การศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา

THE STUDY ON QUALITY OF TAP WATER IN CHACHOENGSAO PROVINCE

นพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์

NOPPARAT RODJANAVISIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-9546-30-X

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา

THE STUDY ON QUALITY OF TAP WATER IN CHACHOENGSAO PROVINCE

นพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์
NOPPARAT RODJANAVISIT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 44072
วัน, เดือน, ปี 25 ต.ค. 2545

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ 2545

ISBN 974-9546-30-X

THE STUDY ON QUALITY OF TAP WATER IN CHACHOENGSAO PROVINCE

NOPPARAT RODJANAVISIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (BIOLOGY)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974-9546-30-X

COPYRIGHT 2002
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาคุณภาพน้ำประปาใน จังหวัดฉะเชิงเทรา
นักศึกษา	นายนพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์
รหัสประจำตัว	40064204
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาของน้ำประปา ใน 4 อำเภอ ของจังหวัดฉะเชิงเทรา คือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม และอำเภอบางปะกง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำประปาจากจุดต่างๆ ใน 4 อำเภอ ดังกล่าว จาก 35 หมู่บ้าน กลุ่มตัวอย่างละ 1 แห่ง ในช่วงฤดูร้อน และ ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2544 รวม 70 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียโดยพิจารณาคุณภาพน้ำตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ดังนี้ คุณภาพน้ำดี เมื่อปริมาณแบคทีเรียจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานทั้งหมดไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่มี *E. coli* คุณภาพน้ำพอใช้ เมื่อปริมาณแบคทีเรียจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานทั้งหมดเกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 แต่ไม่มี *E. Coli* คุณภาพน้ำไม่ดีเมื่อพบ *E. Coli* ในทุกๆ กรณี

จากผลการวิเคราะห์น้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าคุณภาพน้ำดี 35 ตัวอย่าง คุณภาพน้ำพอใช้ 9 ตัวอย่าง คุณภาพน้ำไม่ดี 26 ตัวอย่าง

Thesis Title	The Study on Quality of Tap Water in Chachoengsao Province
Student	Mr.Nopparat Rodjanavisit
Student ID.	40064204
Degree	Master of Science (Biology)
Programme	Science Education
Year	2002
Thesis Advisor	Dr. Wilaiporn Worrachittanont
Thesis Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Nuanphan Naranong

ABSTRACT

The purpose of this study was to study the quality of tap water in Chachoengsao Province. The samples were collected from Amphur Muang, Amphur Bangkhla, Amphur Panomsarakharm and Amphur Bangpakong. Seventy samples of water from one of each 35 sampling village groups were randomly collected during the summer and rainy seasons in the year 2001. Bacteriological analysis of water was applied in this study. Consideration on quality of tap water was made based on the Ministry of Public Health Regulation no.12(1972). The sample was defined as "fine" when it contained less than 500 colonies of bacteria in the standard plate count, less than 2.2 MPN per 100 millilitres, and *E.coli* was not found. If the samples did not posses the same quality as the "fine" one, but no *E.coli* was found, they were considered as "fair"; whereas *E. coli* was found in the "poor" ones.

From the analysis on tap water in Chachoengsao Province, it was found that there were 35 "fine" samples, 9 "fair" samples of and 26 "poor" samples .

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพน้ำประปา ในจังหวัดฉะเชิงเทรา และ การตรวจแก้ไขการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์จาก ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยให้ความกรุณาชี้แนะแนวทางการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผศ. ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ได้แนะนำความรู้ทางจุลชีววิทยา และการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ เป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์ได้ด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ผศ. ดร. พรรณี ลีกิจวัฒนะ รศ. ดร. ดุษณี ธนะบริพัฒน์ และ ผศ. ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. รวีวรรณ ชินะตระกูล ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการวิจัย ให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 5 และคณะครู - อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ส่งเสริมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ณรงค์ สมัชชานนท์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยติดต่อประสานงานกับสำนักงานประปาทุกแห่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์รัตนา ชุลิตาภรณ์ อาจารย์ 2 ระดับ 7 ที่ได้ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องในการเขียนบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ขอขอบพระคุณ ผู้จัดการประปาสำนักงานประปาทุกแห่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และครู – อาจารย์ ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

นพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....3

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 ประวัติและภาพรวมทางสังคม ของจังหวัดฉะเชิงเทรา.....7

2.2 ความรู้เรื่องน้ำ.....11

2.3 วิธีการและขั้นตอนการผลิตน้ำประปา.....26

2.4 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ.....29

2.5 มาตรฐานน้ำดื่มด้านจุลินทรีย์.....33

2.6 วิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา.....37

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นของสำนักงานประปาทั้ง 4 แห่ง ที่เก็บตัวอย่างน้ำประปา มาวิเคราะห์.....39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....40

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....40

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....43

3.3 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....44

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....48

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....49

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....67

5.1 สรุปผลการวิจัย.....67

5.2 อภิปรายผล.....71

5.3 ข้อเสนอแนะ.....75

บรรณนานุกรม.....76

ภาคผนวก.....79

ภาคผนวก ก สูตรและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ.....80

ภาคผนวก ข - แผนภาพแสดงขั้นตอนการตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Heterotrophic plate count)

- แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN (Most probable number of coliform rganism) 84

ภาคผนวก ค การย้อมสีแบคทีเรียแบบแกรม.....93

ภาคผนวก ง ตารางแสดงค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด.....95

ภาคผนวก จ หนังสือราชการต่างๆ.....97

ประวัติผู้เขียน.....105

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส.....13

2.2 ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของน้ำบริสุทธิ์.....16

2.3 Solubility product ที่ 25 $^{\circ}$C.....22

2.4 ส่วนประกอบของน้ำทะเลโดยเฉลี่ย.....23

2.5 ศักยภาพของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ.....31

2.6 มาตรฐานน้ำดื่มเบื้องต้นของสมาคมป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา.....33

2.7 มาตรฐานของประชาคมเศรษฐกิจยุโรปสำหรับข้อกำหนดน้ำดื่มด้านจุลินทรีย์.....35

2.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปานครหลวง (ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2536.....36

3.1 จำนวนแหล่งน้ำประปา ที่นำมาวิเคราะห์จำแนกตามอำเภอ ในจังหวัดฉะเชิงเทรา.....42

4.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยการตรวจนับ จากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน จากตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด ของอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน.....49

4.2 ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด จากตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน.....54

4.3 ผลการวิเคราะห์ *E. coli* ที่พบในตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน.....59

4.4 สรุปคุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรีย ตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด ของ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน.....61

ง 1 แสดงค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 10, 1, และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด.....86

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แผนที่พื้นฐานจังหวัดฉะเชิงเทรา.....8

2.2 การเกิดของแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากน้ำฝน.....12

2.3 ผลของการเพิ่มความร้อนให้แก่น้ำ.....14

2.4 โครงสร้างโมเลกุลน้ำ.....20

2.5 ระบบประปาน้ำผิวดิน.....28

2.6 ระบบประปาน้ำบาดาล.....28

3.1 การเจือจางน้ำตัวอย่าง.....45

ข 1 การเจือจางตัวอย่างน้ำ 1:10 1:100 และ 1 :1000.....85

ข 2 การใส่ตัวอย่างน้ำและอาหารลงในจาน.....86

ข 3 การเจือจางตัวอย่างน้ำ 1:10 และ 1:100.....87

ข 4 การใส่ตัวอย่างน้ำลงในหลอดอาหารเหลว.....89

ข 5 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN ขั้นยืนยัน.....90

ข 6 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN ขั้นสมบูรณ์.....91

ข 7 วิธีการอ่านค่า MPN.....92

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะเจริญเติบโตได้ก็ต้องอาศัยน้ำเป็นเครื่องหล่อเลี้ยงชีวิต และควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย น้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการอุปโภคและบริโภคตามอาคารบ้านเรือน โรงเรียน หรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมผลิตแป้งมัน ฯลฯ ล้วนใช้น้ำทั้งสิ้น น้ำที่ใช้ในปัจจุบันนี้ได้มาจากหลายแหล่ง เช่น แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ น้ำบาดาล น้ำฝน เป็นต้น บางแห่งจะผ่านกรรมวิธีต่างๆ ให้เป็นน้ำประปา บางแห่งก็ไม่สามารถที่จะทำได้ หรือการจ่ายน้ำประปายังทำได้ไม่ทั่วถึง ดังนั้นน้ำที่นำมาอุปโภคและบริโภคจึงเป็นน้ำธรรมชาติ ซึ่งบางครั้งจะไม่ค่อยสะอาดและปลอดภัยนักเพราะจากการที่สายน้ำผ่านสิ่งต่างๆ ก็จะมีการชะเอาสิ่งเจือปนต่างๆ มากับน้ำด้วย น้ำที่ได้จากใต้ดินก็เช่นเดียวกัน แม้น้ำฝนก็อาจรวมเอาฝุ่นละอองของธาตุบางชนิด และเชื้อโรคต่างๆ ที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ หรือจากภาชนะที่รองรับน้ำนั้นลงมาด้วย ดังนั้นเมื่อนำน้ำมาอุปโภคและบริโภค อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคบางอย่างได้ โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินอาหาร และอุจจาระร่วงโดยเกิดจากการบริโภคน้ำที่ไม่สะอาดเท่าที่ควร มีจำนวนสูงถึง 999,106 , 1,002,532 และ 968,689 คน ในปี พ.ศ. 2537, 2538 และ 2539 ตามลำดับ (กองระบาดวิทยา. 2539 : 5) จากสถิติดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำที่ใช้ในการบริโภคในประเทศไทยยังมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการเจ็บป่วย ทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียงบประมาณในการรักษาพยาบาล ส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศ

รัฐบาล และหน่วยงานทางด้านการสาธารณสุขของประเทศ จึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสุขาภิบาล ในการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภค และบริโภค โดยได้กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2524 : 41) โดยทั้งสองฉบับได้ให้ความสำคัญในเรื่องการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภค และบริโภค ในชนบทอย่างเพียงพอและทั่วถึง กำหนดให้ปรับปรุงแหล่งน้ำให้ถูกสุขลักษณะสำหรับการบริโภครวมทั้งการใช้กรรมวิธีในการปรับปรุงน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติให้เหมาะสำหรับดื่ม ได้แก่การกรอง การเติมสารคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 และฉบับที่ 8 ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในผืนแผ่นดิน แนวทางการบริหารจัดการเพื่ออนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ ให้มีความสมบูรณ์เกิดความ

สมดุลต่อระบบนิเวศ รวมทั้งการดูแลรักษาสภาวะแวดล้อมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน และเป็นฐานในการพัฒนาประเทศในระยะยาว

ดังนั้นการนำน้ำสะอาดมาจัดให้ประชาชนอุปโภคและบริโภคได้อย่างปลอดภัย เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จะต้องคำนึงถึงคุณภาพของแหล่งน้ำต่างๆ ที่จะนำมาใช้อุปโภค และบริโภค โดยเฉพาะทางด้านแบคทีเรีย เพราะน้ำที่มีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรค (Pathogenic bacteria) ปนเปื้อนจะเป็นสื่อของโรคติดต่อในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งสามารถระบาดได้ง่ายและรวดเร็ว การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจึงเป็นเรื่องสำคัญในการที่จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของแหล่งน้ำ และการกำหนดวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญ ในการจัดหาน้ำสะอาด เพื่อบริโภค (โกมล ศิวะบวร และคณะ. 2524 : 17) ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ดี และใช้งบประมาณน้อยที่สุด คือการทำน้ำประปาแจกจ่ายไปตามท่อไปสู่บ้านเรือน แต่บางครั้งน้ำประปาก็อาจจะมีปัญหาในการจัดหาแหล่งน้ำมาทำเป็นน้ำประปา ทำให้ในหน้าแล้งเกิดปัญหาน้ำประปาไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนโดยเฉพาะในชุมชนใหญ่ๆ หรือน้ำประปามีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป แต่ประชาชนส่วนใหญ่จำเป็นต้องใช้น้ำประปาในการอุปโภคบริโภคอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะการนำมาดื่มโดยไม่ผ่านการกรองและการต้ม แทนน้ำฝนที่เก็บกักไว้และไม่เพียงพอต่อการดื่มในหน้าแล้ง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประสงค์จะศึกษาคุณภาพของน้ำประปา ในจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological Indicator) ที่อาจปนเปื้อนมากับน้ำประปา ซึ่งจังหวัดฉะเชิงเทรามีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตน้ำประปาและมีสายการบริหารงานขึ้นตรงกับสำนักงานประปาเขต 1 ชลบุรี สังกัดการประปาส่วนภูมิภาค อยู่เพียง 4 แห่ง ใน 4 อำเภอ ของจังหวัดฉะเชิงเทรา คือสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักงานประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางปะกง ซึ่งสำนักงานประปาทั้ง 4 อำเภอ ได้ทำการผลิตน้ำประปาตามกระบวนการและขั้นตอนที่จำเป็นในการผลิตน้ำประปา แต่ยังไม่ได้รับการประกาศเป็นเขตพื้นที่ น้ำประปาดื่มได้ ตามโครงการน้ำประปาปลอดภัยดื่มได้จากก๊อก โดยการประปาส่วนภูมิภาคร่วมกับกรมอนามัย (2543) [Online] อันอาจเป็นสาเหตุทำให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ ซึ่งก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal diseases) เช่น อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ บิด ตับอักเสบ พยาธิ โรคอุจจาระร่วง

สำหรับจังหวัดฉะเชิงเทราถึงแม้จะเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้กับกรุงเทพมหานคร แต่ก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำดื่มน้ำใช้เป็นปัญหาหลักที่จะต้องแก้ไข เพราะในหน้าฝนนั้น สำนักงานประปาที่ผลิตน้ำแจกจ่ายให้ประชาชนใช้ในการอุปโภคและบริโภค โดยเฉพาะ อำเภอบางคล้า และอำเภอพนมสารคาม จะได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากอุทกภัย ทำให้ขาดแคลนน้ำสะอาดสำหรับบริโภค ถึงแม้จะมีน้ำดื่มบรรจุถัง/ขวด จำหน่ายโดยทั่วไป แต่ประชาชนส่วนใหญ่ก็ยังไม่มั่นใจในน้ำบรรจุ

ถัง/ขวดเหล่านี้ เมื่อถึงฤดูร้อนจังหวัดฉะเชิงเทราจะเกิดปัญหาน้ำทะเลหนุนทำให้น้ำในแม่น้ำบางปะกงไม่สามารถนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ เป็นเวลาอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 6 เดือน โดยเฉพาะในเขตอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา และอำเภอบางปะกง จะมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำดื่มน้ำใช้มากที่สุด เพราะมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นที่สุด ประชาชนส่วนใหญ่จึงต้องพึ่งพาน้ำฝนที่เก็บกักไว้มาใช้ในการอุปโภคบริโภค บางครั้งไม่เพียงพอกับความต้องการจึงจำเป็นต้องนำน้ำประปา หรือน้ำบรรจุถัง/ขวด มาใช้บริโภคด้วย

ในการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของน้ำประปาที่ประชาชนใช้บริโภคในชีวิตประจำวันของจังหวัดฉะเชิงเทรา จะให้ประโยชน์เพื่อนำไปเสนอแนะต่อหน่วยงานสาธารณสุข การประปาส่วนภูมิภาค เทศบาล สถานศึกษา และประชาชนโดยทั่วไป เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพ ให้เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการบริโภค โดยเฉพาะนำไปใช้ในการดื่ม เพื่อให้ปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินอาหาร ตามเกณฑ์มาตรฐานตามข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) อันจะเป็นข้อมูลในการให้ความรู้กับประชาชนโดยทั่วไปได้เข้าใจถึงคุณภาพของน้ำประปาที่จะใช้บริโภค ซึ่งจะนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีปลอดภัยจากโรค

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา โดยวิธีดังนี้

1. ตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (Standard plate count)
2. ตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most probable number : MPN)
3. ตรวจหา *Escherichia coli*

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ปริมาณแบคทีเรียปนเปื้อนในน้ำประปา ที่ประชาชนส่วนใหญ่ในจังหวัดฉะเชิงเทราใช้บริโภคไม่เกินกว่ามาตรฐานดังนี้

1. Standard plate count (Heterotrophic plate count) ที่ 35 – 37 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร
2. Most probable number of coliform organism (MPN) น้อยกว่า 2.2/100 มิลลิลิตร

3. ไม่มี *E. coli* ปนเปื้อนอยู่ในน้ำประปา

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ของ กระทรวงสาธารณสุข (2543) [Online] ซึ่งกล่าวถึงคุณภาพน้ำที่สะอาดและปลอดภัยควรจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2(1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) คือ

1. Standard plate count ที่ 35 – 37 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร

2. Most probable number of coliform organism (MPN) น้อยกว่า 2.2/100 มิลลิลิตร

3. *E. coli* ไม่มี

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาคุณภาพน้ำประปา ใน 4 อำเภอของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยผู้วิจัยได้ทำหนังสือราชการจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตเข้าทำการวิจัยและเก็บตัวอย่างน้ำประปาไปวิเคราะห์จากสำนักงานประปา ซึ่งสังกัดการประปาส่วนภูมิภาค ทั้ง 4 แห่ง คือ สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักงานประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางปะกง ดังนี้

1. ศึกษาน้ำประปาในหมู่บ้านในเขตพื้นที่ที่สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางปะกง ได้วางเส้นท่อเพื่อแจกจ่ายน้ำให้ประชาชนใช้อุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน ทั้ง 4 อำเภอ ตามจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา 2 จุด โดยจุดที่ 1 เก็บที่สถานีจ่ายน้ำประปาทั้ง 4 อำเภอ จุดที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำประปาจากแหล่งชุมชนของหมู่บ้าน เช่น ตลาด วัด โรงเรียน ที่ใช้น้ำประปาทั้ง 4 อำเภอ โดยการสุ่มตัวอย่างน้ำประปามา 29 หมู่บ้าน จากหมู่บ้านที่มีน้ำประปาใช้ 184 หมู่บ้าน โดยเก็บตัวอย่างน้ำประปาจุดละ 1 ขวด

2. ศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำในข้อ 1 วิเคราะห์โดยใช้ Tryptose glucose extract agar เลี้ยงเชื้อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3. ศึกษาปริมาณแบคทีเรียชี้แนะในน้ำดื่ม จากตัวอย่างน้ำในข้อ 1 หาค่า Most probable number of coliform organism MPN และ Escherichia coli วิเคราะห์โดยใช้วิธี Multiple tube fermentation technique

4. ระยะเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้มี 2 ช่วง คือ ฤดูร้อน (เดือนเมษายน 2544) กับ ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม 2544)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้คำศัพท์บางคำที่อาจมีความหมายแตกต่าง จากคำที่ใช้กันโดยทั่วไป จึงขอกำหนดความหมายของคำต่างๆ ดังนี้

1. น้ำประปา (Tap water) หมายถึง น้ำที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ไม่มีอันตรายที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ สารเคมี มีความใส น่าดื่ม เป็นที่ยอมรับของประชาชน โดยมีระบบจ่ายน้ำไปตามเส้นท่อ เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับน้ำเพียงพอกับความต้องการ

2. คุณภาพน้ำประปาหมายถึง สมบัติของน้ำประปาซึ่งในการวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ระดับ

2.1 คุณภาพดี เมื่อเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2(1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ทั้ง 3 ข้อ หมายถึง Standard plate count (Heterotrophic plate count) ที่ 35 – 37 องศาเซลเซียสที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่มี *E. coli*

2.2 คุณภาพพอใช้ เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้อ 2(1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ในข้อ 1 – 2 แต่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานในข้อ 3 หมายถึง Standard plate count เกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และ MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตั้งแต่ 2.2 ขึ้นไป แต่ไม่มี *E. coli*

2.3 คุณภาพไม่ดี เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ในข้อ 3 หมายถึง มี *E. coli* ปนเปื้อน

3. จุลินทรีย์ (Microorganism) หมายถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก ซึ่งอาจจะมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า มีอยู่ทั่วไป กิจกรรมของมันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่มันอาศัยอยู่ เช่น การบูดเน่า เกิดแก๊ส รส กลิ่น สี เป็นพิษ การย่อยสลายเป็นต้น

4. แบคทีเรีย (Bacteria) หมายถึงจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่มีโครงสร้างแบบง่ายๆ เป็นเซลล์ที่มีลักษณะแบบ Procaryotic Cell ขนาดเล็กมาก มีปะปนอยู่ในอากาศ ดิน น้ำ โรคที่เกิดขึ้น

เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งอาจจะปนเปื้อนอยู่ในน้ำดื่มที่สำคัญได้แก่ อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์

5. โคโลนี (Colony) หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่ถูกสร้างขึ้นเป็นกลุ่มๆ โดยมีสมมติฐานว่า จุลินทรีย์ 1 ตัว จะสร้างโคโลนีได้ 1 โคโลนี

6. โคลิฟอร์ม (Coliforms) หมายถึง แบคทีเรียแกรมลบเป็นรูปท่อนสั้นๆ มีทั้งชนิดใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมลบสามารถย่อยสลายน้ำตาลแล็กโทสให้เกิดแก๊สที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24–48 ชั่วโมง เช่น *Escherichia coli* , *Enterobacter aerogenes*

7. แบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological indicator) หมายถึง แบคทีเรียที่แสดงว่าน้ำนั้นไม่ปลอดภัย เมื่อพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอยู่ในน้ำจะต้องพบแบคทีเรียชี้แนะอยู่ด้วยและมีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค แบคทีเรียที่ถูกเลือกเป็นแบคทีเรียชี้แนะมีอยู่หลายชนิดด้วยกันคือ โคลิฟอร์ม (Coloform), สเตร็ปโตคอคคัส (*Streptococcus*), คลอสตรีเดียม (*Clostridium*) เป็นต้น

8. Standard plate count หมายถึง การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Heterotrophic plate count (HPC)

9. เอ็มพีเอ็น (MPN) หมายถึง จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มต่อหน่วยปริมาณวัดในเชิงสถิติที่พบจากการเลี้ยงเชื้อตัวอย่างน้ำที่ผสมเจือจางแล้วตามส่วน ประสงค์ที่จะควบคุมขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ

10. *E. coli* (*Escherichia coli*)หมายถึงแบคทีเรียที่มีรูปร่างแบบท่อนสั้นขนาดเล็ก ยาว 1.0 – 3.0ไมโครเมตร กว้าง 0.4 - 0.7 ไมโครเมตร (1 ไมโครเมตร = 10^{-6} เมตร) ติดสีย้อมแกรมลบ เป็นแบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้คนและสัตว์ และเป็นสาเหตุ อุจจาระร่วงในเด็ก อายุต่ำกว่า 2 ปี

11. สถานีจ่ายน้ำประปา หมายถึง สถานที่ที่สำนักงานประปาก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นที่ผลิตน้ำประปา และพักน้ำประปา โดยการสูบน้ำประปาที่ผ่านขั้นตอนและกระบวนการผลิตแล้วขึ้นไปเก็บไว้ในหอถังสูง เพื่อส่งน้ำไปตามท่อแจกจ่ายให้ประชาชนอุปโภคบริโภค

12. แหล่งที่ผู้ใช้น้ำประปา หมายถึง แหล่งชุมชนของหมู่บ้าน เช่น วัด ตลาด โรงเรียน ซึ่งอยู่ในเขตจำหน่ายน้ำประปาของ สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางปะกง โดยที่มีมาตรวัดน้ำประปาต่อกับท่อจ่ายน้ำประปาของสำนักงานประปาทั้ง 4 แห่ง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำอุปโภคและบริโภค ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย มีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

2.1 ประวัติและภาพรวมทางสังคมของจังหวัดฉะเชิงเทรา

2.2 ความรู้เรื่องน้ำ

2.3 วิธีการและขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

2.4 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ

2.5 มาตรฐานน้ำดื่มด้านจุลินทรีย์

2.6 วิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นของสำนักงานประปาทั้ง 4 แห่งที่เก็บตัวอย่างน้ำประปามาวิเคราะห์

2.1 ประวัติและภาพรวมทางสังคม ของจังหวัดฉะเชิงเทรา

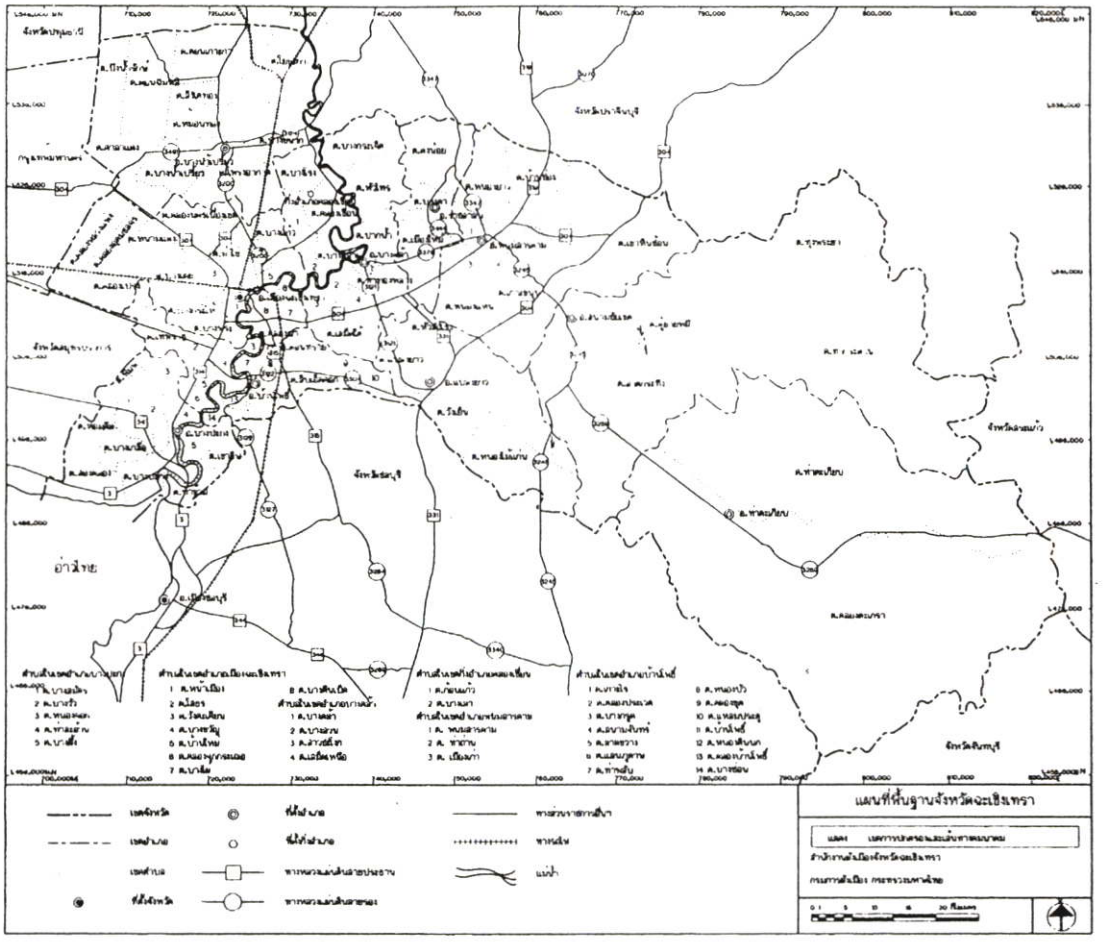
สำนักงานจัดหางานจังหวัดฉะเชิงเทรา (2542 : 1-7) ได้กล่าวถึงข้อมูลพื้นฐาน และภาพรวมด้านต่างๆ ของจังหวัดฉะเชิงเทรา ดังนี้

2.1.1 ที่ตั้ง

จังหวัดฉะเชิงเทรา ตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 5,351 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 3,344,375 ไร่ อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ทางทิศตะวันออกประมาณ 75 กิโลเมตร ตามทางหลวงรถยนต์หมายเลข 304 และประมาณ 100 กิโลเมตร ตามทางหลวงรถยนต์หมายเลข 3 หรือประมาณ 90 กิโลเมตร ตามทางหลวงรถยนต์หมายเลข 34 แยกเข้าหมายเลข 314 และประมาณ 61 กิโลเมตร ตามทางรถไฟสายตะวันออก

2.1.2 อาณาเขต

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	จังหวัดนครนายก
ทิศใต้	ติดต่อกับ	จังหวัดชลบุรี อ่าวไทย และจังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดปทุมธานี และกรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 2.1 แผนที่พื้นฐานจังหวัดฉะเชิงเทรา

ที่มา : สำนักงานผังเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา

2.1.3 ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ

จังหวัดฉะเชิงเทรามีภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม สภาพทั่วไปของที่ราบลุ่มผืนนี้จะปรากฏอยู่บริเวณสองฝากฝั่งของแม่น้ำบางปะกง สำหรับภูมิอากาศแบ่งออกได้ 3 ฤดู คือ

2.1.3.1 ฤดูร้อน

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม โดยมีลมตะวันออกและลมฝ่ายใต้พัดผ่าน ลักษณะอากาศท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน อากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป และมีอากาศร้อนจัดเป็นบางวัน มีฟ้าหลัวในตอนกลางวัน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35 – 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 25 – 27 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 200 – 300 มม.

2.1.3.2 **ฤดูฝน**

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม โดยมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่าน ลักษณะอากาศมีเมฆเป็นส่วนมากกับมีฝนและฝนฟ้าคะนองกระจาย และมีฝนตกหนักบางพื้นที่ ส่วนมากตามบริเวณเทือกเขาด้านอำเภอสนามชัยเขต และอำเภอท่าตะเกียบ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31 – 33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23 – 25 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,000 – 1,200 มม.

2.1.3.3 **ฤดูหนาว**

เริ่มกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านลักษณะอากาศ ท้องฟ้าโปร่ง กับมีหมอกบางในตอนเช้าและมีหมอกจัดเป็นบางวัน มีฟ้าหลัวในตอนกลางวัน อากาศเย็นและแห้ง อุณหภูมิเฉลี่ย 30 – 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 20 – 23 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 50 – 100 มม.

2.1.4 **การปกครอง**

การปกครองของจังหวัดฉะเชิงเทรา แบ่งออกเป็น 10 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ 93 ตำบล 853 หมู่บ้าน 22 เทศบาล 1 องค์การบริหารส่วนจังหวัด 90 องค์การบริหารส่วนตำบล และ 1 สภาตำบล โดยมีการแบ่งส่วนการปกครองในแต่ละอำเภอดังนี้

1. อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา แบ่งการปกครองเป็น 19 ตำบล 185 หมู่บ้าน 2 เทศบาลและ 18 องค์การบริหารส่วนตำบล 1 องค์การบริหารส่วนจังหวัด
2. อำเภอบางคล้า แบ่งการปกครองเป็น 9 ตำบล 56 หมู่บ้าน 2 เทศบาล และ 8 องค์การบริหารส่วนตำบล
3. อำเภอบางน้ำเปรี้ยว แบ่งการปกครองเป็น 10 ตำบล 147 หมู่บ้าน เทศบาลและ 10 องค์การบริหารส่วนตำบล
4. อำเภอบางปะกง แบ่งการปกครองเป็น 12 ตำบล 107 หมู่บ้าน 5 เทศบาล และ 11 องค์การบริหารส่วนตำบล 1 สภาตำบล
5. อำเภอบ้านโพธิ์ แบ่งการปกครองเป็น 17 ตำบล 73 หมู่บ้าน 2 เทศบาล และ 17 องค์การบริหารส่วนตำบล
6. อำเภอพนมสารคาม แบ่งการปกครองเป็น 8 ตำบล 85 หมู่บ้าน 3 เทศบาล และ 8 องค์การบริหารส่วนตำบล
7. อำเภอสนามชัยเขต แบ่งการปกครองเป็น 4 ตำบล 59 หมู่บ้าน 1 เทศบาล และ 4 องค์การบริหารส่วนตำบล
8. อำเภอราชสาส์น แบ่งการปกครองเป็น 3 ตำบล 31 หมู่บ้าน และ 3 องค์การบริหารส่วนตำบล

9. อำเภอแปลงยาว แบ่งการปกครองเป็น 4 ตำบล 48 หมู่บ้าน 3 เทศบาล และ 4 องค์การบริหารส่วนตำบล

10. อำเภอท่าตะเกียบ แบ่งการปกครองเป็น 2 ตำบล 32 หมู่บ้าน และ 2 องค์การบริหารส่วนตำบล

11. กิ่งอำเภอคลองเขื่อน แบ่งการปกครองเป็น 5 ตำบล 30 หมู่บ้าน และ 5 องค์การบริหารส่วนตำบล

2.1.5 ประชากรในจังหวัดฉะเชิงเทรา

ประชากร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2541 รวมทั้งสิ้น 636,323 คน เป็นชาย 315,526 คน หญิง 320,797 คน อำเภอที่มีประชากรมากที่สุด ได้แก่ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มีจำนวน 142,606 คน รองลงมา ได้แก่อำเภอบางน้ำเปรี้ยวมีจำนวน 80,481 คน และอำเภอบางประกงมีจำนวน 78,315 คน สำหรับอำเภอที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุดคือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา 364 คนต่อตารางกิโลเมตร รองลงมาได้แก่ อำเภอบางปะกง 304 คนต่อตารางกิโลเมตร อำเภอบ้านโพธิ์ 209 คนต่อตารางกิโลเมตร

2.1.6 การศึกษา

จังหวัดฉะเชิงเทรา มีสถานศึกษารวมทั้งสิ้น 519 แห่ง มีครู-อาจารย์ 7,075 คน และนักเรียน นิสิต นักศึกษา 146,408 คน ซึ่งอัตราส่วนครู-อาจารย์ นิสิต นักศึกษา เป็น 1:20 โดยแยกการศึกษาออกเป็น 2 ระบบดังนี้

1. การศึกษาในระบบโรงเรียน มีสถานศึกษา 398 แห่ง ครู-อาจารย์ 6,773 คน นักเรียน นิสิต นักศึกษา 136,682 คน คิดเป็นอัตราส่วนครู-อาจารย์/นักเรียน นิสิต นักศึกษา เป็น 1:20

2. การศึกษานอกระบบโรงเรียนมีสถานจัดการเรียนการสอน 121 แห่ง ครู-อาจารย์ 302 คน นักเรียน นักศึกษา 9,726 คน คิดเป็นอัตราส่วนครู-อาจารย์ นักเรียน นิสิต นักศึกษา เป็น 1:32

จากข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน ปี 2541 พบว่า จังหวัดฉะเชิงเทรามีเด็กในชนบทอายุครบเกณฑ์การศึกษาภาคบังคับที่สำรวจ 43,110 คน ได้เข้าเรียน 43,075 คน (99.9 %) ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ความจำเป็นพื้นฐาน ที่กำหนดไว้ (กำหนด 100 %) และมีเด็กจบการศึกษาภาคบังคับ 8,526 คน ได้เรียนต่อระดับมัธยมศึกษา 8,179 คน (95.9 %)ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (กำหนด 98 %) และจากข้อมูลการสำมะโนประชากรและการเคหะ ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

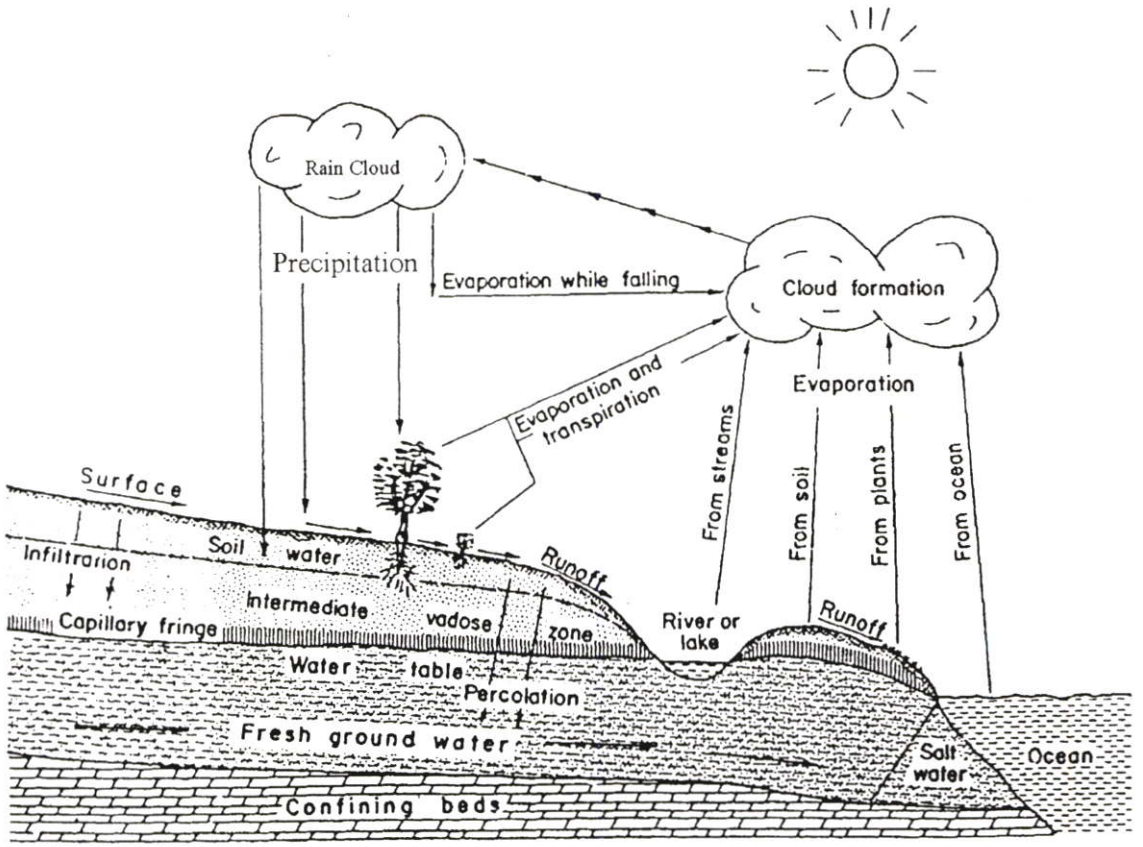
ปี 2513,2523,2533 พบว่าประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไป มีแนวโน้มอ่านออกเขียนได้มากขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 83.76 (204,300 คน) ในปี 2513 และเป็นร้อยละ 96.01 (362,635 คน) ในปี 2533 ในขณะที่มีผู้อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้ ร้อยละ 3.99 (15,061 คน)

ส่วนระดับการศึกษาของประชากรอายุ 6 ปี ขึ้นไป มีแนวโน้มได้รับการศึกษาในระบบโรงเรียนมากขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 71.81 (205,810 คน) ในปี 2513 เป็นร้อยละ 91.91 47,119 คน) ในปี 2533 โดยประชากรส่วนใหญ่ได้รับการศึกษาในระดับประถมศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าประชากรจะมีการศึกษาสูงขึ้นในปี 2533 ประชากรได้รับการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ร้อยละ 6.66(23,130 คน) ระดับมัธยมศึกษาร้อยละ 24.22 (84,059 คน) ระดับประถมศึกษา ร้อยละ 69.12 (239,930 คน) รวมทั้งไม่ได้รับการศึกษาร้อยละ 6.97 (26,316 คน)

2.2 ความรู้เรื่องน้ำ

2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

น้ำที่อยู่ในโลกนี้ส่วนมากจะอยู่ในมหาสมุทรร้อยละ 97 น้ำส่วนที่เป็นแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน ที่สามารถนำมาใช้ได้นั้นมีเพียงร้อยละ 0.63 เท่านั้น นอกนั้นเป็นน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งอยู่ที่ขั้วโลก น้ำที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นเป็นน้ำที่ได้จากฝนที่ตกลงมาสู่พื้นโลก ในขณะที่น้ำฝนตกผ่านบรรยากาศของโลกนั้น จะละลายเอาแก๊สต่างๆ และดูดซึมเอาสารต่างๆ ที่ละลายน้ำและที่ไม่ค่อยละลายน้ำในบรรยากาศไว้ด้วยฉะนั้นในน้ำฝนจะมีแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่เสมอ น้ำฝนที่ตกลงมานี้จะกลายเป็นแหล่งน้ำผิวดินอันได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง บึง หนอง และทะเลสาบต่างๆ กับแหล่งน้ำใต้ดินคือ น้ำบาดาล
(ณรงค์ วุทธเสถียร. 2540 : 1)



ภาพที่ 2.2 การเกิดของแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากน้ำฝน

ที่มา : (ณรงค์ วุทธเสถียร. 2540 : 1)

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ประมาณน้ำที่อยู่ในโลกนี้ประมาณ 1.35 หมื่นล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ประมาณร้อยละ 97.3 ของน้ำทั้งหมดเป็นน้ำเค็มในมหาสมุทร ประมาณร้อยละ 2.7 หรือประมาณ 37 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร เป็นน้ำจืด และจำนวนสี่ในห้าส่วนของน้ำจืดหรือประมาณ 2.1 มีสภาพเป็นน้ำแข็งอยู่ทางซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ดังนั้นจะมีน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์อยู่เพียง 1 ส่วนใน 5 ส่วนเท่านั้น และจะเป็นน้ำผิวดินเพียงร้อยร้อยละ 0.01 น้ำใต้ดินร้อยละ 0.605 (นัยนา วงศ์สังข์. 2538 : 69)

คุณสมบัติที่เด่นชัดที่สุดของน้ำคือการที่น้ำสามารถปรากฏบนพื้นโลกทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ในสภาพแวดล้อมปกติ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 0° C น้ำจะกลายเป็นน้ำแข็ง ในสถานะของแข็งนี้โมเลกุลของน้ำเรียงตัวเกาะยึดกันอย่างแน่นหนา มีพลังงานต่ำ มีการเคลื่อนไหวน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสถานะของเหลวและแก๊สเมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำจะเปลี่ยนสถานเป็นของเหลว โมเลกุลน้ำจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่เร็วขึ้น แม้โมเลกุลยังอยู่ใกล้ชิดกันแต่ก็ไม่ยึดติดกับที่ดังเช่นในสถานะของแข็ง น้ำในสถานะของเหลว สามารถเคลื่อนจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เมื่อมีแรงมากระทำเพียงเล็กน้อย เมื่อใส่ในภาชนะก็จะมีรูปร่างตามภาชนะ

ที่ใส เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นอีกโมเลกุลน้ำก็จะมีพลังงานเพิ่มขึ้นและเคลื่อนไหวเร็วขึ้น โมเลกุลน้ำในสถานะแก๊ส (ไอน้ำ) จะฟุ้งกระจายแทรกตัวปะปนกับแก๊สอื่นๆ

สถานะทางกายภาพทั้งสามของน้ำมิได้แยกกันอย่างเด็ดขาด แต่จะเหลื่อมกันอยู่บ้าง เมื่อน้ำสองสถานะอยู่ด้วยกัน ปริมาณของแต่ละสถานะจะไม่คงที่ มีการแลกเปลี่ยนโมเลกุลของแต่ละสถานะอยู่ตลอดเวลา เช่นเมื่อน้ำสัมผัสกับบรรยากาศ ก็จะมีการแลกเปลี่ยนโมเลกุลระหว่างน้ำและบรรยากาศที่ผิวน้ำตลอดเวลา โมเลกุลน้ำบางส่วนจะเคลื่อนที่จากน้ำสู่บรรยากาศกลายเป็นไอน้ำขณะเดียวกันโมเลกุลไอน้ำบางส่วนก็จะเคลื่อนที่จากบรรยากาศสู่น้ำ

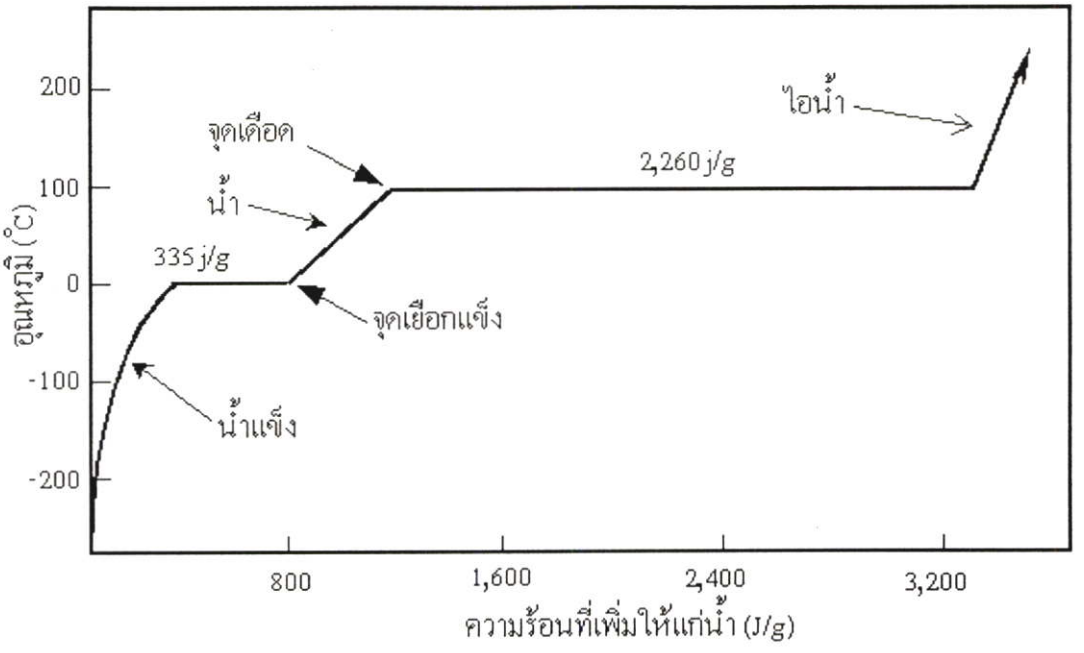
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

น้ำหนักโมเลกุล		18.015
จุดหลอมเหลว	องศาเซลเซียส	0
จุดเดือด	องศาเซลเซียส	100
ความหนาแน่น	กรัมต่อมิลลิลิตร	0.998
อุณหภูมิที่ความหนาแน่นสูงสุด	องศาเซลเซียส	3.98
ความตึงผิว	ไดน์ต่อเซนติเมตร	71.97
ความนำไฟฟ้า $ohm^{-1}\ cm^{-1}$		<10-8
ความนำความร้อน watt / $(cm)^2$ (^{o} C/cm)		5.98×10^{-3} (20 ^{o} C)

ที่มา : (ณรงค์ วุทธเสถียร. 2540 : 9)

2.2.1.1 **การระเหยของน้ำ**

น้ำระเหยได้ช้ามากเมื่อเทียบกับสารประกอบชนิดอื่นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า น้ำมี Latent heat of vaporization สูง การระเหยของน้ำคือกระบวนการซึ่งเกิดจากการ ให้ความร้อนแก่สารประกอบเพื่อที่จะทำให้แรงดึง ระหว่างโมเลกุลของน้ำแตกออกจากกัน ดังที่เราได้ทราบแล้วว่าไฮโดรเจนอะตอมเป็นตัวที่ตรึงโมเลกุลของน้ำข้างเคียงเอาไว้ด้วยกันฉะนั้นความร้อนที่ต้องการจะมาทำให้แรงดึงของไฮโดรเจนที่มีต่อโมเลกุลตัวอื่นของน้ำขาดออกจากกันจะต้องเป็นปริมาณ 2 เท่าของพลังของ Hydrogen (4.85 kcal ต่อ 1 bond หรือ 9.7 kcal ต่อกรัมโมเลกุล) ฉะนั้นจำนวนความร้อนที่จะทำให้น้ำ 1 กรัมระเหยได้ก็คือประมาณ 500 ถึง 600 cal



ภาพที่ 2.3 ผลของการเพิ่มความร้อนให้แก่น้ำ

ที่มา : (ฉัตรไชย รัตนไชย 2539 : 30)

2.2.1.2 **ความร้อนจำเพาะ** (Specific heat)

ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) ของสารประกอบนั้น หมายถึงความสามารถที่จะเก็บความร้อนของสารประกอบโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร น้ำมีความร้อนจำเพาะสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบชนิดอื่นกล่าวคือ ถ้าเราให้ความร้อนแก่น้ำจำนวนหนึ่ง อุณหภูมิจะสูงขึ้นช้ากว่าสารประกอบชนิดอื่น ที่ได้รับความร้อนจำนวนเดียวกัน และในทางกลับกันถ้าน้ำมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา อุณหภูมิก็จะลดลงช้าเช่นเดียวกัน การที่น้ำมีความร้อนจำเพาะสูง นี่ก็เป็นข้อที่ทำให้น้ำในทะเลสาบหรือทะเล มหาสมุทรมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช้ากว่าแผ่นดิน กระแสน้ำอุ่นที่ไหลเข้าหาฝั่งเขตหนาวในฤดูหนาว ก็จะทำให้บริเวณนั้นมีอากาศหนาวน้อยกว่า หรืออบอุ่นกว่าบริเวณอื่น เช่นเกาะญี่ปุ่น และบริเวณฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ

ความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสภาพจากของแข็งกลายเป็นของเหลวโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงคือ Latent heat of fusion การที่จะหลอมน้ำแข็ง 1 กรัมที่ 0 องศาเซลเซียสต้องการความร้อน 79.7 cal

ของเหลวชนิดต่างๆ รวมทั้งน้ำจะมีความหนาแน่นหรือหนักมากขึ้นในอุณหภูมิที่ต่ำลง และมีความหนาแน่นน้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สำหรับน้ำจืดนั้นมีลักษณะที่เด่นไม่เหมือนของเหลวชนิดอื่นอย่างหนึ่งคือ มีความหนาแน่นสูงสุดก่อนที่จะถึงอุณหภูมิที่เป็นจุดเยือกแข็ง น้ำจืดที่บริสุทธิ์จะมีความหนาแน่นสูงสุดที่ 4 องศาเซลเซียส และมีจุดเยือกแข็งอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส และ

เมื่อน้ำแข็งตัวแล้ว ก็จะมีการขยายตัว 1 ใน 11 ส่วน ดังนั้น 1 ใน 11 ส่วนของน้ำแข็งจะลอยอยู่เหนือน้ำ สิ่งนี้มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืดที่อยู่ในเขตหนาว จะเห็นได้ว่าแม้บริเวณผิวของทะเลสาบ ในเขตหนาวจะมีน้ำแข็งปกคลุม แต่ข้างล่างนั้นจะเป็นน้ำ ที่มีอุณหภูมิ ที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ดำรงชีวิตอยู่ได้

2.2.1.3 **ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของน้ำ**

ความหนาแน่นของน้ำและความถ่วงจำเพาะของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสิ่งเจือปนในน้ำ สำหรับความดันก็มีผลต่อความหนาแน่นของน้ำ แต่มีน้อยมาก ในทางปฏิบัติถือว่าน้ำเป็นของเหลวประเภทที่ปริมาตรไม่ได้แปรผันไปตามความดัน (Incompressible fluid)
(ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539 : 24)

อุณหภูมิมีผลต่อความหนาแน่นของน้ำไม่มากนัก (ตารางที่ 2.2) แต่ในบางกรณี ก็อาจมีความสำคัญ จากตาราง 2.2 ชี้ให้เห็นว่าน้ำมีความหนาแน่นสูงสุดที่ 4 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่านี้ ความหนาแน่นจะลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ 2.2 ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของน้ำบริสุทธิ์

อุณหภูมิ (^{o}C)	ความถ่วงจำเพาะ (หรือความหนาแน่นเป็น ก./ลบ.ซม.)
0	0.99987
2	0.99997
4	1.00000
6	0.99997
8	0.99988
10	0.99973
15	0.99912
20	0.99823
25	0.99707
30	0.99567
35	0.99406
40	0.99224
45	0.99025
50	0.98807
60	0.98324
70	0.97781
80	0.97183
90	0.96534
100	0.95838

ที่มา : (ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539 : 25)

อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของน้ำนั้นไม่ได้มีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิเพียงอย่างเดียวแต่มีความสัมพันธ์กับสารประกอบที่ละลายอยู่ในน้ำด้วย น้ำทะเลนั้นไม่เหมือนน้ำจืด น้ำทะเลนั้นมีจุดเยือกแข็งที่ –2 องศาเซลเซียส และมีความหนาแน่นสูงสุดที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง เล็กน้อยคุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นได้แก่ ความหนืด (Viscosity) น้ำเมื่อเปรียบเทียบกับของเหลวชนิดอื่นจะพบว่า มีความหนืดสูง ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะแรงดึงดูดระหว่างไฮโดรเจนของโมเลกุลกับออกซิเจนของโมเลกุล การที่น้ำมีความหนืดสูงมีประโยชน์ต่อพวกสัตว์น้ำเพราะเป็นเครื่องพยุงตัวและรักษารูปร่าง ความหนืดจะเปลี่ยนแปลงประมาณร้อยละ 33.5 ต่อ 1 องศาเซลเซียส

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มวลหรือน้ำหนักของน้ำมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่น โดยทั่วไปแล้วมวลของน้ำถูกพิจารณาโดยน้ำหนัก น้ำบริสุทธิ์ 1 ลูกบาศก์เมตรจะหนัก 998.4 กิโลกรัม และความดันของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความลึก ความลึกประมาณ 30 เมตร จะมีความดันเท่ากับ 4 บรรยากาศ (4 กิโลกรัมต่อ 1 ตารางเซนติเมตร) หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่า น้ำจะมีความดันเพิ่มขึ้น 1 บรรยากาศทุกๆ ความลึก 10 เมตร

2.2.1.4 **ความติด** (Adhesion)

ความติด (Adhesion) คือ กระบวนการดึงดูดระหว่างไฮโดรเจนของโมเลกุลของน้ำกับออกซิเจนของผนังวัตถุที่น้ำสัมผัสอยู่ วัตถุที่น้ำไหลผ่านหรือสัมผัสนั้นถ้าเป็นวัตถุที่มีออกซิเจนมากจะทำให้มีความติดมาก ยกตัวอย่างเช่น ผนังเซลล์ของไม้จะมีออกซิเจนมาก ฉะนั้นไม้จึงติดหรือเปียกน้ำได้ง่าย

2.2.1.5 **ความตึงผิว** (Surface tension)

ความตึงผิว คือ แรงต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างของผิวน้ำ แรงดึงผิวจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ การที่มีสารอินทรีย์ละลายในน้ำมากก็ทำให้น้ำมีแรงตึงผิวมากขึ้น น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดตัวหนึ่ง ประมาณร้อยละ 50 ของธาตุหรือสารประกอบที่พบสามารถละลายในน้ำได้ กระบวนการทำละลายของน้ำแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. ชนิดเฉื่อยคือ การที่สารละลายในน้ำไม่ถูก แยกสลาย เช่น แอลกอฮอล์ น้ำตาล พวกนี้จะมีแขนติดกับไฮโดรเจนหรือออกซิเจน (O-แอลกอฮอล์-H)
2. ชนิดที่ละลายในน้ำถูกแยกออก เช่น เกลือแกง (น้ำ+เกลือแกง = $NA^{-}_{aq} + Cl^{-}_{aq}$)
3. ชนิดที่ตัวละลายแตกตัวออกเอง เช่น

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO \quad \text{หรือ} \quad O{=}C{=}O + H\text{-}O\text{-}H \rightleftharpoons O{=}C\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$$

เมื่อพิจารณาถึงความโปร่งแสงแล้ว จะเห็นได้ว่าน้ำที่บริสุทธิ์จะมีความโปร่งแสงสูง น้ำบริสุทธิ์สามารถดูดซึมแสงได้ดี ตั้งแต่แสงมีสีแดงลงไป แสงสีฟ้าถูกดูดซึมได้น้อยที่สุด ประมาณร้อยละ 90 ของแสงที่มีช่วงคลื่นสูงกว่า 7,500 A° จะถูกดูดซึมในน้ำที่ลึก 1 เมตร

สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำนั้น มีความเหมาะสมที่จะเป็นมัชฌิม ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิต เช่นพืช และสัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และเป็นมัชฌิมสำหรับธาตุอาหาร (Nutrient) เพราะเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดตัวหนึ่ง สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 60 – 90

สารประกอบในเซลล์สิ่งมีชีวิต หรือ Protoplasm นั้นมีตัวกลางที่สำคัญคือ น้ำ ไม่ต้องสงสัยเลยว่าชีวิตแรกของโลกนั้นเกิดขึ้นในน้ำหรือไม่ก็ในความชื้น สิ่งมีชีวิตบนพื้นดินนั้น เกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการวิวัฒนาการมานับล้านปีจากสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2.2.1.6 **แสง**

เป็นที่ทราบกันดีว่า แสงจากดวงอาทิตย์นั้น มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนพื้นโลก ความอบอุ่น ฯลฯ แสงสว่างเมื่อส่องมากระทบกับผิวน้ำนั้น ก็ไม่ใช่ว่าจะผ่านเข้าไปในน้ำได้ทั้งหมด มีบางส่วนที่จะสะท้อนกลับออกมา ตามปกติแล้วแสงสว่างนั้นยิ่งทำมุมกว้างกับเส้นตั้งฉากบนผิวน้ำก็ยิ่งทำให้มีการสะท้อนมากขึ้น ปริมาณแสงสว่างที่ผ่านผิวน้ำลงไปนั้น จะมีความเข้มของแสงลดลง ไปตามระดับความลึก อัตราการลดของความเข้มแสงจะเป็นแบบ Exponential ตามสูตรดังนี้

สูตร $I_D = I_0 e^{-XD}$

เมื่อ I_D = ความเข้มแสงที่มีความลึกเท่ากับ D

I_0 = ความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำ

K = ค่าคงที่ (Extinction coeffcient)

D = ความลึก

Extinction coeffcient เป็นค่าคงที่ ที่แสดงให้เห็นว่าแสงจะถูกลดความเข้มไปในแต่ละชั้นของความลึกเป็นจำนวนเท่าใด

แหล่งน้ำบางแห่งอาจมีความขุ่น และไม่ใสเท่ากันทุกระดับของความลึก เช่น อาจมีการแพร่กระจายของพืชน้ำเล็กๆ ในบางชั้นของระดับความลึก จึงทำให้มีการหักเหของแสงมากขึ้น ถ้าเป็นเช่นนี้สูตรดังกล่าว ก็ไม่สามารถถูกนำมาวิเคราะห์หาความเข้มของแสง ในแต่ละระดับความลึกได้

ในแหล่งน้ำต่างๆ นั้น ระดับความลึกอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ตามข้อเกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องแสง กล่าวคือ 1. Trophogenic layer เป็นชั้นที่มีการสังเคราะห์แสงของพืช ในบางครั้งเรียกว่า Euphotic zone 2. Tropholyic layer เป็นชั้นที่มีการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ โดยแบคทีเรียและเกิดกระบวนการออกซิเดชัน ทำให้มีออกซิเจนลดลง ในบางครั้งอาจมีออกเจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ แน่นอนที่สุดไม่มีการสังเคราะห์แสงของพืชในชั้นนี้

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มแสงในน้ำมีอยู่หลายชนิด ด้วยกัน เช่น Thermopile เป็นเครื่องมือวัดความร้อน ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนให้เป็นพลังงานแสงได้ 2. Photoelectric cell เป็นเครื่องมือวัดแสงเหมือนกับ เครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูป

2.2.1.7 **สี**

สีของน้ำมี 2 ประเภทคือ

1. สีแท้จริง (True color) เกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ
2. สีปรากฏ (Apparent color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ หรือไม่ก็อาจเกิดจาก การสะท้อนของท้องฟ้า

การทราบสีที่แท้จริงของน้ำอาจทำได้โดย ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ขึ้นมาทำการกรองสิ่งแขวนลอยออกไป การกรองต้องใช้ Millipore filter หรือไม่ก็ต้องทำการ Centrifuge แล้วน้ำส่วนที่เป็นน้ำที่แท้จริงมาทำการเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานที่เราเตรียมขึ้น สีมาตรฐานที่เราเตรียมขึ้นนั้นได้จากการเจือจางในหลายๆ ชั้นของ Potassium chloroplatinate (K_2PtCl) , Cobaltous chloride ($CoCl_2.H_2O$) หน่วยที่ใช้วัดคือ Platinum Cobalt unit (1unit = mg Pt/1)ค่าของหน่วยดังกล่าว มีตั้งแต่ 1 ซึ่งใสมาก ไปจนถึง 300 ซึ่งมีสีคล้ำมาก

สารละลายที่ทำให้เกิดสีที่แท้จริงได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต และส่วนประกอบของสารทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว ส่วนสิ่งที่แขวนลอย ซึ่งทำให้เกิดสีที่ปรากฏ ได้แก่ พืชเล็กๆ ในน้ำ เช่น Phytoplankton และ Zooplankton รวมทั้งสิ่งไม่มีชีวิตบางประเภท เช่น เกล็ดของซากพืช ซากสัตว์ต่างๆ ตะกอนของดินและทราย

2.2.1.8 **อุณหภูมิ**

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในแหล่งน้ำเกิดได้จาก การที่มีแสงส่องผ่านลงไปในแหล่งน้ำต่อมามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน อุณหภูมิมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่นเป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช ความร้อนยังมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียน และการผสมกลมกลืน ของน้ำในแหล่งน้ำ ทะเล และมหาสมุทร เช่น UP-Welling เป็นต้น

แหล่งน้ำต่างๆ ในบริเวณเขตอบอุ่นที่ค่อนข้างลึกจะมีชั้นของน้ำ ที่มีอุณหภูมิ แตกต่างกันในฤดูร้อน การที่แหล่งน้ำมีการแบ่งชั้น ของอุณหภูมิตามระดับความลึกเราเรียกว่า "Thermal stratification" ชั้นบนที่มีอุณหภูมิสูงเรียกว่า Epilimnion ชั้นกลางซึ่งมีการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเรียกว่า Thermocline และชั้นล่างซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ และค่อนข้างคงที่ เรียกว่า Hypolimnion

ในแหล่งน้ำที่การแบ่งชั้นของอุณหภูมิ จะมีการผสมระหว่างน้ำระหว่างชั้น เนื่องจากความแตกต่างของความหนาแน่น กระบวนการดังกล่าวมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมาก Thermocline เป็นที่อยู่อาศัยของปลาบางชนิด โดยธรรมชาติแล้วปลาชนิดต่างๆ จะมีความชอบอุณหภูมิไม่เหมือนกัน ฉะนั้น Thermocline มักจะวางตัวอยู่ในระดับต่างๆ ที่อุณหภูมิแตกต่างๆกันบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลีกเลี่ยงการกินกันเอง ในแหล่งน้ำของเขตอบอุ่นนั้น ปลาเทร้าท์ จะอาศัยอยู่ในชั้นของ Thermocline โดยที่มีออกซิเจนเพียงพอไปตลอดฤดูร้อน

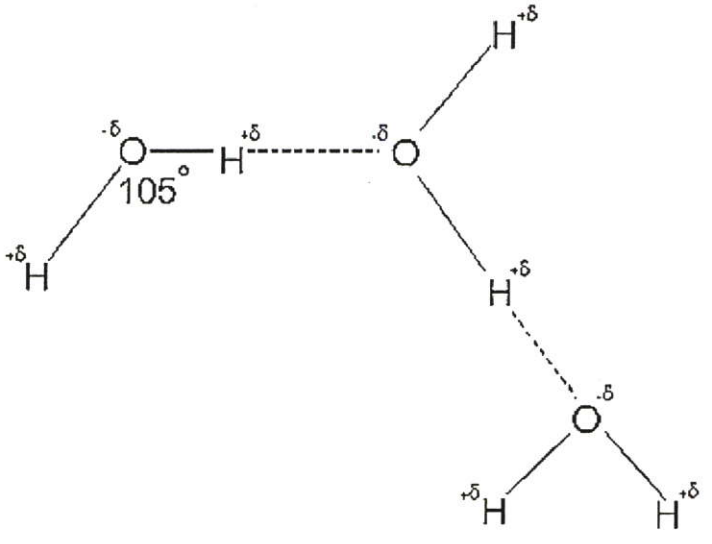
ส่วนปลากระพงน้ำจืด จะอาศัยอยู่ในชั้นของ Epilimnion

2.2.2 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

2.2.2.1 โมเลกุลของน้ำ

ฉัตรไชย รัตนไชย (2539 : 31) กล่าวว่า โมเลกุลน้ำประกอบด้วยออกซิเจน 1 อะตอม และไฮโดรเจนแต่ละอะตอม ต้องการอิเล็กตรอนอีก 1 ตัว เพื่อให้มีเสถียรภาพทางเคมี ขณะที่อะตอมออกซิเจนต้องการอิเล็กตรอนอีก 2 ตัว ดังนั้นโมเลกุลของน้ำไฮโดรเจน 2 อะตอมและออกซิเจน 1 อะตอม ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน กลายเป็นพันธะที่แข็งแรงมาก เรียกว่า พันธะโควาเลนท์ (Covalent bond) โครงสร้างโมเลกุลที่มีเสถียรภาพสูงนี้เป็นที่มาของคุณสมบัติทางเคมีบางประการอันเป็นเอกลักษณ์ของน้ำ

การจัดตัวของอะตอมในโมเลกุลน้ำพันธะระหว่างอะตอมออกซิเจนกับอะตอมไฮโดรเจนทั้งสองทำมุมกันประมาณ 105° การจัดตัวเช่นนี้ทำให้เกิดการไม่สมดุลในแง่ของประจุไฟฟ้า (Polar Molecule) มีคุณสมบัติคล้ายแม่เหล็ก และทำให้อะตอมไฮโดรเจนของโมเลกุลหนึ่งไปเกาะติดกับอะตอมของออกซิเจนของอีกโมเลกุลหนึ่ง เชื่อมโยงกันอย่างแข็งแรงและต่อเนื่อง ที่เรียกว่าพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonding) (รูปที่ 2.3)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างโมเลกุลน้ำ

ที่มา : (ฉัตรไชย รัตนไชย 2539 : 32)

พันธะโควาเลนท์ในโมเลกุลน้ำ และพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลเป็นต้นเหตุของสมบัติพิเศษหลายๆ อย่างของน้ำ การมีพันธะที่แข็งแรงทำให้ต้องใช้พลังงานมากในอันที่ที่จะเปลี่ยนจากสถานะของแข็งเป็นของเหลว และของเหลวเป็นแก๊ส ตลอดจนการเพิ่มอุณหภูมิทำให้ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นของเหลว และความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่าสูงมาก นอกจากนี้พันธะที่แข็งแรงข้างต้นยังทำให้โมเลกุลมีแรงยึดเหนี่ยวกันอย่างเหนียวแน่น ทำให้แรงตึงผิว (Surface tension) ของน้ำสูงกว่าของเหลวอื่นๆ ทำให้น้ำสามารถเคลื่อนที่ไปตามแรงแคปปิลลารี่ (Capillary) ตามช่องว่างในดิน ในต้นไม้ ตลอดจนในร่างกายมนุษย์

พันธะไฮโดรเจนอันแข็งแรงทำให้ผลึกน้ำแข็งมีโครงสร้างใหญ่กว่าน้ำ ความหนาแน่นลดลงเมื่อแข็งตัว ทำให้น้ำขยายตัวเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิลดจาก 4 องศาเซลเซียส ถึง 0 องศาเซลเซียส ที่ 4 องศาเซลเซียส พันธะระหว่างโมเลกุลเริ่มมีอิทธิพลเหนือกว่าพลังงานจลน์ และเริ่มสร้างโครงสร้างกึ่งของแข็ง ทำให้เป็นอุณหภูมิที่น้ำมีความหนาแน่นสูงสุด

2.2.2.2 การแตกตัวของไอออน (Ionization) และสภาพกรดด่าง

โมเลกุลบางโมเลกุลในน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุตามสมการ

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

โมเลกุลที่แตกตัวมีปริมาณค่อยข้างน้อย ในน้ำบริสุทธ์ 1 ลิตรจะมีไอออน H^+ และ OH^- อย่างละประมาณ 10^{-7} โมล (1 Mole เท่ากับ 1 กรัมโมเลกุล เช่นในตัวอย่างนี้คือ $1.008(10)^{-7}$ กรัมของ H^+ และ $17.008(10)^{-7}$ กรัมของ OH^- แม้ปริมาณดังกล่าวจะน้อย แต่สมบัตินี้เป็นเรื่องสำคัญ เพราะความสามารถในการทำละลายสารหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+

เมื่อเติมกรดลงไปในน้ำ ความเข้มข้นของ H^+ จะเพิ่มขึ้น ขณะที่ความเข้มข้นของ OH^- จะลดลง และเมื่อเติมด่างลงไปในน้ำ ผลจะตรงกันข้าม เมื่อน้ำแตกตัว ผลคูณของ $[H^+]$ กับ $[OH^-]$ ที่อุณหภูมิคงที่ มีค่าคงที่ ที่อุณหภูมิ 25 ^oC

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

2.2.2.3 ความสามารถในการทำละลาย

สารเคมีแทบทุกชนิดสามารถละลายในน้ำได้มากบ้างน้อยบ้าง ซึ่งนับเป็นสมบัติที่สำคัญอันหนึ่งของน้ำ ซึ่งเป็นผลมากจากลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของน้ำ คุณสมบัตินี้ทำให้ยากที่จะเก็บรักษาน้ำบริสุทธิ์ ถึงแม้ว่าจะสามารถผลิตน้ำบริสุทธิ์ได้ด้วยเครื่องมือสมัยใหม่ แต่ด้วย

ความสามารถในการทำละลาย น้ำจะเริ่มทำละลายตั้งแต่ภาชนะที่รองรับ ซึ่งมักสร้างปัญหาให้กับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ต้องการความละเอียดแม่นยำสูง ตารางที่ 2.3 แสดงผลคูณของประจุบวก (Cation) และประจุลบ (Anion) เมื่อสารละลายในน้ำ (Solubility product) ซึ่งมีค่าคงที่ และสามารถนำไปคำนวณหาความสามารถในการละลายของสารต่างๆ ในน้ำได้

ตารางที่ 2.3 Solubility product ที่ 25 ^{o}C

สารประกอบ	pK_{so}
$Fe(OH)_3$ (Amorph)	38.0
$FePO_4$	17.9
$Fe3(PO4)_2$	33.0
$Fe(OH)_2$	14.5
FeS	17.3
Fe_2S_3	88.0
$CaCO_3$ (Calcite)	8.34
$CaCO_3$ (Aragonite)	8.22
$Ca(OH)_2$	5.3
$CaSO_4$	4.59
SiO_2 (Amorph)	2.7
$Cu(OH)_2$	19.3
$PbCl_2$	4.8
$Pb(OH)_2$	14.3
$PbSO_4$	7.8
PbS	27.0
$MgCO_3$	5.0
$Mg(OH)_2$	10.74
$Zn(OH)_2$	17.2
ZnS	21.5

ที่มา : Snoeyink and Jenkins (อ้างใน ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539 : 35)

เมื่อฝนซึ่งเปรียบเหมือนน้ำกลั่นธรรมชาติ ตกลงสู่พื้นดิน จะละลายเอาสารเจือปนต่างๆ ในอากาศ เมื่อถึงพื้นดิน ก็จะละลายเอาสารเคมีทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์จากดิน น้ำทะเลซึ่งเป็นจุดปลายสุดจะเต็มไปด้วยสิ่งเจือปนและเกลือแร่นับร้อยชนิด (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 ส่วนประกอบของน้ำทะเลโดยเฉลี่ย

ธาตุ	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)
Chlorine	18,980
Sodium	10,560
Sulfates	2,560
Magnesium	1,270
Sulfur	885
Calcium	400
Potassium	380
Bromine	65
Carbon	28
Strontium	13
Boron	4.6
Silica	3.0
Fluoride	1.0

ที่มา : Lamb (อ้างใน ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539 : 36)

อะตอมของโมเลกุลสารประกอบหลายชนิด เกาะยึดกันด้วยพันธะไอออน (Ionic bond) ซึ่งอ่อนแอกว่าพันธะโควาเลนท์มาก โดยเฉพาะในโมเลกุลน้ำ ซึ่งมีลักษณะพิเศษยิ่งกว่าพันธะโควาเลนท์ธรรมดาดังกล่าวแล้ว ดังนั้นเมื่อโมเลกุลเหล่านี้ละลายในน้ำจะแตกตัวเป็นไอออน (Ion) แทรกตัวอยู่ในโมเลกุลน้ำ ระหว่างไอออนเหล่านี้ยังมีแรงต่างประจุกระทำต่อกัน สารประกอบที่เกาะยึดติดกันด้วยพันธะไอออนจะละลายน้ำได้ดีแทบทั้งสิ้นขณะที่โมเลกุลของน้ำจะยังคงมีโครงสร้างเดิมเนื่องจากมีพันธะโควาเลนท์และพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรง ด้วยเหตุนี้สารละลายในน้ำไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติพื้นฐานทางเคมีของน้ำเลย การที่น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด ทำให้เหมาะที่จะเป็นตัวกลางสำหรับสะสมธาตุอาหาร (Nutrient) นานาชนิด

2.2.2.4 **ออกซิเจน** (Oxygen)

แก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สที่มีมากเป็นอันดับ 2 รองจากแก๊สไนโตรเจน โดยมีอยู่ประมาณ 20 – 21 % แก๊สนี้สามารถละลายอยู่ในน้ำได้ประมาณ 8.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความกดดัน 1 บรรยากาศ ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนลดน้อยลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2540 : 37)

แก๊สออกซิเจน ที่ละลายในน้ำหรือที่เรียกว่า ดีโอ (Dissolved Oxygen = D.O) มีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำไม่ว่าพืชหรือสัตว์ต้องการออกซิเจนในการหายใจ นอกจากนี้ ปริมาณการละลายของออกซิเจน ยังใช้เป็นเครื่องมือชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำอีกด้วย ปริมาณการละลายของออกซิเจนในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของความกดอากาศ และความเค็ม ปริมาณการละลายของออกซิเจน จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ยกตัวอย่าง เช่นออกซิเจนมีความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นร้อยละ 40 เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงจาก 25 องศาเซลเซียส ไปจนกระทั่งเกือบ 0 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้เราจึงสามารถ สร้าง Nomogram เพื่ออนุมานการละลายของออกซิเจนที่อุณหภูมิต่างๆ ของน้ำได้ความกดอากาศที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมากขึ้น ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอีกส่วนหนึ่งนั้นได้มาจากการสังเคราะห์แสงของพืช และในทางกลับกันการหายใจของพืชก็จะทำให้ปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดลงไปเช่นกัน โดยปกติแล้ว การสังเคราะห์แสงของพืชนั้น จะอยู่ในระดับความลึกที่เรียกว่า “Euphotic zone” หรือบริเวณที่แสงสองลงไปถึงได้ ระดับดังกล่าวในทะเลสาบเรียกว่า “Limnetic zone” ในบริเวณชายฝั่งที่ไม่ลึกหรือ Littoral zone นั้นพวกรากพืชและ Photoplankton เป็นตัวที่ให้ออกซิเจนแก่น้ำ

2.2.2.5 **คาร์บอนไดออกไซด์** (Carbon dioxide : CO_2)

คาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญต่อระบบนิเวศมาก เพราะเป็นสารประกอบที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังเป็นตัวปรับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับ ออกซิเจนกับสัตว์ ให้เหมาะสม ต่อการดำรงชีวิต คาร์บอนไดออกไซด์มีธาตุคาร์บอนประกอบอยู่ด้วย และธาตุคาร์บอนนี้ เป็นองค์ประกอบประจำของสารอินทรีย์ โดยเหตุนี้คาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นสารประกอบพื้นฐานสำคัญในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่นแป้ง และน้ำตาลในพืช คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารประกอบ ที่มีความสารในการละลายสูงมาก ความสามารถในการละลายคาร์บอนไดออกไซด์ แปรผันเป็นสัดส่วนให้ตรงข้ามกับอุณหภูมิ อันนี้หมายความว่าถ้าอุณหภูมิสูงละลายได้น้อย แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำก็ละลายได้มาก (เหมือนกับออกซิเจน) เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กับออกซิเจนจะพบว่าคาร์บอนไดออกไซด์มีความสามารถละลายในน้ำได้มากกว่า ยกตัวอย่างเช่น ในอากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณร้อยละ 0.03 โดยปริมาตร ซึ่งเปรียบเทียบกับออกซิเจนมีอยู่

ประมาณร้อยละ 21 โดยปริมาตร แต่ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรของปรอท และมีออกซิเจนละลายอยู่ประมาณ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ถึง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าเราคำนวณคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูก "Locked up" อยู่ในน้ำ ในพืช และในสัตว์บนพื้นผิวโลกแล้ว จะเห็นได้ว่ามีจำนวนมากกว่าที่มีอยู่ในอากาศเสียอีก คาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ที่มีมากมายหลายแหล่งด้วยกัน เช่นจากการหายใจของพืชและสัตว์การย่อยสลายซากพืชและสัตว์โดยแบคทีเรีย ก็ให้คาร์บอนไดออกไซด์แก่น้ำ น้ำใต้ดินมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ละลายอยู่มากทั้งนี้เพราะมีการย่อยสลายอินทรีย์สารในชั้นใต้ดิน ปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารประกอบพวกคาร์บอเนตที่อยู่ในน้ำหรือดินกับกรด ก็จะให้ผลลัพธ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้การที่มีฝนตกลงมายังแหล่งน้ำก็ยังนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในเม็ดฝนลงมาด้วย เมื่อฝนตกลงมายังพื้นดิน น้ำจะไหลซึมลงไปในดิน คาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช และสัตว์ จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

ได้ Carbonic acid ซึ่งเป็นกรดอ่อน เมื่อไหลไปถูกกับส่วนของดิน หรือลงสู่แหล่งน้ำที่มีหินปูน ก็จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีละลายหินปูนเหล่านั้น ให้อยู่ในรูปของ $Ca(HCO_3)_2$ หรือ Calcium bicarbonate ซึ่งจะคงสภาพอยู่รวมกับ คาร์บอนไดออกไซด์ จำนวนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในรูป H_2CO_3

H_2CO_3 ที่ถูกสร้างขึ้นมาอาจจะแตกตัวได้ HCO และ $CO^{=}_3$ ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_2 \rightleftharpoons H^- + HCO_3 \rightleftharpoons H^- + CO^{=}_3$$

ฉะนั้น CO_2 ที่ลงสู่แหล่งน้ำจะวางตัวอยู่ได้ 3 รูปด้วยกันคือ

1. CO_2 และ H_2CO_3 เรียกว่า Free CO_2
2. HCO^-_3 (Bicarbonate) เรียกว่า Half bound CO_2
3. $CO^{=}_3$ (Bound CO_2)

ที่เราเรียก HCO^-_3 ว่าเป็น Half bound CO_2 ก็เพราะว่าเราสามารถที่จะไล่ HCO^-_3 ออกไปจากน้ำได้โดยการให้ความร้อนแก่น้ำ และการที่เราเรียก $CO_3^{=}$ ว่าเป็น Bound CO_2 ก็เพราะว่าตามปกติมันจะรวมกับธาตุ ที่มีประจุลบเช่น Ca^{++}และ Mg^{++} แล้วตกตะกอน

สัดส่วนของ CO2 ทั้งสามรูปนี้ขึ้นอยู่กับ pH

ที่ pH = 7 : ร้อยละ 20 ของ CO_2 จะอยู่ในรูป $CO_2 + H_2CO_3$

ร้อยละ 80 ของ CO_2 จะอยู่ในรูป HCO^-_3

ที่ pH = 5 : CO_2 เกือบทั้งหมดจะอยู่ในรูป Undissociated H_2CO_3

ที่ pH = 8.5 : เกือบทั้งหมดจะอยู่ในรูป HCO^-_3

ที่ pH = 10 : CO_2 ประมาณร้อยละ 24 จะอยู่ในรูป $CO^{=}_3$ ที่เหลือเป็น HCO^-_3

2.2.2.6 **ของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ** (Total dissolved solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ เป็นเครื่องชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่งของแข็งที่ละลายน้ำคือ ส่วนที่เหลืออยู่หลังการระเหยของน้ำ ที่ได้ผ่านการกรองโดย Millipore filter แล้วที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนที่เหลือนี้ประกอบด้วย สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์หลายชนิดการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะทำให้ส่วนที่เป็นอินทรีย์สารถูกกำจัดออกไปรวมกับพวก คาร์บอเนตฉะนั้นส่วนที่เหลือทั้งหมดจะเป็นอินทรีย์สาร

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ อาจทำได้หยาบๆ โดยการวิเคราะห์ความนำไฟฟ้าจำเพาะ (Specific conductivity) ของน้ำความนำไฟฟ้าจำเพาะคือค่าส่วนกลับ (Reciprocal) ของความต้านทานไฟฟ้า ที่มีหน่วยเป็น Microohms (1/resistance)

การวิเคราะห์หาความนำไฟฟ้าจำเพาะ กระทำได้โดยการจุ่มขั้นไฟฟ้าทั้งสองขั้วลงไปในน้ำ ขั้วไฟฟ้าทั้งสองอยู่ห่างกันเป็นระยะ 1 เซนติเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร แล้วนำค่าต้านทานไฟฟ้าไปคำนวณหา โดยนำไปเป็นตัวหารของ 1 โดยทั่วไปเครื่องวัดที่อ่านค่านำไฟฟ้าจำเพาะออกมาได้เลย การวัดจะกระทำที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นมาตรฐานค่าความนำไฟฟ้าจำเพาะ จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าปริมาณของน้ำแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น น้ำในทะเลสาบ Bunny ในมลรัฐเนวาดา มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 8.2 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อวัดความนำไฟฟ้าได้ 8.9 Microohms ฉะนั้นน้ำที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ หรือความนำไฟฟ้าสูงก็จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำที่สูงเช่นเดียวกัน

2.3 วิธีการและขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

น้ำประปา เป็นน้ำที่ผ่านขบวนการต่างๆมากมายกว่าจะมาเป็นน้ำประปา ให้แก่ประชาชนได้นั้นมีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนและต้องมีการลงทุนสูงมาก การประปาส่วนภูมิภาค (2543) [Online] ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการผลิตน้ำประปาดังนี้

1. **แหล่งน้ำ** แหล่งน้ำที่นำมาผลิตน้ำประปานั้นได้มาจากแม่น้ำลำคลอง อ่างเก็บน้ำ หนอง บึง และน้ำนั้นจะต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เกินกว่าที่กำหนดไว้ และปราศจากสิ่งโสโครก ปะปน มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการตลอดปี ซึ่งเราจะติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้ใกล้กับแหล่งน้ำ ในโรงสูบน้ำแรงต่ำเพื่อสูบน้ำดิบไปผลิตเป็นน้ำประปา

2. **การเติมสารเคมี** ก่อนที่น้ำดิบจากแหล่งน้ำจะไหลเข้าถังตกตะกอน จะมีการใส่สารเคมีลงไป ได้แก่ สารส้ม ปูนขาว ในอัตราส่วนที่พอเหมาะพอดีกับคุณภาพน้ำดิบในแต่ละฤดูกาล

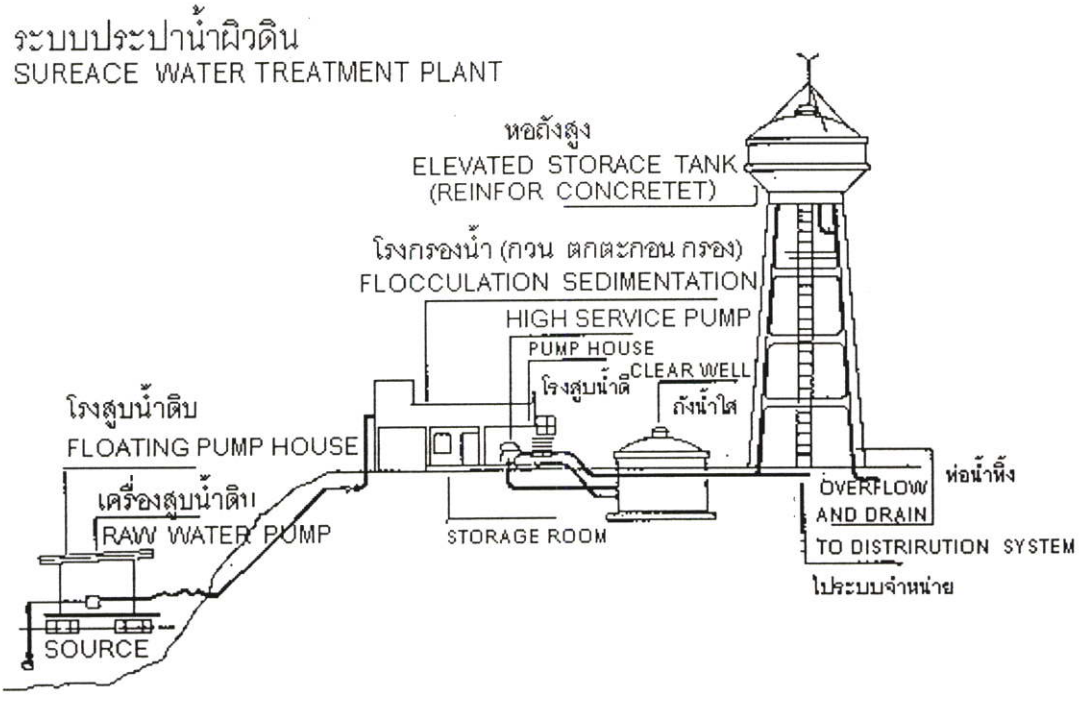
3. **การตกตะกอน** เมื่อใส่สารเคมีแล้ว น้ำดิบจะไหลเข้ามายังถังตกตะกอนโดยผ่านระบบการกวน เพื่อให้สารเคมีได้สัมผัสและทำปฏิกิริยา กับตะกอน หรือความขุ่นที่อยู่ในน้ำจับเป็นก้อนเล็กๆ แล้วค่อยๆ มีขนาดโตขึ้นตกลงสู่ก้นถัง เหลือแต่น้ำใสไหลไปยังถังกรองน้ำ การตกตะกอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังตกตะกอน ไม่เกิน 7 หน่วย

4. **การกรองน้ำ** เมื่อน้ำผ่านการตกตะกอนมาแล้วจะไหลเข้ามายังถังกรองน้ำเพื่อกรองเอาตะกอนที่ละเอียดออกอีกครั้งหนึ่ง น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะใสมาก มีความขุ่นไม่เกิน 3 หน่วย ถังกรองจะต้องมีการล้างหน้าทรายกรองอยู่เสมอ

5. **การฆ่าเชื้อโรค** น้ำที่กรองแล้วเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีเชื้อโรคหลงเหลืออยู่จึงต้องมีการใส่สารคลอรีนฆ่าเชื้อโรค สารคลอรีนควบคุมง่ายสามารถฆ่าเชื้อโรคได้เกือบทุกชนิด และช่วยกำจัดกลิ่นสี โดยการใส่คลอรีนในน้ำให้ไหลไปตามเส้นท่อเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจปะปนเข้ามาภายหลัง

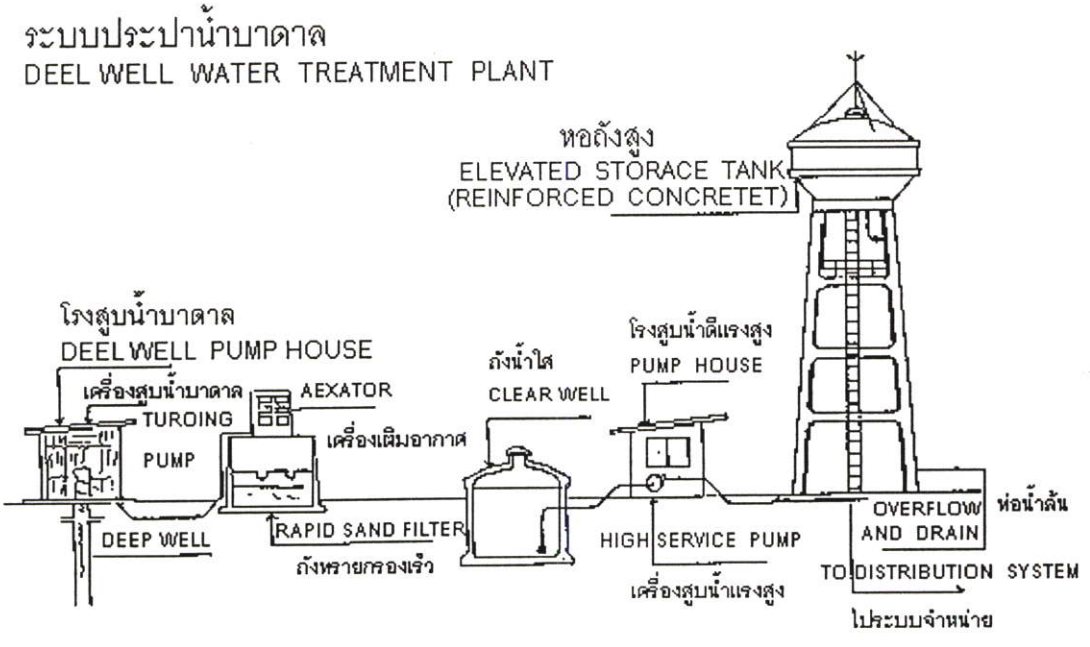
6. **ถังน้ำใส** เป็นถังสำหรับเก็บน้ำสะอาดที่ผ่านการกรองแล้วเรียกว่าน้ำประปา เพื่อรอจ่ายให้ผู้บริโภคได้ใช้น้ำสะอาด

7. **หอถังสูง** เป็นหอถังสูงที่เก็บน้ำที่สูบขึ้นมาจากถังน้ำใสเพื่อทำให้เกิดแรงดันน้ำในการจ่ายให้บริการไปตามเส้นท่อถึงบ้านประชาชน



ภาพที่ 2.5 ระบบประปาน้ำผิวดิน

ที่มา : http://pwa.thaigov.net/treatment.htm



ภาพที่ 2.6 ระบบประปาน้ำบาดาล

ที่มา : http://pwa.thaigov.net/treatment.htm

2.4 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่ไม่มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ที่แน่นอน ซึ่งสามารถพบจุลินทรีย์อยู่ในสามาอาราจักร คือ อาณาจักรโมรา (แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย) อาณาจักรโพรทิสตา (สาหร่ายขนาดเล็กและโพรโทซัว) และอาณาจักรเห็ดรา (ยีสต์และรา) สำหรับไวรัสและไวรอยด์ มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particle) ไม่มีลักษณะของเซลล์ จึงจัดอยู่ในอาณาจักรไวรา (Vira) ต่างหาก

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ (2539 : 6) ได้แบ่งกลุ่มต่างๆ ของจุลินทรีย์ไว้ดังนี้

1. สาหร่าย มีลักษณะค่อนข้างง่าย พวกที่เก่าแก่ที่สุดเป็นเซลล์เดียว บางพวกเซลล์ที่คล้ายกันมารวมกลุ่มกันโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง หน้าที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย สาหร่ายขนาดใหญ่ เช่น สาหร่ายสีน้ำตาลพวกเคลป์ (Kelp) มีโครงสร้างซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของเซลล์ เพื่อทำหน้าที่โดยเฉพาะเซลล์ของสาหร่ายทุกชนิดมีคลอโรฟิลเพื่อทำหน้าที่สังเคราะห์แสง พบสาหร่ายได้ทั่วไปในแหล่งน้ำ หรือดินชื้นแฉะ

2. ไวรัส เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากมองเห็นได้โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเท่านั้น ยังไม่มีองค์ประกอบของเซลล์ ไวรัสก่อให้เกิดโรคแก่พืช สัตว์ แบคทีเรีย และ โพรทิสต์อื่นๆ การเพาะเลี้ยงไวรัสต้องอาศัยเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น

3. แบคทีเรีย เป็นพวกโพรคาริโอตเซลล์เดียว โดยทั่วไปเพิ่มจำนวนเซลล์โดยวิธีแบ่งตัวจากหนึ่งเป็นสอง (Binary fission)

4. โพรโทซัว เป็นพวกยูคาริโอตเซลล์เดียว มีความแตกต่างกันทั้งด้านรูปร่างลักษณะโภชนาการและสรีรวิทยา มีบทบาทแตกต่างกันในธรรมชาติ โพรโทซัวที่รู้จักกันดีคือพวกก่อโรคในคนและสัตว์

5. รา เป็นพวก ยูคาริโอตที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ มักมีหลายเซลล์แต่ไม่เปลี่ยนแปลงไปเป็นราก ลำต้น และใบ ขนาดและรูปร่างแตกต่างกันมากตั้งแต่ยีสต์ซึ่งมีเซลล์เดียวขนาดเล็กต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จนถึงเห็ดที่มีขนาดใหญ่หลายเซลล์ เช่น พวกรา (Mold) มิลดิว (Mildews) ยีสต์และราก่อโรคพืช เช่น ราสนิม (Rusts) ราที่แท้จริงประกอบด้วยเส้นใยที่รวมกันเป็นไมซีเลียม (Mycelium) มีการสืบพันธุ์โดยวิธีแบ่งตัว แตกหน่อ หรือสร้างสปอร์ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิด

สำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในคน และติดต่อทางน้ำนั้นมักเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในทางเดินอาหาร ซึ่งออกจากร่างกายพร้อมอุจจาระ การปนเปื้อนจะลินทรีย์ในแหล่งน้ำต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้ และถ้าแหล่งน้ำนั้นๆ ถูกนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำสำหรับบริโภค โดยขาดการควบคุณภาพที่ดีในกระบวนการผลิตและขั้นตอนต่างๆ หรือเกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากภาวะภัยธรรมชาติ เช่น

อุทกภัย แผ่นดินไหว เป็นต้น ก็จะทำให้ผู้บริโภครับจุลินทรีย์เข้าไปด้วย และทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ บัญญัติ สุขศรีงาม (2534 : 1) กล่าวว่าจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ มีหลายชนิดเช่น รา (Mold) ยีสต์ (Yeast) ไวรัส (Virus) แบคทีเรีย (Bacteria) สาหร่าย (Algae) และโปรโตซัว (Protozoa) สำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บมี 3 ประเภทคือ แบคทีเรีย ไวรัส และโปรโตซัว

1. แบคทีเรีย เป็นเซลล์ชั้นต่ำ (Procaryotes) มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีรูปร่างหลายแบบเช่น กลม แท่ง และเกลียว มีการเรียงตัวต่างกันเช่น เรียงต่อแถวกันตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไป หรืออาจอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น เช่น *Staphylococcus* บางชนิดมีแฟลกเจลลา (Flagella) แบคทีเรียที่สำคัญ คือ *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, Enteropathogenic *E.coli*, *Vibrio cholerae*, *Mycobacterium* และแบคทีเรียประเภทฉวยโอกาส (Opportunistic bacteria) ซึ่งรวมถึงกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบที่ใช้สารอาหารประเภทอินทรีย์เข้ามาในเซลล์เป็นแหล่งพลังงานหรือเป็นส่วนประกอบของเซลล์ (Heterotrophs) ทำให้เกิดโรคในเด็กทารกผู้สูงอายุ หรือผู้ที่สุขภาพอ่อนแอ แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus*, *Providencia*, *Citrobacter*, และ *Acinetobacter* มีอยู่ทั่วไปทุกแห่งในสิ่งแวดล้อม

2. ไวรัส เป็นกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 – 25 นาโนเมตร มีแผ่นโปรตีนล้อมรอบกรดนิวคลีอิก รู้จักกันดีในฐานะที่ทำให้เกิดการ ติดเชื้อในทางเดินอาหารของมนุษย์ และในสัตว์บางชนิด ไวรัสถูกขับถ่ายออกมาในอุจจาระของผู้ติดเชื้อและปนเปื้อนน้ำดื่ม ไวรัสที่สำคัญได้แก่ Hepatitis A, *Norwalk*-type Viruses, Rotavirus, Adenoviruses, Enteroviruses และ Reoviruses

3. โพรโตซัว เป็นสัตว์เซลล์เดียว มีขนาด 1 – 150 ไมโครเมตร เป็นสัตว์ชั้นสูง (Eukaryotes) มีส่วนประกอบคล้ายเซลล์สัตว์ทั่วไป เคลื่อนที่ได้ ไม่มีผนังเซลล์ โปรโตซัวมีมากกว่า 30,000 ชนิด บางชนิดอาศัยอยู่อย่างเป็นอิสระ พบได้ทุกแห่ง แม้แต่ก้นทะเลลึก ในธารน้ำแข็ง และน้ำพุร้อน มีประมาณ 10,000 ชนิด ที่ติดต่อได้ทางในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง มีมีกระดูกสันหลัง จึงพบว่าคนและสัตว์เป็นโฮสต์ให้แก่โปรโตรซัวเหล่านี้ บางชนิดไม่ทำให้เกิดโรค บางชนิดทำให้เกิดโรค ที่พบในน้ำได้แก่ *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium* และ *Naegleria fowleri* ส่วนใหญ่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ยกเว้นโปรโตซัวตัวสุดท้ายทำให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ

จุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดโรคในมนุษย์แตกต่างกัน โรคที่พบได้บ่อยจากจุลินทรีย์แต่ละชนิดโดยมีน้ำเป็นสื่อแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ศักยภาพของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ

Name of organism Of group	Major disease	Major reservoirs and primary sources
	Bacteria	
Salmonella typhi	Typhoid fever	Human feces
Salmonella paratyphi	Paratyphoid fever	Human feces
Other Salmonella	Salmonellosis	Human and animal feces
Shigella	Bacillary dysentery	Human feces
Vibrio cholerae	Cholera	Human feces
Enteropathogenic *E. coli*	Gastroenteritis	Human feces
Yersinia enterocolitica	Gastroenteritis	Human and animal feces
Campylobacter jejuni	Gastroenteritis	Human and animal (?) feces
Legionella pneumophila and related bacteria	Acute respiratory illness	Thermally enriched waters
Mycrobacterium tuberculosis	(legionellosis)	
Other (atypical)	Tuberculosis	Human respiratory exudates
mycrobacteria	Pulmonary illness	Soil and water
Opportunistic bacteria		
	Variable	Natural water
	Enteric Viruses	
Enteroviruses		
Polioviruses	Polimyelitis	Human feces
Coxsackieviruses A	Aseptic meningitis	Human feces
Coxsackieviruses B	Aseptic meningitis	Human feces
Echoviruses	Aseptic meningitis	Human feces
Other enteroviruses	Encephalitis	Human feces
Reoviruses	Mild upper respiratory and gastrointesinal illness	Human and animal feces
Rotaviruses	Gastroenteritis	Human feces
Adenoviruses	Upper respiratory and gastrointesinal illness	Human feces
Hepatitis A viruses	infecttious hepatitis	Human feces
Norwalk ans related GI viruses	Gastroenteritis	Human feces
	Protozoans	
Acanthamoeba castellani	Amoebic meningoencephalitis	Soil and water
Balantidium coli	Balantidosis (dysentery)	Human feces
Cryptosporidium	Cryptosporidiosis	Human and animal feces
Entamoeba histolytica	Amoebic dysentery	Human feces
Giardia lamblia	Giardiasis (gastrointeritis)	Human and animal feces
Naegleria fowleri	Primary amoebic Meningoencephalitis	Soil and water
Algae (blue-green)		
Anabaena flos-aquae	Gastroenteritis	Natural water
Microcyatis aeruginosa	Gastroenteritis	Natural water
Alphanizomenon flos-aquae	Gastroenteritis	Natural water
Schizothrix calciola	Gastroenteritis	Natural water

ที่มา : Tate CH, Arnold FK. (อ้างใน วรรณพิมล อารีราษฎร์. 2539 : 24)

2.4.1 ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์แต่ละชนิด จะมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสมโดยทั่วไป คือ 14 – 40 องศาเซลเซียส แต่มีจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส หรือ สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส จำแนกตามกลุ่มของจุลินทรีย์ตามอุณหภูมิได้ดังนี้

1. เทอร์โมไฟล์ (Thermophiles) เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิที่สูงกว่า 45 องศาเซลเซียส พบในน้ำพุร้อน เช่น *Bacillus stearothermophilus, Bacillus coagulans* และ *Lactobacillus thermophilus* เป็นต้น

2. มีโซไฟล์ (Mesophiles) พบในร่างกายคนและสัตว์เลือดอุ่น เจริญได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 20 – 45 องศาเซลเซียส ได้แก่ Lactobacilli และ Staphylococci เป็นต้น

3. ไซโครไฟล์ (Psychrophiles) เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง –5 – 20 องศาเซลเซียส พบในเขตขั้วโลกและสิ่งที่เก็บในตู้เย็น ได้แก่ *Pseudomonas, Moraxella, Acinetobater* ราและโปรโตซัว เป็นต้น

โดยทั่วไปถ้าอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิขั้นต่ำที่จะเจริญ จุลินทรีย์จะไม่เพิ่มจำนวน หรืออุณหภูมิลดต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม ก็จะทำให้การเจริญช้าลง และจะช้าที่สุดที่อุณหภูมิขั้นต่ำของการเจริญ ความเย็นจะช่วยป้องกันความเจริญและชลอกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ โดยที่การเจริญและปฏิกิริยาในเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับเอนไซม์และอัตราเร็วของปฏิกิริยาของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้น ผลที่เกิดจากการลดอุณหภูมิจึงทำให้อัตราการเจริญของจุลินทรีย์ลดลง และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นกระทั่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมจุลินทรีย์ก็สามารถเจริญได้

2.4.2 จุลินทรีย์ที่ใช้กำหนดคุณภาพน้ำ

จุลินทรีย์ที่ใช้กำหนดคุณภาพของน้ำ แบ่งได้ 2 ประเภทคือ

1. จุลินทรีย์บ่งชี้คุณลักษณะความสะอาด ว่าอาจจะมีการปนเปื้อนของอุจจาระหรือไม่ นอกจากนั้น เป็นการแสดงให้ทราบว่า ขั้นตอนการผลิต วัสดุที่ใช้มีการสุขาภิบาลที่ดีหรือไม่ แบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชีคือ โคลิฟอร์ม เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้คือ

1.1 การตรวจโคลิฟอร์มในน้ำ ทำได้ง่ายกว่าการตรวจหาเชื้อก่อโรคชนิดอื่นๆ

1.2 โคลิฟอร์มอยู่ในอุจจาระคนและสัตว์เลือดอุ่น ร้อยละ 95 นอกนั้นอยู่ในดิน ร้อยละ 5 ดังนั้น เมื่อมีอุจาจาระปนเปื้อนในน้ำ จึงมีโอกาสตรวจพบโคลิฟอร์มได้แน่ๆ

1.3 ในสภาวะเดียวกัน คือ น้ำชนิดเดียวกัน อุณหภูมิเดียวกับสภาพแวดล้อมเหมือนกัน โคลิฟอร์ม จะมีความทนทานได้ดีการเชื้อก่อโรคชนิดอื่น

1.4 เมื่อตรวจพบโคลิฟอร์ม ก็อาจสรุปได้ว่าน้ำนั้นมีอุจจาระคนหรือสัตว์ปนมาแน่ๆ และคาดการณ์ได้ว่าอาจมีเชื้อก่อโรคทางระบบอาหารปะปนอยู่ด้วย

2. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ อาจมาจากอุจจาระของผู้ป่วยที่เป็นโรค เช่น *Salmonella*, *Shigella* หรือ *Vibrio cholerae* เป็นต้น นอกจากนั้นอาจมาจากฝุ่นละออง ดิน หรือมือที่สัมผัส เช่น *Stapphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* เป็นต้น

2.5 มาตรฐานน้ำดื่มด้านจุลินทรีย์

มาตรฐานของน้ำดื่ม ที่ประกาศใช้ในแต่ละประเทศ จะขึ้นอยู่กับข้อตกลงในองค์กรของประเทศนั้นๆ ซึ่งมีมาตรฐานคล้ายๆ กันดังต่อไปนี้

2.5.1 มาตรฐานน้ำดื่มเบื้องต้นของสมาคมป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา

มาตรฐานน้ำดื่มเบื้องต้นของสมาคมป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (USEPA Primary drinking water regulations) ประกาศใช้เมื่อ 29 มิถุนายน 1989 แสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานน้ำดื่มเบื้องต้นของสมาคมป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา

	MCLG,mg/L	MCL, mg/L
Total coliform	Zero	P/A
Turbidity	-	FD
Giardia	Zero	FD
Viruses	Zero	FD
HPC	-	FD
Legionella	Zero	FD

ที่มา : Cotru JA, Vogt CD. (อ้างใน วรรณพิมล อารีราษฎร์. 2539 : 39)

P/A : (Presence/Absence) การตรวจพบหรือไม่พบโคลิฟอร์ม สำหรับแหล่งจำหน่ายน้ำรายย่อยพบโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 1 ตัวอย่างต่อการสำรวจในแต่ละเดือน สำหรับแหล่งจำหน่ายน้ำรายใหญ่ พบโคลิฟอร์มได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของตัวอย่างน้ำทั้งหมดต่อเดือน

FD : (Filtration and disinfection) การกรองและไม่เกิดการติดเชื้ออย่างน้อยร้อยละ 99.9 และ 99.9 ที่เชื้อถูกกำจัดหรือไม่ทำให้เกิดโรค

2.5.2 **คำแนะนำน้ำดื่มของแคนาดา** (Canadian drinking water guideline) เผยแพร่ในปี ค.ศ. 1968 และปรับปรุงแก้ไข ในปี ค.ศ. 1978 และ 1987 กำหนดให้มีโคลิฟอร์มไม่เกิน 10 ในน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ในทุกๆ ตัวอย่างและต้องพบไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวอย่างทั้งหมด ในการสำรวจทุก 30 วัน ตัวอย่างน้ำจากแหล่งเดียวกัน ตรวจพบได้ไม่เกิน 2 ตัวอย่าง และไม่พบฟีคัลโคลิฟอร์ม

2.5.3 **คำแนะนำคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก**

คำแนะนำคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ค.ศ. 1971 (World health organization guidelines for drinking water quality) กำหนดให้ไม่พบโคลิฟอร์มในน้ำดื่มหรือพบได้น้อยกว่า 1 โคลิฟอร์มในน้ำ 100 มิลลิลิตร และไม่พบแบคทีเรียก่อโรคในน้ำดื่ม

2.5.4 **ข้อกำหนดน้ำดื่มของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป**

ข้อกำหนดน้ำดื่มของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (European economic community drinking water directives) แสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 มาตรฐานของประชาคมเศรษฐกิจยุโรปสำหรับข้อกำหนดน้ำดื่มด้านจุลินทรีย์

Parameters	Results: Volume of The sample	Giude level	Maximum admissible concentration: Membrane filter method	Maximum admissible concentration: Mutiple tube method
Total coliform*	100	-	0	<1
Fecal coliform	100	-	0	<1
Fecal streptococci	100	-	0	<1
Sulfite-reducing *Clostridia*	20	-	-	<1

Parameters	Temperature °C	Results:size Of the Sample, mL	Giude level	Maximum admissible concentration
Total bacteria count for water supplied for human consumption †	37	1	10	
	22	1	100	
Total bacteria count for water in closed container †	37	1	5	20
	22	1	20	100

*Provided a sufficient number of sample is examined (95 percent consistent results).

†water inteded for human consumption should not contain pathogenic organisms.

Note: If it is necessary to supplemrnt the microbiological analysis of water intended for human consumption, the samples should be axamined not only for the bacteria referred to in this tacle but also for pathogens including : salmonella, pathogenic staphylococci, fecal bacteriophages, and enteroviruses; nor should such water contain parasited, algaes, or other organism such as animalcules (worms, larvae).

ที่มา : Cotruvo JA, Vogt CD. (อ้างใน วรรณพิมล อารีราษฎร์. 2539 : 40)

2.5.5 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) เรื่องน้ำดื่ม

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดคุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม ดังนี้

1. Standard plate count ที่ 35-37 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร

2. ตรวจพบแบคทีเรียซนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร โดยวิธี MPN (Most probable number)

3. ตรวจไม่พบแบคทีเรียซนิด *E.coli*

2.2.6 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปานครหลวง (ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2536)

คำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2536 ที่การประปานครหลวงได้นำมาใช้เป็นมาตรฐานในการผลิตน้ำประปา แสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปานครหลวง (ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2536)

พารามิเตอร์	หน่วย (units)	คำแนะนำ
1.คุณสมบัติทางแบคทีเรีย (Bacteriological quality)		
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliform bacteria)	MPN/100 ml	ไม่พบ
แบคทีเรียชนิด อีโคไล (E. coli)	MPN/100 ml	ไม่พบ
2.คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์		
สี ปรากฏ (Apperance colour)	True colour unit	15
ความขุ่น (Turbidity)	NTU	5
รส และ กลิ่น (Taste and odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
สารหนู (Arsenic)	Mg/l	0.01
แคดเมี่ยม (Cadmium)	Mg/l	0.003
โครเมี่ยม (Chromium)	Mg/l	0.05
ไซอาไนด์ (Cyanide)	Mg/l	0.07
ตะกั่ว (Lead)	Mg/l	0.01
ปรอท (Mercury)	Mg/l	0.001
เซเลเนี่ยม (Selenium)	Mg/l	0.01
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	Mg/l	1.5
คลอไรด์ (Chloride)	Mg/l	250
ทองแดง (Copper)	Mg/l	1
เหล็ก (Iron)	Mg/l	0.3
แมงกานีส (Manganese)	Mg/l	0.1
อลูมิเนี่ยม (Aluminium)	Mg/l	0.2
โซเดี่ยม (Sodium)	Mg/l	200
ซัลเฟต (Sulfate)	Mg/l	250
สังกะสี (Zinc)	Mg/l	3
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)	Mg/l	0.5
ปริมาณมวลสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	Mg/l	1,000
ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (Nitrate as N)	Mg/l	10
แอมโมเนียในรูปไนโตรเจน (Ammonia as N)	Mg/l	1.5
เบนซิน (Benzene)	Mg/l	10
คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	Mg/l	2
ไดโครโรมีเทน (Dichloromethane)	Mg/l	20
หนึ่ง, สอง-ไดโครโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	Mg/l	30
เบนโซไพรีน (Benzo[a]pyrene)	Mg/l	0.7
3.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)		
อัลดรินและดิลดริน (Aldrin/Dieldrin)	Mg/l	0.03
คลอเดน (Chlordane)	Mg/l	0.2

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย (units)	คำแนะนำ
ดีดีที (DDT)	Mg/l	2
สอง,สี่-ดี (2,4-D)	Mg/l	30
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor and Heptachlor epoxide)	Mg/l	0.03
เฮกซะคลอโรเบนซิน (Hexachlorobenzene)	Mg/l	1
พารามิเตอร์	หน่วย (units)	คำแนะนำ
ลินแดน (Lindane)	Mg/l	2
เมททอกซิคลอ (Methoxychlor)	Mg/l	20
เพนตาคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	Mg/l	9
4.ไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes)		
คลอโรฟอร์ม (Chloroform , $CHCl_3$)	Mg/l	200
โบรโมไดคลอโรมีเทน (Bromodichloromethane , $CHBrCl_2$)	Mg/l	60
ไดโบรโมคลอโรมีเทน (Dibromochloromethane , $CHBr_2Cl$)	Mg/l	100
โบรโมฟอร์ม (Bromoform , $CHBr_3$)	Mg/l	100
5.กัมมันตภาพรังสี (Radioactive)		
ความแรงรวมรังสีแอลฟา (Gross alpha activity)	Bq/l	0.1
ความแรงรวมรังสีเบต้า (Gross beta activity)	Bq/l	1

ที่มา : การประปานครหลวง (2543) [Online]

2.6 วิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา

การตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยานับว่ามีความสำคัญมาก ซึ่งวิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียอาจทำได้โดย

2.6.1 **การตรวจหาแบคทีเรียทั้งหมด** (Total plate count)

การตรวจหาแบคทีเรียทั้งหมด ความมุ่งหมายของการตรวจหาแบคทีเรียทั้งหมดชนิดที่อาจมีอยู่ในน้ำโดยนับจำนวนแบคทีเรีย ที่มีอยู่ในน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีอยู่ ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น การตรวจหานี้สามารถประเมินคุณภาพน้ำทางสาธารณสุขได้อย่างคราวๆ ซึ่งสำคัญต่อการตรวจคุณภาพของน้ำ

2.6.2 **การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย** (Coliform test)

ความมุ่งหมายของการตรวจ เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้ระดับความสะอาดของน้ำ หรือเป็นเครื่องชี้วัดว่าน้ำนั้น อาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ที่น้ำเป็นพาหะปนเปื้อนอยู่ได้ วิธีที่นิยมตรวจหา โคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ Multiple tube fermentation technique โดยการหาค่า Most probable number (MPN) ซึ่งคือค่าที่แสดงว่าในน้ำ 100 มิลลิลิตร มีโคลิฟอร์มอยู่เท่าใด โดยยึดหลักที่ว่า แบคทีเรีย

จะกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำที่ตรวจ และแบคทีเรียเพียงเซลล์เดียว ก็จะให้ผลบวกตามวิธีการของ Multiple tube fermentation technique และอ่านค่า MPN จากตาราง MPN (ดูที่ภาคผนวก)

ในการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพน้ำได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้

นฤมล เหลืองดำรงกิจ และคณะ (2534 : 41) ได้สำรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำผลิตน้ำแข็งและน้ำแข็ง น้ำผลิตอาหาร น้ำบริโภคบรรจุขวดและน้ำผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวดจำนวน 205 ตัวอย่าง จาก 14 จังหวัด ในเขตสาธารณสุข 1 เขตสาธารณสุข 7 และภูเก็ต พ.ศ. 2533 พบว่าน้ำแข็งและน้ำผลิตน้ำแข็ง น้ำผลิตอาหาร น้ำบรรจุขวดและน้ำผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด มีคุณภาพไม่เข้ามาตรฐานร้อยละ 32.10, 54.40 และ 22.80 ตามลำดับ โดยตรวจพบโคลิฟอร์มเกินมาตรฐาน พบ *E. coli*, *C.perfringens*, *Salmonella* และ *Staphylococus aureus* แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำ ดังกล่าวยังไม่ได้มาตรฐานและมีการปนเปื้อนอุจจาระคนหรือสัตว์ หรือน้ำโสโครก ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้ผลิตขาดการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งให้ถูกสุขลักษณะ และรวมถึงขบวนการผลิต บรรจุจำหน่ายไม่ได้มาตรฐาน

ไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี (2542 : 60) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาจากแหล่ง น้ำฝน น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำสระ น้ำบ่อไม่ติดสูบ น้ำบ่อติดสูบ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ ดังกล่าวจาก 12 หมู่บ้าน ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ทั้งหมด 24 ตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ผลการวิเคราะห์พบว่าคุณภาพน้ำดีมี 1 ตัวอย่าง (Standard plate count ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 ไม่มี *E. coli*) เป็นน้ำฝนในฤดูร้อน ที่บ้านสวายจีกน้อย คุณภาพน้ำพอใช้มี 9 ตัวอย่าง (Standard plate count เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 ไม่มี *E. coli*) คุณภาพพอใช้ ทั้ง 2 ฤดู มี 7 ตัวอย่าง เป็นน้ำฝนที่บ้านโคกเหล็ก น้ำประปาที่บ้านห้วยราช น้ำสระที่บ้านสนวนใน บ้านตาเสา บ้านส่วนร่วม น้ำบาดาลที่บ้านกระสัง น้ำบ่อติดสูบที่บ้านสามแวง อีก 2 ตัวอย่างคือ น้ำฝนที่บ้านสวายจีกน้อย ในฤดูฝน น้ำบ่อไม่ติดสูบที่บ้านประคำ ในฤดูร้อน คุณภาพน้ำไม่ดี (มี *E. coli*) ทั้ง 2 ฤดู มี 3 ตัวอย่าง เป็นน้ำสระที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก และ อีก 1 ตัวอย่าง เป็นน้ำบ่อไม่ติดสูบที่บ้านปะคำ ในฤดูฝน จากผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำฝนในฤดูร้อน ที่บ้านสวายจีกน้อย พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำน้อยที่สุด ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ส่วนตัวอย่างน้ำที่มีแบคทีเรียสูงสุด ค่า MPN สูงสุด และพบ *E. coli* ในน้ำบ่อไม่ติดสูบในฤดูฝน และน้ำสระที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก ทั้ง 2 ฤดู ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำดังกล่าวยังไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่จะนำไปดื่มได้อย่างปลอดภัย

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นของสำนักงานประปาทั้ง 4 แห่งที่เก็บตัวอย่างน้ำประปามาวิเคราะห์

2.7.1 สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา

สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา ตั้งอยู่ ณ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเขตจำหน่ายน้ำในปี 2541 ครอบคลุมพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา และ สุขาภิบาลเทพราช อำเภอบ้านโพธิ์ รวมพื้นที่เขตจ่ายน้ำทั้งสิ้น 15.730 ตารางกิโลเมตร โดยใช้แหล่งน้ำจากคลองท่าไข่และน้ำจากการประปาบางคล้า และคลองประเวศบุรีรมย์ ในการผลิตน้ำประปา มีกำลังการผลิตรวม 21,720 ลบ.ม./วันมีจำนวนผู้ใช้น้ำประปาทั้งสิ้น 14,543 ราย

2.7.2 สำนักงานประปาบางคล้า

สำนักงานประปาบางคล้า ตั้งอยู่ ณ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเขตจำหน่ายน้ำในปี 2541 ครอบคลุมพื้นที่ในเขตเทศบาลตำบลบางคล้า ตำบลปากน้ำ ตำบลท่าทองหลาง ตำบลเสม็ดเหนือ ตำบลวังเย็น รวมพื้นที่เขตจ่ายน้ำทั้งสิ้น 6.530 ตารางกิโลเมตร โดยใช้แหล่งน้ำในการผลิตน้ำประปาจากคลองวัดแจ้ง คลองท่าลาด และบ่อบาดาล มีกำลังการผลิตรวม 25,440 ลบ.ม./วัน มีจำนวนผู้ใช้น้ำประปาทั้งสิ้น 3,128 ราย

2.7.3 สำนักงานประปาพนมสารคาม

สำนักงานประปาพนมสารคาม ตั้งอยู่ ณ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเขตจำหน่ายน้ำในปี 2541 ครอบคลุมพื้นที่ในเขตสุขาภิบาลพนมสารคาม สุขาภิบาลเกาะขนุน สุขาภิบาลสนามชัยเขต รวมพื้นที่เขตจ่ายน้ำทั้งสิ้น 26.720 ตารางกิโลเมตร โดยใช้แหล่งน้ำในการผลิตน้ำประปาจากคลองท่าลาด มีกำลังการผลิตรวม 3,360 ลบ.ม./วัน มีจำนวนผู้ใช้น้ำประปาทั้งสิ้น 4,283 ราย

2.7.4 สำนักงานประปาบางปะกง

สำนักงานประปาบางปะกง ตั้งอยู่ ณ อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเขตจำหน่ายน้ำในปี 2541 ครอบคลุมพื้นที่ในเขตสุขาภิบาลบางปะกง สุขาภิบาลบางวัว สุขาภิบาลท่าสะอ้าน รวมพื้นที่เขตจ่ายน้ำทั้งสิ้น 23.850 ตารางกิโลเมตร โดยใช้แหล่งน้ำในการผลิตน้ำประปาจากคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต และการประปาชลบุรี มีกำลังการผลิตรวม 19,200 ลบ.ม./วัน มีจำนวนผู้ใช้น้ำประปาทั้งสิ้น 7,497 ราย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยมุ่งศึกษาคุณภาพน้ำประปาโดยการหาปริมาณแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological Indicator) ที่ปนเปื้อนมากับน้ำในแหล่งน้ำที่ประชาชนส่วนใหญ่ในจังหวัดฉะเชิงเทราใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน โดยมีวิธีการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ น้ำประปาในเขตพื้นที่ที่สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักงานประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางปะกง ได้วางเส้นท่อเพื่อแจกจ่ายน้ำให้ประชาชนใช้อุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน ในฤดูร้อน (เดือนเมษายน 2544) และฤดูฝน (เดือนสิงหาคม 2544) ประกอบด้วย

1. น้ำประปา ณ สถานีจ่ายน้ำประปา โดยอำเภอเมืองฉะเชิงเทรามี 3 สถานี คือ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา 1 สถานี สถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน 1 สถานี สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา 1 สถานี อำเภอบางคล้ามี 1 สถานี คือสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า อำเภอพนมสารคามมี 1 สถานี คือสถานีจ่ายน้ำเกาะขนุน และอำเภอบางประกงมี 1 สถานี คือสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางปะกง

2. น้ำประปา ณ แหล่งผู้ใช้น้ำประปามีมาตรวัดน้ำประปาต่อกับท่อจ่ายน้ำของสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักงานประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางปะกง

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ น้ำประปาในเขตพื้นที่ที่สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักงานประปาพนมสารคาม และ สำนักงานประปาบางปะกง ได้วางเส้นท่อเพื่อแจกจ่ายน้ำให้ประชาชนใช้อุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน

ในฤดูร้อน และฤดูฝน ประกอบด้วย

1. น้ำประปาที่ได้จากสถานีจ่ายน้ำประปา สถานีละ 1 ขวด
2. น้ำประปาที่เก็บจาก หมู่บ้าน มีขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างดังนี้

2.1 ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีจับฉลากเลือกหมู่บ้านที่ใช้น้ำประปาทั้ง 4 อำเภอ จำนวนร้อยละ 15 ของ 184 หมู่บ้าน ได้ 29 หมู่บ้าน

2.2 เก็บตัวอย่างน้ำประปาจากแหล่งชุมชนของหมู่บ้าน เช่น ตลาด วัด โรงเรียน ที่สุ่มได้ ในข้อ 2.1 มาแหล่งละ 1 ขวด โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาจากแหล่งผู้ใช้น้ำประปามีมาตรวัดน้ำประปาต่อกับท่อจ่ายน้ำของการประปา

ตารางที่ 3.1 จำนวนแหล่งเก็บน้ำประปา ที่นำมาวิเคราะห์จำแนกตามเขตจำหน่ายน้ำของ สถานีจ่ายน้ำประปาอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม และอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

อำเภอ	สถานีจ่ายน้ำประปา		ตำบลที่มีน้ำประปาอุปโภคบริโภค (ตำบล)	จำนวนหมู่บ้านที่มีน้ำประปาอุปโภคบริโภค (หมู่บ้าน)	จำนวนแหล่งเก็บน้ำประปาที่นำมาวิเคราะห์	
	ชื่อสถานีจ่ายน้ำประปา	จำนวนสถานี (สถานี)			จำนวนหมู่บ้านที่เก็บตัวอย่างน้ำประปา	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่าง
เมืองฉะเชิงเทรา	สวนสน* สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา คลองนา	1 1 1	9	77	12	หน้าเมือง, หมู่ 7 วัดชนะสงสาร, หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่, หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ หมู่ 5 คลองบางพระ, หมู่ 5 คลองบางทอง หมู่ 3 โสธร, หมู่ 9 บางขวัญ, หมู่ 1 วนท่าแครง หมู่ 12 ดอนทอง,หมู่ 11 คลองเนื่องเขต
บางคล้า	สำนักงานประปาบางคล้า*	1	4	25	4	บางคล้า, หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง, หมู่ 1 ปากน้ำ หมู่ 5 วังสะพาน
พนมสารคาม	เกาะขนุน*	1	2	18	3	หมู่ 1 ท่าเกวียน, หมู่ 2 เกาะขนุน, หมู่ 2 เมืองกาย
บางปะกง	สำนักงานประปาบางปะกง*	1	6	64	10	หมู่ 6 ตลาดท่าสะอ้าน, หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า, หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 3 ปากคลองสมัคร, หมู่ 14 คลองสำโรง, หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง, หมู่ 13 คลองหัวจาก, หมู่ที่ 5 ตลาดบน, หมู่ 6 คลองแสม
รวม		6	21	184	29	

หมายเหตุ * เป็นแหล่งผลิตน้ำประปา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ

เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ใช้ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 150 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างน้ำประปาแหล่งละ 1 ขวด ในฤดูร้อนและในฤดูฝน

3.2.2 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.2.1 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most probable number of coliform organism : MPN)

เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์แบคทีเรียโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) มีดังนี้

1. หลอดดักแก๊ส (Durham fermentation tube)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายเชื้อ (Inoculating equipment)

3.2.2.2 เครื่องมืออื่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

เครื่องมืออื่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1. ตู้บ่ม (Incubator) Memmert รุ่น BE 600 ที่อุณหภูมิ 37 $^{\circ}$ C
2. ตู้อบ (Hot – air sterilizing oven) Memmert ที่อุณหภูมิ 180 $^{\circ}$ C เวลา 3 ชั่วโมง
3. ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar air flow) Iscco รุ่น BVT-123
4. อ่างอังไอน้ำ (Water bath) Clifton
5. หม้อนึ่งอัดความดัน (Autoclave) LMS รุ่น VS-132-60 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที
6. เครื่องวัด pH (pH Equipment) Denver Instrument model 215
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balances) Sartorius รุ่น B 3100 S
9. ภาชนะสำหรับเตรียมอาหาร (Media preparation utensils) เช่น ขวดแก้วและ บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
10. หลอดทดลองที่มีฝาปิด (Test tube) ขนาด 150 x 18 มิลลิเมตร จานเพาะเลี้ยง (Petri dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร
11. จานเพาะเลี้ยง (Petri dish) ขนาด 90 มิลลิเมตร
12. ปิเปตต์ (Pipette) ใช้ขนาด 0.1, 1.0 และ 10.0 มิลลิเมตร
13. ภาชนะบรรจุปิเปตต์ (Pipette container) ทำด้วยเหล็กไร้สนิม รูปทรงกระบอก

14. เครื่องนับโคโลนี (Quebec colony counter)

15. ลวดเขี่ยเชื้อ

16. ปากคีบ

16. ตะเกียงแก๊ส (บุนเสน)

17. แผ่นสไลด์

18. กล้องจุลทรรศน์ Olympus รุ่น CH - 2

19. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิเมตร

20. เตาความร้อน (Hot plate)

3.2.2.3 **อาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ**

อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อมีดังนี้

1. อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อใช้นับจำนวนแบคทีเรีย (Media for enumeration of bacteria) ใช้ Plate count agar (PCA)

2. อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (MPN) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปได้แก่ Lauryl tryptose broth, Brilliant green lactose bile broth, Eosin methylene blue agar และ น้ำกลั่น

3.3 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้ ใช้ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

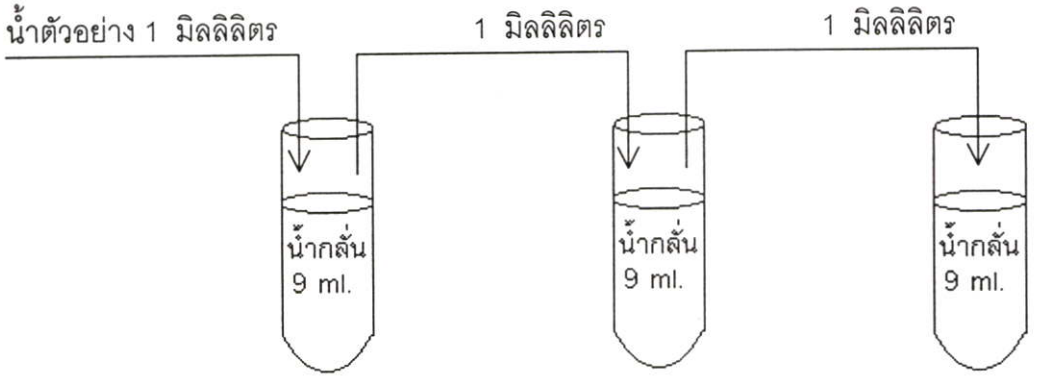
1. เก็บตัวอย่างน้ำประปา ช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน 2544) และฤดูฝน (เดือนสิงหาคม 2544)

2. ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำประปาใช้ขวดแก้วชนิดที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งล้างให้สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แล้วขนาด 150 มิลลิลิตร มีฝาปิดสนิท ก่อนเก็บน้ำจากก๊อกลนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเปิดน้ำให้ไหลทิ้ง สัก 2 – 3 นาที แล้วจึงเก็บน้ำจากก๊อก ในการเก็บตัวอย่างน้ำจะไม่เก็บจนเต็มขวด เหลือที่ว่างไว้ประมาณ 2.5 เซนติเมตร จากปากขวด หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำแล้ว แช่ตัวอย่างน้ำไว้ในกระติกน้ำแข็ง ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำ

1. การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Heterotrophic plate count) ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 เตรียมตัวอย่างน้ำประปา โดยใช้น้ำตัวอย่างเจือจางในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ให้ได้ความเจือจางที่ 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} ดังแผนภาพ



ภาพที่ 3.1 การเจือจางน้ำตัวอย่าง

1.2 ใส่ตัวอย่างน้ำและอาหารลงในจานเพาะเชื้อ โดยนำจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มาเขียนรายละเอียดต่างๆ ลงบนจานให้ครบถ้วนเช่น เลขที่ตัวอย่าง วันที่ใส่อัตราส่วนที่เจือจาง จากนั้นจึงใช้ปิเปตต์ดูดตัวอย่างน้ำที่เจือจางแล้ว โดยใช้ปิเปตต์ขนาด 1.0 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำที่เจือจางแล้ว 1.0 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อโดยยกฝาจานสูงเพียงให้ปิเปตต์สอดเข้าไปได้ เอียงปิเปตต์ทำมุม 45 $^{\circ}$ ทำจนครบทุกความเจือจาง ความเจือจางละ 3 ซ้ำ จากนั้นเติมอาหาร Plate count agar (PCA) ที่หลอมเหลว จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อโดยยกฝาจานสูงพอที่จะเทได้ แล้วจึงหมุนจานไปมาเพื่อให้ตัวอย่างน้ำประปาผสมกับอาหารกระจายไปทั่วจานโดยระวังไม่ให้หกออกนอกจาน จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที ให้อาหารแข็งตัว จึงนำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส นาน 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง โดยพลิกจานคว่ำลงให้ฝาอยู่ข้างล่าง

1.3 การนับจำนวนโคโลนีและการคำนวณ นับโคโลนีเฉพาะจานที่มีโคโลนีระหว่าง 30 – 300 เท่านั้น โดยใช้ Quebec colony count ช่วยนับ จากนั้นคำนวณจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่นับได้ทั้งหมดต่อมิลลิลิตร โดยคูณจำนวนโคโลนีด้วยส่วนกลับของอัตรา

การเจือจางที่ใช้แล้วรายงานผลเป็น Colony – forming unit (CFU)/ ml นั่นคือ CFU ml = จำนวนโคโลนี x ส่วนกลับของอัตราการเจือจาง

2. การวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most probable number of coliform organism : MPN) วิธีนี้จะแสดงปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในรูปเอ็มพีเอ็น ต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร (MPN / 100 ml) แบ่งการปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

2.3 การตรวจวิเคราะห์ขั้นแรก (Presumptive test) ดังนี้

2.1.1 เตรียมตัวอย่างน้ำประปา โดยใช้ตัวอย่างน้ำเจือจางในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ให้ได้ความเจือจางที่ 1:10 และ 1:100

2.1.2 ดูดตัวอย่างน้ำโดยตรง ใส่ลงในหลอดแก้ว จำนวน 5 หลอด ปริมาตรหลอดละ 10.0 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารเหลว Lauryl tryptose broth double strength ปริมาตรหลอดละ 10.0 มิลลิลิตร พร้อมหลอดดักแก๊ส (Durham tube)

2.1.3 ดูดตัวอย่างน้ำโดยตรง ใส่ลงในหลอดแก้ว จำนวน 5 หลอด ปริมาตรหลอดละ 1.0 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหาร Lauryl tryptose broth single strength ปริมาตรหลอดละ 10.0 มิลลิลิตร พร้อมหลอดดักแก๊ส (Durham tube)

2.1.4 ดูดตัวอย่างน้ำจากความเจือจาง 1:10 ใส่ลงในหลอดแก้ว จำนวน 5 หลอด ปริมาตรหลอดละ 1.0 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหาร Lauryl tryptose broth single strength ปริมาตรหลอดละ 10.0 มิลลิลิตร พร้อมหลอดดักแก๊ส (Durham tube)

2.1.5 ดูดตัวอย่างน้ำจากความเจือจาง 1:100 ใส่ลงในหลอดแก้ว จำนวน 5 หลอด ปริมาตรหลอดละ 1.0 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหาร Lauryl tryptose broth single strength ปริมาตรหลอดละ 10.0 มิลลิลิตร พร้อมหลอดดักแก๊ส (Durham tube)

2.1.6 เขย่าหลอดอาหารทุกหลอดนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 $\pm$0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง เมื่อครบ 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง นำหลอดทั้งหมดมาตรวจดูแก๊ส หลอดที่เกิดแก๊สจะให้ผลเป็นบวกทั้งหมด ส่วนหลอดที่ไม่เกิดก๊าซจะให้ผลเป็นลบ

2.1.7 นำหลอดที่ให้ผลบวก (Positive) คือหลอดที่เกิดแก๊สไปทดสอบในขั้นต่อไป

2.2 การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test) วิเคราะห์ขั้นยืนยันว่าหลอดที่เกิดแก๊ส (ให้ผลบวก) ในขั้นแรกเป็นโคลิฟอร์มจริง โดยดำเนินการดังนี้

2.2.1 ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรก 1-2 ลูป (loop) ใส่ลงในหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร BGLB ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร ที่มีหลอดดักแก๊ส (Durham tube) อยู่ทำการถ่ายเชื้อแบบหลอดต่อหลอดทุกความเจือจาง

2.2.2 นำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตรวจผลเมื่อครบ 24±2 ชั่วโมง หลอดที่เกิดก๊าซให้ผลบวก หลอดที่ไม่เกิดแก๊สนำไปบ่มต่อในตู้อบจนครบ 48 ±3 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาอ่านผลอีกครั้ง หลอดที่เกิดแก๊สภายใน 48 ±3 ชั่วโมง ทั้งหมดให้ผลเป็นบวกเป็นโคลิฟอร์ม

2.2.3 เลือกความเจือจางที่สูงที่สุดที่ให้ผลบวก 3 ความเจือจาง แล้วนำไปอ่านค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร จากตารางดัชนีค่าเอ็มพีเอ็น ให้สอดคล้องกับค่าความเจือจางที่ใช้

2.3 การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test) เพื่อยืนยันว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่พบเป็น *E.coli* หรือ *E. aerogenes* โดยใช้อาหาร Eosin methylene blue agar (EMB agar) โดยดำเนินการดังนี้

2.3.1 ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกจากขั้นยืนยันมา 1 ลูป นำไปลาก (streak) บนจานอาหาร EMB agar

2.3.2 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง โดยคว่ำจานเพาะเชื้อ

2.3.3 เลือกดูโคโลนีที่มีลักษณะดังนี้คือ โคโลนีที่มีสีดำเข้ม ผิวหน้ามันวาวคล้ายโลหะ (metallic sheen) เป็นลักษณะของโคโลนีของ *E. coli* และโคโลนีมีสีม่วงหรือสีชมพูอ่อนเยิ้ม จะเป็นโคโลนีของ *E. aerogenes*

2.3.4 เพื่อยืนยันว่าเป็นแบคทีเรีย หรือโคลิฟอร์ม เขี่ยเชื้อจากโคโลนีเดี่ยวๆ ที่มีลักษณะดังกล่าว (ข้อ 2.3.3) ลงในหลอดแก้วบรรจุอาหารเหลว Lauryl tryptose broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และหลอดที่บรรจุอาหารแข็ง Nutrient agar slant

2.3.5 นำหลอดทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ±2 ชั่วโมง ถ้าเป็นโคลิฟอร์มจะให้แก๊สเกิดขึ้น หลอดที่ไม่เกิดก๊าซนำไปบ่มต่อจนครบ 48 ± 3 ชั่วโมง แล้วจึงอ่านผล นำโคโลนีในอาหาร Nutrient agar slant ไปย้อมสีแกรมและส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าเซลล์มีลักษณะเป็นท่อนสั้นๆ ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมลบ มองเห็นเป็นสีแดง และหมักน้ำตาลแล็กโทสให้กรด และแก๊ส แสดงว่าเป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มแน่นอน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแยกตามอำเภอ 4 อำเภอ คืออำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม และอำเภอบางปะกง และแยกตามฤดู 2 ฤดูคือ ฤดูร้อน (เดือนเมษายน 2544) และฤดูฝน (เดือนสิงหาคม 2544) โดยวิธีนับโคโลนีจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Standard plate count) และการตรวจวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most probable number of coliform organism : MPN) ต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร จากตัวอย่างน้ำประปาทั้ง 35 จุดในอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง นำผลการดำเนินการไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ดังนี้

1. Standard plate count (Heterotrophic plate count) ที่ 35 – 37 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร

3 Most probable number of coliform organism (MPN) ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2

3. ไม่มี *E. coli* ในน้ำ

นำมาแปลความหมายคุณภาพน้ำประปาที่นำมาใช้ดื่ม โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพน้ำดื่มของ ไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี (2542 : 50) ดังต่อไปนี้

1. **คุณภาพดี** เมื่อเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ทั้ง 3 ข้อ หมายถึง Standard plate count (Heterotrophic plate count) ที่ 35 – 37 องศาเซลเซียสที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่มี *E. coli*

2. **คุณภาพพอใช้** เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ในข้อ 1 – 2 แต่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานในข้อ 3 หมายถึง Standard plate count เกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และ MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตั้งแต่ 2.2 ขึ้นไป แต่ไม่มี *E. coli*

3. **คุณภาพไม่ดี** เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ในข้อ 3 หมายถึงมี *E. coli* ปนเปื้อน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างน้ำประปาที่เก็บมาทั้ง 35 แห่ง นำมาดำเนินการตามขั้นตอนปฏิบัติการวิเคราะห์หาค่าปริมาณแบคทีเรียวิทยา และหาค่าเฉลี่ยโดยวิธีดังนี้

1. ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (Standard plate Count)
2. การวิเคราะห์หาเอ็มพีเอ็น (MPN)
3. ตรวจหา *E. coli*

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำประปาจำแนกตามแหล่งเก็บตัวอย่างน้ำในอำเภอทั้ง 4 อำเภอ ทั้ง 29 แห่ง เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Standard plate Count) โดยตรวจนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน ซึ่งผลการวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมดแสดงไว้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยการตรวจนับ จากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน จากตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด ของอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU / 1 มิลลิลิตร)	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	เมืองฉะเชิงเทรา	สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา	41.66	366.60
2		สวนสน	*510.00	343.30
3		คลองนา	50.33	*633.30
4		หน้าเมือง	*503.30	*533.30
5		หมู่ 7 วัดชนะสงสาร	*610.00	33.66
6		หมู่ 3 คลองนา	9.66	86.60
7		หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่	50.00	463.30
8		หมู่ 1 คลองบ้านใหม่	*533.33	340.00
9		หมู่ 5 คลองบางพระ	50.33	53.66
10		หมู่ 5 คลองบางทอง	*696.60	433.30

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU / 1 มิลลิลิตร)	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
11	เมืองฉะเชิงเทรา	หมู่ 3 โสธร	34.66	44.66
12		หมู่ 9 บางขวัญ	75.33	*816.60
13		หมู่ 1 วนท่าแครง	29.66	46.66
14		หมู่ 12 ดอนทอง	416.60	*716.60
15		หมู่ 11 คลองเนื่องเขต	4.66	123.33
16	บางคล้า	สำนักงานประปาบางคล้า	11.66	0.00
17		บางคล้า	16.33	0.00
18		หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง	320.00	*2000.00
19		หมู่ 1 ปากน้ำ	280.00	7.33
20		หมู่ 5 วังสะพาน	250.00	*3400.00
21	พนมสารคาม	เกาะขนุน	14.66	0.00
22		หมู่ 1 วัดท่าเกวียน	21.00	*516.60
23		หมู่ 2 เกาะขนุน	20.33	0.00
24		หมู่ 3 เมืองกาย	23.33	44.33
25	บางปะกง	สำนักงานประปาบางปะกง	420.00	36.33
26		หมู่ 6 ท่าสะอ้าน	*530.00	406.60
27		หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า	*710.00	*526.60
28		หมู่ 2 ท่าข้าม	3.33	7.66
29		หมู่ 3 ปากคลองสมัคร	150.00	87.66
30		หมู่ 14 คลองสำโรง	150.00	376.60
31		หมู่ 1 บางเกลือ	180.00	356.60
32		หมู่ 8 หน้าวัดกลาง	*523.30	*603.30
33		หมู่ 13 คลองหัวจาก	380.00	360.00
34		หมู่ 5 ตลาดบน	400.00	403.30
35		หมู่ 6 คลองแสม	75.33	406.60

* ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเกิน 500 โคโลนีต่อ 1 มิลลิลิตร ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.1 รายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณแบคทีเรียที่พบ ในแต่ละอำเภอมีดังนี้

1. อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มี 15 แห่ง จาก 12 หมู่บ้าน และ 3 สถานีจ่ายน้ำ

1.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา ฤดูร้อนพบ 41.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 366.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.2 แหล่งที่ 2 สถานีจ่ายน้ำสวนสน ฤดูร้อนพบ 510.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 343.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.3 แหล่งที่ 3 สถานีจ่ายน้ำคลองนา ฤดูร้อนพบ 50.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 633.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4 แหล่งที่ 4 หน้าเมือง ฤดูร้อนพบ 503.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 533.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4 แหล่งที่ 5 หมู่ 7 วัดชนะสงสาร ฤดูร้อนพบ 610.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 33.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.6 แหล่งที่ 6 หมู่ 3 คลองนา ฤดูร้อนพบ 9.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 86.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.7 แหล่งที่ 7 หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ ฤดูร้อนพบ 50.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 463.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.8 แหล่งที่ 8 หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ ฤดูร้อนพบ 533.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 340.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.9 แหล่งที่ 9 หมู่ 5 คลองบางพระ ฤดูร้อนพบ 50.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 53.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.10 แหล่งที่ 10 หมู่ 5 คลองบางทอง ฤดูร้อนพบ 696.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 433.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.11 แหล่งที่ 11 หมู่ 3 โสธร ฤดูร้อนพบ 34.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน 44.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.12 แหล่งที่ 12 หมู่ 9 บางขวัญ ฤดูร้อนพบ 75.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 816.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.13 แหล่งที่ 13 หมู่ 1 วนท่าแครง ฤดูร้อนพบ 26.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 46.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.14 แหล่งที่ 14 หมู่ 12 ดอนทอง ฤดูร้อนพบ 416.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 716.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.15 แหล่งที่ 15 หมู่ 11 คลองเนื่องเขต ฤดูร้อนพบ 4.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 123.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

2. อำเภอบางคล้า มี 5 แห่ง จาก 4 หมู่บ้าน และ 1 สถานีจ่ายน้ำ

2.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางคล้า ฤดูร้อนพบ 11.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนตรวจไม่พบแบคทีเรีย

2.2 แหล่งที่ 2 บางคล้า ฤดูร้อนพบ 16.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนตรวจไม่พบแบคทีเรีย

2.3 แหล่งที่ 3 หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง ฤดูร้อนพบ 320.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 2000.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

2.4 แหล่งที่ 4 หมู่ 1 ปากน้ำ ฤดูร้อนพบ 280.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 7.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

2.5 แหล่งที่ 5 หมู่ 5 วังสะพาน ฤดูร้อนพบ 250.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 3400.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

3 อำเภอพนมสารคาม มี 4 แห่ง จาก 3 หมู่บ้าน และ 1 สถานีจ่ายน้ำ

3.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำเกาะขนุน ฤดูร้อนพบ 14.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนตรวจไม่พบแบคทีเรีย

3.2 แหล่งที่ 2 หมู่ 1 วัดท่าเกวียน ฤดูร้อนพบ 21.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 516.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

3.3 แหล่งที่ 3 หมู่ 3 เมืองกาย ฤดูร้อนพบ 23.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 44.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4. อำเภอบางปะกง มี 11 แห่ง จาก 10 หมู่บ้าน และ 1 สถานีจ่ายน้ำ

4.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกง ฤดูร้อนพบ 420 .00 ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 36.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.2 แหล่งที่ 2 หมู่ 6 ท่าสะอ้าน ฤดูร้อนพบ 530.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 406.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.3 แหล่งที่ 3 หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า ฤดูร้อนพบ 710.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 526.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.4 แหล่งที่ 4 หมู่ 2 ท่าข้าม ฤดูร้อนพบ 3.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 7.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.5 แหล่งที่ 5 หมู่ 3 ปากคลองสมัคร 150.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 87.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.6 แหล่งที่ 6 หมู่ 14 คลองสำโรง 150.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 376.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.7 แหล่งที่ 7 หมู่ที่ 1 บางเกลือ 180.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 356.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.8 แหล่งที่ 8 หมู่ 8 หน้าวัดกลาง ฤดูร้อนพบ 523.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 603.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.9 แหล่งที่ 9 หมู่ 13 คลองหัวจาก ฤดูร้อนพบ 380.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 360.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.10 แหล่งที่ 10 หมู่ 5 ตลาดบน ฤดูร้อนพบ 400.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 403.30 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

4.11 แหล่งที่ 11 หมู่ 6 คลองแสม ฤดูร้อนพบ 75.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 406.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวอย่างน้ำประปาจาก หมู่ 2 ท่าข้าม ในอำเภอบางปะกง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยที่สุดในฤดูร้อน คือ 3.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และพบว่า ตัวอย่างน้ำประปาในฤดูฝนจาก สำนักงานประปาบางคล้า และบางคล้า ในอำเภอบางคล้า สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน และหมู่ 2 เกาะขนุน ในอำเภอพนมสารคาม ตรวจไม่พบปริมาณแบคทีเรีย ตัวอย่างน้ำประปาจากหมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า ในอำเภอบางปะกง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดในฤดูร้อน คือ 710.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และ และพบว่า ตัวอย่างน้ำประปาจากหมู่ 5 วังสะพาน ในอำเภอบางคล้า มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดในฤดูฝน คือ 3400.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น และ *E. coli* ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด จากตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด / 100 มิลลิลิตร	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	เมืองฉะเชิงเทรา	สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา	*30	<2
2		สวนสน	*50	<2
3		คลองนา	*30	<2
4		หน้าเมือง	*50	<2
5		หมู่ 7 วัดชนะสงสาร	*50	<2
6		หมู่ 3 คลองนา	*30	<2
7		หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่	*30	<2
8		หมู่ 1 คลองบ้านใหม่	*30	<2
9		หมู่ 5 คลองบางพระ	*30	<2
10		หมู่ 5 คลองบางทอง	*30	<2
11		หมู่ 3 โสธร	*30	<2
12		หมู่ 9 บางขวัญ	*50	<2
13		หมู่ 1 วนท่าแครง	*50	<2
14		หมู่ 12 ดอนทอง	*50	<2
15		หมู่ 11 คลองเนื่องเขต	*23	<2
16	บางคล้า	สำนักงานประปาบางคล้า	<2	<2
17		บางคล้า	<2	<2
18		หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง	*30	<2
19		หมู่ 1 ปากน้ำ	*23	<2
20		หมู่ 5 วังสะพาน	*23	<2

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด / 100 มิลลิลิตร	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
21	พนมสารคาม	เกาะขนุน	<2	<2
22		หมู่ 1 วัดท่าเกวียน	<2	<2
23		หมู่ 2 เกาะขนุน	<2	<2
24		หมู่ 3 เมืองกาย	<2	<2
25	บางปะกง	สำนักงานประปาบางปะกง	<2	<2
26		หมู่ 6 ท่าสะอ้าน	*30	<2
27		หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า	*30	<2
28		หมู่ 2 ท่าข้าม	<2	<2
29		หมู่ 3 ปากคลองสมัคร	*23	<2
30		หมู่ 14 คลองสำโรง	<2	<2
31		หมู่ 1 บางเกลือ	*30	<2
32		หมู่ 8 หน้าวัดกลาง	*23	<2
33		หมู่ 13 คลองหัวจาก	*7	<2
34		หมู่ 5 ตลาดบน	*30	<2
35		หมู่ 6 คลองแสม	*17	<2

* ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ของน้ำประปาตัวอย่างในแต่ละอำเภอมีดังนี้

1. อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มี 15 แห่ง จาก 12 หมู่บ้าน และ 3 สถานีจ่ายน้ำ

1.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.2 แหล่งที่ 2 สถานีจ่ายน้ำสวนสน ฤดูร้อนพบ 50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.3 แหล่งที่ 3 สถานีจ่ายน้ำคลองนา ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.4 แหล่งที่ 4 หน้าเมือง ฤดูร้อนพบ 50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.4 แหล่งที่ 5 หมู่ 7 วัดชนะสงสาร ฤดูร้อนพบ 50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.6 แหล่งที่ 6 หมู่ 3 คลองนา ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.8 แหล่งที่ 7 หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.8 แหล่งที่ 8 หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ ฤดูร้อน 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.9 แหล่งที่ 9 หมู่ 5 คลองบางพระ ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.10 แหล่งที่ 10 หมู่ 5 คลองบางทอง ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ

1.11 แหล่งที่ 11 หมู่ 3 โสธร ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.12 แหล่งที่ 12 หมู่ 9 บางขวัญ ฤดูร้อนพบ 50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.13 แหล่งที่ 13 หมู่ 1 วนท่าแครง ฤดูร้อนพบ 50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.14 แหล่งที่ 14 หมู่ 12 ดอนทอง ฤดูร้อนพบ 50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

1.15 แหล่งที่ 15 หมู่ 11 คลองเนื่องเขต ฤดูร้อนพบ 23 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2. อำเภอบางคล้า มี 5 แห่ง จาก 4 หมู่บ้าน และ 1 สถานีจ่ายน้ำ

2.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางคล้า ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.2 แหล่งที่ 2 บางคล้า ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.3 แหล่งที่ 3 หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4 แหล่งที่ 4 หมู่ 1 ปากน้ำ ฤดูร้อนพบ 23 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.5 แหล่งที่ 5 หมู่ 5 วังสะพาน ฤดูร้อนพบ 23 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

3 อำเภอพนมสารคาม มี 4 แห่ง จาก 3 หมู่บ้าน และ 1 สถานีจ่ายน้ำ ดังนี้

3.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำเกาะขนุน ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

3.2 แหล่งที่ 2 หมู่ 1 วัดท่าเกวียน ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

3.3 แหล่งที่ 3 หมู่ 3 เมืองกาย ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4. อำเภอบางปะกง มี 11 แห่ง จาก 10 หมู่บ้าน และ 1 สถานีจ่ายน้ำ

4.1 แหล่งที่ 1 สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกง ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.2 แหล่งที่ 2 หมู่ 6 ท่าสะอ้าน ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.3 แหล่งที่ 3 หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.4 แหล่งที่ 4 หมู่ 2 ท่าข้าม ทั้ง 2 ฤดู พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.5 แหล่งที่ 5 หมู่ 3 ปากคลองสมัคร ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.6 แหล่งที่ 6 หมู่ 14 คลองสำโรง ทั้ง 2 ฤดูร้อนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.7 แหล่งที่ 7 หมู่ที่ 1 บางเกลือ ฤดูร้อพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.8 แหล่งที่ 8 หมู่ 8 หน้าวัดกลาง ฤดูร้อนพบ 23 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.9 แหล่งที่ 9 หมู่ 13 คลองหัวจาก ฤดูร้อนพบ 7 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.10 แหล่งที่ 10 หมู่ 5 ตลาดบน ฤดูร้อนพบ 30 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

4.11 แหล่งที่ 11 หมู่ 6 คลองแสม ฤดูร้อนพบ 17 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ในตัวอย่างน้ำประปาที่ มากกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ในฤดูร้อน ได้แก่

1. อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา เก็บจากสถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา หน้าเมือง หมู่ 7 วัดชนะสงสาร หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ หมู่ 5 คลองบางพระ หมู่ 5 คลองบางทอง หมู่ 3 โสธร หมู่ 9 บางขวัญ หมู่ 1 วนท่าแครง หมู่ 12 ดอนทอง และ หมู่ 11 คลองเนื่องเขต

2. อำเภอบางคล้า เก็บจาก หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ และ หมู่ 5 วังสะพาน

3. อำเภอบางปะกง เก็บจาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 6 ท่าสะอ้าน หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และ หมู่ 6 คลองแสม

สำหรับฤดูฝน ตัวอย่างน้ำประที่เก็บจากทุกแห่งมี ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรีย น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำประปาที่น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ทั้ง 2 ฤดู ได้แก่

1. อำเภอบางคล้า เก็บจากสถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางคล้า และ บางคล้า

2. อำเภอพนมสารคาม เก็บจากสถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 1 วัดท่าเกวียน หมู่ 2 เกาะขนุน และ หมู่ 3 เมืองกาย

3. อำเภอบางปะกง เก็บจาก สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม และหมู่ 14 คลองสำโรง

ตอนที่ 3 ตรวจหา *E. coli* จากการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ การวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธีเอ็มพีเอ็นพบโคโลนีแบคทีเรีย ในจานเพาะเชื้อที่ใช้อาหาร Eosin methylene blue ager (EMB ager) **ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่** 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ *E. coli* ที่พบในตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด ของ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	*E. coli*	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	เมืองฉะเชิงเทรา	สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา	มี	ไม่มี
2		สวนสน	มี	ไม่มี
3		คลองนา	มี	ไม่มี
4		หน้าเมือง	มี	ไม่มี
5		หมู่ 7 วัดชนะสงสาร	มี	ไม่มี
6		หมู่ 3 คลองนา	มี	ไม่มี
7		หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่	มี	ไม่มี
8		หมู่ 1 คลองบ้านใหม่	มี	ไม่มี
9		หมู่ 5 คลองบางพระ	มี	ไม่มี
10		หมู่ 5 คลองบางทอง	มี	ไม่มี
11		หมู่ 3 โสธร	มี	ไม่มี
12		หมู่ 9 บางขวัญ	มี	ไม่มี
13		หมู่ 1 วนท่าแครง	มี	ไม่มี
14		หมู่ 12 ดอนทอง	มี	ไม่มี
15		หมู่ 11 คลองเนื่องเขต	มี	ไม่มี
16	บางคล้า	สำนักงานประปาบางคล้า	ไม่มี	ไม่มี
17		บางคล้า	ไม่มี	ไม่มี
18		หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง	มี	ไม่มี
19		หมู่ 1 ปากน้ำ	มี	ไม่มี
20		หมู่ 5 วังสะพาน	มี	ไม่มี
21	พนมสารคาม	เกาะขนุน	ไม่มี	ไม่มี
22		หมู่ 1 วัดท่าเกวียน	ไม่มี	ไม่มี
23		หมู่ 2 เกาะขนุน	ไม่มี	ไม่มี
24		หมู่ 3 เมืองกาย	ไม่มี	ไม่มี

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับที่	อำเภอ	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	*E. coli*	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
25	บางปะกง	สำนักงานประปาบางปะกง	ไม่มี	ไม่มี
26		หมู่ 6 ท่าสะอ้าน	มี	ไม่มี
27		หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า	มี	ไม่มี
28		หมู่ 2 ท่าข้าม	ไม่มี	ไม่มี
29		หมู่ 3 ปากคลองสมัคร	มี	ไม่มี
30		หมู่ 14 คลองสำโรง	ไม่มี	ไม่มี
31		หมู่ 1 บางเกลือ	มี	ไม่มี
32		หมู่ 8 หน้าวัดกลาง	มี	ไม่มี
33		หมู่ 13 คลองหัวจาก	มี	ไม่มี
34		หมู่ 5 ตลาดบน	มี	ไม่มี
35		หมู่ 6 คลองแสม	มี	ไม่มี

จากตารางที่ 4.3 แสดงว่าน้ำประปาที่นำมาวิเคราะห์คุณภาพในครั้งนี้ พบ *E. coli* แตกต่างกัน ในแต่ละอำเภอมีดังนี้

1. อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อนพบว่า ตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอเมืองฉะเชิงเทราทุกจุดพบ *E. coli* ส่วนในฤดูฝนไม่พบ *E. coli*

2. อำเภอบางคล้า ในฤดูร้อนพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอบางคล้าที่เก็บจากสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และ บางคล้า ไม่พบ *E. coli* ส่วนในฤดูฝนทุกจุดไม่พบ *E. coli*

3. อำเภอพนมสารคาม ตัวอย่างน้ำประปาทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนจากอำเภอพนมสารคามทุกจุด ไม่พบ *E. coli*

4. อำเภอบางปะกง ตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอบางปะกงที่เก็บจากสถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม และหมู่ 14 คลองสำโรง ไม่พบ *E. coli* ในฤดูร้อน ส่วนในฤดูฝนไม่พบ *E. coli* ในน้ำประปาจากทุกแห่งที่เก็บมาวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 35 จุด ทั้ง 3 ขั้นตอน ที่กล่าวมาแล้วในตารางที่ 4.1 – 4.3 สามารถนำข้อมูลมาสรุปในภาพรวมได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปคุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรีย ตัวอย่างน้ำประปา 35 จุด ของ อำเภอเมือง ฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อน และฤดูฝน

ลำดับที่	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	Standard Plate count CFU / 1ml		Total coliform (MPN / 100 ml)		*E. coli*		คุณภาพของน้ำ	
		ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา									
1	สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา	41.66	366.60	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
2	สวนสน	510.00	343.30	50	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
3	คลองนา	50.33	633.30	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
4	หน้าเมือง	503.30	533.30	50	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
5	หมู่ 7 วัดชนะสงสาร	610.00	33.66	50	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
6	หมู่ 3 คลองนา	9.66	86.60	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
7	หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่	50.00	463.30	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
8	หมู่ 1 คลองบ้านใหม่	533.30	340.00	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
9	หมู่ 5 คลองบางพระ	50.33	53.66	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
10	หมู่ 5 คลองบางทอง	696.60	433.30	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
11	หมู่ 3 โสธร	34.66	44.66	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
12	หมู่ 9 บางขวัญ	75.33	816.60	50	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
13	หมู่ 1 วนท่าแครง	29.66	46.66	50	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
14	หมู่ 12 ดอนทอง	416.60	716.60	50	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
15	หมู่ 11 คลองเนื่องเขต	4.66	123.33	23	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
อำเภอบางคล้า									
16	สำนักงานประปาบางคล้า	11.66	0.00	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
17	บางคล้า	16.33	0.00	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
18	หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง	320.00	2000.00	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
19	หมู่ 1 ปากน้ำ	280.00	7.33	23	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
20	หมู่ 5 วังสะพาน	250.00	3400.00	23	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
อำเภอพนมสารคาม									
21	เกาะขนุน	14.66	0.00	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
22	หมู่ 1 วัดท่าเกวียน	21	516.60	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	พอใช้
23	หมู่ 2 เกาะขนุน	20.33	0.00	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
24	หมู่ 3 เมืองกาย	23.33	44.33	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่างและสถานีจ่ายน้ำประปา	Standard Plate count CFU / 1ml		Total Coliform (MPN / 100 ml)		*E. coli*		คุณภาพของน้ำตามข้อตกลงเบื้องต้น	
		ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
อำเภอบางปะกง									
25	สำนักงานประปาบางปะกง	420.00	36.33	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
26	หมู่ 6 ท่าสะอ้าน	530.00	406.60	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
27	หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า	710.00	526.60	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
28	หมู่ 2 ท่าข้าม	3.33	7.66	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
29	หมู่ 3 ปากคลองสมัคร	150.00	87.66	23	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
30	หมู่ 14 คลองสำโรง	150.00	376.60	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	ดี
31	หมู่ 1 บางเกลือ	180.00	356.60	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
32	หมู่ 8 หน้าวัดกลาง	523.30	603.30	23	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	พอใช้
33	หมู่ 13 คลองหัวจาก	380.00	360.00	7	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
34	หมู่ 5 ตลาดบน	400.00	403.30	30	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี
35	หมู่ 6 คลองแสม	75.33	406.60	17	<2	มี	ไม่มี	ไม่ดี	ดี

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของตัวอย่างน้ำประปาที่เก็บจากอำเภอทั้ง 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม และอำเภอบางปะกง โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคุณภาพน้ำตามที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเป็นดังนี้

1. ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานไม่เกิน 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ได้แก่

1.1 น้ำประปาที่เก็บในฤดูร้อน จาก 4 อำเภอ ดังนี้

1.1.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จากสถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาฉะเชิงเทรามีค่าเป็น 41.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร สถานีจ่ายน้ำคลองนามีค่าเป็น 50.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 คลองนามีค่าเป็น 9.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ มีค่าเป็น 50 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 5 คลองบางพระ มีค่าเป็น 50.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 โสธร มีค่าเป็น 34.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 9 บางขวัญ มีค่าเป็น 75.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 วนท่าแครง 29.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 12 ดอนทองมีค่าเป็น 416.6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และหมู่ 11 คลองเนื่องเขตมีค่าเป็น 4.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.1.2 อำเภอบางคล้า จาก สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางคล้า มีค่าเป็น 11.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร บางคล้ามี ค่าเป็น 16.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง มีค่าเป็น 320 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 ปากน้ำ มีค่าเป็น 280 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และหมู่ 5 วังสะพาน มีค่าเป็น 250 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.1.3 อำเภอพนมสารคาม จาก สถานีจ่ายน้ำเกาะขนุน มีค่าเป็น 14.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 วัดท่าเกวียน 21 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 2 เกาะขนุน มีค่าเป็น 20.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และหมู่ 3 เมืองกาย 23.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.1.4 อำเภอบางปะกง จาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางปะกงมีค่าเป็น 420 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 2 ท่าข้าม 3.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 ปากคลองสมัครมีค่าเป็น 150 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 14 คลองสำโรง มีค่าเป็น 150 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 บางเกลือ มีค่าเป็น 180 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 13 คลองหัวจาก มีค่าเป็น 380 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 5 ตลาดบน มีค่าเป็น 400 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และ หมู่ 6 คลองแสม 75.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.2 น้ำประปาที่เก็บในฤดูฝนจาก 4 อำเภอดังนี้

1.2.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรามีค่าเป็น 366.6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร สถานีจ่ายน้ำประปาสวนสนมีค่าเป็น 343.3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 7 วัดชนะสงสารมีค่าเป็น 33.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 คลองนา มีค่าเป็น 86.6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ มีค่าเป็น 463.3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 คลองบ้านใหม่มีค่าเป็น 340 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 5 คลองบางพระ มีค่าเป็น 53.66 หมู่ 5 คลองบางทอง มีค่าเป็น 433 .3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 โสธร มีค่าเป็น 44.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หูม่ 1 วนท่าแครง มีค่าเป็น 46.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และ หมู่ 11 คลองเนื่องเขตมีค่าเป็น 123.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.2.2 อำเภอบางคล้า จากสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า บางคล้า ตรวจไม่พบแบคทีเรีย และ หมู่ 1 ปากน้ำ 7.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.2.3 อำเภอพนมสารคาม จาก สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 2 เกาะขนุน ตรวจไม่พบแบคทีเรีย และหมู่ 3 เมืองกาย 44.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.2.4 อำเภอบางปะกง จาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางปะกง มีค่าเป็น 36.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 6 ท่าสะอ้าน มีค่าเป็น 406.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 2 ท่าข้ามมีค่าเป็น 7.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 3 ปากคลองสมัคร มีค่าเป็น 87.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 14 คลองสำโรง มีค่าเป็น 376.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 1 บางเกลือ มีค่าเป็น 356.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร หมู่ 13 คลองหัวจาก มีค่าเป็น 360 CFU ต่อ

1 มิลลิลิตร หมู่ 5 ตลาดบน มีค่าเป็น 403.30 และ หมู่ 6 คลองแสม มีค่าเป็น 406.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.3 น้ำประปาที่มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานไม่เกิน 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ทั้ง 2 ฤดู ได้แก่

1.3.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ หมู่ 5 คลองบางพระ หมู่ 3 โสธร หมู่ 1 วนท่าแครง และหมู่ 11 คลองเนื่องเขต

1.3.2 อำเภอบางคล้า จาก สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางคล้า บางคล้า และหมู่ 1 ปากน้ำ

1.3.3 อำเภอพนมสารคาม จาก เกาะขนุน หมู่ 2 เกาะขนุน และหมู่ 3 เมืองกาย

1.3.4 อำเภอบางปะกง จาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 14 คลองสำโรง หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม

2. ดัชนีค่า MPN โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ในตัวอย่างน้ำประปาที่มากกว่า 2.2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ในฤดูร้อนได้แก่

1. อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา เก็บจากสถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา หน้าเมือง หมู่ 7 วัดชนะสงสาร หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ หมู่ 5 คลองบางพระ หมู่ 5 คลองบางทอง หมู่ 3 โสธร หมู่ 9 บางขวัญ หมู่ 1 วนท่าแครง หมู่ 12 ดอนทอง และ หมู่ 11 คลองเนื่องเขต

2. อำเภอบางคล้า เก็บจาก หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ และหมู่ 5 วังสะพาน

3. อำเภอบางปะกง เก็บจาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 6 ตลาดท่าสะอ้าน หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และ หมู่ 6 คลองแสม

สำหรับฤดูฝน ตัวอย่างน้ำประที่เก็บจากทุกแห่งมี ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรีย น้อยกว่า 2.2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำประปาที่น้อยกว่า 2.2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ทั้ง 2 ฤดู ได้แก่

1. อำเภอบางคล้า เก็บจากสถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางคล้า บางคล้า

2. อำเภอพนมสารคาม เก็บจากสถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 1 วัดท่าเกวียน หมู่ 2 เกาะขนุน หมู่ 3 เมืองกาย

3. อำเภอบางปะกง เก็บจาก สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม และหมู่ 14 คลองสำโรง

3. *E. coli* ในแต่ละอำเภอพบแตกต่างกัน ดังนี้

3.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อนพบว่า ตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอเมืองฉะเชิงเทราทุกจุดพบ *E. coli* ส่วนในฤดูฝนไม่พบ *E. coli*

3.2 อำเภอบางคล้า ในฤดูร้อนพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอบางคล้าที่เก็บจาก สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และ บางคล้า ไม่พบ *E. coli* ส่วนในฤดูฝนทุกจุดไม่พบ *E. coli*

3.3 อำเภอพนมสารคาม ตัวอย่างน้ำประปาทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนจากอำเภอพนมสารคามทุกจุด ไม่พบ *E. coli*

3.4 อำเภอบางปะกง ตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอบางปะกงที่เก็บจากสถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม และหมู่ 14 คลองสำโรง ไม่พบ *E. coli* ส่วนในฤดูฝนไม่พบ *E. coli* ในน้ำประปาจากทุกแห่งที่เก็บมาวิเคราะห์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาทางแบคทีเรียวิทยาตามเกณฑ์ที่กำหนด สรุปได้ดังนี้

1. น้ำประปาที่มีคุณภาพดี มี 35 ตัวอย่าง ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ

1.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มี 11 ตัวอย่าง ในฤดูฝน ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน หมู่ 7 วัดชนะสงสาร หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ หมู่ 5 คลองบางพระ หมู่ 5 คลองบางทอง และหมู่ 3 โสธร

1.2 อำเภอบางคล้า มี 5 ตัวอย่าง คุณภาพดี ทั้ง 2 ฤดู มี 4 ตัวอย่าง ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า บางคล้า และคุณภาพดีในฤดูฝน มี 1 ตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ 1 ปากน้ำ

1.3 อำเภอพนมสารคาม มี 7 ตัวอย่าง คุณภาพดีทั้ง 2 ฤดู มี 6 ตัวอย่าง ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 2 เกาะขนุน หมู่ 3 เมืองกาย และคุณภาพดีทุกตัวอย่างในฤดูร้อน

1.4 อำเภอบางปะกง มี 12 ตัวอย่าง คุณภาพดีทั้ง 2 ฤดู มี 6 ตัวอย่าง ได้แก่ สำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 14 คลองสำโรง และคุณภาพดีในฤดูฝน มี 6 ตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ 6 ท่าสะอ้าน หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม

2. น้ำประปาที่มีคุณภาพพอใช้ มี 9 ตัวอย่าง ในฤดูฝน คือ

2.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มี 4 ตัวอย่าง ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา หน้าเมือง หมู่ 9 บางขวัญ และหมู่ 12 ดอนทอง

2.2 อำเภอบางคล้า มี 2 ตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง และหมู่ 5 วังสะพาน

2.3 อำเภอพนมสารคาม มี 1 ตัวอย่าง คือ หมู่ 1 วัดท่าเกวียน

2.4 อำเภอบางปะกง มี 2 ตัวอย่าง หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า และ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง

3. น้ำประปาที่มีคุณภาพไม่ดี มี 26 ตัวอย่าง ในฤดูร้อนได้แก่

1.5 อำเภอเมืองฉะเชิงเทราทุกตัวอย่าง จำนวน 15 ตัวอย่าง

1.6 อำเภอบางคล้า 3 ตัวอย่าง คือ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ และหมู่ 5 วังสะพาน

3.3 อำเภอบางปะกง 8 ตัวอย่าง คือหมู่ 6 ท่าสะอ้าน หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาเป็นลำดับอย่างเป็นขั้นตอน จากที่ได้วางแผนสำรวจพื้นที่ที่การประปาส่วนภูมิภาคได้ให้บริการแจกจ่ายน้ำประปาเพื่ออุปโภคและบริโภค ซึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรามีทั้งหมด 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม และอำเภอบางปะกง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำประปา จากทั้ง 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา 15 แห่ง อำเภอบางคล้า 5 แห่ง อำเภอพนมสารคาม 4 แห่ง และอำเภอบางปะกง 11 แห่ง รวม 35 แห่ง ในฤดูร้อน (เดือนเมษายน 2544) และฤดูฝน (เดือนสิงหาคม 2544) นำมาปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา โดยพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2(1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) คือ

1. Standard plate count ที่ 35 – 37 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง ไม่เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร
2. Most probable number of coliform organism (MPN) น้อยกว่า 2.2/100 มิลลิลิตร
3. *E. coli* ไม่มี

โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา โดยวิธีดังนี้

1. ตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (Standard plate count)
2. ตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most probable number : MPN)
3. ตรวจหา *Escherichia coli*

ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวสรุปผลการวิเคราะห์ อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา จากอำเภอ ทั้ง 4 อำเภอ ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ครั้งนี้สรุปผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. น้ำประปาที่มีคุณภาพดี มี 35 ตัวอย่าง ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ

1.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มี 11 ตัวอย่าง ในฤดูฝน ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน หมู่ 7 วัดชนะสงสาร

หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ หมู่ 1 คลองบ้านใหม่ หมู่ 5 คลองบางพระ หมู่ 5 คลองบางทอง และหมู่ 3 โสธร

1.2 อำเภอบางคล้า มี 5 ตัวอย่าง คุณภาพดี ทั้ง 2 ฤดู มี 4 ตัวอย่าง ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า บางคล้า และคุณภาพดีในฤดูฝน มี 1 ตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ 1 ปากน้ำ

1.3 อำเภอพนมสารคาม มี 7 ตัวอย่าง คุณภาพดีทั้ง 2 ฤดู มี 6 ตัวอย่าง ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 2 เกาะขนุน หมู่ 3 เมืองกาย และคุณภาพดีทุกตัวอย่าง ในฤดูร้อน

1.4 อำเภอบางปะกง มี 12 ตัวอย่าง คุณภาพดีทั้ง 2 ฤดู มี 6 ตัวอย่าง ได้แก่ สำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 14 คลองสำโรง และคุณภาพดีในฤดูฝน มี 6 ตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ 6 ท่าสะอ้าน หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม

2. น้ำประปาที่มีคุณภาพพอใช้ มี 9 ตัวอย่าง ในฤดูฝน คือ

2.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มี 4 ตัวอย่าง ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา หน้าเมือง หมู่ 9 บางขวัญ และหมู่ 12 ดอนทอง

2.2 อำเภอบางคล้า มี 2 ตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง และหมู่ 5 วังสะพาน

2.3 อำเภอพนมสารคาม มี 1 ตัวอย่าง คือ หมู่ 1 วัดท่าเกวียน

2.4 อำเภอบางปะกง มี 2 ตัวอย่าง หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า และ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง

3. น้ำประปาที่มีคุณภาพไม่ดี มี 26 ตัวอย่าง ในฤดูร้อนได้แก่

3.1 อำเภอเมืองฉะเชิงเทราทุกตัวอย่าง จำนวน 15 ตัวอย่าง

3.2 อำเภอบางคล้า 3 ตัวอย่าง คือ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ และหมู่ 5 วังสะพาน

3.3 อำเภอบางปะกง 8 ตัวอย่าง คือหมู่ 6 ท่าสะอ้าน หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม

สำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาทั้ง 70 ตัวอย่าง มีดังนี้

1. คุณภาพน้ำประปาจาก อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ทั้ง 15 แห่ง พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 4.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 816.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร โดยในฤดูร้อนพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากหมู่ 11 คลองเนื่องเขต มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยที่สุดคือ 4.66 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากหมู่ 9 บางขวัญ มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดคือ 816.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ในฤดูร้อนตัวอย่างน้ำประปาทุกจุด มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2 และพบ *E. coli* สำหรับฤดูฝนตัวอย่างน้ำประปาทุกจุด มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2 และไม่พบ *E. coli* ดังนั้นคุณภาพน้ำประปาจากอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อนอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี ในฤดูฝนอยู่ในเกณฑ์ดี

2. คุณภาพน้ำประปาจากอำเภอบางคล้า ทั้ง 5 แห่ง พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 0.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 3400.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร โดยในฤดูร้อนพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และ บางคล้า ตรวจไม่พบแบคทีเรีย และพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากหมู่ 5 วังสะพาน มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดคือ 3400.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ในฤดูร้อนตัวอย่างน้ำประปาจาก หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ และ หมู่ 5 วังสะพาน มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 และพบ *E. coli* สำหรับฤดูฝนค่า ตัวอย่างน้ำประปาทุกจุด มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ดังนั้นคุณภาพน้ำประปาจากอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ในฤดูร้อนอยู่ในเกณฑ์ดี 2 แห่ง คือน้ำประปาจากสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และ บางคล้า ในฤดูฝนอยู่ในเกณฑ์ดี 3 แห่ง คือ น้ำประปาจากสถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า บางคล้า และ หมู่ 1 ปากน้ำ อยู่ในเกณฑ์พอใช้ 2 แห่ง คือ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง และหมู่ 5 วังสะพาน

3. คุณภาพน้ำประปาจากอำเภอพนมสารคาม ทั้ง 4 แห่ง พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 0.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 516.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร โดยในฤดูร้อนพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจากสถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน และ หมู่ 2 เกาะขนุน ตรวจไม่พบแบคทีเรีย และพบว่าในฤดูฝนตัวอย่างน้ำประปาหมู่ 1 ท่าเกวียน มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดคือ 516.60 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ในฤดูร้อนตัวอย่างน้ำประปาทุกจุด มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* สำหรับฤดูฝนตัวอย่างน้ำประปาทุกจุด มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ดังนั้นคุณภาพน้ำประปาจากอำเภอพนมสารคาม ในฤดูร้อนอยู่ในเกณฑ์ดีทุกแห่ง ในฤดูฝนอยู่ในเกณฑ์ดี 3 แห่ง คือ สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 2 เกาะขนุน และหมู่ 3 เมืองกาย อยู่ในเกณฑ์พอใช้ 1 แห่งคือ หมู่ 1 วัดท่าเกวียน

4. คุณภาพน้ำประปาจากอำเภอบางปะกง ทั้ง 11 แห่ง พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 3.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 710.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตรโดยในฤดูร้อนพบว่าตัวอย่างน้ำประปาจาก หมู่ 2 ท่าข้าม มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดหมดน้อยที่สุด คือ 3.33 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร และตัวอย่างน้ำประปาจาก หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงที่สุด คือ 710.00 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ในฤดูร้อนตัวอย่างน้ำประปาจากสำนักงานประปาบางปะกง หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 14 คลองสำโรง มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และพบ *E. coli* และตัวอย่างน้ำประปาจากหมู่ 6 ท่าสะอ้าน หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 8 หน้าวัดกลาง หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2 และพบ *E. coli* สำหรับฤดูฝนค่า ตัวอย่างน้ำประปาทุกจุด มีค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ดังนั้นคุณภาพน้ำประปาจากอำเภอบางปะกง ในฤดูร้อนอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีทุกแห่ง ในฤดูฝนอยู่ในเกณฑ์ดี 9 แห่ง คือ สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา หมู่ 6 ตลาดท่าสะอ้าน หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 3 ปากคลองสมัคร หมู่ 14 คลองสำโรง หมู่ 1 บางเกลือ หมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ที่ 5 ตลาดบน และหมู่ 6 คลองแสม อยู่ในเกณฑ์พอใช้ 2 แห่ง คือ หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า และหมู่ 8 หน้าวัดกลาง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาทางแบคทีเรียวิทยา 35 ตัวอย่าง น้ำคุณภาพดีมี 26 ตัวอย่าง เป็นน้ำประปาในฤดูร้อน ที่อำเภอพนมสารคาม 1 แห่ง คือ หมู่ 1 วัดท่าเกวียน และเป็นน้ำประปาในฤดูฝน ในอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา 11 ตัวอย่าง คือ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน หมู่ 7 วัดชนะสงสาร หมู่ 3 คลองนา หมู่ 1 ประตูน้ำท่าไข่ หมู่ 1 คลองบ้านใหม่หมู่ 5 คลองบางพระ หมู่ 5 คลองบางทอง หมู่ 3 โสธร หมู่ 1 วนท่าแครง และ หมู่ 11 คลองเนื่องเขต ในอำเภอบางคล้า 1 ตัวอย่าง คือ หมู่ 1 ปากน้ำ ในอำเภอพนมสารคาม 3 ตัวอย่าง คือ หมู่ 2 เกาะขนุน และ หมู่ 2 เมืองกาย ในอำเภอบางปะกง 9 ตัวอย่าง คือ สถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาบางปะกงหมู่ 6 ตลาดท่าสะอ้าน หมู่ 2 ท่าข้าม หมู่ 3 ปากคลองสมัครหมู่ 14 คลองสำโรง, หมู่ 1 บางเกลือหมู่ 13 คลองหัวจาก หมู่ที่ 5 ตลาดบน และ หมู่ 6 คลองแสม คุณภาพดีทั้ง 2 ฤดู มี 5 แห่ง ได้แก่ ในอำเภอบางคล้า 2 แห่งคือ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และบางคล้า ในอำเภอพนมสารคาม 3 แห่ง คือ สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน หมู่ 2 เกาะขนุน และหมู่ 3 เมืองกาย คุณภาพดีทั้ง 2 ฤดู มี 5 แห่ง เป็นน้ำประปาในอำเภอบางคล้า 2 แห่ง คือ สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และบางคล้า ในอำเภอพนมสารคาม 3 แห่ง คือ สถานีจ่ายน้ำประปาพนมสารคาม หมู่ 2 เกาะขนุน และ หมู่ 3 เมืองกาย คุณภาพพอใช้เป็นน้ำประปาในฤดูฝน มี 9 แห่ง คือ ในอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา 4 แห่ง คือ สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา หน้าเมือง หมู่ 9 บางขวัญ และหมู่ 12 ดอนทอง ในอำเภอบางคล้ามี 2 แห่งคือ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง และหมู่ 5 วังสะพาน

ในอำเภอพนมสารคาม 1 แห่ง คือ หมู่ 1 วัดท่าเกวียน ในอำเภอบางปะกง 2 แห่ง คือ หมู่ 6 ตลาดศาลเจ้า และหมู่ 8 หน้าวัดกลาง คุณภาพไม่ดีเป็นน้ำประปาในฤดูร้อน มี 29 แห่ง คือ ตัวอย่าง น้ำประปาทุกแห่งในอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ในอำเภอบางคล้า 3 แห่งคือ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ และหมู่ 5 วังสะพาน และตัวอย่างน้ำประปาทุกแห่งในอำเภอบางปะกง น้ำประปาที่สุ่มมาวิเคราะห์ทั้ง 35 ตัวอย่างนี้ พบว่าน้ำประปาตัวอย่างในฤดูฝนจากที่สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาบางคล้า และบางคล้า ในอำเภอบางคล้า และที่สถานีจ่ายน้ำประปาเกาะขนุน และหมู่ 2 เกาะขนุน ในอำเภอพนมสารคาม ไม่พบปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อน ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ตัวอย่างน้ำประปาในฤดูฝนที่มีปริมาณแบคทีเรียสูงสุด มี 1 แห่ง คือ หมู่ 5 วังสะพาน ในอำเภอบางคล้า ส่วนน้ำประปาที่มีค่า MPN สูงสุด และ พบ *E. coli* คือน้ำประปาจากสถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน หน้าเมือง หมู่ 7 วัดชนะสงสาร หมู่ 9 บางขวัญ หมู่ 1 วนท่าแครงและ หมู่ 12 ดอนทองในอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา สำหรับน้ำประปาที่พบ *E. coli* ปนเปื้อน ได้แก่ตัวอย่างน้ำประปาจากอำเภอเมืองฉะเชิงเทราทุกแห่ง น้ำประปาจากอำเภอบางคล้า 3 แห่งคือ หมู่ 3 คลองสองพี่น้อง หมู่ 1 ปากน้ำ หมู่ 5 วังสะพาน และน้ำประปาจากอำเภอบางปะกงทุกแห่ง

5.2 อภิปรายผล

น้ำประปาที่ได้สุ่มเก็บตัวอย่างมาทั้ง 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอพนมสารคาม และอำเภอบางปะกง ผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินซึ่งแต่ละอำเภอมีขั้นตอนในการผลิตน้ำประปาเหมือนกัน แต่ใช้แหล่งน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินที่แตกต่างกันไปในแต่ละอำเภอ น้ำประปาที่ผลิตได้จะถูกแจกจ่ายให้ประชาชนใช้อุปโภคบริโภค โดยส่งน้ำประปาไปตามเส้นท่อที่ฝังอยู่ใต้ดิน จากผลการวิจัย จะพบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ในตัวอย่างน้ำประปาบางแห่งทั้ง 2 ฤดู มีสูงเกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร และยังตรวจพบ *E. coli* ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำประปาในฤดูร้อน แต่ไม่พบ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำประปาในฤดูฝน เมื่อพิจารณาในแต่ละอำเภอจะพบว่าน้ำประปาแต่ละอำเภอจะมีคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งมีประเด็นที่จะอภิปรายผล ดังนี้

1. น้ำประปาจากอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ผลิตจากน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดิน โดยมีสถานีจ่ายน้ำประปา 3 แห่ง คือที่สถานีจ่ายน้ำประปาคลองนา สถานีจ่ายน้ำประปาสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา และสถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน(โรงกรองน้ำ) โดยที่สถานีจ่ายน้ำคลองนาใช้น้ำประปาที่ผลิตจากอำเภอบางคล้าส่งมาตามท่อส่งน้ำประปาแจกจ่ายให้ประชาชนใช้อุปโภคบริโภคด้านฝั่งตะวันออกของแม่น้ำบางปะกง สถานีจ่ายน้ำสวนสน(โรงกรองน้ำ) ใช้น้ำดิบจากคลองท่าไข่มาผลิตเป็นน้ำประปา โดยมีการสูบน้ำประปาขึ้นมาพักไว้ในสระเก็บน้ำใกล้ๆ กับ

โรงกรองน้ำ แล้วจึงสูบน้ำในสระมาผลิตน้ำประปา แจกจ่ายน้ำประปาให้กับประชาชนใช้อุปโภค บริโภคด้านทิศตะวันตกของแม่น้ำบางปะกง และในตัวเมืองฉะเชิงเทรา ส่วนสถานีจ่ายน้ำประปา สำนักงานประปาฉะเชิงเทราใช้น้ำที่ส่งมาตามท่อจากสถานีจ่ายน้ำคลองนาสูบขึ้นหอถังสูงเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำแจกจ่ายให้กับประชาชนใช้อุปโภคบริโภคด้านทิศตะวันตกของแม่น้ำบางปะกงซึ่งอยู่ในตัวเมืองที่มีผู้คนอาศัยอยู่หนาแน่นที่สุด ซึ่งน้ำประปาจากสถานีจ่ายน้ำทุกแห่งจะถูกส่งไปตามท่อส่งน้ำเดียวกันทั้งหมด จากตัวอย่างน้ำทั้ง 15 แห่งทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนพบปริมาณแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำบางแห่งสูงกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ทั้งนี้ในฤดูฝนปริมาณแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำประปาค่อนข้างสูงกว่าในฤดูร้อน ทั้งนี้คงเนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำประปายังไม่ได้มาตรฐานการผลิตน้ำประปา ประกอบกับในฤดูฝนน้ำฝนที่ตกลงมาได้ชะล้างเอาแบคทีเรียที่อยู่ตามพื้นดินลงมาในแหล่งน้ำมากกว่าในฤดูร้อน ในฤดูร้อน ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร พบมากกว่า 2.2 และพบ *E. coli* ทุกตัวอย่างน้ำประปา สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในฤดูร้อนแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาของสถานีจ่ายน้ำประปาสวนสน (โรงกรองน้ำ) มีปริมาณน้อยลงเนื่องจากประตูน้ำท่าไข่ต้องปิดเพื่อกันน้ำเค็มที่หนุนจากทะเลขึ้นมาตามแม่น้ำบางปะกงไม่ให้เข้ามาในคลองท่าไข่ ทำให้น้ำประปาที่ผลิตได้ในฤดูร้อนลดน้อยลงไปด้วย การประปาจึงไม่สามารถจ่ายน้ำให้ประชาชนใช้ได้ตลอด 24 ชั่วโมง จำเป็นต้องจ่ายน้ำให้ใช้ในบางช่วงของเวลา ซึ่งสถานีจ่ายน้ำสำนักงานประปาฉะเชิงเทรา และคลองนาถึงแม้จะรับน้ำจากบางคล้าก็ตามก็ยังไม่เพียงพอต่อการใช้อุปโภคบริโภคของประชาชน จึงทำให้แรงดันน้ำประปาอ่อนลง ประกอบกับท่อจ่ายน้ำประปาที่ใช้ส่งน้ำตามบ้านเรือนมีอายุการใช้งานนานมากกว่า 30 ปี ซึ่งเป็นไปได้ว่าท่อบางแห่งมีการชำรุดและรั่วซึมเป็นสาเหตุให้น้ำจากภายนอกไหลซึมเข้าไปในท่อได้ ส่วนในฤดูฝนค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร พบน้อยกว่า 2.2 ไม่พบ *E. coli* ทุกตัวอย่างน้ำประปา คงเนื่องจากแหล่งน้ำดิบในฤดูฝนมีปริมาณมากเพียงพอในการผลิตน้ำประปา ทำให้การประปาผลิตน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการ แรงดันน้ำในท่อจึงมากกว่าในหน้าร้อนและสม่ำเสมอ ถึงแม้จะมีท่อรั่วซึม น้ำจากภายนอกก็ไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในท่อได้

2. น้ำประปาจากอำเภอบางคล้า ใช้แหล่งน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินจากคลองวัดแจ้ง ซึ่งเป็นคลองชลประทานที่ขุดขึ้นเพื่อผันน้ำมาจากคลองท่าลาด บริเวณตำบลเกาะขนุน อำเภอพนมสารคาม สูบขึ้นมาพักไว้ในสระน้ำที่ขุดขึ้นแล้วจึงสูบไปผลิตเป็นน้ำประปา มีสถานีจ่ายน้ำประปาเพียง 1 แห่ง ที่สำนักงานประปาบางคล้า จากตัวอย่างน้ำทั้ง 5 แห่ง ในฤดูร้อนพบปริมาณแบคทีเรียต่ำกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ทุกตัวอย่างน้ำประปา แต่พบ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำประปา 3 ตัวอย่าง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการประปาคงปรับปรุงการผลิตน้ำประปาให้เป็นตามมาตรฐาน จึงตรวจพบปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร แต่ตรวจพบ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำ 3 ตัวอย่าง สาเหตุคงเนื่องมาจาก ระบบท่อส่งน้ำประปา

ยังไม่ได้มาตรฐานประกอบกับท่ออาจมีการรั่วซึมปนเปื้อนจากน้ำภายนอกเพราะใช้งานมาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในฤดูร้อนปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำน้ำประปามีน้อย ทำให้แรงดันน้ำในท่ออาจจะไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งการประปาบางคล้ายังต้องส่งน้ำให้กับอำเภอเมืองฉะเชิงเทราอีกด้วย ส่วนในฤดูฝนตรวจพบ โคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า แต่ก็มีบางตัวอย่างที่มีปริมาณแบคทีเรียมากกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร แต่ไม่พบ *E. coli* สาเหตุเนื่องจากในฤดูฝนน้ำมีปริมาณมากทำให้การประปาผลิตน้ำประปาได้มากพอ การประปาอาจจะจ่ายน้ำประปาได้มากกว่าในฤดูร้อน ทำให้แรงดันน้ำในท่อสูงขึ้นน้ำจากภายนอกจึงซึมเข้าได้ยากกว่า

3. น้ำประปาจากอำเภอพนมสารคาม ใช้แหล่งน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินจากคลองท่าลาด ซึ่งเป็นคลองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยคลองท่าลาดมีต้นกำเนิดจากแควสองแควคือแควระบมและแควสียัดซึ่งไหลมาบรรจบกันที่อำเภอสนามชัยเขต แควระบมและแควสียัดเป็นแควที่มีต้นกำเนิดจากป่าเขาอ่างฤาไน อำเภอท่าตะเกียบ การประปาอำเภอพนมสารคาม มีสถานีจ่ายน้ำประปาเพียง 1 แห่ง (โรงกรองน้ำ) ที่ตำบลเกาะขนุน โดยสูบน้ำจากคลองท่าลาดไปผลิตเป็นน้ำประปา จากตัวอย่างน้ำทั้ง 4 แห่ง ในฤดูร้อนพบปริมาณแบคทีเรียต่ำกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร พบน้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ทุกตัวอย่างน้ำ ส่วนในฤดูฝนพบตัวอย่างน้ำ 2 ตัวอย่าง ที่ตรวจไม่พบแบคทีเรียและ มี 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณแบคทีเรียสูงกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร 2 และไม่พบ *E. coli* ทุกตัวอย่างน้ำ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำจากอำเภออื่นๆ จะเห็นได้ว่ามีคุณภาพดีที่สุดทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้คงเนื่องจากแหล่งน้ำดิบที่นำมาใช้ทำน้ำประปาเป็นน้ำที่ค่อนข้างมีคุณภาพดีเพราะเป็นแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้กับต้นน้ำ ประกอบกับการประปาอำเภอพนมสารคามคงมีการปรับปรุงการผลิตน้ำประปาให้เป็นตามมาตรฐาน

4. น้ำประปาจากอำเภอบางปะกง ใช้ แหล่งน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินจากคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต ในการผลิตน้ำประปา และใช้น้ำประปาจากการประปาชลบุรี สาเหตุที่ต้องนำน้ำประปาจากการประปาชลบุรี เพราะอำเภอบางปะกงเป็นอำเภอที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่เป็นจำนวน และมีประชากรอาศัยอยู่ค่อนข้างหนาแน่นทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำประปามีมาก การประปาอำเภอบางปะกงจึงต้องนำน้ำประปาจากการประปาชลบุรีมาช่วยเสริมการจ่ายน้ำประปาให้เพียงพอกับความต้องการ สำหรับการประปาอำเภอบางปะกงมีสถานีจ่ายน้ำ 1 แห่ง (โรงกรองน้ำ) คือที่สำนักงานประปาบางปะกง ทำการการผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำดิบจากคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต จากตัวอย่างน้ำทั้ง 11 แห่ง พบว่าในฤดูร้อนและในฤดูฝนตัวอย่างน้ำบางแห่งมีปริมาณแบคทีเรียมากกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร แต่ในฤดูฝนจะพบปริมาณแบคทีเรียค่อนข้างมากกว่าในฤดูร้อน คงเนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำประปายังไม่ได้มาตรฐานการผลิตน้ำประปา ประกอบกับในฤดูฝนน้ำฝนที่ตกลงมาได้ชะล้างเอาแบคทีเรียที่อยู่

ตามพื้นดินลงมาในแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปามากกว่าในฤดูร้อน สำหรับ ในฤดูร้อนส่วนใหญ่พบ ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 และพบ *E. coli* ส่วนในฤดูฝน ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร พบน้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างน้ำประปา สาเหตุอาจเป็นเพราะระบบท่อจ่ายน้ำประปามีการรั่วซึมเนื่องจากมีการใช้งานมาเป็นเวลานาน มีการวางท่อส่งน้ำประปาผ่านไปตามชุมชนต่างๆ บางจุดท่ออาจจะถูกวางขนานไปตามท่อระบายน้ำคูคลอง ประกอบกับในฤดูร้อนจะประสบปัญหาน้ำทะเลหนุนทำให้ต้องปิดประตูน้ำทุกแห่ง และน้ำในคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต ก็มีปริมาณลดลงทำให้ปริมาณน้ำดิบที่จะนำมาใช้ผลิตน้ำประมาณมีปริมาณไม่เพียงพอแก่ความต้องการใช้น้ำของประชาชน ทำให้แรงดันน้ำในท่อส่งน้ำลดลงซึ่งมีโอกาสที่น้ำจากภายนอกท่อซึมเข้าไปภายในท่อได้ ส่วนในหน้าฝนปริมาณน้ำมีเพียงพอจึงไม่ประสบปัญหาดังกล่าว

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ วันชัย สุทธินุ่น และคณะ (2539 : 48 - 56) ได้ทำการตรวจคุณภาพน้ำประปาจาก 6 อำเภอในจังหวัดเพชรบุรีเพื่อประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ และเปรียบเทียบกับมาตรฐานของน้ำประปานครหลวง ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ pH คลอไรด์ ความกระด้าง ความเป็นด่าง ฟอสเฟต ซัลเฟต คลอรีน จุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ตรวจวิเคราะห์อำเภอละ 5 ครั้ง ห่างกัน 15 วัน ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพจากทุกอำเภออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้แก่ ความเป็นด่าง ซัลเฟต คลอรีน และจุลินทรีย์ทั้งหมด ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำประปาจากบางอำเภอ (เป็นส่วนน้อย) ยังไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากนี้ ไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี (2542 : 60) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาจากแหล่ง น้ำฝน น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำสระ น้ำบ่อไม่ติดสูบ น้ำบ่อติดสูบ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ ดังกล่าวจาก 12 หมู่บ้าน ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ทั้งหมด 24 ตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ผลการวิเคราะห์พบว่าคุณภาพน้ำดีมี 1 ตัวอย่าง (Standard plate count ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 ไม่มี *E. coli*) เป็นน้ำฝนในฤดูร้อน ที่บ้านสวายจีกน้อย คุณภาพน้ำพอใช้มี 9 ตัวอย่าง (Standard plate count เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 ไม่มี *E. coli*) คุณภาพพอใช้ ทั้ง 2 ฤดู มี 7 ตัวอย่าง เป็นน้ำฝนที่บ้านโคกเหล็ก น้ำประปาที่บ้านห้วยราช น้ำสระที่บ้านสนวนใน บ้านตาเสา บ้านส่วนร่วม น้ำบาดาลที่บ้านกระสัง น้ำบ่อติดสูบที่บ้านสามแวง อีก 2 ตัวอย่างคือ น้ำฝนที่บ้านสวายจีกน้อย ในฤดูฝน น้ำบ่อไม่ติดสูบที่บ้านประคำ ในฤดูร้อน คุณภาพน้ำไม่ดี (มี *E. coli*) ทั้ง 2 ฤดู มี 3 ตัวอย่าง เป็นน้ำสระที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก และ อีก 1 ตัวอย่าง เป็นน้ำบ่อไม่ติดสูบที่บ้าน

ปะคำ ในฤดูฝน จากผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำฝนในฤดูร้อน ที่บ้านสวายจีกน้อย พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำน้อยที่สุด ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ส่วนตัวอย่างน้ำที่มีแบคทีเรียสูงสุด ค่า MPN สูงสุด และพบ *E. coli* ในน้ำบ่อไม่ติดสูบในฤดูฝน และน้ำสระที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก ทั้ง 2 ฤดู ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำดังกล่าวยังไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่จะนำไปดื่มได้อย่างปลอดภัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในครั้งนี้ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิจัยในครั้งนี้ หน่วยงานที่ผลิตน้ำประปาทั้ง 4 อำเภอ คือ สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา สำนักงานประปาบางคล้า สำนักงานประปาพนมสารคาม และสำนักงานประปาบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา อาจนำไปพิจารณา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการผลิตน้ำประปาให้ได้ตามมาตรฐาน ตลอดจนหน่วยงานท้องถิ่นเช่น องค์การบริหารส่วนตำบลที่อยู่ในพื้นที่บริการของการประปา โรงเรียน วัด เพื่อได้เผยแพร่ความรู้และระมัดระวังมากขึ้นในการใช้น้ำประปาเพื่อการบริโภคของประชาชน

1.2 ประชาชนที่นำน้ำประปามาบริโภคโดยตรงได้มีการปรับปรุงน้ำประปาก่อนการบริโภค เช่น ผ่านการต้ม หรือผ่านเครื่องกรอง ก่อนนำมาบริโภค

1.3 ควรให้ความรู้แก่ประชาชนในการดูแลรักษา ความสะอาดของระบบท่อส่งน้ำภายในบ้านไม่ให้รั่วซึมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรค ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายจากการบริโภคน้ำไม่สะอาดได้ โดยให้มีการส่งเสริมและเผยแพร่ทั้งในโรงเรียนและชุมชน

1.4 ควรเผยแพร่ความรู้เพิ่มเติมให้กับประชาชนเกี่ยวกับ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมีด้วย เพราะก็มีผลต่อร่างกายมากเช่นเดียวกัน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

2.1 ศึกษาคุณภาพน้ำดิบที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปาของสำนักงานประปาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดฉะเชิงเทรา

2.2 ศึกษาคุณภาพน้ำประปาในแต่ละเดือน ในช่วงเวลา 1 ปี ที่ผลิตโดยสำนักงานประปาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ว่ามีคุณภาพอย่างไร

2.3 ศึกษาสภาพแหล่งน้ำที่นำมาใช้ผลิตน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทราว่ามีปริมาณเพียงพอในการผลิตน้ำประปาตลอดปีหรือไม่

2.4 ศึกษาคุณภาพน้ำทั้ง 3 ด้าน คือ จุลินทรีย์ กายภาพ และเคมี

บรรณานุกรม

กองระบาดวิทยา. 2539. **สรุปรายงานเบื้องต้นการเฝ้าระวังโรค 2537-2539**. นนทบุรี : สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงทรวงสาธารณสุข. 2543. **ข้อมูลกฎหมายพระราชบัญญัติ**. [Online]. Available : http://www2.fda.moph.go.th/law/default.asp.

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2522. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.

การประปานครหลวง. 2543. **มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปานครหลวง (ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2536)**. [Online]. Available : http://www.mwa.or.th/~twqc_div/waterstd.html.

การประปาส่วนภูมิภาค. 2543. **ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา**. [Online]. Available : http://pwa.thaigov.net/treatment.htm.

การประปาส่วนภูมิภาค. 2543. **โครงการน้ำประปาปลอดภัยดื่มได้จากก๊อก**. [Online]. Available : http://pwa.thaigov.net/save.htm.

โกมล ศิวะบวร และคณะ. 2524. **การประปาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จันไทย.

ฉัตรชัย รัตนไชย. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉวีวรรณ สรรพกิจ. 2521. "Sample Collection and Treatment Quality Control in Water Analysis". **เอกสารประกอบการอบรมนักธรณีวิทยา นักเคมี และวิศวกรฝ่ายวิเคราะห์น้ำ กองน้ำบาดาล กรมทัพยากรธรณี**. เอกสารอัดสำเนา.

ณรงค์ วุทธเสถียร. 2540. **การปรับสภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด.

นวลพรรณ ณ ระนอง. 2539. **ปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2539. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัยนา วงศ์สังข์. 2538. "น้ำ." **ข่าวสารธรณี**. 40(4) : 63-79

นฤมล เหลืองดำรงกิจ. 2534. "คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำแข็ง น้ำผลิตอาหารและน้ำบริโภคบรรจุขวด." **วารสารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 33(1) : 71-79.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2534. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บุญสม ลิ่วศรีวิไล. 2523. "การศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาของแหล่งน้ำจากพื้นที่ป่าดิบแล้ง และพื้นที่ป่าผสมเกษตรกรรม หมู่บ้านป่าสะแกราช." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีดา แย้มเจริญวงศ์. 2534. **เทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย**. ขอนแก่น : ขอนแก่นการพิมพ์.

เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต. 2538. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ**. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท..

พวงน้อย ดำริธรรมนิจ. 2527. "การสำรวจคุณภาพน้ำดื่มอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี. 2542. "การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง."

วจี รามณรงค์. 2520. "คุณภาพน้ำบาดาลและวิธีปรับปรุง". **ข่าวสารการธรณี**. 22 : 20.

วรรณพิมล อารีราษฎร์. 2539. "คุณภาพน้ำแข็งด้านจุลินทรีย์ที่โรงงานผลิต สถานที่สะสม และสถานที่จำหน่าย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

วันชัย สุทธินุ่น และคณะ. 2539. "คุณภาพน้ำประปาในจังหวัดเพชรบุรี." **วารสารวิชาการ-อุดมศึกษา**. 5(1) : 48 – 56.

วิภา รุ่งดิลกโรจน์. 2537. **เอกสารวิชาการอุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : กองการศึกษาและวิจัย กรมอุตุนิยมวิทยา.

วีระชัย โชควิญญู. 2530. **เทคนิคการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียวิทยา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ศูนย์พัฒนาการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษา กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา. 2540. **ท้องถิ่นของเรา** 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. ฉะเชิงเทรา : เอ็ม-เอ็น คอมพิวออฟเซ็ท.

สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2524. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525-2529**. กรุงเทพฯ : สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานจัดหางานจังหวัดฉะเชิงเทรา. 2542. "ข้อมูลสถิติการบริหารงานจัดหางานจังหวัดฉะเชิงเทรา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2542." ฉะเชิงเทรา : สำนักงานจัดหางานจังหวัดฉะเชิงเทรา. เอกสารอัดสำเนา.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา. 2542 "รายงานประจำปี 2542." ฉะเชิงเทรา : สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา. เอกสารอัดสำเนา.

แผนที่พื้นฐานจังหวัดฉะเชิงเทรา [แผนที่]. ม.ป.ป. ฉะเชิงเทรา : สำนักงานผังเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา.

สุรชัย แสงทักษิณ. 2523 "แบคทีเรียในน้ำท่า และน้ำซับบริเวณป่าลูกดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

APHA. AWWA and WPCF. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18th ed. New york : American Public Health Association, Inc.

ASTM. 1978. **Manual Book of ASTM Standard Part 31-Water**. n.p. : American Society of Testing and Materials.

ASTM. 1969. **Manual on Water**. 3rd ed. n.p. : ASTM Special Technical Publication No. 422.

British Standards 2690. n.d. **Methods of Testing Water Used in Industry Part 1-14**. n.p. British Standards Institution.

Brown, A.H. 1979. **Geochemistry**. New Jersey : Prentice Hall.

BS 1427. 1962. **Routine Control Methods of Testing Water Used in Industry**. n.p. : British Standards Institution.

Camp, T.R. and Meserve. 1974. **R.L. Water and Its Impurities**. Pennsylvania : Dowden, Hutchison & Ross.

Davis. S.N. and DeWiest, R.J.M. 1966. **Hydrology**. New York : John Wiley & Sons.

Degremont. 1965. **Water Treatment Handbook**. Paris : Degremont S.A.

Deane, C.W. 1977. **Natural Water in Corrosion Vol. 1- Corrosion Control**. London : Shrier, L.L.; Newnes Butterworths.

Golteman, H.L. 1969. **Melthods for Chemical Analysis of Fresh Waters**. Oxford : Blackwell Scientific Publicstions.

Hamilton, C.E. n.p. **Manual on Water**. n.d. : ASTM Special Technical Publication 422 A.

Hammer, M.J. 1975. **Water and Waste-Water Technology**. New York : John Wiley & Sons.

Nill, R.W. 1981. "Water in Pharmaceuticals and Cosmetics Industries." **Effluent and Treatment Water Journal**.

Lamb, J. C. 1985. **Water Quality and Its Control**. New York : John Wiley & Sons.

Leopold, L. B. and K. S. Davis. 1966. **Water**. New York : Time .

Sawyer, C. N., P. L. McCarty and G. F. Parkin. 1994. **Chemistry for Enviromental Engineering**. New York : McGraw-Hill .

Snoeyink, V. L. and D. Jenkins. 1980. **Water Chemistry**. New York : John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)

Tryptone	5.0	g.
Yeast extract	2.5	g.
Glucose	1.0	g.
Agar	15.0	g.

pH 7.0

ผสมอาหารสำเร็จรูป 2.4 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้วุ้นละลายหมดแล้วบรรจุใส่ฟลาสก์ ขนาด 200 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

2. Lauryl tryptose broth

	Single strength	Double strength	
Tryptose	2.0	40.0	g.
Lactose	5.0	10.0	g.
K_2HPO_4	2.75	5.5	g.
KH_2PO_4	2.75	5.5	g.
NaCl	5.0	10.0	g.
Sodium lauryl sulphate	0.1	0.1	g.
Bromthymol blue 1.6 %	4.0	0.2	ml.

pH 6.8

ละลายอาหารสำเร็จรูปนี้ 2.1 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 115 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

3. Brilliant green lactose bile broth

Peptone	10.0	g.
Lactose	10.0	g.
Oxgall	20.0	g.
Brilliant green	0.0133	g.

pH 7.2

ผสมอาหารสำเร็จรูป 40 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร บรรจุใส่หลอดทอลองซึ่งมี หลอดดักก๊าซอยู่ข้างใน ใส่หลอดละ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส

ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้วให้นำอาหารเลี้ยงเชื้อออกมาแช่น้ำทันที

4. Eosin methylene blue agar (EMB agar)

Peptone	10.0	g.
Lactose	10.0	g.
K_2HPO_4	2.0	g.
Eosin Y	0.4	g.
Methylene blue	0.065	g.
Agar	15.0	g.
pH 7.1		

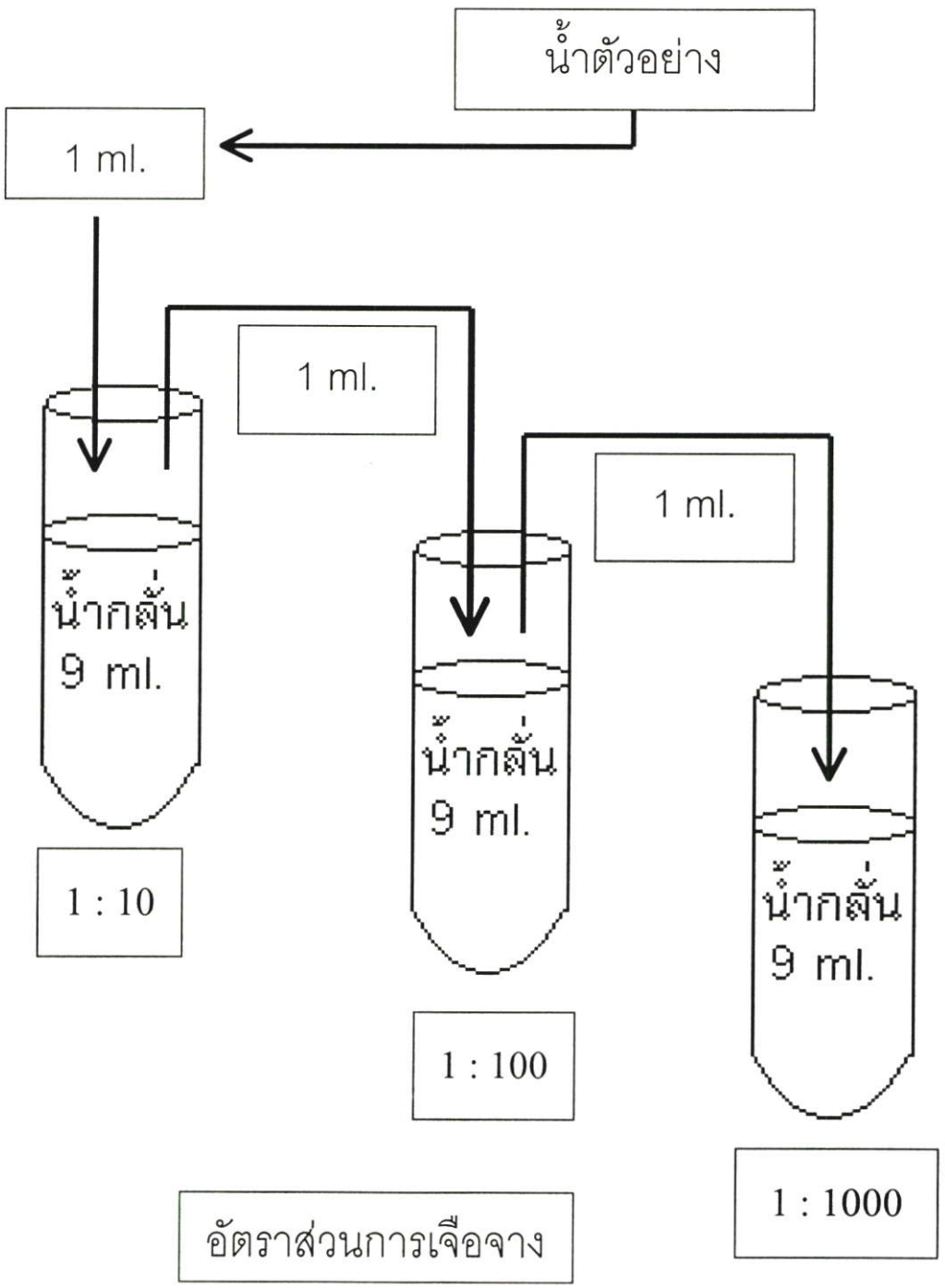
ผสมอาหารสำเร็จรูป 37.5 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้วุ้นละลายหมดแล้วบรรจุใส่ฟลาสก์ ขนาด 200 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเทลงในจานเพาะเชื้อที่วางอยู่ในแนวระดับให้หนาประมาณ 4 มิลลิเมตร แล้วปล่อยให้แข็งตัวที่อุณภูมิห้อง ถ้ายังไม่ใช้อาหารเหล่านี้ทันทีให้เก็บไว้ในตู้เย็น (2-8 องศาเซลเซียส)

ภาคผนวก ข

- แผนภาพแสดงขั้นตอนการตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Heterotrophic plate count)
- แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN (Most probable number of coliform organism)

