ชื่อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพในการลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำเสียประเภทโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

ผู้วิจัย นางจริยา ผดุงพัฒโนดม **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ศริศักดิ์ สุนทรไชย (2) รองศาสตราจารย์ สมทรง อินสว่าง (3) อาจารย์ ศิริพรรณ วงศ์วานิช **ปีการศึกษา** 2545

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) หาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพในการลดปริมาณแบคทีเรีย ค่าบีโอดี และปริมาณของแข็งแขวนลอยให้ได้ตามกฎหมายกำหนด (2) หาปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในน้ำเสีย (3) ทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วได้ทั้งหมด ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง ใช้ตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง 1 แห่ง ในจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและน้ำใช้อื่น ๆ ภายในโรงงานก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 30 ตัวอย่าง และน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด จำนวน 30 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการศึกษาพบว่า (1) ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่โรงงานเลือกใช้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ร้อยละ 40 ให้มีโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร คุณลักษณะของน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะเมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วมีค่าบีโอดีเฉลี่ย 8.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 33.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดและด่างเฉลี่ย 7.7 และอุณหภูมิเฉลี่ย 27.5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าได้ตามเกณฑ์ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2539 (2) น้ำเสียก่อนการบำบัดมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย $2.4x10^9$ หน่วยการสร้างโคโลนีต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มเฉลี่ย $1.3x10^7$ และ $1.0x10^7$ เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ พบเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารคือ ซาลโมเนลลา 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 16.7 สตาฟีโลคอกคัส ออเรียส 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.3 ส่วนน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดแล้วมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย $8.3x10^6$ หน่วยการสร้างโคโลนีต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์มเฉลี่ย $1.4x10^4$ และ $1.1x10^4$ เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ พบเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารคือ ซาลโมเนลลา และเชื้อสตาฟีโล คอกคัส ออเรียส ชนิดละ 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.3 (3) ค่าคลอรีนที่เหมาะสมที่ใช้ในการฆ่าเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์ม เมื่อปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^5 เอ็มพีเอ็นต่อ 100มิลลิลิตร ต้องใช้ปริมาณคลอรีน 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 30 นาที จึงจะมีประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด

คำสำคัญ ประสิทธิภาพ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

Thesis title : THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEM FOR REDUCING BACTERIA QUANTITY IN WASTEWATER FROM FROZEN SEAFOOD FACTORY

Researcher : Mrs. Jariya Padungpattanodom **Degree** : Master of Public Health (Industrial Environment Management) **Thesis advisors** : (1) Dr. Sarisak Sunthornchai, Associate Professor (2) Somsong Insawang, Associate Professor (3) Siriphan Wongwanich **Academic year** : 2002

ABSTRACT

The aim of this study was (1) to investigate the efficiency of biological wastewater treatment system for reducing bacteria quantity, biological oxygen demand (BOD) and suspended solid in order to meet the requirement of the law (2) to find out quantity of total bacteria , total coliform, fecal coliform and intestinal pathogenic bacteria in wastewater (3) to test the amount of appropriate chlorine for killing all bacteria in treated wastewater before discharging to public water resources.

This study was experimented research by using wastewater from biological wastewater treatment system of one frozen seafood factory located in Samutsakorn Province. A total of 30 samples of wastewater collected from production process and other used water in the factory before passing the treatment system and 30 samples of treated wastewater were studied for the efficiency of wastewater treatment system.

The study showed that (1) the efficiency of wastewater treatment system used by the factory could treat wastewater for 40%. The wastewater finally contained total coliform less than 1,000 MPN/100 ml. The treated wastewater before discharging to public water resources contained mean of BOD 8.7 mg/l., suspended solid 33.8 mg/l., pH 7.7 and 27.5^{O}C. These results achieved control level of wastewater quality from the factory according to the Promulgate of Ministry of Industry Issue No.2 B.E.2539. (2) Influent contained mean of total bacteria for 2.4x10^{9} colony forming unit(CFU)/100 ml., total coliform and fecal coliform for 1.3x10^{7} and 1.0x10^{7} MPN/100 ml., respectively. Investigation of intestinal pathogenic bacteria showed that *Salmonella* was found in 5 samples (16.7%) and *Staphylococcus aureus* was also found in 4 samples (13.3%). Effluent contained mean of total bacteria for 8.3x10^{6} CFU/100 ml., total coliform and fecal coliform for 1.4x10^{4} and 1.1x10^{4} MPN/100 ml., respectively. Investigation of intestinal pathogenic bacteria showed that *Salmonella* and *S.aureus* were found in 1 sample each (3.3%). (3) Optimal chlorine dosage for disinfection of fecal coliform at starting quatity of 10^{5} MPN /100 ml. needed chlorine 2.5 mg/l. with final free residue chlorine 0.07 mg/l. and 30 minutes of disinfection time to achieve total disinfecton efficiency.

Keywords : Efficiency , Biological wastewater treatment system , Total coliform , Fecal coliform , Frozen seafood factory

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ศริศักดิ์ สุนทรไชย รองศาสตราจารย์ สมทรง อินสว่าง และอาจารย์ ศิริพรรณ วงศ์วานิช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และเสนอแนะในการจัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ อีกทั้งอาจารย์ ศิริพรรณ วงศ์วานิช ยังได้กรุณาจัดหาทุนรัฐบาลญี่ปุ่น เพื่อสนับสนุนงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของคณะกรรมการ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทั้ง 3 ท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายแพทย์เสรี หงษ์หยก ผู้อำนวยการโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า ที่ได้อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลพระนั่งเกล้าในการตรวจวิเคราะห์ด้านชีววิทยา นายแพทย์มารุต มัสยวาณิช กรรมการผู้จัดการบริษัท โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ที่ได้อนุญาตให้เข้าไปเก็บตัวอย่างน้ำเสียของโรงงาน คุณสุมิตร จำปา ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเรื่องเอกสารในการวิจัย คุณสินีนาฏ สุนทรหิรัญวงศ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย คุณประนอม เทียนไทย ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานที่ศึกษา คุณมานพ ทองใบ เจ้าหน้าที่ดูแลระบบน้ำเสียของโรงงานที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างน้ำ และคุณชวัลนาถ ภาคไพรศรี ที่ช่วยเหลือการพิมพ์วิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณธเนศ ผดุงพัฒโนดม และลูกๆ ที่ได้สนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจจนสามารถทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

คุณประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจการศึกษาทั้งมวล

จริยา ผดุงพัฒโนดม

พฤศจิกายน 2545

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3
กรอบแนวคิดการวิจัย..... 3
ขอบเขตของการวิจัย..... 4
ข้อตกลงเบื้องต้น..... 6
นิยามศัพท์เฉพาะ..... 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 8
ลักษณะน้ำเสียทั่วไป..... 8
ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม.....11
มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม.....13
ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย.....17
ระดับของการบำบัดน้ำเสีย.....18
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ..... 19
ลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ.....19
ลักษณะของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์..... 22
ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบติดผิว..... 33
ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพอื่นๆ..... 34
โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อที่มีแบคทีเรียเป็นสาเหตุ..... 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การทำลายเชื้อโรคในน้ำทิ้ง.....43
การฆ่าเชื้อโดยวิธีอื่น..... 50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 52
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 52
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 54
วิธีดำเนินการทดลอง..... 57
การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 68
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 69
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 70
คุณภาพน้ำทางเคมี..... 70
การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด.....72
การตรวจหาเชื้อก่อโรค..... 72
คุณภาพน้ำทางชีววิทยา..... 73
การทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม โดยใช้น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2
เป็นตัวอย่าง..... 78
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 86
สรุปผลการวิจัย..... 86
อภิปรายผล..... 89
ข้อเสนอแนะ..... 94
บรรณานุกรม..... 96
ภาคผนวก.....101
ก ข้อมูลโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง.....102
ข วิธีการตรวจทางจุลชีววิทยา 118

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ค ผลการทดลอง 128
ง การคำนวณ.....160
จ กฎหมาย 163
ประวัติผู้วิจัย 172

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ 6

ตารางที่ 2.1 จำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียจากแหล่งชุมชนทั่วไป..... 11

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ..... 12

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำทิ้งประเภทห้องเย็น (บางรายการ) ตามประกาศกระทรวงฉบับที่ 2 พ.ศ.2539 14

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งรวมทั้งพื้นที่ปากแม่น้ำ (บางรายการ) 15

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลออกแบบกระบวนการเอเอสแบบต่างๆ 32

ตารางที่ 2.6 การตรวจเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหารจากตัวอย่างน้ำต่าง ๆ จำนวน 271 ตัวอย่าง..... 43

ตารางที่ 2.7 ปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค..... 49

ตารางที่ 3.1 วิธีการตรวจน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ..... 58

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย..... 68

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำตัวอย่างก่อนผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง.....70

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำตัวอย่างหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง.....71

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจหาเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในน้ำเสีย..... 73

ตารางที่ 4.4 คุณภาพน้ำทางชีววิทยาโดยเฉลี่ยของน้ำทั้งก่อนเข้าระบบบำบัดและหลังเข้าระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการเติมคลอรีน 74

ตารางที่ 4.5 ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้นต่างๆ กันในน้ำเสียดัดแปลง โดยมีผลการทำลายเชื้อได้ร้อยละ 100 ด้วยวิธีสแตนดาร์ดเพลตเคานท์.....75

ตารางที่ 4.6 ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด ของสารละลายคลอรีนที่ใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบในความเข้มข้นต่างๆ กัน 76

ตารางที่ 4.7 คุณสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ที่นำมาทดสอบค่าคลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรค 78

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8 ปริมาณคลอรีนที่ใช้และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดในตัวอย่างน้ำเสียจริง (ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 MPN/100 มล.) 80

ตารางที่ 4.9 ปริมาณคลอรีนที่ใช้และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการกำจัดฟีคัลโคลิฟอร์มสำหรับตัวอย่างน้ำเสียจริง ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 MPN/100 มล.....82

ตารางที่ 4.10 ปริมาณคลอรีนที่ใช้และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย นับเชื้อโดยวิธีสแตนดาร์ดเพลตเคานท์ สำหรับตัวอย่างน้ำจริง ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 CFU/100 มล..... 84

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิด 4
ภาพที่ 2.1 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย..... 20
ภาพที่ 2.2 กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา 22
ภาพที่ 2.3 กระบวนการเติมอากาศแบบเรียวลง 23
ภาพที่ 2.4 กระบวนการเติมอากาศแบบเป็นขั้น 24
ภาพที่ 2.5 กระบวนการแบบผสมสมบูรณ์ 25
ภาพที่ 2.6 กระบวนการเติมอากาศยืดเวลา 26
ภาพที่ 2.7 กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส 27
ภาพที่ 2.8 ระบบเอสบีอาร์ 28
ภาพที่ 2.9 กระบวนการขาดอากาศ-เติมอากาศ 29
ภาพที่ 2.10 กระบวนการคลองวนเวียน 30
ภาพที่ 2.11 กระบวนการถังปฏิกรณ์ปล่องลึก 31
ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งแบบเติมอากาศยืดเวลา... 36
ภาพที่ 2.13 ปริมาณของไฮโปคลอรัสแอสิด และไฮโปคลอไรท์ไอออนในน้ำที่ pH ต่างๆ กัน 46
ภาพที่ 2.14 คลอรีนเบรคพอยท์ 48
ภาพที่ 3.1 การสูบน้ำจากบ่อผสมรวมเข้าสู่บ่อปฏิกิริยาไร้อากาศที่ต้องกรองผ่านแผ่นกรอง 2 ชั้น เป็นจุดเก็บน้ำเสียก่อนการบำบัด 53
ภาพที่ 3.2 บ่อพักน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เป็นจุดเก็บน้ำเสียหลังการบำบัดขั้นที่ 2 53
ภาพที่ 3.3 การตรวจวิเคราะห์น้ำโดยวิธีการทางเคมีและทางชีววิทยา.....60
ภาพที่ 3.4 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายคลอรีน.....63
ภาพที่ 3.5 วิธีการทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อโรค โดยใช้น้ำเสียดัดแปลงที่ทราบปริมาณเชื้อ.....65
ภาพที่ 3.6 วิธีการทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายแบคทีเรีย โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริง..... 67

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเชื้อกับความเข้มข้นคลอรีนที่ใช้..... 77

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท มีกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ หรือทางอากาศได้ตลอดเวลาและหากไม่มีการบำบัดมลพิษที่เกิดขึ้นนั้นย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง ดังนั้นจึงต้องมีกฎหมายควบคุมกำหนดให้โรงงานอุตสาหกรรม มีการบำบัดมลพิษที่เกิดจากโรงงานให้ได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียหรืออากาศนั้นสู่แหล่งสาธารณะ

โรงงานห้องเย็น จัดเป็นโรงงานจำพวกที่ 3 ที่มีความเสี่ยงสูง 12 ประเภท ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2542) เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจกรรม

อุตสาหกรรมประเภทโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอน น้ำล้างเนื้อกุ้ง น้ำจากหม้อน้ำ น้ำล้างมือพนักงาน น้ำล้างเครื่องจักรและภาชนะ น้ำเสียรวมของโรงงานต้องผ่านเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานทั้งสิ้น ก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป หากการจัดการเรื่องน้ำเสียไม่ดีพอ จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากในน้ำเสียนั้นมีเชื้อก่อโรคปะปนอยู่ด้วย จะเป็นการแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคทางเดินอาหารได้ง่าย

ผลกระทบของน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะที่การบำบัดไม่มีประสิทธิภาพ และไม่ได้มาตรฐาน คือ จะทำให้แหล่งรับน้ำเกิดการเน่าเสียได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียจากโรงงานที่ใช้สัตว์ทะเลเป็นวัตถุดิบ จะมีค่าความสกปรกของน้ำเสียสูงมาก อีกทั้งหากพบว่ามีเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปะปนอยู่ซึ่งจะทำให้เป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขด้วย

โรงงานอุตสาหกรรมทุกชนิดที่มีน้ำเสียเกิดจากกระบวนการผลิต จะต้องมีการบำบัดน้ำเสียของโรงงานให้ได้มาตรฐานตาม ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2537) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ก่อนจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ น้ำเสียที่มีค่าความสกปรกและสารอินทรีย์สูง มักใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ

โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ทำการศึกษาวิจัย ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน คือ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Slude) น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมาจากกระบวนการผลิตในโรงงาน ต้องมีการบำบัดที่มีประสิทธิภาพ การเติมสารเคมีเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียต้องมีความเหมาะสม น้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจึงจะได้มาตรฐานตามที่กำหนด ในการปฏิบัติงานประจำวันน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งจะไหลลงทะเลต่อไป ไม่ได้มีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

จังหวัดสมุทรสาคร เป็นพื้นที่จังหวัดชายฝั่งทะเลและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของโรงงานได้ปล่อยลงแหล่งน้ำสาธารณะที่เชื่อมต่อลงทะเล

ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อาจมีเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหาร เช่น *Vibrio* species ซึ่งติดมากับวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือ *Salmonella*, *Shigella* species, *S.aureus* อาจติดมากับมือของพนักงานที่ทำการผลิต ถ้าหากพนักงานนั้นเป็นพาหะของโรค และเป็นผู้มีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ไม่ดี การตรวจพบเชื้อก่อโรคต่างๆ ย่อมมีผลกระทบต่อโรงงาน ไม่ว่าจะพบเชื้อเหล่านี้จากส่วนใดของโรงงาน

โดยทั่วไปการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย จะตรวจหาฟีคัลแบคทีเรีย (Fecal Bacteria) ซึ่งมี*Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียที่ชี้บ่งการปนเปื้อนอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่นในน้ำนั้น และเนื่องจากการตรวจหาแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรค มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงและผู้ตรวจวิเคราะห์ต้องใช้ความชำนาญพิเศษมาก จึงทำให้โรงงานอุตสาหกรรมอาหารไม่ทำการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจากน้ำทิ้งของโรงงาน และจากสาเหตุเช่นเดียวกันนี้ จึงไม่พบรายงานการศึกษาวิจัยเรื่องเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจากน้ำทิ้งในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านจุลชีววิทยาของโรงงานประเภทที่ใช้สัตว์น้ำจากน้ำกร่อยและน้ำทะเลเป็นวัตถุดิบ ที่อาจจะนำไปใช้กำหนดค่าแบคทีเรียในน้ำทิ้งในประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติต่อไป

น้ำทิ้งจากโรงงานนี้ ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะไม่มีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยทิ้ง มีเฉพาะการเติมคลอรีนในน้ำใช้ในกระบวนการผลิต

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียและลดค่าความสกปรก การตรวจหาเชื้อแบคทีเรียก่อโรค รวมทั้งการหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมที่ใช้ทำลายเชื้อโรคในน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำสาธารณะ ป้องกันการแพร่ระบาดของโรค และเพื่อควบคุมปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมตามที่กฎหมายกำหนด โดยไม่ให้มีคลอรีนตกค้างมากเกินไป จนอาจจะทำให้เกิดเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

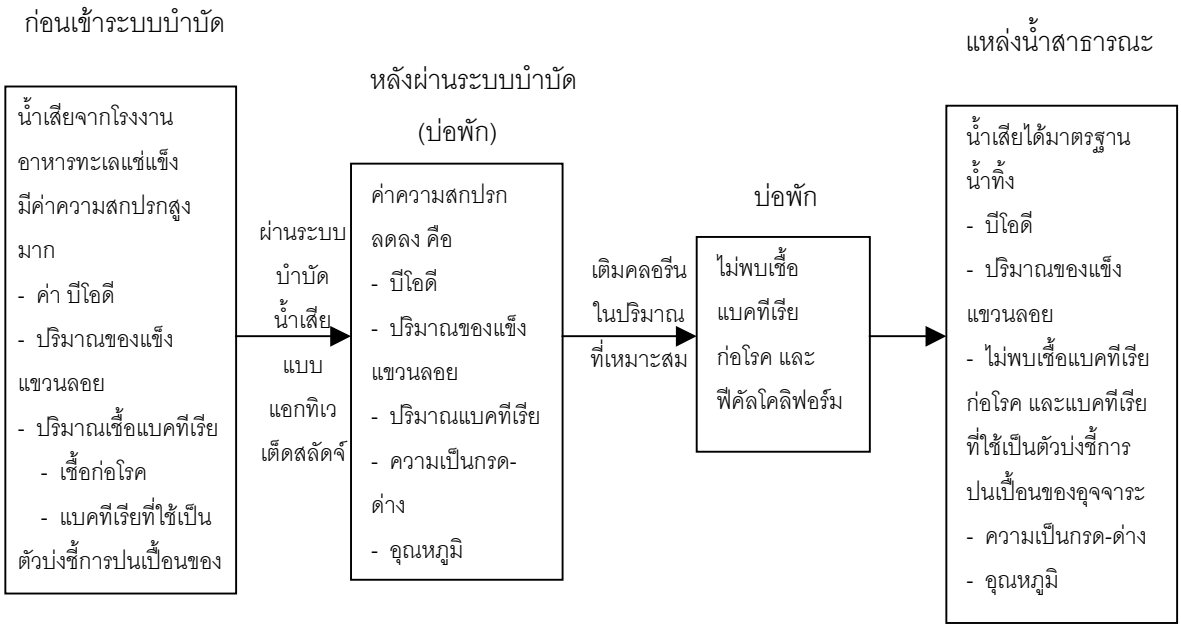
2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสียให้ได้มาตรฐานตามกฎหมาย

2.2 เพื่อตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียทั้งหมด โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร

2.3 เพื่อหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้ทั้งหมดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตในโรงงาน รวมทั้งน้ำใช้ต่างๆ มีค่าสารอินทรีย์ต่างๆ สูง ทำให้น้ำเสียมีความสกปรกมาก เมื่อผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพของโรงงานแล้วค่าความสกปรกต่างๆ ลดลงจนได้มาตรฐานน้ำทิ้งตามกฎหมาย แต่เชื้อแบคทีเรียในน้ำยังไม่หมดไป ต้องมีการเติมคลอรีนฆ่าเชื้อก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะและปริมาณคลอรีนที่ใช้ต้องเหมาะสม จึงจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและถูกต้องตามกฎหมาย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. ขอบเขตของการวิจัย

ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง จำนวน 1 โรงงาน ในจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ เก็บน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดจากบ่อผสมรวม และเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ในบ่อพัก

4.1 ตัวแปรการวิจัย

4.1.1 ตัวแปรต้น คือ ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณคลอรีน

4.1.2 ตัวแปรตาม คือ ค่าความสกปรก (บีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ความเป็นกรด - ด่าง อุณหภูมิ) ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม

1) เครื่องมือวิจัยทางสังคมศาสตร์

(1) แบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กับผู้จัดการด้านคุณภาพ หรือผู้ควบคุมดูแลรักษาระบบ

(2) แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลของน้ำเสียเกี่ยวกับปริมาณน้ำเข้า-ออก, ระยะเวลาในการบำบัดที่ใช้กับผู้จัดการด้านคุณภาพ หรือผู้ควบคุมดูแลรักษาระบบ

(3) แบบบันทึกเกี่ยวกับระบบบำบัด ชนิด อุปกรณ์ประกอบระบบบำบัดของโรงงาน

2) เครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

(1) เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

(2) เครื่องมือวัดความเป็นกรด – ด่าง

(3) เครื่องตรวจวัดปริมาณคลอรีนคงเหลืออิสระ

(4) ภาชนะเก็บตัวอย่างน้ำ เช่น แกลลอน ขวดแก้วสีชา ถุงพลาสติกยางวง เป็นต้น

(5) ถังโฟมบรรจุน้ำแข็ง เพื่อรักษาตัวอย่างน้ำเสีย

(6) โซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$)

4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1) อุปกรณ์การตรวจทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

(1) อาหารเลี้ยงเชื้อ

(2) จานอาหารเลี้ยงเชื้อ ปราศจากเชื้อ

(3) ตู้อบ (incubator) 35°ซ ± 2°ซ

(4) หลอดทดลองขนาด 20x150 mm., Durham Tube

(5) ซีโรปิเปต 10 มล., 1 มล.

(6) ปิเปตอัตโนมัติ 100 ไมโครลิตร และ 1,000 ไมโครลิตร

2) อุปกรณ์การตรวจหาปริมาณคลอรีน

(1) เครื่องโฟโตมิเตอร์มาสเตอร์สกรีน (Photometer Master Screen)

(2) เม็ดยาวัดปริมาณคลอรีนคงเหลืออิสระ DPD No.1

(N, N-Diethyl-p-phenylenediamine; DPD)

รายละเอียดอุปกรณ์และวิธีทำทั้งหมด อยู่ในบทที่ 3

ตารางที่ 1.1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
บีโอดี (Biological Oxygen Demand ; BOD_5)	5 Days BOD Test, Azide Modification
ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS)	Gravimetric Method
ปริมาณแบคทีเรีย	
- ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total Bacteria)	Standard Plate Count
- ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform)	MPN Technique
- ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform)	MPN Technique
ปริมาณคลอรีนคงเหลือ	DPD method
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์

5. ข้อตกลงเบื้องต้น

5.1 **การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย** เก็บจากบ่อผสมรวมและบ่อพักหลังการบำบัดขั้นที่ 2 โดยการเก็บแบบสุ่ม ในช่วงเวลาเดียวกันทุกครั้ง โดยถือว่าตัวอย่างนั้นได้ผสมกันเป็นตัวอย่างเดียวกัน

5.2 **ค่า BOD, SS และ pH** สามารถใช้ค่าของโรงงานที่มีการตรวจไว้แล้วได้ ทั้งนี้วิธีการตรวจวิเคราะห์เป็นวิธีตามที่ได้กำหนดไว้

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 **ประสิทธิภาพ** หมายถึง ความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียที่จะลดปริมาณแบคทีเรีย และลดค่าความสกปรก (ซึ่งใช้ค่า BOD และ SS เป็นตัวบ่งชี้) ได้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่องกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานประเภทโรงงานห้องเย็น

6.2 **น้ำเสีย** หมายถึง น้ำที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต และน้ำที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ปล่อยทิ้งลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฯ และปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

6.3 **เชื้อแบคทีเรีย** หมายถึง เชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำเสีย ได้แก่

- เชื้อแบคทีเรียที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางจุลชีววิทยา หมายถึง ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform) ได้แก่ *Escherichia coli (E.coli)*
- เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform) ที่ตรวจพบในน้ำเสีย หมายถึง ปริมาณแบคทีเรียที่มาจากลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นทั้งหมด รวมทั้งฟีคัลโคลิฟอร์ม
- เชื้อแบคทีเรียก่อโรค หมายถึง เชื้อที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ *Vibrio* species, *Salmonella*, *Shigella* species และ *Staphylococcus aureus (S.aureus)*

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ผลของงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของโรงงานประเภทโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง เกี่ยวกับข้อมูลของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคและแบคทีเรียที่เป็นตัวบ่งชี้ทางจุลชีววิทยา

7.2 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาหาแนวทางในการกำหนดค่าแบคทีเรียก่อโรค และแบคทีเรียที่เป็นตัวบ่งชี้ทางจุลชีววิทยาในด้านการกำหนดค่าแบคทีเรียในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

7.3 การเติมคลอรีนอย่างเหมาะสมลงในน้ำเสียหลังการบำบัด ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จะเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดจุลชีพในน้ำเสียของระบบบำบัด อีกทั้งสามารถควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานได้ตามกฎหมาย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาปฏิบัติการตั้งแต่เดือนมกราคมถึงสิงหาคม 2545 การศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อหาแบคทีเรียซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรค และแบคทีเรียที่ใช้เป็นตัวชี้บ่งทางจุลชีววิทยา (ฟีคัลโคลิฟอร์ม) รวมทั้งการตรวจหาค่าบีโอดี และปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย เพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ และคุณภาพน้ำเสียที่โรงงานปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้มาตรฐานตามที่กฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมกำหนดไว้ ส่วนที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้ ทั้งหมด ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 1 โรงงาน

กลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงาน โดยเก็บน้ำเสียที่ผ่านบ่อดักไขมันในบ่อผสมรวม ก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 30 ตัวอย่าง และน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 แล้วไม่มีการเติมคลอรีนก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จำนวน 30 ตัวอย่าง

การเก็บน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย เก็บจากบ่อผสมรวม ซึ่งเป็นน้ำที่มาจากกระบวนการผลิต และน้ำใช้จากครัวเรือน ที่ผ่านบ่อดักไขมัน และตะแกรงหยาบ เก็บโดยการสูบน้ำตัวอย่างขึ้นมาจากบ่อใส่อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ที่เติมโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) นำส่งห้องปฏิบัติการโดยแช่ในน้ำแข็งทันที

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วใช้วิธีเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) โดยเก็บน้ำในบ่อให้มีความลึก 2/3 ของบ่อ บริเวณกลางบ่อและเก็บโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ ป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจากภายนอก เติมโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) เพื่อยับยั้งฤทธิ์ของคลอรีน นำส่งห้องปฏิบัติการโดยแช่ในน้ำแข็งทันที

กำหนดการเก็บตัวอย่างน้ำ ทั้งน้ำเสียก่อนการบำบัดและน้ำเสียหลังการบำบัดแล้วในเวลา 9.00 นาฬิกา สัปดาห์ละไม่เกิน 3 ครั้ง ในวันพุธ พฤหัส และศุกร์

ภาพที่ 3.1 การสูบน้ำจากบ่อผสมรวมเข้าสู่บ่อปฏิกิริยาไร้อากาศที่ต้องกรองผ่านแผ่นกรอง 2 ชั้น
เป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด

ภาพที่ 3.2 บ่อพักน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ
เป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียหลังการบำบัดขั้นที่ 2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม

2.1.1 แบบบันทึกผลการตรวจน้ำเสีย ได้แก่ pH, อุณหภูมิ, คลอรีนอิสระคงเหลือ

2.1.2 ภาชนะเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ได้แก่ ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอธิลีน และขวดแก้ว ขนาด 1 ลิตร มีฝาจุกเป็นฝาแก้วปิดสนิท (Ground Joint) ถังโฟมบรรจุน้ำแข็ง

2.1.3 เทอร์โมมิเตอร์

2.1.4 เครื่องวัด Phep® 3 Microprocessor pH Testes R102895

2.1.5 เครื่อง Photometer Cl pH Cys Lovi bond ® พร้อมเม็ดยา DPD No.1 วัดปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ (Lovi bond ® Germany)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.2.1 ตู้อบเพาะเชื้อ (Incubator) อุณหภูมิ 35^{O}ซ ± 2 ^{O}ซ ยี่ห้อ Memmert ประเทศ Germany

2.2.2 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ HIRAYAMA model HVE.50 และ KOKUSAN model H8822

2.2.3 ตู้อบความร้อนแห้ง (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert ประเทศ Germany

2.2.4 อ่างปรับอุณหภูมิ (Water bath) 44.5^{O}ซ

2.2.5 เครื่องชั่งสารเคมีแบบไฟฟ้า

2.2.6 เครื่องอบไมโครเวฟ

2.2.7 เครื่องวัดความขุ่นของเชื้อแบคทีเรีย Spectrophotometer (Crystal Spec™) BECTON DICKINSON, USA

2.2.8 เครื่องโฟโตมิเตอร์ (Photometer) ยี่ห้อ SEAC Model Screenmaster light path 1 เซนติเมตร ประเทศอิตาลี

2.2.9 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1) Lauryl Tryptose Broth (DIFCO, USA)
2) Plate Count Agar (OXOID, England)
3) EC medium Broth (OXOID, England)
4) Brilliant Green Bile Broth (DIFCO, USA)
5) GN Broth (MERCK, Germany)

6) Tetrathionate Broth (OXOID, England)Bacto

7) Peptone (DIFCO, USA)

8) XLD medium (OXOID, England)

9) Manital salt phenol – red agar (MERCK, Germany)

10) Hektoen Agar (BBL, USA)

11) Tryptic Soy Broth (DIFCO, USA)

12) Triple Sugar Iron Agar (DIFCO, USA)

13) Citrate medium (DIFCO, USA)

14) Urea agar base (BBL, USA)

15) Agar granulated (BBL, USA)

16) SIM medium (BBL, USA)

17) Lysine Iron Agar (DIFCO, USA)

18) Antisera สำหรับตรวจหากรุ๊ปของ *Salmonella, Shigella* และ *Vibrio* (Serotest, Thailand) และ Staphalex® (Latex agglutination) สำหรับทดสอบ *S.aureus*

19) DNase agar (OXOID, England)

20) TCBS agar (Nissui, Japan)

2.2.10 จานอาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากเชื้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม., 90 มม.

2.2.11 ซีโรปิเปต ขนาด 1.0 มล., 5 มล., 10 มล.

2.2.12 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

1) หลอดทดลองขนาด 20x150 มม.,13x100 มม., 16x100 มม. พร้อม rack

2) ขวด Duran ขนาด 100, 250, 500, 1000, 2000 มล.

3) Volumetric flask 100, 200, 1000 มล.

4) Elermeyer flask 250, 500, 1000 มล.

5) Beaker 500, 1000 มล.

2.2.13 Buret พร้อมขาตั้ง

2.2.14 ผงปูนแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ร้อยละ 70

2.2.15 เม็ดยาวัดปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ DPD No.1 (Lovibond ®,Germany)

2.2.16 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1) Potassium dihydrogen phosphate GR for Analysis (MERCK, Germany)

2) Pyruvic acid Sodium Salt (Fluka, Switzerland)

3) Sodium Thiosulphate GR for Analysis (MERCK, Germany) เป็นสารเคมีที่ใช้ทำลายฤทธิ์คลอรีน และสามารถเตรียมความเข้มข้นได้แน่นอน

4) Magnesium chloride (MERCK, Germany)

5) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

6) Glacial acetic acid (MERCK, Germany)

7) Potassium iodide (MERCK, Germany)

2.2.17 น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ

2.2.18 สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution) pH 4, 7 และ 10 (CARLO ERBA reagent)

2.3 การเตรียมขวดสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจด้านชีววิทยา

เติมโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ความเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 1 มล. ใส่ในขวดแก้วฝาจุก ground joint นำไปอบในตู้อบความร้อนแห้ง ที่ 150^{O}ซ นาน 2 ชั่วโมง สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 1,000 มล.

2.4 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียและการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสีย

2.4.1 น้ำเสียก่อนการบำบัด เพื่อประเมินลักษณะในภาพรวมของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เก็บแบบสุ่มโดยเก็บในเวลา 9.00 น. ทุกครั้ง วิธีการ คือ สูบน้ำขึ้นมาจากบ่อผสมรวมก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้ถังสะอาดรอง ตรวจวัดค่า pH, อุณหภูมิและปริมาณคลอรีนคงเหลืออิสระแล้วแบ่งใส่ขวดพลาสติกและขวดแก้วฝาจุกปิดสนิท

2.4.2 น้ำเสียหลังการบำบัดขั้นที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย เก็บน้ำในเวลา 9.00 น. ทุกครั้ง โดยเก็บจากบ่อพักที่จะปล่อยน้ำเสียออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ การเก็บใช้วิธีการเก็บแบบจ้วง ตรวจวัดค่า pH, อุณหภูมิและปริมาณคลอรีนคงเหลืออิสระแล้วแบ่งใส่ขวดพลาสติกและขวดแก้ว เช่นเดียวกัน

น้ำที่ต้องการตรวจทางเคมีให้เก็บในขวดพลาสติก 1 ลิตร น้ำที่ต้องส่งตรวจทางชีววิทยา เก็บใส่ขวดแก้วฝาจุก ground joint ที่มีร้อยละ 10 ของ $Na_2S_2O_3$ ใส่น้ำประมาณ 1 ลิตร นำส่งห้องปฏิบัติการ โดยใส่ในถังโฟมที่มีน้ำแข็ง เพื่อรักษาอุณหภูมิให้ได้ 4°ซ ± 2°ซ ปิดฝากล่องโฟมให้แน่น ตัวอย่างน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์ค่าโลหะหนัก ใช้ภาชนะบรรจุเป็นขวดพลาสติก ก่อนเก็บล้างขวดเก็บตัวอย่างด้วยน้ำตัวอย่าง 2 – 3 ครั้ง จึงเก็บบรรจุลงในขวดพลาสติกให้ได้จำนวน 1 ลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 65 จำนวน 1.5 มล. ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร เพื่อควบคุม pH < 2 เก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่ 4°ซ ± 2°ซ โดยแช่ในถังโฟมบรรจุน้ำแข็ง

2.4.3 ตัวอย่างน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen ; TKN) ก่อนเก็บล้างขวดเก็บตัวอย่างด้วยน้ำตัวอย่างก่อน 2 – 3 ครั้ง จึงเก็บบรรจุลงในขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร เติม H_2SO จำนวน 1 มล. ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ เก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่ 4°ซ ± 2°ซ โดยแช่ในถังโฟมบรรจุน้ำแข็ง

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่าง และตรวจการหาเชื้อแบคทีเรีย

ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมาทั้ง 2 จุด คือ ก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย และหลังจากบำบัดแล้ว ก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ นำมาตรวจดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการตรวจน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	สถานที่	วิธีการรักษาตัวอย่าง	ช่วงระยะเวลาเก็บกัก
บีโอดี (BOD)	5 Days BOD Test, Azide modification	กองอนามัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ ข้อมูลของโรงงานซึ่งจ้างบริษัทตรวจสัปดาห์ละ 1 ครั้ง	แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ	6-48 ชม.
ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	Gravimetric method	กองอนามัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ ข้อมูลของโรงงานซึ่งจ้างบริษัทตรวจสัปดาห์ละ 1 ครั้ง	แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ	7 วัน
ปริมาณแบคทีเรีย		ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า	แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ	30 ชม.
Total Bacteria	Standard Plate Count			
Total Coliform	MPN Technique			
Fecal Coliform	MPN Technique			
Pathogenic Bacteria	Culture Identification			
ปริมาณคลอรีนคงเหลือ	DPD method	ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า	ตรวจทันที	
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter	จุดเก็บน้ำ และข้อมูลของโรงงาน	แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ	15 นาที
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์	จุดเก็บน้ำ	ตรวจทันที	
แมงกานีส	Atomic Absorption Spectrophotometry	อนามัยสิ่งแวดล้อม กองอนามัย	แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ	6 เดือน
เหล็ก	Atomic Absorption Spectrophotometry	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	เติมกรดไนตริก ถึง pH < 2	6 เดือน
ไนโตรเจน	Total Kjeldahl Nitrogen	ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 1 กรมอนามัย	แช่เย็น 4°ซ ± 2°ซ เติมกรด กำมะถัน ถึง pH < 2	7 วัน

3.2 วิธีการทดลอง

ตัวอย่างน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ ทั้ง 2 จุด มาทำการทดสอบ ดังนี้

3.2.1 คุณภาพน้ำทางเคมี

ส่งตรวจ BOD และ SS ณ ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม กองอนามัยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

pH โดยใช้เครื่องวัด pH ยี่ห้อ HANNA instruments pHep® 3 Pocket – Sized Microprocessor pH meter R1 02895 ควบคุมคุณภาพ โดยใช้ Standard pH 4.0, 7.0 และ 10.0

3.2.2 คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา

วิเคราะห์ตามวิธีของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 20th edition 1998 ของ American Public Health Associaton ตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า

ปริมาณเชื้อ Standard Plate Count วิเคราะห์ตาม Standard Method No.9215B

ปริมาณ Total Coliform และ Fecal Coliform โดยใช้วิธี Most Probable Number Technique (MPN) วิเคราะห์ตาม Standard Method No 9221B และ 9221E

การตรวจหาเชื้อ *Salmonella* วิเคราะห์ตาม Standard Method No.9260B

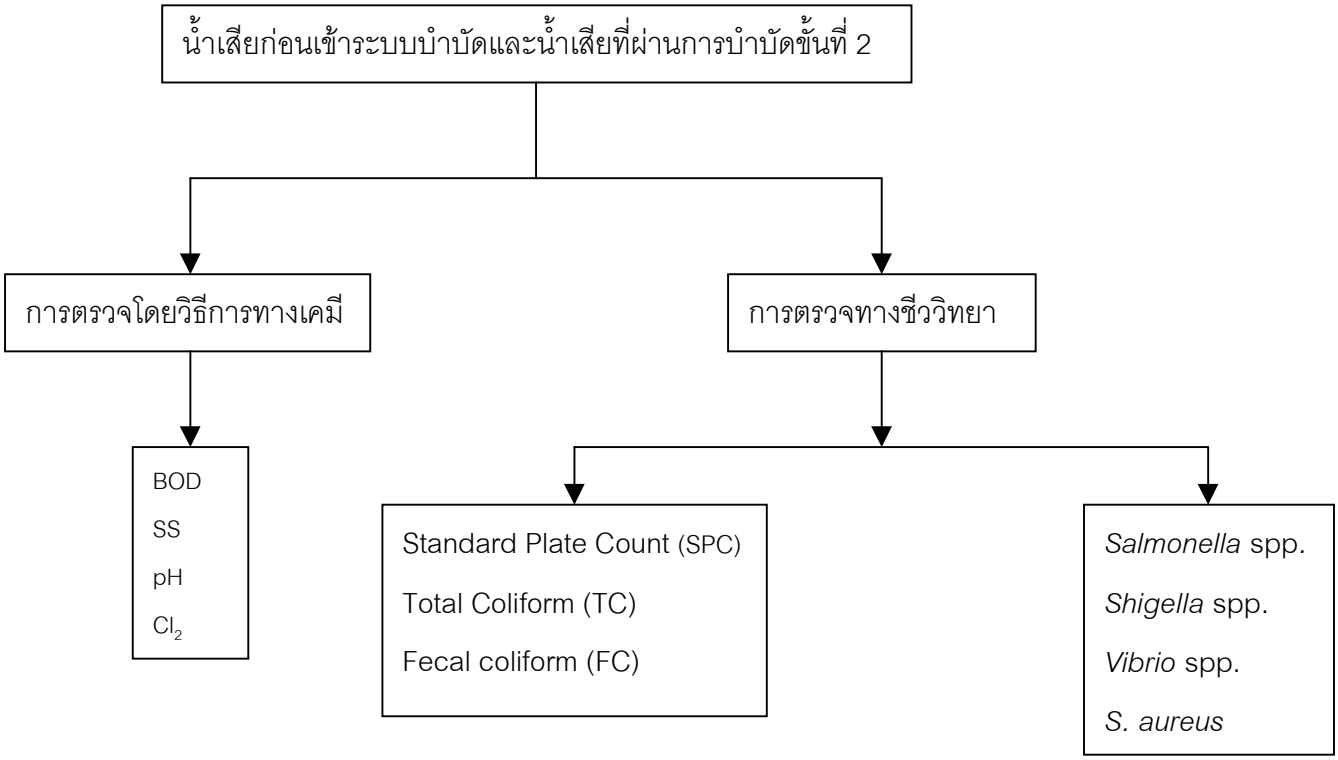
การตรวจหาเชื้อ *Shigella* species วิเคราะห์ตาม Standard Method No.9260E

การตรวจหาเชื้อ *Vibrio* species วิเคราะห์ตาม Standard Method No.9260H

ผลการวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella, Shigella* species และ *Vibrio* species ทุกสายพันธุ์ที่พบ ส่งตรวจยืนยันที่ศูนย์ *Salmonella* แห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ผลการวิเคราะห์เชื้อ *S.aureus* ด้วยวิธี Culture Identification และตรวจยืนยันด้วยวิธี Latex Agglutination

การตรวจโดยวิธีทางเคมีและวิธีทางชีววิทยา สรุปได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 การตรวจวิเคราะห์น้ำโดยวิธีการทางเคมีและทางชีววิทยา

3.2.3 การวิเคราะห์ค่าโลหะหนักและปริมาณไนโตรเจน

การตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก และปริมาณไนโตรเจน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานแสดงคุณสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ในการทดลองเมื่อนำน้ำเสียมาทำปฏิกิริยากับคลอรีน

การตรวจโลหะหนักเหล็ก และแมงกานีส ส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม กองอนามัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การตรวจปริมาณไนโตรเจน ส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 1 จ.นนทบุรี

3.2.4 การศึกษาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม **(Optimum Chlorine Dosage) และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือที่เหมาะสม** **(Optimum Free Residual Chlorine)**

โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียดัดแปลง การวิเคราะห์หาปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือวิเคราะห์ตาม Standard Method No.4500 - ClO_2D DPD Method

3.2.5 ศึกษาประสิทธิภาพของคลอรีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในการฆ่าเชื้อในตัวอย่าง น้ำเสียดัดแปลง

ทำการศึกษาปริมาณคลอรีนที่ใช้ และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำตัวอย่างดัดแปลงที่มีปริมาณเชื้อ 10^5, 10^6, 10^7 และ10^8 CFU/100 มล. เป็นตัวอย่างในการทดลองหาค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่เหมาะสม โดยมีประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อร้อยละ 100 และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ในการทดลอง คือ

1. E.coli จากระบบบำบัดน้ำเสีย
2. *Salmonella* serovar Weltevreden จากระบบบำบัดน้ำเสีย
3. *Salmonella* serovar Rissen จากระบบบำบัดน้ำเสีย
4. *S.aureus* จากระบบบำบัดน้ำเสีย
5. *Vibrio cholerae* 01 ogawa
6. *E.coli* ATCC 25923 เป็นเชื้อควบคุม
7. *S.aureus* ATCC 25922 เป็นเชื้อควบคุม
8. เชื้อแยกจากน้ำเสียจริงในน้ำเสียดัดแปลง
9. การทดลองประสิทธิภาพของคลอรีนกับน้ำเสียจริง

1) การเตรียมตัวอย่างเชื้อที่ทราบความเข้มข้น

เลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดลองในอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood agar โดยบ่มเชื้อค้างคืน และเขี่ยเชื้อมาเลี้ยงให้ขุ่นใน Tryptic Soy Broth ปรับเชื้อให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น (0.5 Mac Farland = 10^8 CFU/100 มล.) ถ่ายเชื้อลงในน้ำเสียตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (น้ำเสียดัดแปลง) ให้มีความเข้มข้นเชื้อ 10^5, 10^6, 10^7 และ 10^8 CFU/100 มล. นับเชื้อโดยใช้วิธี Standard Plate Count ทำการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน เพื่อหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม

เชื้อจากน้ำจริงได้จากการนำน้ำเสียมาผสมกับ Lauryl Tryptose Broth ความเข้มข้น 2 เท่า (น้ำเสีย 10 มล. ใน Lauryl Tryptose Broth ความเข้มข้น 2 เท่า 100 มล.) นำไปบ่มที่ 35^{O}ซ ค้างคืน เชื้อจะเจริญเติบโตจนได้ความขุ่นตามที่ต้องการ นำไปเติมลงในน้ำเสียดัดแปลง นำมาทดสอบกับคลอรีนต่อไป

เครื่องวัดความขุ่น มีหน่วยเป็น Mac Farland Standard

2) การเตรียมน้ำเสียดัดแปลง

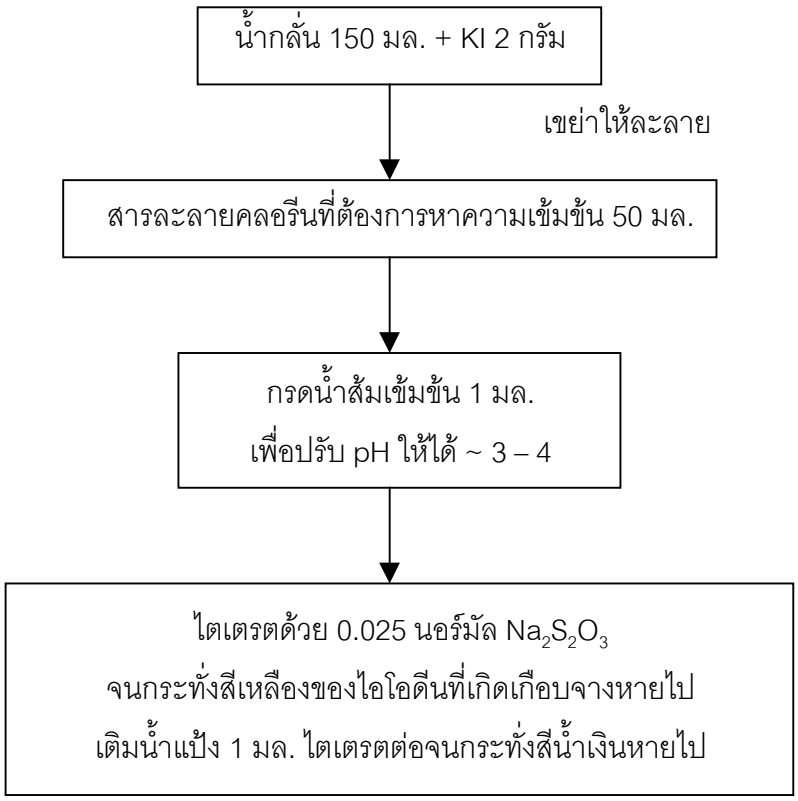
(1) นำน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดขั้นที่ 2 ที่ยังไม่มีการเติมคลอรีน มาทำการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121^{o}ซ ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที การควบคุมคุณภาพการฆ่าเชื้อโดยใช้สปอร์ของ *Bacillus stearothermophilus*

(2) เติมเชื้อตัวอย่าง (Innoculum) โดยการวัดความขุ่นให้ได้ 0.5 Mac Farland Standard จะมีจำนวนเชื้อ 10^{8} CFU / มล. นำไปเจือจางต่อด้วยน้ำเสียที่ปราศจากเชื้อ ให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ

3) การเตรียมคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆกัน

(1) การเตรียม Stock solution ของคลอรีน นำผงปูนแคลเซียมไฮโปรคลอไรท์ (ความเข้มข้นร้อยละ 70) จำนวน 0.143 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อให้ครบ 1,000 มล. จะได้สารละลายคลอรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก./ล. ให้เป็น stock solution ของคลอรีน

(2) Standardization ของสารละลายคลอรีน เพื่อให้ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนของคลอรีนทุกครั้งก่อนใช้ จะต้องหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายคลอรีนทุกครั้ง ซึ่งทำได้โดยนำน้ำกลั่นมา 150 มล. ใส่ใน ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มล. เติมโปตัสเซียมไอโอไดน์ (KI) 2 กรัม เขย่าจนละลายหมด เติมสารละลายคลอรีนที่ต้องการหาความเข้มข้น 50 มล. และเติมกรดน้ำส้มเข้มข้น 1 มล. ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อให้มีการขับ I_2 ออกมาสมบูรณ์ ไตเตรตด้วย 0.025 นอร์มัล $Na_2S_2O_3$ ใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายคลอรีน

(3) การคำนวณค่าความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน

จากการ ไตเตรต ในข้อ (1) นำค่าที่ทดสอบได้มาคำนวณ ดังนี้

$$\text{มก./ล. ของคลอรีน} = \frac{A \times N \times 35450}{\text{ปริมาตรของสารละลายหรือน้ำตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (มล.)}}$$

เมื่อ A = มล.ของ $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ เป็นนอร์มัลลิตี้

(4) การเตรียมสารละลายปฏิบัติการของคลอรีน

หาความเข้มข้นของคลอรีน โดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายปฏิบัติการของคลอรีนที่ต้องการ

V_1 = ปริมาตรของสารละลายปฏิบัติการของคลอรีนที่ต้องการเตรียม

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายเข้มข้นของคลอรีน

V_2 = ปริมาตรของสารละลายเข้มข้นของคลอรีน

4) การวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือที่เหมาะสม

โดยนำตัวอย่างน้ำเสียดัดแปลง มาปฏิบัติดังนี้

(1) ตรวจหาปริมาณเชื้อเริ่มต้น โดยวิธี Standard Plate Count

(2) น้ำเสียดัดแปลง มาเติมคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ และตรวจหาปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือที่เวลาเริ่มต้น (Residual Chlorine at Initial Time)

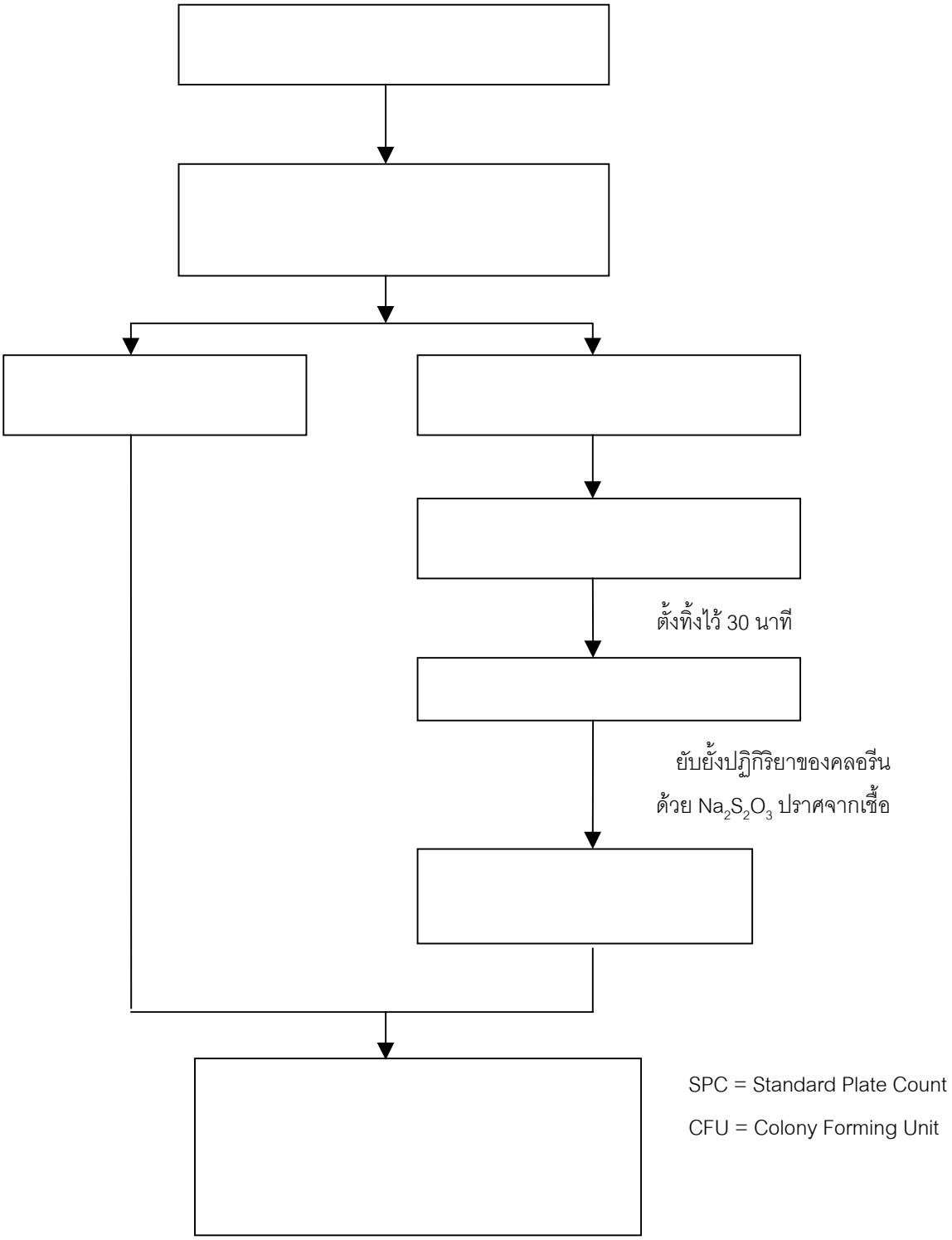
(3) เมื่อครบเวลาสัมผัส (Contact Time) 30 นาที ทำการตรวจหาปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ (Residual Chlorine at Finishing Time) จากการฆ่าเชื้อ

(4) เติม $Na_2S_2O_3$ ที่ปราศจากเชื้อลงไปเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของคลอรีน (Dechlorination) ทำการตรวจหาปริมาณเชื้อคงเหลือโดยวิธี Standard Plate Count

ปริมาณเชื้อที่ใช้ในการทดลองมีความเข้มข้น 10^5, 10^6,10^7 และ 10^8 CFU/100 มล.

นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ (% Removal) และในแต่ละความเข้มข้นทำซ้ำ 3 ครั้ง เลือกเฉพาะปริมาณคลอรีน (Chlorine Dosage) ที่ให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละความเข้มข้นของเชื้อ

การทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม โดยใช้น้ำเสียดัดแปลง ดังแสดงในภาพที่ 3.5

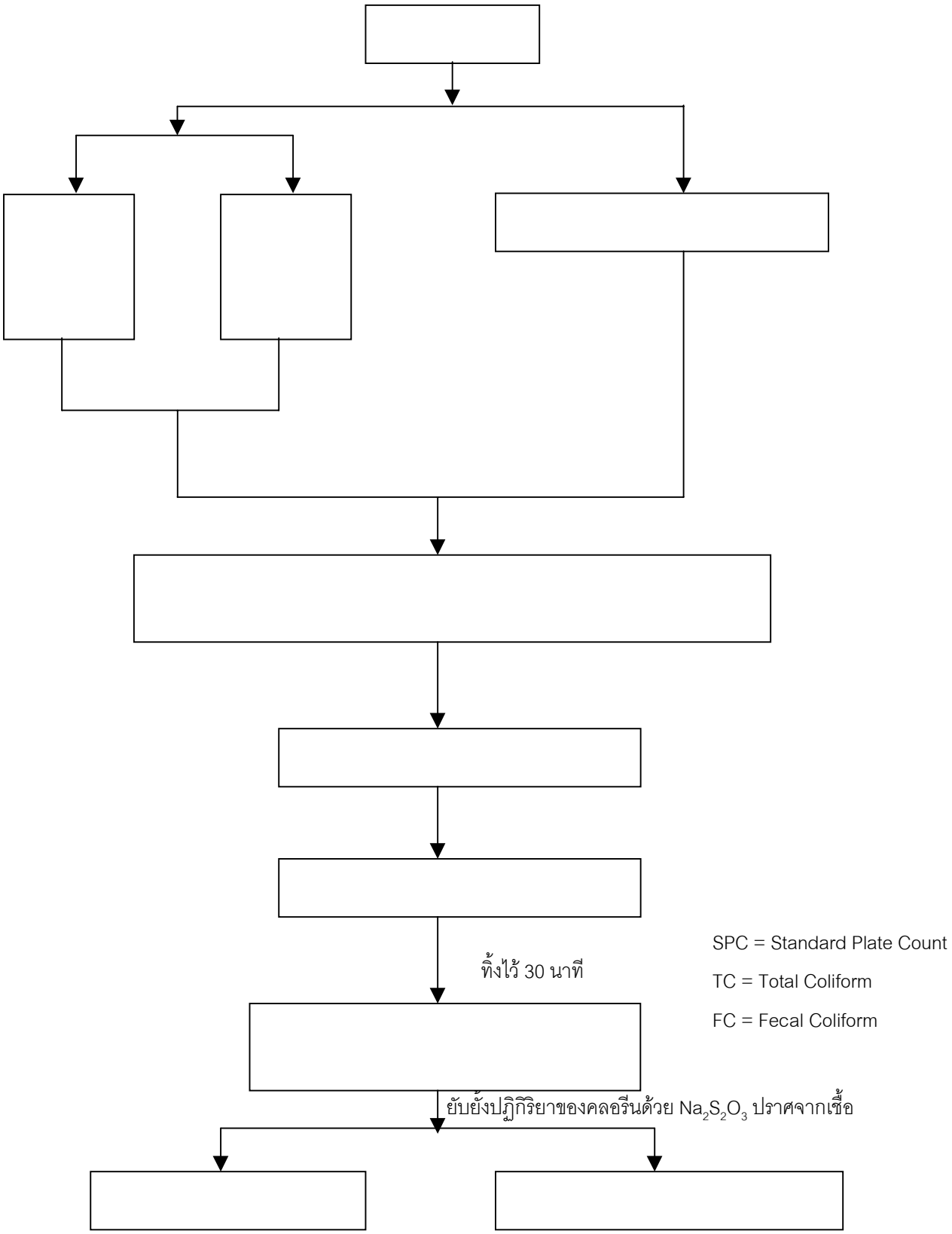


ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อโรค
โดยใช้น้ำเสียดัดแปลงที่ทราบปริมาณเชื้อ

3.2.6 การทดลองหาค่าคลอรีนที่เหมาะสมกับน้ำเสียจริง

คือ มีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด และให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด ในการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ผ่านระบบบำบัดขั้นที่ 2 โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับการวิเคราะห์น้ำเสียดัดแปลง

การทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม โดยใช้น้ำเสียจริงที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายแบคทีเรีย โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริง

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด และหลังการบำบัดขั้นที่ 2 ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย

	พารามิเตอร์											
ตัวอย่างน้ำ	pH	อุณหภูมิ	BOD	SS	SPC	TC	FC	*Salmonella*	*Shigella*	*S. aureus*	*Vibrio*	คลอรีนอิสระคงเหลือ
Influent	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2^{o} Effluent	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การทดลอง												
- ก่อนทดลอง					✓	✓	✓					✓
- หลังทดลอง					✓	✓	✓					✓

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานทั้งหมด ได้แก่ ข้อมูลกระบวนการผลิต ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียใช้แบบสอบถาม โดยทำการสอบถามผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ และผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บรวบรวมโดยใช้แบบบันทึกข้อมูลที่สร้างขึ้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลการวิจัยเป็นข้อมูลเชิงปริมาณในการวิจัยเชิงสำรวจ ใช้สถิติพรรณนา คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด – สูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ BOD SS pH อุณหภูมิ ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม Standard Plate Count เพื่อพรรณนาเปรียบเทียบค่าความสกปรกก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสีย ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย และศึกษาผลของการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้สถิติค่าที (T - test)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นตัวอย่างน้ำเสียก่อนผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 30 ตัวอย่างและน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 จำนวน 30 ตัวอย่าง รวม 60 ตัวอย่าง ทำการตรวจวิเคราะห์ดังนี้

1. คุณภาพน้ำทางเคมี

ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่า น้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่า pH เฉลี่ย 7.1 อุณหภูมิเฉลี่ย 24.6 ^{O}ซ BOD เฉลี่ย 693 มก./ล. SS เฉลี่ย 205 มก./ล. และคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย 0.32 มก./ล. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 พบว่า มีค่า pH เฉลี่ย 7.7 อุณหภูมิเฉลี่ย 27.5 ^{O}ซ BOD เฉลี่ย 8.7 มก./ล. SS เฉลี่ย 33.87 มก./ล. และคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย 0.11 มก./ล. ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำตัวอย่างก่อนผ่านระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

ค่าทางสถิติ	น้ำเสียก่อนการบำบัด (Influent)				
	pH	BOD_5 (มก./ล.)	SS (มก./ล.)	อุณหภูมิ (^{O}ซ)	คลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)
ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด	7.5 – 6.7	1371-70	380 – 69	27 - 22	0.95-0.00
ค่าเฉลี่ย	7.1	693	205	24.6	0.32
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.18	309	81	1.3	0.27
ค่ามาตรฐาน	-	-	-	-	-

หมายเหตุ :- ตัวอย่างน้ำเสียก่อนผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 30 ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำตัวอย่างหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

	น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 (Effluent)				
ค่าทางสถิติ	pH	BOD_5 (มก./ล.)	SS (มก./ล.)	อุณหภูมิ (^{O}ซ)	คลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)
ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด	8.1 – 7.2	23.6–1.7	112 – 7	31.0–25.0	0.24-0.00
ค่าเฉลี่ย	7.7	8.7	33.8	27.5	0.11
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.8	6.3	25.7	1.9	0.006
ค่ามาตรฐาน	5.5 – 9	ไม่เกิน 60	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 1.0

หมายเหตุ :- มาตรฐานที่ใช้ คือ ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

:- ตัวอย่างน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 จำนวน 30 ตัวอย่าง

การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการลดค่า BOD_5 พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดค่า BOD_5 ของน้ำเสียลดลงได้ร้อยละ 98.7 โดยมีค่าเฉลี่ย BOD_5 หลังการบำบัดเท่ากับ 8.7 มก./ล.

ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดค่า SS ได้ลดลงร้อยละ 83.5 โดยมีค่าเฉลี่ย SS เท่ากับ 33.87 มก./ล. มีตัวอย่างน้ำทิ้ง 4 ตัวอย่างที่พบว่ามีค่า SS มากกว่า 50 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 13.3 ของตัวอย่างน้ำทิ้งที่ศึกษา

แต่เมื่อทดสอบทางสถิติแล้ว การบำบัดค่า SS ของระบบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P = 0.000$)

2. การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด

การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด ลดลงได้น้อยกว่า 1,000 CFU/100 มล. จำนวน 12 ตัวอย่าง จาก 30 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 ของตัวอย่างน้ำทิ้งทั้งหมดที่ศึกษา

3. การตรวจหาเชื้อก่อโรค

3.1 ***Shigella*** species ไม่พบเชื้อ *Shigella* species ทั้ง 60 ตัวอย่าง

3.2 ***Vibrio*** species ไม่พบเชื้อ *Vibrio* species ทั้ง 60 ตัวอย่าง

3.3 ***Salmonella*** พบเชื้อ *Salmonella* ดังนี้

Salmonella serovar Rissen ในน้ำก่อนการบำบัด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ16.7 ในน้ำหลังการบำบัด 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.3

Salmonella serovar Weltevreden ในน้ำก่อนการบำบัด 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.3

3.4 ***Staphylococcus aureus***

ในน้ำก่อนการบำบัด 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.3

ในน้ำหลังการบำบัด 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.3 ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจหาเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในน้ำเสีย

ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	*Salmonella*	*Shigella* species	*Vibrio* species	*S.aureus*	รวมจำนวนตัวอย่างที่พบเชื้อ
1. น้ำเสียก่อนการบำบัด	30	6 (20)	0 (0)	0 (0)	4 (13.3)	10 (16.7)
2. น้ำเสียหลังผ่านการบำบัด	30	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)	1 (3.3)	2 (3.3)
รวม	60	7 (11.7)	0 (0)	0 (0)	5 (8.3)	12 (20)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ เท่ากับ ร้อยละ

4. คุณภาพน้ำทางชีววิทยา

ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำเสียก่อนผ่านระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.3 X 10^7 MPN/100 มล. ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.0 X 10^7 MPN/100 มล. และปริมาณ Standard Plate Count มีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.4 X 10^9 CFU/100 มล. เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดขั้นที่ 2 ก่อนการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน พบว่า มีปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด เฉลี่ยประมาณ 1.4 X 10^4 MPN/100 มล. ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์ม เฉลี่ยประมาณ 1.1 X 10^4 MPN/100 มล. และปริมาณ Standard Plate Count เฉลี่ย 8.3 X 10^6 CFU/100 มล. ดังตารางที่ 4.4

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีค่าปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดลดลงร้อยละ 99.89 ฟีคัลโคลิฟอร์ม ลดลงร้อยละ 99.89 และ Standard Plate Count ลดลงร้อยละ 99.65

ตารางที่ 4.4 คุณภาพน้ำทางชีววิทยาโดยเฉลี่ยของน้ำทั้งก่อนเข้าระบบบำบัดและหลังเข้าระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการเติมคลอรีน

พารามิเตอร์	Influent			Effluent		
ค่าทางสถิติ	TC MPN/100มล.	FC MPN/100มล.	SPC CFU/100มล.	TC MPN/100มล.	FC MPN/100มล.	SPC CFU/100มล.
ค่าสูงสุด	$3.0x10^8$	$2.4x10^8$	$4.3x10^8$	$2.4x10^5$	$2.4x10^5$	$3.0x10^6$
ค่าต่ำสุด	$9.2x10^3$	$4.0x10^3$	$1.7x10^7$	$1.0x10^4$	$1.0x10^4$	$2.4x10^3$
ค่าเฉลี่ย	$1.3x10^7$	$1.0x10^7$	$2.4x10^9$	$1.8x10^4$	$1.8x10^4$	$5.6x10^5$
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$0.5 x10^2$	$0.4 x10^2$	$7.9 x10^3$	$0.006 x10^2$	$0.006 x10^2$	$0.008 x10^2$
ค่ามาตรฐาน	-	-	-	1,000	ไม่ได้ระบุ	-

หมายเหตุ :- มาตรฐานที่ใช้ คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ประเภท 4 และ 5

:- TC = Total coliform (ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด)

:- FC = Fecal coliform (ฟีคัลโคลิฟอร์ม)

:- SPC = Standard Plate Count

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ Standard Plate Count ของน้ำเสียก่อนการบำบัด (Influent) และน้ำเสียหลังการบำบัด (Effluent) พบว่า หลังการบำบัดปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ Standard Plate Count ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ได้ P = 0.010, 0.026 และ 0.000 ตามลำดับ)

ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม ใช้ค่าที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดได้ และมีประสิทธิภาพการทำลายเชื้อได้ทั้งหมด เมื่อเทียบกับเชื้อเริ่มต้น การทำลายเชื้อแบคทีเรียในน้ำทิ้งในการทดลองนี้มุ่งทำลายเชื้อก่อโรคทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำนั้น เนื่องจากน้ำเสียมีเชื้อก่อโรคอยู่ด้วย คือ เชื้อ *Salmonella* และ *S.aureus* จึงใช้ค่า Standard Plate Count ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้นต่างๆ กันในน้ำเสียดัดแปลง โดยมีผลการทำลายเชื้อได้ร้อยละ 100 ด้วยวิธีสแตนดาร์ดเพลตเคานท์

ความเข้มข้นเชื้อ (CFU/100มล.) เชื้อทดสอบ	10^5/100มล.	10^6/100มล.	10^7/100มล.	10^8/100มล.
E.coli จากระบบบำบัดน้ำเสีย	2.0 มก./ล.	3.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	12.0 มก./ล.
Salmonella serovar Weltevreden	2.0 มก./ล.	3.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	10.0 มก./ล.
Salmonella serovar Rissen	2.5 มก./ล.	3.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	12.0 มก./ล.
S.aureus จากระบบบำบัดน้ำเสีย	2.5 มก./ล.	4.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	11.0 มก./ล.
Vibrio cholerae 01 ogawa	2.0 มก./ล.	3.0 มก./ล.	5.0 มก./ล.	11.0 มก./ล.
E.coli ATCC 25923	2.0 มก./ล.	3.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	10.0 มก./ล.
S.aureus ATCC 25922	2.0 มก./ล.	3.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	9.0 มก./ล.
เชื้อจากน้ำเสียจริง	3.0 มก./ล.	4.0 มก./ล.	6.0 มก./ล.	13.0 มก./ล.

หมายเหตุ : ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

การทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อ การนับเชื้อด้วยวิธี Standard Plate Count ทำการทดสอบโดยใช้เชื้อ 8 ชนิด คือ

1. *E.coli* จากระบบบำบัดน้ำเสีย
2. *Salmonella* serovar Weltevreden จากระบบบำบัดน้ำเสีย
3. *Salmonella* serovar Rissen จากระบบบำบัดน้ำเสีย
4. *S.aureus* จากระบบบำบัดน้ำเสีย
5. *Vibrio cholerae* 01 ogawa
6. *E.coli* ATCC 25923 เป็นเชื้อควบคุม
7. *S.aureus* ATCC 25922 เป็นเชื้อควบคุม
8. เชื้อจากน้ำเสียจริง

พบว่า เชื้อทุกตัวที่ใช้ในการทดสอบมีการใช้ปริมาณคลอรีนในแต่ละความเข้มข้นของเชื้อเป็นค่าเดียวกัน หรือแตกต่างกันเพียง 0.5 มก./ล. ยกเว้น เชื้อ *Vibrio cholerae* 01 ogawa ที่มีความเข้มข้น 10^7CFU/100 มล. มีการใช้คลอรีน 5.0 มก./ล. ซึ่งน้อยกว่าเชื้อตัวอื่นๆ ซึ่งใช้คลอรีน 6.0 มก./ล. เชื้อที่ได้จากน้ำเสียจริง มีการใช้ปริมาณคลอรีนสูงกว่าเชื้อ *E.coli* จากระบบบำบัดน้ำเสียและเชื้ออื่นๆ ทุกตัวในทุกความเข้มข้น

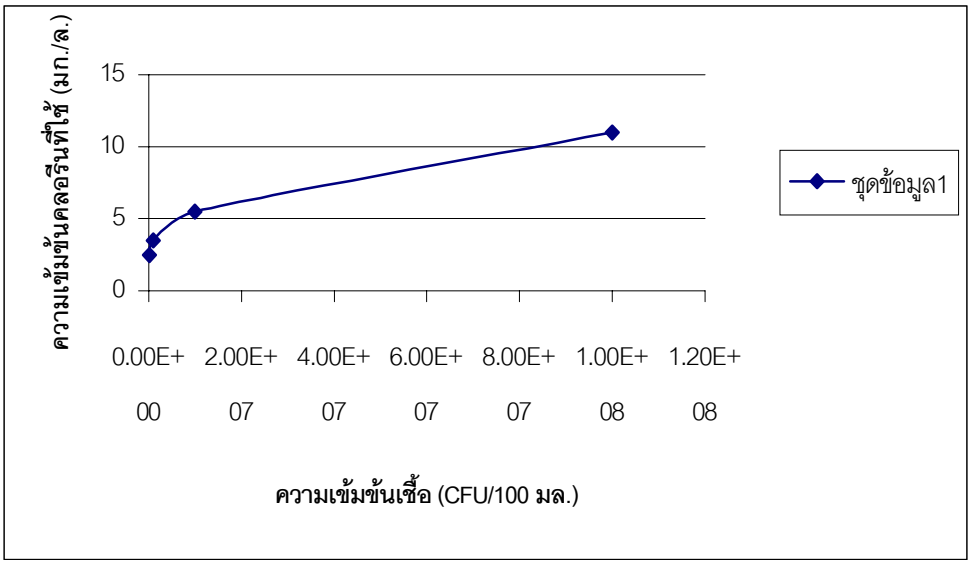
จากตารางที่ 4.5 ในการทดลองเชื้อทุกชนิด พบว่า ในแต่ละความเข้มข้นของเชื้อมีการใช้คลอรีนได้ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด ของสารละลายคลอรีนที่ใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบในความเข้มข้นต่างๆ กัน

ความเข้มข้นเชื้อ (CFU/100 มล.)	10^5/100มล.	10^6/100มล.	10^7/100มล.	10^8/100มล.
ความเข้มข้นคลอรีนที่ใช้				
ค่าต่ำสุด (มก./ล.)	2.0	3.0	5.0	9.0
ค่าสูงสุด (มก./ล.)	3.0	4.0	6.0	13.0
ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)	2.5	3.5	5.5	11.0

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อใช้ปริมาณเชื้อ 10^5CFU/100มล. ต้องใช้ความเข้มข้นคลอรีนอยู่ในช่วง 2.0 – 3.0 มก./ล. ปริมาณเชื้อ 10^6CFU/100มล. ต้องใช้ความเข้มข้นคลอรีนอยู่ในช่วง 3.0 – 4.0 มก./ล. ปริมาณเชื้อ 10^7CFU/100มล. ต้องใช้ความเข้มข้นคลอรีนอยู่ในช่วง 5.0 – 6.0 มก./ล. และเมื่อปริมาณเชื้อ 10^8CFU/100มล. ต้องใช้ความเข้มข้นคลอรีนอยู่ในช่วง 9.0 – 13.0 มก./ล.

จากตารางที่ 4.6 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเชื้อกับความเข้มข้นคลอรีนที่ใช้ ได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเชื้อกับความเข้มข้นคลอรีนที่ใช้

5. การทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมโดยใช้น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 เป็นตัวอย่าง

น้ำที่มาทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย ต้องตรวจหาค่า BOD_5 ปริมาณของแข็งแขวนลอย โลหะหนักต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลอรีนในน้ำเสีย เพื่อให้ทราบคุณลักษณะของน้ำเสียที่นำมาทดสอบ แสดงผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คุณสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ที่นำมาทดสอบค่าคลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรค

ครั้งที่ / พารามิเตอร์	ทดลองครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำ	ทดลองครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำ	ทดลองครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำ
BOD_5 (มก./ล.)	6	6	5.6
SS (มก./ล.)	17	7	8
pH	7.8	7.8	7.8
TKN (มก./ล.)	0.28	0.00	0.00
Fe^{++} (มก./ล.)	0.008	< 0.003	< 0.003
Mn^{++} (มก./ล.)	0.051	0.041	0.045
ซัลไฟด์ (มก./ล.)	0	0	0
อุณหภูมิ (^{O}ซ)	29	29.5	30
ความต้องการคลอรีนของน้ำ	1.00	1.00	1.00
Total coliform (MPN/100มล.)	$2.4x10^5$	$0.8x10^5$	$2.0x10^5$
Fecal coliform (MPN/100มล.)	$2.4x10^5$	$0.8x10^5$	$2.0x10^5$
Standard Plate Count (CFU/100มล)	$3.0x10^5$	$3.0x10^5$	$1.0x10^5$

5.1 การทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด

ทำการฆ่าเชื้อโดยใช้ปริมาณคลอรีนที่ได้จากความสัมพันธ์จากการทดลองจากน้ำเสียดัดแปลง และทำการทดลองค่าคลอรีนที่ปริมาณข้างเคียงด้วย

เนื่องจากความต้องการคลอรีนของน้ำเท่ากับ 1.0 มก./ล. ดังนั้นจึงเริ่มต้นใช้ปริมาณคลอรีนที่ 1.5 มก./ล.

ปริมาณเชื้อที่มีอยู่ในน้ำ 10^5 CFU/100 มล. ด้วยวิธี Standard Plate Count

ทำการทดลองฆ่าเชื้อในตัวอย่างน้ำเสียจริง โดยใช้ปริมาณคลอรีน 1.5, 2.0 , 2.5, 3.0, 4.0 มก./ล.ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณคลอรีนที่ใช้และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดในตัวอย่างน้ำเสียจริง (ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 MPN/100มล.)

ครั้งที่	ปริมาณคลอรีนที่เติม (มก./ล.)	ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือเริ่มต้น(มก./ล.)	ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือสิ้นสุด (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ (ร้อยละ)
1	1.5	0.45	0.00	99.00
	2.0	1.00	0.00	99.99
	2.5	**1.40**	**0.10**	**100***
	3.0	1.85	0.45	100
	4.0	2.35	1.10	100
2	1.5	0.50	0.00	98.60
	2.0	1.05	0.05	99.99
	2.5	**1.48**	**0.05**	**100***
	3.0	1.85	0.35	100
	4.0	2.02	1.08	100
3	1.5	0.50	0.00	99.04
	2.0	1.10	0.00	99.99
	2.5	**1.58**	**0.05**	**100***
	3.0	2.05	0.37	100
	4.0	2.38	1.20	100

หมายเหตุ : * คือ ค่าที่ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อได้ร้อยละ 100 และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด โดยมีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย 0.07 มก./ล. เมื่อทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

จากตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อคำนวณได้จากสมการ

ประสิทธิภาพการทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด (ร้อยละ) = $\frac{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น} - \text{ปริมาณเชื้อคงเหลือ}}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น}} \times 100$

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อร้อยละ 100 เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงที่มีปริมาณเชื้อ 10^5 MPN/มล. ต้องใช้ความเข้มข้นของคลอรีน 2.5 มก./ล. จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ได้ผลเช่นเดียวกัน อาจพิจารณาใช้ความเข้มข้นของคลอรีน 2.0 มก./ล. เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำลายเชื้อถึงร้อยละ 98.88 (ค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ครั้ง)

5.2 การทำลายฟีคัลโคลิฟอร์ม

ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงเป็นตัวอย่าง เช่นเดียวกับการทดลองทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดทำการทดลองที่ความเข้มข้นคลอรีน 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0 มก./ล. ได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณคลอรีนที่ใช้และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการกำจัดฟีคัลโคลิฟอร์ม สำหรับตัวอย่างน้ำเสียจริง ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 MPN/100มล.

ครั้งที่	ปริมาณคลอรีนที่เติม (มก./ล.)	ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือเริ่มต้น(มก./ล.)	ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือสิ้นสุด (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ (ร้อยละ)
1	1.5	0.45	0.00	99.08
	2.0	1.00	0.00	99.99
	2.5	**1.40**	**0.10**	**100***
	3.0	1.85	0.40	100
	4.0	2.35	1.10	100
2	1.5	0.50	0.00	98.12
	2.0	1.05	0.05	99.99
	2.5	**1.48**	**0.05**	**100***
	3.0	1.85	0.35	100
	4.0	2.02	1.08	100
3	1.5	0.50	0.00	99.12
	2.0	1.10	0.00	99.99
	2.5	**1.58**	**0.05**	**100***
	3.0	2.05	0.37	100
	4.0	2.38	1.20	100

หมายเหตุ : * คือ ค่าที่ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อได้ร้อยละ 100 และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด โดยมีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย 0.07 มก./ล. เมื่อทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

จากตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์ม คำนวณได้จากสมการ

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์ม= $\frac{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น – ปริมาณเชื้อคงเหลือ}}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น}} \times 100$ (ร้อยละ)

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อร้อยละ 100 เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงที่มีปริมาณเชื้อ 10^5 MPN/มล. ต้องใช้ความเข้มข้นของคลอรีน 2.5 มก./ล. จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ได้ผลเช่นเดียวกัน อาจพิจารณาใช้ความเข้มข้นของคลอรีน 2.0 มก./ล. เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำลายเชื้อถึงร้อยละ 98.77 (ค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ครั้ง)

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพของคลอรีนในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย ในตัวอย่างน้ำเสียจริง นับเชื้อโดยวิธีสแตนดาร์ดเพลตเคานท์

ในการศึกษาประสิทธิภาพของคลอรีนในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count พบว่ามีปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมและปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งหมดมีค่า 3.0 มก./ล. และมีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.39 มก./ล. ค่าความเข้มข้นคลอรีนที่ทำลายเชื้อได้ทั้งหมดมีค่าสูงกว่าการทดลองโดยใช้น้ำเสียดัดแปลงเล็กน้อย เพราะในน้ำเสียจริงมีเชื้ออยู่มากมายหลายชนิด ทั้งเชื้อก่อโรค ไม่ก่อโรคและเชื้อแกรมบวก แกรมลบ อื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบการทดลอง โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงที่มีเชื้อ 10^5CFU/100 มล. กับน้ำเสียดัดแปลงที่เติมเชื้อจากน้ำเสียจริงความเข้มข้นเชื้อ 10^5CFU/100 มล. พบว่า ค่าคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อได้ทั้งหมดต้องใช้ปริมาณคลอรีนเท่ากัน คือ 3.0 มก./ล. เมื่อนับเชื้อด้วยวิธี Standard Plate Count โดยเปรียบเทียบได้จากตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณคลอรีนที่ใช้และปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย นับเชื้อโดยวิธีสแตนดาร์ดเพลตเคานท์ สำหรับตัวอย่างน้ำเสียจริง ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 CFU/100มล.

ครั้งที่	ปริมาณคลอรีนที่เติม (มก./ล.)	ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือเริ่มต้น(มก./ล.)	ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือสิ้นสุด (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ (ร้อยละ)
1	2.0	1.00	0.00	99.37
	2.5	1.40	0.10	99.96
	3.0	**1.85**	**0.45**	**100***
	4.0	2.35	1.10	100
2	2.0	1.05	0.05	99.28
	2.5	1.48	0.02	99.98
	3.0	**1.85**	**0.37**	**100***
	4.0	2.02	1.08	100
3	2.0	1.10	0.00	99.56
	2.5	1.58	0.05	99.98
	3.0	**2.05**	**0.35**	**100***
	4.0	2.38	1.20	100

หมายเหตุ : * คือ ค่าที่ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อได้ร้อยละ 100 และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด โดยมีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย 0.39 มก./ล. เมื่อทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

จากตารางที่ 4.10 ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อแบคทีเรีย นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count คำนวณได้จากสมการ

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อแบคทีเรีย นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count (ร้อยละ)

$$= \frac{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น} - \text{ปริมาณเชื้อคงเหลือ}}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น}} \times 100$$

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อทั้งหมดร้อยละ 100 เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงที่มีปริมาณเชื้อไม่เกิน 10^5CFU/มล. ต้องใช้ความเข้มข้นของคลอรีน 3.0 มก./ล. จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ได้ผลเช่นเดียวกัน จากตารางที่ 4.10 อาจพิจารณาใช้ความเข้มข้นของคลอรีน 2.0 มก./ล. เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำลายเชื้อถึงร้อยละ 99.40 (ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง)

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยแบบสำรวจ (Survey Research) และการวิจัยเชิงทดลอง (Experimented Research) เรื่อง “ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียประเภทโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง” โดยสรุปผลดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสียให้ได้มาตรฐานตามกฎหมาย

1.1.2 เพื่อตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียทั้งแบคทีเรียก่อโรค และฟีคัลโคลิฟอร์ม

1.1.3 เพื่อหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้ทั้งหมดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง 1 โรงงาน ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นโรงงานที่ไม่มีการใช้คลอรีนในระบบบำบัดน้ำเสีย แต่มีการใช้คลอรีนในกระบวนการผลิต จุดเก็บตัวอย่างน้ำ คือ น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดจากบ่อผสมรวม และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ในบ่อพักก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยเก็บตัวอย่างน้ำเป็นน้ำก่อนเข้าระบบบำบัด (Influent) จำนวน 30 ตัวอย่าง และตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 (Effluent) จำนวน 30 ตัวอย่าง

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนามใช้แบบบันทึกการจัดการมลพิษในโรงงาน(ดัดแปลงจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม) เครื่องมือวัดคลอรีนในน้ำเสีย เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องวัด pH ชนิดพกพา

เครื่องมือในห้องปฏิบัติการทำการวิเคราะห์หาเชื้อก่อโรค ใช้เครื่องมือในงานจุลชีววิทยาทั่วไป เช่น ตู้อบเพาะเชื้อ หม้อนึ่งความดันไอน้ำ อาหารเลี้ยงเชื้อต่างๆ เครื่องแก้ว

เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือใช้ Spectrophotometer (SEAC Model Screenmaster) และเม็ดยาวัดคลอรีนอิสระคงเหลือ DPD No.1 (Lovibond®)

1.2.3 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

1) เลือกโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่มีระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบชีวภาพ ซึ่งโรงงานที่เลือกศึกษาวิจัย มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Fillter) แล้วตามด้วยระบบ Extended Aeration Activated Sludge โรงงานตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

2) ศึกษากระบวนการผลิตแหล่งที่มาของน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพที่โรงงานเลือกใช้ การดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

3) ศึกษาปริมาณและลักษณะน้ำเสีย ตรวจวิเคราะห์เบื้องต้น ปริมาณคลอรีนที่มีเหลือในน้ำเสีย

4) ตรวจวิเคราะห์หาค่าทางเคมี ได้แก่ BOD, SS, pH ตรวจวิเคราะห์ทางชีววิทยา ได้แก่ การหาค่าปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด, ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ Standard Plate Count ตรวจหาเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหาร ได้แก่ *Salmonella, Shigella* spp., *Vibrio* spp. และ *S.aureus*

5) ทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมที่ใช้ในการกำจัดแบคทีเรียในน้ำเสียโดยใช้น้ำเสียดัดแปลง (น้ำเสียปราศจากเชื้อ เติมเชื้อลงไปตามที่กำหนด)

6) ทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมที่ใช้ในการกำจัดแบคทีเรียในน้ำเสียโดยใช้น้ำเสียจริง

1.2.4 วิธีการวิเคราะห์

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนและด้านชีววิทยาของน้ำ ปฏิบัติตาม Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition 1998

1.2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัด การตรวจวิเคราะห์ การทดลองใน
แบบฟอร์มบันทึกผล ข้อมูลการผลิตและข้อมูลเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียใช้แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการจัดการ
มลพิษของโรงงาน (ดัดแปลงจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม)

1.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์ได้ โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด พิสัย ค่าเฉลี่ย ในการวิเคราะห์ค่า BOD, SS, ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด, ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ Standard Plate Count

การทดสอบหาความสัมพันธ์ของค่า BOD, SS, ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด, ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ Standard Plate Count ก่อนการบำบัดและหลังการบำบัด โดยใช้สถิติ T – test

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 ผลการวิจัยพบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพที่โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งเลือกใช้สามารถบำบัดจำนวนแบคทีเรียที่มีในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องการกำหนดมาตรฐานน้ำทะเลชายฝั่ง (ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 1,000 MPN/มล.) จำนวน 12 ตัวอย่าง จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ประสิทธิภาพในการบำบัดค่า บีโอดี ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) และสามารถลดค่าบีโอดีได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานสามารถบำบัดค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยได้มากกว่า 50 มก./ล. จำนวน 3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 10 แต่ยังสามารถลดค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.3.2 จากการศึกษาเชิงสำรวจหาเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในน้ำเสีย พบว่า มีเชื้อ *Salmonella* serovar Rissen ในน้ำเสียก่อนการบำบัด 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 16.7) และในน้ำเสียหลังการบำบัด 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.3) พบเชื้อ *Salmonella* serovar Weltevreden ในน้ำเสียก่อนการบำบัด 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.3) รวมพบเชื้อ *Salmonella* ในน้ำเสียก่อนการบำบัด 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 20.0) และในน้ำเสียหลังการบำบัด 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.3) รวมพบเชื้อ *Salmonella* ทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.7) พบเชื้อ *S.aureus* ในน้ำเสียก่อนการบำบัด 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 13.3) และ

พบ *S. aureus* ในน้ำเสียหลังการบำบัด 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.3) รวมพบเชื้อ *S.aureus* ทั้งสิ้น 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 8.3) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการฆ่าเชื้อแบคทีเรียก่อโรค และลดปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดด้วยคลอรีนก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

1.3.3 การทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ พบว่า เมื่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียเริ่มต้น 10^5CFU/100 มล. ต้องใช้ปริมาณคลอรีน 3.0 มก./ล. และมีคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด 0.07 มก./ล. มีประสิทธิภาพการทำลายเชื้อได้ทั้งหมดร้อยละ 100 ผลการกำจัดปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์ม เมื่อทดสอบกับน้ำเสียจริง พบว่า ปริมาณเชื้อ 10^5MPN/100 มล. ต้องใช้ปริมาณคลอรีน 2.5 มก./ล. จึงจะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อได้ทั้งหมด ถ้าใช้ปริมาณคลอรีน 2.0 มก./ล. จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์ม ร้อยละ 98.77

ปริมาณคลอรีนที่เติมในน้ำเสียจะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ เมื่อคลอรีนทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ โลหะหนักและออกซิไดซ์กับสารปนเปื้อนอื่นในน้ำแล้วมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือเกิดขึ้น ซึ่งปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ จะต้องใช้เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเชื้อเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ทั้งค่า Standard Plate Count และกลุ่มโคลิฟอร์ม

2. อภิปรายผล

น้ำเสียที่เกิดขึ้นของโรงงานมีคุณสมบัติของน้ำเสียเป็นสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ ซึ่งเกิดจากการล้างกุ้ง ซึ่งเป็นวัตถุดิบ การล้างทำความสะอาดพื้น น้ำใช้ในโรงงาน ห้องน้ำ ห้องส้วม และน้ำใช้ทั่วไป ทำให้ค่า BOD_5 สูงมาก การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานจึงใช้ระบบบ่อกรอง (Anaerobic Filter) 2 ชุด ลักษณะการกรองเป็นแบบ Down Flow แผ่นกรองที่ใช้เป็นแผ่นกรองพลาสติก แล้วจึงตามด้วยระบบ Activated Sludge Extended Aeration สรุปขั้นตอนได้ดังนี้

1. น้ำทิ้งทั้งหมดของโรงงานไหลผ่านตะแกรงเหล็ก เพื่อแยกเศษวัตถุและเศษผลชิ้นใหญ่ออก
2. จากนั้นน้ำไหลเข้าสู่ระบบบ่อผสมรวม
3. จากข้อ 2. น้ำถูกสูบเข้าบ่อกรอง Anaerobic Filter 2 ชุด แล้วจึงไหลเข้าบ่อเติมอากาศในระบบ Activated Sludge Extended Aeration โดยใช้ Air Blower แล้วจึงไหลเข้าสู่บ่อตกตะกอน
4. ตะกอนส่วนเกินจะถูกสูบไปบำบัดที่ลานตากตะกอน (Sludge Drying Bed)

จากขั้นตอนการทำงานของระบบดังกล่าว จึงทำให้น้ำเสียของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ซึ่งถึงแม้จะมีค่า BOD_5 สูงมาก ระบบก็สามารถบำบัดได้จนค่า BOD_5 ของน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ มีค่าน้อยกว่า 60 มก./ล. ทุกตัวอย่าง ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ รวมทั้งการบำบัดค่า SS ได้ค่าน้อยกว่า 50 มก./ล. 27 ตัวอย่าง มี 3 ตัวอย่างที่ค่า SS ได้ 112, 65 และ 110 มก./ล. อธิบายได้ว่า ในวันนั้นมีการผลิตอาหารทะเลแช่แข็งปริมาณเพิ่มขึ้นสูงมาก จึงทำให้มีน้ำเสียไหลเข้าระบบบำบัดมากขึ้น ในปริมาณมากกว่าปกติอย่างกะทันหัน (Shock Loads) ทำให้มีเวลาสัมผัส (Contact Time) น้อย และเวลาบำบัดน้ำเสียน้อย หรือควรตรวจสอบระบบบำบัดว่ามีปัญหาตะกอนเส้นใยหรือตะกอนสลัดจ์อืด หรือปัญหาตะกอนลอยหรือตะกอนสลัดจ์ลอยขึ้น ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้การตกตะกอนของจุลชีพมีประสิทธิภาพลดลง เป็นผลทำให้น้ำทิ้งมีสารแขวนลอยเกินมาตรฐาน สำหรับค่า pH และอุณหภูมิของน้ำเสียก่อนการบำบัดและหลังจากบำบัดแล้ว มีค่าค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

การตรวจหาคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำหลังการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ พบว่า มีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.11 มก./ล. แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ เนื่องจากยังตรวจพบทั้งเชื้อก่อโรค และโคลิฟอร์ม

การศึกษาประสิทธิภาพของระบบในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียนับเชื้อด้วยวิธี Standard Plate Count และ MPN Technique นั้นพบว่า มีค่าไม่แน่นอน และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดบางครั้งได้ตามที่กฎหมาย (มาตรฐานน้ำทะเลชายฝั่ง) กำหนด บางครั้งสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด จึงควรมีการเติมคลอรีนในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือตกค้างน้อยที่สุดในสิ่งแวดล้อม อีกทั้งในการสำรวจหาแบคทีเรียก่อโรคในทางเดินอาหารจากน้ำเสียของโรงงาน ยังพบเชื้อ ***Salmonella*** จากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.3) และพบเชื้อ ***S.aureus*** 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.3) จึงเป็นข้อมูลสนับสนุนว่าควรจะมีการเติมคลอรีนในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

การตรวจพบเชื้อ ***Salmonella*** และเชื้อ ***S.aureus*** ในน้ำเสียของโรงงานไม่น่าจะมาจากกระบวนการผลิต เนื่องจากน้ำที่ใช้ล้างวัตถุดิบเติมคลอรีนสูงถึง 100 – 200 มก./ล. พนักงานทุกคนก่อนเข้าปฏิบัติงานต้องล้างมือด้วยสบู่และเมื่อสวมถุงมือแล้วต้องจุ่มมือในน้ำที่มีคลอรีน 50 มก./ล. ทุกครั้ง แต่ถึงแม้ว่าในขั้นตอนการผลิต จะมีการใช้คลอรีน ซึ่งมีความเข้มข้นสูงถึง 100 – 200 มก./ล. ล้างวัตถุดิบ เพื่อทำลายเชื้อแบคทีเรียต่างๆ แต่ประสิทธิภาพของคลอรีนก็ยังไม่ครอบคลุมถึงน้ำเสียที่เกิดขึ้น อาจเป็นไปได้ว่า เชื้อก่อโรคที่ตรวจพบมาจากกระบวนการเกิดน้ำเสียอื่น ๆ เช่น การล้างพื้น น้ำจากห้องน้ำ ห้องส้วม ซึ่งน้ำที่ใช้ในกิจกรรมนี้ไม่ได้เติมคลอรีน เป็นน้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาใช้ จึงไม่มีฤทธิ์ของคลอรีนในการฆ่าเชื้อ

การตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในน้ำเสียมีผลสอดคล้องกับรายงานประจำปีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (รายงานประจำปี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2542: 137) ซึ่งผลการตรวจพบ *Salmonella* ร้อยละ 19.4 จากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำเสียจากการหมักและชะขยะ การวิจัยนี้ตรวจพบ *Salmonella* ร้อยละ 20 ในน้ำเสียก่อนการบำบัด ซึ่งมีผลสอดคล้องกัน

ผลการตรวจพบแบคทีเรียที่ก่อโรคติดต่อเป็นครั้งคราวในน้ำที่ผ่านการบำบัด (Effluent) แล้ว เช่น *Salmonella* หรือ *S.aureus* แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดเชื้อโรค เช่นเดียวกับการบำบัดสารมลพิษอื่นๆ ปริมาณและชนิดของแบคทีเรียบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาผลิต รวมถึงปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ สถานที่ผลิต เครื่องมือ และปัจจัยเรื่องการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน (Nugul Intrasungkha and Christian D. Garland 1999: 61) น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วตรวจพบแบคทีเรียก่อโรคติดต่อเป็นบางครั้ง แต่ยังตรวจพบแบคทีเรียบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระเป็นจำนวนมากเกินกฎหมายกำหนด ซึ่งน้ำเสียของโรงงานที่ผ่านเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นทั้งน้ำเสียจากกระบวนการผลิตและน้ำเสียจากครัวเรือน เพื่อเป็นการลดปริมาณแบคทีเรียและลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคติดต่อรุนแรง จึงควรให้น้ำเสียที่เกิดจากครัวเรือน (เช่น สำนักงาน ห้องน้ำ ห้องส้วม โรงอาหาร) แยกจากน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยผ่านเข้าระบบบ่อเกรอะ (Septic tank) (Nugul Intrasungkha and Christian D. Garland 1999: 62)

โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ทำการวิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) ในการชี้บ่งและควบคุมกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน ทำให้ผลผลิตมีความน่าเชื่อถือ แต่ก็ควรให้ความสนใจในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียด้วย

จากการศึกษาของ ธวัช จายนียโยธินและคณะ (2542: 22) พบว่า ในสภาวะน้ำกร่อยที่มีสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม มีการขาดสารอาหารเชื้อ *V.cholerae* 01 *V.cholerae* Non 01 และ *V.parahaemolyticus* สามารถเปลี่ยนแปลงตัวเองให้ยังคงมีชีวิตในน้ำได้แต่ไม่สามารถตรวจพบได้โดยการเพาะเชื้อ และสามารถกลับคืนสภาพและผลิตสารพิษ (toxin) ได้อีกเมื่อเมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสม เมื่อทำการพิสูจน์เชื้อโดยฉีดเชื้อในสภาวะที่เพาะไม่ขึ้นเข้าไปในลำไส้กระต่ายหรือให้อาสาสมัครกินก็สามารถทำให้เกิดอุจจาระร่วงได้ เชื้อ *Vibrio cholerae* 01 ยังสามารถอาศัยอยู่ในแพลงตอนมีตัวแพลงตอนพืช และสาหร่ายและตรวจพบสารพิษ (toxin) ของเชื้อ *Vibrio cholerae* 01 มากขึ้นในช่วงที่เกิดการขยายตัวของสาหร่าย และแพลงตอนในน้ำ ดังนั้นการตรวจไม่พบเชื้อ *Vibrio cholerae* 01 ในน้ำเสียไม่ได้หมายความว่าเชื้อไม่มี เพียงแต่ว่าการเพาะเชื้อไม่สามารถตรวจสอบได้

นอกจากนั้นการวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ เพื่อหาเชื้ออหิวาตกโรคยังมีวิธีทางอิมมิวโนวิทยา เช่น Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA), Reverse Passive Agglutination, DNA Hybridization และ Polymerase Chain Reaction (PCR) ที่ใช้ในการทดสอบได้เช่นกัน (กนกรัตน์ ศิริพานิชกร 2541: 279)

การเพาะเลี้ยงกุ้งชายฝั่งก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้มนุษย์มีการสัมผัสกับแหล่งน้ำกร่อยและอาหารที่มาจากแหล่งน้ำกร่อย ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการสัมผัสเชื้อ *V.cholerae* 01 การควบคุมโรคจากแหล่งน้ำกร่อยกระทำได้โดยการควบคุมการแพร่โรคจากสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง ปู ปลา เป็นต้น สู่มนุษย์และแหล่งน้ำอื่น

บริเวณที่ตั้งของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ศึกษามีโรงงานอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานเกี่ยวกับการผลิตอาหารตั้งอยู่โดยรอบ โรงงานเหล่านี้ ต้องให้ความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียให้ได้คุณภาพน้ำทิ้งตามกฎหมายกำหนด เช่นเดียวกัน เพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของแหล่งรองรับน้ำ ซึ่งจะไปรวมกันเป็นแม่น้ำท่าจีน และไหลลงอ่าวไทยต่อไป

จังหวัดสมุทรสาครเป็นจังหวัดที่มีทางออกทะเลที่อ่าวไทยตอนบน จึงต้องใช้มาตรฐานน้ำทิ้งเป็นประเภทคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง การมีเรือประมงเข้ามาจอดเทียบท่าในแม่น้ำท่าจีน ย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีการลงเล่นน้ำ หรือมีการปล่อยน้ำเสียลงแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นโอกาสให้น้ำมีความปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีโอกาสที่ผู้สัมผัสน้ำจะป่วยเป็นโรคต่าง ๆ เช่น โรคผิวหนัง โรคตาแดง โรคทางเดินหายใจ โรคทางเดินอาหารได้มากขึ้น (ประหยัด เทพธรณี 2538: 75)

การศึกษาประสิทธิภาพของคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย โดยทดลองในเชื้อ *Salmonella* serovar Weltevreden, *Salmonella* serovar Rissen และ *S.aureus* เนื่องจากเป็นเชื้อก่อโรคที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน เชื้อ *E.coli* จากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นตัวแทนกลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์ม เชื้อ *V.cholerae* 01 ogawa เป็นเชื้อก่อโรคอุจจาระร่วงอย่างแรง และชอบอยู่ในน้ำที่ความเข้มข้นของเกลือสูง เช่น น้ำทะเล เชื้อ *E.coli* ATCC 25923 และ *S.aureus* ATCC 25922 เป็นเชื้อควบคุมที่ใช้ทั่วไปในงานแบคทีเรียวิทยา เป็นต้น

จากการศึกษาโดยวิธี Standard Plate Count พบว่า ค่าคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 100 และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด พบว่าปริมาณคลอรีนที่ใช้มีค่าสูงเกินความจำเป็น เนื่องจากเชื้อที่เหลือเป็นเชื้ออื่น ๆ ที่ไม่ก่อโรค

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของเชื้อทั้ง 7 ตัว พบว่า ในแต่ละความเข้มข้นของเชื้อทุก ๆ ตัว มีการใช้ปริมาณคลอรีนที่ใช้มีค่าเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นสามารถใช้ค่าคลอรีนที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อของ *E.coli* สายพันธุ์ที่ได้จากน้ำเสียเป็นค่าที่ใช้กับน้ำเสียจริงได้ จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้เชื้อจากน้ำเสียจริงทำการทดสอบ พบว่ามีค่าคลอรีนที่เหมาะสมสูงกว่าเชื้อตัวอื่นๆ เนื่องจากเชื้อในน้ำจริงมีเชื้ออยู่หลายชนิดรวมกัน ซึ่งอาจไม่ใช่เชื้อก่อโรค หรือ กลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนั้นจึงควรใช้ค่าของคลอรีนที่เหมาะสมของเชื้อ *E.coli* สายพันธุ์จากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นตัวแทนของเชื้อก่อโรค เนื่องจากเชื้อที่เหลือที่พบจากการทดลองเป็นเชื้อแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อน

การทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างน้ำเสียจริงในการทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์ม พบว่า เมื่อเชื้อเริ่มต้น 10^5 MPN/100 มล.ต้องใช้ปริมาณคลอรีน 2.5 มก./ล. ซึ่งมีค่าสูงพอที่จะทำลายเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้หมด ซึ่ง *S.aureus* และ *Salmonella* serovar Rissen และ *Salmonella* serovar Weltevreden ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่ปริมาณเชื้อ10^5 CFU/100 มล.ต้องใช้ปริมาณคลอรีน 2.5 มก./ล. เช่นเดียวกัน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาการหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลโรคทรวงอก (นภนีรา แสงสุริยะ 2541: 61)

ในการทดลองหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างน้ำเสียจริงในการทำลายเชื้อนับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count ให้มีประสิทธิภาพได้ร้อยละ 100 และมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือน้อยที่สุด ต้องใช้คลอรีนถึง 3.0 มก./ล. มีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.39 มก./ล. จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง มีค่าสูงกว่าการทำลายปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์ม ซึ่งใช้คลอรีน 2.5 มก./ล. ปริมาณคลอรีนที่สูงเกินมา 0.5 มก./ล. เป็นการใช้ไปในการกำจัดแบคทีเรียอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นเชื้อก่อโรค และเป็นฟีคัลโคลิฟอร์ม การใช้คลอรีนในปริมาณที่สูงเกินความจำเป็นจะทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง คือ ไตรฮาโลมีเทน ได้

จากผลการทดลองอาจใช้ปริมาณคลอรีนที่ความเข้มข้น 2.0 มก./ล. ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการทำลายเชื้อได้ร้อยละ 98.77 และสามารถทำลายเชื้อก่อโรคที่มีความเข้มข้น 10^5CFU/100 มล.ได้ด้วย ดังนั้นการใช้ MPN Technique เป็นวิธีมาตรฐานในการนับเชื้อยังเป็นวิธีที่ใช้ได้ ในกรณีที่น้ำมีเชื้อก่อโรคในกลุ่มโคลิฟอร์ม และใช้เชื้อ *E.coli* เป็น ดัชนีทางจุลชีววิทยา

ในการใช้คลอรีนทำลายเชื้อโรค ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของคลอรีนคือ ความเป็นกรด-ด่าง ถ้าควบคุมให้น้ำมีสภาวะของความเป็นด่างอยู่บ้างเล็กน้อย คือมีค่า pH อยู่ระหว่าง 8.0 – 8.9 คลอรีนจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (พิชิต สกุลพราหมณ์ 2525: 114)

เมื่อปริมาณเชื้อในน้ำเสียมีมากเพิ่มขึ้น ต้องใช้ปริมาณคลอรีนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน สำหรับโรงงานที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ และมีปริมาณน้ำเสียประมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร/วัน และมีปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด 10^5/100 มล. มีค่าใช้จ่ายสำหรับคลอรีนที่ใช้เติมในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ประมาณวันละ 71 บาท การคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับผงปูนคลอรีน รายละเอียดดังภาคผนวก ค

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

3.1.1 โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ควรมีการเติมคลอรีนในน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เนื่องจากตรวจพบว่ามีเชื้อก่อโรค คือ *Salmonella* และ *S.aureus* ปะปนออกมากับน้ำทิ้งด้วย

3.1.2 ในช่วงที่มีการผลิตมาก ควรมีการหาความต้องการคลอรีนของน้ำ เพื่อจะได้ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรค

3.1.3 ผู้ดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียต้องมีการทำความสะอาดร่างกายทุกครั้งที่มีการสัมผัสน้ำเสีย เนื่องจากในน้ำเสียมีเชื้อก่อโรคอยู่ด้วย

3.1.4 หน่วยงาน หรือองค์กรที่มีการใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมารดต้นไม้ และใช้ในห้องส้วมหรือชักโครก ควรมีการศึกษาหาค่าคลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้ความเข้มข้นของเชื้อต่ำ ๆ และใช้น้ำเสียดัดแปลงในการทดลองเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อสู่สิ่งแวดล้อม

3.1.5 โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ทำการวิจัย ควรแยกน้ำเสียจากครัวเรือนเข้าสู่ระบบบ่อเกรอะ ก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

3.1.6 อาจพิจารณาความเป็นไปได้ในการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งทางชีววิทยาสำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เช่น อุตสาหกรรมเกี่ยวกับอาหาร ในการมีแบคทีเรียก่อโรคปนเปื้อน ซึ่งเชื้อที่น่าจะมีการกำหนดมาตรฐานก่อน คือ เชื้อ *Salmonella* และ *S.aureus*

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

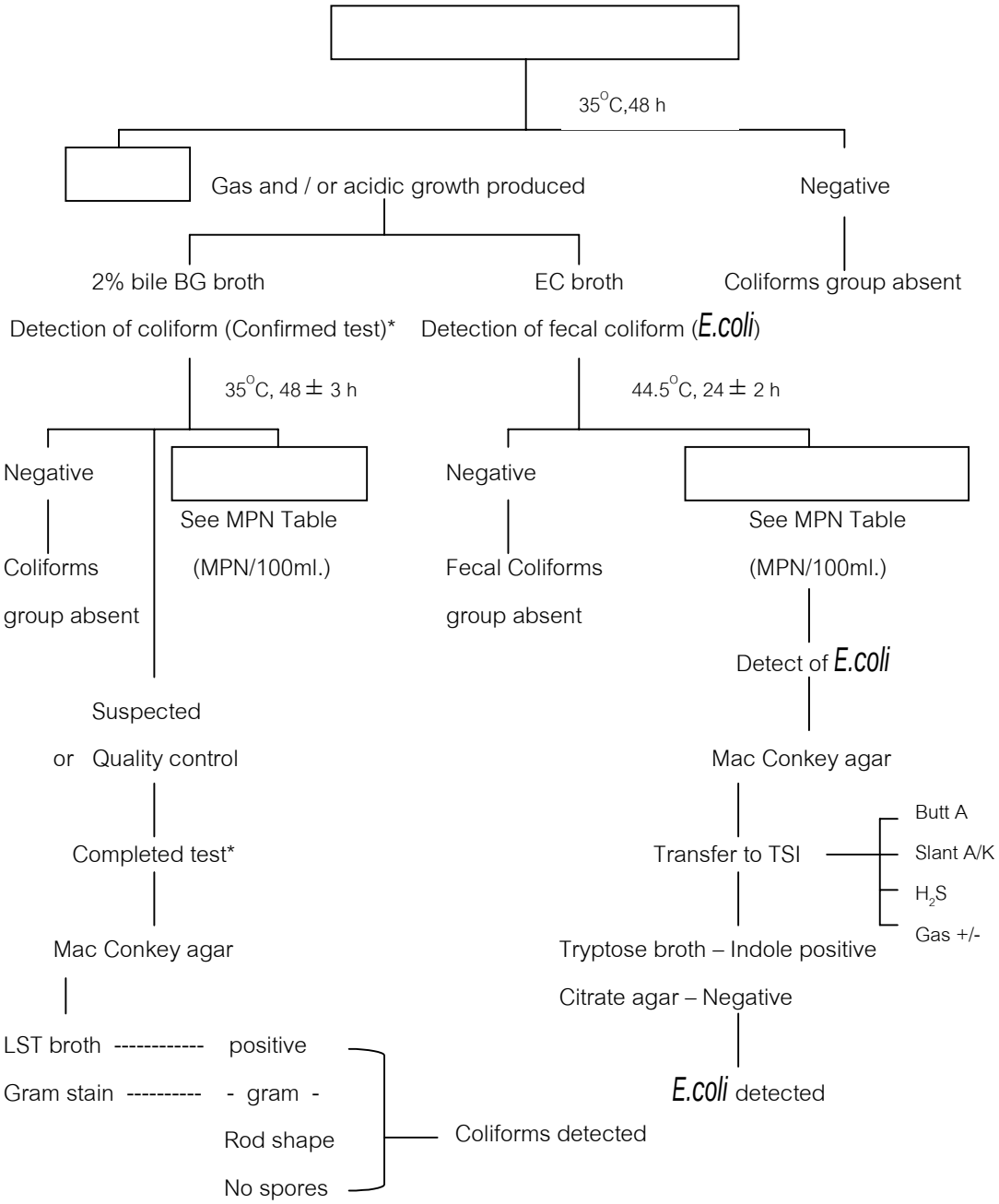
3.2.1 ควรศึกษาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (UV treatment) เปรียบเทียบกับการใช้คลอรีน เพื่อเป็นการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม

3.2.2 ควรศึกษาชนิดของเชื้อก่อโรคของน้ำเสียในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง หรือโรงงานแปรรูปอาหารทะเลที่ใช้วัตถุดิบเป็นสัตว์น้ำชนิดอื่นนอกจากกุ้ง เช่น ปลาทูน่า

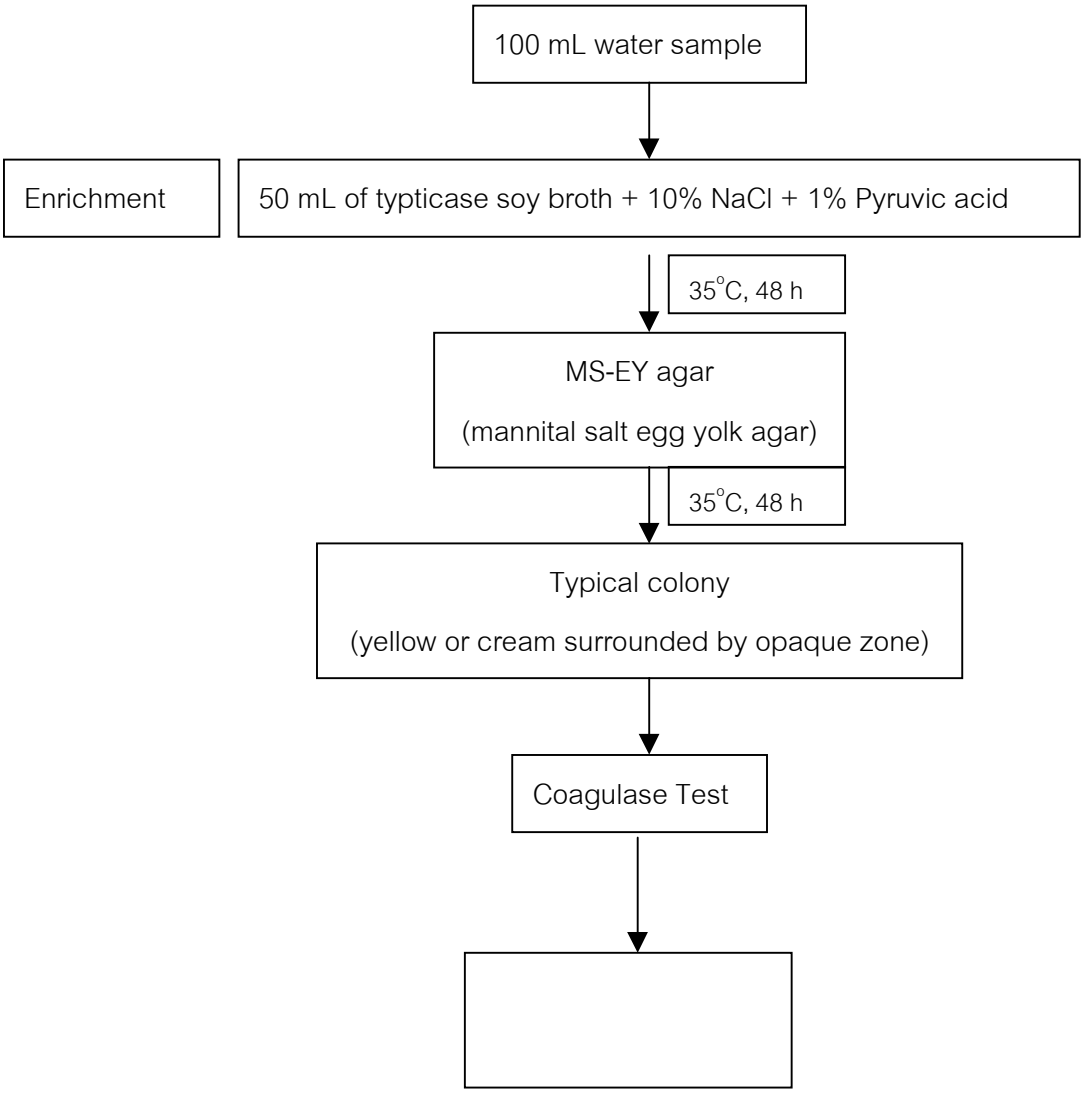
ภาคผนวก ข

วิธีการตรวจทางจุลชีววิทยา

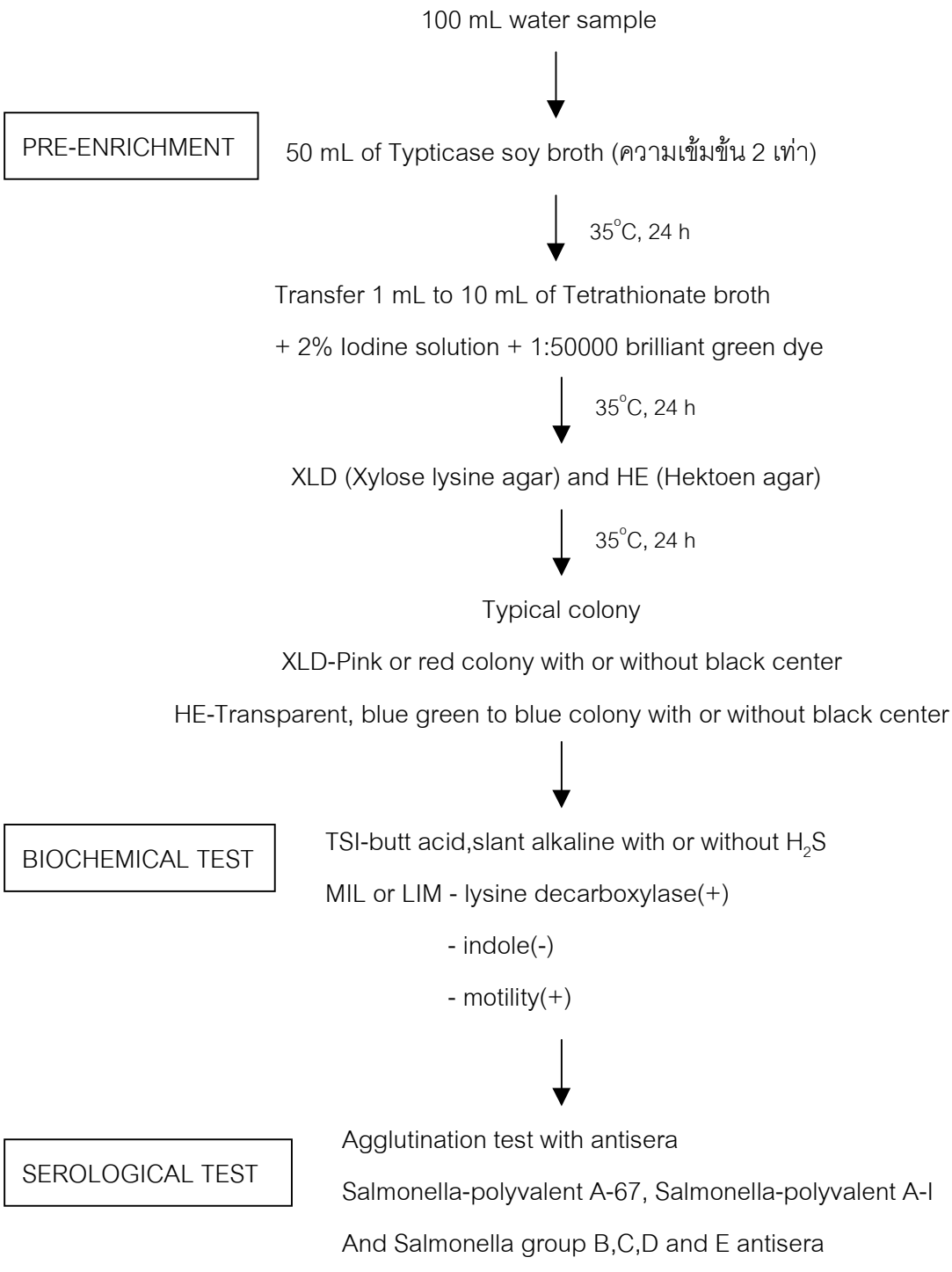
แผนผังแสดงการวิเคราะห์หา Coliforms และ Fecal Coliforms (*E.coli*)



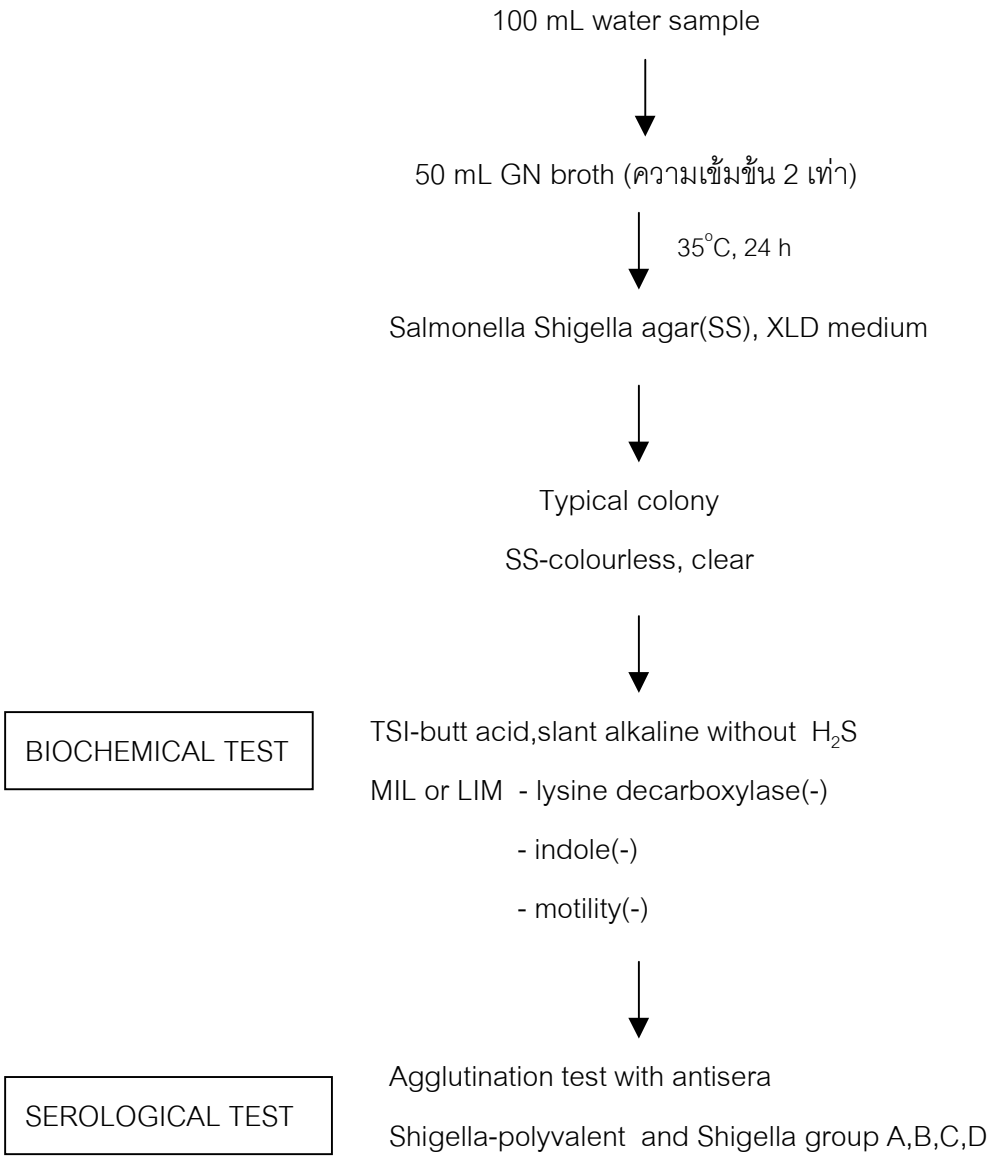
การตรวจหา *Staphylococcus aureus* ในน้ำ



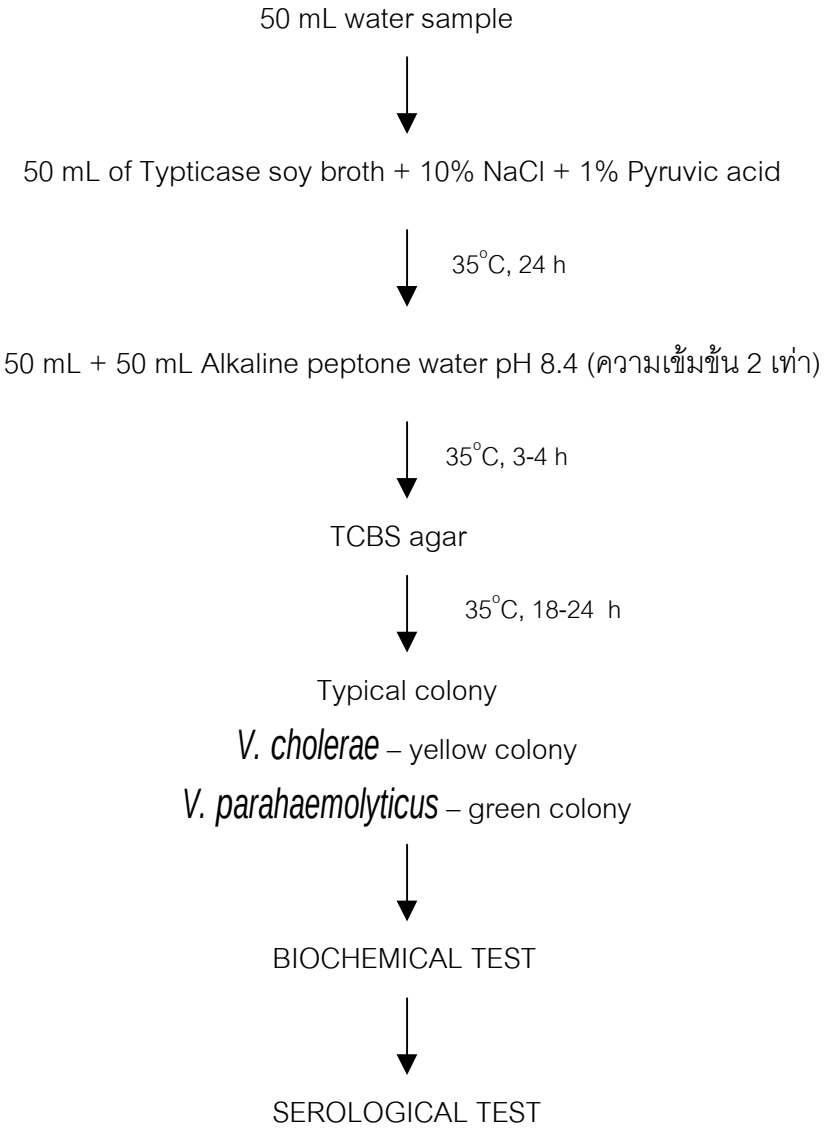
การตรวจหา *Salmonella* ในน้ำ



การตรวจหา *Shigella* ในน้ำ



การตรวจหาเชื้อ *Vibrio* ในน้ำ



การนับจำนวนเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

1. เจือจางตัวอย่างน้ำเสียที่จะตรวจด้วย phosphate buffer ให้มี dilution เป็น 1, 1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000
2. ปิเปตตัวอย่างน้ำจากข้อ 1. มา 1 มล. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count agar ลงไปประมาณ 20 มล.
3. หมุนจานอาหารเลี้ยงเชื้อเบาๆ ปล่อยให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว
4. นำไปอบที่ 35°C ค้างคืน
5. นำไปตรวจนับโคโลนี รายงานผล

แต่ละ dilution ทำการทดสอบ 2 จาน

การอ่านผล

ให้นับโคโลนีในจานที่มีเชื้ออยู่ในช่วง 30 - 300 colony รายงานผลเป็น .....CFU/มล.

การคำนวณ

$$\text{จำนวนเชื้อ CFU/มล.} = \frac{1}{\text{Dilution factor}} \times \text{จำนวนโคโลนีที่ขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (30 – 300 โคโลนี)}$$

$$\text{จำนวนเชื้อ CFU/100 มล.} = \frac{1}{\text{Dilution factor}} \times \text{จำนวนโคโลนีที่ขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ} \times 100 \text{ (30 – 300 โคโลนี)}$$

การทดสอบน้ำ

วันที่	การทดสอบหาเชื้อ Pathogen				MPN	Standard Plate Count
	S. aureus	*Salmonella*	*Shigella*	*Vibrio*		
1	TSB+NaCl 100 ml.	TSB 100 ml.	GN Broth 100 ml.	TSB+NaCl	Lactose Broth 5:5:5	dilute pour plate
2	Incubate ต่อ	Selenite F Tetrathionate 1 ml.	SS, XLD streak plate	ALP 100ml.	Incubate	Count
3	MS-EY streak plate	XLD, HEK streak plate	Identified	TCBS streak plate	EC bile 2% 1 loop	
4	Identified	Identified		Identified	Mac Conkey	

TSB = Tryptic Soy Broth

HEK = Hektoen Agar

XLD = XLD Agar

MS-EY = Mannital Salt Egg Yolk Agar

NaCl = Sodium Chloride

ALP = Alkaline Peptone Water

ตาราง Identified เชื้อกลุ่ม Enterobacteriaceae

Microorganism	TSI	Citrate	Urease	LDC	Motile	Indole	Oxidase
E.coli	A/AG	-	-	+	+	+	-
*Shigella spp.**	K/A	-	-	-	-	-	-
Salmonella *	K/A^{+}	+	-	+	+		-
*V.cholerae**	A/A	+(-)	-	+	+	+	+
V.parahaemolyticus	K/A	+(-)	-	+	+	+	+

* ต้องทดสอบทาง Serological typing ด้วย Antisera

ที่มา : คู่มือการปฏิบัติงานแบคทีเรียสำหรับโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป

หมายเหตุ

TSI = Triple Sugar Iron agar

LDC = Lysine decarboxylase

A/AG = Acid slant, Acid และ Gas butt

K/A = Alkaline slant, Acid butt

K/A^{+} = Alkaline slant, Acid butt และมี H_2S

ตาราง Identified เชื้อ *S.aureus*

Microorganism	Coaulase test	Manital	DNase	Latex agglutination
S.aureus	+	+	+	+

ที่มา : คู่มือการปฏิบัติงานแบคทีเรียสำหรับโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป

การเตรียมเชื้อที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

นำเชื้อที่ต้องการทดสอบจากหลอด stock เชื้อมาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood agar อบที่ 35^{O}ซ ค้างคืน เพื่อให้เชื้อมีปริมาณมากพอตามที่ต้องการ เขี่ยเชื้อจำนวน 5 – 6 colony ใส่ใน Tryptic soy broth อบที่ 35^{O}ซ เวลา 3 – 4 ชั่วโมง ให้เชื้อมีการเจริญเติบโตแบ่งตัวเพิ่มขึ้น วัดความขุ่นของเชื้อให้ได้ 0.5 Mac Farland Standard (0.5 – 2 x 10^{8} CFU/มล. (NCCLS, 2000))

การเตรียมเชื้อ 10^{5} CFU/100 มล., 10^{6} CFU/100 มล., 10^{7} CFU/100 มล. และ 10^{8} CFU/100 มล. จากเชื้อที่มีความขุ่น 0.5 Mac Farland Standard ดังนี้

เพาะเลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood agar

↓ บ่มที่ 35 ^{O}ซ 18-24 ชั่วโมง

เขี่ยเชื้อลงใน Tryptic Soy Broth

↓ บ่มที่ 35 ^{O}ซ 3-4 ชั่วโมง

วัดความขุ่นเชื้อให้ได้ 0.5 Mac Farland Standard

จะได้ความเข้มข้นเชื้อ 10^{8} CFU /มล.

↓

เจือจางเชื้อให้ได้ 10^{5}, 10^{6}, 10^{7}, 10^{8} CFU /มล.

ด้วย Sterile Phosphate Buffer pH 7.0

↓

เจือจางต่อให้มีความเข้มข้น 10^{5}, 10^{6}, 10^{7}, 10^{8} CFU /100 มล.

ด้วย Sterile Phosphate Buffer pH 7.0

ผลการตรวจน้ำทิ้งทางจุลชีววิทยา จากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า อ.เมือง จ.นนทบุรี

ครั้งที่	วันที่ส่งตัวอย่าง	Influent							2° Effluent							หมายเหตุ
		SPC	TC	FC	Salm	Shig	Vibrio	Staph	SPC	TC	FC	Salm	Shig	Vibrio	Staph	
1	16/01/45	$3.8x10^7$	$1.6x10^5$	$1.6x10^6$				✓	$4.5x10^4$	$2.0x10^4$	$2.0x10^4$					***Staphylococcus aureus***
2	17/01/45	$14.7x10^7$	$1.6x10^5$	$1.6x10^6$				✓	$6.2x10^4$	$2.3x10^3$	$2.3x10^3$					
3	18/01/45	$30x10^7$	$3.0x10^4$	$3.0x10^4$					$5.6x10^6$	$5.0x10^3$	$5.0x10^3$					
4	23/01/45	$18.5x10^7$	$6.0x10^6$	$6.0x10^6$					$3.2x10^5$	$1.3x10^5$	$1.3x10^5$					
5	24/01/45	$18.5x10^7$	$1.1x10^7$	$1.1x10^7$					$2.4x10^5$	$2.0x10^4$	$2.0x10^4$					
6	25/01/45	$1.9x10^8$	$3.0x10^8$	$2.4x10^8$	✓				$1.3x10^5$	$4.0x10^4$	$4.0x10^4$					*Salmonella* serovar Rissen
7	30/01/45	$30x10^7$	$3.0x10^7$	$5.0x10^6$					$1.4x10^7$	$2.0x10^4$	$2.0x10^4$					
8	31/01/45	$1.7x10^7$	$2.0x10^5$	$2.0x10^5$					$1.3x10^5$	$2.0x10^4$	$2.0x10^4$					
9	1/02/45	$2.0x10^7$	$9.0x10^4$	$8.0x10^4$					$7.0x10^5$	$2.0x10^4$	$2.0x10^2$					
10	6/02/45	$7.7x10^7$	$8.0x10^5$	$8.0x10^5$				✓	$6.5x10^4$	$7.0x10^2$	$7.0x10^2$					***Staphylococcus aureus***
11	8/02/45	$2.5x10^7$	$1.6x10^7$	$1.6x10^7$					$6.5x10^6$	$8.0x10^2$	$2.3x10^3$					
12	20/02/45	$3.5x10^8$	$9.2x10^3$	$9.2x10^3$					$1.1x10^6$	$2.3x10^3$	$2.3x10^3$					

ผลการตรวจน้ำทิ้งทางจุลชีววิทยา จากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า อ.เมือง จ.นนทบุรี

ครั้งที่	วันที่ส่งตัวอย่าง	Influent							2° Effluent							หมายเหตุ
		SPC	TC	FC	Salm	Shig	Vibrio	Staph	SPC	TC	FC	Salm	Shig	Vibrio	Staph	
13	21/02/45	$4.3x10^{10}$	$2.4x10^{5}$	$1.3x10^{5}$					$6.0x10^{6}$	$2.2x10^{3}$	$2.2x10^{3}$					
14	22/02/45	$8.2x10^{8}$	$1.7x10^{5}$	$1.7x10^{5}$					$7.9x10^{5}$	$1.1x10^{2}$	$1.1x10^{2}$					
15	1/03/45	$6.5x10^{8}$	$2.8x10^{6}$	$2.8x10^{6}$					$1.3x10^{6}$	$1.3x10^{3}$	$1.3x10^{3}$					
16	6/03/45	$2.5x10^{9}$	$2.4x10^{6}$	$2.4x10^{6}$	✓				$4.7x10^{6}$	$2.4x10^{3}$	$2.4x10^{3}$	✓				*Salmonella* serovar Rissen
17	7/03/45	$7.6x10^{8}$	$2.4x10^{6}$	$2.4x10^{6}$	✓				$2.9x10^{6}$	$7.9x10^{2}$	$7.9x10^{2}$					*Salmonella* serovar Weltevreden
18	20/03/45	$1.9x10^{9}$	$2.4x10^{5}$	$4.0x10^{3}$	✓				$1.1x10^{7}$	$7.9x10^{2}$	$2.2x10^{2}$					*Salmonella* serovar Rissen
19	21/03/45	$9.9x10^{9}$	$2.4x10^{6}$	$2.4x10^{6}$	✓				$8.7x10^{6}$	$1.2x10^{3}$	$1.2x10^{3}$					*Salmonella* serovar Rissen
20	22/03/45	$2.6x10^{9}$	$1.3x10^{6}$	$1.1x10^{5}$					$7.9x10^{5}$	$2.0x10^{2}$	$2.0x10^{2}$					
21	3/04/45	$1.4x10^{9}$	$1.7x10^{5}$	$1.7x10^{5}$	✓				$1.1x10^{6}$	$2.0x10^{4}$	$2.0x10^{4}$					*Salmonella* serovar Rissen
22	9/04/45	$5.1x10^{9}$	$1.3x10^{5}$	$1.3x10^{5}$					$2.0x10^{7}$	$2.0x10^{2}$	$2.2x10^{2}$					
23	4/05/45	$1.2x10^{9}$	$2.7x10^{5}$	$2.7x10^{5}$					$8.0x10^{6}$	$9.0x10^{4}$	$2.0x10^{2}$					
24	13/05/45	$2.7x10^{8}$	$1.3x10^{5}$	$8.0x10^{4}$					$7.8x10^{6}$	$4.0x10^{2}$	$4.0x10^{2}$					

ผลการตรวจน้ำทิ้งทางจุลชีววิทยา จากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า อ.เมือง จ.นนทบุรี

ครั้งที่	วันที่ส่งตัวอย่าง	Influent							2° Effluent							หมายเหตุ
		SPC	TC	FC	Salm	Shig	Vibrio	Staph	SPC	TC	FC	Salm	Shig	Vibrio	Staph	
25	3/07/45	$2.0x10^8$	$2.0x10^5$	$1.1x10^5$					$3.0x10^5$	$2.4x10^4$	$2.4x10^4$					
26	4/07/45	$9.2x10^7$	$5.4x10^6$	$5.4x10^6$					$3.0x10^5$	$0.8x10^2$	$0.8x10^2$					
27	10/07/45	$7.0x10^8$	$9.4x10^5$	$9.4x10^5$					$1.0x10^5$	$2.0x10^2$	$2.0x10^2$					
28	18/07/45	$3.8x10^8$	$9.0x10^4$	$9.0x10^4$				✓	$3.0x10^6$	$2.4x10^3$	$2.4x10^3$				✓	***Staphylococcus aureus***
29	31/07/45	$7.7x10^7$	$2.0x10^5$	$2.0x10^5$					$9.9x10^5$	$1.7x10^2$	$1.7x10^2$					
30	7/08/45	$8.0 x10^7$	$2.3x10^5$	$2.3x10^5$					$5.0x10^5$	$1.3x10^2$	$1.3x10^2$					

SPC = Standard Plate Count (CFU/100 มล.)

TC = Total Coliform (MPN/100 มล.)

FC = Fecal Coliform (MPN/100 มล.)

ผลการตรวจ BOD, SS น้ำทิ้งโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ห้องปฏิบัติการ กองอนามัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

Influent

ครั้งที่	วันที่รับตัวอย่าง	พารามิเตอร์ BOD	พารามิเตอร์ SS
1	16/01/45	835	300
2	17/01/45	676	234
3	18/01/45	769	300
4	23/01/45	1,023	88
5	24/01/45	902	283
6	25/01/45	1,171	230
7	30/01/45	1,102	88
8	31/01/45	889	283
9	1/02/45	1,074	230
10	6/02/45	1,000	295
11	8/02/45	1,200	180
12	20/02/45	506	180

2^{O}Effluent

ครั้งที่	วันที่รับตัวอย่าง	พารามิเตอร์ BOD	พารามิเตอร์ SS
1	16/01/45	22	22
2	17/01/45	8.5	112
3	18/01/45	9.2	61
4	23/01/45	11.0	49
5	24/01/45	8.6	13
6	25/01/45	17.0	20
7	30/01/45	10.2	49
8	31/01/45	20.4	13
9	1/02/45	18.1	20
10	6/02/45	8.3	29
11	8/02/45	16.9	27
12	20/02/45	4.0	27

ผลการตรวจ BOD, SS น้ำทิ้งโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ห้องปฏิบัติการ กองอนามัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

Influent

ครั้งที่	วันที่รับตัวอย่าง	พารามิเตอร์	
		BOD	SS
13	21/02/45	600	190
14	22/02/45	610	100
15	1/03/45	190	73
16	6/03/45	450	230
17	7/03/45	450	230
18	20/03/45	360	380
19	21/03/45	550	220
20	22/03/45	530	247
21	3/05/45	565	134
22	9/05/45	450	213
23	5/06/45	556	190
24	13/06/45	70	69

2^{O}Effluent

ครั้งที่	วันที่รับตัวอย่าง	พารามิเตอร์	
		BOD	SS
13	21/02/45	9.0	42
14	22/02/45	10.0	28
15	1/03/45	2.0	30
16	6/03/45	8.0	48
17	7/03/45	3.0	35
18	20/03/45	5.0	65
19	21/03/45	2.0	8
20	22/03/45	2.0	26
21	3/05/45	1.7	26
22	9/05/45	3.8	14
23	5/06/45	10.0	110
24	13/06/45	3.0	37

ผลการตรวจ BOD, SS น้ำทิ้งโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ห้องปฏิบัติการ กองอนามัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

Influent

ครั้งที่	วันที่รับตัวอย่าง	พารามิเตอร์ BOD	พารามิเตอร์ SS
25	3/07/45	320	85
26	4/07/45	500	147
27	10/07/45	685	237
28	19/07/45	528	160
29	31/07/45	411	85
30	7/08/45	768	315

2^{O}Effluent

ครั้งที่	วันที่รับตัวอย่าง	พารามิเตอร์ BOD	พารามิเตอร์ SS
25	3/07/45	6.0	17
26	4/07/45	6.0	7
27	10/07/45	5.6	8
28	19/07/45	6.7	30
29	31/07/45	2.3	8
30	7/08/45	4.4	24

ผลการตรวจ pH, Tempurature และปริมาณคลอรีนคงเหลือในน้ำทิ้ง

ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ครั้งที่	วันที่	Influent			2^{O} Effluent		
		pH	Temp(^{o}C)	Cl_2 (มก./ล.)	pH	Temp(^{o}C)	Cl_2 (มก./ล.)
1	16/01/45	7.0	24.0	0.46	8.0	26.0	0.09
2	17/01/45	7.4	24.0	0.38	8.1	25.5	0.15
3	18/01/45	7.3	23.5	0.52	8.1	25.5	0.23
4	23/01/45	7.5	22.0	0.17	8.0	25.0	0.07
5	24/01/45	7.3	23.5	0.89	8.0	25.5	0.05
6	25/01/45	7.2	24.0	0.46	7.9	26.0	0.06
7	30/01/45	7.3	23.0	0.28	7.9	25.5	0.16
8	31/01/45	7.2	23.0	0.22	8.0	25.0	0.06
9	1/02/45	7.3	22.0	0.93	8.1	25.0	0.23
10	6/02/45	7.0	24.0	0.12	7.8	26.0	0.11
11	8/02/45	7.0	24.0	0.08	7.9	26.5	0.08
12	20/02/45	6.8	24.0	0.08	7.4	26.5	0.07

ผลการตรวจ pH, Tempurature และปริมาณคลอรีนคงเหลือในน้ำทิ้ง
ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ครั้งที่	วันที่	Influent			2^{O} Effluent		
		pH	Temp (^{o}C)	Cl_2 (มก./ล.)	pH	Temp (^{o}C)	Cl_2 (มก./ล.)
13	21/02/45	6.8	24.0	0.27	7.5	26.5	0.21
14	22/02/45	6.9	24.0	0.42	7.5	25.5	0.14
15	1/03/45	7.0	24.5	0.26	7.5	26.5	0.06
16	6/03/45	7.0	24.0	0.14	7.4	27.0	0.09
17	7/03/45	7.0	26.0	0.07	7.4	26.5	0.04
18	20/03/45	6.9	25.0	0.00	7.5	30.0	0.00
19	21/03/45	6.9	26.0	0.95	7.5	28.5	0.14
20	22/03/45	7.0	26.5	0.42	7.7	30.0	0.07
21	3/05/45	7.0	26.0	0.91	7.2	30.0	0.24
22	16/05/45	7.0	26.0	0.20	7.2	29.5	0.15
23	5/06/45	7.0	26.0	0.15	7.3	29.5	0.15
24	13/06/45	7.0	26.0	0.24	7.4	29.0	0.11

ผลการตรวจ pH, Tempurature และปริมาณคลอรีนคงเหลือในน้ำทิ้ง

ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ครั้งที่	วันที่	Influent			2^{O} Effluent		
		pH	Temp (^{o}C)	Cl_2 (มก./ล.)	pH	Temp (^{o}C)	Cl_2 (มก./ล.)
25	7/07/45	6.9	26.0	0.09	7.8	29.0	0.02
26	4/07/45	7.2	25.5	0.14	7.8	29.5	0.08
27	10/07/45	7.0	26.0	0.15	7.8	30.0	0.08
28	17/07/45	7.0	27.0	0.12	7.8	31.0	0.10
29	31/07/45	7.2	26.0	0.15	7.7	30.0	0.10
30	7/08/45	7.3	25.0	0.30	7.7	30.0	0.22

หมายเหตุ : ลักษณะทางกายภาพของ Influent ขุ่นมีกลิ่นเหม็นมาก ตะกอนแขวนลอยมาก

: ลักษณะทางกายภาพของ 2^{O}Effluent ใสกว่า กลิ่นเหม็นเล็กน้อย

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Salmonella*** serovar Rissen

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.5X10^5$	$2.0X10^5$	$1.8X10^5$	$1.7X10^5$
	1.5	0.34	0.42	0.35	0.37	$1.5X10^5$	$2.0X10^5$	$1.8X10^5$	$1.7X10^5$
	2.0	0.87	0.85	0.92	0.88	$1.5X10^5$	$2.0X10^5$	$1.8X10^5$	$1.7X10^5$
	2.5	1.38	1.35	1.34	1.36	$1.5X10^5$	$2.0X10^5$	$1.8X10^5$	$1.7X10^5$
	3.0	2.05	2.10	1.95	2.03	$1.5X10^5$	$2.0X10^5$	$1.8X10^5$	$1.7X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.42	0.44	0.35	0.40	$2.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$
	2.0	0.90	0.92	0.86	0.89	$2.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$
	3.0	1.65	1.50	1.55	1.57	$2.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$
	4.0	2.36	2.48	2.59	2.48	$2.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	1.89	1.72	1.65	1.75	$2.0X10^7$	$3.3X10^7$	$2.1X10^7$	$2.5X10^7$
	4.0	2.48	2.55	2.70	2.58	$2.0X10^7$	$3.3X10^7$	$2.1X10^7$	$2.5X10^7$
	5.0	3.70	3.84	3.85	3.79	$2.0X10^7$	$3.3X10^7$	$2.1X10^7$	$2.5X10^7$
	6.0	4.68	4.75	4.80	4.74	$2.0X10^7$	$3.3X10^7$	$2.1X10^7$	$2.5X10^7$
	7.0	5.50	5.68	5.70	5.62	$2.0X10^7$	$3.3X10^7$	$2.1X10^7$	$2.5X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	7.30	7.28	7.21	7.26	$1.5X10^8$	$2.0X10^8$	$2.2X10^8$	$2.9X10^8$
	10.0	8.00	8.05	8.14	8.06	$1.5X10^8$	$2.0X10^8$	$2.2X10^8$	$2.9X10^8$
	11.0	8.98	8.98	8.85	0.94	$1.5X10^8$	$2.0X10^8$	$2.2X10^8$	$2.9X10^8$
	12.0	10.10	9.88	9.95	9.97	$1.5X10^8$	$2.0X10^8$	$2.2X10^8$	$2.9X10^8$
	13.0	11.20	11.15	11.00	11.11	$1.5X10^8$	$2.0X10^8$	$2.2X10^8$	$2.9X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Salmonella*** serovar Rissen

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^4$	$2.8X10^4$	$1.8X10^4$	$2.4X10^4$
	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.6X10^3$	$2.2X10^3$	$2.5X10^3$	$2.4X10^3$
	2.0	0.04	0.10	0.15	0.09	$0.5X10^2$	0	0	$0.1X10^2$
	2.5	0.35	0.38	0.42	0.38	0	0	0	0
	3.0	0.75	0.76	0.80	0.77	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.5X10^3$	$1.7X10^3$	$2.2X10^3$	$1.8X10^3$
	2.0	0.04	0.00	0.05	0.03	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.1X10^2$
	3.0	0.12	0.12	0.20	0.15	0	0	0	0
	4.0	0.87	0.58	0.68	0.71	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.5X10^4$	$2.5X10^4$	$2.7X10^4$	$2.6X10^4$
	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0X10^3$	$2.5X10^3$	$2.0X10^3$	$2.2X10^3$
	5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.1X10^2$
	6.0	0.32	0.25	0.28	0.28	0	0	0	0
	7.0	0.78	0.98	1.10	0.95	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^4$	$1.0X10^4$	$1.7X10^4$	$1.2X10^4$
	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^3$	$1.5X10^3$	$2.5X10^3$	$1.6X10^3$
	11.0	0.04	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$
	12.0	0.20	0.31	0.25	0.25	0	0	0	0
	13.0	0.65	0.60	0.45	0.57	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Salmonella*** serovar Weltevreden

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.5X10^5$	$4.8X10^5$	$2.1X10^5$	$3.5X10^5$
	1.5	0.38	0.45	0.40	0.41	$3.5X10^5$	$4.8X10^5$	$2.1X10^5$	$3.5X10^5$
	2.0	0.95	0.87	0.89	0.90	$3.5X10^5$	$4.8X10^5$	$2.1X10^5$	$3.5X10^5$
	2.5	1.38	1.42	1.45	1.42	$3.5X10^5$	$4.8X10^5$	$2.1X10^5$	$3.5X10^5$
	3.0	1.80	1.95	2.00	1.92	$3.5X10^5$	$4.8X10^5$	$2.1X10^5$	$3.5X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.38	0.44	0.45	0.42	$4.0X10^6$	$3.5X10^6$	$2.9X10^6$	$3.5X10^6$
	2.0	0.84	0.86	0.92	0.87	$4.0X10^6$	$3.5X10^6$	$2.9X10^6$	$3.5X10^6$
	3.0	2.05	2.00	1.98	2.01	$4.0X10^6$	$3.5X10^6$	$2.9X10^6$	$3.5X10^6$
	4.0	3.40	3.18	3.35	3.31	$4.0X10^6$	$3.5X10^6$	$2.9X10^6$	$3.5X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	1.97	1.98	2.00	1.98	$2.0X10^7$	$2.0X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$
	4.0	3.15	3.10	3.12	3.12	$2.0X10^7$	$2.0X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$
	5.0	3.78	3.92	3.85	3.85	$2.0X10^7$	$2.0X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$
	6.0	4.80	4.75	4.85	4.80	$2.0X10^7$	$2.0X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$
	7.0	5.55	5.60	5.82	5.66	$2.0X10^7$	$2.0X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	8.0	6.50	6.70	6.55	6.58	$2.0X10^8$	$4.0X10^8$	$1.8X10^8$	$2.6X10^8$
	9.0	7.15	7.20	7.22	7.19	$2.0X10^8$	$4.0X10^8$	$1.8X10^8$	$2.6X10^8$
	10.0	8.10	8.30	8.18	8.19	$2.0X10^8$	$4.0X10^8$	$1.8X10^8$	$2.6X10^8$
	11.0	8.98	8.95	9.05	8.99	$2.0X10^8$	$4.0X10^8$	$1.8X10^8$	$2.6X10^8$
	12.0	9.95	9.96	10.00	9.97	$2.0X10^8$	$4.0X10^8$	$1.8X10^8$	$2.6X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธีStandard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Salmonella*** serovar Weltevreden

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.8X10^4$	$2.9X10^4$	$2.5X10^4$	$2.7X10^4$
	1.5	0.05	0.00	0.00	0.02	$2.0X10^2$	$2.5X10^2$	$3.0X10^2$	$2.5X10^2$
	2.0	0.10	0.15	0.18	0.14	0	0	0	0
	2.5	0.50	0.72	0.55	0.59	0	0	0	0
	3.0	0.75	1.10	1.00	0.95	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.1X10^3$	$2.0X10^3$	$1.8X10^3$	$1.9X10^3$
	2.0	0.00	0.05	0.00	0.02	$1.0X10^2$	$0.5X10^2$	$1.0X10^2$	$0.8X10^2$
	3.0	0.10	0.25	0.18	0.18	0	0	0	0
	4.0	0.72	0.50	0.55	0.59	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^5$	$3.3X10^5$	$3.5X10^5$	$3.3X10^5$
	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.1X10^4$	$2.9X10^4$	$2.8X10^4$	$2.9X10^4$
	5.0	0.05	0.20	0.00	0.02	$1.5X10^2$	$1.5X10^2$	$0.5X10^2$	$1.2X10^2$
	6.0	0.15	0.25	0.15	0.18	0	0	0	0
	7.0	0.44	0.48	0.45	0.46	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0X10^3$	$3.0X10^3$	$4.0X10^3$	$3.0X10^3$
	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^2$	$4.0 X10^2$	$7.0 X10^2$	$4.7X10^2$
	10.0	0.13	0.40	0.20	0.24	0	0	0	0
	11.0	0.62	0.68	0.65	0.65	0	0	0	0
	12.0	0.95	0.85	0.97	0.92	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Vibrio cholerae*** 01 ogawa

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.5X10^5$	$1.0X10^5$	$1.4X10^5$	$1.3X10^5$
	1.5	0.47	0.50	0.48	0.48	$1.5X10^5$	$1.0X10^5$	$1.4X10^5$	$1.3X10^5$
	2.0	1.00	0.98	0.95	0.98	$1.5X10^5$	$1.0X10^5$	$1.4X10^5$	$1.3X10^5$
	2.5	1.32	1.25	1.28	1.28	$1.5X10^5$	$1.0X10^5$	$1.4X10^5$	$1.3X10^5$
	3.0	1.98	2.05	2.10	2.04	$1.5X10^5$	$1.0X10^5$	$1.4X10^5$	$1.3X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.10	0.38	0.44	0.31	$1.5X10^6$	$1.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$
	2.0	0.85	0.97	1.00	0.94	$1.5X10^6$	$1.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$
	3.0	2.05	2.00	1.98	2.01	$1.5X10^6$	$1.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$
	4.0	3.10	3.05	3.12	3.06	$1.5X10^6$	$1.0X10^6$	$2.0X10^6$	$1.5X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	2.00	2.10	2.00	2.03	$1.0X10^7$	$1.9X10^7$	$1.2X10^7$	$1.4X10^7$
	4.0	3.05	3.00	3.12	3.06	$1.0X10^7$	$1.9X10^7$	$1.2X10^7$	$1.4X10^7$
	5.0	3.90	3.84	3.85	3.86	$1.0X10^7$	$1.9X10^7$	$1.2X10^7$	$1.4X10^7$
	6.0	4.70	4.68	4.74	4.71	$1.0X10^7$	$1.9X10^7$	$1.2X10^7$	$1.4X10^7$
	7.0	5.80	5.92	5.78	5.83	$1.0X10^7$	$1.9X10^7$	$1.2X10^7$	$1.4X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	7.10	7.20	7.10	7.13	$1.3X10^8$	$1.0X10^8$	$1.5X10^8$	$1.3X10^8$
	10.0	8.05	7.98	7.96	7.99	$1.3X10^8$	$1.0X10^8$	$1.5X10^8$	$1.3X10^8$
	11.0	8.9	8.76	8.95	8.87	$1.3X10^8$	$1.0X10^8$	$1.5X10^8$	$1.3X10^8$
	12.0	9.88	9.85	10.00	9.91	$1.3X10^8$	$1.0X10^8$	$1.5X10^8$	$1.3X10^8$
	13.0	11.30	11.40	11.18	11.29	$1.3X10^8$	$1.0X10^8$	$1.5X10^8$	$1.3X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Vibrio cholerae*** 01 ogawa

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$4.0X10^3$	$1.5X10^3$	$2.5X10^3$	$2.7X10^3$
	1.5	0.00	0.05	0.00	0.02	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$2.0X10^2$	$1.3X10^2$
	2.0	0.37	0.25	0.28	0.30	0	0	0	0
	2.5	0.55	.040	0.62	0.52	0	0	0	0
	3.0	1.10	0.95	0.98	1.01	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^3$	$1.3X10^3$	$1.7X10^3$	$1.3X10^3$
	2.0	0.10	0.00	0.05	0.05	0	$1.0X10^2$	$0.5X10^2$	$0.5X10^2$
	3.0	0.25	0.35	0.26	0.29	0	0	0	0
	4.0	0.40	0.52	0.38	0.43	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0X10^3$	$2.1X10^3$	$2.2X10^3$	$2.1X10^3$
	4.0	0.00	0.00	0.05	0.02	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$
	5.0	0.10	0.12	0.15	0.12	0	0	0	0
	6.0	0.28	0.32	0.47	0.36	0	0	0	0
	7.0	0.48	0.50	0.55	0.51	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$5.0X10^4$	$2.0X10^4$	$5.0X10^4$	$4.0X10^4$
	10.0	0.00	0.025	0.00	0.02	$2.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.5X10^2$
	11.0	0.28	0.30	0.25	0.28	0	0	0	0
	12.0	0.55	0.58	0.62	0.258	0	0	0	0
	13.0	1.05	1.20	1.02	1.09	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Staphylococcus aureus*** จากตัวอย่างน้ำเสีย

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^5$	$2.7X10^5$	$2.1X10^5$	$2.6X10^5$
	1.5	0.50	0.44	0.40	0.45	$3.0X10^5$	$2.7X10^5$	$2.1X10^5$	$2.6X10^5$
	2.0	0.95	0.84	0.85	0.88	$3.0X10^5$	$2.7X10^5$	$2.1X10^5$	$2.6X10^5$
	2.5	1.38	1.35	1.30	1.34	$3.0X10^5$	$2.7X10^5$	$2.1X10^5$	$2.6X10^5$
	3.0	2.00	1.98	1.95	2.97	$3.0X10^5$	$2.7X10^5$	$2.1X10^5$	$2.6X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.30	0.40	0.44	0.38	$2.1X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$	$1.8X10^6$
	2.0	0.89	1.04	0.96	0.96	$2.1X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$	$1.8X10^6$
	3.0	1.85	1.95	1.90	1.90	$2.1X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$	$1.8X10^6$
	4.0	2.62	2.65	2.78	2.68	$2.1X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$	$1.8X10^6$
	5.0	3.40	3.35	3.48	3.41	$2.1X10^6$	$1.5X10^6$	$1.8X10^6$	$1.8X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	1.79	1.85	1.90	1.85	$1.7X10^7$	$1.2X10^7$	$2.2X10^7$	$1.7X10^7$
	4.0	2.70	2.68	2.65	2.67	$1.7X10^7$	$1.2X10^7$	$2.2X10^7$	$1.7X10^7$
	5.0	3.50	3.44	3.45	3.46	$1.7X10^7$	$1.2X10^7$	$2.2X10^7$	$1.7X10^7$
	6.0	4.30	4.60	1.65	4.52	$1.7X10^7$	$1.2X10^7$	$2.2X10^7$	$1.7X10^7$
	7.0	5.52	5.40	5.48	5.47	$1.7X10^7$	$1.2X10^7$	$2.2X10^7$	$1.7X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	7.40	7.50	7.38	7.43	$1.5X10^8$	$1.8X10^8$	$2.0X10^8$	$1.7X10^8$
	10.0	8.16	8.25	8.30	8.24	$1.5X10^8$	$1.8X10^8$	$2.0X10^8$	$1.7X10^8$
	11.0	8.98	8.95	9.00	8.97	$1.5X10^8$	$1.8X10^8$	$2.0X10^8$	$1.7X10^8$
	12.0	9.89	10.05	9.98	9.97	$1.5X10^8$	$1.8X10^8$	$2.0X10^8$	$1.7X10^8$
	13.0	10.68	10.75	10.70	10.71	$1.5X10^8$	$1.8X10^8$	$2.0X10^8$	$1.7X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Staphylococcus aureus*** จากตัวอย่างน้ำเสีย

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$4.8X10^4$	$3.8X10^4$	$3.9X10^4$	$4.2X10^4$
	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^4$	$2.8X10^4$	$1.5X10^4$	$2.5X10^4$
	2.0	0.00	0.04	0.00	0.01	$2.0X10^3$	$1.0X10^3$	$1.5X10^3$	$1.5X10^3$
	2.5	0.20	0.25	0.22	0.22	0	0	0	0
	3.0	0.72	0.65	0.60	0.66	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$8.0X10^4$	$6.5X10^4$	$6.0X10^4$	$6.8X10^4$
	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^3$	$2.0X10^3$	$2.0X10^3$	$1.6X10^3$
	3.0	0.00	0.00	0.05	0.01	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$2.0X10^2$	$1.5X10^2$
	4.0	0.20	0.18	0.15	0.17	0	0	0	0
	5.0	0.68	0.87	0.70	0.75	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$7.1X10^4$	$6.9X10^4$	$5.5X10^4$	$6.5X10^4$
	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.3X10^3$	$2.2X10^3$	$2.0X10^3$	$2.2X10^3$
	5.0	0.04	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.1X10^2$
	6.0	0.25	0.35	0.18	0.26	0	0	0	0
	7.0	0.65	0.65	0.85	0.72	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0X10^4$	$3.0X10^4$	$1.0X10^4$	$2.0X10^4$
	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0X10^3$	$1.0X10^3$	$1.0X10^3$	$1.3X10^3$
	11.0	0.12	0.25	0.20	0.19	0	0	0	0
	12.0	0.50	0.65	0.62	0.59	0	0	0	0
	13.0	0.88	0.98	1.05	0.97	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Staphylococcus aureus*** ATCC 25923

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.8X10^5$	$1.5X10^5$	$1.9X10^5$	$1.73X10^5$
	1.5	0.20	0.42	0.44	0.20	$1.8X10^5$	$1.5X10^5$	$1.9X10^5$	$1.73X10^5$
	2.0	0.98	0.97	1.02	0.99	$1.8X10^5$	$1.5X10^5$	$1.9X10^5$	$1.73X10^5$
	2.5	1.44	1.38	1.45	1.42	$1.8X10^5$	$1.5X10^5$	$1.9X10^5$	$1.73X10^5$
	3.0	1.86	1.97	2.00	1.94	$1.8X10^5$	$1.5X10^5$	$1.9X10^5$	$1.73X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.42	0.38	0.47	0.42	$1.7X10^6$	$1.8X10^6$	$1.2X10^6$	$1.56X10^6$
	2.0	0.92	0.95	0.98	0.95	$1.7X10^6$	$1.8X10^6$	$1.2X10^6$	$1.56X10^6$
	3.0	1.89	2.00	1.95	1.94	$1.7X10^6$	$1.8X10^6$	$1.2X10^6$	$1.56X10^6$
	4.0	3.00	3.05	2.98	3.01	$1.7X10^6$	$1.8X10^6$	$1.2X10^6$	$1.56X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	4.0	1.98	2.05	2.08	2.03	$2.1X10^7$	$1.9X10^7$	$1.5X10^7$	$1.83X10^7$
	5.0	3.00	2.98	3.05	3.01	$2.1X10^7$	$1.9X10^7$	$1.5X10^7$	$1.83X10^7$
	6.0	3.85	3.94	3.92	3.90	$2.1X10^7$	$1.9X10^7$	$1.5X10^7$	$1.83X10^7$
	7.0	4.72	4.82	4.95	4.83	$2.1X10^7$	$1.9X10^7$	$1.5X10^7$	$1.83X10^7$
	8.0	5.89	5.98	5.82	5.89	$2.1X10^7$	$1.9X10^7$	$1.5X10^7$	$1.83X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	7.0	6.00	5.98	5.98	5.98	$2.2X10^8$	$2.0X10^8$	$1.5X10^8$	$2.23X10^8$
	8.0	6.96	6.98	7.05	6.99	$2.2X10^8$	$2.0X10^8$	$1.5X10^8$	$2.23X10^8$
	9.0	8.10	8.05	7.95	8.04	$2.2X10^8$	$2.0X10^8$	$1.5X10^8$	$2.23X10^8$
	10.0	8.82	8.58	8.75	8.71	$2.2X10^8$	$2.0X10^8$	$1.5X10^8$	$2.23X10^8$
	11.0	9.45	9.38	9.30	9.37	$2.2X10^8$	$2.0X10^8$	$1.5X10^8$	$2.23X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Staphylococcus aureus*** ATCC 25923

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.1X10^2$	$5.2x10^2$	$8.1x10^2$	$5.46\ X10^2$
	1.5	0.10	0.00	0.00	0.05	$0.5\ x10^2$	$0.5\ x10^2$	$1.0\ x10^2$	$0.5\ x10^2$
	2.0	0.15	0.22	0.20	0.19	0	0	0	0
	2.5	0.30	0.42	0.38	0.36	0	0	0	0
	3.0	0.75	0.72	0.82	0.76	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.0X10^3$	$1.3X10^3$	$1.0X10^3$	$1.1X10^3$
	2.0	0.05	0.00	0.02	0.02	$1.0X10^2$	$1.2X10^2$	$0.5X10^2$	$0.9X10^2$
	3.0	0.12	0.12	0.20	0.14	0	0	0	0
	4.0	0.65	0.52	0.64	0.60	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.9X10^4$	$1.7\ X10^4$	$1.8\ X10^4$	$1.80\ X10^4$
	5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.2X10^3$	$2.4\ X10^3$	$2.5\ X10^3$	$2.36X10^3$
	6.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$0.5X10^2$	$1.0\ X10^2$	$1.0\ X10^2$	$0.83X10^2$
	7.0	0.20	0.15	0.18	0.17	0	0	0	0
	8.0	0.35	0.45	0.52	0.44	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	7.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0\ X10^3$	$2.2\ X10^3$	$2.0\ X10^3$	$2.06\ X10^3$
	8.0	0.00	0.00	0.05	0.01	$1.0\ X10^2$	$1.0\ X10^2$	$0.5\ X10^2$	$0.83\ X10^2$
	9.0	0.18	0.25	0.10	0.17	0	0	0	0
	10.0	0.35	0.36	0.40	0.37	0	0	0	0
	11.0	0.80	0.85	0.81	0.82	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Escherichia coli*** จากตัวอย่างน้ำเสีย

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^5$	$3.4X10^5$	$2.8X10^5$	$3.1X10^5$
	1.5	0.40	0.48	0.51	0.46	$3.0X10^5$	$3.4X10^5$	$2.8X10^5$	$3.1X10^5$
	2.0	0.97	0.98	0.87	0.94	$3.0X10^5$	$3.4X10^5$	$2.8X10^5$	$3.1X10^5$
	2.5	1.25	1.20	1.18	1.21	$3.0X10^5$	$3.4X10^5$	$2.8X10^5$	$3.1X10^5$
	3.0	2.00	1.97	1.95	1.97	$3.0X10^5$	$3.4X10^5$	$2.8X10^5$	$3.1X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.40	0.47	0.50	0.46	$3.4X10^6$	$3.7X10^6$	$3.1X10^6$	$3.4X10^6$
	2.0	0.98	0.95	0.90	0.94	$3.4X10^6$	$3.7X10^6$	$3.1X10^6$	$3.4X10^6$
	3.0	2.00	1.98	2.05	2.01	$3.4X10^6$	$3.7X10^6$	$3.1X10^6$	$3.4X10^6$
	4.0	3.15	3.10	3.12	3.12	$3.4X10^6$	$3.7X10^6$	$3.1X10^6$	$3.4X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	1.95	1.85	1.98	1.93	$3.5X10^7$	$2.9X10^7$	$2.7X10^7$	$3.0X10^7$
	4.0	2.85	2.98	3.05	2.96	$3.5X10^7$	$2.9X10^7$	$2.7X10^7$	$3.0X10^7$
	5.0	3.80	3.84	3.90	3.85	$3.5X10^7$	$2.9X10^7$	$2.7X10^7$	$3.0X10^7$
	6.0	4.54	4.60	4.70	4.62	$3.5X10^7$	$2.9X10^7$	$2.7X10^7$	$3.0X10^7$
	7.0	5.56	5.60	5.70	5.62	$3.5X10^7$	$2.9X10^7$	$2.7X10^7$	$3.0X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	7.08	6.98	7.20	7.09	$2.0X10^8$	$1.8X10^8$	$1.7X10^8$	$1.8X10^8$
	10.0	7.75	8.00	8.15	8.00	$2.0X10^8$	$1.8X10^8$	$1.7X10^8$	$1.8X10^8$
	11.0	8.20	8.40	8.50	8.37	$2.0X10^8$	$1.8X10^8$	$1.7X10^8$	$1.8X10^8$
	12.0	9.55	9.80	10.10	9.82	$2.0X10^8$	$1.8X10^8$	$1.7X10^8$	$1.8X10^8$
	13.0	11.00	11.60	11.35	11.32	$2.0X10^8$	$1.8X10^8$	$1.7X10^8$	$1.8X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Escherichia coli*** จากตัวอย่างน้ำเสีย

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.9X10^2$	$1.5X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$
	1.5	0.05	0.00	0.10	0.05	$0.5X10^2$	$1.0X10^2$	0	$0.5X10^2$
	2.0	0.12	0.20	0.15	0.16	0	0	0	0
	2.5	0.45	0.55	0.60	0.53	0	0	0	0
	3.0	1.05	0.97	0.85	0.96	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$4.5X10^3$	$5.5X10^3$	$3.3X10^3$	$4.4X10^3$
	2.0	0.00	0.00	0.00	0.60	$1.7X10^3$	$1.8X10^3$	$1.0X10^3$	$1.5X10^3$
	3.0	0.10	0.20	.015	0.15	0	0	0	0
	4.0	0.55	0.62	0.60	0.59	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^4$	$2.8X10^4$	$3.3X10^4$	$3.0X10^4$
	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.5X10^3$	$1.6X10^3$	$2.1X10^3$	$1.7X10^3$
	5.0	0.05	0.00	0.01	0.02	0	$1.0X10^2$	$0.5X10^2$	$0.5X10^2$
	6.0	0.25	0.16	0.18	0.20	0	0	0	0
	7.0	0.44	0.40	0.55	0.46	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.1X10^4$	$2.1X10^4$	$1.9X10^4$	$1.7X10^4$
	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.5X10^3$	$2.3X10^3$	$3.1X10^3$	$2.3X10^3$
	11.0	0.05	0.00	0.00	0.02	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.0X10^2$	$1.2X10^2$
	12.0	0.18	0.25	0.22	0.22	0	0	0	0
	13.0	0.32	0.38	0.40	0.37	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Escherichia coli*** ATCC 25922

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$4.0X10^5$	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$3.3X10^5$
	1.5	0.38	0.42	0.45	0.42	$4.0X10^5$	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$3.3X10^5$
	2.0	0.87	0.88	0.94	0.90	$4.0X10^5$	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$3.3X10^5$
	2.5	1.22	1.45	1.40	1.40	$4.0X10^5$	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$3.3X10^5$
	3.0	1.88	1.95	1.96	1.93	$4.0X10^5$	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$3.3X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.45	0.44	0.38	0.42	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$3.8X10^6$	$3.2X10^6$
	2.0	0.87	0.95	0.90	0.90	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$3.8X10^6$	$3.2X10^6$
	3.0	2.00	2.05	1.98	2.01	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$3.8X10^6$	$3.2X10^6$
	4.0	2.95	2.98	2.95	2.97	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$3.8X10^6$	$3.2X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	4.0	2.88	2.95	3.00	2.94	$2.4X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$	$2.5X10^7$
	5.0	4.00	4.05	3.98	4.01	$2.4X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$	$2.5X10^7$
	6.0	4.95	4.78	4.85	4.86	$2.4X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$	$2.5X10^7$
	7.0	5.72	5.82	5.80	5.78	$2.4X10^7$	$2.8X10^7$	$2.3X10^7$	$2.5X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	8.0	7.05	6.98	6.88	6.97	$3.0X10^8$	$3.5X10^8$	$3.7X10^8$	$3.4X10^8$
	9.0	7.72	7.80	7.82	7.78	$3.0X10^8$	$3.5X10^8$	$3.7X10^8$	$3.4X10^8$
	10.0	8.45	8.50	8.55	8.50	$3.0X10^8$	$3.5X10^8$	$3.7X10^8$	$3.4X10^8$
	11.0	9.20	9.35	9.38	9.31	$3.0X10^8$	$3.5X10^8$	$3.7X10^8$	$3.4X10^8$
	12.0	10.10	10.20	10.10	10.13	$3.0X10^8$	$3.5X10^8$	$3.7X10^8$	$3.4X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ ***Escherichia coli*** ATCC 25922

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5CFU / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.8 X10^4$	$2.9 X10^4$	$2.5 X10^4$	$2.7 X10^4$
	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0 X10^2$	$1.5X10^2$	$2.5X10^2$	$2.0X10^2$
	2.0	0.05	0.15	0.10	0.10	0	0	0	0
	2.5	0.30	0.45	0.42	0.40	0	0	0	0
	3.0	0.92	1.10	0.98	1.00	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.0X10^3$	$3.0X10^3$	$2.0X10^3$	$2.3X10^3$
	2.0	0.05	0.00	0.00	0.01	$0.5 X10^2$	$1.0 X10^2$	$1.0 X10^2$	$0.8 X10^2$
	3.0	0.20	0.18	0.25	0.21	0	0	0	0
	4.0	0.72	0.60	0.75	0.69	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$5.0 X10^3$	$1. 0X10^3$	$1.5 X10^3$	$2.5 X10^3$
	5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$5.0 X10^2$	$1.0 X10^2$	$4.0 X10^2$	$3.3 X10^2$
	6.0	0.21	0.18	0.15	0.18	0	0	0	0
	7.0	0.79	0.82	0.90	0.84	0	0	0	0
10^8 CFU / 100 มล.	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.2 X10^3$	$1.8 X10^3$	$2.8 X10^3$	$2.26 X10^3$
	9.0	0.05	0.00	0.05	0.03	$1.0X10^2$	$1.0 X10^2$	$1.5 X10^2$	$1.16 X10^2$
	10.0	0.15	0.12	0.18	0.15	0	0	0	0
	11.0	0.26	0.25	0.38	0.29	0	0	0	0
	12.0	0.58	0.65	0.75	0.66	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **เชื้อจากตัวอย่างน้ำเสียจริง**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 CFU / 100 มล.	1.5	0.38	0.42	0.42	0.41	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	2.0	0.80	0.85	0.90	0.85	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	2.5	1.35	1.40	1.32	1.36	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	3.0	1.88	1.85	1.90	1.88	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	4.0	2.50	2.60	2.62	2.57	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.25	0.30	0.30	0.28	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	2.0	0.88	0.90	0.85	0.88	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	3.0	1.72	1.88	1.85	1.82	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	4.0	2.50	2.60	2.62	2.57	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	5.0	3.60	3.62	3.50	3.57	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
10^7 CFU / 100 มล.	4.0	2.78	2.70	2.86	2.78	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	5.0	3.50	3.60	3.65	3.58	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	6.0	4.48	4.50	4.38	4.45	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	7.0	5.62	5.65	5.58	5.61	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	8.0	6.40	6.35	6.50	6.41	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
10^8 CFU / 100 มล.	10.0	8.20	8.25	8.20	8.21	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	11.0	9.10	9.00	9.14	9.08	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	12.0	9.89	9.88	9.98	9.92	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	13.0	10.75	10.87	10.88	10.83	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	14.0	11.80	11.75	11.75	11.77	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นับเชื้อโดยวิธี Standard Plate Count

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **เชื้อจากตัวอย่างน้ำเสียจริง**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (CFU/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$3.0X10^4$	$4.0X10^4$	$5.0X10^4$	$4.0X10^4$
	2.0	0.00	0.00	0.05	0.01	$4.0X10^3$	$2.5X10^3$	$2.0X10^3$	$2.8X10^3$
	2.5	0.10	0.10	0.05	0.08	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.1X10^2$
	3.0	0.27	0.25	0.27	0.26	0	0	0	0
	4.0	0.70	0.75	0.68	0.71	0	0	0	0
10^6 CFU / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$5.0X10^3$	$2.0X10^3$	$2.0X10^3$	$3.0X10^3$
	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$5.0X10^3$	$5.0X10^3$	$5.5X10^3$	$5.2X10^3$
	3.0	0.07	0.10	0.08	0.08	$1.0X10^2$	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$1.2X10^2$
	4.0	0.20	0.22	0.28	0.23	0	0	0	0
	5.0	0.73	0.82	0.62	0.75	0	0	0	0
10^7 CFU / 100 มล.	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.9X10^5$	$2.0X10^5$	$1.3X10^5$	$1.7X10^5$
	5.0	0.05	0.05	0.10	0.07	$2.3X10^3$	$2.5X10^3$	$2.7X10^3$	$2.5X10^3$
	6.0	0.10	0.12	0.18	0.13	$1.0X10^2$	$1.5X10^2$	$2.0X10^2$	$1.5X10^2$
	7.0	0.65	0.55	0.85	0.68	0	0	0	0
	8.0	1.08	1.10	1.20	1.13	0	0	0	0
10^8 CFU/ 100 มล.	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.5X10^5$	$1.6X10^5$	$1.4X10^5$	$1.5X10^5$
	11.0	0.10	0.15	0.14	0.13	$9.7X10^4$	$8.5X10^4$	$6.9X10^4$	$8.4X10^4$
	12.0	0.20	0.14	0.20	0.18	$1.5X10^2$	$1.5X10^2$	$2.0X10^2$	$1.6X10^2$
	13.0	0.45	0.20	0.38	0.34	0	0	0	0
	14.0	0.78	0.90	0.85	0.84	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Total coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **เชื้อจากตัวอย่างน้ำเสียจริง**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	2.0	0.80	0.85	0.90	0.85	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	2.5	1.35	1.40	1.32	1.36	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	3.0	1.88	1.85	1.90	1.88	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	4.0	2.50	2.60	2.62	2.57	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
10^6 MPN / 100 มล.	1.5	0.25	0.30	0.30	0.28	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	2.0	0.88	0.90	0.85	0.88	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	3.0	1.72	1.88	1.85	1.82	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	4.0	2.50	2.60	2.62	2.57	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
10^7 MPN / 100 มล.	4.0	2.78	2.70	2.86	2.78	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	5.0	3.60	3.65	3.58	3.58	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	6.0	4.48	4.50	4.38	4.45	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	7.0	5.62	5.65	5.58	5.61	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
10^8 MPN / 100 มล.	8.0	6.40	6.35	6.50	6.41	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	9.0	7.50	7.60	7.48	7.52	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	10.0	8.20	8.25	8.20	8.21	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	11.0	9.10	9.00	9.14	9.08	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	12.0	9.89	9.88	9.95	9.92	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Total coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **เชื้อจากตัวอย่างน้ำเสียจริง**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8	8	11	9
	2.5	0.10	0.10	0.05	0.08	0	0	0	0
	3.0	0.27	0.25	0.27	0.26	0	0	0	0
	4.0	0.70	0.75	0.68	0.71	0	0	0	0
10^6 MPN / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^3$	$1.6X10^3$	$1.6X10^3$	$2.1X10^3$
	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	540	425	425	463
	3.0	0.07	0.10	0.08	0.08	0	0	0	0
	4.0	0.20	0.22	0.28	0.23	0	0	0	0
10^7 MPN / 100 มล.	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	540	350	540	476
	5.0	0.05	0.05	0.10	0.07	23	31	46	33
	6.0	0.18	0.32	0.28	0.26	0	0	0	0
	7.0	0.65	0.55	0.85	0.68	0	0	0	0
10^8 MPN / 100 มล.	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$1.6X10^5$	$1.6X10^5$	$2.4X10^5$	$1.9X10^5$
	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	200	150	140	163
	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	4	7	5
	11.0	0.20	0.35	0.24	0.26	0	0	0	0
	12.0	0.40	0.44	0.40	0.41	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Fecal coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **เชื้อจากตัวอย่างน้ำเสียจริง**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	2.0	0.80	0.85	0.90	0.85	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	2.5	1.35	1.40	1.32	1.36	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	3.0	1.88	1.85	1.90	1.88	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
	4.0	2.50	2.60	2.62	2.57	$3.0X10^5$	$2.9X10^5$	$2.5X10^5$	$2.8X10^5$
10^6 MPN / 100 มล.	1.5	0.25	0.30	0.30	0.28	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	2.0	0.88	0.90	0.85	0.88	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	3.0	1.72	1.88	1.85	1.82	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
	4.0	2.50	2.60	2.62	2.57	$2.8X10^6$	$3.0X10^6$	$2.5X10^6$	$2.7X10^6$
10^7 MPN / 100 มล.	4.0	2.78	2.70	2.86	2.78	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	5.0	3.60	3.65	3.58	3.58	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	6.0	4.48	4.50	4.38	4.45	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
	7.0	5.62	5.65	5.58	5.61	$3.0X10^7$	$1.9X10^7$	$2.4X10^7$	$2.4X10^7$
10^8 MPN / 100 มล.	8.0	6.40	6.35	6.50	6.41	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	9.0	7.50	7.60	7.48	7.52	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	10.0	8.20	8.25	8.20	8.21	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	11.0	9.10	9.00	9.14	9.08	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$
	12.0	9.89	9.88	9.95	9.92	$3.0X10^8$	$1.9X10^8$	$2.3X10^8$	$2.4X10^8$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Fecal coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **เชื้อจากตัวอย่างน้ำเสียจริง**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6	6	6	6
	2.5	0.10	0.10	0.05	0.08	0	0	0	0
	3.0	0.27	0.25	0.27	0.26	0	0	0	0
	4.0	0.70	0.75	0.68	0.71	0	0	0	0
10^6 MPN / 100 มล.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^3$	$1.6X10^3$	$1.6X10^3$	$2.1X10^3$
	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	280	350	350	327
	3.0	0.07	0.10	0.08	0.08	0	0	0	0
	4.0	0.20	0.22	0.28	0.23	0	0	0	0
10^7 MPN / 100 มล.	4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	425	350	540	438
	5.0	0.05	0.05	0.10	0.07	21	22	33	25
	6.0	0.18	0.32	0.28	0.26	0	0	0	0
	7.0	0.65	0.55	0.85	0.68	0	0	0	0
10^8 MPN / 100 มล	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$9.2X10^6$	$9.2X10^6$	$5.4X10^6$	$4.7X10^6$
	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	110	110	79	100
	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4	4	4	4
	11.0	0.20	0.35	0.24	0.26	0	0	0	0
	12.0	0.40	0.44	0.40	0.41	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Total coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงทดสอบ**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	1.5	0.45	0.50	0.50	0.48	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	2.0	1.00	1.05	1.10	1.05	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	2.5	1.40	1.48	1.58	1.48	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	3.0	1.85	1.85	2.05	1.91	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	4.0	2.35	2.02	2.38	2.25	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Total coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงทดสอบ**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.2X10^5$	$2.5X10^5$	$2.4X10^5$	$2.4X10^5$
	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^3$	$3.5X10^3$	$2.4X10^3$	$2.8X10^3$
	2.0	0.00	0.05	0.01	0.01	2	4	5	3.6
	2.5	0.10	0.10	0.05	0.07	0	0	0	0
	3.0	0.45	0.35	0.37	0.39	0	0	0	0
	4.0	1.10	1.08	1.08	1.13	0	0	0	0

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Fecal coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงทดสอบ**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนเริ่มต้น (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	1.5	0.45	0.50	0.50	0.48	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	2.0	1.00	1.05	1.10	1.05	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	2.5	1.40	1.48	1.58	1.48	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	3.0	1.85	1.85	2.05	1.91	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$
	4.0	2.35	2.02	2.38	2.25	$2.4X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$	$2.5X10^5$

ผลการตรวจการฆ่าเชื้อ Fecal coliform ด้วยคลอรีน

เชื้อที่ใช้ทดสอบ **ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจริงทดสอบ**

ความเข้มข้นเชื้อ	ความเข้มข้นคลอรีน (มก/ล)	ปริมาณคลอรีนคงเหลือ (มก./ล.)				ปริมาณเชื้อคงเหลือ (MPN/100มล.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10^5 MPN / 100 มล.	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.4X10^5$	$2.4X10^5$	$2.4X10^5$	$2.4X10^5$
	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	$2.2X10^3$	$2.2X10^3$	$2.2X10^3$	$2.2X10^3$
	2.0	0.00	0.05	0.01	0.01	2	2	4	3
	2.5	0.10	0.10	0.05	0.07	0	0	0	0
	3.0	0.45	0.35	0.37	0.39	0	0	0	0
	4.0	1.10	1.08	1.08	1.13	0	0	0	0

ภาคผนวก ง

การคำนวณ

การคำนวณผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าร้อยละการลดลงเฉลี่ยของการบำบัดค่า BOD

ค่าร้อยละการลดลงเฉลี่ยของการบำบัดค่า BOD

$$= \frac{\text{BOD เฉลี่ยของน้ำเสียก่อนการบำบัด - BOD เฉลี่ยของน้ำเสียหลังการบำบัด}}{\text{BOD เฉลี่ยของน้ำเสียก่อนการบำบัด}} \times 100$$

$$= \frac{693 - 8.7}{693} \times 100$$

= ร้อยละ 98.7

ค่าร้อยละการลดลงเฉลี่ยของการบำบัดค่า SS

ค่าร้อยละการลดลงเฉลี่ยของการบำบัดค่า SS

$$= \frac{\text{SS เฉลี่ยของน้ำเสียก่อนการบำบัด - SS เฉลี่ยของน้ำเสียหลังการบำบัด}}{\text{SS เฉลี่ยของน้ำเสียก่อนการบำบัด}} \times 100$$

$$= \frac{205 - 33.87}{205} \times 100$$

= ร้อยละ 83.5

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อโรค

การคำนวณน้ำหนักผงปูนคลอรีนที่ต้องการต่อวัน

น้ำหนักของคลอรีนที่ต้องการ = ขนาดของคลอรีน (กิโลกรัม/วัน) x ปริมาณน้ำทิ้ง (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งมีปริมาณน้ำเสีย = 200 ลบ.ม./วัน

ขนาดของคลอรีน = 2.5 มก./ล.

= 0.0025 กิโลกรัม

ดังนั้นน้ำหนักของคลอรีนที่ต้องการใช้ = 0.0025 x 200

= 0.50 กิโลกรัม/วัน

ผงปูนคลอรีนที่ใช้ คือ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ 70% มีเนื้อคลอรีน 70%

เพราะฉะนั้น ต้องใช้ผงปูนคลอรีน = 0.50 x 100/70

= 0.71 กิโลกรัม

ผงปูนราคากิโลกรัมละ 100 บาท

ดังนั้น โรงงานต้องใช้ผงปูนคลอรีน เสียค่าใช้จ่ายวันละประมาณ 71 บาท

ภาคผนวก จ

กฎหมาย

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)
ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ที่ระบุว่า " ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงานเว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง จนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution) " รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานดังนี้

ข้อ 1 คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงานรวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ 2 น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

(2) ทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.1 ค่าทีดีเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทขอ.โรงงานอุตสาหกรรมตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) โลหะหนักมีค่าดังนี้

4.1 ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า	0.005	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.2 เซเลเนียม (Selenium)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.3 แคดเมียม (Cadmium)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.5 อาร์เซนิค (Arsenic)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6 โครเมียม (Chromium)			
4.6.1 Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.2 Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.75	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.7 บาเรียม (Barium)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.8 นิเกิล (Nickel)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9 ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า	2.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10 สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.11 แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

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

(7) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่มากกว่า	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
(8) สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound)	ไม่มากกว่า	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
(9) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่มากกว่า	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
(10) เพสติไซด์ (Pesticide)	ต้องไม่มี		
(11) อุณหภูมิ	ไม่มากกว่า	40	องศาเซลเซียส
(12) สี	ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ		
(13) กลิ่น	ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ		

(14) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประกอบของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประกอบของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(16) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประกอบของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิลิตรต่อกรัม หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประกอบของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ 3 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 2 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

(2) การตรวจสอบค่า ทีดีเอส ให้ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

(3) การตรวจสอบค่าแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)

(4) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

4.1 การตรวจสอบค่าสังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิเกิล และแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอฟชั่น สเปคโตรโฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไดเร็คแอสไพเรชั่น (Direct Aspiration) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟ ลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasms: ICP)

4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิคและเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่นสเปคโตรโฟโตเมตตรี ชนิดไฮไดรด์ เจนเนอเรชั่น (Hydride Generation) หรือวิธีพลาสม่า อีมิสชั่น สเปคโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟ ลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasms: ICP)

4.3 การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่น โคลด์ เวเปอร์ เทคนิค (Atomic Cold Vapour Technique)

(5) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท (Titrate)

(6) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดีน บาร์บิทูริคแอซิค (Pyridine Barbituric Acid)

(7) การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี (Spectrophotometry)

(8) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่น และตามด้วยวิธี 4 – อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation 4 - Aminoantipyrine)

(9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริค (Iodometric Method)

(10) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ให้ใช้วิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas - Chromatography)

(11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(12) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

(13) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิพิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ

(14) การตรวจสอบค่าทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl)

(15) การตรวจสอบค่าซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโปตัสเซียม ไดโครเมต (Potassium Dichromate Digestion)

ข้อ 4 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งชาติแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association, American Water Work Association และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2539

ไชยวัฒน์ สินสุวงศ์

(นายไชยวัฒน์ สินสุวงศ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจาก
ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ด้วยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ข้อ 2 (15).(16).(17) ได้ระบุให้กรมโรงงานอุตสาหกรรม ที่จะกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ซึ่งได้แก่ ค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ค่า ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) และค่า ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ให้แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศฉบับดังกล่าวได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

ฉะนั้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

1.1 ลำดับที่ 4(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำประเภทการฆ่าสัตว์

1.2 ลำดับที่ 9(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืช หรือหัวพืชประเภทการทำแป้ง

1.3 ลำดับที่ 10 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้ง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำนมปัง หรือนมเค้ก

(2) การทำนมปังกรอบ

(3) การทำผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้ง เป็นเส้น เม็ด หรือชิ้น

1.4 ลำดับที่ 15 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

(2) การป่นหรือบด พืช เมล็ดพืช กากพืช เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ขนสัตว์ หรือเปลือกหอยสำหรับทำหรือผสม เป็นอาหารสัตว์

1.5 ลำดับที่ 22 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

(1) การหมัก คาร์บอนไนซ์ สาง หวี รีด ปั่น อบ ควบ บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือย้อมสีเส้นใย

(2) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายยืนสำหรับการทอ

(3) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(4) การพิมพ์สิ่งทอ

1.6 ลำดับที่ 29 โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ป่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

1.7 ลำดับที่ 38 โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

(2) การทำกระดาษ กระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ใช้ในกรก่อสร้าง ชนิดที่ทำจากเส้นใย (Fibre) หรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard)

1.8 ลำดับที่ 42 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ย อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี

(2) การเก็บรักษา ลำเลียง แยก คัดเลือก หรือแบ่งบรรจุเฉพาะเคมีภัณฑ์อันตราย

1.9 ลำดับที่ 46 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยา อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การผลิตวัตถุที่รองรับไว้ในตำรายาที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ

(2) การผลิตวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ บำบัด บรรเทา รักษา หรือป้องกันโรค หรือความเจ็บป่วยของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขประกาศ แต่วัตถุตาม (1) หรือ (2) ไม่รวมถึงวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นอาหาร เครื่องกีฬา เครื่องสำอาง เครื่องมือ ที่ใช้ในการประกอบโรคศิลปะ และส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในการนั้น

1.10 ลำดับที่ 32 โรงงานห้องเย็น

ข้อ 2 ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกความตามในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

2.1 ลำดับที่ 13(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร

2.2 ลำดับที่ 15(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

ข้อ 3 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับประเภทของโรงงานอุตสาหกรมตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกความตามในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 คือ

3.1 ลำดับที่ 13(2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารประเภทการทำเครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร

3.2 ลำดับที่ 15(1) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์ ประเภทการทำอาหารผสม หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์

3.3 ลำดับที่ 22 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

(1) การหมัก คาร์บอนไนซ์ สาง หวี รีด ปั่น อบ ควบ บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือย้อมสีเส้นใย

(2) การทอ หรือการเตรียมเส้นด้ายยืนสำหรับการทอ

(3) การฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

(4) การพิมพ์สิ่งทอ

3.4 ลำดับที่ 29 โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ปั่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

3.5 ลำดับที่ 38 โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

(1) การทำเยื่อจากไม้ หรือวัสดุอื่น

(2) การทำกระดาษ กระดาษแข็ง หรือกระดาษที่ใช้ในกรก่อสร้าง ชนิดที่ทำจากเส้นใย (Fibre) หรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fibreboard)

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540

เทียร เมฆานนท์ชัย

(นายเทียร เมฆานนท์ชัย)

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกรัตน์ ศิริพานิชกร, บรรณาธิการ โรคติดเชื้อ INFECTIOUS DISEASES พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์โฮลิสติก พับลิชชิ่ง 2541

กรรณิการ์ สิริสิงห์ ***เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์*** พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์ประยูร 2525

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ***รายงานประจำปี 2542*** กระทรวงสาธารณสุข ม.ป.ท. 2542

กองประปาชนบท กรมอนามัย ***คู่มือผู้ดูแลระบบประปา*** พิมพ์ครั้งที่ 4 ม.ป.ท. 2537

กองโรงพยาบาลภูมิภาค สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ***คู่มือการปฏิบัติงานแบคทีเรียสำหรับโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป*** ม.ป.ท. 2540

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ***วิธีตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย*** โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก 2535

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ***คู่มือการดูแลระบบกำจัดของเสียในโรงพยาบาล*** พิมพ์ครั้งที่ 3 ม.ป.ท. 2535

กัลยา วานิชย์บัญชา ***การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล*** กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ 2543

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ***วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 2*** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร มิตรนราการพิมพ์ 2535

จงจินต์ ผลประเสริฐ " หน่วยที่ 7 การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ " ใน ***ประมวลสาระชุดวิชา การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม*** หน้า 53 – 131 นนทบุรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ดวงพร คันธโชติ ***อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ*** กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ 2537

ธวัช จายนียโยธินและคณะ,บรรณาธิการ ***คู่มือการป้องกันและควบคุมโรคอุจจาระร่วงอย่างแรง*** กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 2542

ธวัชชัย วรพงศธร “หน่วยที่ 1 การวิจัยในงานสาธารณสุข“ ใน ***ประมวลสาระชุดวิชา สถิติและระเบียบวิธีวิจัยในงานสาธารณสุข*** หน้า 22 นนทบุรี สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ทัสสนี นุชประยูร และเติมศรี ชำนิจารกิจ บรรณาธิการ ***สถิติวิจัยทางการแพทย์*** กรุงเทพมหานคร โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์ 2537

เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล ***ISO 14001 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม*** นนทบุรี สำนักพิมพ์ครีเอชั่น 2542

นภานีรา แสงสุริยะ “ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมสำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลโรคทรวงอก” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2541

นรีกุล สุขพัฒน์ และคณะ, บรรณาธิการ ***จุลชีววิทยาทางการแพทย์*** พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร 2530

บุญพะเยาว์ เลาหะจินดา, บรรณาธิการ ***คู่มือปฏิบัติการชันสูตรจุลชีววิทยา*** ฉบับปรับปรุง พิมพ์ครั้งที่ 3 ชมรมเทคนิคการแพทย์ภาคเหนือ 2526

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และ วราภา มหากาญจนกุล ***HACCP การประกันความปลอดภัยของอาหาร*** คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2545

ประนอม ชำนาญ “ หน่วยที่ 4 ปริมาณ ลักษณะการเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย ” ใน ***ประมวลสาระชุดวิชา การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม*** หน้า 179 – 229 นนทบุรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประหยัด เทพธรณี “ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางแบคทีเรียของน้ำทะเลที่ใช้ เพื่อการนันทนาการกับการเกิดอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับการเล่นน้ำในกลุ่มผู้เล่นน้ำทะเล ณ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) วิชาเอกอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล 2538

วีระ ซื่อสุวรรณ “การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย” ใน ***ประมวลสาระชุดวิชา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย และการจัดการกากของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม*** หน้า 337 – 376 นนทบุรี สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2544

พิชิต สกุลพราหมณ์ ***การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม*** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2525

พิมพ์พันธ์ เลียงพิบูลย์, บรรณาธิการ ***แบคทีเรียวิทยาคลินิค*** ม.ป.ท. 2523

พิมพ์พันธ์ เลียงพิบูลย์ และ ศมนีย์ ศุขรุ่งเรือง, บรรณาธิการ ***แบคทีเรียแกรมบวก*** กรุงเทพมหานคร ภาควิชาจุลชีววิทยาคลินิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2524

สมทรง อินสว่าง " หน่วยที่ 3 การปรับปรุงคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม " ใน ***ประมวลสาระชุดวิชา การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม*** หน้า 179 – 229 นนทบุรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เสริมพล รัตสุข ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ ***การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน*** พิมพ์ครั้งที่ 2 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2524

อรุณวดี ชนะวงศ์ จุณจันทน์ วิลัยลักษณะคณา และไมตรี ปะการะสังข์, บรรณาธิการ ***จุลชีววิทยาคลินิค แบคทีเรียวิทยาคลินิค*** คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2533

American Public Health Association ***Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*** 20th Edition Washington, DC, 1998.

Baron, ES and Finegold, SM ***Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*** 8th ed The C.V. Mosby St.Louis 1990.

Drinking Water Health ***Effects Task Force Effects of Drinking Water Treatment Technologies*** 2nd Edition Lewis Publishers USA, 1990.

Hiroshi ZEN – YOJI Makoto OHASHI and Yasao KUDOH ***Manual For The Isolstion and Identification of Enteropathogenic Bacteria*** SEAMIC publication No.6 SEAMIC Tokyo, 1976.

Melcalf and Eddy ***Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse*** 3rd Edition TATA McGraw – Hill publishing Singapore, 1991.

National Committee for Clinical Laboratory ***Standards Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*** ; Twelfth Information Supplement M100 – S12 Vol.22 No.1 Wayne, PA USA, 2000.

Nugul Intrasungkha and Christian D. Garland ''Bacterilogical Aspect of Wastewater from Seafood processing Plants in Tasmania, Australia'' in ***Thaksin University Journal*** , 61 – 72. Vol.2 No.1 Sompop Intasuwan. Songkhla Masterpiece , 1999.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นาง จริยา ผดุงพัฒโนดม
วัน เดือน ปีเกิด	28 มีนาคม 2504
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	วทบ.(เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2527
สถานที่ทำงาน	กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิค โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
ตำแหน่ง	นักเทคนิคการแพทย์ 7 หัวหน้ากลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิค โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี