วศวช
ชว 1

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7ว

เรื่อง

ศึกษาการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนในเครื่องกรองน้ำ ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70

โดย
นายเกรียงไกร นาคะเกศ
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7ว

เรื่อง

ศึกษาการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนในเครื่องกรองน้ำ
ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70

เลขหมู่ วศ วช
ฮอ ๑
เลขทะเบียน ๑๒๖๑๘
วันที่ ๑๗ ก.ค. ๔๗

โดย
นายเกรียงไกร นาคะเกศ
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
.....ว.ศ.....

โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนในเครื่องกรองน้ำด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 เริ่มต้นพบว่าน้ำประปาก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำ น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่รวมทั้งที่ผ่านน้ำแล้ว 1 วัน มีคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค มอก. 257-2521 ส่วนน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองมีคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค มีปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ 3.51 $\log_{10}$ และโคลิฟอร์ม 1.48 $\log_{10}$ แสดงว่ามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งแสตนดาร์ดเพลตเคานต์และโคลิฟอร์มในไส้กรองของเครื่องกรองน้ำ แต่ไม่พบ *อี.โคไล* น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่มีคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค หลังจากนั้นอีก 1 วันก็ไม่มีการปนเปื้อน ทั้งแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม *อี.โคไล*และฟีคัลโคลิฟอร์ม

หลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำเอาไว้ 3 เดือน ปรากฏว่ายังคงมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั่วไป 3.53 $\log_{10}$ และโคลิฟอร์ม 1.70 $\log_{10}$ สำหรับ *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม ไม่ปนเปื้อนในภายหลัง หลังจากใช้เครื่องกรองน้ำอีก 1 วันต่อมาพบว่าปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 4.15 $\log_{10}$ ส่วนโคลิฟอร์มไม่เพิ่มจำนวน อีก 7 วันต่อมาพบว่า ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์และโคลิฟอร์มเพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 5.15 $\log_{10}$ และ 2.70 $\log_{10}$ตามลำดับ

ในการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนเครื่องกรองน้ำโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 พบว่าหลังจากแช่ไส้กรองนาน 2 ชั่วโมงสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงได้ แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด โดยปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลง 0.61 $\log_{10}$ จาก 5.15 $\log_{10}$ เหลือ 4.54 สำหรับปริมาณโคลิฟอร์มลดลง 1.00 $\log_{10}$ จาก 2.70 $\log_{10}$ เหลือ 1.70 $\log_{10}$

หลังจากแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์แล้ว ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์และโคลิฟอร์มที่ยังเหลืออยู่ในไส้กรองเพิ่มจำนวนมากขึ้นอีก ในวันที่ 9 ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เท่ากับ 4.66 $\log_{10}$ และโคลิฟอร์มเท่ากับ 1.90 $\log_{10}$ หลังจากนั้นจึงศึกษาเพิ่มเติมโดยแช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงได้มากกว่าการแช่ด้วยแอลกอฮอล์นาน 2 ชั่วโมง โดยแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลงมากถึง 3.18 $\log_{10}$ (จาก 4.66 $\log_{10}$เหลือ 1.48 $\log_{10}$) และโคลิฟอร์มลดลงถึง 1.30 $\log_{10}$ (จาก 1.90 $\log_{10}$เหลือ 0.60 $\log_{10}$)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญรูป	v
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ระยะเวลาดำเนินการ	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	8
3.1 ตัวอย่าง	8
3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์	8
3.3 สารเคมี	12
3.4 วิธีดำเนินการ	12
บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง	18
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษาทดลอง	32
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาทดลอง	34
กิตติกรรมประกาศ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก 1	38
ภาคผนวก 2	39

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	18
ตารางที่ 2	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองหลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำไว้ 3 เดือน	19
ตารางที่ 3	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเก็บตัวอย่างน้ำ 1 วันต่อมา	20
ตารางที่ 4	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเก็บตัวอย่างน้ำ 7 วันต่อมา	21
ตารางที่ 5	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง	22
ตารางที่ 6	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเก็บตัวอย่างน้ำ 9 วันต่อมา	23
ตารางที่ 7	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที	24
ตารางที่ 8	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองใหม่	25

ตารางที่ 9	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองใหม่ หลังจากทิ้งไว้ 1วัน	26
ตารางที่ 10	แสดงปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่างๆ	27
ตารางที่ 11	แสดงปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ ระยะเวลาต่างๆ	29
ตารางที่ 12	แสดงปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่างๆ	29
ตารางที่ 13	แสดงโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ ระยะเวลาต่างๆ	31

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ระยะเวลาต่างๆ	28
รูปที่ 2	ปริมาณโคลิฟอร์มระยะเวลาต่างๆ	30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

น้ำเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆรวมทั้งมนุษย์ด้วย สหประชาชาติได้ยกตัวอย่างพฤติกรรมการใช้น้ำของมนุษย์ว่าในแต่ละวันว่า มนุษย์ต้องดื่มน้ำวันละ 2 - 5 ลิตร [1] น้ำบริโภคส่วนใหญ่มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติเช่น แม่น้ำ ลำคลอง น้ำจากใต้ดิน ซึ่งแหล่งน้ำเหล่านี้มีสิ่งปนเปื้อนมากมาย จึงได้มีการคิดค้นผลิตน้ำให้ปลอดภัยสำหรับใช้บริโภค มีหลายวิธีที่นำมาใช้สำหรับปรับปรุงคุณภาพของน้ำ เช่นการตกตะกอน การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน การกรอง แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน บางทีอาจต้องใช้หลายวิธีในการผลิตน้ำบริโภคที่สะอาดและปลอดภัย

การกรองน้ำเป็นวิธีหนึ่งที่สะดวก โดยการกรองนี้เป็นการกำจัดความขุ่นของอนุภาคสิ่งสกปรกที่มีขนาดเล็ก ผู้บริโภคจึงนิยมใช้การกรองด้วยเครื่องกรองน้ำมากกว่าวิธีอื่น แต่มักพบปัญหาว่าหลังจากใช้เครื่องกรองน้ำไประยะหนึ่ง หากขาดการดูแลจะทำให้ประสิทธิภาพการกรองลดลง มีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกำจัดจุลินทรีย์เหล่านั้นเพื่อไม่ให้ปนเปื้อนเครื่องกรองน้ำ พบว่าแอลกอฮอล์เป็นสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพ [12,18,20] สามารถฆ่าเชื้อเครื่องมือเล็กๆได้ [12,18,20] สารละลายแอลกอฮอล์มีประสิทธิภาพทำลายเซลล์สิ่งมีชีวิตได้อย่างรวดเร็วทั้งแบคทีเรีย เชื้อราวมทั้งไวรัสด้วย แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ ความเข้มข้นที่นิยมคือร้อยละ 70 ถึง 80 [20]

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาการใช้เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ในการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนเครื่องกรองน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนในเครื่องกรองน้ำด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

ช่วยแก้ปัญหาและได้วิธีการกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนเครื่องกรองน้ำ

1.4 ระยะเวลาดำเนินการ

6 เดือน (กันยายน 2544-กุมภาพันธ์ 2545)

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

มีหลักฐานว่าการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อผลิตน้ำสำหรับบริโภคเริ่มมาตั้งแต่ 4,000 ปีก่อนคริสตกาล [16] โดยปรับปรุงด้านกลิ่นและรสชาติก่อน ชาวสันสกฤตและชาวกรีกโบราณได้ใช้วิธีการกรองด้วยถ่าน ตากแดด หรือต้มเพื่อกำจัดตะกอน สำหรับการทำให้น้ำใส และไม่มีสี ส่วนชาวอียิปต์โบราณใช้สารส้มเป็นตัวที่ทำให้สารแขวนลอยตกตะกอนมาตั้งแต่ 1,500 ปีก่อนคริสตกาล มนุษย์เริ่มใช้วิธีการกรองช่วงปีคริสตศักราช 1700 เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแยกสารแขวนลอย ต่อมาประมาณช่วง ต้นคริสตศักราช 1800 การกรองด้วยทรายอย่างช้าๆเริ่มเป็นที่นิยมในยุโรป จนถึงช่วงกลางและปลาย คริสตศักราช 1800 นักวิทยาศาสตร์เริ่มเข้าใจถึงแหล่งที่มา และผลของการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนซึ่งส่วนมากไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต่อมาในปี 1855 ด็อกเตอร์จอห์น สโนว์ พิสูจน์ว่าอหิวาหตกโรคที่เกิดระบาดในกรุงลอนดอนมาจากน้ำบาดาลซึ่งปนเปื้อนจากน้ำเสีย ในช่วงปลายปี 1880 หลุยส์ ปาสเตอร์ แสดงให้เห็นถึง "ทฤษฎีสิ่งมีชีวิตเล็กๆ" อธิบายถึงการกระจายตัวของเชื้อผ่านตัวกลางเช่นน้ำเป็นต้น ระหว่างศตวรรษที่ 19 และ 20 นักวิทยาศาสตร์เริ่มคำนึงถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในแหล่งน้ำสาธาณะ ในช่วงต้นคริสตศักราช 1900 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มได้ถูกออกแบบให้ลดความขุ่นแล้วก็ยังต้องกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเช่น ไข้รากสาดน้อย บิด อหิวาหตกโรค ดังนั้นในการกำจัดความขุ่นในน้ำดื่มในหลายรัฐในสหรัฐอเมริกาจึงได้เริ่มมีการใช้การกรองด้วยทรายอย่างช้าๆ และยังมีการใช้สารฆ่าเชื้อเช่น คลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในน้ำ และในปี1908 คลอรีนถูกใช้สำหรับฆ่าเชื้อเป็นครั้งแรกในมลรัฐนิวเจอร์ซี่ ช่วงนี้ก็มีการเริ่มใช้โอโซน แต่ไม่นิยมใช้ในอเมริกาจนกระทั่งหลายทศวรรษต่อมา ในปี 1914 ได้มีการออกกฎหมายควบคุมคุณภาพน้ำดื่ม โดยทางสาธารณสุขประเทศสหรัฐอเมริกาได้ตั้งมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของน้ำดื่มขึ้น ต่อมาได้มีการปรับปรุงกฎหมายมาเรื่อยๆ จนกระทั่งในปี1962 ได้มีการกำหนดมาตรฐานของสารประกอบต่างๆในน้ำดื่ม 28 ชนิด และในปี 1974 ได้มีการประกาศใช้กฎหมายเพื่อความปลอดภัยในการบริโภคน้ำดื่มทั้ง 50 รัฐ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วง 1970 ถึง 1980 ได้มีการพัฒนาวิธีกรองน้ำด้วยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส หรือ อาร์โอ นอกจากนี้ก็มีวิธีใช้โอโซนด้วย ปัจจุบันนี้วิธีที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำในสหรัฐอเมริกายังคงเป็นการกรองและการเติมคลอรีนเพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค [16]

สำหรับน้ำประปาในประเทศไทยผลิตจากแหล่งน้ำที่ดีปราศจากเชื้อโรคและสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ความยุ่งยากของการทำน้ำประปาขึ้นอยู่กับคุณภาพของแหล่งน้ำดิบ สิ่งเจือปนต่างๆที่มีอยู่ในน้ำจะถูกแยกหรือกำจัดออกไป มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบโดยตกตะกอนหรือกรองเพื่อให้ใสและเติมคลอรีนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เก็บน้ำไว้ในถังเก็บน้ำที่สะอาดมีฝาปิดมิดชิด

ป้องกันฝุ่นละอองและสิ่งสกปรก แล้วส่งไปตามท่อให้ประชาชนตามบ้าน และในปีพุทธศักราช 2522 กรมอนามัยได้สำรวจคุณภาพน้ำประปา ทั่วประเทศ รวม 34 จังหวัด พบว่ามีโคลิฟอร์มซึ่งใช้เป็นดัชนีวัดความสะอาดของน้ำปนเปื้อนอยู่ถึงร้อยละ 76 และพบฟีคัลโคลิฟอร์มร้อยละ 57 [3] ปัจจุบันการประปานครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาคมีโครงการน้ำประปาปลอดภัยดื่มได้จากก๊อกโดยได้รับการรับรองจากกรมอนามัย เริ่มตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2543 แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าน้ำประปาสามารถดื่มได้จากก๊อก ประชาชนยังต้องตรวจสอบท่อส่งน้ำภายในบ้านด้วยว่าสะอาดหรือไม่

เพื่อความสะดวกประชาชนทั่วไปจึงนิยมซื้อน้ำบริโภคบรรจุขวด หรือติดตั้งเครื่องกรองน้ำสำหรับผลิตน้ำบริโภคภายในบ้านเรือน ดังนั้นในปีพุทธศักราช 2529 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จึงสำรวจสุขลักษณะของน้ำบริโภคบรรจุขวดที่จำหน่ายในประเทศ จาก 55 จังหวัด พบว่าไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) ด้านจุลชีววิทยาถึงร้อยละ 32.7 [8] ในปีเดียวกันนี้ได้มีการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคจากโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่พบว่าเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เพียงร้อยละ 20.8 [2] และในปีพุทธศักราช 2532 -2533 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้สำรวจคุณภาพน้ำบริโภคบรรจุขวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 10 จังหวัด พบว่าไม่เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) ถึงร้อยละ 19.2 โดยพบโคลิฟอร์มเกินมาตรฐานถึงร้อยละ 15 [5] นอกจากนั้นในปีพุทธศักราช 2533 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ยังได้สำรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำผลิตน้ำแข็ง น้ำแข็ง น้ำผลิตอาหาร น้ำบริโภคบรรจุขวด และน้ำผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด จาก 14 จังหวัด พบว่า น้ำแข็งและน้ำผลิตน้ำแข็ง น้ำผลิตอาหาร น้ำบริโภคบรรจุขวดและน้ำผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด มีคุณภาพไม่เข้ามาตรฐาน ร้อยละ 32.1 54.4 และ 22.8 ตามลำดับ [4]

สำหรับมาตรฐานที่การประปาส่วนภูมิภาคใช้สำหรับควบคุมคุณภาพน้ำประปาได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค 257 เล่ม 1-2521 [17] มาตรฐานดังกล่าวได้กำหนดคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาดังนี้ แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ 500 โคโลนี/ลูกบาศก์เซนติเมตร โคลิฟอร์มออร์แกนิสซึมเอ็มพีเอ็นต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้อยกว่า 2.2 และไม่มี *อี.โคไล*

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องได้แก่ แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม

แสตนดาร์ดเพลตเคานต์คือจำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป ในมาตรฐานน้ำบริโภคกำหนดแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ไว้ต่ำคือ 500 โคโลนี/ลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากในน้ำที่สะอาดเหมาะต่อการบริโภคไม่ควรมีจุลินทรีย์มากนัก ขณะนี้บางมาตรฐานไม่ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ไว้

โคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในดิน อากาศและแหล่งน้ำธรรมชาติ [13] นอกจากนี้ยังพบในลำไส้คน และสัตว์ โคลิฟอร์มมีรูปร่างเป็นท่อน ติดสีกรัมบวก ไม่สร้างสปอร์ สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรด และแก๊ส [13,19] รีดิวซ์ไนเทรตให้เป็นไนไทรต์ ให้ผลลบเมื่อทดสอบปฏิกิริยาออกซิ

เดส (Oxidase negative) เจริญได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ - 2 ถึง 50 องศาเซลเซียส แบคทีเรียชนิดนี้ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี แต่ไม่สามารถทนอุณหภูมิเยือกแข็ง และรังสีอัลตราไวโอเลตในแสงแดด แบคทีเรียกลุ่มนี้ใช้เป็นดัชนีเพื่อบ่งบอกถึงความสะอาด และสุขลักษณะได้ [7]

โคลิฟอร์มมีหลายจีนัส เช่น เอสเชอริเชีย (*Escheriachia*) ซิโทรแบกเทอร์ (*Citrobacter*) เอ็นเทอโรแบกเทอร์ (*Enterobacter*) และเคล็บซิเอลล่า (*Klebsiella*) โคลิฟอร์มพอจำแนกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ ฟีคัลโคลิฟอร์ม และพวกที่ไม่ใช่ฟีคัลโคลิฟอร์ม [13]

ฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่ติดสีกรัมลบ (Gram negative bacteria) มีรูปร่างเป็นท่อน สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรด และแก๊สได้ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปจะพบจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ในอุจจาระของคนและสัตว์ ฟีคัลโคลิฟอร์มที่สำคัญได้แก่ *อี.โคไล* บางสายพันธุ์ของจีนัส เอ็นเทอโรแบกเทอร์ และเคล็บซิเอลล่า ฟีคัลโคลิฟอร์มไม่ทนต่อความร้อน อุณหภูมิที่ใช้ในการหุงต้มทั่วไปสามารถทำลายจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ [13]

สำหรับโคลิฟอร์มอื่นๆที่ไม่ใช่ฟีคัลโคลิฟอร์มจะไม่เจริญที่ 46 องศาเซลเซียส [13]

อี.โคไล เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยทั่วไป *อี.โคไล* จะอาศัยอยู่ในลำไส้คนและสัตว์เลือดอุ่น เจริญได้ดีตั้งแต่อุณหภูมิ 7 ถึง 50 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 37 องศาเซลเซียส [10] หากพบ *อี.โคไล* ในน้ำดื่มหรืออาหารแสดงว่ามีการปนเปื้อนโดยตรงหรือโดยอ้อมจากอุจจาระ แสดงว่าน้ำดื่มหรืออาหารนั้นไม่ถูกสุขลักษณะ [7]

จากการสำรวจหลายๆครั้งที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าน้ำที่ใช้บริโภคยังไม่ผ่านมาตรฐานจำนวนมาก ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ปลอดภัยต่อการบริโภค เช่นการกรอง การฆ่าเชื้อในน้ำ เป็นต้น

การกรองน้ำนับว่าเป็นวิธีที่สะดวกและง่ายสำหรับผู้บริโภค โดยเพียงนำเครื่องกรองน้ำมาติดเข้ากับท่อประปาก็ใช้ได้แล้ว การกรองน้ำแยกได้เป็น 2 ลักษณะ [6]คือ

1. การกรองแบบติดผิวชั้นกรอง (Surface filtration) ได้แก่การกรองโดยใช้แผ่นกรอง แท่นกรอง และใช้สารกรองชั่วคราว
   - การกรองโดยใช้แผ่นกรอง แผ่นกรองอาจเป็นผ้าหรือแผ่นโลหะเบาๆหรือแผ่นใยสังเคราะห์
   - การกรองแบบใช้แท่งกรองหรือไส้กรอง แท่งกรองหรือไส้กรองเป็นแท่งวัตถุที่มีรูพรุนขนาดเล็กยอมให้น้ำไหลผ่านได้ แต่อนุภาคของสิ่งสกปรกต่างๆจะติดค้างอยู่ที่ผิวของแท่งกรอง แท่งกรองแบบนี้ใช้ติดที่หัวก๊อกน้ำประปา เมื่อใช้ไประยะหนึ่งต้องนำมาล้างแล้วใช้ใหม่
   - การกรองแบบใช้สารกรองชั่วคราว ใช้กำจัดอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก เหมาะสำหรับใช้กับปริมาณน้ำไม่มากนัก น้ำมีสิ่งเจือปนน้อย การกรองชนิดนี้จะฉาบผิวเครื่องกรอง

ด้วยสารไดอะโตมาเชียสเอิร์ท (diatomaceous earth) หนาประมาณ 3.5 มิลลิเมตร เมื่อกรองน้ำจนกระทั่งอุดตัน สารกรองจะหมดประสิทธิภาพ ต้องขูดทิ้งไป

2. การกรองแบบติดค้างในชั้นกรอง (Filtration through a filter-bed) เป็นการกรองโดยให้น้ำไหลผ่านตัวกลางที่มีรูพรุน เช่น ทราย ถ่าน กรวด หรือตัวกลางอื่นๆที่มีรูปร่างเป็นเม็ด น้ำจะไหลแทรกไปตามรูพรุนของตัวกลางจนเต็ม และไหลทะลุผ่านช่องว่างของรูพรุนไปได้ โดยสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำจะติดค้างอยู่ตามช่องว่างของตัวกลาง ความสามารถในการกรองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวกลาง และอัตราการไหลของน้ำ

เครื่องกรองน้ำมีประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวเครื่องและสารกรอง

1. ตัวเครื่อง ส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม หรือสารสังเคราะห์ เช่น โพลีโพรพิลีน ภายในตัวเครื่องจะบรรจุสารกรองไว้
2. สารกรอง ทำหน้าที่กำจัดความขุ่น ความกระด้าง สี กลิ่น สารแขวนลอย อิออนต่างๆ ออกจากน้ำ

สารกรองแบ่งตามชนิดได้ดังนี้

1. ทราย (sand) ใช้กรองความขุ่น สิ่งสกปรก ฝุ่นละออง ตะกอนต่างๆที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ
2. ถ่านแอนทราไซต์ (anthracite coal) ใช้กรองความขุ่นและตะกอนเช่นเดียวกับทราย แต่มีข้อดีกว่าคือการกรองโดยถ่านแอนทราไซต์จะไม่มีซิลิกา (silica) หลุดรอดออกไปกับน้ำที่กรองแล้ว ซิลิกานี้เป็นตัวที่ทำให้เกิดตะกอนแข็งในหม้อน้ำและล้างออกยาก
3. ไดอะโตมาเชียส เอิร์ท (diatomaceous earth) เป็นผงที่เกิดจากไดอะตอม (diatom) ซึ่งเป็นซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้วไม่เน่าสลาย ใช้สำหรับกรองแบคทีเรีย
4. ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นสารกรองเช่นเดียวกับถ่านแอนทราไซต์ แต่สามารถกำจัด กลิ่น รส และอิออนต่างๆของเหล็กและแมงกานีส โดยการดูดซับสารต่างๆและคอลลอยด์ไว้ในรูพรุนจำนวนมากที่พื้นผิว ทั้งยังสามารถดูดซับคลอรีนทั้งในรูปคลอรีนอิสระและสารประกอบตกค้างได้ด้วย
5. สารกรองไฟเบอร์ (fiber filter) ใช้กรองความขุ่นและตะกอนในเครื่องกรองแบบใช้ความดัน ไส้กรองทำด้วยไนลอน ด้าย เซลลูโลสอะซิเตต เศษโลหะอัดตัวแน่น กระดาษและผ้า
6. ทรายเฟอร์โร (ferrro sand) เป็นทรายชนิดพิเศษ สามารถกรองเหล็ก แมงกานีส ไฮโดรเจนซัลไฟด์และสารอนินทรีย์ เมื่อใช้ไปนานๆสารนี้จะเสื่อมสภาพ วิธีที่จะทำให้มีประสิทธิภาพเท่าเดิมก็โดยล้างด้วยด่างทับทิม หรือคลอรีน หรือเป่าอากาศลงในน้ำ

7. เรซิน (resin) เป็นสารสังเคาระห์ที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ใช้กำจัดอิอออนต่างๆที่แตกตัวอยู่ในน้ำซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำกระด้าง เมื่อใช้ไปนานๆเรซินจะหมดความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิอออนต้องล้างด้วยสารละลายที่เหมาะสม เช่น น้ำเกลือ

เครื่องกรองทั่วไปที่จำหนายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะะเป็นแบบท่อคู่ ท่อแรกจะเป็นทางน้ำเข้าบรรจุสารกรองตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป เช่น ถ่านกัมมันต์ ถ่านแอนทราไซต์ ทรายเฟอร์โรและสารกรองชนิดอื่นๆ เพื่อกำจัดตะกอน สารแขวนลอย กลิ่น สี รส และคลอรีนในน้ำก่อนจะส่งผ่านไปยังท่อที่สอง ซึ่งนิยมบรรจุเรซินไว้ทั้งหมดเพื่อกำจัดอิอออนต่างๆออกจากน้ำ

หากพบว่าเครื่องกรองที่ใช้อยู่ปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกำจัดจุลินทรีย์เหล่านั้น สำหรับสารฆ่าเชื้อทั้งหลายพบว่าแอลกอฮอล์เป็นสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพ [12,18,20] โดยเอทานอลและไอโซโปรปานอลสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนบาดแผลที่ผิวหนังและก่อนการเจาะเลือดตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้การแช่แอลกอฮอล์เพียง 10 - 15 นาทีสามารถฆ่าเชื้อเทอร์โมมิเตอร์และเครื่องมือเล็กๆได้อีกด้วย [12,18,20] แอลกอฮอล์ที่เจือจางด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นร้อยละ 50 ถึง 90 สามารถฆ่าเชื้อโดยตกตะกอนโปรตีนที่สำคัญของเซลล์และยังละลายไขมันที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย [18,20] สารละลายแอลกอฮอล์จะทำลายเซลล์สิ่งมีชีวิตได้อย่างรวดเร็วทั้งแบคทีเรีย เชื้อราวมทั้งไวรัสด้วย แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ ความเข้มข้นที่นิยมคือร้อยละ 70 ถึง 80 [20] จากการทดลองใช้แอลกอออล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 50 และ 70 พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อบนผิวหนังสูงสุด [12] นอกจากนี้แอลกอฮอล์ยังช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในไขมันบนผิวหนังด้วย แต่เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็นสารที่ระเหยเร็ว ดังนั้นจึงควรใช้เป็นสารฆ่าเชื้อที่ใช้ระยะเวลาสั้น [18]

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

3.1 ตัวอย่าง

3.1.1 น้ำประปาที่ใช้ในกรมวิทยาศาสตร์บริการ

3.1.2 น้ำประปาที่ใช้ในกรมวิทยาศาสตร์บริการไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ

3.1.3 น้ำประปาที่ใช้ในกรมวิทยาศาสตร์บริการผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

3.2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

ก. เพลตเคานต์อะการ์ (plate count agar) ของ Difco [14]

อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ใช้สำหรับทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในตัวอย่างน้ำ มีสูตรและวิธีเตรียมดังนี้ :-

ทริปโทน (tryptone)	5	กรัม
ยีสต์เอกแทร็กซ์ (yeast extract)	2.5	กรัม
เดกซ์โทส (dextose)	1	กรัม
น้ำกลั่น (distilled water)	1	ลิตร

ปรับความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายจนหมด เขย่าให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ข. ลอริลซัลเฟตบรอท (lauryl sulfate broth) ความเข้มข้น 2 เท่า ของ Merck

อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ใช้ทดสอบขั้นแรกสำหรับหาแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและ *อี. โคไล* ในตัวอย่างน้ำที่ใช้ปริมาตรเท่ากับอาหารเลี้ยงเชื้อ มีสูตรและวิธีเตรียมดังนี้ :-

ทริปโทส (tryptose)	40	กรัม
ไดโพแทสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (dipotassium hydrogen phosphate)	5.5	กรัม
โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต	5.5	กรัม

(potassium dihydrogen phosphate)		
โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride)	10	กรัม
แล็กโทส (lactose)	10	กรัม
โซเดียม ลอริล ซัลเฟต (sodium lauryl sulfate)	0.2	กรัม
น้ำกลั่น (distilled water)	1	ลิตร

ปรับความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 6.8 ± 0.1 ที่ 25 องศาเซลเซียส

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น แบ่งใส่หลอดทดลองขนาดใหญ่ 18 x 180 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดจับแก๊ส ดูแรห์ม (durham tube) คว่ำอยู่ในหลอด ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อหลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุก แล้วนำไปอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ค. ลอริลซัลเฟตบรอท (lauryl sulfate broth) ของ Merck [15]

อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ใช้ทดสอบขั้นแรกสำหรับหาแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และอี.*โคไล*ในตัวอย่างน้ำ มีสูตรและวิธีเตรียมดังนี้ :-

ทริปโทส (tryptose)	20	กรัม
ไดโพแทสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (dipotassium hydrogen phosphate)	2.75	กรัม
โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต (potassium dihydrogen phosphate)	2.75	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride)	5	กรัม
แล็กโทส (lactose)	5	กรัม
โซเดียม ลอริล ซัลเฟต (sodium lauryl sulfate)	0.1	กรัม
น้ำกลั่น (distilled water)	1	ลิตร

ปรับความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 6.8 ± 0.1 ที่ 25 องศาเซลเซียส

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น แบ่งใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก 16 x 150 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดจับแก๊ส ดูแรห์ม (durham tube) คว่ำอยู่ในหลอด ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อหลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุก แล้วนำไปอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ง. บริลเลียนท์กรีนไบล์ ร้อยละ 2 (brilliant green bile 2 %) ของ Difco

อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ใช้ทดสอบซ้ำสำหรับยืนยันแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและ *อี.โคไล* มีสูตรและวิธีเตรียมดังนี้ :-

เพปโทน (peptone)	10	กรัม
ดีวัว (oxgall)	20	กรัม
แล็กโทส (lactose)	10	กรัม
บริลเลียนท์กรีน (brilliant green)	0.0133	กรัม
น้ำกลั่น (distilled water)	1	ลิตร

ปรับความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.2 ± 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 x 150 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดจับแก๊ส ดูแรห์ม (durham tube) คว่ำอยู่ในหลอด ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อหลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุก แล้วนำไปอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

จ. อีซีมีเดียม (EC medium) ของ Difco [14]

อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ใช้ทดสอบซ้ำสำหรับยืนยันแบคทีเรียชนิดฟีคัลโคลิฟอร์ม มีสูตรและวิธีเตรียมดังนี้ :-

ทริปโทส (tryptose)	20	กรัม
แล็กโทส (lactose)	5	กรัม
ไบล์ซอลต์หมายเลข 3 (bile salts No.3)	1.5	กรัม
ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (dipotassium phosphate)	4	กรัม
โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (monopotassium phosphate)	1.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride)	5	กรัม
น้ำกลั่น (distilled water)	1	ลิตร

ปรับความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 6.9 ± 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 x 150 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดจับแก๊ส ดูแรห์ม (durham tube) คว่ำอยู่ในหลอด ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อหลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุก แล้วนำไปอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3.2.2 เครื่องมือ

3.2.2.1 เตาอบฆ่าเชื้อ (hot air oven) รุ่น UT 6200 Heraeus ประเทศเยอรมนี อุณหภูมิที่ใช้ 170 ± 10 องศาเซลเซียส

3.2.2.2 ตู้อบเพาะเชื้อ (incubator) รุ่น B 6760 Heraeus ประเทศเยอรมนี อุณหภูมิที่ใช้ 35 ± 1 องศาเซลเซียส

3.2.2.3 เครื่องชั่ง รุ่น LP 6200S Sartorius ประเทศเยอรมนี ความละเอียด 0.01 กรัม

3.2.2.4 เครื่องอังน้ำ (water bath) รุ่น MD 27 Julabo ประเทศเยอรมนี อุณหภูมิที่ใช้ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส และ 45.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส

3.2.2.5 เครื่องมือวัดความเป็นกรด – ด่าง รุ่น 420 A ORION ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.2.6 หม้อนึ่งอัด (autoclave) รุ่น HA-300P Hirayama ประเทศญี่ปุ่น อุณหภูมิที่ใช้ 121 ± 1 องศาเซลเซียส

3.2.2.7 เครื่องนับโคโลนี (colony counter)

3.2.3 วัสดุอุปกรณ์

3.2.3.1 เครื่องกรองน้ำชนิดที่ทำจากหินที่มีรูพรุน มีก๊อกน้ำ 2 ก๊อกให้น้ำไหลผ่านไส้กรอง 1 ก๊อก และก๊อกน้ำซึ่งน้ำไม่ผ่านไส้กรองอีก 1 ก๊อก เครื่องกรองน้ำที่ใช้ในการศึกษาทดลองมี 2 เครื่องคือเครื่องเก่าและเครื่องใหม่

3.2.3.2 จานเพาะเชื้อ (petri-dish) ขนาด 100x15 มิลลิเมตร

3.2.3.3 เข็มเขี่ยเชื้อ (loop)

3.2.3.4 ปิเปตต์แก้ว (serological pipets) Brand ประเทศอังกฤษ

3.2.3.5 หลอดแก้วทดลอง (test tubes) Pyrex ประเทศอังกฤษ

3.2.3.6 หลอดดูแรห์ม (durham tubes) Pyrex ประเทศอังกฤษ

3.2.3.7 บีคเกอร์ (beakers) Pyrex ประเทศอังกฤษ

3.2.3.8 ขวดแก้วทดลองรูปชมพู่ (erlenmeyer flasks) ขนาดความจุ 250 มิลลิลิตร และ 500 มิลลิลิตร Pyrex ประเทศอังกฤษ

3.3 สารเคมี

3.3.1 เอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 70 ของ องค์การเภสัชกรรม

3.3.2 สารละลายสำหรับเจือจาง

เตรียมดังนี้

1) ละลายโปแทสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต (potassium dihydrogen phosphate) 34 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) 1 นอร์แมล ให้ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.2 แล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

2) สารละลายฟอสเฟต บัฟเฟอร์ (phosphate buffer) เตรียมโดยใช้สารละลายที่ได้จาก 3.3.2 ข้อ 1) ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

3.4 วิธีดำเนินการ

3.4.1 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ</u>

เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้วโดยใช้ความร้อน 180 °ซ. นาน 2 ชั่วโมง นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด และ *อี.โคไล*

3.4.2 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำไว้ 3 เดือน</u>

หลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำไว้ 3 เดือน เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม

3.4.3 <u>การทดสอบน้ำประปาและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 1 วันต่อมา</u>

1 วันต่อมา เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม

3.4.4 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 7 วันต่อมา</u>

หลังจากทดสอบตาม 3.4.3 แล้ว อีก 7 วันต่อมาเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหา แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล*

และฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยระหว่างช่วง 7 วันไม่มีการใช้เครื่องกรองน้ำเลย เพื่อศึกษาว่าเก็บเครื่องกรองน้ำไว้ 1 อาทิตย์แล้วจำนวนจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3.4.5 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง</u>

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ 3.4.4 แล้ว แช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง เทเอทิลแอลกอฮอล์ทิ้ง ใส่น้ำประปาเข้าเครื่องกรอง 2 ครั้ง ครั้งที่ 3 จึงเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม เพื่อศึกษาดูว่าหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ 2 ชั่วโมง ปริมาณจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3.4.6 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 9 วันต่อมา</u>

หลังจากทดสอบตาม 3.4.5 อีก 9 วันต่อมาเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยหลังจากทดสอบตาม 3.4.5 แล้ว ไม่ใช้เครื่องกรองอีก เพื่อศึกษาว่าปริมาณจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไรในช่วงสั้นๆหลังจากใช้เอทิลแอลกอฮอล์กำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนแล้ว

3.4.7 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที</u>

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ 3.4.6 แล้ว แช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที เทเอทิลแอลกอฮอล์ทิ้ง ใส่น้ำประปาเข้าเครื่องกรอง 2 ครั้ง ครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม เพื่อศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ว่าจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร หากแช่ด้วยแอลกอฮอล์นานขึ้นอีก 30 นาที หากนานกว่านี้อาจทำให้เครื่องกรองน้ำปนเปื้อนด้วยแอลกอฮอล์ไม่เหมาะต่อการใช้งาน

3.4.8 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองจากเครื่องกรองใหม่</u>

เก็บตัวอย่างน้ำจากเครื่องกรองใหม่ ใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหาแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม การทดลองนี้ต้องการศึกษาว่าเครื่องกรองใหม่มีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์หรือไม่

3.4.9 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองจากเครื่องกรองใหม่เก็บตัวอย่าง 1 วันต่อมา</u>

เก็บตัวอย่างน้ำจากเครื่องกรองใหม่ 1วันต่อมา ใส่ขวดแก้วซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบหา แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม การทดลองนี้ต้องการศึกษาว่าเมื่อทิ้งเครื่องกรองไว้อีก 1 วันจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนเพิ่มขึ้นมาหรือไม่ อย่างไร

3.4.10 <u>ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่างๆ</u>

นำผลแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ที่ได้จากการทดลอง 3.4.1 ถึง 3.4.7 มาใส่ในตารางโดยศึกษาว่ามีปริมาณเท่าไร เมื่อเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆกัน แล้วนำผลแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ที่ได้มาคำนวณเป็นค่า $\log_{10}$ และนำค่า $\log_{10}$ กับระยะเวลามาเขียนกราฟ

3.4.11 <u>ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่เครื่องใหม่ ระยะเวลาต่างๆ</u>

นำผลแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ที่ได้จากการทดลอง 3.4.8 ถึง 3.4.9 มาใส่ในตารางโดยศึกษาว่ามีปริมาณเท่าไร เมื่อเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆกัน แล้วนำผลแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ที่ได้มาคำนวณเป็นค่า $\log_{10}$ และนำค่า $\log_{10}$ กับระยะเวลามาเขียนกราฟ

3.4.12 <u>ปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่างๆ</u>

นำผลโคลิฟอร์มที่ได้จากการทดลอง 3.4.1 ถึง 3.4.7 มาใส่ในตารางโดยศึกษาว่ามีปริมาณเท่าไร เมื่อเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆกัน แล้วนำผลโคลิฟอร์มที่ได้มาคำนวณเป็นค่า $\log_{10}$ และนำค่า $\log_{10}$ กับระยะเวลามาเขียนกราฟ

3.4.13 <u>ปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ ระยะเวลาต่างๆ</u>

นำผลโคลิฟอร์มที่ได้จากการทดลอง 3.4.8 ถึง 3.4.9 มาใส่ในตารางโดยศึกษาว่ามีปริมาณเท่าไร เมื่อเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆกัน แล้วนำผลโคลิฟอร์มที่ได้มาคำนวณเป็นค่า $\log_{10}$ และนำค่า $\log_{10}$ กับระยะเวลามาเขียนกราฟ

3.4.14 วิธีทดสอบตัวอย่างน้ำ

3.4.14.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำและสารละลายเจือจาง

1) เขย่าตัวอย่างน้ำที่อยู่ในขวดขึ้นลงโดยแรง 25 ครั้ง

2) ใช้ปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่ใส่สารละลายเจือจาง 9 มิลลิลิตร เพื่อทำให้เจือจาง 1 ต่อ 10

3) ใช้ปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายเจือจาง 1 ต่อ 10 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่ใส่สารละลายเจือจาง 9 มิลลิลิตร เพื่อทำให้เจือจาง 1 ต่อ 100

3.4.14.2 วิธีทดสอบ แสตนดาร์ดเพลตเคานต์

1) ปิเปตตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างที่ทำให้เจือจาง 1 ต่อ 10 และ 1 ต่อ 100 ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ตัวอย่างละ 2 จาน จานละ 1 มิลลิลิตร

2) เทเพลตเคานต์อะการ์ ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร

3) หมุนจานเพาะเชื้อเบาๆเพื่อให้ตัวอย่างและอะการ์ผสมเข้ากัน

4) ทิ้งไว้ให้เย็นจนอะการ์แข็งตัว นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง

5) นำจานเพาะเชื้อมานับจำนวนโคโลนี เลือกนับจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีไม่เกิน 300

6) นำค่าเฉลี่ยที่นับได้คูณด้วยค่าไดลูชั่นแฟกเตอร์ (dilution facter) คำนวณเป็นโคโลนีต่อตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร

3.4.14.3 วิธีทดสอบ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น แบบ 5-5-5 หลอด

วิธีตรวจขั้นแรก (*presumptive test*)

1) เขย่าตัวอย่างน้ำที่อยู่ในขวดขึ้นลงโดยแรง 25 ครั้ง

2) ใช้ปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ซึ่งมีอาหารเลี้ยงเชื้อลอริลซัลเฟตบรอทและมีหลอดดูแรห์มบรรจุอยู่ ปริมาตรหลอดละ 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด

3) ใช้ปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก ซึ่งมีอาหารเลี้ยงเชื้อลอริลซัลเฟตบรอทและมีหลอดดูแรห์มบรรจุอยู่ ปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

4) ใช้ปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายเจือจาง 1 ต่อ 10 ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กซึ่งมีอาหารเลี้ยงเชื้อลอริลซัลเฟตบรอทและมีหลอดดูแรห์มบรรจุอยู่ ปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด

5) นำหลอดที่ใส่ตัวอย่างน้ำทั้งหมด เข้าตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง

6) เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ตรวจก๊าซในหลอดดูแรห์ม ถ้าไม่มีก๊าซ อบต่อจนครบ 48 ± 3 ชั่วโมง ตรวจดูก๊าซอีกครั้งหนึ่ง

7) ภายใน 48 ± 3 ชั่วโมง มีก๊าซเกิดขึ้นรายงานผลเป็นบวก หากไม่มีก๊าซรายงานผลเป็นลบ หลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายหลัง 24 ± 2 ชั่วโมง หรือ 48 ± 3 ชั่วโมง นำไปตรวจซ้ำทุกหลอด

วิธีตรวจซ้ำ (confirmed test)

1) ถ่ายเชื้อโดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อทุกหลอดที่มีก๊าซลงในหลอดทดลอง ที่มีบริลเลียนท์กรีนไบล์ ร้อยละ 2

2) นำหลอดทั้งหมด เข้าตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 3 ชั่วโมง

3) ภายใน 48 ± 3 ชั่วโมง มีก๊าซเกิดขึ้นรายงานผลเป็นบวก หากไม่มีก๊าซรายงานผลเป็นลบ

4) นำผลที่ได้ไปเปิดตารางเอ็มพีเอ็น (ภาคผนวก 2) รายงานเป็น เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง

3.4.14.4 วิธีทดสอบ *อี.โคไล*

วิธีตรวจขั้นแรก

ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.4.10.3 วิธีตรวจขั้นแรก ข้อ 1) ถึง 7)

วิธีตรวจซ้ำ

1) ถ่ายเชื้อโดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อทุกหลอดที่มีก๊าซลงในหลอดทดลอง ที่มีบริลเลียนท์กรีนไบล์ ร้อยละ 2

2) นำหลอดทั้งหมดใส่ในเครื่องอังน้ำ ที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง

3) ภายใน 24 ชั่วโมง มีก๊าซเกิดขึ้นให้ผลเป็นบวก รายงานว่าพบ *อี.โคไล* หากไม่มีก๊าซให้ผลเป็นลบ รายงานว่าไม่พบ *อี.โคไล*

3.4.14.5 วิธีทดสอบ ฟีคัลโคลิฟอร์ม

วิธีตรวจขั้นแรก

ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.4.10.3 วิธีตรวจขั้นแรก ข้อ 1) ถึง 7)

วิธีตรวจซ้ำ

1) ถ่ายเชื้อโดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อทุกหลอดที่มีก๊าซลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออีซีมีเดียม

2) นำหลอดทั้งหมดใส่ในเครื่องอังน้ำ ที่อุณหภูมิ 45.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง

3) ภายใน 24 ชั่วโมง มีก๊าซเกิดขึ้นให้ผลเป็นบวก รายงานว่าพบ ฟีคัลโคลิฟอร์ม หากไม่มีก๊าซให้ผลเป็นลบ รายงานว่าไม่พบ ฟีคัลโคลิฟอร์ม

บทที่ 4
ผลการศึกษาทดลอง

4.1 การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	2	40	3 200
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	30
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า น้ำประปาและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 แต่น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำมีสมบัติทางจุลชีววิทยาไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 เนื่องจากพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์มากกว่า 500 โคโลนี/มิลลิลิตรและโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

4.2 การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำไว้ 3 เดือน

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองหลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำไว้ 3 เดือน

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	34	3 400
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	50
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าได้ผลเหมือนกับในตารางที่ 1 กล่าวคือ น้ำประปาและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 สำหรับน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำยังคงพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ มากกว่า 500 โคโลนี/มิลลิลิตร และโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร โดยจำนวนแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ ยังคงมีปริมาณใกล้เคียงกัน คือ 3 200 โคโลนี/มิลลิลิตร และ 3 400 โคโลนี/มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณโคลิฟอร์มมีเพิ่มขึ้น (30 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตรในตารางที่ 1 และ 50 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร ในตารางที่ 2)

4.3 การทดสอบน้ำประปา และน้ำประปาที่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 1 วันต่อมา

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปาและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเก็บตัวอย่างน้ำ 1 วันต่อมา

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	14 000
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	50
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 เนื่องจากพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ มากกว่า 500 โคโลนี/มิลลิลิตรและโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร โดยจำนวนแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เพิ่มขึ้นถึง 14 000 โคโลนี/มิลลิลิตร แต่ปริมาณโคลิฟอร์มไม่เพิ่มขึ้น 50 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร

4.4 การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเก็บตัวอย่างน้ำ 7 วันต่อมา

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 7 วันต่อมา

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	190	140 000
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	500
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าได้ผลเหมือนกับในตารางที่ 1 และ 2 กล่าวคือ น้ำประปาและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 สำหรับน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำยังคงพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ มากกว่า 500 โคโลนี/มิลลิลิตรและโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร โดยจำนวนแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เพิ่มขึ้นถึง 140 000 โคโลนี/มิลลิลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มก็เพิ่มมากถึง 500 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร

4.5 การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรอง และน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	66	35 000
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	50
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 แต่น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำยังคงพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ มากกว่า 500 โคโลนี/มิลลิลิตรและโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร หลังจากแช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 พบว่าจำนวนแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลงจาก 140 000 โคโลนี/มิลลิลิตร เหลือเพียง 35 000 โคโลนี/มิลลิลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มก็ลดลงจาก 500 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร เหลือเพียง 50 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร

4.6 การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 9 วันต่อมา

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรอง เก็บตัวอย่างน้ำ 9 วันต่อมา

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	220	46 000
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	80
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 6 น้ำประปาและน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 สำหรับน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำยังคงพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ มากกว่า 500 โคโลนี/มิลลิลิตรและโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร โดยจำนวนแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เพิ่มขึ้นถึง 46 000 โคโลนี/มิลลิลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มก็เพิ่มถึง 80 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร

4.7 การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองหลังจากแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	6	30
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	4
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่าน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 แต่น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำโคลิฟอร์มมีค่าเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2 ในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร หลังจากแช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นานขึ้นพบว่าจำนวนแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลงจาก 46 000 โคโลนี/มิลลิลิตร (ตารางที่ 6) เป็น 220 โคโลนี/มิลลิลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มก็ลดลงจาก 80 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 6) เหลือ 4 เอ็มพีเอ็น /100 มิลลิลิตร หลังจากแช่ไส้กรองนานถึง 2 ชั่วโมง 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เกือบทั้งหมด แต่อย่างไรก็สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมดทั้งจุลินทรีย์ทั่วไปและโคลิฟอร์ม

4.8 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองใหม่</u>

<u>ตารางที่ 8</u> แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองใหม่

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	290	น้อยกว่า 1
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 8 จะเห็นว่า ทั้งน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 แสดงว่าเครื่องกรองใหม่ยังไม่มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์

4.9 <u>การทดสอบน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำและน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองใหม่หลังจากทิ้งไว้ 1วัน</u>

<u>ตารางที่ 9</u> แสดงผลการทดสอบสมบัติทางจุลชีววิทยาของน้ำประปา น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองใหม่หลังจากทิ้งไว้ 1 วัน

รายการ	น้ำประปา	น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ	น้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนี/มิลลิลิตร	น้อยกว่า 1	840	น้อยกว่า 1
โคลิฟอร์ม เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 2
อี.โคไล	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สรุป	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521	เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521

จากตารางที่ 9 จะเห็นว่า น้ำประปา และน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำ มีสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.257-2521 เนื่องจากเครื่องกรองใหม่ยังไม่มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ เมื่อทิ้งไว้ก็ไม่มีการปนเปื้อน สำหรับน้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำเนื่องจากมีการปนเปื้อน เมื่อทิ้งไว้จำนวนจุลินทรีย์ก็เพิ่มมากขึ้น แสดงว่าไส้กรองเครื่องกรองน้ำใหม่ไม่มีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ และเมื่อทิ้งไว้ 1 วันก็ไม่มีการปนเปื้อนเพิ่ม หากใช้งานเครื่องกรองน้ำเรื่อยไปจำนวนจุลินทรีย์ก็ไม่ควรเพิ่มขึ้นมา เว้นแต่จะนำไปใช้กรองน้ำที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน หรือไส้กรองมีรอยแตก รั่ว ก็อาจทำให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ หากมีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ จำนวนจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน 5 วัน 7 วัน 9 วัน หรือ 3 เดือนดังที่ได้ทดลองศึกษามาแล้ว

4.10 ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง	แสตนดาร์ดเพลตเคานต์	
	โคโลนี/มิลลิลิตร	$\log_{10}$(โคโลนี/มิลลิลิตร)
เริ่มต้น	3 200	3.51
3 เดือนต่อมา	3 400	3.53
1 วันต่อมา	14 000	4.15
7 วันต่อมา	140 000	5.15
7 วันต่อมา แล้วใส่แอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง	35 000	4.54
9 วันต่อมา	46 000	4.66
9 วันต่อมา แล้วใส่แอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที	30	1.48

จากตารางที่ 10 และรูปที่ 1 พบว่าปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เริ่มต้น 3 200 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 3.51 $\log_{10}$ อีก 3 เดือนต่อมาพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ 3 400 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือ 3.51 $\log_{10}$ เพิ่มปริมาณเป็น 14 000 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือ 4.15 $\log_{10}$ ในอีก 1 วันต่อมา และเพิ่มปริมาณเป็น 140 000 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือ 5.15 $\log_{10}$ ในอีก 7 วันต่อมา หลังจากนั้นจึงแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลงเหลือ 35 000 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือ 4.54 $\log_{10}$ และเพิ่มปริมาณเป็น 46 000 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือ 4.66 $\log_{10}$ ในอีก 9 วันต่อมา หลังจากนั้นจึงแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลงเหลือ 30 โคโลนี/มิลลิลิตร หรือ 1.48 $\log_{10}$

log 10 (โคโลนี/มิลลิลิตร)
0
1
2
3
4
5
6
เริ่มต้น
3 เดือนต่อมา
1 วันต่อมา
7 วันต่อมา
แช่แอลกอฮอล์ นาน
2 ชั่วโมง
9 วันต่อมา
แช่แอลกอฮอล์ นาน
2 ชั่วโมง 30 นาที

4.11 ปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่เครื่องใหม่ ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ ระยะเวลาต่าง ๆ

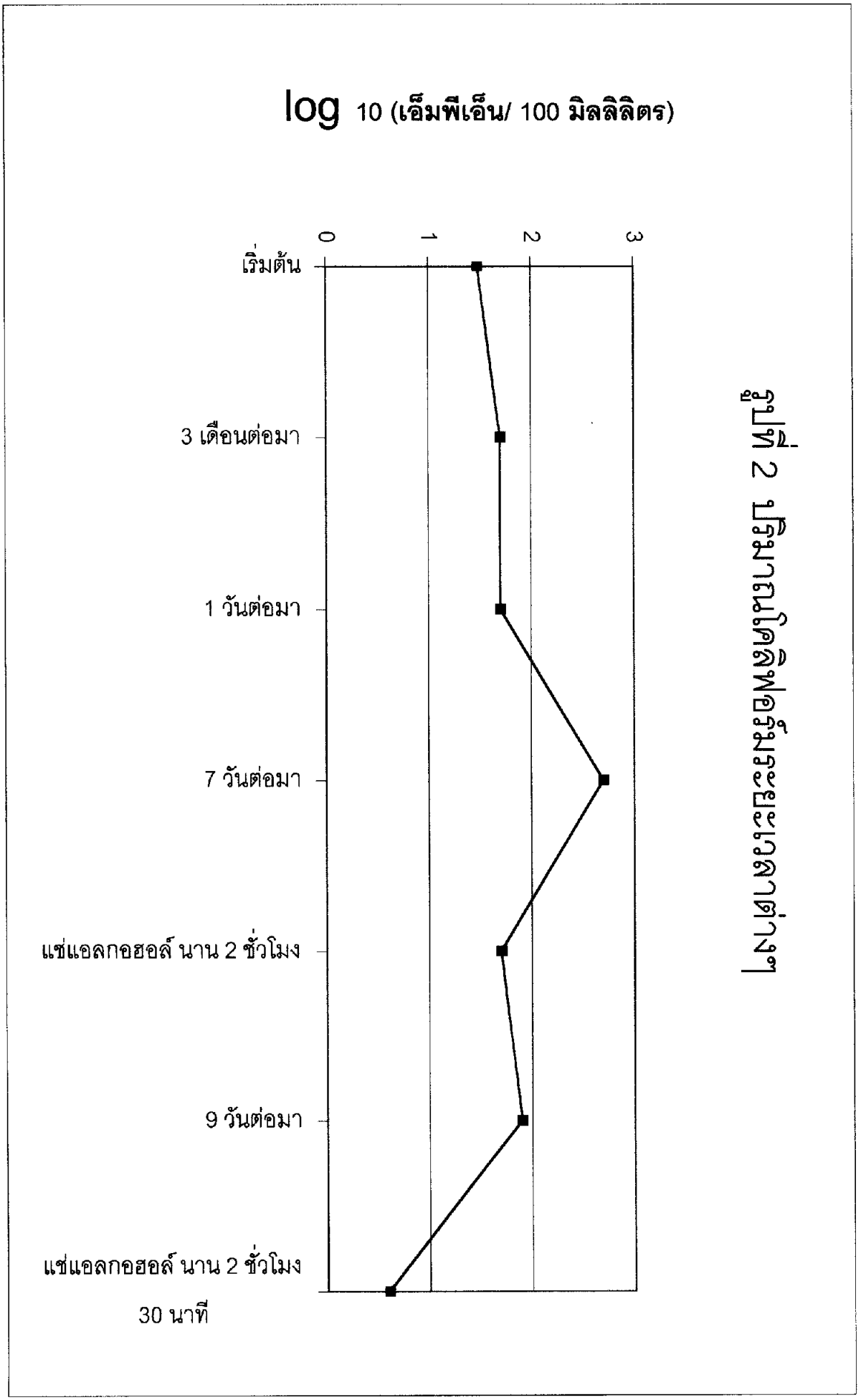
ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง	แสตนดาร์ดเพลตเคานต์	
	โคโลนี/มิลลิลิตร	$\log_{10}$(โคโลนี/มิลลิลิตร)
เริ่มต้น	น้อยกว่า 1	0.00
1 วันต่อมา	น้อยกว่า 1	0.00

ตารางที่ 11 พบว่าปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ น้อยกว่า 1 หรือ 0.00 $\log_{10}$และเมื่อเก็บตัวอย่างอีก 1 วันต่อมาปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ น้อยกว่า 1 หรือ 0.00 $\log_{10}$

4.12 ปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม	
	เอ็มพีเอ็น/ 100 มิลลิลิตร	$\log_{10}$(เอ็มพีเอ็น/ 100 มิลลิลิตร)
เริ่มต้น	30	1.48
3 เดือนต่อมา	50	1.70
1 วันต่อมา	50	1.70
7 วันต่อมา	500	2.70
7 วันต่อมา แล้วใส่แอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง	50	1.70
9 วันต่อมา	80	1.90
9 วันต่อมา แล้วใส่แอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที	4	0.60



ภาพที่ 2 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำ

จากตารางที่ 12 และรูปที่ 2 พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มเริ่มต้น 30 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 1.48 $\log_{10}$ อีก 3 เดือนต่อมาพบโคลิฟอร์ม 50 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 1.70 $\log_{10}$ และพบโคลิฟอร์ม 50 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 1.70 $\log_{10}$ ในอีก 1 วันต่อมา และเพิ่มปริมาณโคลิฟอร์ม 500 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 2.70 $\log_{10}$ ในอีก 7 วันต่อมา หลังจากนั้นจึงแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง ปริมาณโคลิฟอร์มลดลงเหลือ 50 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 1.70 $\log_{10}$ และเพิ่มปริมาณเป็น 80 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 1.70 $\log_{10}$ ในอีก 9 วันต่อมา หลังจากนั้นจึงแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที โคลิฟอร์มลดลงเหลือ 4 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร หรือคิดเป็น 0.60 $\log_{10}$

4.13 ปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 13 แสดงโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม	
	เอ็มพีเอ็น/ 100 มิลลิลิตร	$\log_{10}$(เอ็มพีเอ็น/ 100 มิลลิลิตร)
เริ่มต้น	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 0.30
1 วันต่อมา	น้อยกว่า 2	น้อยกว่า 0.30

ตารางที่ 13 พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่ น้อยกว่า 2 หรือ น้อยกว่า 0.30 $\log_{10}$และเมื่อเก็บตัวอย่างอีก 1 วันต่อมาปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2 หรือ น้อยกว่า 0.30 $\log_{10}$

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการศึกษาทดลอง

หลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำเอาไว้ 3 เดือนโดยไม่มีการใช้ ยังคงมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั่วไปและโคลิฟอร์มอยู่ แสดงว่าจุลินทรีย์ทั่วไปและโคลิฟอร์มยังคงอยู่ในเครื่องกรองน้ำนั้นถึงแม้จะเก็บไว้นานก็ตาม จุลินทรีย์ไม่ตายระหว่างการเก็บ สำหรับ *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม ไม่ปนเปื้อนในภายหลัง หลังจากใช้เครื่องกรองน้ำอีก 1 วันต่อมาพบว่าปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เพิ่มจำนวนขึ้น ส่วนโคลิฟอร์มไม่เพิ่มจำนวน สำหรับ *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม ไม่มีการปนเปื้อน อีก 7 วันต่อมาจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนทั้งปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์และโคลิฟอร์มเพิ่มจำนวนขึ้น ส่วน *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม ไม่ปนเปื้อน หลังจากนั้นแช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นานถึง 2 ชั่วโมงสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงได้ แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด โดยปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลง 0.61 $\log_{10}$ จาก 5.15 $\log_{10}$ ก่อนแช่ไส้กรองลดเหลือ 4.54 $\log_{10}$หลังแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์นาน 2 ชั่วโมง สำหรับปริมาณโคลิฟอร์มลดลง 1.00 $\log_{10}$ จาก 2.70 $\log_{10}$ ก่อนแช่ไส้กรองลดเหลือ 1.70 $\log_{10}$หลังแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์

หลังจากแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์แล้ว อีก 2 วันต่อมาปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์และโคลิฟอร์มที่ยังเหลืออยู่ในไส้กรองเพิ่มจำนวนมากขึ้นอีก โดยปริมาณแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เพิ่มขึ้น 0.12 $\log_{10}$ (จาก 4.54 $\log_{10}$ เพิ่มเป็น 4.66 $\log_{10}$) และโคลิฟอร์มเพิ่มขึ้น 0.20 $\log_{10}$ (จาก 1.70 $\log_{10}$ เพิ่มเป็น 1.90 $\log_{10}$) ส่วน *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์มไม่ปนเปื้อน หลังจากนั้นแช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงได้มากกว่าการแช่ด้วยแอลกอฮอล์นาน 2 ชั่วโมง แต่ก็ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมดเหมือนกัน แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ลดลง 3.18 $\log_{10}$ (จาก 4.66 $\log_{10}$ เหลือ 1.48 $\log_{10}$) โคลิฟอร์มลดลง 1.30 $\log_{10}$ จาก 1.90 $\log_{10}$ ก่อนแช่ไส้กรองลดลงเหลือ 0.60 $\log_{10}$หลังแช่ไส้กรองด้วยแอลกอฮอล์

พบว่าเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ดี แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด อาจเป็นไปได้ที่จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเครื่องกรองเกาะอยู่ตามรูพรุนของไส้กรอง ซึ่งทำให้แอลกอฮอล์เข้าไปทำลายเซลล์ได้ยาก ไม่สามารถซึมเข้าไปทุกซอกมุม เช่นเดียวกับการทดลองของ Vess และคณะ ซึ่งทดลองโดยใส่เชื้อ*ซูโดโมแนส ไมโครแบคทีเรียม* และ *อะซีนโตแบคเทอร์* ลงในท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ (พีวีซี) และแช่ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ หลังจากส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนพบว่าแบคทีเรียที่ใส่ลงไปในท่อพีวีซีจะยึดเกาะติดกับท่อและสร้างสารหลั่งนอกเซลล์บางอย่างซึ่งสามารถทนต่อการทำลายของสารฆ่าเชื้อได้ [21]

สำหรับน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองเครื่องใหม่มีคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค หลังจากนั้นอีก 1 วันก็ไม่มีการปนเปื้อนทั้งแสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคลิฟอร์ม *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม แสดงว่าเมื่อเริ่มต้นใช้เครื่องกรองน้ำยังไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หากรักษาไส้กรองให้สะอาดอย่างสม่ำเสมอ จุลินทรีย์ก็จะไม่ปนเปื้อน

นอกจากนี้ผลจากตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 7 ยังพบว่าเมื่อต่อน้ำประปาเข้าเครื่องกรองน้ำ ตัวอย่างน้ำประปาที่ผ่านไส้กรองมีคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค แต่น้ำประปาที่ไม่ผ่านไส้กรองเป็นไปตามมาตรฐานทุกตัวอย่าง แสดงว่าน้ำประปาเมื่อผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ ทำให้น้ำที่ผ่านไส้กรองเครื่องกรองน้ำไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ในขณะที่น้ำที่ไม่ผ่านไส้กรองเป็นไปตามมาตรฐานเนื่องจากไม่ได้ผ่านไส้กรองที่ปนเปื้อนจึงพบแสตนดาร์ดเพลตเคานต์เป็นไปตามมาตรฐาน ไม่พบโคลิฟอร์ม *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาทดลอง

น้ำประปาที่ใช้ในกรมวิทยาศาสตร์บริการมีคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภคทุกตัวอย่าง เริ่มต้นพบว่ามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งแสตนดาร์ดเพลตเคานต์และโคลิฟอร์มในไส้กรองของเครื่องกรองน้ำ แต่ไม่พบ *อี.โคไล* หลังจากเก็บเครื่องกรองน้ำเอาไว้หลายเดือนพบว่ายังคงมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อยู่ และระหว่างการใช้งานจุลินทรีย์ที่อยู่ในไส้กรองเครื่องกรองน้ำนั้นเพิ่มจำนวนขึ้น สำหรับ *อี.โคไล* และฟีคัลโคลิฟอร์ม ที่ไม่พบตั้งแต่แรกก็ไม่มีการปนเปื้อนเข้ามา

หลังจากแช่ไส้กรองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 สามารถกำจัดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในไส้กรองได้ ระยะเวลาที่แช่ไส้กรองมีผลต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ ระยะเวลาที่แช่ไส้กรองนานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนก็ลดลงได้มากขึ้น แสดงว่าเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 สามารถกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนเครื่องกรองน้ำได้ดี

อย่างไรก็ตามถ้าพบว่าเครื่องกรองน้ำมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนควรกำจัดด้วยการแช่เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 หรือเปลี่ยนไส้กรองใหม่ที่ยังไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ และหมั่นดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำให้สะอาดอยู่เสมอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสุนทรี เปรื่องการ ข้าราชการเกษียณ คุณสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ คุณปรีชา ธรรมนิยม ผู้อำนวยการโครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คุณรวิวรรณ อาจสำอาง คุณสุพรรณี เทพอรุณรัตน์ กลุ่มงานจุลชีววิทยาเดิม ที่ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำ และขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่กลุ่มงานจุลชีววิทยาเดิมทุกท่านที่ทำให้ผลงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. กองบรรณาธิการ. น้ำคือชีวิต. วารสารสภาสมาคมวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2546, ปีที่ 2, ฉบับที่ 3, หน้า 73 - 77.
2. จุรีย์ บริสุทธนารักษ์. วิจิตรา รัตนพงษ์. และ พยนต์ ฉุยฉาย. การสำรวจคุณภาพน้ำจากโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, มกราคม - มีนาคม 2531, ปีที่ 30, ฉบับที่ 1, หน้า 25 - 39.
3. นันทนา สันตติวุฒิ. คุณภาพน้ำประปาในประเทศไทย. การอนามัยและสิ่งแวดล้อม. พฤษภาคม - สิงหาคม 2524, ปีที่ 4, ฉบับที่ 2, หน้า 5 - 15.
4. นฤมล เหลืองดำรงกิจ. วารุณี ปาละกูล. และ จุไร โชติชนาทวีวงศ์. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำแข็ง น้ำผลิตอาหาร และน้ำบริโภคบรรจุขวด. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, เมษายน - มิถุนายน 2534, ปีที่ 33, ฉบับที่ 2, หน้า 71 - 79.
5. ปทุม ชูรัตน์. น้อย ทองสกุลพานิชย์.ประภาพรรณ พรหมหิรัญกุล. และ ศุภวรรณ จึงจิตต์รัตน์. คุณภาพน้ำบริโภคบรรจุขวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กรกฎาคม - กันยายน 2534, ปีที่ 33, ฉบับที่ 3, หน้า 125 - 129.
6. เพ็ญพิชชา ทองมา. เลือกซื้อเครื่องกรองน้ำดื่มอย่างไร วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, มกราคม 2536, ปีที่ 41, ฉบับที่ 131, หน้า 3 - 5.
7. มัทนา แสงจินดาวงษ์. คุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ประมง. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 2545.
8. วารุณี ปาละกูล. จุไร โชติชนาทวีวงศ์. นฤมล เหลืองดำรงกิจ. ละเอียด บุตรทิพย์กำเนิด และ กาญจนา ว่องชวณิชย์. การสำรวจสุขลักษณะของน้ำบริโภคบรรจุขวดที่จำหน่ายในประเทศ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ตุลาคม - ธันวาคม 2530, ปีที่ 33, ฉบับที่ 3, หน้า 345 - 351.
9. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค มอก. 257 เล่ม 1-2521. 2521. กรุงเทพมหานคร.
10. Adams M.R. and Moss M.O. Food microbiology. Redwood Books Ltd., Wiltshire, 1995.
11. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and waste water, twentieth edition. Washington D.C., 1998.

12. Atlas R.M. Principles of Microbiology, second edition. WCB McGraw-Hill, Boston, Massachusetts, 1997.

13. Banwart, G.J. Basic Food Microbiology, second edition. Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.

14. Difco Manual Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology. 10th ed. Difco Laboratories. Detroit Michigan, 1984.

15. E.Merck, Microbiology Manual, Darmstadt, 2000.

16. http://www.epa.gov

17. http://www.pwa.co.th

18. McKane L. and Kandel J. MICROBIOLOGY : Essentials and Application. WCB McGraw-Hill Inc., New York, 1985.

19. Mehlman, I.J. Coliforms, fecal coliforms, *Escherichia coli* and enteropathogenic *E.coli*. In : Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods, second edition, ed., Speck, M.L., American Public Health Association, Washington, DC, 1984.

20. Prescott L.M., Harley J.P.and Klein D.A Microbiology, third edition. WCB Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA, 1996.

21. Vess R.W., Anderson R.L.,Carr J.H., Bond W.W. and Favero M.S. The colonization of solid PVC surfaces and the acquisition of resistance to germicides by water micro-organisms. J. Appl. Bact. 1993, Vol.74, No.2, p.215 - 21.

ภาคผนวก 1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

มอก. 257 เล่ม 1-2521 [8]

คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์ โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	500
เอ็มพีเอ็น (โคลิฟอร์มออร์แกนิสซัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้อยกว่า 2.2
อี. โคไล (E.coli)	ไม่มี

ภาคผนวก 2

MPN Index and 95% Confidence Limits for Various Combinations of Positive Results When Five Tubes are Used per Dilution (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL) (11)

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
				4-2-0	22	9.0	56
0-0-0	<2	—	—	4-2-1	26	12	65
0-0-1	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-1-0	2	1.0	10	4-3-1	33	15	77
0-2-0	4	1.0	13	4-4-0	34	16	80
				5-0-0	23	9.0	86
1-0-0	2	1.0	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1.0	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
1-2-0	6	2.0	18	5-1-2	60	30	180
2-0-0	4	1.0	17	5-2-0	50	20	170
2-0-1	7	2.0	20	5-2-1	70	30	210
2-1-0	7	2.0	21	5-2-2	90	40	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-0	80	30	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-1	110	40	300
2-3-0	12	5.0	29	5-3-2	140	60	360
3-0-0	8	3.0	24	5-3-3	170	80	410
3-0-1	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-0	11	4.0	29	5-4-1	170	70	480
3-1-1	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-0	14	6.0	35	5-4-3	280	120	690
3-2-1	17	7.0	40	5-4-4	350	160	820
				5-5-0	240	100	940
4-0-0	13	5.0	38	5-5-1	300	100	1300
4-0-1	17	7.0	45	5-5-2	500	200	2000
4-1-0	17	7.0	46	5-5-3	900	300	2900
4-1-1	21	9.0	55	5-5-4	1600	600	5300
4-1-2	26	12	63	5-5-5	≥1600	—	—