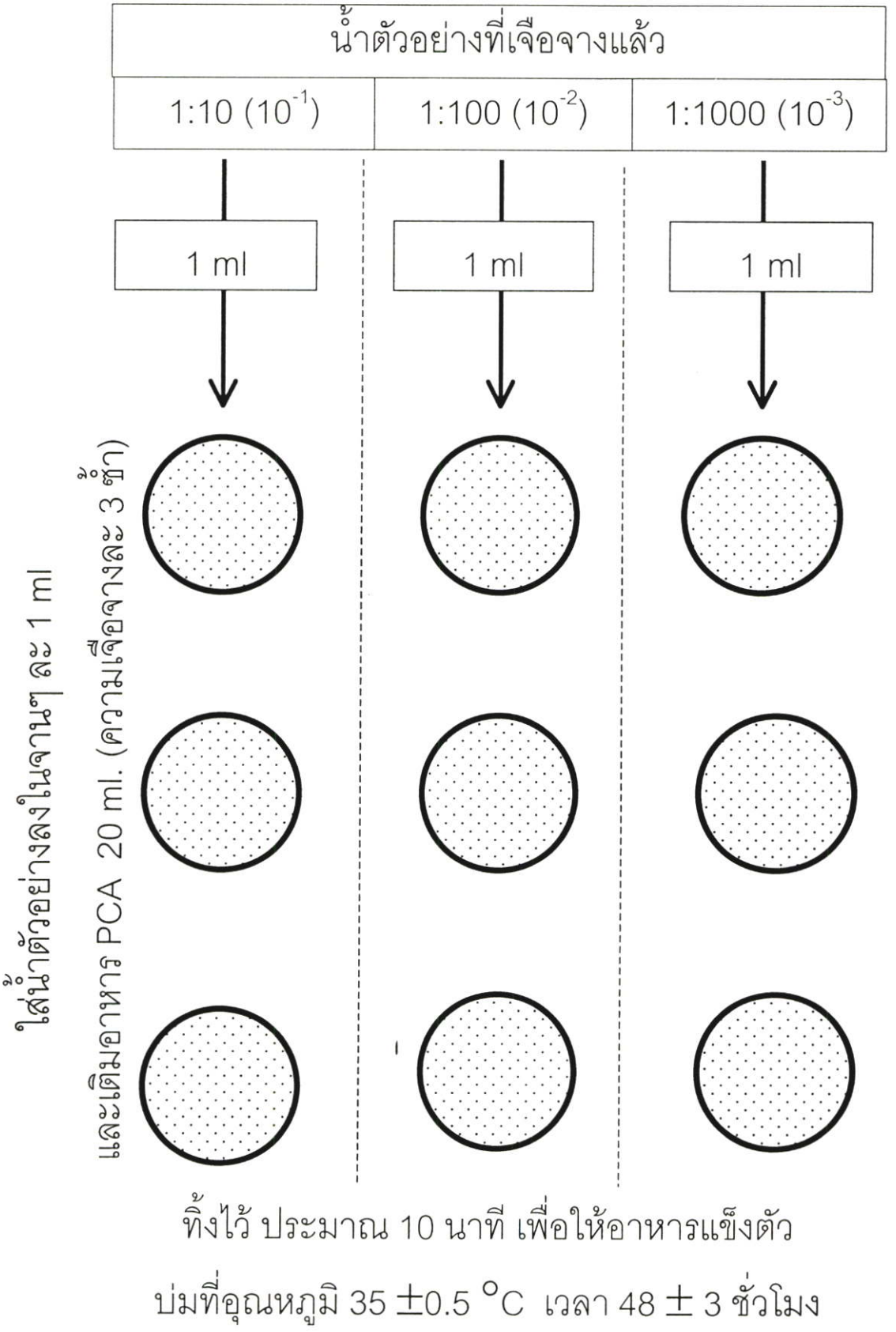
การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Heterotrophic plate count)

1. วิธีทำการเจือจางตัวอย่างน้ำ



ภาพที่ ข 1 การเจือจางตัวอย่างน้ำ 1:10 1:100 และ 1:1000

2. การใส่ตัวอย่างน้ำและอาหารลงในจาน



ภาพที่ ข 2 การใส่ตัวอย่างน้ำและอาหารลงในจาน

3. การนับจำนวนโคโลนีและการคำนวณ

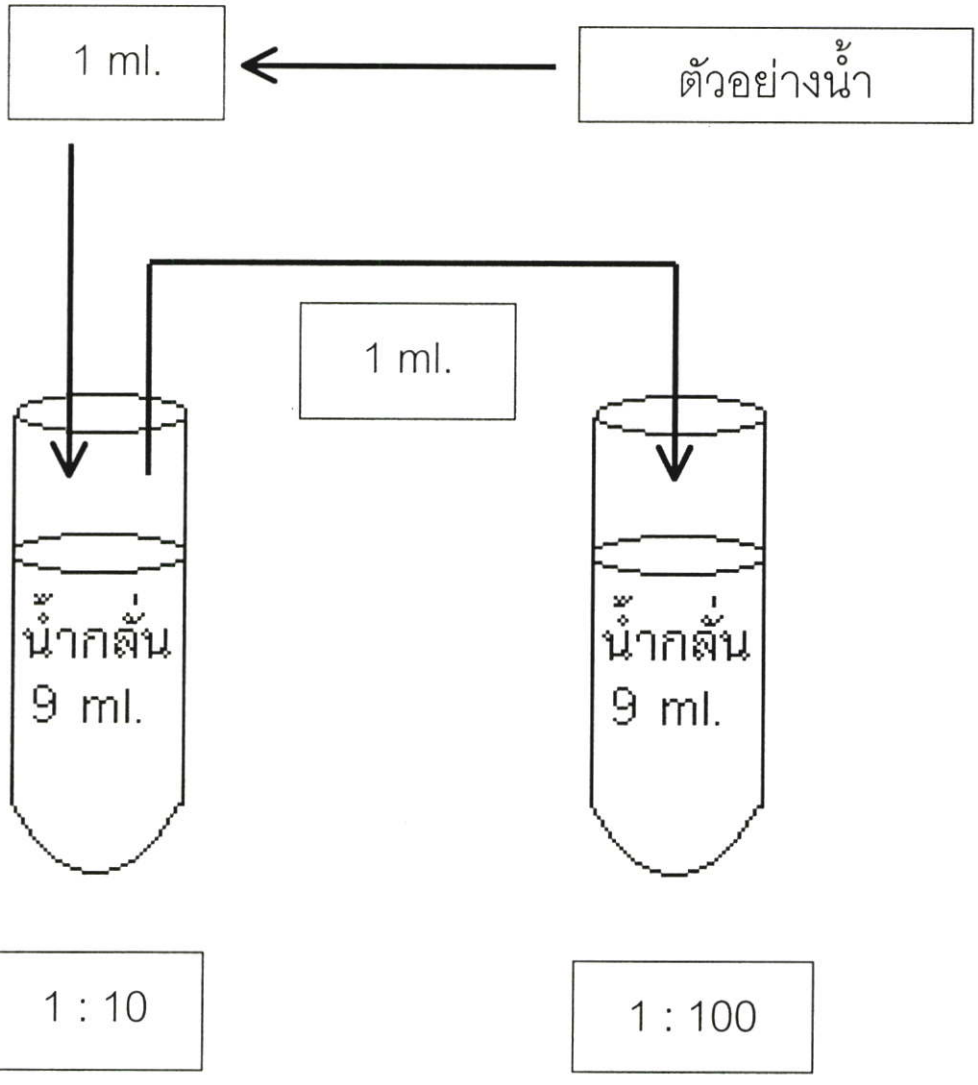
นับโคโลนีเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 – 300 โคโลนี ทั้ง 3 จาน นำจำนวนโคโลนีที่ได้ในแต่ละจานรวมกันหาร 3 เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี และนำค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ส่วนกลับของอัตราการเจือจางที่ใช้ รายงานผลเป็น CFU/ml

ตัวอย่าง เช่น นับโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีอัตราการเจือจาง 1:10 ทั้ง 3 จานได้ 40, 32, 45 โคโลนี นำมารวมกันหาร 3 ได้ค่าเฉลี่ย = 39 โคโลนีนำมาคูณด้วยส่วนกลับของอัตราการเจือจางได้ = 39 × 10 = 390 CFU /ml

การวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN Most probable number of coliform organism)

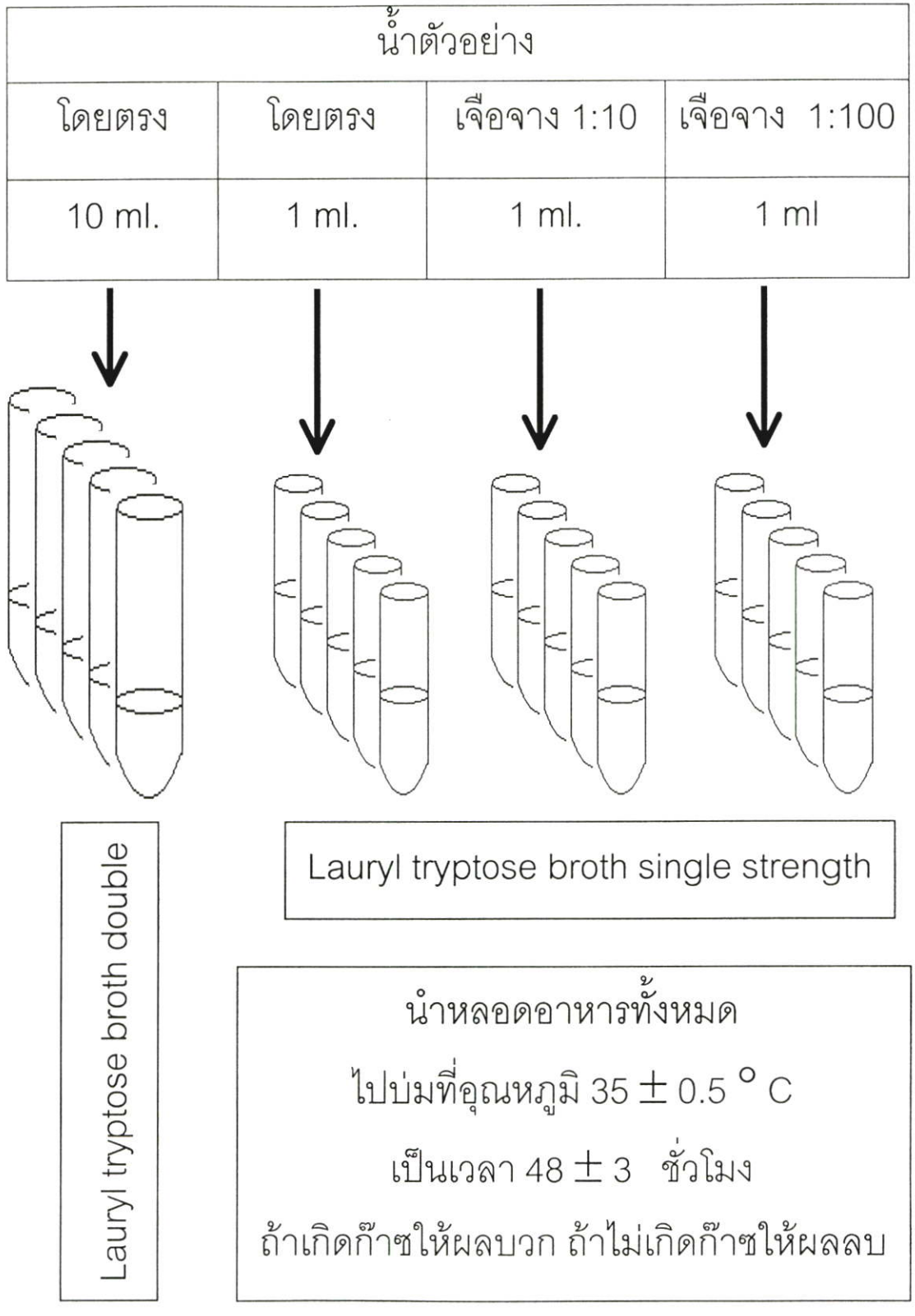
1. การตรวจวิเคราะห์ขั้นแรก

1.1 เจือจางน้ำตัวอย่าง 1:10, 1:100



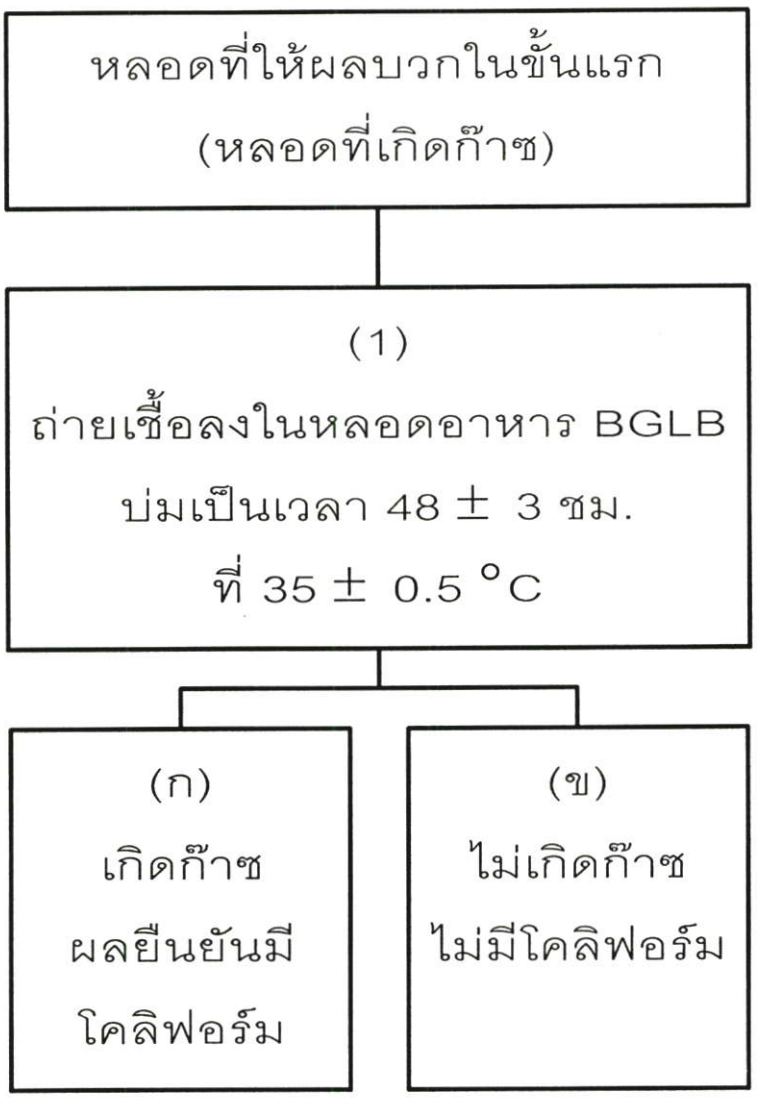
ภาพที่ ข 3 การเจือจางตัวอย่างน้ำ 1:10 และ 1:100

1.2 ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดอาหารเหลว Lauryl tryptose broth (ปริมาตร 10 ml.)



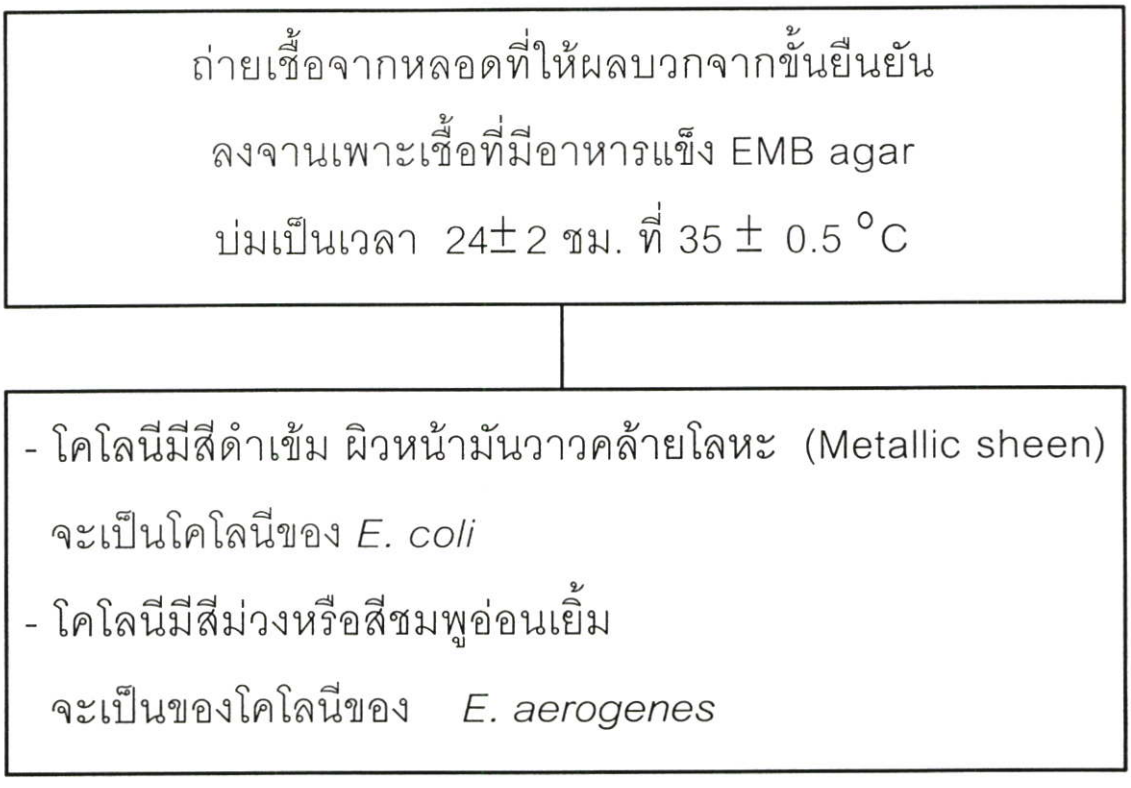
ภาพที่ ข 4 การใส่ตัวอย่างน้ำลงในหลอดอาหารเหลว

2. การตรวจสอบขั้นยืนยัน



ภาพที่ ข 5 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN ขั้นยืนยัน

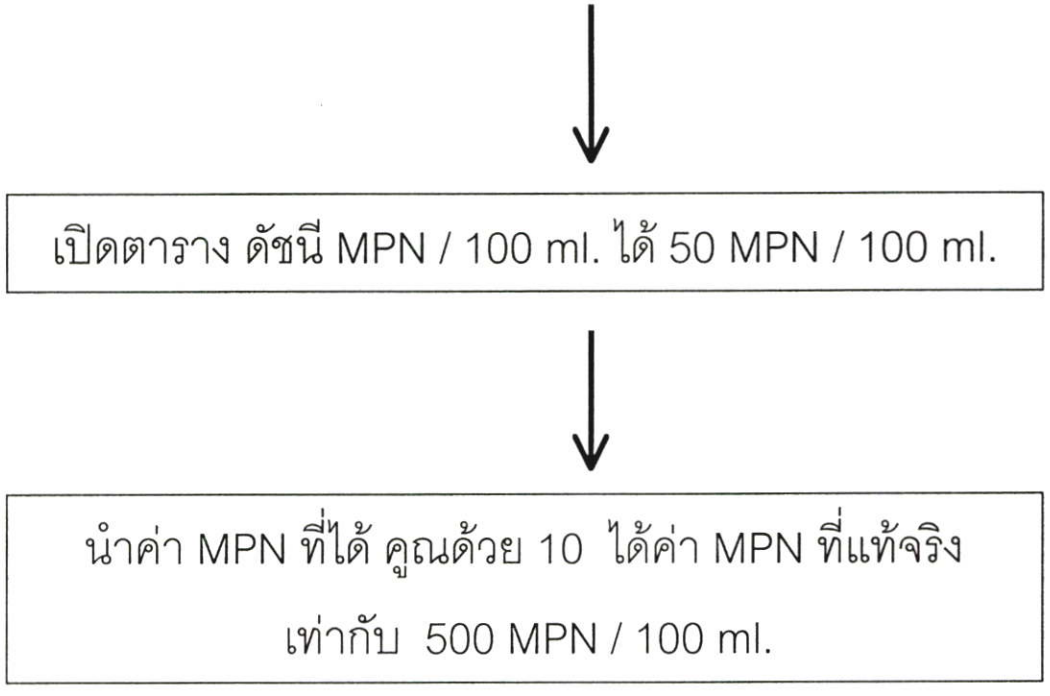
3. การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์



ภาพที่ ข 6 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN ขั้นสมบูรณ์

ตัวอย่างการอ่านค่า MPN

โดยตรง	โดยตรง	เจือจาง 1:10	เจือจาง 1:100
10 ml.	1 ml.	1 ml.	1 ml
5 หลอด	5 หลอด	5 หลอด	5 หลอด
ผลบวก 5 หลอด	ผลบวก 5 หลอด	ผลบวก 2 หลอด	ผลลบ 0 หลอด



ภาพที่ ข 7 วิธีการอ่านค่า MPN

ภาคผนวก ค

การย้อมสีแบคทีเรียแบบแกรม

การย้อมสีแบคทีเรียแบบแกรม

การย้อมสีแบบแกรม (Gram stain) การย้อมสีแบบนี้จะแบ่งแบคทีเรียออกเป็น 2 ชนิด คือ แบคทีเรียที่ติดสีม่วง เรียกว่า แกรมบวก (Gram-positive) และแบคทีเรียที่ติดสีแดงเรียกว่า แกรมลบ (Gram-negative) การย้อมสีแบบนี้เป็นประโยชน์ในการจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรีย แต่ในบางกรณี พวกแบคทีเรียแกรมบวกที่มีอายุมากกว่า 24 ชั่วโมง จะสูญเสียความสามารถในการติดสีม่วงทำให้เซลล์ติดสีแดง ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า Gram- variable

การย้อมสีแบบ Gram stain

1 การหยดสี Crystal violet ลงบนสไลด์ให้ท่วมรอย สเมียร์ของเชื้อผสมระหว่าง *E. coli* และ *S. aureus* ทิ้งไว้นาน 2 นาที

2 ล้างสีออกด้วยน้ำยาแกรมไอโอดีน แล้วหยดน้ำแกรมไอโอดีนให้ท่วมรอยสเมียร์และทิ้งไว้นาน 1 นาที

3 ล้างน้ำยาไอโอดีนออกด้วยน้ำ แล้วล้างอีกครั้งด้วยแอลกอฮอล์ 95 % หรืออะซีโตนแอลกอฮอล์ จนน้ำยาที่ล้างไม่มีสีติดออกมา (ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที ให้ล้างออกด้วยน้ำทันที

4 ย้อมทับ (Counter stian) ด้วยสี Safranin นาน 1 นาที

5 ล้างด้วยน้ำก๊อก แล้วปล่อยให้สไลด์แห้งหรือซับให้แห้งด้วยกระดาษ

6 ตรวจผลด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า วาดรูปเซลล์แบคทีเรีย พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่ติดตัวเซลล์

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 10, 1, และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด

ตารางที่ ง 1 แสดงค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 10, 1, และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด

No of tubes giving Positive reaction out of			MPN Index Per 100 ml	95 % confidence limits		Not of tubes giving Positive reaction out of			MPN Index Per 100 ml	95 % confidence limits	
5 of 10 ml each	5 of 1 ml each	5 of 0.1 ml each		Lower	Upper	5 of 10 ml each	5 of 1 ml each	5 of 0.1 ml each		Lower	Upper
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
1	0	0	2	1.0	11	5	0	0	23	9	86
1	0	1	4	1.0	15	5	0	1	30	10	110
1	1	0	4	1.0	15	5	0	2	40	20	140
1	1	1	6	2.0	18	5	1	0	30	10	120
1	2	0	6	2.0	18	5	1	1	50	20	150
2	0	0	4	1.0	17	5	1	2	60	30	180
2	0	1	7	2.0	20	5	2	0	50	20	170
2	1	0	7	2.0	21	5	2	1	70	30	210
2	1	1	9	3.0	24	5	2	2	90	40	250
2	2	0	9	3.0	25	5	3	0	80	30	250
2	3	0	12	5.0	29	5	3	1	110	40	300
3	0	0	8	3.0	24	5	3	2	140	60	360
3	0	1	11	4.0	29	5	3	3	170	80	410
3	1	0	11	4.0	29	5	4	0	130	50	390
3	1	1	14	6.0	35	5	4	1	170	70	480
3	2	0	14	6.0	35	5	4	2	220	100	580
3	2	1	17	7.0	40	5	4	3	280	120	690
4	0	0	13	5.0	38	5	4	4	350	160	820
4	0	1	17	7.0	45	5	5	0	240	100	940
4	1	0	17	7.0	46	5	5	1	300	100	1300
4	1	1	21	9.0	55	5	5	2	500	200	200
4	1	2	26	12	63	5	5	3	900	300	2900
4	2	0	22	9.0	56	5	5	4	1600	600	5300
						5	5	5	>1600	-	-

ที่มา APHA. *et. al.* (1992 : 881)

ภาคผนวก จ

หนังสือราชการต่างๆ

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 128 /2544

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ

และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นายนพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายนพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. **คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์**

ดร.วิไลพร	วรจิตตานนท์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ผศ.ดร.นวลพรรณ	ณ ระนอง	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. **คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์**

ผศ.ดร.พรรณี	ลีกิจวัฒนะ	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร์.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	กรรมการ
รศ.ดร.ดุษณี	ธนะบริพัฒน์ ณ อยุธยา	กรรมการ
ดร.วิไลพร	วรจิตตานนท์	กรรมการ
ผศ.ดร.นวลพรรณ	ณ ระนอง	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2544

(นายกิติพงค์ มะโน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

รักษาราชการแทนคณบดี

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2544

นายนพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์ รหัสประจำตัว 40064204 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาคุณภาพน้ำประปา ในจังหวัดฉะเชิงเทรา (THE STUDY ON QUALITY OF TAP WATER IN CHACHOENGSAO PROVINCE)" โดยมี ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ เมษายน พ.ศ.2544

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1504/ 5300

คณะครุศาตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 พฤศจิกายน 2543

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผู้จัดการประปาส่วนภูมิภาค ฉะเชิงเทรา

ด้วยนายนพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ กำลังจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา" ซึ่งในขั้นตอนของวิทยานิพนธ์นั้น จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างน้ำประปาในหน่วยงานของท่านมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อประสานงานขอความร่วมมือเป็นการล่วงหน้าเพื่อให้นักศึกษามาทำการวิจัยในหน่วยงานของท่านในโอกาสต่อไป หากท่านไม่ขัดข้องโปรดแจ้งกลับคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ มาณโอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

รองศาสตราจารย์รวีวรรณ ชินะตระกูล
คณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3679
โทรสาร 3269040

ที่ มท 57111-16/ 1469

สำนักงานประปาบางคล้า
18/1 ถนนฤทธิประศาสน์ ต.บางคล้า
อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา

30 พฤศจิกายน 2543

เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำประปา

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อ้างถึง หนังสือ ที่ มท 1504/5300 ลงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2543

ตามหนังสือที่อ้างถึง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ให้นักศึกษาเก็บข้อมูลตัวอย่างน้ำประปาในหน่วยงานสำนักงานสำนักงานประปาบางคล้า เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา" รายละเอียดที่แจ้งแล้ว นั้น

สำนักงานประปาบางคล้า ขอเรียนเพื่อทราบว่า สำนักงานประปามีความยินดีที่ได้รับความไว้วางใจจากสถาบันของท่าน

จึงเรียนมาเพื่อทราบ.

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมยศ ศิลาอ่อน)
ผู้จัดการสำนักงานประปาบางคล้า

สำนักงานประปาบางคล้า
โทร 541153.

ที่ มท 57111-17/251

สำนักงานประปาพนมสารคาม
446 หมู่ 1 ตำบลพนมสารคาม
จังหวัดฉะเชิงเทรา 24120

วันที่ 1 ธันวาคม 2543

เรื่อง ให้นักศึกษาทำวิจัยในสำนักงานประปาพนมสารคาม

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อ้างถึง หนังสือที่ ทม 1504/5300 ลงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2543

ตามหนังสือที่อ้างถึง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ - ทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะให้นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มาทำวิจัยที่สำนักงานประปาพนมสารคาม เรื่องการศึกษาคุณภาพน้ำประปา ในจังหวัดฉะ-เชิงเทรา นั้น

สำนักงานประปาพนมสารคาม ไม่ขัดข้องที่จะให้นักศึกษามาทำวิจัยที่สำนักงานประปาพนมสารคาม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายประเสริฐ บัวคลี่)
ผู้จัดการ สำนักงานประปาพนมสารคาม

ที่ มท 57111-18/2381

สำนักงานประปาบางปะกง
89 ม.2 ต.บางวัว อ.บางปะกง
จ.ฉะเชิงเทรา 24180

1 ธันวาคม 2543

เรื่อง ให้ความอนุเคราะห์กับนักศึกษา

เรียน คณบดี

ตามหนังสือที่ ทม 1504/5300 ลงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2543 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

สำนักงานประปาบางปะกงยินดีให้ความอนุเคราะห์กับนักศึกษา คือ นายนพรัตน์ โรจนวิดิษฐ์ ในการวิจัยเกี่ยวกับตัวอย่างน้ำประปา

ขอแสดงความนับถือ

(นายประพนธ์ ชมกระแสร์สินธุ์)
ผู้จัดการสำนักงานประปาบางปะกง

งานผลิต
โทร 538339
โทรสาร 539014

ที่ มท57111-15/1139

สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา
ถนนจุลละนันทน์ อ.เมือง
จ.ฉะเชิงเทรา

4 ธันวาคม 2543

เรื่อง ตอบรับ การให้ความร่วมมือรวบรวมข้อมูล

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตามที่ทางคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้ส่งนายนพรัตน์ โรจนวิทิษฐ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา มาเพื่อจัดเตรียมข้อมูลหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาคุณภาพน้ำประปาในจังหวัดฉะเชิงเทรา" นั้น สำนักงานประปาฉะเชิงเทรายินดีให้ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลต่างๆตามที่ต้องการ

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิชัย พุ่มเมือง)
ผู้จัดการ
สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา

สำนักงานประปาฉะเชิงเทรา
โทร.038-511133

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายนพรัตน์ โรจนวิศิษฐ์
วัน เดือน ปี เกิด	12 มิถุนายน 2514
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 65/1 หมู่ 5 อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 5 ตำบลบางขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2536 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากสถาบันราชภัฏราชนครินทร์ ฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง