู่ในอาณาจักรโปรติสตา ประกอบด้วยเซลล์ เดี่ยวแหล่งอาหารคือสารอินทรีย์ที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำ พบได้ทั่วไปในที่ที่มีความชื้นและอาหารพอเหมาะ แบคทีเรียส่วนมากขยายพันธุ์ได้ด้วยการแบ่งตัว รูปร่างทั่ว ๆ ไปมักมีลักษณะกลม ท่อน และเกลียว สูตรทางเคมีซึ่งได้จากการศึกษาคือ $C_5H_7O_2N$ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้แก่ อุณหภูมิ และ pH ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในระหว่าง 12-65 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียส่วน pH ที่เหมาะสมประมาณ 6.5-7.5 แต่อาจทนอยู่ได้ระหว่าง 4.2-9.5

2.2 รา (fungi)

ราเป็นโปรติสชนิดหลายเซลล์ ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน ราส่วนมากเป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน เจริญเติบโตได้ดีใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีความชื้นต่ำและสามารถทนอยู่ในสภาพที่ pH ค่อนข้างต่ำ pH ที่เหมาะสมได้แก่ 5.6 แต่อาจจะทนอยู่ได้ pH ระหว่าง 2 ถึง 9

2.3 สาหร่าย (algae) สาหร่ายเป็นโปรติสต์มีทั้งชนิดที่มีเซลล์เดียวและหลายเซลล์ ใช้แกสคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน สังเคราะห์แสงได้ ผลของการสังเคราะห์แสงคือให้ออกซิเจนในเวลากลางวัน ส่วนกลางคืนจะใช้ ออกซิเจนในกระบวนการหายใจ แต่กระบวนการผลิตออกซิเจนมากกว่ากระบวนการใช้ออกซิเจน สาหร่ายมีบทบาทในกระบวนการบำบัดน้ำเสียชนิดที่เรียกว่า บ่อผันสภาพ (Oxidation pond) มาก เพราะสามารถใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ ในการสร้างเซลล์ใหม่นอกจากนี้ สาหร่ายชนิดอื่นที่บางตัว เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ก็มีความสำคัญในการเจริญเติบโตของสาหร่าย

2.4 โปรโตซัว (protozoa) โปรโตซัวเป็นโปรติสต์ที่เคลื่อนที่ได้ และมีเซลล์เดียว ส่วนมากเป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน และใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน โปรโตซัวมีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรียมาก ได้รับสารอินทรีย์ขนาดเล็ก และแบคทีเรียเป็นอาหาร

ข้อพิจารณาในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมและประหยัด

1. ปัจจัยเพื่อการพิจารณาเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

ก่อนอื่นควรทำความเข้าใจร่วมกันก่อนว่าระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้น ไม่มีระบบใดที่ดีที่สุดและสามารถบำบัดน้ำเสียทุกประเภททุกกิจการ ให้ได้คุณภาพน้ำเสียตามมาตรฐานของหน่วยราชการที่ควบคุม หากแต่ว่าระบบบำบัดน้ำเสียทุกระบบจะมีจุดเด่นและเงื่อนไขจำกัดเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน ฉะนั้นจึงขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ ของวิศวกรผู้ออกแบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมที่สุด (ทั้งด้านการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ) ซึ่งอาจจะใช้ขั้นตอน หรือกระบวนการในการบำบัดน้ำเสียหลายกระบวนการมาประกอบกัน เป็นระบบบำบัดสำหรับโครงการนั้น ๆ

1.1 คุณสมบัติของน้ำเสีย

ปัจจัยนี้มีความสำคัญมากในการกำหนดแนวทางและขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสีย ชนิดและปริมาณของสารปนเปื้อนในน้ำเสียจะเป็นตัวกำหนดแนวทางหลักของการบำบัดน้ำเสีย เช่น จะเลือกใช้กระบวนการบำบัดทางฟิสิกส์ ทางเคมี หรือทางชีววิทยา เป็นต้น และยังเป็นกำหนดขั้นตอนในรายละเอียดของระบบด้วย เช่น ขั้นตอนของการลดอุณหภูมิ การปรับสภาพความเป็นกรดต่าง การเติมอากาศ การตกตะกอน เป็นต้น ทั้งนี้ผู้ประกอบการ หรือวิศวกรผู้ออกแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบำบัดน้ำเสีย ควรที่จะต้องเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อส่งเข้าวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้ และหากสามารถทำแบบจำลองเพื่อหาแนวทาง ในการบำบัดน้ำเสีย ในห้องปฏิบัติการได้ด้วยก็จะเป็นการดียิ่งขึ้นแต่ถ้าหากโครงการนั้น ๆ เป็นโครงการใหม่ที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำเสียไปทำการวิเคราะห์ก่อนได้ ก็ต้องหาข้อมูลทางอ้อมจากอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน หรือ จากบริษัทที่ซื้อเทคโนโลยีการผลิตมา หรือจากเอกสารของต่างประเทศ

1.2 กระบวนการผลิตและแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

การที่วิศวกรผู้ออกแบบได้ เข้าใจถึงกระบวนการ ของการผลิตสินค้า และแหล่งที่มาของน้ำเสียจะมีผลดังนี้

1.2.1 อาจลดขนาดของระบบน้ำเสียลงได้ เนื่องจากการลดปริมาณน้ำเสียลง เช่น น้ำเสียประเภทหล่อเย็น ซึ่งมีปริมาณมากแต่ระดับของการปนเปื้อนต่ำ

1.2.2 ระบายเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จะทำให้ระบบมีขนาดใหญ่โดยไม่จำเป็น เป็นต้น การกำหนดขั้นตอนการบำบัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยทั่วไปในขั้นตอนของการผลิตแต่ละขั้นตอนนั้น จะก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน การแยกประเภทของน้ำเสียเพื่อป้องกันเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนต่างกัน อาจมีผลทำให้สามารถลดขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย ในบางขั้นตอนได้ หรือ ลดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดโดยรวมได้

1.3 คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

ในบางพื้นที่ที่ยังไม่มีน้ำประปา ประชาชนต้องอาศัยแหล่งน้ำสาธารณะ ในการอุปโภคบริโภคกฎหมายอาจควบคุมคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสีย ว่าจะต้องมีคุณภาพเป็นพิเศษ เช่น น้ำเสียต้องใสสะอาด ไม่มีสี ค่าปริมาณอินทรีย์ในน้ำ (BOD) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร เป็นต้น

1.4 ปริมาณน้ำเสีย

น้ำเสียชนิดเดียวกันหากมีปริมาณไม่เท่ากัน ความแตกต่างของค่าก่อสร้าง จะไม่แปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณ เช่น ค่าก่อสร้างของโรงงานอาหารกระป๋องแห่งหนึ่ง ที่มีปริมาณน้ำเสีย 600 และ 1000 ลบ.ม./วัน จะแตกต่างกันเพียงประมาณร้อยละ 20 เท่านั้น เป็นต้น ฉะนั้นการที่ผู้ประกอบการสามารถ ให้ข้อมูลการใช้ น้ำหรือปริมาณน้ำเสียที่ใกล้เคียงกับความจริง หรือได้คำนึงถึงการขยายตัวในอนาคตอันใกล้แก่วิศวกรผู้ออกแบบ จะทำให้สามารถประหยัดเงินลงทุนได้มากกว่าที่จะมีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อเดินระบบไปได้ไม่นานแล้วพบว่าปริมาณน้ำเสียมากกว่าที่คาดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 พื้นที่ที่กินไว้สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

โดยทั่วไปถ้าไม่คิดมูลค่าของที่ดินสำหรับการสร้าง ระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว ระบบที่มีการใช้พื้นที่มากมักจะใช้งบลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบน้อย ฉะนั้นในการจัดสรรพื้นที่สำหรับสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย จึงสมควรนำเอาปัจจัยนี้มาประกอบการพิจารณา ตัวอย่าง เช่น ระบบบ่อผันสภาพจะใช้งบลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ การเลือกใช้ระบบตะกอนเร่ง เป็นต้น แต่ทั้งนี้ยังต้องพิจารณาถึงคุณภาพของน้ำเสียที่จะปล่อยทิ้งได้ และราคาที่ดินในบริเวณที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วย

1.6 การเลือกใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์

เมื่อเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่จะใช้ได้แล้ว การเลือกใช้ชนิดและประเภทของเครื่องจักร อุปกรณ์ จะมีผลให้งบลงทุนและค่าใช้จ่ายโดยเฉพาะด้านพลังงานแตกต่างกันได้มาก นอกจากนี้ยังมีผลต่อความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียด้วย เช่นในขั้นตอนของการเติมอากาศ ควรจะเลือกแบบที่มีประสิทธิภาพทั้งในการให้ออกซิเจนและการกวน หากมีความจำเป็นด้านอื่นเช่นบ่อลึกมากหรือใหญ่มาก ก็ต้องมีการคำนวณเปรียบเทียบทั้งข้อดีและข้อเสีย การเลือกขนาดและจำนวนของเครื่องเติมอากาศ ก็มีผลต่อความสามารถในการรับสภาพการเปลี่ยนแปลงน้ำเสีย ในช่วงระยะเวลาที่มีน้ำมากหรือน้อยหรือความแปรปรวนของความสกปรกของน้ำเสีย นอกจากนี้การเลือกขนาดและจำนวนของเครื่องเติมอากาศ ประกอบกับการควบคุมการทำงานที่เหมาะสม จะทำให้ประหยัดพลังงานในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียได้มากด้วย

1.7 การออกแบบ

การออกแบบนับตั้งแต่การจัดวางตำแหน่งของบ่อต่าง ๆ รูปร่างลักษณะของบ่อ การวางตำแหน่งท่อ ระบบการควบคุม เหล่านี้มีผลต่อการลงทุนและความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปมูลค่าของการก่อสร้างบำบัดน้ำเสียในงานแต่ละด้าน พอจะแยกได้ดังนี้

งานโยธา	ประมาณร้อยละ	40-60	ของมูลค่าการลงทุน
งานเครื่องจักร	ประมาณร้อยละ	30-40	ของมูลค่าการลงทุน
งานท่อและอุปกรณ์ท่อ	ประมาณร้อยละ	10-15	ของมูลค่าการลงทุน
งานไฟฟ้า	ประมาณร้อยละ	5	ของมูลค่าการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าการออกแบบโครงสร้าง ที่ตั้ง ขนาด และรูปร่างของบ่อฐานรากของบ่อจะมีผลต่อการลดมูลค่าการลงทุนได้มาก รองลงมาคือการเลือกเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เหมาะสม ส่วนการออกแบบระบบการควบคุมที่ดีจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มากด้วย ฉะนั้นผู้ประกอบการจึงไม่ควรที่จะคำนึงถึงแต่การลดค่าใช้จ่ายในการออกแบบมากเกินไป จนมองข้ามประโยชน์ที่จะได้รับดังกล่าวข้างต้น

1.8 ระดับความสามารถของบุคคล

ปัจจัยนี้จะสัมพันธ์กับสถานที่ตั้งของกิจการ และขนาดของกิจการที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น ถ้าเป็นโรงงานขนาดกลางหรือขนาดเล็กและตั้งอยู่ต่างจังหวัด ควรเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ซับซ้อน ควบคุมดูแลระบบง่าย เช่น ระบบบ่อผันสภาพ ระบบบ่อกรองไร้อากาศหรือระบบ Aerated Lagoon เป็นต้น ระบบเหล่านี้ไม่ต้องการผู้ดูแล ระบบที่มีความรู้ความชำนาญมากนัก การซ่อมบำรุงเครื่องจักรก็น้อยและง่าย แต่ถ้าเป็นกิจการขนาดใหญ่ บุคลากรมีระดับความสามารถสูงและมีจำนวนเพียงพอ การเลือกใช้ระบบที่ซับซ้อนขึ้นก็เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ดังกล่าวข้างต้นประกอบด้วย

2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

2.1 ประหยัดเงินทุนในการก่อสร้าง

2.2 ลดค่าใช้จ่ายและสะดวกในการควบคุมดูแล

2.3 คุณภาพน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียได้มาตรฐานที่กำหนด ทำให้ไม่ต้องประสบปัญหาการถูกล้างระงับการประกอบการจากหน่วยราชการที่ควบคุมดูแล

2.4 เป็นวิธีการควบคุมประสิทธิภาพการผลิตวิธีการหนึ่งเมื่อระบบบำบัดน้ำเสียทำงานอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ เพราะหากมีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อนมากับน้ำเสียระบบบำบัดน้ำเสียจะแสดงอาการให้เห็นได้ ทำให้ต้องมีการตรวจสอบความผิดปกติ

2.5 เป็นการสร้างภาพพจน์ที่ดีของกิจการทั้งในระดับกว้างและในระดับท้องถิ่นที่กิจการ

นั้นตั้งอยู่

ผักตบชวาและประโยชน์ในการนำมาใช้บำบัดน้ำเสีย

ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่พบเห็นได้โดยทั่วไปตามแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง บึง หนอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งพื้นที่ค้ำ น้ำท่วมขังตลอดปี สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันมีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของผักตบชวาและเริ่มมีการทดลองใช้บ้าง ต่อไป จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผักตบชวา ในการนำไปใช้เฉพาะการบำบัดน้ำเสีย เป็นประการสำคัญ

คุณสมบัติของผักตบชวา

ผักตบชวามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Eichhornia crassipes (Mart.) Solms อยู่ในตระกูล Pontederiaceae เป็นพืชหลายฤดูที่มีอายุยืน (perennial) อยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล น้ำลึก และน้ำตื้น ผักตบชวาจะลอยล่องอยู่อย่างอิสระโดยมีทุ่นลอย (floating structure) ซึ่งประกอบด้วยหัวรากลอย (floating rhizomes) การเจริญของเนื้อเยื่อที่เป็นฐานใบพองออกเป็นกระเปาะ ภายในมีลักษณะพรมเบาคล้ายฟองน้ำ ส่วนลำต้น (stolon) มีสีเขียว สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร การกินอาหารของผักตบชวา ใช้วิธีดูดซับทางราก ซึ่งเป็นลักษณะเป็นเส้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง และอาจมีความยาวถึง 100 เซนติเมตร จำนวนเส้นรากจะมีมาก อยู่เป็นกระจุกแน่น จนทำให้น้ำหนักรากมีมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักทั้งหมดของผักตบชวาทั้งหมด ผักตบชวาประกอบด้วยลำต้น และใบ จำนวนไม่มากนัก ระบบรากมีความแข็งแรงและมีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ เหตุนี้ทำให้ผักตบชวาเจริญในที่ต่าง ๆ ได้ดี ทนต่อทุกสภาพน้ำ ภูมิอากาศและสามารถมีชีวิตอยู่รอด แพร่พันธุ์ง่ายจนเกิดปัญหาที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน

ปัญหาที่เกิดจากผักตบชวา

แหล่งกำเนิดเดิมที่ในอเมริกาใต้แถบประเทศบราซิล สภาพแวดล้อมควบคุมได้ ไม่เกิดปัญหาแต่อย่างใด เมื่อมีผู้นำมาแพร่พันธุ์ในไทยก็เจริญอย่างรวดเร็ว เกิดผลเสีย คือ กระแสน้ำไหลช้าลง ระบบขนส่งทางการเกษตรมีประสิทธิภาพลดลง การคายน้ำของผักตบชวามากขึ้นประมาณ 70 ล้านลูกบาศก์เมตร ต่อปี เทียบได้เท่ากับน้ำเพื่อไปใช้ในเกษตรกรรมถึง 2 แสนไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำบัดน้ำเสียโดยผักตบชวา

การบำบัดน้ำเสียด้วยผักตบชวา อาศัยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. ทำหน้าที่กรอง

โดยกักผักตบชวาไว้ในบ่อน้ำชั้นสุดท้าย เพื่อทำหน้าที่กรองโดยเฉพาะ ทำให้น้ำที่ปล่อยออกไปไม่มีฝ้าน้ำมัน

ข. ดูดซับสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

ไนโตรเจนในน้ำเสียในรูป Organic Nitrogen , Ammonia Nitrogen และ Nitrate Nitrogen ผักตบชวาสามารถดูดซับไนโตรเจนได้ ร้อยละ 95 , 80 และ 77 ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสบำบัดโดยใช้ผักตบชวา ประสิทธิภาพน้อยกว่า ไนโตรเจน พบว่าผักตบชวาดูดฟอสฟอรัสได้เพียง 0.3 กรัม/วัน

ค. ดูดซับสารอื่น

ผักตบชวาดูดซับสารอื่น ๆ ได้ดังนี้

คาร์บอน 20 กรัม/ตารางเมตร/วัน

โปแตสเซียม 2 กรัม/ตารางเมตร/วัน

แคลเซียม 1 กรัม/ตารางเมตร/วัน

แมกนีเซียม 0.2 กรัม/ตารางเมตร/วัน

โซเดียม 2 กรัม/ตารางเมตร/วัน

ง. ดูดซับโลหะหนัก

ผักตบชวาสามารถกำจัดโลหะหนักต่าง ๆ ได้ดังนี้

โลหะหนักและสารเคมี	ปริมาณสารที่ลดลง (กิโลกรัม/เฮกตาร์-วัน)
แคลเซียม	0.397
ตะกั่ว	0.104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะหนักและสารเคมี	ปริมาณสารที่ลดลง (กิโลกรัม/เฮคแตร์-วัน)
แคดเมียม	0.397
ปรอท	0.090
นิกเกิล	0.230
เงิน	0.385
โคบอลต์	0.339
สตรอนเชียม	0.321
ฟีนอล	53.30

ตารางแสดงปริมาณโลหะหนักที่ผักตบชวาสามารถดูดซับได้

วิธีใช้ผักตบชวาในระบบบำบัดน้ำเสีย

1. ผักตบชวาแบบง่าย

บำบัดโดยผักตบชวา โดยปล่อยน้ำเสียไหลผ่านเข้าไปในบ่อผักตบชวา ลักษณะต้นและแคบแต่ความยาวเพียงพอจะให้สารแขวนลอยตกตะกอน ในขณะที่ผักตบชวาสามารถดูดซับมลสารต่าง ๆ ในน้ำได้

2. ระบบหลายชั้น

ประกอบด้วยการบำบัดน้ำเสีย 3 ชั้นตอน

ชั้นแรก ปล่อยน้ำเสียสู่บ่อบำบัดที่ 1 ลิกพอสสมควรให้สารแขวนลอยจมสู่เบื้องล่าง น้ำเสียจะถูกขังไว้ในบ่อแรกนี้เป็นเวลา 3-4 วัน น้ำส่วนใต้ออนบนไหลผ่านลงบ่อบำบัดที่ 2 หรือ 3 บ่อบำบัดนี้จะมีลักษณะต้นและกว้างประกอบด้วยผักตบชวาที่เจริญเกือบเต็มผิวน้ำ มลสารที่ละลายในน้ำเสียจะลดปริมาณลงด้วยการดูดซับของผักตบชวา และในที่สุดน้ำเสียจะผ่านเข้าสู่การบำบัดขั้นสุดท้ายในบ่อที่ 4 โดยวิธี nutrient film technique หากเติมอากาศด้วย จะทำให้การลดมลสารฟอสฟอรัส จะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก แคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว

การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียที่ออกจากโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายวิธี เช่น CHEMICAL PRECIPITATION, ION EXCHANGE และ Solvent Extraction เป็นต้น แต่สิ้นเปลือง การลงทุนมาก จากการวิจัยพบว่าพืชน้ำ (Vascular aquatic plant) มีความสามารถในการสะสมโลหะหนัก และสารอินทรีย์ที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำได้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะผักตบชวา เป็นพืชที่ลอยน้ำชนิดหนึ่งที่มีอัตราการดูดซับโลหะหนักได้ค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นจึงควรมีการทดลองหาประสิทธิภาพของผักตบชวาเพื่อใช้กำจัดโลหะหนักต่อไป

ผลเสียของสารเคมีและสารโลหะหนักที่มีต่อสุขภาพและร่างกาย

ตัวอย่างที่เห็นค่อนข้างเด่นชัด ยกตัวอย่างเช่น

Cd (แคดเมียม)

เป็นผลต่อระบบหายใจ กระตุ้นให้เกิดสารก่อมะเร็งได้ สามารถละลายได้ดี และมีความเป็นพิษสูงมาก เกือบกับระบบตับ ไต ตับอ่อน และต่อมไทรอยด์

Pb (ตะกั่ว)

เป็นผลต่อระบบหายใจ และระบบย่อยอาหาร สมอง และไต

Hg (ปรอท)

เป็นพิษต่อผิวหนังสูงมาก การดูดซึมได้ง่ายเข้าสู่ระบบหายใจ เนื่องจากไอปรอทของมันเป็น ผลระยะยาวต่อระบบประสาท และไต

Ag (เงิน)

มีผลต่อการเปลี่ยนสีของผิวหนังให้เขียวคล้ำ เป็นผลต่อระบบประสาท

C_6H_6 (เบนซีน)

ก่อให้เกิดมะเร็ง จุดติดไฟได้ง่าย

$C_8H_8C_2H_2$ (โทลูอีน)

จะติดไฟได้ง่าย ผลต่อระบบย่อยอาหาร การหายใจ และดูดซึมสู่ผิวหนัง

C_6H_5Cl (คลอโรเบนซีน)

จุดติดไฟได้ง่าย ผลต่อระบบหายใจ และซึมเข้าสู่ผิวหนัง

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสภาพพื้นที่ของ คณะวิทยาศาสตร์

การดำเนินการวิจัย ทำโดยการเก็บรวบรวมข้อมูล จากฝ่ายอาคารสถานที่ คณะวิทยาศาสตร์และทำการเก็บข้อมูลในพื้นที่จริง จะทำให้ทราบถึงสภาพพื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์ และแหล่งที่มาของน้ำเสีย ขั้นตอนการทํามีดังนี้

1.1 เตรียมแปลนพิมพ์เขียวที่แสดงพื้นที่ของกลุ่มอาคารเก่า ที่ประกอบด้วย อาคาร 1 (อาคาร 5 ชั้น) อาคาร 2 (ห้องบรรยายรวม) อาคาร 3 (ภาควิชาสถิติประยุกต์และภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์) โรงอาหาร อาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์ และอาคารฝึกงานและซ่อมสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1.2 นำมาคำนวณหาพื้นที่อาคารทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์เป็นหน่วยตารางเมตร

1.3 สํารวจสภาพพื้นที่จริงของกลุ่มอาคาร เพื่อหาผลสรุปของระดับพื้นที่รอบตัวอาคาร สภาพแวดล้อม และการทํามัธยงของน้ำเสีย

2. การศึกษาหาปริมาณผู้ใช้น้ำ ชนิดและปริมาณของน้ำใช้ ภายในคณะวิทยาศาสตร์

การดำเนินการวิจัย ทำโดยการเก็บข้อมูลจากฝ่ายอาคารสถานที่ของคณะวิทยาศาสตร์ กองอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี และการสอบถามจากผู้ใช้น้ำโดยตรง ผลจากการศึกษานี้ สามารถอ้างอิงไปสู่ชนิดและปริมาณน้ำเสียได้ ขั้นตอนการทํามีดังนี้

2.1 เก็บข้อมูลของจำนวน อาจารย์ ข้าราชการ และ นักศึกษา ตั้งแต่ ปีการศึกษา 2525-2535

2.2 ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มจำนวนของผู้ใช้น้ำแต่ละประเภท

2.3 แยกประเภทของน้ำที่ใช้ในคณะวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งประเภทออกเป็น น้ำดื่ม น้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดและ น้ำกลั่น

2.4 เก็บข้อมูลปริมาณของน้ำใช้จากใบเสร็จรับเงินค่าน้ำประปา ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2534 จนถึง พ.ศ. 2535

2.5 เก็บข้อมูลการสั่งซื้อน้ำกลั่นเพื่อหาปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้ในแต่ละวัน ข้อมูลนี้จะช่วยให้ทราบข้อมูลปริมาณน้ำทิ้งที่มาจากน้ำกลั่น

3. การศึกษาหาชนิดของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์และ ภาควิชาเคมี

ขั้นตอนการวิจัย

3.1 เก็บข้อมูลชนิดของสารเคมีจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีอุตสาหกรรมและ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

3.2 ทำการจัดประเภทสารเคมีออกเป็นกลุ่ม ได้แก่ สารไวไฟ สารระเบิดได้ และ สารเป็นพิษ

4. การศึกษาหาชนิดและปริมาณของน้ำเสียจากคณะวิทยาศาสตร์

การดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนการทำดังนี้

4.1 สำรวจสภาพพื้นที่รอบตัวอาคารคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดของน้ำเสียในแต่ละอาคาร คือ

- อาคาร 1
- อาคาร 2
- อาคาร 3
- อาคารโรงอาหาร
- อาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์
- อาคารฝึกงานซ่อมสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์

4.2 ตรวจสอบปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละอาคารและนำมาแยกประเภทน้ำเสียออกเป็น 4 ประเภท คือ

- น้ำทิ้งที่มีสารเคมีเจือปน
- น้ำทิ้งจากโรงอาหาร
- น้ำทิ้งจากห้องน้ำ-ห้องส้วม
- น้ำฝนที่ไม่ได้กักเก็บไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำเสียประเภทต่างๆ ในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยการประมาณจากอัตราการไหลของน้ำเสียและการประมาณค่าจากปริมาณน้ำที่มีการใช้ โดยการคิดเทียบตามแผนประจักษ์ระบบน้ำเสียกรุงเทพ ฯ ซึ่งกำหนดให้ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 85 ของปริมาณน้ำที่ใช้ไป

5. การศึกษาและตรวจสอบคุณภาพน้ำเสีย

การดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนการทำงานวิจัยดังนี้

5.1 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบริเวณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- บ่อรองรับน้ำเสียที่มีสารเคมีเจือปน
- โรงอาหาร
- ท่อน้ำทิ้งที่เชื่อมต่อกับบ่อน้ำด้านข้างโรงอาหาร
- บริเวณรอบอาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์
- บ่อเกรอะ บ่อซึม

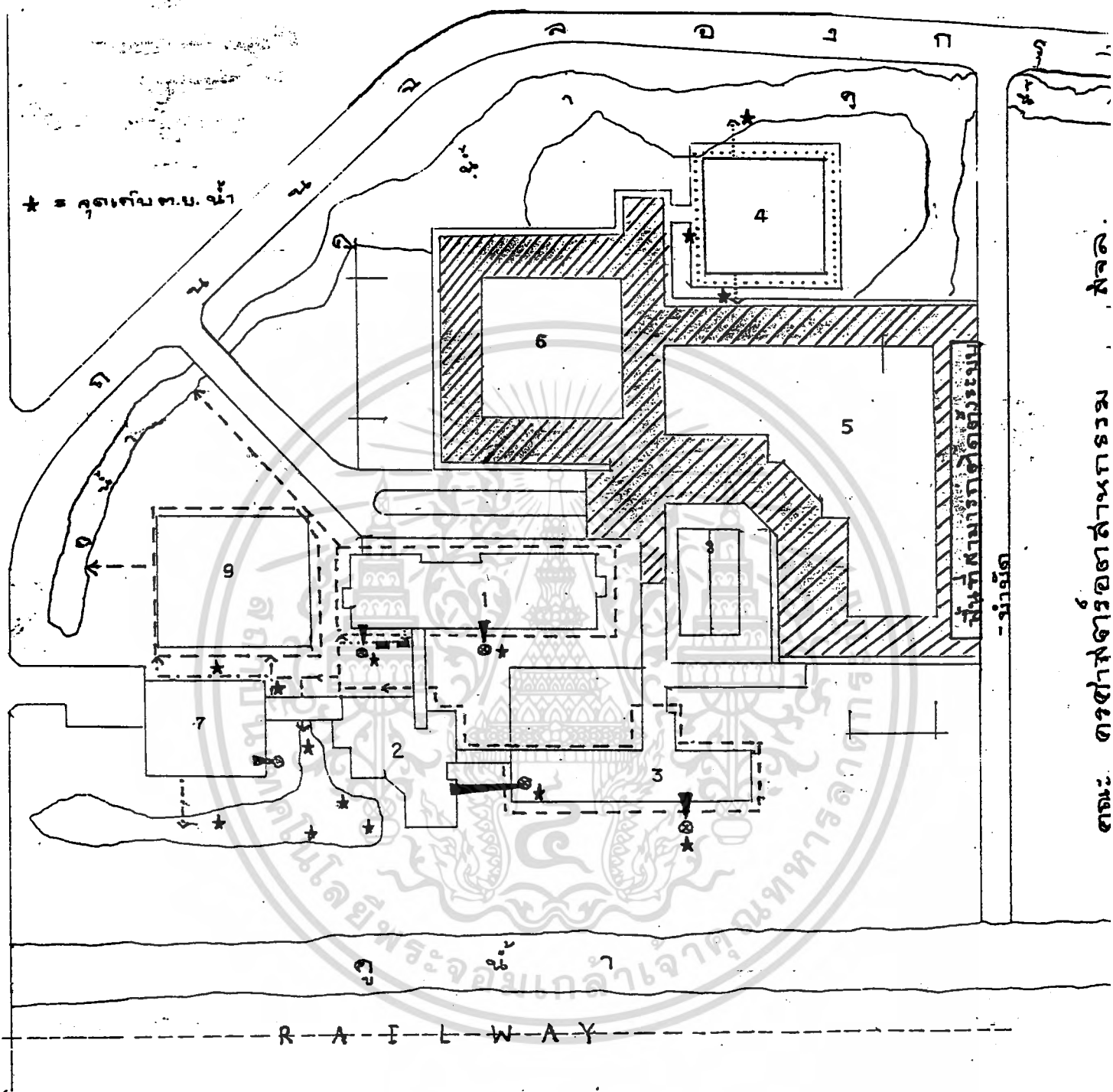
จุดเก็บตัวอย่างแสดงได้ดัง แผนผังที่ 1

รายละเอียดของวิธีการเก็บตัวอย่าง อยู่ในภาคผนวก ก

5.2 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา โดยการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ดังนี้ คือ

อุณหภูมิ	โดยใช้ THERMOMETER
pH	" pH METER
COD	" วิธีการกลั่นกลับคืน
BOD	" การหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่โดยวิธี AZIDE MODIFICATION OF THE IODOMETRIC METHOD
TKN	" การกลั่น
ฟอสเฟต	" วิธี VANADOMOLYBDIC ACID
ตะกั่ว	" ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER
สังกะสี	" ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำนาน : ตำนานเจ้าพระยาอภัยสงคราม ส.จ.ล.

รูปที่ 10 แผนผังแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็ก	โดยใช่	ATOMIC ABSORBTION SPECTROPHOTOMETER
แคดเมียม	"	ATOMIC ABSORBTION SPECTROPHOTOMETER
ทองแดง	"	ATOMIC ABSORBTION SPECTROPHOTOMETER
เงิน	"	ATOMIC ABSORBTION SPECTROPHOTOMETER
แมงกานีส	"	ATOMIC ABSORBTION SPECTROPHOTOMETER
ปริมาณของแข็งทั้งหมด"		วิธีการระเหย
ปริมาณสารละลาย	"	วิธีการระเหยและเผา
ปริมาณสารแขวนลอย	"	วิธีการระเหยและเผา
น้ำมันและไขมัน	"	วิธี SOXHLET EXTRACATION
TOTAL COLIFORMS "		วิธี MULTIPLE TUBE FERMENTATION
FAECAL COLIFORMS"		วิธี MULTIPLE TUBE FERMENTATION

วิธีการวิเคราะห์โดยละเอียด อยู่ในภาคผนวก ข. ค. และ ง.

6. การสำรวจเส้นทางการระบายน้ำเสียของคณะวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

- 6.1 ทำการเก็บข้อมูลจากฝ่ายอาคารสถานที่ คณะวิทยาศาสตร์และ ทำการสำรวจและถ่ายรูปในจุดต่างๆของสภาพพื้นที่จริง
- 6.2 นำข้อมูลที่ได้จากขั้นต้นมาทำการเขียนแผนผังแสดงทางเดินของน้ำเสีย

7. การประเมินคุณภาพน้ำเสีย และศึกษาปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากน้ำเสียภายในคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การดำเนินการวิจัยทำโดย การนำคุณภาพน้ำเสียของคณะวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำเสียตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ภาคผนวก ฉ) ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงคุณภาพของน้ำเสีย ว่าคุณภาพอยู่ในขั้นใด และจะก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบใดหรือไม่ นอกจากนี้ได้ทำการสำรวจในสภาพพื้นที่จริงเพื่อ ดูปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย ที่มีคุณภาพเลว โดยการทดสอบการตกตะกอน และหาความสามารถในการบำบัดน้ำของจุลินทรีย์

จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำจากการดำเนินการวิจัยข้างต้น สามารถแบ่งน้ำเสียน้ำเสียจากคณะวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- น้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง (น้ำทิ้งจากโรงอาหาร)
- น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์อยู่สูง (น้ำทิ้งที่มีสารเคมีเจือปน)

ดังนั้นจึงดำเนินการวิจัยเพื่อหาแนวทางการบำบัดน้ำเสีย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน

8.1 , นำน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูง มาทำการทดสอบหาความสามารถในการบำบัดทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย โดยนำน้ำเสียปริมาณ 10 ลิตร ใส่ในภาชนะทำการให้อากาศแก่น้ำอย่างเกินพอ ทำการเก็บตัวอย่าง ทุก ๆ เวลา 1 ชั่วโมงไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณ BOD ณ ช่วงเวลานั้น ๆ จนครบเวลา 7 ชั่วโมง นำค่า BOD ที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่าง BOD กับ เวลา เพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า BOD ของน้ำเสีย ที่จะทำให้ทราบว่า จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้อาจมีความสามารถในการบำบัดหรือไม่

8.2 การทดสอบการตกตะกอน สำหรับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณสูง จะแบ่งการทดสอบ ออกเป็น 2 วิธี คือ

8.2.1 การปรับ pH เพื่อให้เกิดการตกตะกอน นำน้ำเสียปริมาตร 1 ลิตร มาทำการปรับ pH ด้วย H_2SO_4 และ $NaOH$ โดยการปรับ pH ให้เปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ การเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียอย่างช้า ๆ ในแต่ละค่าของ pH

8.2.2 การเติมสารสร้างตะกอน นำน้ำเสียปริมาตร 1 ลิตร มาทำการปรับ pH ด้วยปูนขาว และเติมสารที่มีคุณสมบัติ ช่วยการตกตะกอน (COAGULANT) คือ $ALUM$, $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ และ $FeCl_3$ แล้วทำการผสมให้สารตกตะกอนและน้ำเสียเข้ากันดี โดยทำการกวนเร็วเป็นเวลา 30-60 วินาที และทำการกวนช้า เพื่อให้ตะกอนเกาะตัวกันประมาณ 30-60 นาที เมื่อครบเวลา ตั้งน้ำเสียเอาไว้ ดูลักษณะการเกิดตะกอน และ ลักษณะของตะกอน รวมทั้งความใสของน้ำเสียที่ได้ บันทึกผล

ค่า pH ที่เหมาะสมและปริมาณที่ใช้ในการทดสอบของสารสร้างตะกอนแสดงได้ดังตาราง

สารสร้างตะกอน	pH	ปริมาณที่ทดสอบ (mg/L)
alum	5.5 - 8.0	10, 20, 30, 40, 50, 60
FeSO ₄	8.5 - 11.0	10, 20, 30, 40, 50, 60
Fe ₂ (SO ₄) ₃	5.0 - 11.0	10, 20, 30, 40, 50, 60
FeCl ₃	5.0 - 11.0	10, 20, 30, 40, 50, 60

ตารางที่ ๑ แสดงค่า pH และปริมาณสารสร้างตะกอนที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. การศึกษาสภาพพื้นที่ ของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการวิจัย

พื้นที่และกลุ่มอาคารของ คณะวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังตารางที่ 4

	กลุ่มอาคารเก่า	กลุ่มอาคารใหม่
พื้นที่ (ตรม.)	14,020	6,230
สภาพพื้นที่	ที่ลุ่มต่ำ	ที่ลุ่มต่ำที่มีการถมยกระดับขึ้น
ลักษณะอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> - อาคาร 1 ชั้นที่1 ส่วนงานธุรการ ชั้นที่2 ฝ่ายกิจการนักศึกษา ฝ่ายโสตทัศนศึกษา ห้องสมุด ชั้นที่3 ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ชั้นที่4 ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ชั้นที่5ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม 	<ul style="list-style-type: none"> - อาคารหอประชุม - อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 แสดงผลการสำรวจสภาพพื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	กลุ่มอาคารเก่า	กลุ่มอาคารใหม่
ลักษณะอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> - อาคาร 2 - อาคาร 3 - อาคารฝึกงานซ่อมสร้าง- อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ - อาคารฝึกงานเคมีและโพลี- เมอร์เทคโนโลยี - โรงอาหาร 	

ตารางที่ 4 แสดงผลการสำรวจสภาพพื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่บนพื้นที่ประมาณ 20,250 ตารางเมตร โดยกลุ่มอาคารเก่า
มีพื้นที่ 14,020 ตารางเมตร และกลุ่มอาคารใหม่มีพื้นที่เป็น 6,230 ตารางเมตร
สภาพพื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มต่ำ ดังจะเห็นได้จาก การที่น้ำท่วมขังใต้อาคาร
(ภาพที่1) มีบ่อน้ำอยู่โดยรอบคณะ ฯ ปัจจุบันมีการถมพื้นที่บ่อน้ำ เพื่อเตรียมการสร้างอาคาร
เรือนเพิ่มเติม

กลุ่มอาคารเก่า

1) อาคาร 1 เป็นอาคาร 5 ชั้น ที่ประกอบไปด้วย ส่วนหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

- ชั้น 1 บริเวณสำนักงาน ประกอบด้วย สำนักงานคณบดี ฝ่ายทะเบียน ฝ่ายอาคาร
สถานที่ และ ฝ่ายธุรการ
- ชั้น 2 ฝ่ายกิจการนักศึกษา ฝ่ายโสตทัศนศึกษา และห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
- ชั้น 3 ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ และห้องปฏิบัติการไมโครคอมพิวเตอร์
- ชั้น 4 ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
- ชั้น 5 ภาควิชาเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) อาคาร 2 (อาคารเรียนรวม) เป็นอาคาร 2 ชั้น ต่อเชื่อมทางเดินกับบริเวณชั้น 2 ของอาคาร 1 ชั้นบนเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ ซึ่งจะเป็นห้องเรียนและทำกิจกรรมพิเศษต่าง ๆ ชั้นล่างจะเป็นที่ดำเนินการ ของสโมสรนักศึกษา และชุมนุมต่าง ๆ
- 3) อาคาร 3 เป็นบริเวณพื้นที่ของภาควิชาสถิติประยุกต์ และภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยเป็นอาคาร 2 ชั้น ที่เชื่อมต่อทางเดินกับอาคาร 1 และ อาคาร 2 ใช้เป็นสำนักงานของภาควิชา และมี ห้องปฏิบัติการ ไมโครคอมพิวเตอร์ ของทั้งสองภาควิชา
- 4) อาคารฝึกงานซ่อมสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ เป็นอาคาร 2 ชั้น ภาสใน ประกอบไปด้วย ห้องที่ใช้เป็นที่ฝึกงานพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ และงานซ่อมสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์
- 5) อาคารฝึกงานเคมีและโพลีเมอร์เทคโนโลยี เป็นอาคารชั้นเดียว ประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการทางโพลีเมอร์ของนักศึกษาภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม
- 6) อาคารโรงอาหาร เป็นอาคาร 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นบริเวณ ที่มีการขายอาหารและเป็นที่นั่งสำหรับรับประทานอาหารของนักศึกษา เจ้าหน้าที่ อาจารย์ จากคณะวิทยาศาสตร์ และ บุคคลภายนอกที่มาให้บริการ โดยในปัจจุบันมีผู้ขายอาหาร 6 ร้านด้วยกัน และสามารถรับจำนวนผู้ใช้ได้ประมาณ 580 ที่นั่งในแต่ละครั้ง

นอกจากกลุ่มอาคารต่างๆ นี้แล้ว คณะวิทยาศาสตร์ยังมีโครงการ ที่ได้เริ่มดำเนินการก่อสร้างอาคารชั้นใหม่แล้ว 2 อาคาร คือ

- 1) อาคารหอประชุมคณะวิทยาศาสตร์ เป็นอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความสูงเท่ากับอาคาร 3 ชั้นภาสในประกอบด้วยเวทที่นั่งลาดชันตามความสูงของอาคารและห้องโสตทัศนศึกษา
- 2) อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ เป็นอาคารสูง 6 ชั้น จะเป็นอาคารเรียนและห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ทำการทดลองวิจัย ของอาจารย์และนักศึกษาทุกๆ ภาควิชา ดังนี้ คือ
 - ชั้นที่ 1 เป็นของ ภาควิชาสถิติประยุกต์
 - ชั้นที่ 2 เป็นของ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
 - ชั้นที่ 3 เป็นของ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
 - ชั้นที่ 4 เป็นของ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
 - ชั้นที่ 5 เป็นของ ภาควิชาเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 6 แบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ เรือนกระจกของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ และห้องทดลองเกี่ยวกับ SOLAR CELL ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
ปัจจุบัน อาคารทั้งสองได้เริ่มก่อสร้างแล้ว โดยจะแล้วเสร็จในปี 2537
ที่ตั้งอาคารและแผนผังอาคารที่ก่อสร้างใหม่ แสดงดังแผนผังที่ 2

2. การศึกษาหาปริมาณผู้ใช้น้ำ ชนิดและปริมาณน้ำใช้ภายในคณะวิทยาศาสตร์

2.1 ปริมาณผู้ใช้น้ำ จากการสำรวจ สามารถแบ่งกลุ่ม ผู้ใช้น้ำออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- อาจารย์ และเจ้าหน้าที่
- นักศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท
- บุคคลภายนอกที่เข้ามาใช้บริการในคณะวิทยาศาสตร์

โดยจำนวนของผู้ใช้น้ำ ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีการเพิ่มจำนวนอยู่ตลอดเวลา ดังแสดงในตารางที่ 5 ตารางที่ 6 กราฟที่ 1 และ กราฟที่ 2

ปีการศึกษา	จำนวนนักศึกษา(คน)	อัตราการเพิ่มจำนวน(เปอร์เซ็นต์)
2525	79	-
2526	182	130.38
2527	272	32.97
2528	346	42.98
2529	400	15.61
2530	469	17.25
2531	511	8.96
2532	566	10.76
2533	691	22.08
2534	799	13.52
2535	850	6.38

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนนักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2525-2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 รูปแสดงสภาพพื้นที่กลุ่มตึก มีน้ำท้วมขังใต้อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

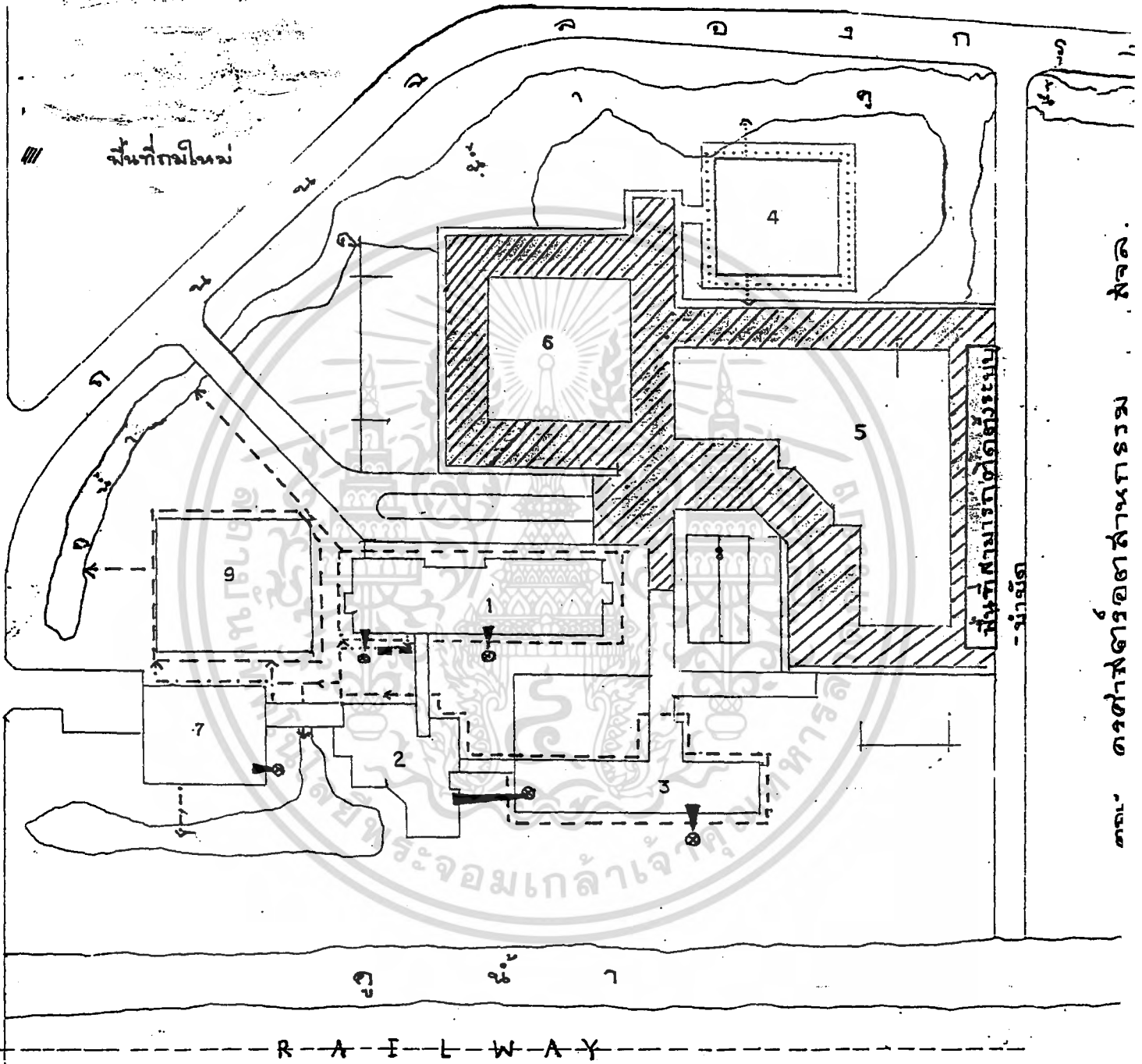


รูปที่ 12 รูปแสดงพื้นที่ถมการถมเพื่อก่อสร้างอาคารใหม่



รูปที่ 13 รูปแสดงแบบจำลองของอาคารต่าง ๆ ในคณะวิทยาศาสตร์

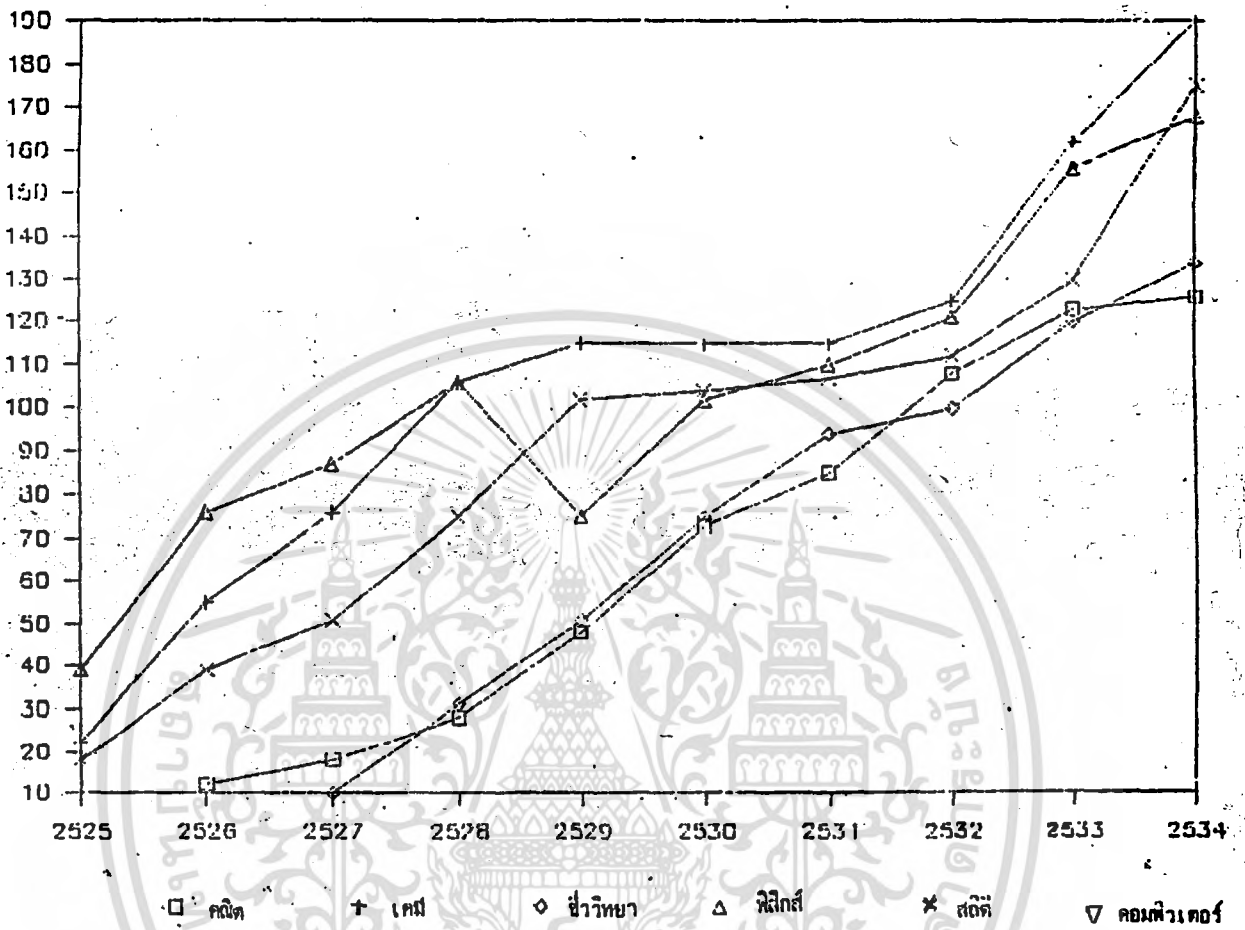
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ดร. ตระกูลศรี อรรถสาทรกรรม สจล.

รูปที่ 14 แผนผังแสดงพื้นที่ที่จะใช้ก่อสร้างอาคารใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

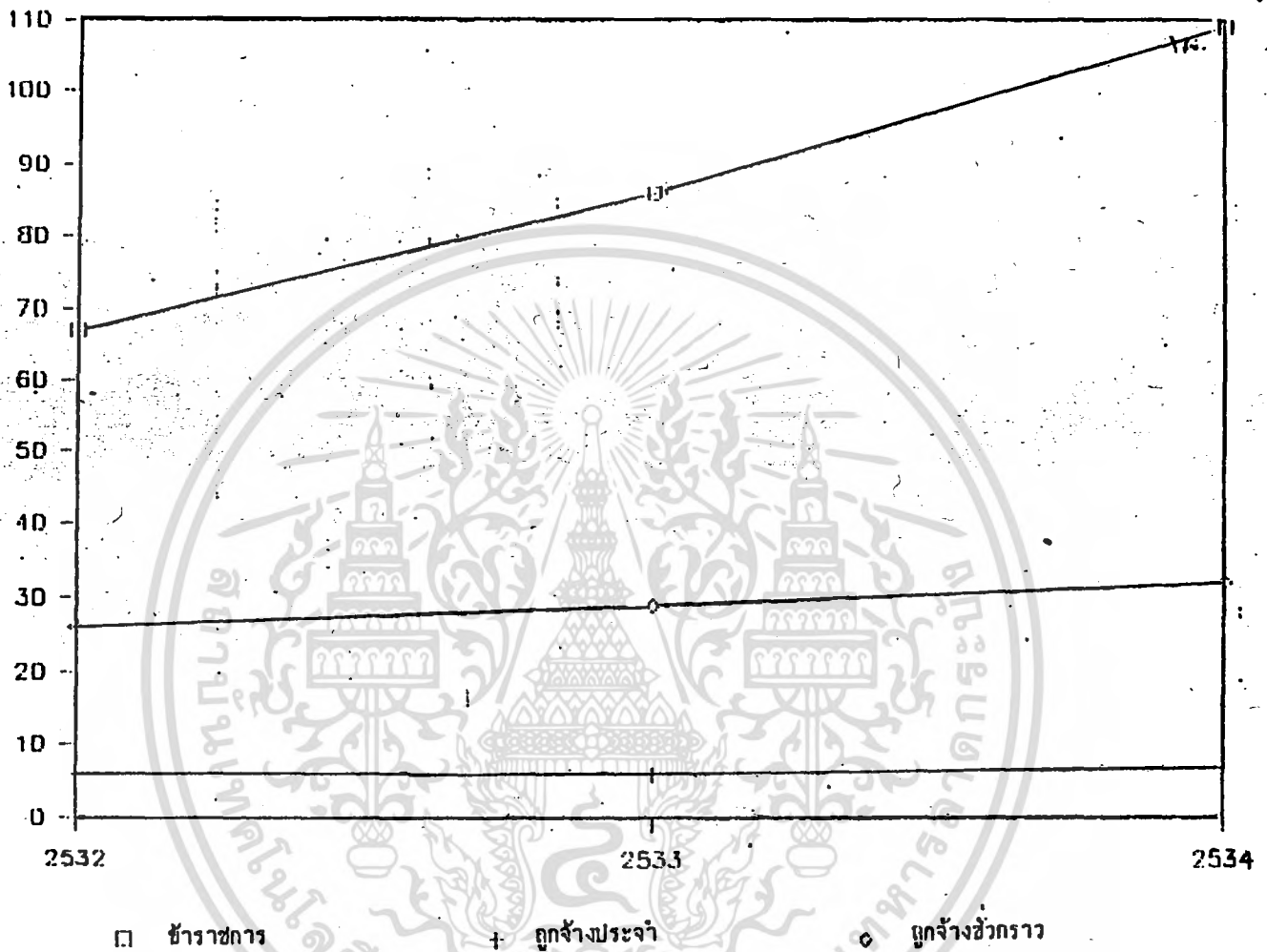


รูปที่ 15

กราฟที่ 1 แสดงจำนวนนักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2525-2534

ปีการศึกษา	จำนวนบุคลากร(คน)	อัตราการเพิ่มจำนวน(คน)
2532	80	-
2533	99	13.75
2534	121	22.22
2535	148	22.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกตารางที่ 6 แสดงจำนวนบุคลากรในคณะวิทยาศาสตร์ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16

กราฟที่ 2 แสดงจำนวนบุคลากรในคณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2532-2534

* สำหรับจำนวนผู้ใช้น้ำในกลุ่มที่ 3 ไม่สามารถทำการสำรวจตัวเลขเป็นที่แน่นอนได้ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจำนวนผู้ใช้น้ำในกลุ่มนี้ จะมาใช้บริการบริเวณโรงอาหารเป็นส่วนใหญ่

2.2 ชนิดและปริมาณของน้ำใช้ จากการสำรวจ พบว่าน้ำใช้ ในคณะวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. น้ำดื่ม เป็นน้ำประปาที่นำมาผ่านเครื่องกรองน้ำ

2. น้ำที่ใช้ทำความสะอาด เป็นน้ำประปาซึ่งจัดส่งมาให้โดยการประปานครหลวง ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของหน่วยงานเพื่อการศึกษานี้ เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในการชำระสิ่งสกปรกในห้องน้ำ ใช้ในห้องปฏิบัติการและโรงอาหาร
 3. น้ำกลั่น เป็นน้ำกลั่นที่ทางคณะวิทยาศาสตร์สั่งซื้อเข้ามาจากองค์การแบตเตอรี่ เพื่อนำ
 มาใช้ภายในห้องปฏิบัติการของคณะฯ

โดยปริมาณการใช้น้ำประปาของคณะวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ ๗

เดือน ปี	ปริมาณน้ำประปา/เดือน(ลบ.ม.)		ปริมาณเฉลี่ย /วัน (ลบ.ม.)	
	ภายในคณะฯ	โรงอาหาร	ภายในคณะฯ	โรงอาหาร
พฤศจิกายน 34	1701	178	56.7	5.93
ธันวาคม 34	1740	184.5	56.13	5.92
มกราคม 35	1740	159	56.13	5.13
กุมภาพันธ์ 35	1354	135	48.36	4.82
มีนาคม 35	1563	125	50.42	4.03
เมษายน 35	2719	80	90.63	2.67
เฉลี่ย	1802.83	138	59.73	4.75

ตารางที่ ๗ แสดงปริมาณการใช้น้ำประปาดังแต่เดือนพฤศจิกายน 2534 - เมษายน 2535

ปริมาณการใช้น้ำกลั่น

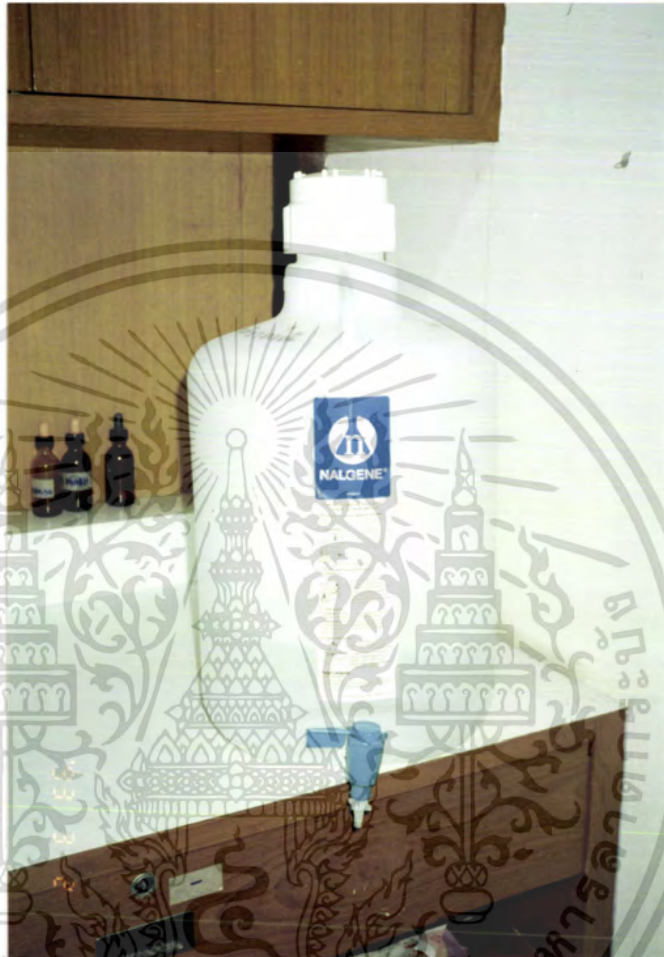
ภาควิชาที่ทำการสั่งซื้อน้ำกลั่นมาเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการมีด้วยกัน 2 ภาควิชา คือ
 ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ และภาควิชาเคมี ซึ่งปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้ไปในแต่ละภาคเรียนประมาณ
 4000 ลิตร หรือใช้ในปริมาณ 800 ลิตรต่อเดือน หรือวันละ 26 ลิตรต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 รูปแสดงบ่อน้ำประปาที่ใช้ภายในคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



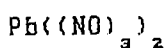
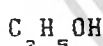
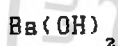
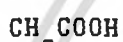
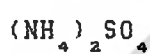
รูปที่ 18 ถังน้ำกลั่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาชนิดของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์และภาควิชาเคมี

จากการสำรวจ พบว่าทั้งสองภาควิชามีการใช้สารเคมีต่างๆ มากกว่า 100 ชนิด แต่โดยส่วนใหญ่สารเคมีที่ใช้ในภาควิชาชีววิทยาประยุกต์จะเป็นสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ จุลินทรีย์ สารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิบัติการวิชาต่างๆ และสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด ส่วนภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม สารเคมีที่ใช้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบโพลีเมอร์ ตัวทำละลาย สารประกอบของโลหะหนัก สารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิบัติการต่างๆ และ สารเคมีที่ใช้ในการทำ ความสะอาด ตัวอย่างของสารเคมีชนิดต่างๆมีดังนี้

สารเคมีภาควิชาชีววิทยาประยุกต์



สารเคมีภาควิชาเคมี

aniline

anthracene

benzyl alcohol

boric acid

cyclohexanol

salicylic acid

cyclohexanone

oxalic acid

urea

phenol

silver sulphate

formaldehyde

amyl alcohol

hydrogen peroxide

hexane

methyl chloride

EDTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมีภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

สารเคมีภาควิชาเคมี

KOH

 Na_2SO_3 KNO_3 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ K_2SO_4

TOLUENE

อันตรายของสารเคมีนั้น อาจแบ่งได้ตามลักษณะหรือประเภทอันตรายของมัน ดังนี้

1. สารไวไฟ

โดยมากเป็นของเหลวไวไฟ นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นตัวทำละลาย จะไวไฟมาก โดยลุกติดไฟ แม้จุดไม่ขีดไฟ ห่างไปหลายเมตรก็ตาม ถ้าไอของสารไปถึง ตัวอย่างเช่น acetone , cyclohexane , ethyl alcohol , methyl alcohol, toluene , petroleum ether เป็นต้น

2. สารระเบิดได้

โดยมากจะเป็นก๊าซ เมื่อถูกความร้อน ไม่เสถียร จะสลายตัว เมื่อถูกความร้อน ถูกเสียดสี หรือสั่นสะเทือนอย่างแรง หรือถูกน้ำหรืออากาศ ตัวอย่าง เช่น กรดเปอร์คลอริก (HClO_4), เปอร์คลอเรต (HClO_3) อันตรายมากถ้าถูกผิวหนัง จะระเบิดได้ถ้าผสมกับสารอินทรีย์ทั่วไป จึงมักใช้ในรูปของสารละลาย 60-70 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มเปอร์ออกไซด์ เช่น H_2O_2 สารพวกนี้จะสลายตัวถ้าให้ออกซิเจน มักอยู่ในรูปของสารละลาย เช่น 90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีพวก อีเธอร์ หากเก็บไว้นาน จะระเบิดได้ เมื่อถูกความร้อน และควรใส่ขวดสีชาเสมอ ก่อนนำไปใช้ควรคว่ำมีเปอร์ออกไซด์ในอีเธอร์เล็กน้อย จะเป็นอันตรายแค่นั้น หรือแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3) จะระเบิดได้เมื่อร้อน

3. สารเป็นพิษ

จะเข้าสู่ร่างกายได้ในปริมาณที่มากพอ จะเกิดอันตรายต่อร่างกาย ความรุนแรงขึ้นกับชนิดและปริมาณของสาร ถ้าปริมาณไม่มากนัก ร่างกายสามารถขับถ่ายออกมาได้ ถ้ามีปริมาณมากพอจะทำอันตราย ต่ออวัยวะต่าง ๆ หรือมีผลต่อระบบ การทำงาน

สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

1. ทางจมูก ด้วยการสูดดมของไอสาร ผง หรือละออง สารมีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เยื่อจมูกอักเสบ สารซึมผ่านสู่กระแสโลหิตได้ บางพวกก็ทำให้อาการวีงเวียน ความจำเสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 ห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 20 สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทางปาก อาจเปื้อนมืออยู่แล้ว ใช้มือหยิบอาหารเข้าปาก โดยสัญชาตญาณ เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าปาก เราจะรู้และบ้วนทิ้งทันที ดังนั้นโอกาสที่สารจะถูกกลืนเข้าไปจึงมีน้อย

3. ทางผิวหนัง นอกจากสารจะกัดผิวหนังไหม้พอง เป็นแผลแล้ว สารบางชนิดสามารถซึมเข้าผิวหนังได้ และเข้าไปทำปฏิกิริยาเกิดเป็นพิษแก่ร่างกายได้ สารพวกนี้สามารถละลายไขมันบนผิวหนังออก ทำให้สารอื่นหรือตัวมันเองซึมเข้าผิวหนังได้ หรือซึมเข้าสู่กระแสโลหิต

4. การศึกษาถึงชนิด ปริมาณของน้ำเสีย

ผลการสำรวจ

4.1 ประเภทของน้ำเสีย จากการสำรวจพบว่า น้ำเสียจากคณะวิทยาศาสตร์

แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

- น้ำเสียจากห้องน้ำ-ห้องส้วม
- น้ำเสียจากโรงอาหาร
- น้ำเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์และภาควิชาเคมี
- น้ำฝนที่มิได้เก็บกักไว้

โดยในการทำวิจัยในครั้งนี้ ไม่ถือว่า น้ำฝนเป็นน้ำเสียที่ต้องผ่านการบำบัดก่อนปล่อยทิ้ง จึงไม่จำเป็นต้องประมาณปริมาณของน้ำเสียและคุณภาพของน้ำฝน

4.2 ปริมาณของน้ำเสีย

ในการสำรวจครั้งนี้ แบ่งการวัดปริมาณของน้ำเสียแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1. การประมาณน้ำเสียจากจากโรงอาหารและห้องน้ำ-ห้องส้วม โดยการประมาณปริมาณการใช้น้ำโดย ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการใช้น้ำ (แผนประธานน้ำเสีย ของกรุงเทพฯ)

2. การประมาณน้ำเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ โดยวิธีวัดอัตราการไหล

ซึ่งทั้งสองวิธีได้ผลดังนี้ คือ

-ปริมาณน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ โดยใช้วัตถุเบาลอยน้ำให้ไหลออกมาตามท่อ โดยจับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่อระยะเวลา แล้วนำมาคำนวณค่าอัตราการไหลซึ่งจะสามารถคำนวณต่อไป เป็นปริมาณน้ำเสียต่อวันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ระยะทาง	15	เมตร
ท่อเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด	2	นิ้ว (0.0508 เมตร)
เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่	40	วินาที

การคำนวณ

เนื่องจาก น้ำไหลไม่เต็มท่อ คิดเป็น $1/3$ ของพื้นที่หน้าตัดท่อ

$$\text{ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำเสียสารเคมี} = \frac{1/3 \times (0.254)^2 \times 15}{40}$$

$$= 0.000253 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$

$$\text{ภายใน 1 ชั่วโมง จะได้น้ำเสียปริมาตร} = 0.000253 \times 3600$$

$$= 0.9108 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

$$\text{ดังนั้นใน 8 ชั่วโมงจะได้น้ำเสียปริมาตร} = 0.9108 \times 8 = 7.2864 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

ดังนั้น ปริมาณน้ำเสียสารเคมีเท่ากับ 7.2864 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

– ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ-ห้องส้วม

น้ำเสียจากห้องน้ำ-ห้องส้วมในคณะวิทยาศาสตร์มีแหล่งที่มาจากสุขภัณฑ์ในอาคารต่างๆ

ซึ่งแสดงปริมาณเครื่องสุขภัณฑ์ได้ดังตารางที่ 7

สัญลักษณ์	อาคาร1	อาคาร2	อาคาร3	อาคารฝึกงาน เคมี	อาคาร ซ่อมสร้างฯ	รวม
ชักโครก	30	2	4	2	5	43
อ่างล้างมือ	30	4	4	2	6	46
โถปัสสาวะ	15	2	3	1	4	25
ฝักบัว	—	—	—	1	2	3

ตารางที่ ๖ แสดงปริมาณสัญลักษณ์ในอาคารต่างๆ

จากปริมาณน้ำประปาที่ใช้ในคณะวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 59.73 ลูกบาศก์
เมตรต่อวัน จะสามารถประมาณปริมาณน้ำเสียทั้งหมดได้ โดย

$$\text{ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด} = 59.73 \times 85/100 = 50.7705 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน}$$

จากข้อมูลปริมาณน้ำเสีย สามารถประมาณค่าน้ำเสียจากห้องน้ำ-ห้องส้วม ได้ว่า
ปริมาณน้ำเสียห้องน้ำ-ห้องส้วม = ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด - ปริมาณน้ำเสียจากสารเคมี

$$\text{ดังนั้น ปริมาณน้ำเสียห้องน้ำ-ห้องส้วม} = 50.7705 - 7.2864$$

$$= 43.4841 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน}$$

- ปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหาร

จากปริมาณน้ำบาดาล ที่ใช้ในโรงอาหารซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.75 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

สามารถประมาณค่าน้ำเสียที่เกิดจากโรงอาหารเท่ากับ $4.75 \times 85/100$

$$= 3.8 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 การทำความสะอาดภาชนะบริเวณโรงอาหาร คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงอาหาร



รูปที่ 23 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

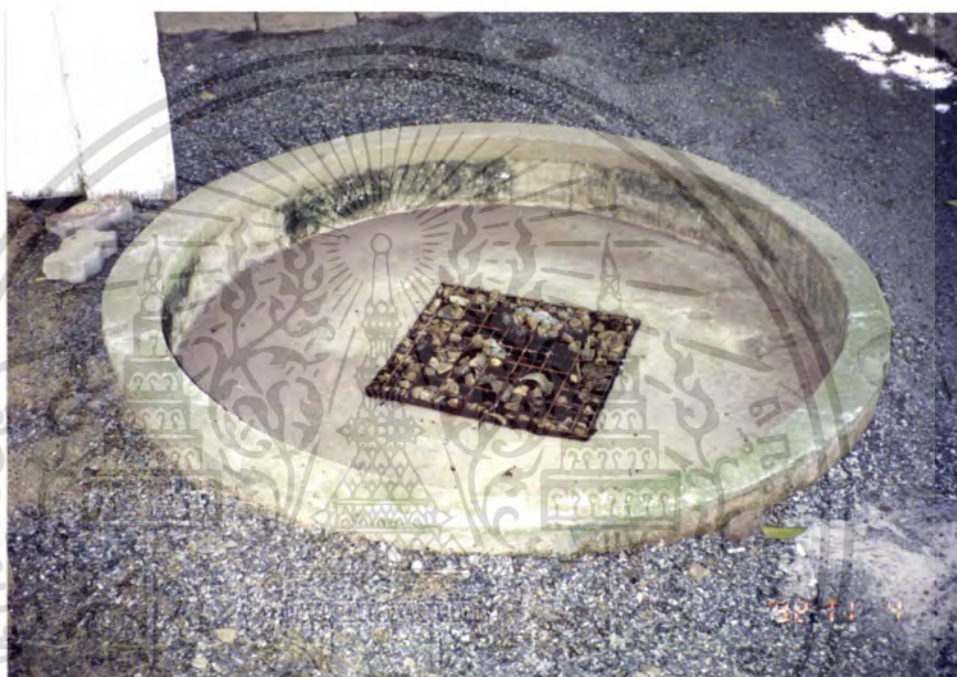


รูปที่ 24 บ่อรองรับน้ำสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 25 บ่อรองรับน้ำสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26 บ่อรองรับน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27 ลักษณะของน้ำเสียในบ่อหลังโรงอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น



รูปที่ 28 ลักษณะของน้ำเสียในบ่อตักสารเคมี เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 ลักษณะของน้ำเสียในท่อน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การศึกษาและตรวจสอบคุณภาพของน้ำเสีย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 9

คุณลักษณะ	สถานที่				
	โรงอาหาร	บ่อรองรับสารเคมี	ท่อน้ำเสีย	อาคารฝึกงานเคมีฯ	บ่อเกรอะ
pH	5.9	5-11	7.5	7.4-8.1	7.7
อุณหภูมิ (°C)	27	28	27	25-27	30
COD (mg/l)	378	28-32.6	74	7.5-62	1474
BOD (mg/l)	212.2	14.4-20.3	29.8	4.3-34	702
TKN (mg/l)	120.3	1.3-2.8	8.1	12.0-20.2	300
PO ₄ ⁻² (mg/l)	210	51-68	54	0.7-65	24
TOTAL SOLID	224	94	77	10.4-125	-
DISSOLVE SOLID					

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะ	สถานที่				
	โรงอาหาร	บ่อรองรับสารเคมี	ท่อน้ำเสีย	อาคารฝึกงานเคมีฯ	บ่อเกรอะ
-FIXED RESIDUAL	105	36	-	-	-
-VOLATILED RES.	33	21	-	-	-
SUSPENED SOLID					559
-FIXED RESIDUAL	46	6.5	-	-	-
-VOLATILED RES.	26	10	-	-	-
Pb(ppm.)	-	6.72	-	-	-
Zn(ppm.)	-	0.12	-	-	-
Fe(ppm.)	-	0.88	-	-	-
Ag(ppm.)	-	0.01	-	-	-
Mn(ppm.)	-	น้อยมาก	-	-	-
Cd(ppm.)	-	0.28	-	-	-
Cu(ppm.)	-	0.98	-	-	-
Cl-(ppm.)	-	82	-	-	-
SO ₄ ⁻² (ppm.)	-	38	-	-	-
GREASE(mg/L)	425	-	-	-	-
TOTAL COLIFORM	2.4x10 ⁶	34	5.0x10 ⁴	5.0x10 ⁴	1.6x10 ⁶
FAECAL COLIFORM	1.3x10 ⁵	27	2.2x10 ⁴	5.0x10 ⁴	1.6x10 ⁶

ตารางที่ ๑ แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การสำรวจเส้นทางระบายน้ำเสีย

ผลการสำรวจ

น้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์จะระบายออกมาตามท่อน้ำทิ้งและออกสู่บริเวณภายนอกคณะฯ โดยระบายไปตามคูน้ำขนาดเล็กที่วางตัวขนานไปกับถนนคลองกรุง ลงสู่คลองลำแขกและระบายลงสู่คลองประเวศบุรีรมย์เป็นจุดสุดท้าย

เส้นทางระบายน้ำเสียของคณะวิทยาศาสตร์ แสดงไว้ตามแผนผังที่ 3

7. การประเมินคุณภาพน้ำเสีย และ ศึกษาปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากน้ำเสียภายในคณะวิทยาศาสตร์

7.1 ผลการประเมินคุณภาพน้ำเสีย

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำเสียกระทรวงอุตสาหกรรม (ตารางที่ 5) และเกณฑ์มาตรฐานน้ำเสียชุมชน(ตารางที่ 6) ตามมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พบว่าน้ำเสียจากบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้โดยตรง กล่าวคือ

- น้ำเสียจากบริเวณโรงอาหาร มีค่า BOD และปริมาณน้ำมันและไขมัน สูงเกินค่ามาตรฐาน
- น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมีและห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ มีปริมาณสารเคมีเจือปน โดยมีปริมาณโลหะหนักในปริมาณสูง และมีปริมาณตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน โดยมีค่าสูงถึง 6.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งควรทำการแก้ไขก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ
- น้ำเสียจากโรงอาหารและบ่อเกรอะ-บ่อซึม มีปริมาณ TKN เกินค่ามาตรฐานและยังมีปริมาณสารประกอบฟอสเฟต และมีจุลินทรีย์ประเภท COLIFORM ปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก

ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้คุณภาพให้ดีขึ้น ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เพื่อลดการเกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งรวมทั้งผู้ที่ให้บริการคณะวิทยาศาสตร์ และผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

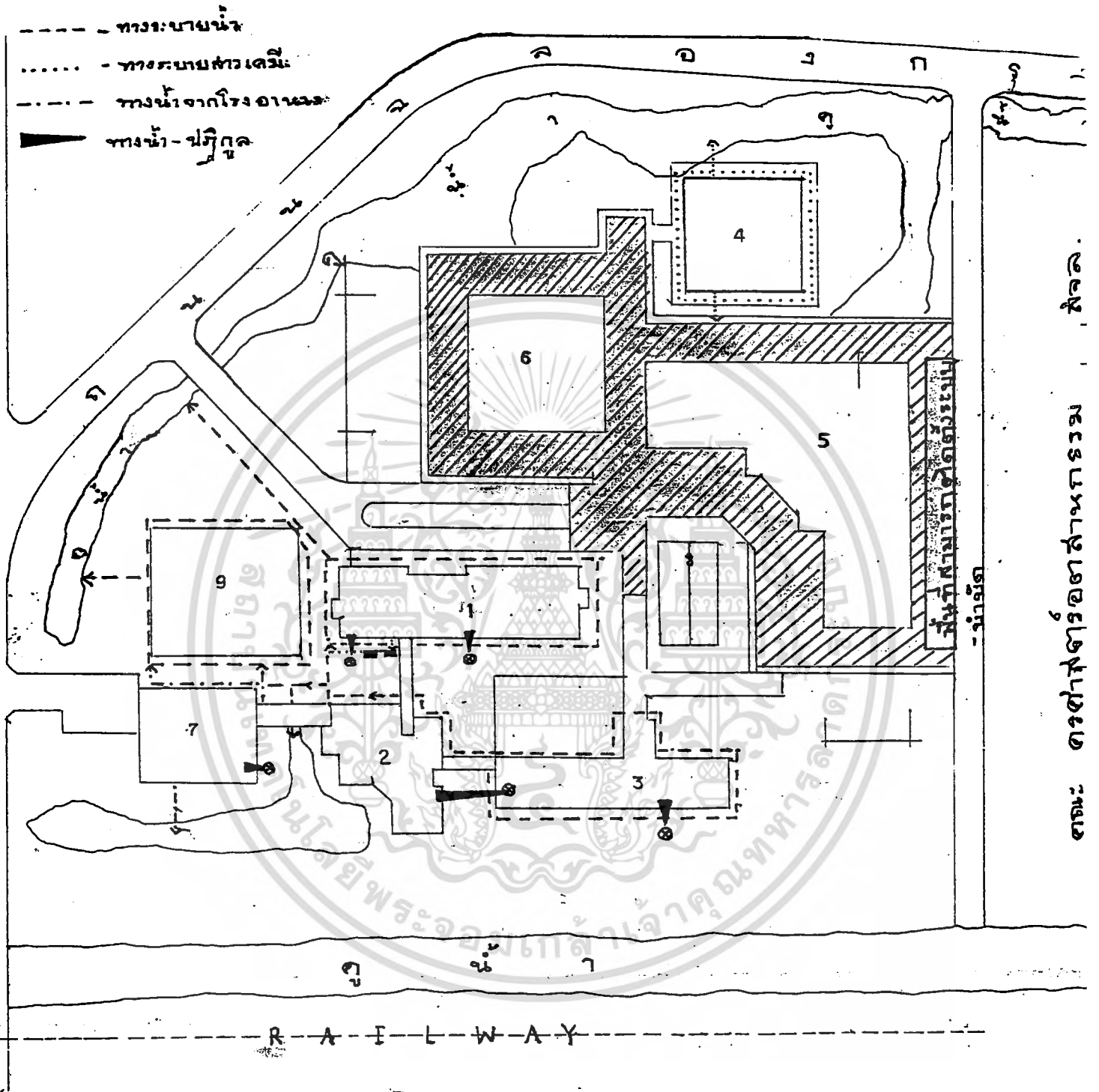


รูปที่ 30 ลักษณะการระบายน้ำที่ออกมาตามคูน้ำ บริเวณหน้าคณะวิทยาศาสตร์



รูปที่ 31 ลักษณะการระบายน้ำที่ออกมาตามคูน้ำ บริเวณหน้าคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

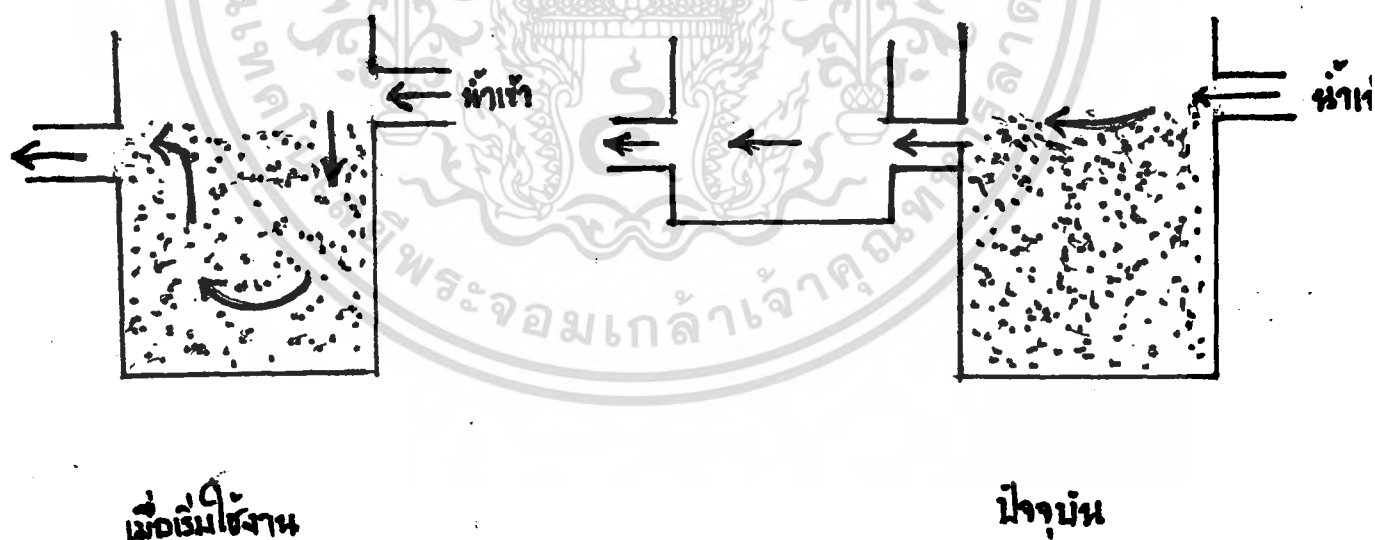


รูปที่ 32 แผนผังแสดงการระบายน้ำทิ้งของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ผลการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น จากการสำรวจปัญหา ในการกำจัดและระบายน้ำเสีย ในคณะวิทยาศาสตร์ พบว่ามีปัญหามากมายที่เกิดขึ้น จากการจัดระบบการกำจัดน้ำเสียที่ไม่เพียงพอ ประกอบกับการขยายตัวของ สถานที่ ซึ่งทำให้ต้องใช้พื้นที่เพิ่มเติม ซึ่งแต่เดิมพื้นที่นี้เป็นบ่อน้ำ ซึ่งทำหน้าที่คอกองรับน้ำเสียจากโรงอาหารและรองรับน้ำฝนในฤดูฝน การถมบ่อน้ำทำให้พื้นที่ที่จะรองรับน้ำเสียไม่เพียงพอ เริ่มก่อปัญหาเน่าเหม็นเนื่องจาก ไม่สามารถระบายน้ำได้ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาอื่น ๆ กล่าวคือ

- ปัญหาในการกำจัดสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ สารเคมีที่เจือปนออกมากับน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์และภาควิชาเคมี มีปริมาณมากและมีความเข้มข้นซึ่งแต่เดิมการกำจัดสารเคมีเหล่านี้ทางคณะวิทยาศาสตร์ ได้ใช้การกรองในตัวกรองซึ่งมีตัวกลางเป็นเกล็ดหิน ซึ่งเริ่มใช้ตั้งแต่ก่อตั้งคณะฯ แต่ในปัจจุบัน ระบบนี้ได้หมดประสิทธิภาพเนื่องเกิดการอุดตันของตะกอน สารเคมีที่มีปริมาณมาก ตะกอนมีตะกอนสูงมากเท่ากับปากบ่อ จึงควรเร่งแก้ไขอย่างรีบด่วน เนื่องจากน้ำเสียสารเคมีเหล่านี้ อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมได้ หากปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง



รูปที่ 33 แสดงถึงกรองสารเคมีของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัญหาการด้อยประสิทธิภาพของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลจากห้องน้ำ-ห้องส้วมแบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม เนื่องจากระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึมนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำในสภาพพื้นที่ลุ่มต่ำ ดังบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เมื่อระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้น เช่น กรณีที่มีฝนตก การระบายน้ำเสียออกจากระบบจะประสบปัญหาและอาจมีผลทำให้ระบบไปให้ไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหา ส้วมเต็ม ทำให้ไม่สามารถใช้ห้องน้ำ-ห้องส้วมได้ ซึ่งจะส่งผลถึงผู้ใช้บริการของคณะวิทยาศาสตร์

- ปัญหาน้ำเสียจากโรงอาหาร มีค่าความสกปรกมาก โดยมีค่า BOD สูงถึง 212.2 มก./ล. ซึ่งถ้าไม่ผ่านการบำบัดก่อนปล่อยทิ้ง จะทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย ซึ่งในสภาพปัจจุบัน น้ำเสียจากโรงอาหารจะทำการปล่อยทิ้งโดยตรง โดยปล่อยลงสู่บ่อน้ำ บริเวณด้านข้างคณะศิลปกรรมศาสตร์ ทางรถไฟน้ำเหล่านี้ จะมีการเจือจางลง และระบายผ่านออกมาสู่คูน้ำด้านหน้าคณะ การระบายน้ำเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากน้ำเสีย มีความสกปรกมากและมีปริมาณไขมันสูง การย่อยสลายโดยธรรมชาติ จึงไม่สามารถเป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดปัญหาการเน่าเสีย ในบ่อน้ำด้านข้างคณะ ฯ ประกอบกับน้ำเสียเหล่านี้มีปริมาณ TKN และฟอสเฟตสูง ทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตได้ดี เกิดการกีดขวางการไหลของน้ำในบ่อเอง เป็นผลทำให้เน่าเสียได้เร็วขึ้น

- ปัญหาการขาดการบำบัดน้ำเสียจากอาคารฝึกงานเคมี และเทคโนโลยีโพลีเมอร์ โดยในบริเวณอาคารฝึกงานนั้น จะมีบริเวณที่ใช้ทำปฏิบัติการเคมี และโพลีเมอร์รวมทั้งมีห้องน้ำห้องส้วมบริการสำหรับผู้ที่ใช้อาคารฝึกงานนั้น แต่การระบายน้ำเสียจากทั้งสองส่วนนี้ เป็นการระบายน้ำเสียโดยตรงโดยไม่มี การบำบัดก่อน ซึ่งแต่เดิมพื้นที่ด้านข้างอาคารเป็นพื้นที่ว่างเปล่า สามารถรองรับน้ำเสียและสามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นก่อนที่จะระบายออกไปได้ เนื่องจากบริเวณนี้มีพืชน้ำ ที่มีความสามารถในการดูดซับสารเคมีอยู่เจริญอยู่เป็นปริมาณมาก แต่ปัจจุบันนี้บริเวณรอบอาคารได้ถูกถม เพื่อทำการก่อสร้างกลุ่มอาคารใหม่ ซึ่งทำให้การระบายน้ำเสียจากอาคารฝึกงาน มีปัญหาเกิดขึ้น ในขณะนี้จึงมีการแก้ไขปัญหานี้ โดยการระบายน้ำเสียออกไปทางคูน้ำด้านหน้าของอาคารโดยตรง ซึ่งน้ำเสียที่มีสารเคมีอันตรายอาจทำให้เกิดปัญหาขึ้น

- ปัญหาการกำจัดน้ำเสียที่จะเกิดจากกลุ่มอาคารใหม่ การขยายตัวของสถานที่และจำนวนของผู้ที่ใช้อาคารสถานที่ ทำให้เกิดปัญหาทางด้านมลภาวะตามมา คือ การเกิดกลุ่มอาคารใหม่ ก็จะก่อให้เกิดน้ำเสียส่วนหนึ่งออกมา การก่อสร้างอาคารใหม่จึงควร ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ที่มีประสิทธิภาพและสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้ เพื่อมิให้เกิดปัญหาดังเช่นกลุ่มอาคารเก่า

- ปัญหาเรื่องการขาดจิตสำนึกในการร่วมกันดูแลรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องของผู้ที่ใช้อาคารสถานที่ เช่น การเท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 34 รูปแสดงลักษณะพืชน้ำที่เจริญงอกงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 35 การระบายน้ำทิ้งสารเคมี ของอาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์



รูปที่ 36 การระบายน้ำทิ้งสารเคมี ของอาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 37 การผูกธอร่อนของทอระบายน้ำทั้งสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 38 การทิ้งขยะไม่ถูกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 39 การทิ้งขยะไม่ถูกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมีที่ตกลงในอ่างล้างมือในห้องน้ำ หรือการทิ้งสารเคมีที่ไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดปัญหาต่อผู้ที่ดูแลและทำให้สภาพแวดล้อมเสีย ผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่กับอาคารสถานที่ ก็จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย และยังเป็นภาพพจน์ที่ไม่ดีต่อผู้มาติดต่องานกับคณะวิทยาศาสตร์

8. การศึกษานวทางในการแก้ไขปัญหา น้ำเสียที่มีคุณภาพเลว โดยการทดสอบการตกตะกอนและทดสอบความสามารถในการบำบัดของจุลินทรีย์

8.1 การทดสอบหาประสิทธิภาพในการบำบัดของจุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงอาหาร

ผลการทดสอบ

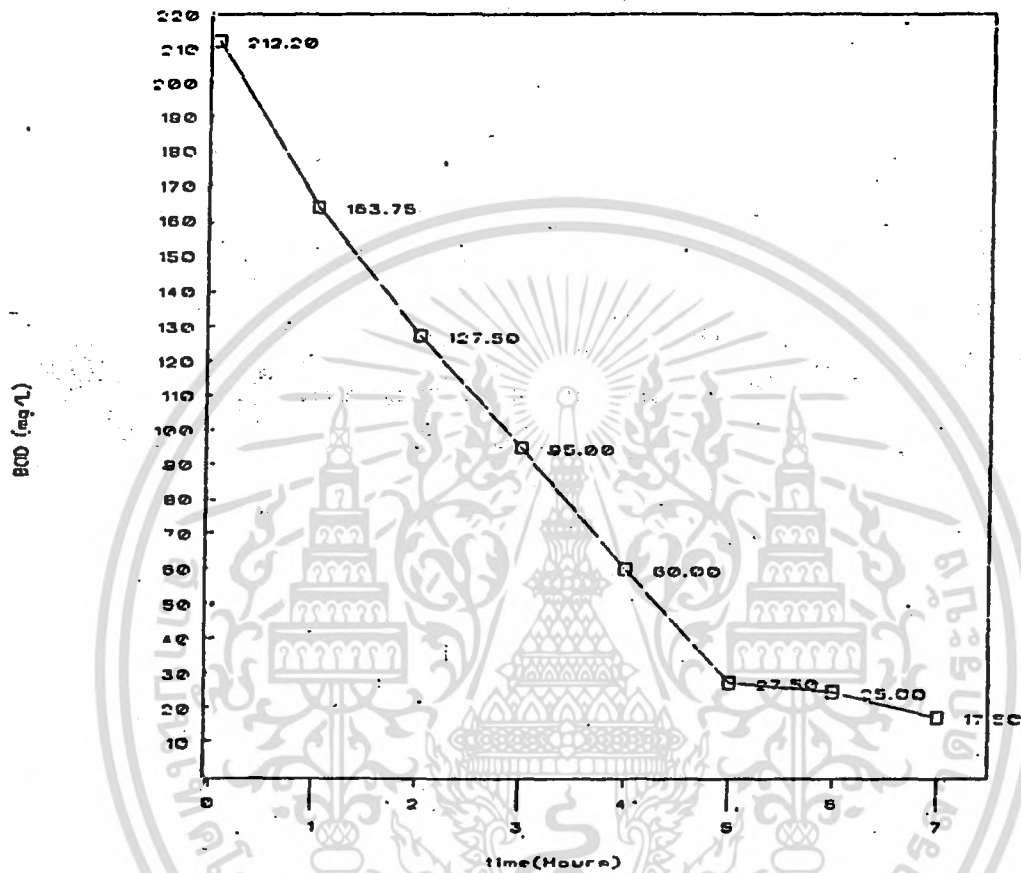
เมื่อทำการให้อากาศแก่น้ำเสียจากโรงอาหารและเก็บตัวอย่างเพื่อทำการหาค่า BOD ทุก ๆ เวลา 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ได้ผลการเปลี่ยนแปลงของค่า BOD ในแต่ละช่วงเวลาดังตารางที่ 10

ชั่วโมงที่	ค่า BOD ของน้ำเสีย (mg/L)
1	163.75
2	127.50
3	95.00
4	60.00
5	27.50
6	25.00
7	17.25

ตารางที่ 10 แสดงค่า BOD ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อให้อากาศกับน้ำทิ้งจากโรงอาหาร

การเปลี่ยนแปลงค่า BOD นี้แสดงได้ดังกราฟที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 กราฟที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ BOD

จากกราฟที่ 3 เห็นได้ว่าจุลินทรีย์ที่เจริญในน้ำเสีย มีความสามารถในการใช้สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียและเจริญเติบโตลดค่า BOD ของน้ำเสียลงได้ ดังนั้น ในระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากโรงอาหาร จึงสามารถใช้อุปกรณ์แบบใช้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศได้

8.2 การทดสอบการตกตะกอน ของน้ำเสียที่มีสารเคมีเจือปน

ผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.1 การปรับค่า pH เพื่อให้เกิดการตกตะกอน

เมื่อทำการปรับ pH ของน้ำเสีย ที่มีสารเคมีเจือปนโดยใช้ H_2SO_4 และ $NaOH$ ปรากฏว่า น้ำเสียที่มีสารเคมีมีลักษณะเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ ที่การเปลี่ยนแปลงค่า pH ไม่สามารถรบกวนสมดุลและทำให้เกิด ISOELECTRIC POINT ของสารเคมีได้ การตกตะกอนจึงไม่เกิดขึ้นหรือเกิดการตกตะกอนเพียงเล็กน้อยจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้

8.2.2 การเติมสร้างตะกอน

เมื่อทำการปรับค่า pH ของน้ำเสียให้เหมาะสมต่อชนิดของสารเคมีและทำการเติมสารเคมีลงไปในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน เมื่อผสมเข้ากันดีแล้วตั้งทิ้งไว้ พบว่า สารเคมีที่นำมาทดสอบมีความสามารถในการสร้างตะกอนแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 11

สารสร้างตะกอน	ปริมาณที่ใช้ (mg/L)	การเกิดตะกอน
ALUM	50 - 60	ได้ตะกอนเบา ตกลงช้า น้ำใส
$FeSO_4$	10 - 20	ได้ตะกอนละเอียด ตกลงช้า น้ำใส
$Fe_2(SO_4)_3$	50 - 60	ได้ตะกอนใหญ่ ตกลงเร็ว น้ำมีสีเหลือง
$FeCl_3$	30 - 50	ได้ตะกอนใหญ่ ตกลงเร็ว น้ำมีสีเหลือง

ตารางที่ 11 แสดง ผลการทดสอบสารสร้างตะกอน

แต่เมื่อนำน้ำเสียที่ได้ผ่านการตกตะกอนมาทำการวัดปริมาณโลหะหนัก พบว่า การใช้สารสร้างตะกอนเหล่านี้ไม่สามารถลดปริมาณโลหะหนักได้ จนอยู่ในขั้นที่ปลอดภัย และสารสร้างตะกอนบางตัวยังมีผลทำให้มีการเพิ่มปริมาณ Fe ให้กับน้ำเสียอีกด้วย ผลการวัดปริมาณโลหะหนักแสดงได้ดังตารางที่ 12

โลหะหนัก (ppm)	สารสกัดตะกอน			
	Alum	FeSO ₄	Fe ₂ (SO ₄) ₃	FeCl ₃
Pb	5.7643	3.7965	6.7237	5.9792
Zn	0.1288	0.0332	0.0832	0.0754
Cd	0.2775	0.2665	0.2769	0.3093
Ag	0.0086	0.0075	0.0079	0.0045
Cu	0.9823	0.2494	0.3286	0.3137
Fe	0.4154	0.8817	4.8626	6.6478

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณโลหะหนักภายหลังการตกตะกอนสารเคมีในน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษาวิจัย

1. การศึกษาสภาพพื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการดำเนินการวิจัย ทำให้ทราบว่า คณะวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีการเจริญเติบโต ในด้านอาคารสถานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพพื้นที่เดิมไปเป็นสถานที่ที่จะก่อสร้างอาคารใหม่ มีการถมพื้นที่บ่อน้ำที่อยู่โดยรอบเพื่อใช้พื้นที่ ทำให้ขาดแหล่งรองรับน้ำเสีย ที่มีแหล่งที่มาจากกลุ่มอาคารเหล่านี้ และการที่คณะวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เป็นที่ราบต่ำ ระดับน้ำใต้ดินสูง ก็จะทำให้เกิดปัญหาการซึมเข้าสู่ระบบบำบัดสิ่งแวดล้อมแบบบ่อเกรอะ - บ่อซึม เมื่อมีปริมาณน้ำในดินมาก เช่น เมื่อมีฝนตก หรือเมื่อเกิดน้ำท่วม

2. การศึกษาหาปริมาณผู้ใช้น้ำ ชนิดและปริมาณน้ำใช้ภายในคณะวิทยาศาสตร์

จากการดำเนินการวิจัย ทำให้ทราบว่าปริมาณผู้ใช้น้ำในคณะวิทยาศาสตร์มีการเพิ่มปริมาณในทุกๆปี แต่อัตราการเพิ่มจำนวนไม่คงที่ขึ้นอยู่กับนโยบายของผู้บริหาร โดยในปีการศึกษาปัจจุบันมีปริมาณผู้ใช้น้ำที่สามารถสำรวจได้ 998 คน แบ่งเป็น เจ้าหน้าที่ และอาจารย์ 148 คน และนักศึกษา 850 คน โดยน้ำใช้ในคณะวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำประปา และน้ำกลั่น ปริมาณน้ำประปา ที่ใช้ต่อวันภายในคณะฯ และบริเวณโรงอาหาร มีค่าเท่ากับ 59.73 และ 4.75 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้ในแต่ละวันมีค่าเท่ากับ 26 ลิตร หรือ 0.026 ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาหาชนิดของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์และภาควิชาเคมี

จากการดำเนินการวิจัย พบว่าสารเคมีที่มีการใช้ในห้องปฏิบัติการของทั้งสองภาควิชา มีสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดมลภาวะแก่น้ำที่ทิ้งออกมา และมีผลกระทบต่อผู้ที่ใช้น้ำที่มีการปนเปื้อนของสารเหล่านี้

4. การศึกษาหาชนิดและปริมาณของน้ำเสียจากคณะวิทยาศาสตร์

จากการดำเนินการวิจัย ทำให้ทราบว่า น้ำเสียที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ คือ น้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ปะปนมาก ได้แก่ น้ำเสียจากโรงอาหารและสิ่งปฏิกูลจากห้องน้ำและน้ำเสียที่มีปริมาณสารอนินทรีย์ปะปนอยู่มาก ได้แก่ น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ และเมื่อวัดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยการประมาณจากอัตราการไหลของน้ำเสีย และการประมาณค่าจากปริมาณน้ำใช้โดยการคิดเทียบตามแผนประจักษ์ระบบน้ำเสียกรุงเทพ ฯ ซึ่งกำหนดให้ ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 85 ของปริมาณน้ำที่ใช้ไป

5. การศึกษาและตรวจสอบคุณภาพน้ำเสีย

จากการดำเนินการวิจัย พบว่า น้ำเสียจากโรงอาหารมีค่า COD, BOD และปริมาณไขมัน สูง คือ 378 มก./ล., 212.2 มก./ล. และ 425 มก./ล. ตามลำดับ ควรมีการบำบัดก่อนปล่อยออกไป และ น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ มีค่า pH ในช่วงกว้าง คือ 5-11 และมีปริมาณสารเคมีปะปนอยู่สูง และมีปริมาณโลหะหนัก คือ ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม ทองแดงและเหล็กในปริมาณมาก โดยเฉพาะ ตะกั่วมีปริมาณสูงถึง 6.72 mg/L นอกจากนี้ ในทุกๆบริเวณที่มีการเก็บตัวอย่าง จะพบจุลินทรีย์ประเภทโคลิฟอร์มเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณ อาคารฝึกงานเคมีฯ โรงอาหาร และท่อน้ำทิ้ง

6. การสำรวจเส้นทางการระบายน้ำเสียของคณะวิทยาศาสตร์

จากแผนผังแสดงเส้นทางการระบายน้ำเสียทำให้ทราบว่าน้ำเสียที่ระบายออกจากคณะจะผ่านออกไปสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยการระบายไปตาม คูระบายน้ำ ที่วางตัวขนานไปกับถนนคลองกรุง และลงสู่คลองลำแขก ซึ่งจะระบายลงสู่คลองประเวศบุรีรมย์ต่อไป ซึ่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียและสารเคมีที่เป็นพิษ ก็จะสามารถแพร่กระจายไปสู่ผู้ใช้น้ำในบริเวณรอบๆ คณะวิทยาศาสตร์ได้

7. การประเมินคุณภาพน้ำเสีย และศึกษาปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากน้ำเสียภายในคณะวิทยาศาสตร์

จากการประเมินคุณภาพน้ำเสียสรุปว่า น้ำเสียจากโรงอาหาร มีค่า BOD สูงเกินค่ามาตรฐาน ที่กำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ มีปริมาณโลหะหนักปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะ ตะกั่ว ที่มีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานมาก และจากการสำรวจปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่ามีปัญหาหลายข้อที่ควรรีบแก้ไข คือ ควรแก้ปัญหาการอุดตันของถังกรองน้ำเสียที่มาจากห้องปฏิบัติการ และ มีการจัดตั้งระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารเคมีในน้ำเสีย ควรจัดตั้งระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลจากห้องน้ำ-ห้องส้วม ให้แก่ อาคารฝึกงานเคมีและเทคโนโลยีโพลีเมอร์ รวมทั้งการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารให้มีคุณภาพดี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำต่อไป

8. การศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่มีคุณภาพเลว โดยการทดสอบการตกตะกอน และหาความสามารถในการบำบัดน้ำของจุลินทรีย์

8.1 การทดสอบหา MICROBIAL TREATABILITY หรือความสามารถในการบำบัดทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียมีความสามารถที่จะบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ เนื่องจากสามารถใช้สารอินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย ไปใช้ในการเจริญเติบโตและลดค่า BOD ลงได้

8.2 การทดสอบการตกตะกอน

8.2.1 การปรับค่า pH เพื่อให้เกิดการตกตะกอน

การปรับค่า pH ไม่สามารถนำมาใช้ในการทำให้สารเคมีที่ปนเปื้อน อยู่ในน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการตกตะกอนลงได้ เนื่องจากน้ำทั้งสารเคมีมีลักษณะที่เป็นบัฟเฟอร์ การเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงค่า pH ไม่สามารถทำให้เกิด Isoelectric Point ของสารเคมีชนิดต่างๆ ได้

8.2.2 การเติมสารสร้างตะกอน

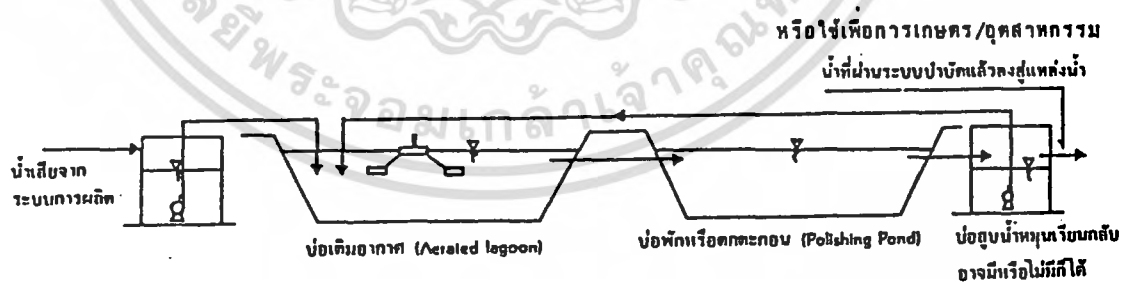
สารที่มีคุณสมบัติช่วยการตกตะกอน ทั้ง 4 ชนิด คือ ALUM , $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ และ $FeCl_3$ มีคุณสมบัติที่ดีในการช่วยให้สารเคมีในน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ แยกตัวออกมาในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปของตะกอน แต่สารสร้างตะกอน $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ และ $FeCl_3$ จะทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีปริมาณเหล็กไอออนสูง และมีสีเหลือง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาแก่สุขภาพ ของผู้ที่นำน้ำไปใช้ในการอุปโภค-บริโภค และการเกิดสนิมเหล็กในท่อของระบบบำบัดอีกด้วย จึงควรใช้สารสร้างตะกอนประเภท Alum มากกว่า และนอกจากนี้ สารสร้างตะกอนเหล่านี้ยังไม่มี ความสามารถที่จะตกตะกอนโลหะหนักที่มีอยู่ในน้ำเสียได้ จึงต้องใช้วิธีอื่นร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร สามารถบำบัดได้หลายรูปแบบทั้งระบบแบบที่ใช้จุลินทรีย์ ที่ต้องการอากาศและที่ไม่ต้องการอากาศ แต่ระบบแต่ละระบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป การเลือก ใช้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ราคาและความง่ายในการควบคุมดูแล ให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริเวณโรงอาหาร มีพื้นที่ในการสร้างระบบบำบัดเหลือน้อย และต้องป้องกัน ไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็น รบกวนผู้ที่ใช้สถานที่อยู่ และไม่ควรก่อเสียงรบกวนมากนัก แต่ต้องมี ประสิทธิภาพในการกำจัดดี โดยมีราคาค่าก่อสร้างต้องไม่แพง เนื่องจากงบประมาณในการสร้าง มีจำกัด

ระบบบำบัดที่เห็นสมควรให้มีการนำไปใช้ คือระบบ AERATED LAGOON โดยตัดแปลงให้ตัว ถึงปฏิกิริยาทั้งหมดฝังอยู่ในดิน เพื่อลดการใช้พื้นที่ด้านบน และติดตั้งระบบขั้วต้น คือ ตะแกรงตก เศษอาหาร และบ่อดักไขมัน รวมทั้ง EQUALIZATION TANK เสียก่อน โดยระบบบำบัดที่จัด สร้างควรมีลักษณะดังรูป



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon = AL)

รูปที่ 41 แสดงระบบบำบัดแบบ AERATE LAGOON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยระบบบำบัดนี้ จะต้องมีความสามารถที่จะบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารและลดค่า BOD จนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมให้ปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ และเมื่อน้ำเสียได้ผ่านระบบบำบัดแล้ว น้ำจะผ่านออกสู่คูน้ำด้านหน้าคณะฯ ก็จะมีการดูดซับ สารประกอบไนโตรเจนและฟอสเฟตโดยผักตบชวา ก่อนที่น้ำเหล่านี้จะผ่านลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ก็เป็นการลดมลภาวะได้อีกทางหนึ่ง

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพของบ่อเกรอะ-บ่อซึม อาจทำได้โดยการดัดแปลงระบบบ่อเกรอะบ่อซึมให้เป็นระบบแบบใหม่ต่างๆ ดังนี้คือ

- ระบบบ่อเกรอะ-ถังกรองไร้อากาศ (SEPTIC ANAEROBIC FILTER SYSTEM) เป็นระบบที่ใช้บ่อเกรอะและถังกรองไร้อากาศมาใช้บำบัดน้ำเสียร่วมกัน โดยถังกรองไร้อากาศจะทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะอีกครั้งหนึ่งก่อนที่ปล่อยน้ำเสียออกไป ทำให้น้ำที่ปล่อยออกไป มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้นสามารถบำบัดน้ำเสียให้มีค่า BOD ประมาณ 40 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้ตัวกรองที่เป็นหิน พลาสติก โฟม หรืออิฐหัก

ข้อดี

- ช่วยลดปัญหาการอุดตันของช่องว่างของดิน เนื่องจากปริมาณตะกอนน้อยลง
- ทำให้น้ำเสียที่ปล่อยออกมามีคุณภาพดีขึ้น
- อาจใช้วิธีการกำจัดโดยการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

ข้อเสีย

- มีราคาแพงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้บ่อเกรอะอย่างเดียว
- กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้น้อยมาก
- ถังกรองขนาดใหญ่ไม่มี ต้องออกแบบสร้างเอง หรือใช้หลายถังร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บ่อเกรอะ-เครื่องกรองทราย

ระบบนี้ใช้เครื่องกรองทรายต่อกับระบบบ่อเกรอะ โดยน้ำเสียจะผ่านบ่อเกรอะก่อน ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดลง เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานป้องกันการอุดตันของตัวกรองด้วย ตัวกรองที่ใช้ นอกจาก ทรายแล้วสามารถใช้ ANTHRACITE หรือ ACTIVATED CARBON แทนได้ ความลึกของตัวกรอง ในเครื่องกรองทราย 24-42 นิ้ว หรือ 62-107 นิ้ว เครื่องกรองทรายมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ

- เครื่องกรองทรายชนิดใต้ดิน(BURIED FILTER) หรือลานกรองทรายใต้ดิน
- เครื่องกรองทรายชนิดผิวดินหรือบนดิน(FREE ACCESS FILTER)
- เครื่องกรองทรายชนิดหมุนเวียน(RECIRCULATING FILTER)

- เครื่องกรองทรายชนิดใต้ดินหรือลานกรองทรายใต้ดิน

ข้อดี

- น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่า BOD และสารแขวนลอยน้อยกว่า 10 mg/l และ 12 mg/L ตามลำดับ สามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำหรือท่อระบายน้ำสาธารณะ
- ลดจำนวนแบคทีเรียได้มาก
- การระบายน้ำเสียเข้าสู่ระบบสามารถใช้การไหลโดยวิธีธรรมชาติ

ข้อเสีย

- เพิ่มไนโตรเจนและฟอสฟอรัสให้แก่น้ำใต้ดิน
- อาจเกิดการอุดตันของทรายกรอง
- ต้องการพื้นที่ 5 ตารางเมตร/คน
- ต้องมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อน
- ไม่เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่สูง
- ต้องกวาดหน้าทรายออกเมื่ออุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องกรองทรายชนิดผิวดินหรือบนดิน

ระบบนี้ประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ น้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่า BOD 8-23 มก./ล. อายุการใช้งานของเครื่องกรองตั้งแต่ 3-9 เดือน

ข้อดี

- น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่า BOD ต่ำ
- ระบบสามารถติดตั้งได้ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่สูง
- ใช้พื้นที่น้อยในการบำบัดน้ำเสียใช้พื้นที่ 1 ตารางเมตร/คน

ข้อเสีย

- ต้องใช้เครื่องสูบน้ำ
- ไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนได้
- อาจเกิดการอุดตันของทรายกรองซึ่งต้องใช้วิธีกวาดหน้าทรายออก
- เครื่องกรองทรายชนิดหมุนเวียนระบบจะมีบ่อพักและเครื่องสูบน้ำ การออกแบบมีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องกรองทรายชนิดฝังดินและบนดิน มีประสิทธิภาพกำจัด BOD น้อยกว่า 20 มก./ล. และกำจัดสารแขวนลอยให้น้อยกว่า 10 มก./ล.

ข้อดี

- มีประสิทธิภาพสูง
- ใช้พื้นที่ 1 ตารางเมตร/คน
- สามารถระบายลงแหล่งน้ำ

ข้อเสีย

- ต้องใช้เครื่องสูบน้ำ
- ต้องใช้อุปกรณ์อื่นๆ
- ต้องมีการกวาดหน้าทรายออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้ถังบำบัดปฏิภนจากส้วมสำเร็จรูป
ระบบจะประกอบด้วย ส่วนเติมอากาศ ส่วนตกตะกอนและส่วนฆ่าเชื้อในถังเดียวกัน

ข้อดี

- สามารถระบายลงแหล่งระบายน้ำสาธารณะได้เลย
- ไม่มีปัญหาการรั่วซึมของถัง

ข้อเสีย

- ราคาแพงเมื่อเทียบกับบ่อเกรอะ
- ต้องใช้พลังงานในการเติมอากาศ
- น้ำเสียอาจไม่ได้คุณภาพ ถักระบบออกแบบมาไม่มีประสิทธิภาพ

3. ปัญหาในการกำจัดโลหะหนักที่ปะปนมาในน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ ควรทำการกำจัดโลหะหนักที่ปะปนมา ซึ่งการกำจัดทำได้หลายวิธี คือ

- การตกตะกอนด้วย FeS
- การตกตะกอนด้วย NaOH หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- การตกตะกอนด้วย Na_2CO_3
- การตกตะกอนด้วย NaBH_4
- การดูดซับด้วยผักตบชวา

วิธีการตกตะกอนด้วยสารเคมีนั้น จะต้องควบคุม pH และสภาวะอื่นๆ ของระบบให้เหมาะสม และการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นปฏิกิริยาที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดของโลหะหนัก ถ้าน้ำเสียมีสภาพที่ไม่เหมาะสม ก็จะต้องเพิ่มขึ้นตอนในการปรับคุณภาพขั้นต้น ทำให้เกิดความยุ่งยาก และสิ้นเปลืองต้นทุนในการกำจัดเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรใช้การกำจัดโลหะหนักโดยการดูดซับด้วยผักตบชวา เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกำจัดสูง ไม่มีปฏิกิริยาที่จำเพาะเจาะจง และไม่สิ้นเปลือง ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีเพียงการเจริญเติบโตที่รวดเร็วเท่านั้น ถ้าหากมีการควบคุมดูแลเก็บผักตบชวาในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมก็เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียที่มาจากห้องปฏิบัติการ ควรมีขั้นตอนดังนี้ คือ

- 1) ดักตะกอนสารเคมีที่ปะปนมากับน้ำเสีย
- 2) ผ่านน้ำเสียเข้าสู่ equalization tank เพื่อทำการปรับคุณภาพของน้ำเสียให้คงที่ เหมาะสมต่อการตกตะกอน
- 3) ตกตะกอนสารเคมีที่เจือปนอยู่ให้แยกตัวออกมาในรูปของตะกอน
- 4) ปล่อยส่วนของเหลวออกมามุ่งน้ำที่มีการเพาะเลี้ยงสิ่งมีชีวิตบิวาไว้ เพื่อทำการดูดซับโลหะหนัก
- 5) ปล่อยน้ำเสียที่มีการบำบัดแล้วลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

4. การที่คณะฯ ได้มีการต่อท่อน้ำเพื่อนำน้ำฝนที่มีปริมาณมากในฤดูฝนมาใช้ในการทำให้น้ำทิ้งสารเคมี มีความเงื่อนงำก่อนที่ปล่อยทิ้ง โดยที่ไม่ได้ใช้ท่าประโยชน์ใดๆ นั้น ควรจะมีการแก้ไขโดยทำภาชนะเก็บกักน้ำฝนที่มีปริมาณมากนี้ไว้ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของคณะฯ หรือ เป็นแหล่งน้ำสำรองในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น เกิดอัคคีภัย เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ และเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

5. ควรมีการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการร่วมมือกันสงวนและรักษาทรัพยากรน้ำให้แก่ผู้ใช้สถานที่ของคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความตระหนักถึงปัญหาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

6. ในกลุ่มอาคารใหม่ ในปัจจุบัน ได้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge ซึ่งออกแบบโดยกรมโยธาธิการ เมื่อระบบบำบัดนี้เริ่มดำเนินการ ควรมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับระบบได้ เนื่องจากระบบ Activated Sludge เป็นระบบบำบัดที่ใช้จุลินทรีย์ จะมีความละเอียดอ่อนทั้งในด้าน kinetic ของจุลินทรีย์ , ลักษณะของตะกอน ปัญหาการลอยตัวของตะกอน ฯลฯ ในขั้นต้น ควรมีการส่งบุคลากรของคณะฯ ไปทำการอบรมและฝึกฝนความชำนาญในการดำเนินการระบบ เพื่อให้เกิดความชำนาญและมีประสบการณ์ เมื่อระบบเริ่มดำเนินการจริง ก็จะไม่ทำให้เกิดปัญหาจนถึงขั้นระบบบำบัดล้มเหลว ดังที่เกิดขึ้นกับระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารศูนย์เรือนรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หลักการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์

ความสำคัญของการเก็บตัวอย่างน้ำและลักษณะสมบัติที่ควรวิเคราะห์ของน้ำเสียประเภทต่าง ๆ

ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียถูกกำหนดด้วยภาระทางชลศาสตร์ (hydraulic load) และภาระทางปริมาณมลสารที่ต้องกำจัด (pollutant load) ดังนั้น ข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณอัตราการไหล และลักษณะสมบัติของน้ำเสียจึงมีความสำคัญในการคำนวณออกแบบและควบคุมระบบบำบัดอย่างมาก แต่ข้อมูลลักษณะสมบัติและปริมาณดังกล่าวจะเชื่อถือได้เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการเก็บรายละเอียดของกระบวนการผลิตและ/หรือระบบบำบัดเป็นอย่างดีเพื่อจะได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำได้ถูกต้อง และเป็นตัวแทนที่แท้จริง ข้อสำคัญอีกอันหนึ่งคือ ผู้เก็บตัวอย่างน้ำ หรือผู้วิเคราะห์ต้องทราบว่า จะเก็บตัวอย่างน้ำนั้นไปเพื่อวิเคราะห์อะไร จะได้ทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำได้ถูกต้อง ข้อควรพิจารณาในการเก็บตัวอย่างน้ำมีดังนี้

1. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ
2. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ
3. วิธีการเก็บ
4. การส่งตัวอย่างน้ำเข้าห้องปฏิบัติการ

1. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1 ขวดตัวอย่างน้ำ มักเป็นชนิดขวดแก้ว หรือโพลีเอทิลีน (polyethylene) ขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุน้ำไปทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ก่อนใช้ควรล้างให้สะอาดด้วยกรดโครมิก และล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2-3 ครั้ง ในกรณีใช้ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ ควรจะอบ ก่อนเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับขวด การใช้ภาชนะอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ควรหลีกเลี่ยง เพราะอาจจะเกิดปฏิกิริยากับกรดหรือด่างที่มีอยู่ในน้ำตัวอย่างที่เก็บซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของน้ำตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไป

1.2 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ภาชนะสำหรับตักตัวอย่างน้ำ กระบอกตวง ถังน้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ สายวัด ดินสอ จลากลสำหรับปิดขวดสารเคมีที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ ฯลฯ

2. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

2.1 ถ้าเป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ให้เก็บตัวอย่างน้ำจากจุดทุก ๆ จุดที่มีการปล่อยน้ำเสียออกมา หรือที่จุดรวมของน้ำเสียก่อนระบายออกนอกโรงงาน

2.2 ในการตรวจสอบ และควบคุมลักษณะของน้ำเสีย ให้เก็บน้ำตัวอย่างจากจุดที่จะปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำ หรือท่อระบายของเทศบาล (sewer)

2.3 ในเป็นน้ำเสียชุมชน ให้เก็บจากปลายท่อระบายน้ำเสีย หรือบ่อตรวจการระบาย (manhole)

2.4 ในการตรวจสอบหาประสิทธิภาพและควบคุมการทำงานของระบบบำบัด ให้เก็บจากจุดต่าง ๆ ตามขั้นตอนของระบบบำบัดบริเวณที่จะเก็บน้ำตัวอย่าง จะต้องเป็นบริเวณที่ไม่มีการตกตะกอน และน้ำเสียควรรวมกันได้ดี

3. วิธีการเก็บ

การที่จะเก็บตัวอย่างน้ำ ให้ได้ตัวแทนที่มีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับน้ำเสียทั้งหมดนั้น จำเป็นต้องเลือกวิธีการเก็บที่เหมาะสม จึงแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

3.1 การเก็บแบบจ้วง (grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเฉย ๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ ดังนั้น ตัวอย่างน้ำจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะสมบัติของน้ำ ณ จุดเก็บเฉพาะเวลานั้นเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำแบบใช้ได้ดีในกรณีที่

ก. น้ำเสียไม่ได้ไหลต่อเนื่อง

ข. น้ำเสียมีลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

ค. ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของน้ำเสีย ตามกรรมวิธีการผลิต ในกรณีกรณีต้องจ้วงเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างมาเทียบกับเวลา

ง. ต้องการหาลักษณะสมบัติบางอย่างของน้ำ เช่น พีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจน ตะกอนหนัก

3.2 การเก็บแบบผสมรวม (composit sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครึ่งต่อช่วงการผลิต โดยแบ่งแต่ละช่วงระยะเวลาของการเก็บให้สม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำแล้วนำมารวมลงในถังเก็บใบเดียวกันนี้ ซึ่งควบคุมเอาไว้ประมาณ 10 องศาเซลเซียส การเก็บวิธีนี้ มีข้อดีตรงที่ลดจำนวนตัวอย่างน้ำที่ต้องวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายเคมีภัณฑ์ และเวลาในการศึกษาได้มาก แต่ถึงอย่างไรก็มีข้อเสีย คือ ต้องใช้เวลามากในการเก็บตัวอย่างน้ำ นานกว่าวิธีแรก

3.3 ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างน้ำและจำนวนครั้งของการเก็บ ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย นั้น ๆ สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงอาจจะเก็บทุกชั่วโมง ถ้าน้ำนั้นมีความแปรปรวนมาก หรืออาจเก็บทุก 2, 4, 8, 16 หรือ 24 ชั่วโมง ในกรณีที่น้ำนั้นไม่ค่อยมีความแปรผัน แต่ถ้าเป็นการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม เวลาที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติของน้ำเสียและไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง

3.4 ปริมาณน้ำตัวอย่าง การเก็บแต่ละครั้ง ผู้เก็บควรมุ่งหวังไว้ก่อนว่า จะเก็บตัวอย่างน้ำไปเพื่อวิเคราะห์อะไร โดยเฉลี่ยแล้วควรเก็บตัวอย่างน้ำปริมาณไม่น้อยกว่า 5 ลิตร ส่วนรายละเอียดที่เกี่ยวกับปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละค่า จะได้แสดงไว้ในวิธีวิเคราะห์ต่อไป

3.5 การวัดปริมาณน้ำ ต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการไหลของน้ำเสีย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลด้วยเช่นกัน การเลือกเครื่องมือ และวิธีที่เหมาะสมกับงาน จึงมีความสำคัญมาก โดยต้องคำนึงถึงราคา ชนิดของท่อระบายน้ำ ความสะดวกในการวัด และลักษณะน้ำเสียของน้ำด้วย

ถ้าเป็นแบบท่อปิด ก็ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ เช่น VENTURI METER หรือ FLOW METER แต่ถ้าเป็นท่อปลายเปิดก็อาจใช้วิธี nozzle หรือ California pipe method เป็นต้น ส่วนถ้าการระบายน้ำอยู่ในลักษณะแบบรางเปิด (open channel) ก็ใช้ฝายหรือเวียร์ ในการวัดสะดวกที่สุด

4. การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ (preservation)

โดยทั่วไปผลการวิเคราะห์จะเชื่อถือได้ที่สุด และเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด ก็ต่อเมื่อต้องการทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทันทีภายหลังการเก็บตัวอย่างแล้วว ทั้งนี้ เพราะเมื่อทิ้งตัวอย่างไว้นานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางน้ำเสียทางด้านเคมีและชีววิทยาได้ การเปลี่ยนแปลงลักษณะน้ำเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้าหากทำการเก็บตัวอย่างน้ำไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่มืดและที่อุณหภูมิต่ำ (4 องศาเซลเซียส) จะลดการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาทำการตรวจวิเคราะห์ได้อย่างมาก

หลักการโดยทั่วไปที่ต้องการทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ก็เพื่อป้องกันและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสมบัติของตัวอย่าง ในช่วงเวลาหลังการเก็บและก่อนการตรวจวิเคราะห์ โดยมีจุดประสงค์ คือ

1. ชลอปฏิกิริยาทางชีววิทยา
2. ชลอการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ และสารประกอบเชิงซ้อน ในกระบวนการไฮโดรไลซิส
3. ลดการระเหยขององค์ประกอบในน้ำ

5. การส่งน้ำตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างน้ำเมื่อเก็บมาแล้วต้องเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ทันที แต่ถ้ามีการลำเลียงด้วยประการใดก็ตาม ควรเก็บตัวอย่างน้ำเหล่านี้ไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเขียนฉลากติดไว้ที่ข้างขวด

1. การเขียนฉลาก หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำแล้วควรเขียนทันที ตัวอย่างการเขียนฉลากมีดังนี้

ตัวอย่างของน้ำ

จุดที่เก็บ

วิธีการเก็บ

อุณหภูมิ ฟีเอช.....

วิธีการเก็บรักษา.....

เวลา วันที่.....

ผู้เก็บ.....

2. ช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาและการตรวจวิเคราะห์ โดยปกติแล้วการตรวจวิเคราะห์ควรจะทำทันที เพื่อมิให้สภาพน้ำที่เก็บมาเปลี่ยนแปลงไป ถ้าเป็นการตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ ควรกระทำในขณะที่เก็บหรือในทันทีที่ตัวอย่างถึงห้องทดลอง ระยะเวลาที่ขอมให้มากที่สุดที่จะเก็บตัวอย่างน้ำไว้ก่อนวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพเป็นดังนี้ คือ

น้ำไม่เสี (unpolluted waters)	72	ชั่วโมง
น้ำเสีเล็กน้อย (slightly polluted water)	48	ชั่วโมง
น้ำเสี (polluted water)	12	ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

หลักการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ

เนื่องจากความสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ดังกล่าวแล้ว ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ จึงจำเป็นจะต้องมีการควบคุมตรวจสอบคุณภาพเป็นประจำ เป็นต้นว่า คุณภาพน้ำยาเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์เป็นอย่างมาก

ตัวกำหนด (parameter) ต่าง ๆ ที่ใช้แสดงถึงลักษณะของน้ำเสียที่ทำการวิเคราะห์กันอยู่ทั่วไป

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ (physical methods) ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น สี กลิ่น เป็นต้น
2. การวิเคราะห์ทางเคมี (chemical methods) ได้แก่ พีเอช ซีโอดี บีโอดี เป็นต้น
3. การวิเคราะห์ทางชีวภาพ (biological methods) ได้แก่ การตรวจหาโคลิฟอร์ม การนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (standard plate count) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ มีเครื่องมือ อุปกรณ์และใช้วิธีการที่แตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามจะเลือกใช้วิธีไหนนั้น ควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้ คือ

1. จะต้องเป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ลักษณะสมบัติที่ต้องการได้อย่างเที่ยงตรงและถูกต้อง ตลอดจนไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแทรกสอด (interferences) ที่มักเจือปนอยู่ในตัวอย่างน้ำเสีย

2. กระบวนการของวิธีการวิเคราะห์นั้น ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้วิเคราะห์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการด้านน้ำทิ้งทั่วไป

3. วิธีการวิเคราะห์ที่เลือกใช้ ควรเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่ตามห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ในปัจจุบัน หรือใช้ทำการทดสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้แน่นอน ทั้งนี้เพื่อผลสำหรับการเปรียบเทียบและความเป็น

มาตรฐานระหว่างห้องปฏิบัติการด้วยกันเอง

3. วิธีการวิเคราะห์ที่เลือกใช้ ควรเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปตามห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อผลสำหรับการเปรียบเทียบและความเป็นมาตรฐานระหว่างห้องปฏิบัติการ
4. ควรเป็นวิธีวิเคราะห์ที่สามารถทำได้เร็ว เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำจำนวนมาก ๆ ที่ต้องการวิเคราะห์เป็นประจำ

การตรวจลักษณะทางกายภาพ

อุณหภูมิ

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่สิ่งมีชีวิตในน้ำอาจถึงตายได้ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำที่สูงเกินไปและยังเป็นการละลายของออกซิเจนในน้ำลดลงอีกด้วย ตามกฎกระทรวงอุตสาหกรรมยอมให้มีอุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยสู่ลำน้ำสาธารณะได้ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

พีเอช

การวัดค่าพีเอชทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวถึง วิธีใช้ pH meter ซึ่งได้ใช้กว้างขวางแม้แต่ตัวอย่างที่มีความขุ่นหรือน้ำเสีย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดพีเอช
2. น้ำกลั่น
3. สารละลายพีเอชมาตรฐาน

วิธีการ

1. ฉีดน้ำกลั่นล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูซับแห้ง
2. ปรับค่ามาตรฐานเครื่องมือด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าพีเอชใกล้เคียงกับค่าตัวอย่างน้ำ
3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง
4. นำอิเล็กโทรดจุ่มในตัวอย่างน้ำ วัดค่าพีเอชและจดบันทึกไว้
5. เมื่อวัดค่าเสร็จแล้ว ล้างหัวอิเล็กโทรดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็ง

สารเจือปนที่เป็นทั้งสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ที่เป็นสของแข็งไม่ละลายน้ำอยู่อาจปนในรูปสารแขวนลอย ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำจะมีประโยชน์ในการพิจารณาความเหมาะสมของน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภค การวิเคราะห์ค่าของแข็งมีหลายชนิด ดังนี้

ปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระจกทรงไข่แก้ว No.GF/C เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร
2. กรวยกรอง ความจุ 100 มล. เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร
3. เครื่องดูด (suction pump)
4. ตู้อบความร้อน
5. เตาเคเตอร์
6. เครื่องชั่งละเอียด

วิธีการ

1. อบกระจกทรงไข่แก้วให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งให้เย็นในเตาเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักกระจกทรงไข่
2. เลือกปริมาตรน้ำตัวอย่างที่จะให้ค่าสารแขวนลอยอย่างน้อยที่สุดประมาณ 2.5 มิลลิกรัม
3. วางกระจกทรงไข่ลงในกรวยที่ต่อเข้ากับเครื่องดูด
4. ใช้น้ำกลั่นฉีดกระจกทรงไข่ให้เปียกเพื่อให้ติดแน่นกับกรวย
5. เทตัวอย่างน้ำปริมาณที่ต้องการผ่านกระจกทรงไข่โดยอาศัยแรงดูดจากเครื่องดูด
6. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ตกค้างอยู่ข้างกรวยจนหมด รวบรวมเครื่องดูดน้ำหมด
7. ปิดเครื่องดูด ใช้ปากคีบจับกระจกทรงไข่ภาชนะทนไฟ นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือจนกระจกแห้ง
8. ทิ้งให้เย็นในเตาเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักกระจกทรงไข่เพิ่มขึ้น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของตะกอน (มิลลิกรัม)} \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของน้ำตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณตะกอนหนัก (settleable solids)

เป็นปริมาณตะกอนหนักที่จมตัวลงที่ก้นภาชนะ เมื่อนำมาตั้งทิ้งไว้นาน ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์

กรวยอิมฮอฟท์ (Imhoff cone) ความจุ 1 ลิตร

วิธีการ

1. เทตัวอย่างน้ำที่คนจนเข้ากันดีลงในกรวยอิมฮอฟท์จนถึงขีด 1 ลิตร
2. ตั้งทิ้งไว้นาน 45 นาที สารที่หนักจะจมตัวลงสู่ก้นกรวย
3. ใช้แท่งแก้วตรงกวนข้าง ๆ กรวย เพื่อให้สารจมตัวได้ถึงกรวยหมด
4. ปลดข้อทิ้งไว้อีก 15 นาที อ่านปริมาตรของสารที่จมตัวได้จากขีดบอกปริมาตรแล้วรายงานผลเป็น มิลลิลิตร/ลิตร

ปริมาณสารละลาย (dissolved solids)

เป็นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำที่ไหลผ่านกระดาษกรอง เมื่อกรองเอาสาร

แขวนลอยออกจะนำไปหาปริมาณสารละลายได้ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานระเหย (evaporating dish)
2. เครื่องอังไอน้ำ (water bath)
3. เตาฮีเคเตอร์
4. เครื่องชั่งละเอียด
5. ตู้อบความร้อน

วิธีการ

1. ชั่งจานระเหยที่อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ และปล่อยให้เย็นในเตาฮีเคเตอร์
2. นำตัวอย่างน้ำที่ได้จากการกรองเอาตะกอน หรือปริมาณสารแขวนลอยออก แล้วมาจำนวน 50 มิลลิกรัม ใส่ลงในจานระเหยที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
3. นำไปตั้งบนเครื่องอังน้ำ จนกระทั่งน้ำในจานแห้ง
4. นำจานที่แห้งเข้าตู้อบอุณหภูมิ 180 oC อบจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่
5. ทิ้งจานระเหยให้เย็นในเตาฮีเคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชั่งน้ำหนักงานระเหยอีกครั้ง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือน้ำหนักของปริมาณสารละลาย

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักสารละลาย (มิลลิกรัม)} \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของน้ำตัวอย่าง}}$$

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids)

เป็นปริมาณสารที่เหลืออยู่ในภาชนะ หลังจากระเหยน้ำออกจากตัวอย่างจนหมด ซึ่งรวมทั้งของแข็งที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. งานระเหย
2. เครื่องอิงไอน้ำ
3. ตู้อบความร้อน
4. เตาซีเคเตอร์
5. เครื่องชั่งละเอียด

วิธีการ

1. นำงานระเหยไปอบให้แห้งและมีน้ำหนักคงที่ ในตู้สำหรับอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักของงานระเหยเมื่อเย็น
2. เลือกใช้ปริมาตรตัวอย่างน้ำที่เหมาะสม (50-100 มิลลิกรัม)
3. ค่อย ๆ รินตัวอย่างน้ำที่ต้องการหาลงในจาน ตั้งบนเครื่องอิงไอน้ำ เมื่อน้ำระเหยหมด นำงานไปอบอุณหภูมิ 103-105 °C จนแห้งและมีน้ำหนักคงที่
4. ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น คือน้ำหนักของของแข็งทั้งหมด

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็ง (mg)} \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำ}}$$

ปริมาณของแข็งที่ระเหย และปริมาณสารคงตัว (Volatile solids and Fixed solids)

ปริมาณสารระเหย หมายถึง ปริมาณที่สลายไปได้ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ส่วนตะกอนที่เหลืออยู่และไม่สลายไปเรียกว่า ปริมาณสารคงตัว ส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานระเหย
2. เตาเผา (muffle funnel)
3. เครื่องชั่งละเอียด

วิธีการ

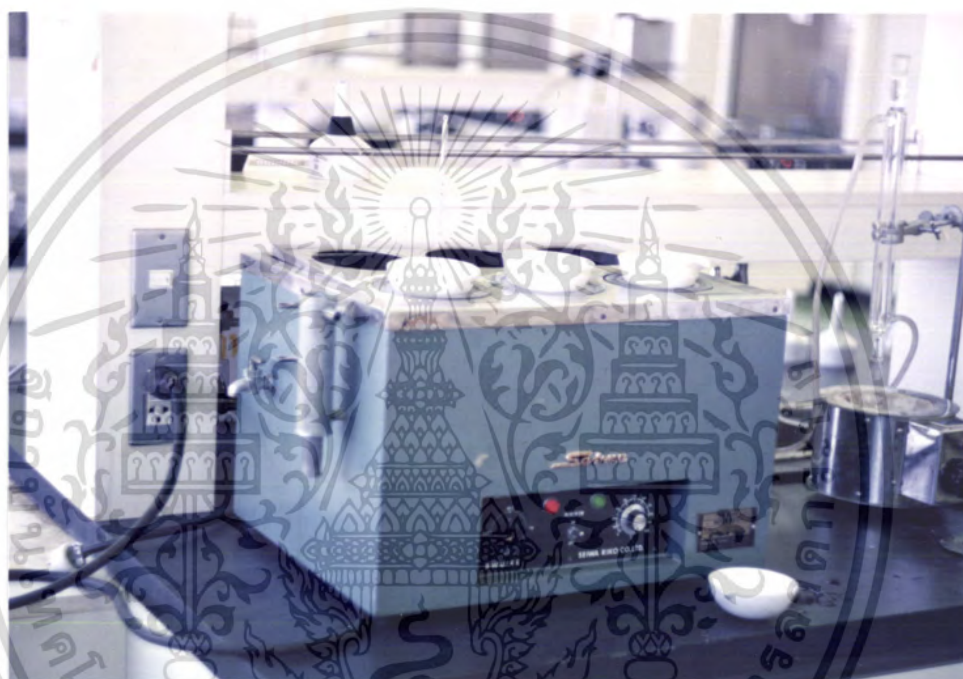
1. นำจานระเหยที่ชั่งหาปริมาณของแข็งทั้งหมด ไปเผาไหม้ในเตาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ (15-20 นาที)
2. ปล่อยให้จานระเหยที่อุณหภูมิเย็นเท่าห้องในเคซิเคเตอร์
3. ชั่งหาน้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่ คือ ปริมาณสารคงตัว

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารคงตัว (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของของแข็งที่เหลืออยู่ (มิลลิกรัม)} \times 1000}{\text{มิลลิกรัมของน้ำตัวอย่าง}}$$

$$\text{ปริมาณของแข็งที่ระเหย (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด} - \text{ปริมาณสารคงตัว}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 42 แสดงการหาปริมาณของแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

หลักการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

COD (Chemical oxygen demand)

เป็นความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียที่หาได้โดยวิธีทางเคมี วิธีวิเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก คือ Dichromate reflux method) เป็นการกลั่นกลับคืน (reflux) ตัวอย่างน้ำกับสารเคมีที่มีอำนาจในการออกซิไดซ์สูงคือ $K_2Cr_2O_7$ (potassium dichromate) เมื่ออยู่ในสารละลายที่เป็นกรด ในการกลั่นกลับคืน เพื่อป้องกันการสูญหายไปของสารละลายที่ระเหยได้ที่มีอยู่ในน้ำเสีย โดยเกิดปฏิกิริยาทางเคมี สรุปได้ดังนี้



หลังจากทำการกลั่นประมาณ 2 ชม. จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปแตสเซียมไดโครเมตที่เหลืออยู่ ด้วยการไตเตรตกับสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ



ค่า COD นิยมใช้ในการวิเคราะห์หาน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และตามบ้านพักอาศัย

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น ละลาย Ag_2SO_4 22 กรัม ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น ขนาด 2.65 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน จึงละลายหมด
2. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.25 นอร์มัล ละลายโปแตสเซียมไดโครเมต 12.259 กรัม (อบ 103 องศาเซลเซียส นาน 2 ชม.) ในน้ำกลั่นแล้วเจือจาง จนปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 1 ลิตร

3. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.10 นอร์มัล ละลาย $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ชนิดเอ อาร์ 39 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล. ลงไป ทำให้เย็นตัวแล้ว เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร สารละลายนี้ควรหาความเข้มข้นที่แน่นอนทุกครั้งที่ใช้ โดยไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

ดูดสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต 10 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 30 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ไตเตรทด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด การคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้น (นอร์มัล)} = \frac{\text{มิลลิลิตรของโปตัสเซียมไดโครเมต} \times 0.25}{\text{มิลลิลิตรของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต}}$$

4. สารละลายเฟอร์โรอินดิเคเตอร์

5. เมอร์คิวริกซัลเฟตชนิดผง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดกั่นกลม ความจุ 250 มล.
2. เครื่องควบแน่น (condenser)
3. เต้าไฟฟ้า
4. บิวเรต 50 มล.

วิธีการ

1. ชั่ง HgSO_4 0.4 กรัม ลงในขวดกั่นกลม
2. เติมห่วงอย่างน้ำ 20 มล. หรือส่วนของตัวอย่างน้ำเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 20 มล.
3. เติมสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 10 มล.
4. ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ลงไป 30 มล.
5. เขย่าสารละลายทั้งหมดให้เข้ากันดี แล้วกลั่นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น จิตล้างเครื่องควบแน่นด้วยน้ำกลั่น
6. ปรับปริมาตรในขวดกั่นกลมเป็น 140 มล. ปล่อยให้อุณหภูมิห้อง
7. ไตเตรทสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต ที่เหลือด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์ จำนวน 2-3 หยด จนกระทั่งสีของส่วนผสมเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้เป็นเอกสารที่ครูศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในโอกาสที่ไปศึกษาดูงานที่โรงเรียนต่าง ๆ ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 43 แสดงการหาปริมาณ COD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แสดงว่าถึงจุดยุติ (end point)

8. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำและกระทำเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำทุกประการ
การคำนวณ

$$\text{COD (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(a-b) \times c \times 8000}{\text{มิลลิลิตรของน้ำตัวอย่าง}}$$

เมื่อ a = มิลลิลิตรของ สารละลาย เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้กับ blank

b = มิลลิลิตรของ สารละลาย เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้กับ ตัวอย่างน้ำ

c = ความเข้มข้นเป็นนอร์มัล ของสารละลายโปแทสเซียมไดโครเมต

BOD (BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND)

เป็นค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำเสีย โดยใช้ขบวนการทางชีววิทยา โดยใช้
แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำนั้น
น้ำยาเคมี

ก. สำหรับเตรียมน้ำที่ใช้เจือจาง

1. น้ำกลั่นบริสุทธิ์
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เตรียมโดยละลาย K_2HPO_4 8.5 กรัม KH_2PO_4 21.75 กรัม $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$ 33.4 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มล. แล้วทำปริมาตรเป็น 1 ลิตร ได้พีเอช 7.2
3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ละลาย แมกนีเซียมซัลเฟต 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร
4. สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ ละลาย แคลเซียมคลอไรด์ ที่อบแห้งแล้ว 27.5 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ละลาย เฟอร์ริกคลอไรด์ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
6. สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.025 นอร์มัล ละลายโซเดียมซัลไฟด์ที่อบแห้ง 1.575 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
7. สารละลายกรดและด่างความเข้มข้น 1 นอร์มัล เพื่อใช้ปรับพีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. สำหรับวิเคราะห์หาสารละลายออกซิเจน

1. สารละลายมังกานีสซัลเฟต ละลาย มังกานีสซัลเฟต 480 กรัม
2. สารละลายอัลคาไลด์ ไอโอไดด์ อาไซค์ (AIA) ละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ 135 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เติมโซเดียมอาไซค์ 10 กรัม ที่ละลายน้ำกลั่น 40 มล. ลงในสารละลายข้างต้น
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
4. น้ำแข็ง โดยละลายแข็ง 5 กรัม ในน้ำต้ม 800 มล. คนให้เข้ากันเติมน้ำจนครบ 1 ลิตร ปล่อยให้เดือด 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน ถ่ายใส่ขวดสีชาแล้วเติมทูลูอิน 2-3 หยด (กันบด)
5. สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ใช้ในการไตเตรทละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ๆ ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตรโดยใช้ขวดวัดปริมาตร สารละลายนี้สามารถเก็บไว้นาน ถ้าเติม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ในขวดสีชา

การหาค่าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต

ละลาย โปแทสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัม ในน้ำกลั่น 10 มล. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มล. เติมสารละลาย 0.025 นอร์มัล ของ โปแทสเซียมไดโครเมต 20 มล. เก็บไว้ในที่มืดนาน 5 นาที เติมน้ำกลั่นจนครบ 400 มล. ไตเตรทไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟางข้าว เติมน้ำแข็ง 3-4 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงิน ไตเตรทต่อจนสีน้ำเงินหายไป

การคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต} = \frac{\text{มล. ของไฮโอซัลเฟต} \times 0.25}{\text{มล. ของสารละลาย}}$$

20

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวด BOD ขนาด 250-300 มล. มีจุกปิดสนิท
2. ตู้บ่มอุณหภูมิ 20 °C
3. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บิวเรต ฟลาสก์ กระบอกตวง 1 ลิตร

วิธีการ

ก. การเตรียมน้ำสำหรับเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 ลิตร ใส่ในขวดที่สะอาด
2. เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มปริมาตรออกซิเจนในน้ำอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
3. เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ , แมกนีเซียมซัลเฟต , แคลเซียมคลอไรด์ และเพอริกคลอไรด์ ตามลำดับ ใช้สารละลายชนิด 1 มล. ต่อน้ำ 1 ลิตร

ข. การเตรียมตัวอย่างน้ำที่จะคำนวณ

วัดพีเอชของน้ำทั้งที่จะนำมาวิเคราะห์และปรับพีเอชให้เป็น 7.0 ถ้าน้ำมีคลอรีนอยู่มากต้องกำจัดคลอรีนที่มีอยู่โดยใช้โซเดียมซัลไฟท์

ค. วิธีทำให้เจือจาง

1. เลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างน้ำในการเจือจาง ที่คาดว่าจะมีบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดและเลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างที่เจือจางที่สูงกว่าที่อยู่ติดกันอีก 2 ชั้น ของตาราง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ค่าบีโอดีประมาณก่อน ซึ่งอาจจะประมาณค่าซีโอดี (ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของซีโอดี) ตารางแสดงช่วงค่าบีโอดี ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 โปรดพลิกกลับไปดูอีกครั้ง
2. ค่อยๆรินน้ำเจือจาง 300-500 มล. ลงไปในกระบอกตวงขนาด 1000 มล. โดยพยายามอย่าให้มีฟองอากาศ ปิดจุกขวด
3. เติมน้ำตัวอย่างที่ต้องการลงไป เติมน้ำเจือจางจนมีปริมาตร 1000 มล. ใช้แท่งแก้วคนบ่อย ๗ รินใส่ขวดบีโอดี 3 ขวด จนเต็ม โดยอย่าให้มีฟองอากาศ ปิดจุกขวด

หมายเหตุ

ถ้าใช้น้ำตัวอย่างโดยตรง ให้คูณตัวอย่างน้ำทั้งปริมาณที่ต้องการใส่ลงในขวดบีโอดี แล้วเติมน้ำเจือจางจนเต็มขวด

4. นำขวดบีโอดี 1 ขวด ของแต่ละเปอร์เซ็นต์ความเจือจาง ไปหาค่าจำนวนสารละลายออกซิเจน (DO) เพื่อให้ทราบค่าออกซิเจน ที่ละลายที่จุดเริ่มต้น D_1
 5. นำขวดบีโอดีสองขวดของแต่ละความเจือจาง ไปบ่มที่ไม่มีแสงสว่าง อุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จึงนำออกมาหาค่าสารละลายออกซิเจนที่เหลือ D_2
- ง. การหาจำนวนสารละลายออกซิเจน โดยวิธี Azide Modification of Iodometric Method ดังนี้

1. จากตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดีเติมสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต 2 มล. เติมน้ำ AIA 2 มล. ตามลงไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันที โดยให้ปลายปิเปตอยู่ในตัวอย่างน้ำ

2. ปิดจุกกระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ในขวด จับขวดคว่ำ เขย่าแบบพลิกมือได้อย่างน้อย 15 ครั้ง
3. ตั้งขวดทิ้งไว้ได้ตะกอนที่เกิดขึ้นนอนก้น รอจนได้น้ำใสส่วนบนประมาณ 100 มล. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 มล. โดยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามคอขวด ปิดจุกแล้วเขย่าขวดจนตะกอนละลายหมด
4. ตวงสารละลายที่ได้ 203 มล. ใส่องไปลงในฟลาสก์ขนาด 500 มล.
5. ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล จะได้สีเหลืองอ่อน ๆ
6. เติมน้ำแข็ง 1-2 มล. แล้วไตเตรทจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป จนปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ทั้งหมด

การคำนวณ

เนื่องจาก 1 มล. ของ 0.025 นอร์มัลของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตสมมูลกับจำนวนสารละลายออกซิเจน (DO) 0.200 มล. ดังนั้น 1 มล. ของโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้จะสมมูลกับ 1 มิลลิกรัม/ลิตร ของ DO เมื่อใช้ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่เติมน้ำยาแล้ว 203 มล.

$$\text{บีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)} = D_1 - D_2$$

การพิจารณาผลเพื่อใช้ในการคำนวณบีโอดี

ผลที่นำเชื่อถือและจะใช้คำนวณไปได้นั้น จะต้องมีค่าปริมาณ DO เหลืออยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัม และต้องมีการลดปริมาตร DO ลงไปอย่างน้อย 2 มิลลิกรัม/ลิตร จึงจะถือว่าให้ค่าบีโอดีที่คำนวณได้นั้นถูกต้อง

NITROGEN

ไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำลำคลอง น้ำเสีย คือ อยู่ในรูป อินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท โดยปกติแล้วการรายงานผลจะอยู่ในรูปของ ไนโตรเจนทั้งหมด

AMMONIA - NITROGEN

หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนอิสระได้โดยการกลั่นเพื่อควบคุมพีเอช ประมาณ 7.4 โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารละลายบัพเฟอร์ เก็บส่วนที่กลั่นได้ในฟลาสก์ เพื่อนำไปหาปริมาณโคยวีส Nesslerization หรือเก็บตัวอย่างที่กลั่นได้ในสารละลายกรดบอริก แล้วนำไปใช้ไตเตรทกับกรดกำมะถัน

น้ำยาเคมี

1. น้ำกลั่นที่ไม่มีแอมโมเนีย
2. สารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ 0.5 นอร์มัล ละลาย K_2HPO_4 68.8 กรัม และ KH_2PO_4 14.3 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
3. สารละลายที่ใช้ปรับพีเอช โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล หรือกรดซัลฟูริก 1 นอร์มัล
4. สารละลายกรดบอริก ละลาย กรดบอริก 20 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล สำหรับไตเตรท
6. สารละลายฟีนอลทาลีนอินดิเคเตอร์
7. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม ละลายเมทิลเรด 200 มก. ใน 100 มล. ของอัลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ละลายเมทิลีนบลู 100 มก ใน 50 มลของอัลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดกลั่น Kjeldahl method
2. ฟลาสก์ขนาด 250 มล. และ 500 มล.

วิธีการ

1. เติมตัวอย่างลงใน เจดดาห์ ฟลาสก์ ขนาด 800 มล. จำนวนดังนี้

แอมโมเนีย	ระหว่าง	0-1	มิลลิกรัมต่อลิตร	ให้ใช้ตัวอย่าง	500	มิลลิลิตร
"	"	1-10	"	"	250	"
"	"	10-20	"	"	100	"
"	"	20-50	"	"	50	"
"	"	50-100	"	"	25	"

ถ้าตัวอย่างน้ำเป็นกรดหรือด่าง ต้องปรับค่าให้เป็นกลางเสียก่อน

2. เติมฟอสเฟตบัพเฟอร์ 25 มล. เพื่อรักษาค่าพีเอช 7.4 ในระหว่างการกลั่น ถ้าตัวอย่างมีคลอรินมากกว่า 250 มก./ลิตร เติมฟอสเฟตบัพเฟอร์ลงไปก่อน 40 มล. แล้วจึงค่อยปรับพีเอช ที่หลังให้เป็น 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 45 แสดงการหาปริมาณเอนทัลปี , ไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เติมน้ำกลั่นในฟลาสก์ที่เก็บตัวอย่างจนได้ปริมาตร 400 มล. นำไปกลั่นจนได้ของเหลวออกมา 200 มล. ในฟลาสก์ 250 มล. ที่มีกรดบอริก 50 มล.
4. นำไปไตเตรทกับกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล โดยหยดอินดิเคเตอร์ผสม จำนวน 1-2 หยด. ไตเตรทจนสารละลายเป็นสีม่วงอ่อน ที่จุดยุติ จดปริมาตรกรดที่ใช้ แล้วนำไปคำนวณ
5. ทำ blank เพื่อเปรียบเทียบ โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำ

การคำนวณ

$$\text{แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(a-b) \times 280}{\text{มล. ตัวอย่างน้ำ}}$$

$$a = \text{มล. ของกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล ที่ใช้กับตัวอย่างน้ำ}$$

$$b = \text{มล. ของกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล ที่ใช้กับแบลนด์}$$

ORGANIC NITROGEN

อินทรีย์ไนโตรเจนที่พบส่วนมากเป็นอนุพันธ์ของแอมโมเนีย ดังนั้น การทำบางส่วนที่เป็นอินทรีย์สารของโมเลกุล โดยการออกซิไดซ์เพื่อให้ได้ไนโตรเจนหลุดออกมาในรูปของแอมโมเนีย วิถีมาตรฐาน ใช้ของเจดาคาลท์ โดยเมอร์คิวริกซัลเฟต เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นแอมโมเนียมาปัสซัลเฟตด้วยการเคี่ยวกับกรดซัลฟูริกเข้มข้น ที่เติมโปแทสเซียมซัลเฟต เจือจางส่วนที่เหลือจากการเคี่ยวและทำให้เป็นด่างโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น นำไปกลั่นลงในสารละลายบอริก ไตเตรทด้วยกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล

น้ำยาเคมี

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ 0.5 นอร์มัล
3. สารละลายเมอร์คิวริกซัลเฟต ละลาย HgO 8 กรัม ในกรดซัลฟูริก 50 มล. แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายกรดซัลฟูริก-เมอร์คิวริกซัลเฟต-โปแทสเซียมซัลเฟต โดยละลายโปแทสเซียมซัลเฟต 134 กรัม ในน้ำกลั่น 650 มล. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 200 มล. แล้วเติมสารละลายเมอร์คิวริกซัลเฟต 25 มล. คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์-โซเดียมไทโอซัลเฟต ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไทโอซัลเฟต 25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร
6. สารละลายฟีนอลท์ทาลีน อินดิเคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม ของเมทิลเรด และเมทิลลิ้นบลู เหมือนแอมโมเนียไนโตรเจน

8. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดวิเคราะห์ของเจดดาห์

2. ฟลาสก์ขนาด 500 มล.

วิธีการ

1. นำส่วนที่เหลือจากการหาแอมโมเนียไนโตรเจน มาเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเมอร์คิวริกซัลเฟต โปแทสเซียมซัลเฟต 50 มล.

2. ต้มสารละลายที่จุดเดือดจนได้สารละลายใส ต้มต่อไปอีก 20-30 นาที ปล่อยให้เย็น เติมน้ำกลั่น ลงไป 250 มล.

3. ทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายในข้อ 5. โดยใช้ฟีนอลท์าลีนอินดิเคเตอร์ กลั่นลงในสารละลาย กรดบอริก 50 มล. ที่อยู่ในฟลาสก์จนได้ปริมาตรทั้งหมด 200 มล.

4. ทำให้เย็น แล้วไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล โดยใช้อินดิเคเตอร์ จนเป็นสีชมพูอ่อน อ่านค่ากรดที่ใช้

5. ทำแปลงค์เพื่อเปรียบเทียบโดยใช้น้ำกลั่น

การคำนวณ

เหมือนกับแอมโมเนียไนโตรเจน

PHOSPHATE

ฟอสเฟตที่พบในธรรมชาติและน้ำเสีย พบได้หลายรูปแบบ เช่น ออโรฟอสเฟต โพลี-ฟอสเฟต การวิเคราะห์หาฟอสเฟตในน้ำ จะหาในรูปปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด จะประกอบด้วย สองขั้นตอน เป็นการเปลี่ยนสารฟอสเฟตในรูปต่าง ๆ ให้ไปอยู่ในรูปออโรฟอสเฟต โดยการต้มกับ กรด จากนั้นจึงหาปริมาณออโรฟอสเฟตในรูปต่างโดยวิธีวัดสี

น้ำยาเคมี

ก. เปลี่ยนรูปฟอสเฟตทั้งหมดอยู่ในรูปออโรฟอสเฟต

1. สารละลายฟีนอลท์าลีนอินดิเคเตอร์

2. สารละลายกรดเข้มข้น ค่อย ๆ รินกรดซัลฟูริกเข้มข้น 300 มล. ลงในน้ำกลั่นประมาณ 600

มล. ทำให้เย็น เติมกรดไนตริกเข้มข้น 4 มล. แล้วทำปริมาตรเป็น 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สารละลายโปแตสเซียมเปอร์ซัลเฟต ละลายโปแตสเซียมเปอร์ซัลเฟต 5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. ควรเตรียมใช้ในแต่ละครั้ง
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล
5. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟตละลาย KH_2PO_4 0.219 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็นปริมาตร 1 ลิตร เช้าสารละลายให้เข้ากัน สารละลายนี้ จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 1 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

วิธีการ

1. นำตัวอย่างน้ำ 100 มล. หรือน้อยกว่านี้ แล้วเติมน้ำกลั่นได้ปริมาตร 100 มล. เติมนีลท์-ธาลีน 1 หยด ถ้าได้สารละลายสีแดงให้เติมสารละลายกรดซัลฟูริกทีละหยด
2. ต้มให้เดือดก่อนค่อย ๆ ประมาณ 50 นาที เติมน้ำกลั่นอยู่เรื่อย ๆ ขณะต้มเพื่อรักษาปริมาตรให้อยู่ระหว่าง 25-50 มล. หรืออาจใช้ใส่ในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่ความดัน 15-20 ปอนด์/ตารางนิ้ว ประมาณ 30 นาที
3. ปล่องให้เย็น เติมนีลท์ธาลีน เติมสารละลายต่าง ทีละหยด จนได้เป็นสีชมพู เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.

การทำกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส

1. เปิดสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต จำนวน 0, 2, 5, 10, 30 และ 50 มล. (ไมโครกรัม/มล.) ใส่ฟลาสก์ขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดวัดปริมาตร 50 มล. ทุกใบ จะได้สารละลายมาตรฐานอนุกรมฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้น 0, 2, 5, 10, 30 และ 50 ไมโครกรัม หรือ 0 , 40 100, 200, 600 และ 1000 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ
2. นำสารละลายทั้งหมด ไปหาค่าปริมาณฟอสเฟต โดยทำตามวิธีในการหาตามหัวข้อ ก และ ข ทุกอย่าง
3. นำค่าที่อ่านผลไปคำนวณและเขียนกราฟ ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและค่าของการดูดกลืนแสง ก็จะได้กราฟมาตรฐานตามต้องการ

การคำนวณ

อ่านค่าจำนวนฟอสเฟตจากกราฟมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว นำมาคำนวณจากสูตร

$$\text{ฟอสฟอรัส} = \frac{\text{มก. ของฟอสฟอรัส} \times 1000}{\text{มล. ของตัวอย่างน้ำ}}$$

มิลลิกรัมต่อลิตรของฟอสเฟต คือ มิลลิกรัมต่อลิตรของฟอสฟอรัส $\times 3.06$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 46 แสดงการหาปริมาณฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MIXED LIQUOR SUSPENDED SOLID AND SLUDGE VOLUME INDEX

ปริมาณสารแขวนลอย คือ ปริมาณของตะกอนของจุลินทรีย์ที่วัดออกมาได้ เป็นหน่วยน้ำหนักต่อน้ำ 1 ลิตร ในการหาสารแขวนลอยในรูป mixed liquor suspended solid (MLSS) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณสลัดจ์วอลูม เป็นปริมาณตะกอนและความสมบูรณ์ของตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งวัดออกมาเป็นหน่วยปริมาตรต่อน้ำ 1 ลิตร ค่าทั้งสองจะบอกให้ทราบถึงปริมาณตะกอนและความสมบูรณ์ของตะกอนของจุลินทรีย์ ได้ระบบกำจัดน้ำเสียแบบแอกติเวเตดสลัดจ์จะมีค่าประมาณ 2000-4000 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับน้ำเสียชุมชน และจะมีค่าสลัดจ์วอลูมประมาณ 500 มิลลิตร/ลิตร สำหรับค่าสลัดจ์วอลูมอินเดกซ์ คือ ปริมาตรของตะกอนจุลินทรีย์จำนวน 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน เป็นเวลา 30 นาที

ถ้าค่าเอสวีไอ ประมาณ 50 แสดงว่าอยู่ในขั้นดีมาก

"	"	100	"	ขั้นดี
"	"	200	"	ขั้นพอใช้
"	"	300	"	ขั้นเลว

ดังนั้นผู้ควบคุมระบบกำจัดน้ำเสียจะต้องพยายามรักษาค่าปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ให้คงที่ตามที่กำหนดไว้ เพื่อระบบกำจัดน้ำเสียจะได้มีประสิทธิภาพตามต้องการ ถ้าเมื่อใดค่าสลัดจ์วอลูมเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าเอ็มแอลเอสเอสไม่เพิ่มขึ้น หรือน้อยลงกว่าที่ออกแบบไว้ แสดงว่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเริ่มลดลง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรอง No. GF/C
2. กรวยกรอง
3. เครื่องดูด
4. ตู้อบความร้อน
5. เตาช็อคเตอร์
6. เครื่องชั่งละเอียด
7. กรวยอิมมย็อฟท์ความจุ 1 ลิตร

วิธีการ

ก. ปริมาณสารแขวนลอยในรูป MLSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อบกระดาษกรอง 2 แผ่น ให้มีน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชม.
2. ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และชั่งน้ำหนักกระดาษกรองโดยใช้เครื่องชั่งละเอียด
3. ใช้ตัวอย่างน้ำปริมาณที่เหมาะสม (50-100 ml.) กรองด้วยกระดาษกรองโดยใช้เครื่องดูด
4. ใช้น้ำกลั่นล้างตะกอนที่ติดอยู่ข้างขวด
5. นำกระดาษกรอง ที่มีตะกอนติดอยู่ไปอบแห้ง และมีน้ำหนักคงที่ โดยใช้ตุ้บที่มีอุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส
6. ปลอ่ยให้กระดาษกรองเย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่เพิ่มขึ้น

การคำนวณ

$$\text{MLSS (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอน (มก.)} \times 1000}{\text{มล. ของน้ำตัวอย่างที่ใช้}}$$

ข. การหาค่าสัลดวอลูมอินเด็กซ์ (SVI)

1. นำตัวอย่างน้ำจากถังกำจัดน้ำเสียเทใส่กรวยอิมฮอฟท์จนถึงขีด 1 ลิตร
2. ตั้งทิ้งไว้หนึ่ง ๆ เป็นเวลา 30 นาที
3. อ่านปริมาตรของตะกอนจุลินทรีย์ (sludge) ส่วนที่ตะกอน ค่านี้คือ SV_{30} เป็นปริมาตรของตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนภายใน 30 นาที
4. หาน้ำหนักแห้งของตะกอนในรูปเอ็มแอลเอสเอส ตามวิธีในหัวข้อ ก.
5. คำนวณหาค่าเอสวีไอ

การคำนวณ

$$\text{ค่า SVI (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{มิลลิลิตรของตะกอนจุลินทรีย์ (SV}_{30}\text{)} \times 1000}{\text{MLSS (มิลลิกรัม/ลิตร)}}$$

FATS , OIL AND GREASE

การวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Soxhlet ใช้ได้ดีสำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลว โดยวิธีนี้ตัวอย่าง จะถูกทำให้เป็นกรด (pH 1.0) ด้วยกรดเกลือเข้มข้น ซึ่งในการนี้พวก soluble metallic soap จะถูกไฮโดรไลส์ grease ที่เป็น ของแข็งและเหนียว จะถูกแยกออกจากตัวอย่างที่เป็นของเหลวโดยการกรอง จากนั้นสกัดด้วย hexane หรือ trichlorotrifluoroethane โดยใช้ Soxhlet ภายหลังจากกระเหยตัวทำละลายแล้ว ทั้งตะกอนที่เหลือของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาก็เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

grease ในตัวอย่าง สารประกอบที่กลายเป็นไอที่อุณหภูมิต่ำกว่า 103 องศาเซลเซียส จะสูญไปในระหว่างการกรองและทำให้แห้ง วิธีนี้ควรทำ 2 ครั้ง เพื่อหาค่าที่แน่นอน อัตราการกลั่นเวลาที่ใช้ในการกลั่นและการทำให้แห้งควรคงที่

เครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้สกัด Soxhlet
2. เครื่องดูดสุญญากาศ
3. Buchner funnel เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร
4. อ่างไอน้ำ (Water Bath)
5. ขวดสกัด (extraction flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. เครื่องชั่งละเอียด (Analytical Balance)
7. ตู้อบ (Oven)

สารเคมี

1. กรดเกลือเข้มข้น
2. ตัวทำละลายอินทรีย์ อย่างใดอย่างหนึ่ง
 - n-hexane
 - Trichlorotrifluoroethane
3. กระดาษกรอง Whatman No.40 เส้นผ่าศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร
4. Diatomaceous-silica aid suspension 10 กรัมต่อลิตร ของน้ำกลั่น
5. ฝ้ายสัตว์ติดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร
6. หลอดสำหรับสกัดทำด้วยกระดาษกรอง (Paper extraction thimble)

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างน้ำเสียประมาณ 1 ลิตรลงในขวดปากกว้าง ทำให้เป็นกรดด้วย conc.HCl โดยให้ pH = 1.0
2. เตรียมการกรองโดยวางฝ้ายสัตว์บนที่กรอง แล้วผ่านสารละลาย filter aid ที่เตรียมลงไป 100 มิลลิลิตร ใช้เครื่องดูดสุญญากาศทำให้แห้ง ล้างด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร จนกระทั่งแห้ง
3. กรองตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วคุดให้แห้ง
4. ใช้ปากคีมหยิบกระดาษกรองออกมา เช็ดข้าง ๆ ที่กรองให้สะอาด โดยใช้แท่งแก้วช่วย ม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษกรองเข้าด้วยกัน และใส่ลงในหลอดสำหรับสกัด ที่ทำด้วยกระดาษกรอง (paper extraction thimber)

5. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ใส่เม็ดแก้วลงไปให้เต็ม ซึ่ง extraction flask) ใส่ thimber ลงไปในเครื่องสกัดแล้วเติม ตัวทำละลายอินทรีย์ ลงในขวดที่จะใช้สกัด แล้วสกัด grease ด้วยอัตรา 20 รอบต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นับจากเริ่มสกัดครั้งแรก

6. กลับตัวทำละลาย จากขวดที่ใช้สกัดในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เสร็จแล้วนำ ขวดที่ใช้สกัดไปทำให้แห้งโดยใช้อ่างน้ำร้อน หรือเป่าลมประมาณ 15 นาที

7. ทำให้เย็นในเดซีเคเตอร์ ประมาณ 30 นาที

8. ชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด

การคำนวณ

$$\text{grease (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของ flask (มิลลิกรัม)} \times 1000}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

การวิเคราะห์โลหะหนัก

การวิเคราะห์โลหะหนัก อาจทำได้ทั้งการวิเคราะห์โดยการใช้วิธีเคมีธรรมดา(classical method of analysis) และเนื่องจากปริมาณของโลหะหนักในน้ำเสียมีจำนวนน้อย ถ้าใช้ การวิเคราะห์โดยวิธีเคมีธรรมดาแล้วจะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เพื่อให้ได้ผลแม่นยำและรวดเร็ว โดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีหลายขั้นตอน ในการเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์ ควรใช้วิธีวิเคราะห์ โดยการใช้เครื่องมือซึ่งมีวิธีต่างๆ กันไป

ในที่นี้จะใช้ Atomic Absorption Spectro photometry

การเก็บตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง

เพื่อขจัดปัญหาเรื่องการปนเปื้อน ควรใช้ภาชนะที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก ล้างภาชนะที่ใช้เก็บให้ทั่ว และล้างด้วยกรดไนตริก 1+1 และตามด้วยน้ำกลั่นใหม่ ๆ ก่อนนำไปใช้ เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 ลบ.ซม. ต่อตัวอย่างน้ำ 1000 ลบ.ซม. ขณะเก็บตัวอย่าง เพื่อแก้ไขปัญหา การดูดซับของโลหะหนักบนผิวของภาชนะที่ใช้เก็บ

การวิเคราะห์หาปริมาณของโลหะด้วย Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

ทั้งนี้ต่อไปจะเขียนย่อ ๆ ว่า เอเอเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์

1. ล้างขวดสารชักฟอก และน้ำ
2. ฆ่าแร่ด้วยกรดไนตริก 50 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ
3. ล้างต่อด้วยกรดไฮโดรคลอริก 50 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยน้ำ และ
4. ล้างด้วยน้ำกลั่น

ในที่นี้มีการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำเสีย 7 อย่าง คือ

ตะกั่ว (Pb)

เหล็ก (Fe)

แมงกานีส (Mn)

ทองแดง (Cu)

สังกะสี (Zn)

แคดเมียม (Cd)

ซิลเวอร์ (Ag)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrophotometer
2. Three -slot burner harvest
3. กรวยแยก ขนาด 250 ลบ.ซม. และมีจุกอุดสำหรับเทฟลอน

สารเคมีที่ใช้

1. อากาศแห้งและสะอาด โดยผ่านการกรองที่เหมาะสม
2. ก๊าซอะเซทิลีน
3. น้ำกลั่น
4. เมทิลไอโซบิวทิล คีโตน ชนิดรีเอเจนต์เกรด ต่อไปเรียกว่า "MIBK"
5. กรดไนตริกเข้มข้น
6. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 5 เปอร์เซ็นต์
7. สารละลายแอมโมเนียมเพอร์คลอไรด์ ไคโทโคคาร์บาเบต : เอพีดีซี (APDC) โดยละลาย APDC 4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. โดยเจือจางสารละลายสต็อกต่าง ๆ ดังนี้

7.1 สารละลายสต็อกแคดเมียม

ละลายโลหะแคดเมียม 1.000 กรัม ในกรดไฮโดรคลอริก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนน้อย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่หวังกำไรใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

7.2 สารละลายสต็อกซิลเวอร์

ละลายสารซิลเวอร์ไนเตรท 1.575 กรัม ในน้ำกลั่นพอเหมาะ เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1.5 ลบ.ซม. แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

7.3 สารละลายสต็อกทองแดง

ละลายโลหะทองแดง 1.000 กรัม ในกรดไนตริก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 15 ลบ.ซม. แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

7.4 สารละลายสต็อกเหล็ก

ละลายลวดเหล็ก 1.000 กรัม ในกรดไนตริก 50 เปอร์เซ็นต์ เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

7.5 สารละลายสต็อกตะกั่ว

ละลายเลดไนเตรต (Pb(NO₃)₂) 1.598 กรัม ในน้ำกลั่น 200 ลบ.ซม. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1.5 ลบ.ซม. แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

7.6 สารละลายแมงกานีส

ละลายแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต 3.076 กรัม ในน้ำกลั่นจนประมาณ 200 ลบ.ซม. แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1.5 ลบ.ซม. แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

7.7 สารละลายสังกะสี

ละลายโลหะสังกะสี 1.000 กรัม ในกรดไฮโดรคลอริก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 20 ลบ.ซม. แล้วเติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม.

การสร้างกราฟมาตรฐาน

เลือกสารละลายโลหะมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันอย่างน้อย 3 ความเข้มข้นจุ่มหลอดพลาสติกถูกลงในสารละลายแต่ละความเข้มข้น วัดค่าแอบซอร์บแนนซ์

-เตรียมกราฟมาตรฐานของเหล็ก และแมงกานีส ให้ผสมสารละลายแคลเซียม 25 ลบ.ซม. โดยนำแคลเซียมคาร์ไบด์ 2.497 กรัม แล้วเติมน้ำ 50 ลบ.ซม. เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นที่ละหยดเพื่อที่จะใช้ปริมาตรน้อยสุด ไม่เกิน 10 ลบ.ซม. แล้วจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นครบ 1000 ลบ.ซม.

-สร้างกราฟมาตรฐานโดยเขียนกราฟ ระหว่างแอบซอร์บแนนซ์กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เตรียมกราฟมาตรฐานสำหรับเหล็ก และแมงกานีส โดยคิดความเข้มข้นเดิมของสารละลายมาตรฐานก่อนเจือจาง ด้วยสารละลายแคลเซียม

-โลหะหนักที่เหลือ คือ สังกะสี พรอท ตะกั่ว เงิน และ แคดเมียม ให้วัดการดูดกลืนแสงตามปกติได้

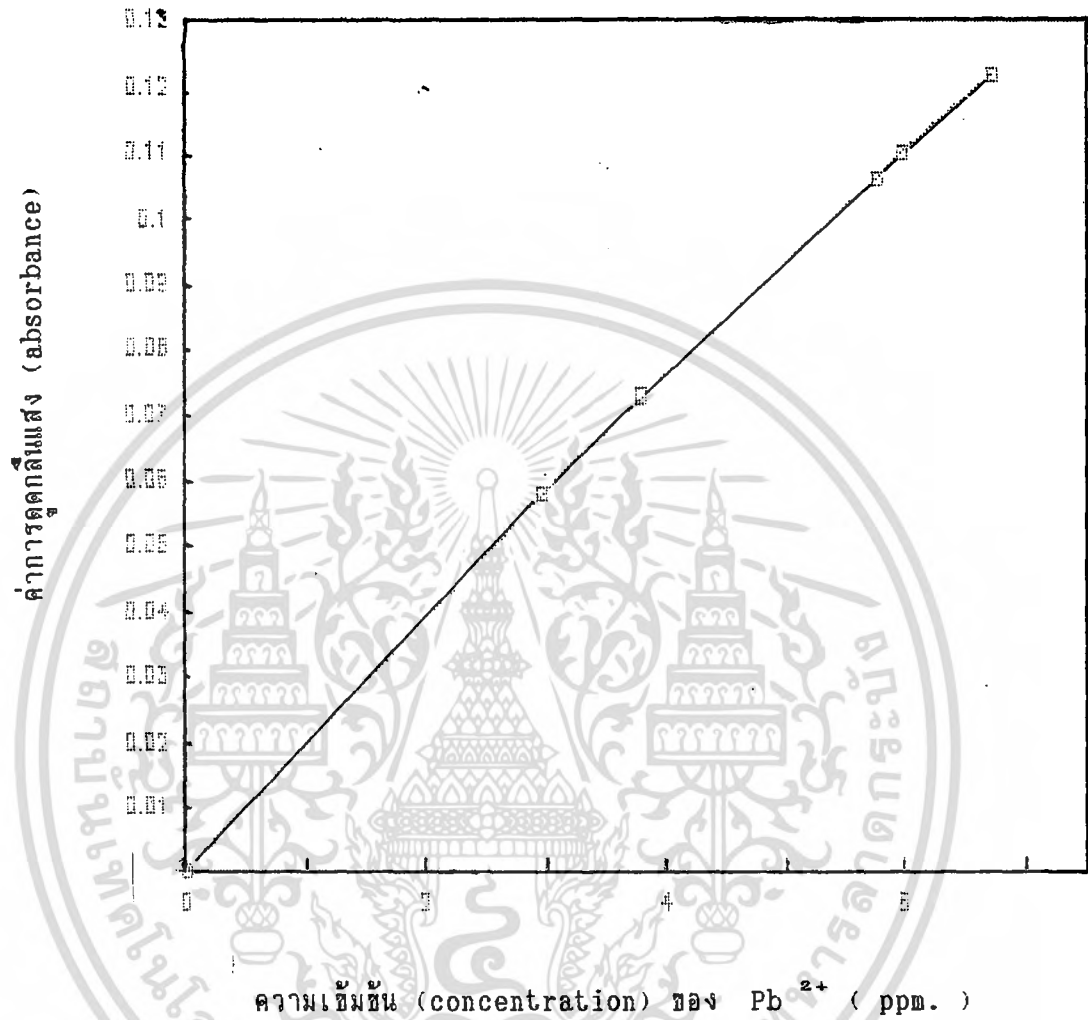
การวิเคราะห์สารตัวอย่าง

1. ล้างอะตอมไมเซอร์ โดยจุ่มหลอดพลาสติกกรุเล็ก ของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในน้ำกลั่นนานกว่า 1 นาที ซึ่งในขณะเดียวกันต้องตรวจสอบอัตราการฉีด ให้อยู่ระหว่าง 3-5 ลบ.ซม./นาที พร้อมกันนั้นก็จัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์ และจัดให้เครื่องมืออ่านศูนย์ทุกครั้งก่อนการวิเคราะห์สารแต่ละตัวอย่าง รวมทั้งการทำกราฟมาตรฐานจะต้องล้างอะตอมไมเซอร์ก่อน
2. จุ่มหลอดพลาสติกกรุเล็กลงในสารละลายตัวอย่างแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสง

การคำนวณ

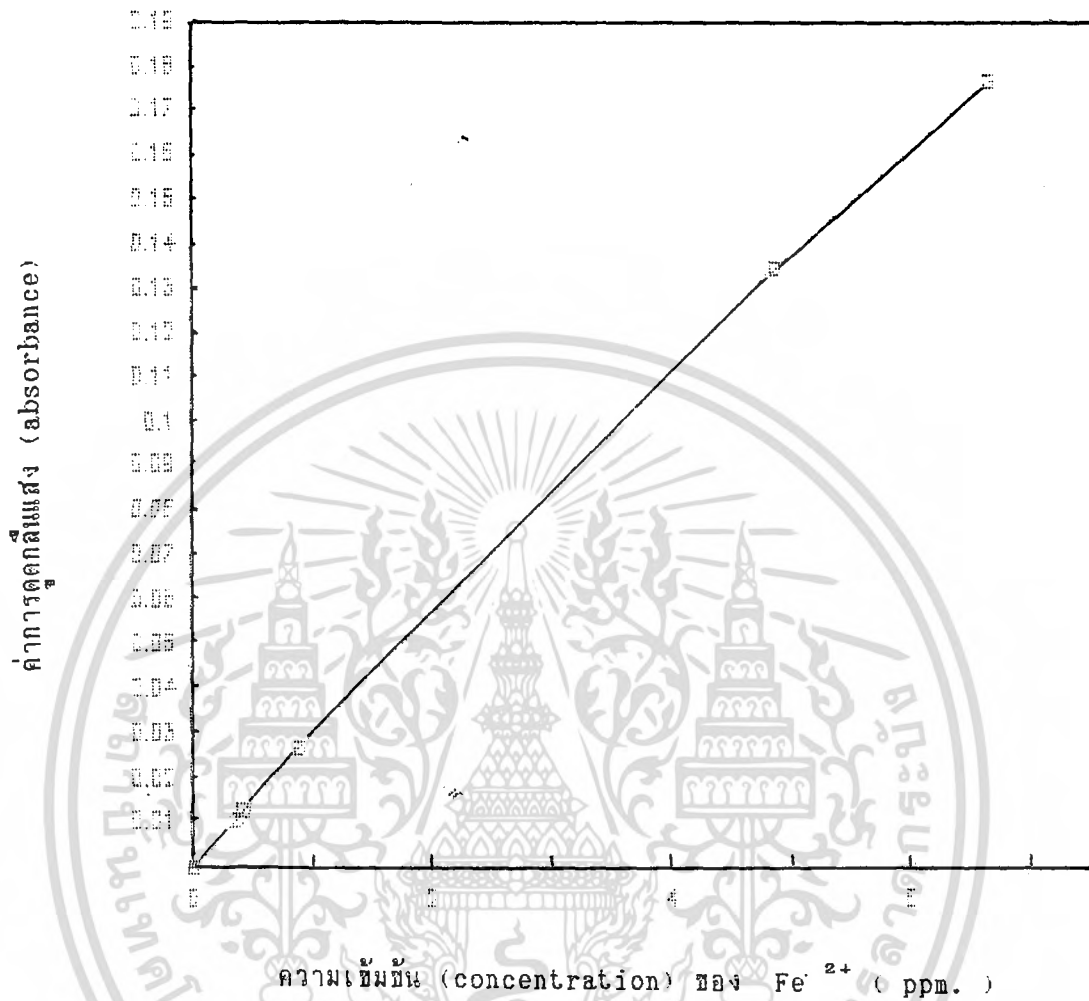
คำนวณหาความเข้มข้นของการดูดกลืนแสงโดยคิดเป็น มิลลิกรัม/ลบ.ซม. โดยอ่านจากกราฟมาตรฐานที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



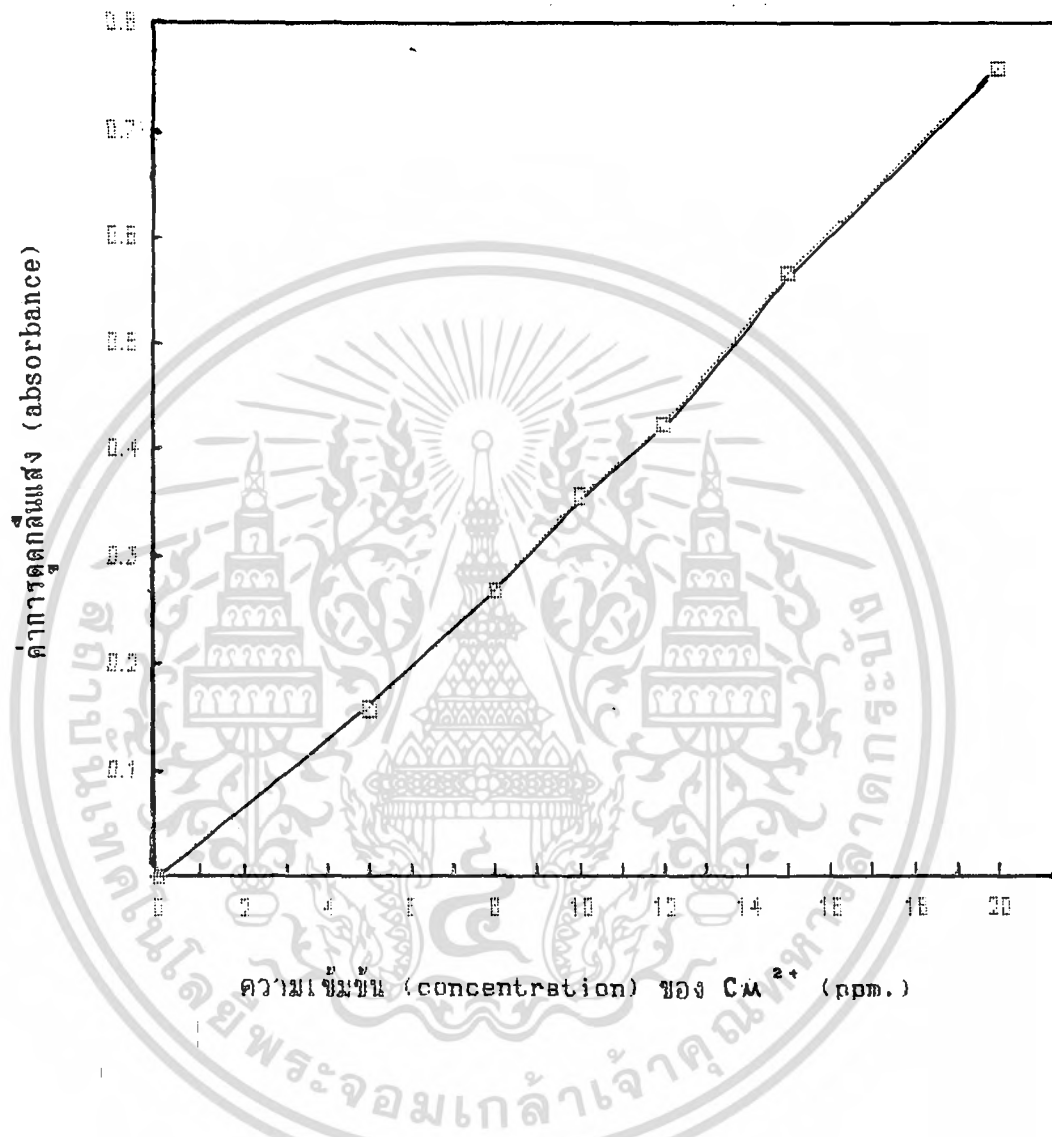
รูปที่ 47 กราฟมาตรฐานของโลหะ Pb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



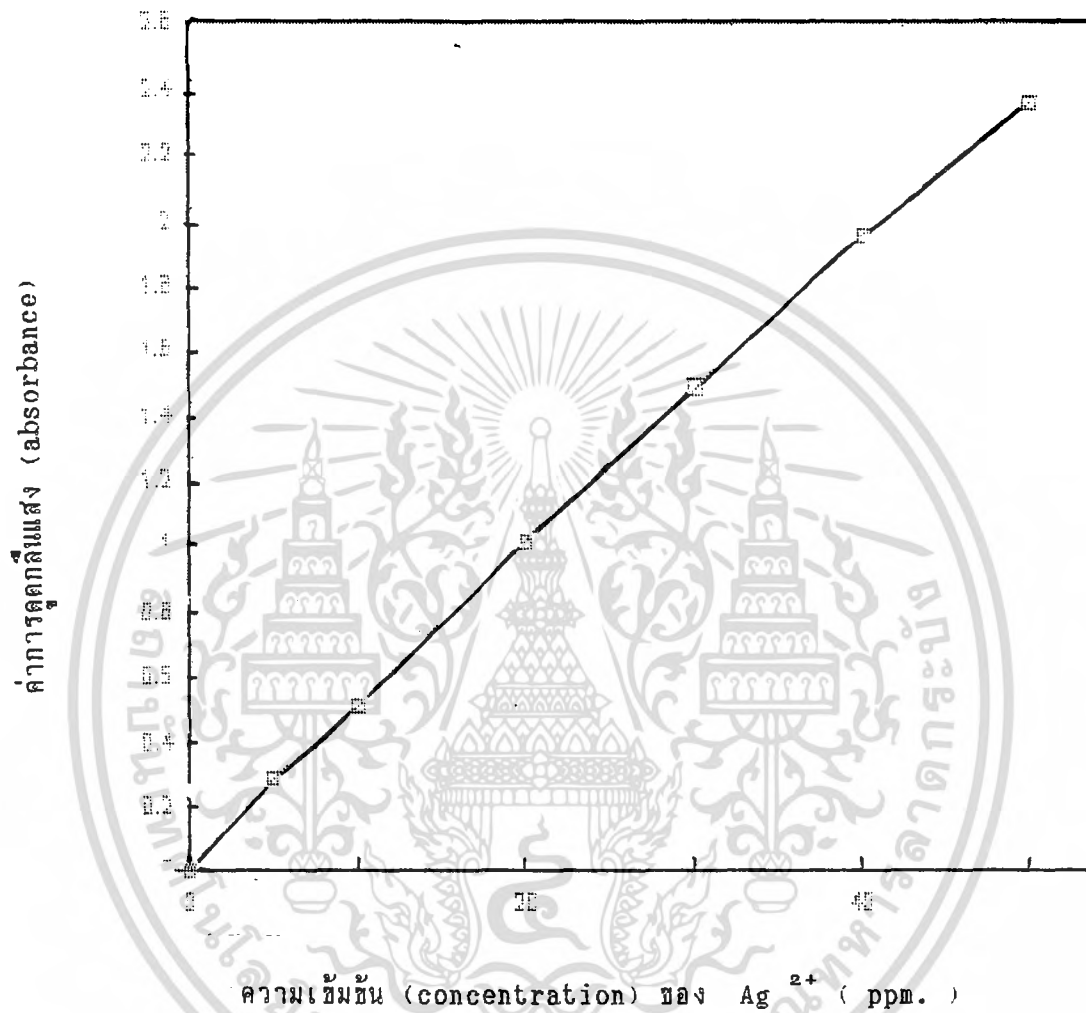
รูปที่ 48 กราฟมาตรฐานของโลหะ Fe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



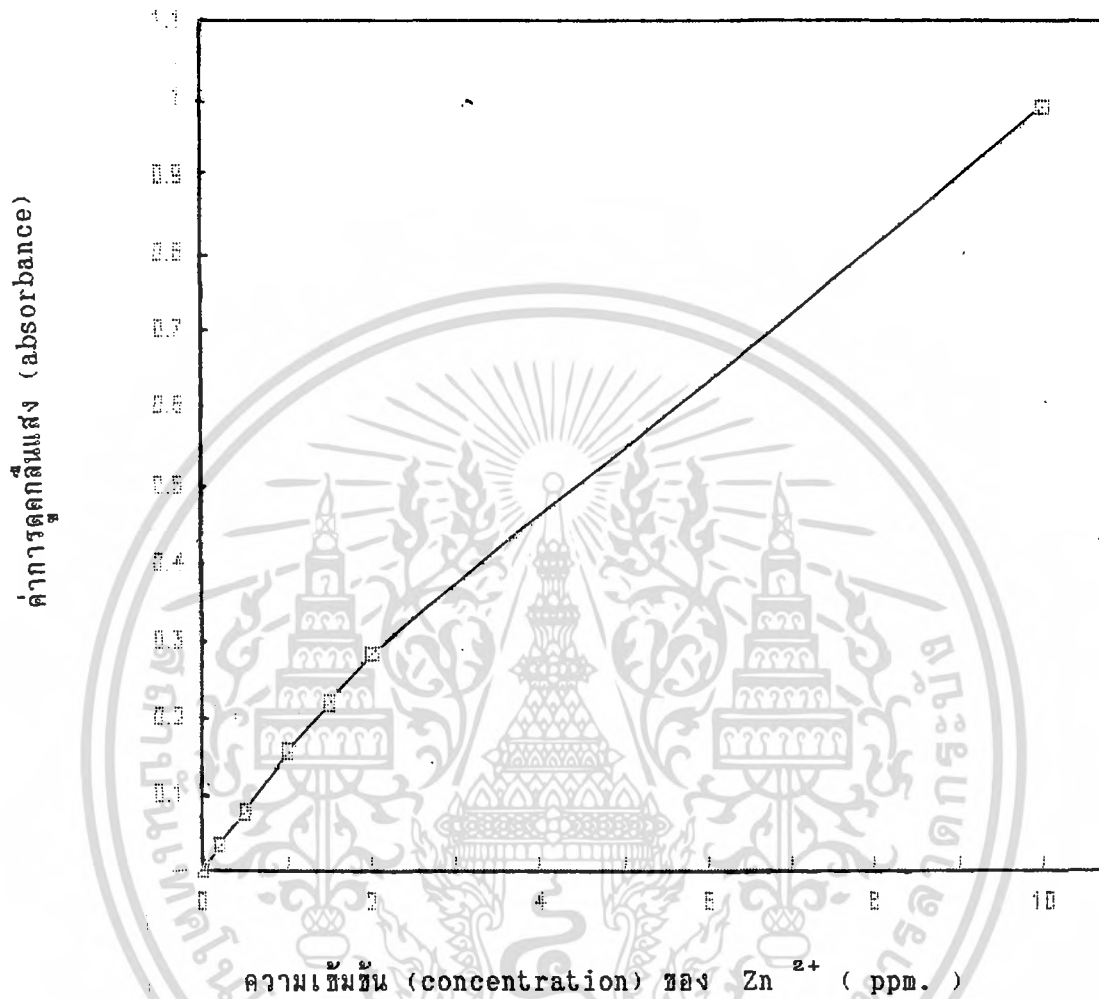
รูปที่ 49 กราฟมาตรฐานของโลหะ Cu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



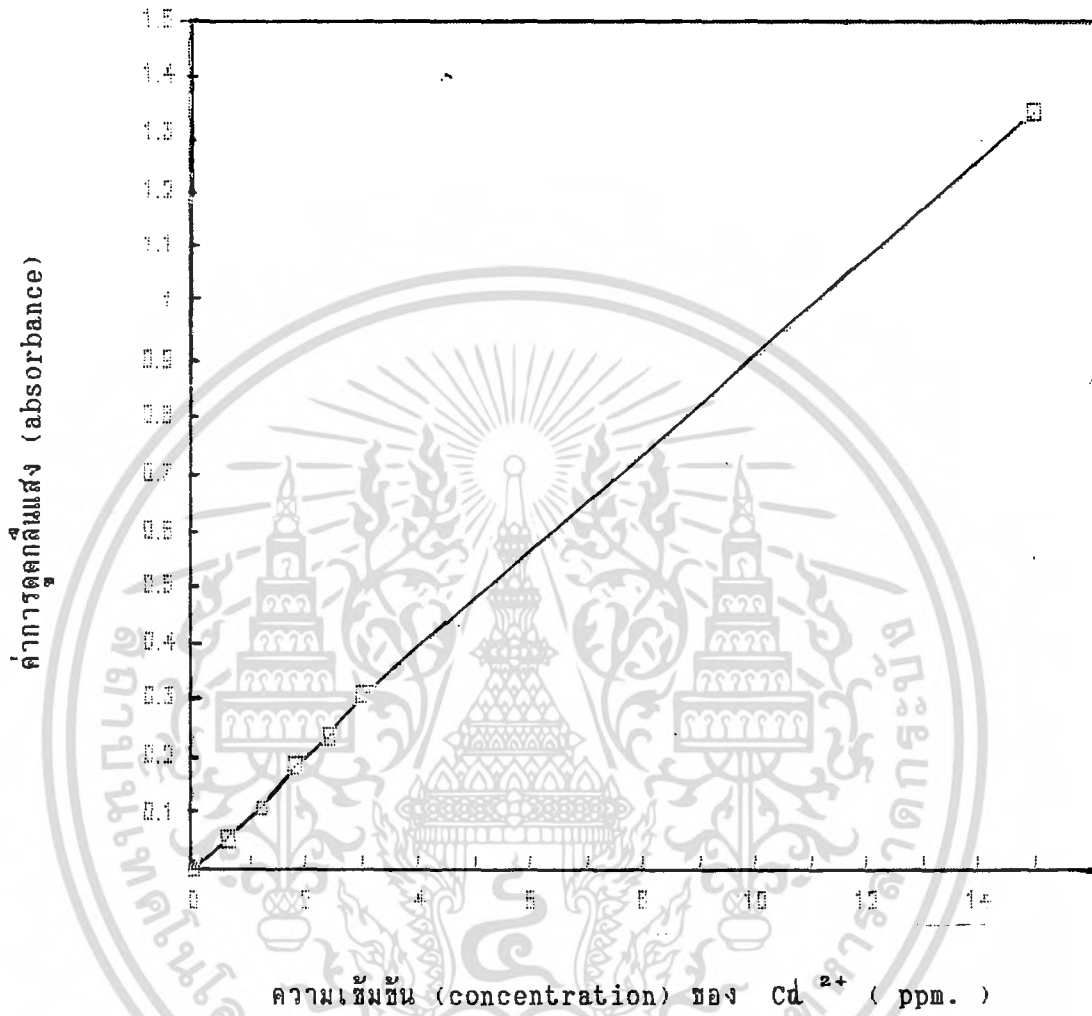
รูปที่ 50 กราฟมาตรฐานของโลหะ Ag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 51 กราฟมาตรฐานของโลหะ Zn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 52 กราฟมาตรฐานของโลหะ Cd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยา

วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด การตรวจหาชนิดของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค การตรวจหาแบคทีเรียที่เป็นดัชนีแสดงถึงการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในน้ำ เช่น กลุ่มโคลิฟอร์ม กลุ่มฟีคัลสเตรปโตคอคคัส การที่จะเลือกตรวจหาแบคทีเรียใด ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำของแหล่งน้ำที่จะตรวจนั้น แบคทีเรียที่นิยมตรวจหาในแหล่งน้ำเสมอ ๆ มี 2 กลุ่ม คือ

1. โคลิฟอร์ม แบ่งตามที่มาได้ 2 ชนิด ดังนี้

1.1 ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น และพบเสมอว่าถูกขับถ่ายออกมาที่อุจจาระ เมื่อเกิดการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหาร จะพบแบคทีเรียชนิดนี้ เช่น E.coli

1.2 นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-fecal coliform) เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินและพืช มีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียที่นำบ่งถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ ลักษณะและคุณสมบัติของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม คือ มีรูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมลบ สีแดง เจริญได้ในสภาพที่มีอากาศ และไม่มีอากาศ และสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสให้เกิดกรดและก๊าซที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส

2. ฟีคัลสเตรปโตคอคคัส

การตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มนี้ เพื่อการแสดงถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำ ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ นิยมพิจารณา ฟีคัลสเตรปโตคอคคัส ร่วมกับผลการวิเคราะห์ ฟีคัลโคลิฟอร์มเสมอ

อาหารเพาะเชื้อ

Tryptone glucose extract agar

Lauryl tryptose broth double strength

Lauryl tryptose broth single strength

Brilliant green lactose bile broth

Eosin methylene blue agar

EC medium , Aside dextrose broth

M-Endo broth , M-Enterococcus agar

เครื่องมือและอุปกรณ์

จานเพาะเชื้อ

ปิเปตขนาด 1 , 10 มล.

บีฟเฟอร์สำหรับเจือจางตัวอย่างน้ำ หลอดละ 9 มล.

ตุ้มเป็ด

วิธีการ

ก. การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Standard plate count)

1. เตรียมตัวอย่างน้ำให้มีความเจือจางตามต้องการโดยใช้บีฟเฟอร์
2. ใช้ปิเปตขนาด 1 มล. ตูดตัวอย่างที่เจือจางแล้ว 1 มล. ลงในจานเพาะเชื้อความเจือจางละ 3 ซ้ำ ทำจนครบทุกความเจือจาง
3. นำอาหาร TGEA หลอมเหลวที่มีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เทลงในจานเพาะเชื้อที่ใส่ตัวอย่าง จานละประมาณ 20 มล. โดยใช้เทคนิคที่ปลอดภัย หมุนวนเพื่อให้อาหารและตัวอย่างน้ำผสมกันดี
4. เมื่ออาหารแข็ง กลับจานเพาะเชื้อ หรือไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. เลือกนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีเชื้อเจริญอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี จากนั้นคำนวณหาจำนวนของแบคทีเรีย 1 มล. โดยคูณจำนวนโคโลนีด้วยส่วนกลับของอัตราการเจือจางที่ใช้

ข. การตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด

โดยวิธี Multiple tube fermentation ซึ่งแสดงถึงปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์มใน

รูปเอ็มพีเอ็นต่อน้ำตัวอย่าง 100 มล. (MPN/100 ml.) แบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นสมควรให้ใช้เอกสารนี้ในการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจขั้นแรก (Presumptive test) เป็นการทดสอบว่าในน้ำตัวอย่าง มีแบคทีเรียโคลิฟอร์มหรือไม่ โดยอาศัยคุณสมบัติในการเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลคโตสให้กรดและก๊าซ โดยใช้อาหาร LTB ทั้งชนิด single และ double strength ปริมาตรหลอดละ 10 มล.

1.1 คูดตัวอย่างน้ำโดยตรงปริมาตร 10 มล. ใส่ลงในหลอดอาหาร LTBS จำนวน 5 หลอด

1.2 คูดตัวอย่างน้ำโดยตรง 1 มล. ใส่ลงในอาหาร LTBS จำนวน 5 หลอด

1.3 คูดตัวอย่างน้ำจากความเจือจาง 1:10 ปริมาตร 1 มล. ใส่ลงในอาหาร LTBS จำนวน 5 หลอด

1.4 คูดตัวอย่างน้ำจากความเจือจาง 1:100 จำนวน 1 มล. และ 0.1 มล. ใส่ลงในอาหาร LTBS อย่างละ 5 หลอด

1.5 เช้าหลอดทุกหลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หลอดที่ให้ผลบวกจะเป็นหลอดที่ให้กรด โดยเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์จากสีเขียวเป็นสีเหลือง และเกิดก๊าซในหลอด ภายในเวลา 24-48 ชม.

1.6 นำหลอดที่ให้ผลบวกไปทดสอบในขั้นต่อไป

2. การตรวจขั้นยืนยัน (Confirmed test) อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้คือ BGLBB ซึ่งเป็น selective media ที่จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โคลิฟอร์ม

2.1 ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรก จำนวน 1-2 ลูบ ใส่ลงในหลอดอาหาร BGLBB ซึ่งมีหลอดดักก๊าซอยู่ด้วย ทำการถ่ายเชื้อแบบหลอดต่อหลอดทุกความเจือจาง

2.2 นำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตรวจสอบเมื่อครบ 24 ชม. และ 48 ชม. ถ้าหลอดใดไม่มีก๊าซเกิดขึ้นภายใน 48 ชม. ผลการทดสอบเป็นลบ หลอดที่เกิดก๊าซภายใน 48 ชม. ทั้งหมดได้ผลเป็นบวก

2.3 เลือกความเจือจางที่สูงสุด ที่ให้ผลบวก 3 ความเจือจาง แล้วนำไปอ่านค่าความเจือจางที่ใช้

3. การตรวจขั้นสมบูรณ์ (Complete test) การทดสอบขั้นนี้เพื่อจะยืนยันว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่พบเป็น E.coli หรือ Enterobacter aerogenes. โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ชนิด differential media คือ EMB agar

4. นำผลที่ได้ไปอ่านค่าเป็นดัชนีเอ็มพีเอนต่อตัวอย่างน้ำ 100 มล. ดังในตาราง

ค. การตรวจหาแบคทีเรียในกลุ่มฟีคัลสเตรปโตคอคคัส

โดยวิธี Multiple test fermentation มีวิธีทดสอบ 2 ขั้น คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test) ใช้อาหาร ADB ทั้งชนิด double และ single strength ปริมาตรหลอดละ 10 มล.

1.1 ทำเช่นเดียวกับการตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

1.2 นำทุกหลอดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม.

1.3 หลอดที่ให้ผลเป็นบวกจะมีความขุ่นทั้งหลอด หลอดที่ยังไม่ขุ่นให้บ่มต่อไป จนครบ 48 ชม. จึงตรวจสอบอีกครั้ง

2. การทดสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test) ใช้อาหาร EVAB ปริมาตรหลอดละ 10 มล.

2.1 ถ่ายเชื้อที่ให้ผลบวกทุกหลอดในขั้นแรก จำนวน 3 หลู ลงในอาหาร EVAB แบบ หลอดต่อหลอดทุกความเจือจาง

2.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม.

2.3 หลอดที่ให้ผลบวกจะลักษณะขุ่นทั้งหลอดและมีตะกอนเชื้อเป็นเม็ดกลมสีม่วง อยู่กับ หลอด (purple button) ส่วนหลอดที่ไม่มีลักษณะดังกล่าว ให้ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 3 อีก ครั้ง และอ่านผล

2.4 นำผลที่อ่านได้ไปเทียบ หาค่าเป็น เอ็มพีเอนต่อตัวอย่างน้ำ 100 มล. จากตาราง

หมายเหตุ

ในบางครั้ง ผลที่ได้ไม่สามารถเทียบค่าเอ็มพีเอนต่อตัวอย่างน้ำ 100 มล. จากตาราง ได้ จึงต้องคำนวณหาค่า โดยใช้สูตรของโทมัส (Thomas' simple formula) ดังนี้

$$\text{MPN}/100 \text{ มล.} = \frac{\text{จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น มล. ในหลอดที่ให้ผลบวก} \times \text{ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น มล. ในทุกหลอด}}$$

ง. การตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลสเตรปโตคอคคัสโดยวิธีเยื่อกรอง (Membrane filter)

1. การตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธีเยื่อกรอง ใช้อาหาร M-Endo broth

1.1 ตู้อาหาร M-Endo broth ปริมาณ 1.8 - 2 มล. ลงบนแผ่นดูดซึม (absorbent

pad) ที่วางอยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ทำการกรองตัวอย่างน้ำผ่านเยื่อกรอง ซึ่งมีรูขนาด 0.45 ไมครอน ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน ตัวอย่างน้ำที่ใช้กรองจะใช้ปริมาตร 100 50 10 มล. ตามลำดับ และทำสองซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ย

1.3 เมื่อกรองเสร็จแต่ละแผ่นเยื่อกรองจะต้องล้างด้วยน้ำกลั่นหรือบัฟเฟอร์ทุกครั้ง แล้วจึงใช้ปากคีบ ซึ่งหนึ่งฆ่าเชื้อโดยจุ่มแอลกอฮอล์ ลงไฟทิ้งไว้ให้เย็นสักครู่ ดึงแผ่นเยื่อกรองไปวางลงบนแผ่นคูดรัม ในข้อ 1.1 ที่ชุ่มไปด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยเอาด้านที่เป็นตารางขึ้นด้านบนทุกครั้ง ค่อย ๆ วางโดยมิให้มีฟองอากาศอยู่ที่วไป

1.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม.

1.5 ตรวจสอบโดยนับโคโลนีที่มีสีแดงเข้ม และมีลักษณะเป็นมันวาวคล้ายโลหะ ให้เลือกนับจำนวนโคโลนีที่พบอยู่ในช่วง 20-80 โคโลนี จึงเป็นค่าที่เชื่อถือได้ แล้วนำไปคำนวณหาจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่างน้ำ 100 มล.

2. การตรวจหาแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มโดยวิธีเยื่อกรอง

2.1 ทำเช่นเดียวกับการหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดตั้งแต่ข้อ 1.1 - 1.3

2.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส นาน 24 ชม.

2.3 การตรวจผลโดยนับโคโลนีสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นโคโลนีของฟีคัลโคลิฟอร์ม ให้เลือกนับแผ่นกรองที่มีโคโลนีอื่น ๆ เช่น โคโลนีใส สีครีม สีเทา จะเป็นนอนฟีคัลโคลิฟอร์ม ให้เลือกนับแผ่นกรองที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 20-60 โคโลนี นำค่าที่ได้มาคำนวณหา จำนวนโคโลนีต่อตัวอย่างน้ำ 100 มล.

3. การตรวจสอบหาแบคทีเรียฟีคัลสเตรปโตคอคคัสโดยวิธีเยื่อกรอง

ใช้อาหาร M-Enterococcus agar ซึ่งเทใส่จานเพาะเชื้อไว้เรียบร้อยแล้ว

3.1 ทำการกรองตัวอย่างน้ำ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด

3.2 ใช้ปากคีบจุ่มแอลกอฮอล์ ลงไฟและทิ้งไว้ให้เย็นสักครู่ มาคีบแผ่นเยื่อกรอง ที่กรองเสร็จแล้วไปวางบนผิวอาหาร M-Enterococcus agar โดยมิให้มีฟองอากาศอยู่ข้างใน

3.3 ตรวจสอบ โดยนับจำนวนโคโลนี ที่มีสีชมพูถึงแดงสีส้ม เลือกนับแผ่นกรองที่มีจำนวนโคโลนีในช่วง 20-100 โคโลนี แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อ 100 มล. ของตัวอย่างน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

อาหารที่ใช้ในการเพาะเชื้อ

อาหารทุกสูตรให้ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร และผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

1. Azide dextrose broth

	single strength	double strength	
beef extract	4.5	9.0	กรัม
tryptone	15.0	30.0	กรัม
glucose	7.5	15.0	กรัม
NaCl	7.5	15.0	กรัม
NaN ₃	0.2	0.4	กรัม
pH 7.2			

2. Brilliant green lactose bile broth

peptone	10.0	กรัม
lactose	10.0	กรัม
oxgal	20.0	กรัม
Brilliant green	0.0135	กรัม

pH 7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Buffer water (Dilution water)

เตรียม stock ของ phosphate buffer

KH_2PO_4	34.0	กรัม
น้ำกลั่น	500.0	มล.

ปรับ pH ให้ได้ 7.2 ด้วย NaOH 1 N เติมน้ำกลั่นจนครบ 1000.0 มล. เวลานำมาใช้
 คัดสารละลาย stock 1.25 มล. ใส่ในขวดวัดปริมาตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

4. EC medium

tryptose	20.0	กรัม
lactose	5.0	กรัม
bile salt	1.5	กรัม
KH_2PO_4	1.5	กรัม
K_2HPO_4	4.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม

pH 6.9

5. Eosin methylene blue agar (EMB agar)

peptose	10.0	กรัม
lactose	10.0	กรัม
K_2HPO_4	2.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
Eosin Y	0.4	กรัม
Methylene blue	0.065	กรัม

pH 7.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Ethyl violet azide broth

tryptose	20.0	กรัม
glucose	5.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
K_2HPO_4	2.7	กรัม
KH_2PO_4	2.7	กรัม
NaN_3	0.4	กรัม
Ethyl violet	0.00083	กรัม

pH 7.0

7. Lauryl tryptose broth

	single strength		double strength	
tryptose	20.0	กรัม	40.0	กรัม
lactose	5.0	กรัม	10.0	กรัม
K_2HPO_4	2.75	กรัม	5.5	กรัม
KH_2PO_4	2.75	กรัม	5.5	กรัม
NaCl	5.0	กรัม	10.0	กรัม
Sodium Lauryl Sulfate	0.1	กรัม	0.2	กรัม
Bromthymol blue				
1.6 เปอร์เซ็นต์ pH 6.8	4.0	กรัม	8.0	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.M-Endo broth

Tryptose	10.0	กรัม
Thiopeptone	5.0	กรัม
Casitone	5.0	กรัม
Yeast extract	1.5	กรัม
Lactose	12.5	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
K_2PO_4	4.375	กรัม
KH_2PO_4	1.75	กรัม
Sodium Lauryl Sulfate	0.05	กรัม
Sodium deoxycholate	0.10	กรัม
Basin fuchin	1.05	กรัม
pH 7.1-7.3		

9.M-Enterococcus agar

Tryptose	20.0	กรัม
Yeast extract	5.0	กรัม
Glucose	2.0	กรัม
K_2HPO_4	4.0	กรัม
NaN_3	0.4	กรัม
Agar	10.0	กรัม

2,3,5-trimethyl

tetrazolium chloride 0.1 กรัม

pH 7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เงินเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.M-FC broth

Tryptone or biosate	10.0	กรัม
Proteose peptose or polypeptone	5.0	กรัม
Yeast extract	3.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
Caetose	12.5	กรัม
Bile Salts	1.5	กรัม
Aniline blue	0.1	กรัม

pH 7.4

11.Tryptone glucose extract agar

Beef extract	3.0	กรัม
Tryptone	5.0	กรัม
Glucose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม

pH 6.8-7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 54 การหาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ดร.รชณี เอ็มพี เอ็นและซิดจำกัด
ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางแสดงค่าเอ็มพีเอ็นและซิดจำกัดความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
(จากจำนวนหลอดที่ให้ค่าหลังจากที่ตัวอย่างถูกทำให้เจือจาง 10 , 1 และ 0.1 มล.
เมื่อใช้ความเจือจางละ 5 หลอด)

Combination of positive	MPN Index 100 ml.	95 เปอร์เซ็นต์ Confidence Limits	
		Lower	Upper
0-0-0	2	-	-
0-0-1	2	1.0	10
0-1-0	2	1.0	10
0-2-0	4	1.0	13
1-0-0	2	1.0	11
1-0-1	4	1.0	15
1-1-0	4	1.0	15
1-1-1	6	2.0	18
1-2-0	6	2.0	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Combinative of positive	MPN Index 100 ml.	95 เปอร์เซ็นต์ Confidence Limits	
		Upper	Lower
2-0-0	4	1.0	17
2-0-1	7	2.0	20
2-1-0	7	2.0	21
2-1-1	9	3.0	24
2-2-0	9	3.0	25
2-3-0	12	5.0	29
3-0-0	8	3.0	24
3-1-1	11	4.0	29
3-2-0	14	6.0	35
3-2-1	14	7.0	40
4-0-0	13	5.0	38
4-0-1	17	7.0	45
4-1-0	17	7.0	46
4-1-1	21	9.0	55
4-1-2	26	12	63
4-2-0	22	9.0	56
4-2-1	26	12	65
4-3-0	27	12	67
4-3-1	33	15	77
4-4-0	34	16	80
5-0-0	23	9.0	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Combinative of positive	MPN Index 100 ml.	95 เปอร์เซ็นต์ Confidence Limits	
		Upper	Lower
5-0-1	30	10	110
5-0-2	40	20	140
5-1-0	30	10	120
5-1-1	50	20	150
5-1-2	60	30	180
5-2-0	50	20	170
5-2-1	70	30	210
5-2-2	90	40	250
5-3-0	80	30	250
5-3-1	110	40	300
5-3-2	140	60	360
5-3-3	170	80	410
5-4-0	130	50	390
5-4-1	170	71	480
5-4-2	220	100	580
5-4-3	280	120	290
5-4-4	350	160	820
5-5-0	240	100	940
5-5-1	300	100	1300
5-5-2	500	200	2200
5-5-3	900	300	2900
5-5-4	1600	600	5300
5-5-5	1600	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512

เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 39(6) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานทุกประเภทหรือชนิดที่มีหน้าที่กระทำการเกี่ยวกับการระบายน้ำทิ้งดังต่อไปนี้

ให้ยกเลิกความในข้อ 22 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2513) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2513 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 22 ห้ามมิให้ระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง แต่ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution) โดยให้น้ำทิ้งมีลักษณะดังต่อไปนี้

- (1) ค่าของความเป็นกรดด่าง (pH value) ระหว่าง 5-9
- (2) ค่าของเปอร์มันกาเนต (Permanganate value) ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (3) สารที่ละลายได้ (Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

3.1 สารละลายได้ (Dissolved Solids) ต้องไม่มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศหรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 น้ำทิ้งซึ่งจะระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือลงสู่ทะเล ค่าสารที่ละลายได้ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าสารที่ละลายได้ที่ มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) โลหะหนักมีค่าดังนี้

6.1 สังกะสี (Zinc) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.2 โครเมียม (Chromium) ไม่มากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.3 อาร์เซนิก (Arsenic) ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.4 ทองแดง (Copper) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.5ปรอท (Mercury) ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.6 แคดเมียม (Cadmium) ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.7 บาเรียม (Barium) ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.8 เซเลเนียม (Selenium) ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.9 ตะกั่ว (Lead) ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.10 นิกเกิล (Nickel) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.11 แมงกานีส (Manganese) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) น้ำมันทาร์ (Tar) ไม่มีเลย

(8) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้น โรงงานกลั่นน้ำมัน และโรงงานประกอบกิจการผสมน้ำมันหล่อลื่น จาระบี ตามประเภทหรือชนิด โรงงาน ลำดับที่ 49, 50(4) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) ให้มีน้ำมันไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) ฟีนอลและหรือครีโซลส์ (Phenols & Cresols) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(11) คลอรีนอิสระ (Free chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(12) ยาฆ่าแมลง (Insecticide), สารกัมมันตรังสี ไม่มีเลย

(13) ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำนน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 8 ถึง

1 ต่อ 150 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 30 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน ถ้าอัตราส่วนไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 151 ถึง 1 ต่อ 300 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 60 ส่วน ใน 1,000,000 ส่วน ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 301 ถึง 1 ต่อ 500 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 150 ส่วน ใน 1,000,000 ส่วน

(14) ค่าของ บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) (5 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศ หรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร บี.โอบี.ดี. หรือ B.O.D. (ชื่อย่อมาจาก Biochemical Oxygen Demand) ยกเว้นเฉพาะโรงงานประเภทหรือชนิดดังต่อไปนี้

14.1 โรงงานประกอบกิจการทำอาหารจากสัตว์น้ำ และบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้ ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 7(1) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) ต้องมีค่า บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.2 โรงงานผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 9(3) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) ซึ่งมีกรรมวิธีผลิตดังนี้

14.2.1 เหยือกแยกแบริ่งแล้วทำให้แห้งด้วยลมร้อน ต้องมีค่า บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไปต้องมีค่า บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศหรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.2.2 แยกแบริ่งด้วยการตกตะกอนแล้วทำให้แห้งบนพื้นอังไฟ ต้องมีค่า บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอบี.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.3 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับทำผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เป็นเส้นหรือชิ้น ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 10(3) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) ชนิด

เอกสารทำกำยเตี่ยวที่สนมเงินสำและเส้นหมี่ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบไม่เกิน 500 กิโลกรัมต่อวันชนิด ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไปต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.4 โรงงานหมัก ฟอก หนึ่งสีตว์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 29 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) ที่ใช้หนึ่งสีตว์สดเป็นวัตถุดิบต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.5 โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ ชานอ้อย หญ้า เศษผ้า ฯลฯ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 38(1) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

- (15) อุณหภูมิของน้ำทิ้งที่จะระบายลงสู่สาธารณะไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส
- (16) สีหรือกลิ่นของน้ำทิ้ง เมื่อระบายลงสู่สาธารณะแล้ว ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ"

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2525

พลตรี ชำติชಾಯ ชุ่มพะวัล

(ชำติชಾಯ ชุ่มพะวัล)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

บรรณานุกรม

1. กิตติ โสภณศักดิ์ " การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองขอนแก่น " วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 (พ.ศ.-ส.ศ. 2535)
2. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ รายงานการแก้ไขปัญหามลพิษในเมืองหลัก โครงการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมืองหลัก "เมืองชลบุรี" กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เล่มที่ 2 พ.ศ.2528 หน้า 27-42
3. เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์ วิศวกรรมกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 1 สำนักพิมพ์มิตรนราการพิมพ์ พ.ศ. 2532
4. คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย หน้า 50-204 สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย พิมพ์ครั้งที่ 2 2532-2535
5. คณะวิทยาศาสตร์ รายงานประจำปี 2534 คณะวิทยาศาสตร์ สจล. หน้า 95,112 พ.ศ.2535
6. งานคุณภาพน้ำชายฝั่ง ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม รายงานเบื้องต้น การสำรวจทัศนคติของประชากรและคุณภาพน้ำ แม่น้ำเพชรบุรี แม่น้ำปราณบุรี และบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน 2529-2530 สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กุมภาพันธ์ 2532 หน้า 19-22
7. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ อินจิรา นิยมจूर " เทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย " การสัมมนาทางวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2 สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย คณะวิศวกรรมศาสตร์ ราชภัฏจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2523
8. บริษัท ชูนิเซนโพล จำกัด THE SUBMERGED CONTACT BIODIDE AERATOR BIOLOGICAL WASTE WATER TREATMENT SYSTEM พ.ศ.2535
9. นवलพรรณ ฤ ระนอง ปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พ.ศ. 2532 หน้า 1-55 โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
10. พิเชิต สกฤพรหมณ์ " การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม " พิมพ์ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2535 หน้า 214-333 หจก.ธนะการพิมพ์ พ.ศ.2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. มั่นสิน ตัณฑลเวศม์ ระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีชีววิทยา สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2525
12. เรียม เตชะโสภณเมธี การใช้ประโยชน์จากกากของเสีย พ.ศ. 2530 หน้า 61-71
โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
13. วีระชัย โชควิณูญ เทคนิคการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
พ.ศ. 2530
14. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อันตรายจากสารเคมี พิมพ์ครั้งที่ 5
สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น พ.ศ. 2533
15. เสริมพล รัตตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน
พิมพ์ครั้งที่ 2 หน้าที่ 1-311 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
มิถุนายน 2534
16. สุจินต์ พนาปวุฒิกุล การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานเคมีภัณฑ์ วารสาร สสท. ฉบับ เทคโนโลยี
ปีที่ 7 ฉบับที่ 46 เมษายน
17. สุรินทร์ พลระสมบูรณ์ การออกแบบระบบกำจัดน้ำเสียของอาคาร วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2535 หน้าที่ 8-11
18. Crawford, B.H. and Fechtman, V.A. (eds) Industrial wastewater management handbook. pp. 4-44, 4-51. McGraw - Hill, Inc.,
United State of America, 1976.
19. Novoltny V., Imhoff, K.R., Olthof, M., Krenkel, P.A. Handbook of urban drainage and wastewater disposal. pp. 72-75, 132-134.
John Wiley and Sons, Inc. Canada, 1989.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้