การตรวจวิเคราะห์น้ำบริสุทธิ์ ณ อาคารผลิตสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์ องค์การเภสัชกรรม

PURIFIED WATER ANALYSIS AT HERBS AND PHARMACEUTICAL CHEMICAL DEPARTMENT, PHARMACEUTICAL ORGANIZATION

ปภัสสร กลิ่นอวน
ศิรินดา สุนทรสนิท
สุชาดา ลัดดาสิริพร

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PURIFIED WATER ANALYSIS AT HERBS AND PHARMACEUTICAL CHEMICAL DEPARTMENT, PHARMACEUTICAL ORGANIZATION

PAPHATSON KLINOUAN
SIRINDA SUNTHONSANIT
SUCHADA LADDASIRIPORN

COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2022

หัวข้อสหกิจศึกษา	การตรวจวิเคราะห์น้ำบริสุทธิ์ ณ อาคารผลิตสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์ องค์การเภสัชกรรม
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปภัสสร กลิ่นอวน 62050620
	นางสาวศิรินดา สุนทรสนิท 62050652
	นางสาวสุชาดา ลัดดาสิริพร 62050655
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม ประธานกรรมการ	
นางสาวศิริวรรณ นิลน้อย กรรมการ	Siriwan N.
รศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา การตรวจวิเคราะห์น้ำบริสุทธิ์ ณ อาคารผลิตสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์ องค์การเภสัชกรรม
ชื่อนักศึกษา นางสาวปภัสสร กลิ่นอวน 62050620
นางสาวศิรินดา สุนทรสนิท 62050652
นางสาวสุชาดา ลัดดาสิริพร 62050655
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา ชีววิทยา
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์

บทคัดย่อ

สหกิจศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของ น้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ณ อาคารผลิตสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์ องค์การเภสัชกรรม โดยดำเนินการเก็บตัวอย่าง Purified water จากจุดเก็บน้ำทั้งหมด 31 จุด ทุกวันจันทร์และอังคาร ของเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมคม พ.ศ. 2565 และนำตัวอย่าง Purified water มาทำการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาด้วยวิธี Membrane filter และวิธี Pour plate เก็บตัวอย่าง Purified water 10 มิลลิลิตร จากจุดเก็บน้ำ TV1-TV26, S14 และ S15 ผลการทดลองพบว่า สามารถตรวจพบปริมาณโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 100 cfu ต่อมิลลิลิตร ในตัวอย่าง Purified water โดยวิธี Membrane filter ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ โดยวิธี pour plate จะทำการเจือจางตัวอย่าง Purified water 10 มิลลิลิตร จากจุดเก็บน้ำในจุด S1, S2 และ S10 ในบัฟเฟอร์ และใช้ตัวอย่างที่เจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Tryptic soy broth ทำการระบุชนิดของแบคทีเรียที่คัดแยกโดยนำมา Cross streak บนอาหารแข็ง MacConkey และ Cetrimide จากการทดลองพบเชื้อ *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* ในตัวอย่าง Purified water ที่จุดเก็บน้ำ S1 เนื่องจากตัวอย่าง S1 เป็นน้ำดิบ อย่างไรก็ตาม ภายหลังการกรองตัวอย่างน้ำ S1 คุณภาพ Purified water ยังเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ในตัวอย่างน้ำจากจุดเก็บน้ำ S2 และ S10 จำนวนแบคทีเรียเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : น้ำบริสุทธิ์, ตรวจวิเคราะห์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Purified water analysis at herbs and pharmaceutical chemical department, pharmaceutical organization

Student Miss Paphatson Klinouan Student ID 62050620
Miss Sarinda Suntronsanit Student ID 62050652
Miss Suchada Laddasiriporn Student ID 62050655

Degree Bachelor of Science (Industrial microbiology)

Department Biology

School Science

University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)

Academic Year 2022

Advisor Assoc.Prof. Dr. Saranya Phunpruch

Abstract

This cooperative education aimed to investigate the microbiological analysis of Purified water at Herbs and Pharmaceutical chemical department, Pharmaceutical Organization, The Purified water samples, were collected from the points every Monday and Tuesday of September and October in 2022 and subsequently microbiologically analyzed by membrane filter method and pour plate method Ten ml of Purified water was collected from TV1-26, S14 and S15 water sampling points. The results showed that by membrane filter method, total bacterial colony content was less than 100 CFU/ml, according to the water quality standard. By pour plate method, ten ml of Purified water samples at the sampling point S1, S2 and S10 was diluted in buffer and 1 ml of diluted samples was added into tryptic soy broth. Bacterial identification was performed using cross streak technique on MacConkey agar and Cetrimide agar. It was found that *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* were found in the S1 sampling point because S1 sample was a raw water. However, after filtration of S1 sample, it met the Pharmaceutical Organization standard. In S2 and S3 water samples, the number of bacteria was within the standard requirements.

Keywords : Purified water, Water analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคลากรหลายท่าน ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษาและขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม อาจารย์นิเทศน์สหกิจ เป็นอย่างยิ่งที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำสำหรับการดำเนินงานทั้งหมด ตลอดจนอนุญาตให้ดิฉันได้เข้าไปปฏิบัติงาน ณ องค์การเภสัชกรรมธัญบุรี

ขอขอบพระคุณ คุณนวพร อินทนชิตจุ้ย หัวหน้ากลุ่มงานตรวจสอบคุณภาพที่อนุเคราะห์สำหรับการเข้าฝึกปฏิบัติงาน ณ ห้องปฏิบัติการองค์การเภสัชกรรมธัญบุรี ขอขอบพระคุณ คุณธนาภรณ์ ชาญเชี่ยว พนักงานตรวจสอบคุณภาพและ คุณสุพัตรา สวนไผ่ พนักงานตรวจสอบคุณภาพผู้ช่วยเก็บตัวอย่างสำหรับการปฏิบัติการในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ คุณศิริวรรณ นิลน้อย นักวิทยาศาสตร์ 7 คุณศิริวรรณ บัวงาม พนักงานตรวจสอบคุณภาพและคุณอภิสิทธิ์ ยินยอม ผู้ช่วยนักวิเคราะห์ องค์การเภสัชกรรมธัญบุรี ในการให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และคำปรึกษาตลอดการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ทางคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และองค์การเภสัชกรรมธัญบุรี สุดท้ายนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้มิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากปราศจากองค์ความรู้ และความกรุณาที่ได้รับจากทุกท่านที่กล่าวมา ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นแหล่งข้อมูลที่ดี และเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจจะนำไปศึกษาต่อไป

ปภัสสร กลิ่นอวน
ศิรินดา สุนทรสนิท
สุชาดา ลัดดาสิริพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
คำย่อ/สัญลักษณ์	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แหล่งน้ำดิบ	3
2.2 น้ำบริสุทธิ์ (Purified water)	3
2.2.1 น้ำที่ใช้ในการผลิตยานั้นมีส่วนที่สำคัญอยู่ 2 อย่างใหญ่ คือ	4
2.3 แบคทีเรีย	4
2.4 วิธีนับจำนวนจุลินทรีย์	6
2.5 Pour plate technique	6
2.6 Membrane Filter technique	7
2.7 การฆ่าเชื้อโรค (Sanitizer)	8
2.8 เกณฑ์มาตรมาตรฐาน	8
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	10
3.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ Purified water	10
3.2 วัสดุและอุปกรณ์	10
3.2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ	10
3.2.2 สารละลาย	10
3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย	11
3.3.1 การวิเคราะห์เชื้อในตัวอย่าง Purified water โดย Membrane filtration method	11
3.3.1.1 วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	11
3.3.1.2 วิธีการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ โดย Membrane filtration	12
3.3.2 การวิเคราะห์เชื้อในตัวอย่างน้ำ Purified water โดย Pour plate method	13
3.3.2.1 ขั้นตอนแรก	13
3.3.2.2 การเตรียมตัวอย่าง	13
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	15
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	18
5.1 สรุปผลการวิจัย	18
5.2 ข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	20
ภาคผนวก	22
ภาคผนวก ก	23
ภาคผนวก ข	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 มาตรฐานคุณภาพน้ำตามการใช้งาน	4
2 การแสดงผลเชื้อที่พบบนอาหาร	16
3 ค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์และจุลินทรีย์ที่พบของตัวอย่างน้ำที่จุด S1, S2 และ S10 เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ปี พ.ศ 2565 ด้วยวิธี Pour plate method	18
4 ภาคผนวก ก ตารางวิธีการเก็บตัวอย่าง Purified water อาคารผลิตยารังสิต1 อาคารใหม่	22
5 ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการตรวจน้ำและกราฟ	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 เชื้อ *E. coli* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar (MCA)	5
2 เชื้อ *P. aeruginosa* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Cetrimide agar (CET)	6
3 Pour plate technique	6
4 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียวิธีเยื่อกรอง (Membrane filter)	7
5 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงาน	11
6 การแต่งกายในห้องปฏิบัติการ	12
7 โคโลนีบนเยื่อแผ่น Membrane ลักษณะกลม แบน หรือมีหลายสี	15
8 การเปรียบเทียบผลการตรวจวิเคราะห์ Purified water ด้วยวิธี Membrane filter วันจันทร์และวันอังคารเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2565	17
9 การเปรียบเทียบผลการตรวจวิเคราะห์ Purified water ด้วยวิธี Membrane filter วันจันทร์และวันอังคารเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2565	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
BSC	Biological safety cabinet
CET	Cetrimide agar
E. coli	*Escherichia coli*
GMP	Good manufacturing practice
HPC	Hetorotrophic plate count
MCA	MacConkey agar
MCB	MacConkey broth
PCA	Plate count agar
P. aeruginosa	*Pseudomonas aeruginosa*
S. aureus	*Staphylococcus aureus*
TSA	Tryptic soy agar
TSB	Tryptic soy broth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันยาและสมุนไพรเป็นสินค้าที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาของมนุษย์ จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและสุขภาพในการรักษาโรคและการฟื้นฟูสุขภาพผู้ป่วย การผลิตยาจึงต้องมีมาตรฐานการผลิตที่ดีเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพและปลอดภัยในการใช้ ดังนั้นระบบน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาจึงต้องเป็นระบบน้ำที่มีความพิเศษเฉพาะเจาะจง ตั้งแต่การเตรียมน้ำ ผลิตน้ำ จัดเก็บและการกระจายน้ำไปใช้งาน ต้องให้สอดคล้องตามข้อกำหนด GMP (Good Manufacturing Practice) และน้ำที่ได้ต้องมีคุณลักษณะตรงตามข้อกำหนดตำรายา (Pharmacopeia) ในการใช้ผลิตตำรับยาแต่ละประเภท ซึ่งมีระดับความบริสุทธิ์ที่แตกต่างกัน

น้ำบริสุทธิ์ (Purified water) เป็นน้ำบริสุทธิ์ที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมยาที่หลากหลาย และต้องผ่านกระบวนการกรอง โดยต้องมีการวางแผนระบบน้ำหลายด้านประกอบทั้งค่าลงทุนระบบน้ำ ค่าใช้จ่ายการผลิตน้ำ ในการเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ การติดตั้ง จนถึงใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะการผลิตยาและต้องมีการบำรุงรักษาระบบน้ำให้คงสรูปที่ดีเพื่อกำจัดสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำออกให้หมด น้ำบริสุทธิ์จะไม่มีสารใดๆ ละลายอยู่เลย เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์และการวิจัย ถ้าหากมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ภายในน้ำและมีการปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์จะทำให้มีความเสี่ยงต่อคนไข้ได้

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่เกินขีดจำกัดเป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญในอุตสาหกรรมยา การกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมยาทางจุลชีววิทยา เช่น การตรวจหาปริมาณเชื้อรวมและเชื้อเฉพาะที่ไม่ควรพบในอุตสาหกรรมยา ได้แก่ *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาสำหรับการใช้หมุนเวียนทั่วทั้งโรงงานให้เป็นไปตามมาตรฐานและคุ้มครองผู้บริโภค มีวิธีฆ่าเชื้อหลายวิธี เช่น โอโซน รังสียูวี ความร้อน รวมทั้งสารเคมี แต่วิธีการเหล่านี้เพียงแค่ทำให้เชื้อเหล่านี้ตาย กลายเป็นซากที่ยังอยู่ในน้ำ ถ้าอยากกำจัดออกก็ต้องทำการกรองเอาซากพวกนี้ออก หรือทำการกลั่นเพื่อระเหยเอาโมเลกุลน้ำออกจากซากเหล่านี้ ถ้าหากใช้ไส้กรองที่มีขนาดรูเล็กมากก็จะสามารถดักเชื้อเหล่านี้เอาไว้ได้ (โดยที่ไม่ได้ฆ่ามัน) และน้ำที่ผ่านออกไปจะเป็นน้ำที่ปราศจากเชื้อ

ในขั้นตอนการผลิต มีหลายสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เช่น คุณภาพน้ำดิบไม่สะอาด ระบบเครื่องกรองที่มีการสะสมของจุลินทรีย์ในส่วนของไส้กรองหรือสารกรอง ความบกพร่องของระบบฆ่าเชื้อหรือสารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อ รวมถึงการสะสมของจุลินทรีย์ ณ จุดพักระหว่างหยุดการผลิตประจำวัน ถ้ากระบวนการผลิตในขั้นตอนใดไม่ถูกสุขลักษณะจะทำให้น้ำบริสุทธิ์ มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ปิยมาศ และคณะ, 2550) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงมีการออกประกาศเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาจากกระทรวงสาธาณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการออกแบบระบบผลิตน้ำในอุตสาหกรรมยา จึงมีความสำคัญสำหรับโรงงานยา และทุกจุดในโรงงานยาต้องสามารถตรวจสอบคุณภาพ พร้อมมีการบันทึกค่าในทุกวัน ในกรณีที่มีความผิดปกติในจุดใดๆ ก็ตาม การตรวจวิเคราะห์น้ำก่อนนำไปผลิตยาหรือสมุนไพรนั้นจึงมีความสำคัญมากในโรงงานอุตสาหกรรม การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของระบบน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) มีหลายวิธีเช่น วิธีการกรองด้วยเยื่อแผ่น Membrane (Membrane filter method) เพื่อแยกของเหลวที่มีส่วนประกอบหลายชนิดออกจากกันและวิธีการทดสอบหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเภสัชภัณฑ์ (Microbial enumeration) ด้วยเทคนิค Pour plate method

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่าง Purified water ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method

2) ศึกษาวิธีการตรวจ Purified water ให้เป็นไปตามมาตรฐานขององค์การเภสัชกรรม

3) ศึกษา Microbial enumeration test ของตัวอย่าง Purified water ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีวิทยาของตัวอย่าง Purified water ของกลุ่มงานตรวจสอบคุณภาพ ฝ่ายสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ฝึกทักษะและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Purified water ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

2) ได้ทราบผลการศึกษาเชื้อที่เกิดขึ้น อย่างแม่นยำ

3) ได้ทราบผลกระทบเชื้อที่ปนเปื้อนในน้ำที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ของฝ่ายสมุนไพร และเภสัชเคมีภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งน้ำดิบ

น้ำประปาจัดเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานที่จำเป็นในปัจจุบัน ผลิตมาจากน้ำดิบ สูบไปยังถังพักน้ำเพื่อตกตะกอน ผ่านกรรมวิธีการผลิต การฆ่าเชื้อโรค และการควบคุมคุณภาพ จากนั้นจึงส่งไปตามบ้านเรือนปัจจุบันน้ำประปาหลายแห่งสามารถใช้ดื่มได้ แต่อาจพบการปนเปื้อนได้ถ้าท่อประปาหรือท่อจ่ายน้ำ มีรอยรั่ว ที่เป็นสนิม

ระบบน้ำประปา คือ การรสูบ ขุดเจาะ น้ำจากแหล่งธรรมชาติ เช่น น้ำผิวดิน น้ำดิบเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตหรือการกรอง เนื่องจากน้ำที่มีการขุดเจาะ หรือสูบขึ้นมานั้นเป็นน้ำที่มาจากแหล่งธรรมชาติ ทำให้อาจมีแร่ธาตุที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และเป็นการกรองเอาเชื้อโรค สิ่งสกปรกที่ผสมเจือปนอยู่ในน้ำออก เพื่อให้ได้ประปาที่สะอาดพอที่จะสามารถอุปโภค บริโภค ได้โดยไม่ต้องกลัวว่าน้ำที่ใช้ดื่มนั้นจะเป็นอันตรายต่อร่างกายนั่นเอง

การทำระบบน้ำประปาในปัจจุบัน มี 4 ระบบ

1) ระบบน้ำประปาบาดาล คือ การสูบดึงน้ำบาดาลหรือน้ำจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ภายในหมู่บ้านโดยผ่านเครื่องกรองน้ำบาดาลก่อนที่จะส่งไปใช้ในชุมชน เพื่อกรองสิ่งสกปรก เชื้อโรค และแร่ธาตุที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดสามารถใช้ได้ทั้งอุปโภค บริโภค

2) ระบบน้ำประปาหมู่บ้าน คือ เป็นการผลิตน้ำประปาที่สร้างขึ้นมาทดแทนระบบประปา ซึ่งสามารถใช้งานได้จริง และน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาตินั้น จะนำเข้าเครื่องกรองน้ำที่ได้มาตรฐานสากล ทำให้น้ำเกิดความสะอาดก่อนส่งน้ำไปให้ชาวบ้านใช้

3) ระบบน้ำประปาผิวดิน คือ การนำแหล่งน้ำจากธรรมชาติที่อยู่บริเวณผิวดิน มาใช้ทำระบบน้ำประปาผิวดิน เพื่อส่งไปให้คนในชุมชมได้ใช้ในการอุปโภค บริโภค แต่ก่อนที่จะมีการส่งน้ำไปให้คนภายในหมู่บ้านใช้นั้น น้ำจะต้องผ่านการกรองระบบน้ำประปาเอาสิ่งสกปรก รวมถึงแร่ธาตุที่อาจจะเป็นอัตรายต่อร่างกายออกก่อน โดยผ่านเครื่องกรองที่มีคุณภาพ เพื่อให้คนในชุมชมสามารถใช้น้ำได้อย่างสบายใจ

4) ระบบน้ำประปาภายในบ้าน มี 3 ระบบด้วยกัน ดังนี้

- ระบบการจ่ายน้ำขึ้นหรือการจ่ายน้ำด้วยความดัน
- ระบบการจ่ายน้ำลงหรือการจ่ายน้ำโดยแรงโน้มถ่วง
- ระบบการจ่ายน้ำแบบผสมที่มีการติดตั้งผสมระหว่างระบบการจ่ายน้ำขึ้นและระบบการจ่ายน้ำลง

2.2 น้ำบริสุทธิ์ (Purified water)

น้ำบริสุทธิ์ (Purified water) เป็นน้ำบริสุทธิ์ที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมยา ในหลากหลายการใช้งาน ตั้งแต่ การล้างเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ จนถึงใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และมีส่วนที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ คือ น้ำบริสุทธิ์ปลอดเชื้อ (Sterile Purified water) ซึ่งจะเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานการปลอดเชื้อ เพื่อที่จะใช้ในการผสมและสัมผัสกับเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้โดยตรง

น้ำที่ใช้ในการผลิตยานั้นมีส่วนที่สำคัญอยู่ 2 อย่างใหญ่ๆ คือ

1) ความบริสุทธิ์ของน้ำ ในการวัดความบริสุทธิ์ของน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง เราจะใช้ความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำเป็นตัวบ่งชี้ โดยปกติแล้ว น้ำที่บริสุทธิ์นั้นจะมีคุณสมบัติเป็นฉนวน ซึ่งมีความต้านทานสูงถึง 18.4 เมกกะโอห์ม แต่เมื่อน้ำมีสิ่งอื่นมาเจือปน จะทำให้ค่าความต้านทานของน้ำลดลง ซึ่งสิ่งปนเปื้อนนั้นจะทำให้คุณภาพของยาเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อคนไข้

2) การติดเชื้อในน้ำ ซึ่งประเด็นนี้เกี่ยวกับความบริสุทธิ์ของน้ำด้วย เนื่องจากน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง ก็ไม่มีสารละลายที่เป็นสารอาหารเพื่อให้เชื้อโรคเติบโตได้เช่นกัน และในอีกด้านถ้าหากในน้ำมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ภายในน้ำและปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ การที่จะตรวจสอบการติดเชื้อ ใช้เวลาอย่างน้อย 48-72 ชั่วโมงในการตรวจสอบ ซึ่งมีความเสี่ยงทั้งการส่งสินค้าสู่คนไข้ และความเสี่ยงในการตรวจสอบไม่เจอในสินค้าตัวอย่าง

ดังนั้นการออกแบบระบบผลิตน้ำในอุตสาหกรรมยา จึงมีความสำคัญสำหรับโรงงานยา เราในฐานะผู้ผลิตและออกแบบให้ความสำคัญในทุกจุด และทุกจุดต้องสามารถตรวจสอบคุณภาพและตรวจสอบย้อนกลับได้ พร้อมทั้งมีการตรวจสอบคุณภาพทุกวันเพื่อเก็บค่า ในกรณีมีความผิดปกติในจุดใดๆ ก็ตาม มาตรฐานคุณภาพน้ำตามการใช้งานแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำตามการใช้งาน

Parameter	Unit	น้ำบริสุทธิ์ (Purified water)	Water for hemodialysis	Water for injection	Pure steam
TOC	Ppm ℃	≤ 1.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5
Conductivity	µS/cm @ 25 ℃	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.3
Aerobic bacteria	CFU/100 ml	≤ 10,000	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Bacteria endotoxin	EU/ml	-	≤ 2	≤ 02.5	≤ 0.25

ที่มา : USP [1231] WATER FOR PHARMACEUTICAL PURPOSES

2.3 แบคทีเรีย

Escherichia coli มีรูปร่างท่อนตรงบางชนิดเคลื่อนที่ได้และบางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง เป็นเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์มซึ่งบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย พบในดิน น้ำ พืช ในทางเดินอาหารของคน สัตว์เลือดอุ่น นก และในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอาหารจำพวกผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีการสัมผัสโดยคน ดังนั้นจึงใช้ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์ดัชนี (Indicator organism) ที่บ่งชี้ถึงสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหารโดยเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มฟีคอลโคลิ

เอกสารนี้โดยเฉพาะ ไม่ว่าการใช้ประโยชน์ในทางใดๆ ไม่ว่าการนำไปใช้ประโยชน์ในทางใดๆ

ฟอร์ม (Fecal coliform) หากเชื้อ *E. coli* ลุกล้ำเข้าสู่ระบบต่างๆ ของร่างกายก็จะทำให้เกิดโรคติดเชื้อรุนแรง เช่น โรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบและการติดเชื้อในกระแสเลือด เป็นต้น มีเชื้อ *E. coli* บางสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงได้ โดยการปนเปื้อนของเชื้อในอาหารหรือน้ำดื่ม โดยทั่วไป เชื้อ *E. coli* จะสามารถเติบโตได้ทั้งในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนอยู่น้อย (Facultative anaerobe) เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหาร MacConkey agar (MCA) ซึ่งเป็น Differential medium จะให้โคโลนีสีแดง ล้อมรอบด้วยตะกอนสีแดง (รูปที่ 1) เนื่องจาก *E. coli* หมักน้ำตาล Lactose ได้ ทั้งนี้ เชื้อ *E. coli* ที่สามารถก่อโรคอุจจาระร่วง (Diarrheagenic *E. coli*) จะมีกลไกการก่อโรคและสามารถสร้างสารพิษ อาการมีได้ตั้งแต่ไม่แสดงอาการจนถึงอาการรุนแรง บางรายถ่ายเหลวเป็นน้ำ บางรายอาจมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ต่ำร่วมด้วย และอาจรุนแรงถึงขั้นมีอาการปวดบิด ถ่ายเป็นมูกเลือดและมีอาการแทรกซ้อน คือ เกิดกลุ่มอาการเม็ดเลือดแดงแตกและไตวาย ทั้งนี้อาการรุนแรงต่างๆ ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของแต่ละคนที่ได้รับเชื้อ ปัจจัยในการก่อโรคและปริมาณของเชื้อที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย การป้องกันการติดเชื้อ ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งหลังเข้าห้องน้ำ หลังสัมผัสสัตว์ ก่อนรับประทานอาหารและก่อนปรุงอาหาร ถ่ายอุจจาระลงในห้องส้วมที่ถูกสุขลักษณะ ไม่ทิ้งอุจจาระหรือสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำ

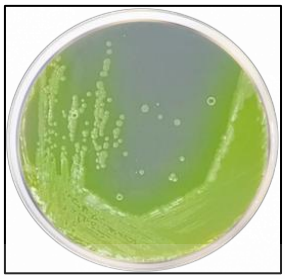
รูปที่ 1 เชื้อ *E. coli* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar (MCA)
ที่มา : จาก File:E. coli lactose fermenter (LF) colonies on MacConkey agar.jpg - Wikimedia Commons

Pseudomonas aeruginosa มีรูปร่างเป็นท่อนตรงถึงท่อนโค้ง เคลื่อนที่ได้ เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ แพร่กระจายอยู่ตามธรรมชาติ เจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้น การเสื่อมเสียที่มี *Pseudomonas* sp. เป็นสาเหตุมักเกิดที่ผิวซึ่งสัมผัสกับอากาศ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้อาหารที่เก็บรักษาด้วยการแช่เย็นเสื่อมเสียได้ สร้างรงควัตถุที่มีสีต่างๆ ทำให้อาหารเปลี่ยนสีหรือเรืองแสง เช่น ไพโอไซยานิน (Pyocyanin) มีสีฟ้า ไพโอเวอร์ดิน (Pyoverdinss) มีสีเหลือง เรืองแสงได้ภายใต้ด้วยแสง UV ไพโอรูบิน (Pyorubin) มีสีแดง ไพโอเมลานิน (Pyomelanin) มีสีน้ำตาล เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหาร Cetrimide agar (CET)

Cetrimide agar เป็นอาหารคัดเลือกทำให้แยกความแตกต่างในการแยกและระบุเชื้อ *P. aeruginosa* จากตัวอย่างทางคลินิกและไม่ใช่ทางคลินิก เซทริไมด์เป็นสารคัดเลือกและยับยั้งแบคทีเรียส่วนใหญ่โดยทำหน้าที่เป็นสารซักฟอก (Cetyltrimethylammonium bromide, a quaternary ammonium, cationic washer) ใช้ในการตรวจสอบโคโลนีภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่นสั้น (254 นาโนเมตร) เพื่อหาฟลูออเรสซิน การตรวจด้วยสายตาอาจปรากฏผลให้เห็น

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลืองเขียวถึงสีน้ำเงิน (รูปที่ 2) โดยทั่วไปจะบ่งชี้ถึงการผลิตไพโอไซยานิน ทั้ง Pyocyanin และ Fluorescein มักผลิตจากสายพันธุ์ของ *P. aeruginosa* (Sagar Arya, 2022)



รูปที่ 2 *เชื้อ P. aeruginosa* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Cetrimide agar (CET)
ที่มา : จาก Cetrimide Agar Base EP/USP/ISO Formato 500 g (condalab.com)

2.4 วิธีนับจำนวนจุลินทรีย์

เลือกนับ plate ที่มี 30-300 โคโลนี โดยใช้เครื่องนับโคโลนี ถ้าทำซ้ำ 2 plates (duplicate) ให้หาค่าเฉลี่ยก่อน แล้วนำมาคำนวณตามสูตร (บัณฑูร พานิชกุล, 2561)

$$\text{CFU/ml} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีที่นับได้}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างใน plate (มิลลิลิตร)}}$$

เช่น อ่านได้ 25 CFU , ปริมาตรที่ใช้ 10 ml. คำนวณได้ดังนี้ $\frac{25}{10}$= 2.5 CFU/ml

2.5 Pour plate technique

เป็นวิธีการตรวจนับปริมาณโคโลนีของแบคทีเรียบนอาหารชนิดวุ้น โดยผสมตัวอย่างที่เจือจางในปริมาตร 0.1-2.0 มิลลิลิตร ลงบนจานอาหารแล้วเทอาหารวุ้นที่หลอมเหลวอุณหภูมิ 44-46 ℃ ลงไป (รูปที่ 3) ผสมเชื้อจุลินทรีย์ให้เข้ากับอาหารโดยแกว่งจานอาหารไป-มาเบาๆ ทิ้งให้อาหารแข็งตัว จากนั้นนำไปบ่ม ภายหลังการบ่มโคโลนีของจุลินทรีย์จะเจริญทั้งในและบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีขนาดเล็ก ไม่ซ้อนทับกันเหมือนเลี้ยงบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ มีข้อเสีย คือ โคโลนีที่อยู่ใต้ผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อจะโตช้าและการย้ายโคโลนีต่อไปยังอาหารเลี้ยงเชื้ออื่นได้ยาก นอกจากนี้ อาจเกิด Heat shock จากอาหารเลี้ยงเชื้อได้ (บัณฑูร พานิชกุล, 2561)

รูปที่ 3 Pour plate technique
ที่มา : จาก pour plate - Bing images

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Membrane filter technique

วิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในการนำมาวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม ได้ผลรวดเร็วกว่าวิธี MPN (Most Probable Number Concept) แต่ยังมีข้อจำกัดเหมือนกับวิธีตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐานตรงที่ไม่สามารถใช้กับน้ำที่มีความขุ่นมากๆ ได้ เนื่องจากต้องนำน้ำมาผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดของรูพรุนที่เล็กมาก เล็กกว่าแบคทีเรียทำให้อนุภาคในน้ำที่มีขนาดใหญ่ติดบนกระดาษกรองและทำให้เกิดการอุดตันได้

นอกจากนี้วิธีเยื่อกรองนี้ยังมีข้อดีและข้อเสียที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้สำหรับการวิเคราะห์ดังนี้

ข้อดี

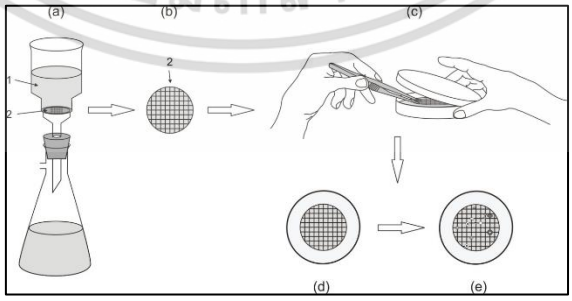
1. มีความแน่นอนกว่าวิธี MPN
2. ใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำได้มากกว่าในการวิเคราะห์ ทำให้สามารถตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่มีอยู่จำนวนน้อยกว่า 1 ต่อ 100 มิลลิลิตร ได้
3. สามารถทราบผลภายในเวลา 18-22 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับวิธี MPN ที่อาจต้องใช้เวลาถึง 72 ชั่วโมงถึงขั้นการยืนยันผลระหว่างการขนย้ายมาห้องปฏิบัติการ

ข้อเสีย

1. หากตัวอย่างน้ำมีสารแขวนลอยมากอาจทำให้เยื่อกรองเกิดการอุดตัน ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียได้
2. เยื่อกรองและอาหารที่ใช้มีราคาสูง เมื่อเทียบกับวิธี MPN อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทั้งในน้ำดื่ม น้ำดิบ น้ำทะเลและน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้ว หลังจากการบ่มเชื้อเกิดเป็นโคโลนีที่มีสี ทำให้สังเกตเห็นได้ชัดเจนและนับจำนวนได้แน่นอน ซึ่งวิธีเยื่อกรองนี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียดังนี้

หลักการ (Principle)

การกรองตัวอย่างของเหลว เช่น น้ำ ผ่านกระดาษกรองเมมเบรน เหมาะสำหรับการกรองปริมาณตัวอย่างมากๆ โดยที่จุลินทรีย์จะถูกกักบนกระดาษหลังการกรอง โดยทั่วไป นิยมใช้กระดาษกรองที่มีขนาด pore size 0.45 micron หลังการกรอง จุลินทรีย์บนกระดาษจะถูกนำไปบ่มเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะสำหรับแบคทีเรียแต่ละชนิดต่อไป (รูปที่ 4) (ปิยมาศ แจ่มศรี, 2556)



รูปที่ 4 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีเยื่อกรอง (Membrane filter)

ที่มา : จาก https://microbiologylaboratoryturkey.blogspot.com/2019/02/membrane-filter-technique-membrane.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การฆ่าเชื้อโรค (Sanitizer)

เป็นการทำลายหรือลดจำนวนจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ การฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยโรงงานควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละส่วนงาน เพราะสารฆ่าเชื้อแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันออกไป สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้ (ศิวพร ศิวเวชช, 2542, หน้า 306)

1. ทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็วทั้งแบคทีเรียและสปอร์ของเชื้อรา
2. มีความคงตัวได้ดีแม้มีสารประกอบอินทรีย์หรือเกลือแคลเซียมซัลเฟตหรือเกลือแมกนีเซียมซัลเฟตอยู่
3. ไม่เป็นพิษและไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองของผิวหนังและตา
4. ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของพื้นผิวและอุปกรณ์
5. ไม่เสื่อมคุณภาพแม้เก็บไว้ได้นาน
6. ละลายน้ำได้ดีและล้างออกได้ง่าย
7. ไม่ทำให้เกิดกลิ่น รสและสีที่ไม่ดีขึ้นในอาหาร
8. ราคาถูก

สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคที่ใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป อาทิเช่น สารประกอบคลอรีน ได้แก่ ไฮโปคลอไรท์ คลอรามีน คลอริเนตไตรโซเดียมฟอสเฟต (Chlorinated trisodium phosphate) เป็นต้น

2.8 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ประกาศกรมประปาส่วนภูมิภาค (พ.ศ. 2550) เรื่อง มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค กล่าวคือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliforms bacteria), *E. coli*, *P. aurogenosa*, *Salmonella* sp., *S. aureus*, *Clostridium perfringens* ต้องตรวจไม่พบต่อ 100 ml

กำหนดการทดสอบน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ตามตำรับยา USP/BP/EP/IP กล่าวคือ Microbiological limits ได้แก่ Total bacterial count ไม่เกิน 100 cfu/ml, Total fungal count ไม่เกิน 10 cfu/ml และต้องไม่พบ *E. coli*, *P. aerugenosa*, *Salmonella* sp., *S. aureus* (Ankur Choudhary, 2008)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูวสิทธิ์ และคณะ (2017) ทำการสำรวจคุณภาพจุลชีววิทยาของน้ำในตู้ดื่มน้ำอัตโนมัติ จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Hetorotrophic plate count, HPC) ในตัวอย่างน้ำจากตู้น้ำดื่มอัดโนมัติ จำนวน 270 ตัวอย่าง พบว่ามีตัวอย่างน้ำจำนวน 121 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 44.8 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจุลินทรีย์ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ปริมาณจุสินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่า 1,000 CFU ต่อมิลลิลิตร และอีก 38 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14 พบจุลินทรีย์มากกว่า 104 CFU ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณสูงมากพอที่จะทำให้เกิดโรคได้ จำนวนจุลินทรีย์มากกว่า 1,000 CFU ต่อมิลลิลิตร มาตรฐานน้ำดื่มในประเทศไทยไม่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุพพัต เหมทานนท และ ปยวรรณ เนื่องมัจฉา (2017) ได้ศึกษาความเหมาะสมของคุณภาพน้ำประปาในการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ ตำบลละอาย อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำประปาส่วนใหญ่ในตำบลละอายยังคงมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค (การประปาส่วนภูมิภาค, 2556) ยกเว้น ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และความขุ่นซึ่งมีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการดูแลระบบประปาที่ไม่มีประสิทธิภาพ ขาดการบำรุงรักษาอย่างจริงจัง ซึ่งจากการลงพื้นที่สำรวจพบว่า เครื่องผลิตน้ำประปาเป็นสนิม ระบบประปาขาดการดูแล ไม่มีระบบฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากระบบกรอง ระบบตกตะกอน และระบบเติมคลอรีนไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้น้ำในระบบประปามีความขุ่น มีสี กลิ่น สิ่งเหล่านี้อาจเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียที่เจริญพันธุ์ขึ้นในระบบและท่อจ่ายน้ำประปา ซึ่งตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาไม่ควรพบค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2542)

กรุณา และคณะ (2564) ได้ศึกษาการปนเปอนเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ในน้ำแรบรรจุขวด น้ำบริโภคบรรจุขวด น้ำจากตู้หยอดเหรียญ และน้ำจากตู้กดน้ำเย็น การพบเชื้อ *P. aeruginosa*, Coliforms และ *E. coli* ในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วแสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตที่ไม่ดีพอ และระบบส่งน้ำเข้ากระบวนการอาจเกิดไบโอฟิล์ม ซึ่งมีการพบไบโอฟิล์มของเชื้อ *P. aeruginosa* ในระบบประปา ถึงแม้ปริมาณ *P. aeruginosa* ที่การศึกษานี้พบส่วนใหญ่ไม่ถึง 100 โคโลนีต่อน้ำ 250 ml แต่เชื้อสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณในสิ่งแวดล้อมที่มีสารอาหารต่ำ เช่น น้ำบรรจุขวดได้ การมีเชื้อในปริมาณมากจะมีผลต่อรสชาติ กลิ่น และความขุ่นของน้ำ

Panne และคณะ (2009) ได้ศึกษา การควบคุมทางจุลินทรีย์เชิงคุณภาพและปริมาณของน้ำบริสุทธิ์และของเหลวที่ผ่านการ Ultrapure dialysis สำหรับ online hemodiafiltration ในงานประจำวันทางคลินิก ผลการที่ได้ คือ พบการปนเปื้อนของแบคทีเรีย แสดงเป็น CFU/ml โดยผลการทดสอบดังกล่าวต่ำกว่าระดับคุณภาพที่กำหนดไว้ ในการประเมินผลกระทบของระบบบำบัดน้ำต่อคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา กำหนดคุณภาพทางจุลชีววิทยาเป็นสัดส่วนของตัวอย่างน้ำบริสุทธิ์ โดยมีค่าน้อยกว่า 0.1 CFU/ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การเก็บตัวอย่าง Purified water

1. ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำที่ตึกผลิตฝ่ายสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์ ในวันจันทร์และอังคาร จำนวน 31 จุด
2. ตัวอย่างน้ำ 3 จุด คือ S1, S2 และ S10 ทำการตรวจด้วยวิธี Pour plate method
3. ตัวอย่างน้ำ 28 จุด คือ TV1-TV26, S14, S15 ตรวจด้วยวิธี Membrane filtration

3.1.1 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

1. สวมชุดสำหรับเก็บน้ำตัวอย่างคือ เสื้อกาวน์ ถุงมือและรองเท้า
2. ฉีดทำความสะอาด มือ ขวดเก็บน้ำและวาล์วน้ำ ด้วยแอลกอฮอล์
3. เปิดฝาขวดและล้างขวดอย่างต่ำ 10 รอบ
4. ใส่ตัวอย่างน้ำลงไปประมาณ 50-100 ml
5. ปิดฝาขวดและเก็บลงกล่องสำหรับเก็บขวดเก็บน้ำ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาสหกิจครั้งนี้ประกอบด้วย อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย สารละลาย เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Tryptic soy agar (TSA)
2. Plate count agar (PCA)
3. Tryptic soy broth (TSB)
4. MacConkey broth (MCB)
5. MacConkey agar (MCA)
6. Cetrimide agar (CET)

3.2.2 สารละลาย

1. Buffered sodium chloride - Peptone solution pH 7.0
2. Sterile water Purified water ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดกรอง ประกอบด้วย Manifold, Sterile filter holder 47 mm ขนาด 250 ml สายยางจำนวน 2 เส้น (สายยางยาวและสายยางสั้น) (รูปที่ 5)
2. Sterile forceps และถาดห่อปิดสนิทด้วย Aluminum foil
3. Sterile membrane filter 47 mm 0.45 micron pore diameter
4. Sterile petri dishes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Pipette controller
6. Sterile petri dishes, glass or plastic
7. Sterile pipettes
8. Vacuum pump
9. 70% Alcohol และ cotton wiper
10. Biological safety cabinet
11. Sterile buket
12. Incubator
13. Water bath
14. Hot air oven
15. Autoclave
16. การแต่งกาย (รูปที่ 6)

หมายเหตุ : รายการที่ 1 ให้นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที รายการที่ 1-7 (รูปที่ 5)
รายการที่ 2,3 ให้นำไปอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้ง ที่อุณหภูมิ 180 °C ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

รูปที่ 5 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6 การแต่งกายในห้องปฏิบัติการ

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การวิเคราะห์เชื้อในตัวอย่าง Purified water โดย Membrane filtration method

3.3.1.1 วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1) เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) แล้วนำมาให้ความร้อนใน water bath ให้เหลว

2) รอจนอาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 45 °C แล้วจึงเทอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 15-20 มิลลิลิตร ลงใน Sterile petri dishes ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว ใน Biological safety cabinet (BSC)

3) นำ plate ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวแล้วไปเก็บในสภาวะที่อุณหภูมิ 2-8 °C จนกว่าจะนำไปใช้งาน

4) ก่อนนำอาหารเลี้ยงเชื้อมาใช้งาน ให้นำ plate เข้าตู้บ่มเชื้อ (Incubator) เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของอาหารเลี้ยงเชื้อใน plate ก่อนที่จะนำมาใช้งาน โดย PCA บ่มที่อุณหภูมิ 30-35 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

5) คัดแยก plate โดยนำเฉพาะ plate ไม่มีการปนเปื้อนมาใช้งานเท่านั้น

3.3.1.2 วิธีการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ โดย Membrane filtration

1) สเปรย์มือให้สะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ แต่งกายตามข้อกำหนดสำหรับเข้าห้องสะอาด นำอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องการใช้ผ่าน pass box เข้าห้อง clean room

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมถึงห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สเปรย์ BSC ด้วย 70% Alcohol หลังจากนั้นนำอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดกรอง ซึ่งประกอบด้วย Manifold และ Sterile filter holder 47 mm ขนาด 250 ml, Sterile membrane filter, Sterile forceps และถาด เข้าไปใน BSC

3) เปิดไฟ UV ที่ BSC เป็นเวลา 30 นาที

4) ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน วาง TSA Plate control ด้านซ้ายและขวาของ BSC ด้านละ 1 Plate

5) เริ่มทำการประกอบชุดกรอง ตามขั้นตอนดังนี้

5.1 แกะ Manifold ออกจากซองบรรจุเวชภัณฑ์ที่ปิดสนิท เปิดวาล์วของ Manifold ทั้ง 3 วาล์วให้ขนานกับพื้น

5.2 แกะสายยางออกจากซองบรรจุเวชภัณฑ์ที่ปิดสนิท ยื่นปลายสายยางทั้งสองออกนอก BSC ให้ พนักงานผู้ช่วย (มือของผู้ปฏิบัติงานยังอยู่ภายใน BSC) โดยให้ต่อปลายด้านหนึ่งของสายยางยาวเข้ากับ Suction flask ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งยังอยู่ใน BSC จะนำไปต่อเข้ากับ Manifold ส่วนสายยางสั้น ให้นำไปต่อระหว่าง Suction flask และ Vacuum pump

5.3 เสียบปลั๊กของ Vacuum pump

6) แกะ Forceps และถาดออกจาก Aluminum foil

7) นำถ้วยกรองออกจากซองบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทวางลงบนถาด

8) ใช้ Forceps คีบ Sterile membrane filter วางลงบนถ้วยกรองที่คลายฝาเกลียวออกเรียบร้อยแล้ว (Sterile membrane filter 1 แผ่น/ 1 ชุดกรอง)

9) นำถ้วยกรองที่ประกอบด้วย Sterile membrane fitter วางลงบน Manifold โดยหันด้านของถ้วยกรองที่มีขีดบอกปริมาตรเข้าสู่ตัวผู้ปฏิบัติงาน

10) นำ PCA ที่เตรียมไว้แล้ว เข้ามาใน BSC

11) ปิเปตตัวอย่างน้ำ Purified ปริมาตร 10 ml ลงในชุดกรอง และรีบปิดฝาอย่างรวดเร็ว

12) เปิดเครื่อง Vacuum เพื่อกรองตัวอย่าง เปิดวาล์วเพื่อให้ตัวอย่างถูกดูดลงไปใน Suction flask เมื่อตัวอย่างถูกดูดลงไปหมดแล้วจึงปิดวาล์ว

13) จากนั้นเท Sterile water ปริมาตร 30 ml ลงไปในชุดกรอง เพื่อล้างตัวอย่างซึ่งอาจติดอยู่ที่ชุดกรอง เปิดวาล์วเพื่อให้ Sterile water ถูกดูดลงไปใน Suction flask เมื่อ Sterile water ถูกดูดลงไปหมดแล้วจึงปิดวาล์ว ทำซ้ำ 3 ครั้ง

14) ถอดถ้วยกรองออกจาก Manifold แล้วนำกลับมาวางบนถาด คลายเกลียวที่ฐานชุดกรอง แกะ Forceps ออกจาก Aluminum foil แล้วใช้ Forceps คีบ Membrane filter มาวางบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA plate ที่เตรียมไว้ โดยต้องวางให้ Membrane filter แนบพอดีกับผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ และปราศจากฟองอากาศ

15) ในการทำ Control ให้กรอง Sterile water ปริมาตร 30 ml ผ่าน Membrane โดยให้ทำการกรอง Control เป็นลำดับสุดท้าย

16) ปิดฝา TSA plate control ซ้าย-ขวา Label วันที่ทำและตำแหน่งที่วางใน BSC ลงบนฝา Plate

17) บ่มจานเพาะเชื้อ PCA plate ที่ 30-35 °C เป็นเวลา 3-5 วัน วิเคราะห์ผลและบันทึกผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ในการวิเคราะห์ผล หากพบจำนวนโคโลนีใน TSA control plate และ Sterile water control มีค่าเกินจาก Acceptance criteria ที่กำหนด ให้ทำการสืบสวนหาสาเหตุ และรายงานเหตุการณ์ตามระบบคุณภาพ

3.3.2 การวิเคราะห์เชื้อในตัวอย่าง Purified water โดย Pour plate method

3.3.2.1 ขั้นแรก

1) เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA, PCA โดยนำมาให้ความร้อนใน Water bath ที่อุณหภูมิ 45±1 °C

2) สเปรย์มือ, Biological safety cabinet (BSC) และอุปกรณ์ด้วยแอลกอฮอล์ 70%

3) ก่อนเริ่มทดสอบวาง TSA control plate บริเวณด้านซ้ายและด้านขวา ด้านละ 1 plate สำหรับควบคุม Condition ใน BSC

4) ทำ Control plate 1 plate โดยปิเปต Buffered sodium chloride - Peptone solution pH 7.0 ปริมาตร 1 ml ลงใน plate และเติม PCA ปริมาตร 15-20 ml

5) สิ่งที่ต้องเขียนบน plate

a. ชนิดของ Media

b. วันที่วิเคราะห์

C. ชื่อและเลข Lot ของตัวอย่าง

d. อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution) 1:1, 1:10 หรือ 1:100

3.3.2.2 การเตรียมตัวอย่าง

โดยปกติแล้ว การทำ Purified water จะทำ Dilution 1:1 และ Dilution 1:10 ซึ่งแต่ละ Dilution จะทำอย่างละ 2 plate โดยมีวิธีการดังนี้

1) Dilution 1:1 ปิเปตตัวอย่างน้ำปริมาตร 1 ml ใส่ลงใน plate จำนวน 2 plate

2) Dilution 1:10 ปิเปตตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 ml ลงใน Buffered sodium chloride-Peptone solution pH 7.0 ปริมาตร 90 ml เขย่าสารละลายให้เข้ากัน แล้วปิเปตสารละลายที่ได้มา 1 ml ลงใน plate จำนวน 2 plate

3) Dilution 1:100 ทำในกรณีที่ Sampling point นั้นมีเชื้อขึ้นมากเกินไป โดยปิเปตสารละลาย Dilution 1:10 จากข้อ 3.5.2 มา 10 ml ลงใน Buffered sodium chloride-Peptone solution pH 7.0 ปริมาตร 90 ml จากนั้นปิเปตสารละลายที่ได้มา 1 ml ลงใน plate จำนวน 2 plate

4) ที่จุด S1 ต้องตรวจเชื้อ *E. coli* และ *Pseudomonas* sp. ทำได้โดยปิเปตสารละลาย Dilution 1:10 จากข้อ 2 มา 10 ml ลงใน TSB ปริมาตร 90 ml แล้วนำไปบ่มที่อุณภูมิ 30-35 °C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

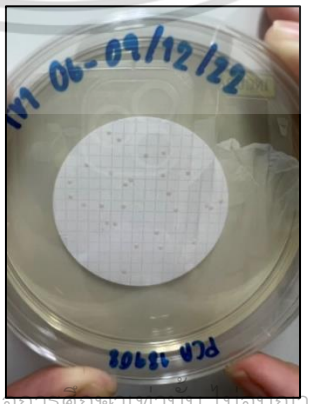
4.1 ปิเปตสารละลายที่ได้จากการบ่มในข้อ 4 มา 1 ml ลงใน MCB 100 ml จากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 43 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แล้วนำไป Identify ใน MCA

4.2 นำสารละลายที่ได้จากการบ่มในข้อ 4 มาทำการ Identify ใน CET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

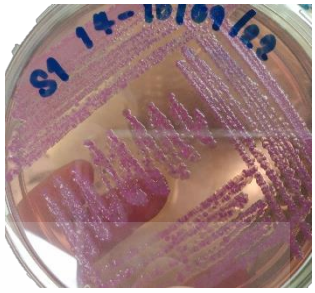
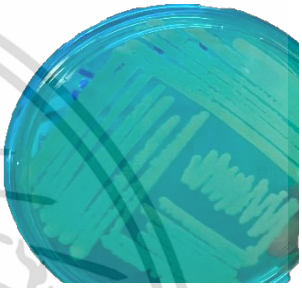
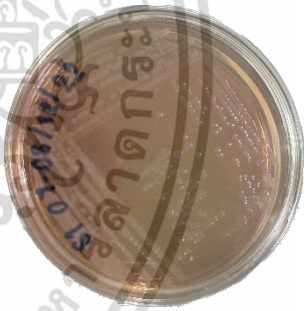
จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่าง Purified water ด้วยวิธี Membrane filtration method ทำโดยใช้ตัวอย่าง Purified water (TV1-TV26) 10 ml กรองผ่านชุดกรอง แล้วนำแผ่นกรองมาวางบนอาหาร PCA นำจานเพาะไปบ่มที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส แล้วตรวจเช็คผลเชื้อขึ้น (รูปที่ 5) จดบันทึกจำนวนโคโลนี โดยจะบันทึกผลของตัวอย่าง ทุกวันจันทร์และวันอังคารของเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 นำตัวอย่าง Purified water วันจันทร์และวันอังคารของเดือนกันยายนและตุลาคมมาหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าจำนวนโคโลนี CFU/ml (รูปที่ 7) ในบางจุดมีค่าใกล้เคียงกันและในบางจุดมีค่าสูง เช่น จุด TV12 ชั้น 1 Room No.8-1-P025 ห้องระเหย-กรอง ในเดือนกันยายน (รูปที่ 8) และ จุด TV7 ชั้น 1 Evaporation room ห้องระเหย-กรอง ในเดือนตุลาคม (รูปที่ 9) ซึ่งค่าที่ห่างกันอาจเกิดจากระบบเครื่องกรองน้ำที่ใช้ในแต่ละจุดของวันจันทร์เดือนกันยายนและเดือนตุลาคมซึ่งเป็นวันแรกในการเก็บตัวอย่างยังไม่มีการฆ่าเชื้อ (Sanitizer) จึงมีค่า CFU/ml สูงกว่าวันอังคารของเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม อย่างไรก็ตาม ผลการตรวจเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยที่ค่าเฉลี่ยจะไม่เกิน 100 CFU/ml เป็นไปตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 ในหัวข้อ 2.8 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ และสาเหตุที่ค่าสูงอาจเกิดจากกลิ่น ความขุ่นของน้ำในระบบ คล้ายกับงานวิจัยของคุณสุพพัต เหมทานนท และ ปยวรรณ เนื่องมัจฉา (2017) ได้ศึกษาความเหมาะสมของคุณภาพน้ำประปาในการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ ตำบลละอาย อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำประปาส่วนใหญ่ในตำบลละอายยังคงมีค่า และความขุ่นสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา ซึ่งจากการลงพื้นที่สำรวจพบว่า เครื่องผลิตน้ำประปา ไม่มีระบบฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากระบบกรอง ระบบตกตะกอน และระบบเติมคลอรีนไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้น้ำในระบบประปามีความขุ่น มีสี กลิ่น สิ่งเหล่านี้อาจเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียที่เจริญพันธุ์ขึ้นในระบบและท่อจ่ายน้ำประปา ซึ่งตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาไม่ควรพบค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2542)



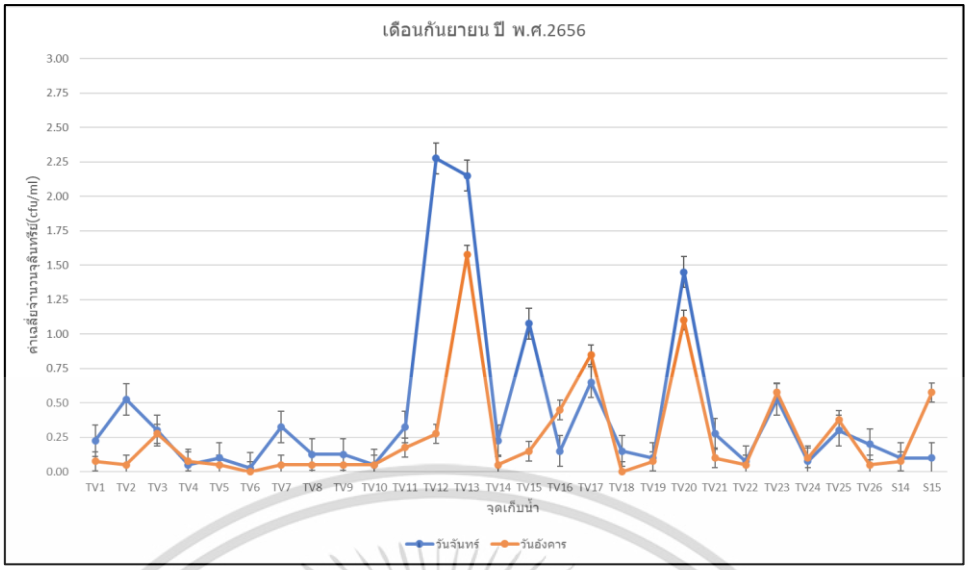
รูปที่ 7 โคโลนีบนเยื่อแผ่น Membrane ลักษณะกลม แบน หรือมีหลายสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

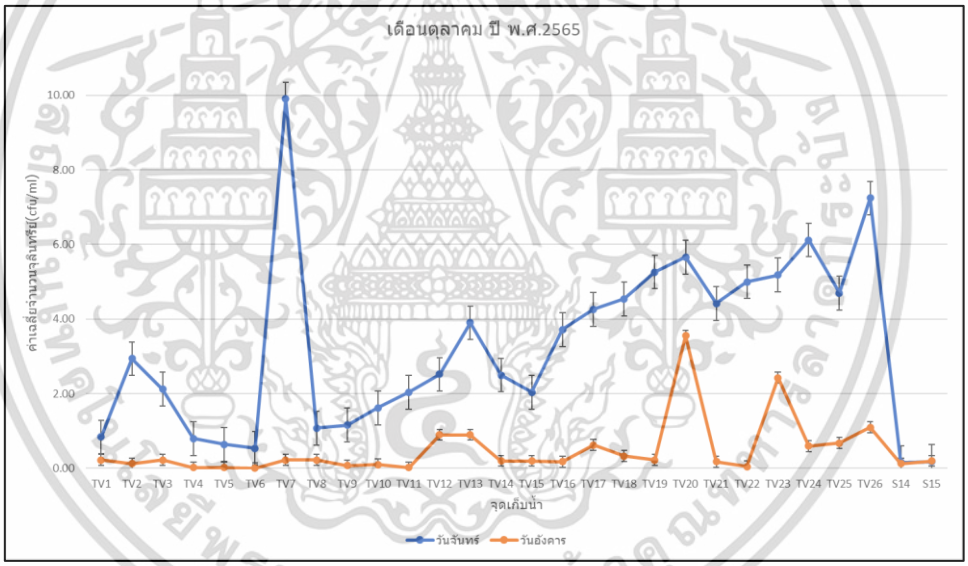
ตารางที่ 2 การแสดงผลเชื้อที่พบบนอาหาร

เชื้อ	อาหาร	รูป
Escherichia coli	MacConkey agar	
Pseudomonas aeruginosa	Cetrimide agar	
เชื้ออื่น	MacConkey agar	
เชื้ออื่น	Cetrimide agar	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบผลการตรวจวิเคราะห์ Purified water ด้วยวิธี Membrane filter วันจันทร์และวันอังคารเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2565



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบผลการตรวจวิเคราะห์ Purified water ด้วยวิธี Membrane filter วันจันทร์และวันอังคารเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2565

จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่าง Purified water ด้วยวิธี Microbial enumeration test ด้วยเทคนิค Pour plate โดยทำการตรวจในวันจันทร์และวันอังคารของเดือนกันยายนและตุลาคม ปี พ.ศ. 2565 เพื่อตรวจหาเชื้อ *E. coli* และ *Pseudomonas* sp. โดยการใช้ตัวอย่าง Purified water 3 จุด คือ S1, S2 และ S10 ทำการเจือจางโดยปิเปต 10 ml ลงใน buffer 90 ml จากนั้นปิเปต 1 ml จาก buffer ลงในเพลท เททับด้วยอาหาร PCA (Plate count agar) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ขั้นต่อไปนำตัวอย่าง S1 ปริมาตร 1 ml ที่เจือจางแล้วลงในอาหาร TSB (Tryptic soy broth) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส และทำการยืนยันเชื้อโดยเทคนิค Cross streak ลงบนอาหาร CET (Cetrimide agar) เพื่อหาเชื้อ *Pseudomonas* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปิเปตจากอาหาร TSB 2 ml ใส่ลงในอาหาร MCB (MacConkey broth) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียสและทำการยืนยันเชื้อโดยเทคนิค Cross streak ลงในอาหาร MCA (MacConkey agar) เพื่อตรวจหาเชื้อ *E. coli* และทำการตรวจบันทึกผล จากการทดลองพบว่าตัวอย่างน้ำ S1 ที่นำมาทำการคัดแยกเชื้อนั้นจะพบเชื้อ *E. coli* และ *Pseudomonas* sp.(ตารางที่ 2) ซึ่งจำนวนเชื้อที่ขึ้นเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากตัวอย่างน้ำ S1 เป็นน้ำดิบก่อนกระบวนการฆ่าเชื้อ (Sanitize) ตัวอย่างน้ำ S2 และ S10 ที่ไม่นำมาคัดแยกเชื้อเพราะจำนวนเชื้อที่ขึ้นนั้นยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 3) ดังงานวิจัย ของคุณกรุณา และคณะ (2564) ซึ่งการพบเชื้อ *P. aeruginosa*, Coliforms และ *E. coli* ของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วแสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตที่ไม่ดีพอ ส่วนใหญ่มีไม่ถึง 100 โคโลนีต่อน้ำ 250 ml แต่เชื้อสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณในสิ่งแวดล้อมที่มีสารอาหารต่ำได้ การมีเชื้อปริมาณมากจะมีผลต่อรสชาติ กลิ่น และความขุ่นของน้ำ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์และจุลินทรีย์ที่พบของตัวอย่างน้ำที่จุด S1, S2 และ S10 เดือนกันยายนและเดือนตุลาคม ปี พ.ศ 2565 ด้วยวิธี Pour plate method

เดือนกันยายน		
Sampling	**ค่าเฉลี่ย (cfu/ml)**	**Remark**
S1	TNTC	*P. aeruginosa* , *E. coli, Others*
S2	148.67	-
S10	9.75	-
เดือนตุลาคม		
Sampling	**ค่าเฉลี่ย (cfu/ml)**	**Remark**
S1	TNTC	*P. aeruginosa* , *E. coli, Others*
S2	80.86	-
S10	9.11	-

หมายเหตุ : TNTC = Too numerous to count

S1 น้ำดิบ

S2 น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองครั้งที่ 1

S10 น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองครั้งที่ 2

ตำแหน่งเก็บน้ำ ชั้น 3 Room No.8-3-E002

Specification ; S2 ≤500 cfu/ml, S10 ≤100 cfu/ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์ Purified water ด้วยวิธี Membrane filter method และวิธี Pour plate method พบว่า ปริมาณโคโลนีแบคทีเรียที่พบในน้ำเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมผ่านเกณฑ์เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ส่วนใหญ่เชื้อที่พบ *E. coli* เกิดขึ้นบนอาหาร MCA (MacConkey agar) มีลักษณะโคโลนีสีแดง ล้อมรอบด้วยตะกอนสีแดง (รูปที่ 7) และ *P. aeruginosa* เกิดขึ้นบนอาหาร CET (Cetrimide agar) มีลักษณะโคโลนีสีเหลืองหรือเป็นสีน้ำเงิน เมื่อส่องภายใต้แสง UV (Ultraviolet) (รูปที่ 8) หรืออาจจะมีการพบเชื้ออื่น (ตารางที่ 2) แต่จะไม่มีการจัดจำแนก จุลินทรีย์ตรวจพบบริเวณจุดเก็บน้ำ S1 เพราะเป็นน้ำดิบ โดยผ่านการกรองที่บริเวณจุดเก็บน้ำ S2 และ S10 สำหรับการหมุนเวียนทั่วองค์การ ปริมาณแบคทีเรียผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้ทดลองคิดว่า ควรทำการพิจารณาตรวจสอบตั้งแต่บริเวณจุด S1 เพราะเป็นแหล่งเก็บน้ำดิบต้นทาง ควบคู่ไปกับควรตรวจสอบระบบการเดินของน้ำ อาทิเช่น วัสดุที่ใช้ทำท่อ การกรอง วัสดุที่มีการเชื่อมต่อท่อน้ำ เป็นต้น ควรมีการพิจารณาระบบการกรองของ S1 และพัฒนาระบบการฆ่าเชื้อให้มีประสิทธิภาพที่เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรุณา ตีรสมิทธ์ ปิยมาศ แจ่มศรี บัณฑูร พานิชกุล อภิชาติ แก้วชื่นชัย และหนึ่งฤทัย กาญจนพันธ์. 2021. **การปนเปื้อนเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ในน้ำแร่บรรจุขวด น้ำบริโภคบรรจุขวด น้ำจากตู้หยอดเหรียญและน้ำจากตู้กดน้ำเย็น**. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://he01.tcithaijo.org/index.php/fdajournal/article/download/250323/169258/

บันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของระบบน้ำบริสุทธิ์ (น้ำบริสุทธิ์ (Purified water)) ด้วยวิธี Microbial enumeration (FM-AF72-C100) เก็บที่กลุ่มงานตรวจสอบคุณภาพ เป็นระยะเวลา 5 ปี

บทปฏิบัติการการทำความสะอาด. 2010. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://www.facagri.cmru.ac.th/2013/wp-content/uploads/2013/.pdf

บริษัท High Technology for Environment. 2015. **ความสำคัญของน้ำ ในอุตสาหกรรมยาและเภสัชกรรม**. [Online]. เข้าถึงได้จาก **https://www.treat.co.th/application/pharmaceutical-laboratory-solution/**

ประกาศกรมประปาส่วนภูมิภาค (พ.ศ.2550) **เรื่องมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค**. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://www.promotionsci.com

ภูสิทธิ์ ภูลวรรณ สิทธิพันธุ์ ไชยนันทน์ สายพิณ ไชยนันทน์ และบุญส่ง ไข่เกษ. 2017. **คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำในตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ ในเขตกรุงเทพมหานคร**. [Online]. เข้าถึงได้จาก prachak26_2C+_E0_B8_9A_E0_B8_A3_E0_B8_A3_E0_B8_A3_E0_B8_93_E0_B8_B2_E0_B8_98_E0_B8_B4_E0_B8_81_E0_B8_B2_E0_B8_A3_E0_B8_.pdf

ลักษณะโคโลนี *E.coli.* 2017. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/3053/8/277537_ch1.pdf

สุพพัต เหมทานนท์ และปิยวรรณ เนื่องมัจฉา. 2017. **การศึกษาความเหมาะสมของคุณภาพน้ำประปาในการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ ตำบลละอาย อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช**. [Online]. เข้าถึงได้จาก 105533-Article Text-268123-1-10-20171214.pdf (nstru.ac.th)

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. **แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6**. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://www.epub.rbru.ac.th/pdf-uploads/thesis-157-file08-2016-10-19-12-37-38.pdf

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร. 2013. **การใช้ชุดกรองเมมเบรนยี่ห้อ Millipore**. [2013]. เข้าถึงได้จาก http://bqsf.dmsc.moph.go.th/bqsfWeb/wpcontent/uploads/2018/QA_DOC/Documents-Obsolete/SOPRev.01.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2019. **คู่มือมาตรฐานน้ำดื่มประเทศไทย**. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://www.kanpho.go.th/new/downloads/.pdf

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร. 2018. **การตรวจวิเคราะห์ Total plate count ด้วยวิธี Pour plate และ Spread plate ในน้ำและน้ำแข็ง**. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://bqsf.dmsc.moph.go.th/bqsfWeb/wp-content/uploads/2018/QA_DOC/Documents-Obsolete/SOP.pdf

องค์ประกอบของ Cetrimide agar และลักษณะของ *P. aeruginosa*. 2022. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://microbiologyinfo.com/cetrimide-agar-composition-principle-uses-preparation-and-colony-morphology/

Ankur Choudhary. 2008. **เกณฑ์มาตรฐานน้ำ Purified water ตามมาตรฐานตำหรับยา**. [Online]. เข้าถึงได้จาก น้ำบริสุทธิ์ (Purified water) Specification as per IP/BP/USP: Pharma guideline

E. Lars Panne et al. 2009. **เรื่อง Microbiological quality and quality control of น้ำบริสุทธิ์ (Purified water) and ultrapure dialysis fluids for online hemodiafiltration in routine clinical practice**. [Online]. เข้าถึงได้จาก Microbiological quality and quality control of น้ำบริสุทธิ์ (Purified water) and ultrapure dialysis fluids for online hemodiafiltration in routine clinical practice - PubMed (nih.gov)

USP 42 Volume I General Chapters <61> Microbiological examination of non-sterile product: Microbial enumeration Tests

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางวิธีการเก็บตัวอย่าง Purified water อาคารผลิตยารังสิต 1 อาคารใหม่

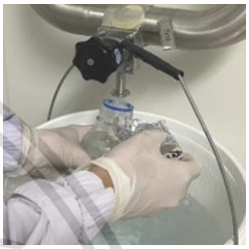
ชั้นที่ 1

ตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV1	Washing room ชั้น1 Room No.8-1-P079 บริเวณล้างอุปกรณ์	
TV2	Filling room 2 Room No.8-1-P082 ห้องบรรจุยาน้ำภายนอก	
TV3	Mixing room 2 Room No.8-1-P109 ห้องผสมยาน้ำภายนอก	
TV4	Washing room Room No.8-1-P068 ห้องหมัก-สกัด-กรอง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV5	Fermentation and filtering room Room No.8-1-P103 ห้องล้างอุปกรณ์	
TV6	Fermentation and filtering room 1 Room No.8-1-P082 ห้องหมัก-สกัด-กรอง	
TV7	Evaporation room Room No.8-1-P070 ห้องระเหย-กรอง	
TV8	Evaporation ห้องระเหยสาร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV9	Extraction room ห้องสกัด	
TV10	Washing room ห้องล้างอุปกรณ์	
TV11	Evaporation room Room No.8-1-P070 ห้องระเหย-กรอง	
TV12	ห้องระเหย-กรอง Room No.8-1-P025	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV13	Washing room (Equipment) Room No.8-1-P024	
TV14	Filling room Room No.8-1-P033	
TV16	Filling room 2 Room No.8-1-P028 ขวดแอลกอฮอล์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 2

ชื่อตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV19	Filling room Room no.8 -2-p042	
TV20	Preparation room Room no.8 -2-p041	
TV21	Liposome Room no.8 -2-p035 ห้องผลิตไลโปโซม	
TV22	Rm storage room Room no.8 -2-p037 ห้องเก็บผลิตภัณฑ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV23	Mixing room Room no.8 -2- p040 Mix1	
TV24	Filling room Room no.8 -2- p044	
TV25	Washing room Room no.8 -2-p041	
TV26	ROOM NO.8-2-P071	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 3

ชื่อตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
TV15	ROOM NO. 8-1-P124 PREPARATION ROOM	
S1	Room NO.8-1-P124 Preparation room	
S2	Room NO.8-1-P124 Preparation room	
S10	Room NO.8-1-P124 Preparation room	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อตัวอย่าง	ชื่อห้อง	รูปภาพ
S14	Room NO.8-1-P124 Preparation room	
S15	Room NO.8-1-P124 Preparation room	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการตรวจน้ำและกราฟ

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 05/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.0	Passed
TV2	1.6	Passed
TV3	0.0	Passed
TV4	0.1	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.0	Passed
TV8	0.0	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.0	Passed
TV11	0.0	Passed
TV12	0.0	Passed
TV13	0.0	Passed
TV14	0.0	Passed
TV15	0.0	Passed
TV16	0.0	Passed
TV17	0.0	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.0	Passed
TV20	0.0	Passed
TV21	0.1	Passed
TV22	0.0	Passed
TV23	0.0	Passed
TV24	0.0	Passed
TV25	0.4	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV26	0.0	Passed
S14	0.3	Passed
S15	0.1	Passed

Pour plate method			
Sampling point	Specification	Result (cfu/ml)	Remark
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa, E. coli*
S2	≤500 cfu/ml	52	-
S10	≤100 cfu/ml	14	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 06/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.0	Passed
TV2	0.0	Passed
TV3	0.0	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.1	Passed
TV8	0.0	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.0	Passed
TV11	0.0	Passed
TV12	0.8	Passed
TV13	0.7	Passed
TV14	0.1	Passed
TV15	0.1	Passed
TV16	0.0	Passed
TV17	0.1	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.0	Passed
TV20	2.8	Passed
TV21	0.0	Passed
TV22	0.0	Passed
TV23	0.0	Passed
TV24	0.1	Passed
TV25	0.0	Passed
TV26	0.0	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.1	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa,* others
S2	≤500 cfu/ml	45	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 12/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.0	Passed
TV2	0.0	Passed
TV3	0.0	Passed
TV4	0.2	Passed
TV5	0.1	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.0	Passed
TV8	0.1	Passed
TV9	0.2	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.4	Passed
TV12	0.2	Passed
TV13	1.4	Passed
TV14	0.1	Passed
TV15	0.3	Passed
TV16	0.0	Passed
TV17	0.3	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.0	Passed
TV20	0.0	Passed
TV21	0.1	Passed
TV22	0.0	Passed
TV23	0.1	Passed
TV24	0.0	Passed
TV25	0.3	Passed
TV26	0.0	Passed
S14	0.1	Passed
S15	1.1	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa, E. coli*
S2	≤500 cfu/ml	400	-
S10	≤100 cfu/ml	10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 13/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.0	Passed
TV2	0.0	Passed
TV3	0.2	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.0	Passed
TV8	0.0	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.0	Passed
TV12	0.6	Passed
TV13	2.9	Passed
TV14	0.0	Passed
TV15	0.1	Passed
TV16	0.1	Passed
TV17	0.0	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.0	Passed
TV20	0.0	Passed
TV21	0.0	Passed
TV22	0.0	Passed
TV23	0.1	Passed
TV24	0.1	Passed
TV25	0.0	Passed
TV26	0.0	Passed
S14	0.1	Passed
S15	0.3	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	Others
S2	≤500 cfu/ml	45	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 19/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.7	Passed
TV2	0.4	Passed
TV3	0.6	Passed
TV4	0.1	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.1	Passed
TV7	0.8	Passed
TV8	0.4	Passed
TV9	0.5	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.7	Passed
TV12	0.2	Passed
TV13	4.5	Passed
TV14	0.6	Passed
TV15	0.0	Passed
TV16	0.3	Passed
TV17	1.5	Passed
TV18	0.5	Passed
TV19	0.2	Passed
TV20	1.8	Passed
TV21	0.7	Passed
TV22	0.2	Passed
TV23	1.0	Passed
TV24	0.2	Passed
TV25	0.4	Passed
TV26	0.1	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.0	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa,* others
S2	≤500 cfu/ml	220	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 20/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.3	Passed
TV2	0.1	Passed
TV3	0.0	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.1	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.1	Passed
TV8	0.1	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.2	Passed
TV12	0.1	Passed
TV13	2.6	Passed
TV14	0.0	Passed
TV15	0.2	Passed
TV16	1.6	Passed
TV17	2.0	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.3	Passed
TV20	1.6	Passed
TV21	0.2	Passed
TV22	0.1	Passed
TV23	0.2	Passed
TV24	0.3	Passed
TV25	0.7	Passed
TV26	0.0	Passed
S14	0.2	Passed
S15	0.1	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa*, others
S2	≤500 cfu/ml	130	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 26/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.2	Passed
TV2	0.1	Passed
TV3	0.4	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.4	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.5	Passed
TV8	0.1	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.0	Passed
TV11	0.6	Passed
TV12	8.3	Passed
TV13	1.2	Passed
TV14	0.3	Passed
TV15	4.2	Passed
TV16	0.2	Passed
TV17	1.1	Passed
TV18	0.1	Passed
TV19	0.2	Passed
TV20	4.0	Passed
TV21	0.3	Passed
TV22	0.1	Passed
TV23	1.0	Passed
TV24	0.0	Passed
TV25	0.4	Passed
TV26	0.7	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.0	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	Others, *E. coli*
S2	≤500 cfu/ml	TNTC	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 27/09/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	**Interpreted results (cfu/ml)**	**Conclusion**
TV1	0.0	Passed
TV2	0.1	Passed
TV3	1.1	Passed
TV4	0.1	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.0	Passed
TV8	0.0	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.0	Passed
TV11	0.1	Passed
TV12	0.0	Passed
TV13	1.6	Passed
TV14	0.0	Passed
TV15	0.0	Passed
TV16	0.2	Passed
TV17	1.0	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.0	Passed
TV20	0.0	Passed
TV21	0.1	Passed
TV22	0.1	Passed
TV23	2.0	Passed
TV24	0.0	Passed
TV25	0.5	Passed
TV26	0.2	Passed
S14	0.0	Passed
S15	1.0	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa*, *E. coli*
S2	≤500 cfu/ml	TNTC	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 03/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.1	Passed
TV2	1.5	Passed
TV3	0.5	Passed
TV4	0.1	Passed
TV5	1.0	Passed
TV6	0.4	Passed
TV7	3.5	Passed
TV8	1.0	Passed
TV9	0.9	Passed
TV10	1.3	Passed
TV11	1.7	Passed
TV12	0.9	Passed
TV13	5.2	Passed
TV14	1.7	Passed
TV15	1.9	Passed
TV16	4.1	Passed
TV17	3.2	Passed
TV18	2.4	Passed
TV19	4.1	Passed
TV20	2.4	Passed
TV21	5.2	Passed
TV22	6.9	Passed
TV23	5.9	Passed
TV24	8.3	Passed
TV25	4.9	Passed
TV26	8.9	Passed
S14	0.6	Passed
S15	0.6	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa*, others
S2	≤500 cfu/ml	TNTC	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 04/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.7	Passed
TV2	0.0	Passed
TV3	0.4	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.1	Passed
TV8	0.1	Passed
TV9	0.1	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.1	Passed
TV12	0.2	Passed
TV13	1.8	Passed
TV14	0.2	Passed
TV15	0.1	Passed
TV16	0.4	Passed
TV17	0.3	Passed
TV18	0.2	Passed
TV19	0.2	Passed
TV20	0.4	Passed
TV21	0.0	Passed
TV22	0.1	Passed
TV23	2.4	Passed
TV24	0.2	Passed
TV25	0.7	Passed
TV26	0.7	Passed
S14	0.5	Passed
S15	0.2	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa*, others
S2	≤500 cfu/ml	TNTC	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 10/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.2	Passed
TV2	2.3	Passed
TV3	0.6	Passed
TV4	0.7	Passed
TV5	0.2	Passed
TV6	0.2	Passed
TV7	2.7	Passed
TV8	0.7	Passed
TV9	0.8	Passed
TV10	1.1	Passed
TV11	1.4	Passed
TV12	0.4	Passed
TV13	1.5	Passed
TV14	1.1	Passed
TV15	1.2	Passed
TV16	2.4	Passed
TV17	3.8	Passed
TV18	5.1	Passed
TV19	5.3	Passed
TV20	9.5	Passed
TV21	4.0	Passed
TV22	4.5	Passed
TV23	3.7	Passed
TV24	3.8	Passed
TV25	5.6	Passed
TV26	7.5	Passed
S14	0.1	Passed
S15	0.1	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	Others
S2	≤500 cfu/ml	91	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 11/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.1	Passed
TV2	0.1	Passed
TV3	0.2	Passed
TV4	0.1	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.7	Passed
TV8	0.3	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.0	Passed
TV12	0.2	Passed
TV13	1.5	Passed
TV14	0.0	Passed
TV15	0.2	Passed
TV16	0.0	Passed
TV17	0.7	Passed
TV18	0.6	Passed
TV19	0.2	Passed
TV20	10.6	Passed
TV21	0.3	Passed
TV22	0.0	Passed
TV23	1.0	Passed
TV24	0.2	Passed
TV25	0.7	Passed
TV26	0.0	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.2	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa,* E. *coli*
S2	≤500 cfu/ml	83	-
S10	≤100 cfu/ml	10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 17/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.0	Passed
TV2	1.8	Passed
TV3	0.8	Passed
TV4	0.9	Passed
TV5	0.4	Passed
TV6	0.2	Passed
TV7	15.9	Passed
TV8	0.4	Passed
TV9	2.3	Passed
TV10	3.9	Passed
TV11	1.1	Passed
TV12	0.8	Passed
TV13	2.4	Passed
TV14	4.6	Passed
TV15	2.5	Passed
TV16	2.2	Passed
TV17	5.7	Passed
TV18	4.3	Passed
TV19	4.2	Passed
TV20	5.1	Passed
TV21	2.8	Passed
TV22	3.5	Passed
TV23	7.6	Passed
TV24	5.2	Passed
TV25	3.4	Passed
TV26	5.4	Passed
S14	0.1	Passed
S15	0.0	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa,* others
S2	≤500 cfu/ml	153	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 18/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.0	Passed
TV2	0.4	Passed
TV3	0.1	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.0	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.0	Passed
TV8	0.2	Passed
TV9	0.0	Passed
TV10	0.2	Passed
TV11	0.0	Passed
TV12	1.1	Passed
TV13	0.1	Passed
TV14	0.6	Passed
TV15	0.1	Passed
TV16	0.2	Passed
TV17	1.4	Passed
TV18	0.5	Passed
TV19	0.2	Passed
TV20	2.7	Passed
TV21	0.4	Passed
TV22	0.1	Passed
TV23	6.0	Passed
TV24	1.4	Passed
TV25	0.6	Passed
TV26	0.7	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.0	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	No growth, others
S2	≤500 cfu/ml	109	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 24/10/2022

	Membrane filtration method	
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	2.0	Passed
TV2	3.9	Passed
TV3	6.5	Passed
TV4	1.3	Passed
TV5	1.2	Passed
TV6	1.8	Passed
TV7	26.6	Passed
TV8	2.9	Passed
TV9	1.3	Passed
TV10	1.7	Passed
TV11	5.3	Passed
TV12	10.3	Passed
TV13	5.9	Passed
TV14	4.5	Passed
TV15	4.6	Passed
TV16	9.6	Passed
TV17	7.1	Passed
TV18	10.4	Passed
TV19	12.5	Passed
TV20	9.5	Passed
TV21	9.4	Passed
TV22	9.9	Passed
TV23	7.7	Passed
TV24	13.1	Passed
TV25	9.2	Passed
TV26	14.3	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.2	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	Others, No growth
S2	≤500 cfu/ml	80	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 25/10/2022

Membrane filtration method		
Sampling point	Interpreted results (cfu/ml)	Conclusion
TV1	0.1	Passed
TV2	0.0	Passed
TV3	0.2	Passed
TV4	0.0	Passed
TV5	0.1	Passed
TV6	0.0	Passed
TV7	0.1	Passed
TV8	0.3	Passed
TV9	0.2	Passed
TV10	0.0	Passed
TV11	0.0	Passed
TV12	2.1	Passed
TV13	0.2	Passed
TV14	0.0	Passed
TV15	0.4	Passed
TV16	0.1	Passed
TV17	0.1	Passed
TV18	0.0	Passed
TV19	0.3	Passed
TV20	0.5	Passed
TV21	0.0	Passed
TV22	0.0	Passed
TV23	0.3	Passed
TV24	0.6	Passed
TV25	0.7	Passed
TV26	3.0	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.4	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa*, others
S2	≤500 cfu/ml	28	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริสุทธิ์ (Purified water) ด้วยวิธี Membrane filtration method และ Pour plate method วันที่ 31/10/22

Membrane filtration method		
Sampling point	**Interpreted results (cfu/ml)**	**Conclusion**
TV1	1.9	Passed
TV2	5.2	Passed
TV3	2.2	Passed
TV4	1.0	Passed
TV5	0.4	Passed
TV6	0.1	Passed
TV7	0.8	Passed
TV8	0.4	Passed
TV9	0.5	Passed
TV10	0.1	Passed
TV11	0.7	Passed
TV12	0.2	Passed
TV13	4.5	Passed
TV14	0.6	Passed
TV15	0.0	Passed
TV16	0.3	Passed
TV17	1.5	Passed
TV18	0.5	Passed
TV19	0.2	Passed
TV20	1.8	Passed
TV21	0.7	Passed
TV22	0.2	Passed
TV23	1.0	Passed
TV24	0.2	Passed
TV25	0.4	Passed
TV26	0.1	Passed
S14	0.0	Passed
S15	0.0	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pour plate method			
Sampling point	**Specification**	**Result (cfu/ml)**	**Remark**
S1	For information	TNTC	*P. aeruginosa*, others
S2	≤500 cfu/ml	22	-
S10	≤100 cfu/ml	<10	-

หมายเหตุ : *P. aeruginosa* ขึ้นบนอาหาร CET และ *E. coli* ขึ้นบนอาหาร MCA

TNTC : Too numerous to count

For information : non-specific

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 12 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวปภัสสร กลิ่นอวน รหัสประจำตัว 62050620

นางสาวศิรินดา สุนทรสนิท รหัสประจำตัว 62050652

นางสาวสุชาดา ลัดดาสิริพร รหัสประจำตัว 62050655

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชาชีววิทยา ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การตรวจวิเคราะห์น้ำบริสุทธิ์ ณ อาคารผลิตสมุนไพรและเภสัชเคมีภัณฑ์ องค์การเภสัชกรรมชื่อภาษาอังกฤษ Purified water analysis at herbs and pharmaceutical chemical department, pharmaceutical organization

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 2.94 %

ลงชื่อ.....ปภัสสร กลิ่นอวน..... ลงชื่อ.....ศิรินดา สุนทรสนิท..... ลงชื่อ.....สุชาดา ลัดดาสิริพร.....

(นางสาวปภัสสร กลิ่นอวน) (นางสาวศิรินดา สุนทรสนิท) (นางสาวสุชาดา ลัดดาสิริพร)

นักศึกษา นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า รศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ..... ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้