



วทส 79749
1139

การศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนที่ใช้ดื่มของประชาชน

: กรณีศึกษา อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

Qualitative Study of Coliform Bacteria in Rain Water Containers

: A Case Study at Amphur Kosumpisai, Maha Sarakham.



มธุรดา ปองไป

นงลักษณ์ เทียบมัง

อรวรรณ เน็ดมงคล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หอสมุดสถาบันราชภัฏมหาสารคาม
รับเข้า.....
วันรับเข้า..... 3 ธ.ค. 2550
เลขทะเบียน..... ค. 123337
เลขเรียกหนังสือ..... 519.3 ส144ก

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา

2550

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปี พ. ศ 2550

หน้า - - 11 พฤศจิกายน

การศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนที่ใช้ดื่มของประชาชน
: กรณีศึกษา อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
Qualitative Study of Coliform Bacteria in Rain Water Containers
: A Case Study at Amphur Kosumpisai, Maha Sarakham.

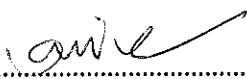


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ. ศ 2550

คณะกรรมการสอบรายงานการวิจัย ได้พิจารณางานวิจัยฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม


คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(อาจารย์วุฒิกกร สายแก้ว)

..... กรรมการ


(อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์)

..... กรรมการ

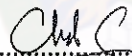
(อาจารย์ ดร.สมสงวน จันทร์จร)

..... กรรมการ

(อาจารย์บุญกุล กุศลแสง)

..... กรรมการ

(อาจารย์รติกร แสงห้าว)


..... กรรมการ

(อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา)

..... กรรมการ

(อาจารย์สุภัทรา จินากุล)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุมัติให้การวิจัยฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....

(อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....

(อาจารย์สมาน ศรีสะอาด)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง	การศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่ม ของประชาชน: กรณีศึกษาอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัด มหาสารคาม
ผู้วิจัย	มธุรดา ป่องไป อนงลักษณ์ เทียบมั่ง อรวรรณ เจริญมงคล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วุฒิศร สายแก้ว อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์ อาจารย์ ดร. สมสงวน จันทจร อาจารย์นุกูล กุดแถลง อาจารย์รัตติกร แสงห้าว อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา อาจารย์สุภัทรา จินากุล
สาขาวิชาคณะ มหาวิทยาลัย ปีที่พิมพ์	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม / คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2550

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่ม
ของประชาชนที่อาศัยในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำ
ด้านจุลชีววิทยา โดยวิธี Multiple-tube Fermentation Technique ซึ่งทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง
น้ำฝนจากการสุ่มแบบเจาะจง โดยเทียบกับสถิติผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของ
โรงพยาบาลโกสุมพิสัย คือ ตำบลเขวาไร่ จากนั้นทำการสุ่มแบบ Cluster ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่าง
คือ หมู่บ้านวังกุ้ง แล้วเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากภาชนะกักเก็บของประชาชนที่ใช้ดื่มตลอดทั้งปี
จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บคิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนครัวเรือนหมู่บ้านวังกุ้ง ซึ่งมีจำนวน
ตัวอย่างน้ำฝนรวมทั้งสิ้น 32 ตัวอย่าง โดยเก็บในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ถึงเดือน มกราคม
2550

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียพบว่าอยู่ในช่วง $<2 - 2.66$ MPN/100ml

เมื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มของประกาศกระทรวง
สาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) ที่กำหนดให้คุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาต้องมีปริมาณ
โคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2.2 MPN/100ml ซึ่งผลการศึกษาพบว่าฝนใช้ดื่มของประชาชน
บ้านวังกงผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 31 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 96.87) และไม่ผ่านเกณฑ์
มาตรฐาน 1 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 3.12)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title	Qualitative Study of Coliform Bacteria in Rain Water Containers : A Case Study at Amphur Kosumpisai, Maha Sarakham.
Authors	Miss. Mathurada pongpai Miss. Anongluk theibmung Miss. Orawan chirdmongcon
Advisors	Mr. Wuttikorn Saikaew Mrs. Metta Kengchuwong Dr. Somsanguan Chantachon Mr. Nukool Kudthalang Miss. Ratikorn Ssnghaw Mr. Cherdchai Sombatyotha Miss. Supattra Chinakool
Department/Faculty	Environmental Science / Science and Technology
University	Rajabhat Maha Sarakham University
Year	2007

ABSTRACT

The objective of this research was to find out coliform bacteria occurrence in drinking water obtained from rain water container in Amphur Kosumpisai, Maha Sarakham. The microbiological examination of water samples was analyzed by multiple tube fermentation technique. These samples were acquired from specific random sampling selected from the highest amount with ingestion disease of community, sourced by Kosumpisai Hospital. Then, cluster random sampling was used as sample selection so that the target water samples were selected, that was Ban Wangkung. The number of water samples, 32 drinking water, took from 50 % of total household number in Ban Wangkung and collected for testing between December 2006 to January 2007.

The results of microbiological analysis found that coliform bacteria was in range of < 2-2.66 MPN/100 ml. Also, coliform bacteria found in 1 of 32 (3.12 %) did not conform

drinking water quality standard of Ministry of Public Health Notification No.61 (1981), the microbiological of drinking water quality should be less than 2.2 MPN/100 ml. Therefore, the less sample of 31 drinking water (96.87%) keep in standard by this notification.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนที่ใช้ดื่มของประชาชน : กรณีศึกษาอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ได้ดำเนินการวิจัยสำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดีจาก อาจารย์วุฒิกร สายแก้ว อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์ อาจารย์ ดร. สมสงวน จันทจร อาจารย์อนุกุล กุดแถลง อาจารย์รัตติกร แสงห้าว อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธาและอาจารย์สุภัทรา จิรากุล คณะผู้ทำการวิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนตลอดจนเพื่อนๆและน้องๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกคนที่ให้อำนาจใจและมีส่วนผลักดันให้ทำการวิจัยสำเร็จในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ โรงพยาบาลโกสุมพิสัย องค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม ศาลากลางจังหวัดมหาสารคาม และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่อนุเคราะห์ สารเคมี รวมไปถึงสถานที่สำหรับใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ทำให้งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งเปรียบเสมือนชีวิตและจิตใจของผู้ศึกษาที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ให้ความรัก ความอบอุ่น กำลังใจตลอดมา และให้การส่งเสริมสนับสนุน กำลังทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน รวมทั้งญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งในการวิจัยครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์ของรายงานการวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูชาพาราจารย์ที่มีส่วนสำคัญยิ่งในการอบรมสั่งสอนให้แก่คณะผู้วิจัยสำเร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย.....	3
1.7 สถานที่ทำการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 น้ำฝน.....	5
2.2 น้ำดื่ม.....	8
2.3 แบคทีเรียในน้ำ.....	9
2.4 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย.....	10
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การสำรวจและกำหนดพื้นที่ศึกษา.....	15
3.1.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา.....	15
3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง.....	15
3.1.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ.....	15
3.2 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง.....	17
3.3 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย.....	17
3.3.1 การทดสอบขั้นแรก.....	17
3.3.2 การทดสอบขั้นยืนยัน.....	18
3.3.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์.....	19
3.3.4 การข้อมสีแกรม.....	19
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	20
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา.....	21
4.2 ผลการศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์ม.....	24
4.3 ผลการข้อมสีแกรม.....	27
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	28
5.2 อภิปรายผล.....	28
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	29
บรรณานุกรม.....	31

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก.....	33
ภาคผนวก ก การเลือกสุ่มตัวอย่าง.....	33
ภาคผนวก ข วิธีการตรวจวัดและการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย.....	38
ภาคผนวก ค มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค.....	42
ภาคผนวก ง ดัชนีเอ็มพีเอ็นและขีดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95.....	45
ภาคผนวก จ ข้อมูลการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มในขณะ กักเก็บของประชาชนในหมู่บ้านวังกุ้ง ตำบลเขวาไร่ อำเภอ โโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม.....	49
ภาคผนวก ฉ จำนวนผู้ป่วยระบบทางเดินอาหารที่เข้ารับการรักษาพยาบาลจาก โรงพยาบาลโกสุมพิสัยจังหวัดมหาสารคามเป็นรายเดือน พ. ศ 2548.....	51
ภาคผนวก ช ภาพเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธี Multiple-tube Fermentation Technique.....	56
ประวัติผู้วิจัย.....	61

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 จำนวนสถิติผู้ป่วยระบบทางเดินอาหารที่เข้ารับการรักษาพยาบาลจาก โรงพยาบาลโกสุมพิสัยจังหวัดมหาสารคาม	16
4.1 ปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำฝนในภาชนะกักเก็บในหมู่บ้านวังกุ้ง ตำบลเขวาไร่ อำเภอกอสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม.....	25



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 ลักษณะของสายยางที่ต่อกับรางน้ำมายังภาชนะกักเก็บ.....	22
4.2 ลักษณะภาชนะกักเก็บน้ำฝนที่เป็นโอ่ง.....	22
4.3 ลักษณะภาชนะกักเก็บน้ำฝนที่เป็นถังซีเมนต์.....	23
4.4 ลักษณะของสายยางที่ใช้ในการนำน้ำฝนมาใช้บริโภค.....	23
ผ ช-1 การเก็บน้ำตัวอย่าง.....	57
ผ ช-2 เปิดรังสี UV ฆ่าเชื้อโรค.....	57
ผ ช-3 การถ่ายเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ.....	58
ผ ช-4 ลักษณะการฆ่าเชื้อที่ห้วงถ่ายเชื้อ.....	58
ผ ช-5 ลักษณะการถ่ายเชื้อ.....	59
ผ ช-6 ลักษณะของจานเพาะเชื้อที่เกิดเชื้อ E.Coli.....	59
ผ ช-7 ลักษณะของจานเพาะเชื้อกลุ่มน้ันฟัดส์ โคลิฟอร์ม.....	60
ผ ช-8 ลักษณะการข้อมสีแกรม.....	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์หรือพืช มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่อขาดอาหารแต่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่อขาดน้ำ นอกจากนี้มนุษย์ต้องใช้น้ำในชีวิตประจำวัน เช่น การอุปโภค บริโภค ทั้งยังใช้น้ำเพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การผลิตกระแสไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าน้ำมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ในส่วนของน้ำบริโภคที่มนุษย์ใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันนั้นจำเป็นต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากสิ่งเจือปนที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย หากปนเปื้อนด้วยสารเคมีหรือ แบคทีเรียในปริมาณที่เกินมาตรฐานย่อมแสดงถึงความไม่ถูกสุขลักษณะของน้ำ โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Waterborne Disease) นับเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้สุขภาพอนามัยของมนุษย์เสื่อมโทรมเป็นผู้ไร้สมรรถภาพได้ เนื่องจากการปนเปื้อนมลสารในน้ำเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะแบคทีเรีย ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดทางจุลชีววิทยานิดหนึ่งที่มีมักเป็นสาเหตุการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร เช่น อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ ไวรัสตับอักเสบบ โดยบางรายอาจรุนแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ ดังนั้น น้ำที่จะนำมาบริโภคควรได้รับการตรวจสอบคุณภาพ ความสะอาดปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ การตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำเป็นแนวทางหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยใช้แบคทีเรียเป็นตัวดัชนีชี้วัดทางจุลชีววิทยาที่สำคัญคือ กลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ได้แก่ *Fecal bacteria* เช่น *Escherichia coli* (*E.coli*) แบคทีเรียในวงศ์ *Enterobacteriaceae* และ *Enterococci* โดยปกติแบคทีเรียกลุ่มนี้มักไม่ก่อให้เกิดโรคแต่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีสามารถวิเคราะห์ได้ง่ายรวดเร็วไม่สิ้นเปลืองและนิยมใช้เป็นดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพ (ผกาวดี นารอง, 2540)

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในเขตชนบทการบริโภคน้ำของประชาชนมักได้จากน้ำฝนที่รองรับจากหลังคาบ้านซึ่งส่วนใหญ่เก็บในภาชนะกักเก็บประเภท โอ่งและถังซีเมนต์ สำหรับวิธีการบริโภคนั้นมักจะนำมาบริโภคโดยตรงไม่ผ่านการต้มหรือกระบวนการฆ่าเชื้อโรคก่อน ซึ่งหากน้ำฝนที่นำมาบริโภคมีการปนเปื้อนจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคแล้วอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยทั้งในระยะสั้นหรือระยะยาวได้ขึ้นอยู่กับปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคน้อยแตกต่างกัน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่

จะศึกษาถึงปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้พื้นที่ หมู่บ้านในเขตอำเภอ โโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคามเป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนที่อาศัยในเขตอำเภอ โโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การสุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ใช้การสุ่มแบบเจาะจงและการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster)

การสุ่มแบบเจาะจงเป็นการสุ่มเพื่อพิจารณาหาพื้นที่ศึกษาซึ่งได้พิจารณาจากตำบลที่มีประชาชนเข้ารับการรักษาพยาบาลในโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารสูงสุดของเขตอำเภอ โโกสุมพิสัย ซึ่งจากข้อมูล โรงพยาบาล โโกสุมพิสัย พ.ศ. 2548 พบว่าตำบลเขวาไร่ เป็นตำบลที่มีผู้ป่วยเกี่ยวกับ โรคระบบทางเดินอาหารสูงสุด โดยมีหมู่บ้านในเขตปกครองของตำบลเขวาไร่ จำนวน 20 หมู่บ้าน

การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster) เป็นการสุ่มเพื่อหากกลุ่มตัวอย่างภายหลังจากได้ตำบลเขวาไร่เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งประชากรอาศัยอยู่ตามพื้นที่โดยแบ่งเป็นเขต ๆ หรือห้องที่แต่ละเขตที่จัดแบ่งตามกำหนดให้ประชากรที่อาศัยอยู่นั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ในทุกๆ เขตรวมถึงลักษณะความคล้ายคลึงกันใน การกักเก็บน้ำฝนสำหรับใช้ดื่มในครัวเรือนของทั้ง 20 หมู่บ้าน ไม่แตกต่างกันดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกตัวแทน โดยได้กลุ่มตัวอย่าง คือ หมู่บ้านวังกุง ซึ่งหมู่บ้านนี้มีครัวเรือนรวมจำนวน 63 ครัวเรือน

2. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด ดังนั้น ตัวอย่างน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษามีจำนวน 32 ตัวอย่างแล้วทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3. การศึกษาโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากภาชนะที่เป็นโถหรือถังซีเมนต์ของครัวเรือนในหมู่บ้านวังกุง ตำบลเขวาไร่ อำเภอ โโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

น้ำฝนใช้ดื่ม (Rain water) หมายถึง น้ำธรรมชาติที่เกิดจากการควบแน่นของละอองไอน้ำ แล้วตกลงมาเป็นน้ำฝน โดยผ่านหลังคาแล้วนำมาเก็บกักในภาชนะประเภท โอ่งหรือถังซีเมนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบริโภค

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนที่อาศัยในเขต อำเภอ โกลสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในด้านคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาของสำนักงานสาธารณสุข อำเภอ โกลสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคามและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการประชาสัมพันธ์ให้กับประชาชนได้รับทราบถึงอันตรายจากการปนเปื้อนเชื้อโรคและเพื่อประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนได้ทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนให้ถูกสุขอนามัยก่อนนำมาใช้
4. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปประกอบการพิจารณาปัญหาโรกระบบทางเดินอาหารที่เกิดในเขตอำเภอ โกลสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาศึกษาวิจัย เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 – มีนาคม พ.ศ. 2550

1.7 สถานที่ทำการวิจัย

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากหมู่บ้านวังกุ้ง ตำบลเขวาไร่ อำเภอ โกลสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคามแล้วนำมาวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

2.1 น้ำฝน

2.1.1 ความหมายของน้ำฝน

2.1.2 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำ

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลทำให้น้ำฝนไม่สะอาด

2.2 น้ำดื่ม

2.2.1 ความหมายของน้ำดื่ม

2.2.2 มาตรฐานน้ำดื่ม

2.3 แบคทีเรียในน้ำ

2.4 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.4.1 ลักษณะของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.4.2 ชนิดและคุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.4.3 ความสำคัญของการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำฝน

2.1.1 ความหมายของน้ำฝน

น้ำฝน (Rain Water) หมายถึง น้ำทั้งหมดที่ได้จากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของก้อนเมฆ โดยตรงคุณสมบัติของน้ำฝนจึงเป็นน้ำบริสุทธิ์อย่างแท้จริงอาจดูดซับแก๊สต่างๆ จากบรรยากาศ นอกจากนี้ น้ำฝนตกผ่านบรรยากาศที่สกปรกก็อาจทำให้น้ำฝนนั้นมีความสกปรกได้ ความสกปรกต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำฝนอาจจะมีปริมาณความสกปรกไม่มากเกินกว่ามาตรฐานน้ำดื่มน้ำใช้และถ้าเก็บกักน้ำฝนดังกล่าวไว้ในภาชนะที่สะอาด ก็อาจจะนำน้ำฝนมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพ (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2539)

น้ำฝน (Rain Water) จัดเป็นแหล่งน้ำที่ค่อนข้างสะอาดที่สุดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ มีความกระด้างน้อย แต่เนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมาได้ผ่านสิ่งสกปรก เช่น ก๊าซ ฟุ้งละออง ตลอดจนแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในอากาศ เมื่อน้ำฝนตกลงมาผ่านหลังคาบ้านซึ่งมีความสกปรกจะทำให้น้ำฝนนั้น มีสภาพเปลี่ยนไป คือ ความสกปรกเพิ่มมากขึ้นยิ่งน้ำฝนที่ตกลงมาครั้งแรกในฤดูฝนจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ดื่มหลังจากฝนตกลงมาหลายๆ ครั้งแล้วจึงค่อยรองรับน้ำฝนใช้ดื่ม แต่จะต้องคำนึงถึงภาชนะที่ไม่ละลายในน้ำฝนด้วย (พัฒน์ สุจันงค์, 2539)

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า น้ำฝนหมายถึง น้ำที่ได้จากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของก้อนเมฆที่ค่อนข้างสะอาดที่สุดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ น้ำฝนอาจจะมีปริมาณความสกปรกไม่มากเกินกว่ามาตรฐานน้ำดื่มสามารถนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้

2.1.2 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำ

น้ำที่นำมาบริโภคนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณภาพตามลักษณะคุณสมบัติ 3 ประเภท (โกมล ศิวะบวรและคณะ, 2523) คือ

1. **คุณสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties)** คุณสมบัติของน้ำทางฟิสิกส์ หมายถึง ลักษณะของน้ำที่ปรากฏให้รู้รส และให้ดมกลิ่นได้ ซึ่งได้แก่ ลักษณะที่เป็นสี ความขุ่น อุณหภูมิ รสและกลิ่น

สี ของน้ำเกิดจากสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำถ้าเป็นสีแท้ (True Color) เกิดจากสารที่ละลายในน้ำได้อย่างเดียว อีกชนิดหนึ่ง คือ สีปรากฏ (Apparent Color) จะเกิดจากสารเคมีที่ละลายในน้ำได้อย่างเดียว และสารแขวนลอย

ความขุ่น ของน้ำเกิดจากน้ำที่มีสารแขวนลอย เช่น ดินเหนียว แพลงก์ตอน (Plankton) พวุกจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งความขุ่นของน้ำจะมากน้อยต่างกันขึ้นกับพื้นที่ของแหล่งน้ำ

ที่เป็นดิน ทราบ กรวด โคลน ความเร็วของการไหลของน้ำชายฝั่งของแหล่งน้ำ การใช้พื้นดิน บริเวณที่น้ำไหลผ่านการเปื้อนของพืชผักต่างๆ ที่อยู่ในน้ำและอุณหภูมิในน้ำ

รส ของน้ำ เช่น เปรี้ยว เค็ม ขม และหวาน จะขึ้นอยู่กับสารที่เป็นกรดหรือด่างปนอยู่ เหลือที่ละลายในน้ำ สารประกอบของเหล็ก หรือสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดที่มีมากเกินไป

กลิ่น ของน้ำเกิดจากพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำซึ่งย่อยอินทรีย์สารทำให้เกิด การเน่าเปื้อน ถ้า น้ำที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่เพียงพอจะทำให้เกิดกลิ่นได้ ส่วนน้ำที่มี สารร้ายสีเขียวหรือแก๊สที่ก่อให้เกิดกลิ่น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ น้ำที่มาจากอุตสาหกรรมก็ทำให้ เกิดกลิ่นได้เช่นเดียวกัน

2. คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) คุณสมบัติทางน้ำที่ละลายเอาแร่ธาตุไว้ ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีจะพิจารณาในเรื่องความกระด้างของน้ำ สารมลพิษและสารที่ส่งผล กระทบต่อความนำดื่มกิน ความกระด้างของน้ำ (Hardness) มีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ ความ กระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร ความกระด้างชั่วคราวมักเกิดจากการที่น้ำมีสาร คาร์บอเนตและ ไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม ส่วนความกระด้างถาวรเกิดจาก พวกซิลเฟตและคลอไรด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่อยู่ในน้ำ

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH Value of Water) ได้แก่ น้ำที่มีลักษณะเป็นกรด (Acid Water) เป็นด่าง (Alkaline Water) และเป็นกลาง (Neutral Water) น้ำที่มีลักษณะเป็นกรด จะมี Hydrogen Ion Concentration สูงมีค่า pH (ความเป็นกรดเป็นด่าง) ตั้งแต่ 6-10 ซึ่งจะได้แก่ น้ำฝนที่ฝนตกลงมายังบริเวณป่าหรือทุ่งหญ้า แต่จะเป็นกรดอ่อนๆ เพราะตามป่าและทุ่งหญ้าจะมีพวกกรดอินทรีย์อยู่มาก ความเป็นกรดของน้ำอาจมาจากน้ำที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำ สามารถละลายตะกั่วหรือคอนกรีตได้ และอาจมีสีและขุ่นได้ ส่วนน้ำที่มีลักษณะเป็นด่างจะมี พวกไฮโดรเจนไอออน (Hydrogen Ion) อยู่สูง คือ มีค่า pH อยู่ระหว่าง 8.5-14 ซึ่งจะมีน้ำนี้จะมี เหลือของโซเดียมคาร์บอเนตหรือคาร์บอนไดออกไซด์อิสระละลายปนอยู่ มักทำให้เหล็กเป็น สนิม หรือหม้อน้ำฟุ่กร่อนได้ สำหรับน้ำที่มีลักษณะเป็นกลาง จะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6-8 ซึ่ง ได้แก่ น้ำที่ดื่มทั่วไป (Potable Water) ตามปกติในธรรมชาติมีค่าตั้งแต่ 5.5-9.0

สารมลพิษ (Toxic Substances) ในน้ำได้แก่ ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม โครเมียม ไฮยาไนต์ แบเรียม ฟลูออไรด์ ไนเตรต ซิลิเนียม เป็นต้น สารเคมีที่ละลายอยู่ในน้ำเหล่านี้จะทำให้ คนและสัตว์ที่บริโภคน้ำนี้ได้รับอันตรายร้ายแรงถึงแก่ชีวิตได้

สารที่มีผลกระทบต่อความนำดื่มกิน (Substances Affecting Potability) ได้แก่ ตะกั่ว เหล็ก แคลเซียม คลอไรด์ สังกะสี แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง อะลูมิเนียม สารประกอบ

ของฟีนอล และอัลคิล เบนซีน ซัลโฟเนต (Phenolic Compounds, Alkyl Benzene Sulphonate) น้ำที่ไม่ควรใช้ เช่น น้ำที่มีตะกั่วเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำมีฟลูออไรด์เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีเหล็กปนอยู่มีสีน้ำตาลทำให้เสื้อผ้าสกปรก มีคราบติดกับเครื่องสุขภัณฑ์ ส่วนน้ำที่มีไนเตรตมากกว่าปกติจะทำให้เกิดโรคตัวเขียวคล้ำในทารกได้

3. คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา (Microbiological Property) คุณสมบัติของน้ำทางจุลชีววิทยา ได้แก่ คุณสมบัติของน้ำที่มีจุลินทรีย์ปะปนอยู่ ทั้งนี้จุลินทรีย์ในน้ำจะมากหรือน้อยจะขึ้นกับแหล่งของน้ำ (น้ำผิวดินจะมีจุลินทรีย์มากกว่าน้ำใต้ดิน) ปริมาณอาหาร อุณหภูมิ แสงสว่าง ความดันของบรรยากาศ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมีทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค โดยปกติแล้วน้ำมักได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลหรือสิ่งขับถ่ายหรือน้ำเสีย ซึ่งมักมีจุลินทรีย์ทั้งที่ทำให้เกิดโรคและไม่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อน จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว เชื้อไวรัส เชื้อรา ฯลฯ หากมีปะปนอยู่ในน้ำจะทำให้น้ำสกปรกเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งจะก่อให้เกิดโรค อหิวาตกโรค บิด ไทฟอยด์ โรคตับอักเสบ

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลทำให้น้ำฝนไม่สะอาด

1. พื้นที่รองรับ (Catchment Area) พื้นที่รองรับน้ำฝนในแหล่งที่มีคนอยู่ไม่หนาแน่นเช่น เขตชนบทน้ำฝนที่ได้ย่อมมีความสะอาดมากกว่าน้ำฝนที่รองรับจากในเมือง เขตอุตสาหกรรม หรือย่านที่มีคนอาศัยอยู่แน่น การจราจรคับคั่ง ทั้งนี้เพราะเขตอุตสาหกรรมมีปริมาณของสารเคมีและฝุ่นละอองต่างๆจากโรงงานในบรรยากาศมากหรือแม้ในย่านชุมชนหนาแน่น การจราจรคับคั่งก็จะมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์และก๊าซอื่นๆสูงกว่าในชนบท

2. หลังคา (Roofs) โดยที่หลังคาที่ปกออาศัยอาจทำด้วยวัสดุต่างๆกัน เช่น สังกะสี กระเบื้องซีเมนต์ หรือใบพืชบางชนิด เช่น กิ่งไม้ เศษใบไม้ที่เน่าสะสมกันมากมายบนหลังคา ฯลฯ ก็จะก่อให้เกิดความสกปรก เนื่องจากเกิดการสะสมกันมาเป็นเวลานานและจากการทำลายที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ หลังคาที่ทำด้วยใบพืชจะทำให้น้ำฝนมีสีเหลืองอันเกิดจากอินทรีย์วัตถุ (Organic matters) นอกจากนั้นแล้วหลังคายังอาจเพิ่มปริมาณความสกปรกได้เนื่องจากความสกปรกอื่นๆ ที่ตกค้างอยู่ เช่น ขี้นก ขี้หนู แม้แต่เศษอาหารและเศษกิ่งไม้แห้งต่างๆ ที่นกหนู นำไปตกค้างอยู่ก็จะทำให้เพิ่มความสกปรกของน้ำฝนได้อีกมากด้วย

3. ภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝน (Storage Utensils or tanks) เนื่องจากน้ำฝนเป็นน้ำอ่อน คือมีความกระด้างอยู่น้อยมากหรือไม่มีเลยจึงสามารถเป็นตัวทำละลาย (Solvent) ที่ดีพอสมควร สามารถที่จะละลายสารต่างๆ ทั้งที่เป็นโลหะ และอโลหะ ดังนั้นในการเก็บน้ำฝนไว้ในภาชนะชนิดต่างๆ จึงต้องควรระมัดระวังการทำละลายของน้ำฝนไว้ด้วย เป็นต้นว่าภาชนะที่ใช้กันทำด้วย เหล็ก ทองเหลือง ตะกั่วหรือโองซีเมนต์ ถ้าไม่มีการระวังป้องกันการทำละลายของน้ำฝนได้จะทำให้มีปริมาณของสารนั้นๆ เจือปนอยู่ทำให้เสียคุณภาพไปไม่มากนัก

2.2 น้ำดื่ม

2.2.1 ความหมายของน้ำดื่ม

น้ำดื่ม (Drinking Water) หมายถึง น้ำที่มีความสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนหรือสารพิษต่างๆ โดยมีคุณภาพด้านต่างๆ ได้มาตรฐานน้ำดื่ม (พิชิต สกุตพรหมณ์, 2535)

น้ำดื่ม (Drinking Water) หมายถึง น้ำที่ใช้สำหรับดื่มจะต้องได้มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดไว้ คือ จะต้องไม่มีหรือโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกินระดับที่กำหนดไว้ อาจต้องหมั่นนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำในบางครั้งเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ (สุมาลี เหลืองสุกุล, 2541)

น้ำดื่ม (Drinking Water) หมายถึง น้ำที่มีความสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนหรือสารพิษต่างๆ จะต้องได้มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดไว้ คือ จะต้องไม่มีหรือโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกินระดับที่กำหนดไว้ คือ น้อยกว่า 2.2 MPN/100 ml หรือเป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคเรียบร้อยแล้ว) น้ำที่จะนำมาใช้ดื่มเป็นประจำที่บ้านต้องเป็นน้ำที่สะอาด หากเป็นน้ำประปาถ้าไม่แน่ใจควรต้มในภาชนะที่สะอาดก่อนบรรจุขวดหรือภาชนะอื่นๆ และหากเป็นน้ำฝนที่รองไว้ในตุ่มต้องแน่ใจว่าหลังคาบ้านสะอาดจริง สังกะสีไม่เป็นสนิม ไม่มีฝุ่นละอองเกาะและเก็บไว้ในตุ่มที่สะอาดมีฝาปิดมิดชิด (ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารกิจการและการบำรุงรักษาระบบประปาชนบท, 2535)

2.2.2 มาตรฐานน้ำดื่ม

ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค (Drinking Water Standards) สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ต้องไม่ให้มีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกหรือถ้าจะให้มีการปนเปื้อนที่น้อยที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยพิจารณาทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยอาจพิจารณารวมถึงคุณสมบัติของน้ำที่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนหรือเกิดตะกอนด้วย สำหรับมาตรฐานที่เกี่ยวกับน้ำดื่มของประเทศไทยที่มีการกำหนดใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นมี 3 ประเภท คือ

1. มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522
2. มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 332 (พ.ศ. 2521) แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511
3. มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการบริโภคตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 4 พ.ศ. 2511 แห่งพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 (พัฒนา มูลพฤกษ์, พ.ศ. 2541)

2.3 แบคทีเรียในน้ำ

น้ำจัดว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับมนุษย์อย่างยิ่ง โดยเฉพาะนำไปใช้ดื่มในปัจจุบันปัญหาที่สำคัญ และพบมากที่สุดคือน้ำดื่ม คือ ปัญหาเกี่ยวกับน้ำไม่สะอาดมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่อาจทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น ไช้รากสาด (typhoid fever) โรคบิด (Bacillary dysentery) และโรคท้องร่วง โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรคทำให้แบคทีเรียแพร่กระจายไปได้รวดเร็วเมื่อมีอากาศร้อน ดังนั้นในฤดูร้อนมักพบการแพร่ระบาดของเชื้อโรคในน้ำบริโภคมาก (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525)

การแบ่งประเภทของแบคทีเรียตามการเกิดโรคสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

1. **Pathogenic Bacteria** จัดว่าเป็นกลุ่มที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร เช่น โรคอหิวาตกโรค โรคบิด โรคท้องร่วง เป็นต้น แบคทีเรียกลุ่มนี้ไม่สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงมากๆ ได้ คือเมื่อออกจากร่างกายมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่นจะตายง่ายการวิเคราะห์ค่อนข้างลำบากต้องใช้เทคนิคสูงจึงไม่นิยมนำมาเป็นมาตรการตรวจคุณภาพน้ำ เว้นเสียแต่ต้องทราบแน่ชัดว่าเป็นโรคอะไรแน่จึงทำการวิเคราะห์ตรวจหาเชื้อโรคชนิดนั้น ๆ

2. **Non-pathogenic Bacteria** แบคทีเรียกลุ่มนี้จะอาศัยในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์และสัตว์จึงสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมได้ดีและพบในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์เสมอหาก

ตรวจสอบพบก็แสดงว่าน้ำดังกล่าวมีการปนเปื้อนอุจจาระ ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้มักนิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสกปรกของน้ำ ชนิดของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ ได้แก่ กลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เช่น *Escherichia coli* (*E.coli*) เป็นต้น

2.4 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.4.1 ลักษณะของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2549)

โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นกลุ่มของพวก Aerobic และ Facultative Anaerobic Bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดแกรมลบไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างเป็นแท่งและสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง และให้ผลเป็นกรดและแก๊ส แบคทีเรียกลุ่มนี้พบทั่วไปใน ดิน น้ำ อากาศ โดยเฉพาะในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น โคลิฟอร์มแบคทีเรียเหล่านี้ ได้แก่ กลุ่มของแบคทีเรีย เช่น *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* และ *Serratia*

2.4.2 ชนิดและคุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ชนิดของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540)

โคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดตามแหล่งที่มา ได้แก่ ฟีคัล โคลิฟอร์มและนอนฟีคัลโคลิฟอร์ม

1. ฟีคัล โคลิฟอร์ม (Fecal Coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นถูกขับออกมาที่อุจจาระ ทุกครั้งที่เกิดการระบาดของระบบทางเดินอาหาร ชนิดของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบได้แก่ *Escherichia Coli* หรือเรียกว่า *E.coli*

2. นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-Fecal Coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชอันตรายน้อยกว่าพวกกลุ่มแรกแต่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพทางจุลชีววิทยา (Microbiology Indicator) ในการบอกถึงความสะอาดของน้ำได้ ชนิดของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบในกลุ่มนี้ได้แก่ *Aerogenes*

คุณสมบัติของโคลิฟอร์ม (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2525)

1. รูปร่างเป็นท่อนสั้นๆ ไม่มีสปอร์ (Non-spore forming)
2. สามารถย่อยพวกแลคโตส (Lactose) ให้เกิดกรดและแก๊สเมื่อเอาไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือ 48 ชั่วโมง
3. สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศ (Aerobic) และไม่มีอากาศ (Anaerobic) ซึ่งโคลิฟอร์มกลุ่มนี้จัดให้เป็นประเภท แฟคคัลเตดตีฟ (Facultative)
4. สามารถทำให้เกิดแก๊สจากอาหาร (Liquid Media) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมงหรือเร็วกว่านั้น
5. สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารแข็ง (Solid Media) อีเอ็มบี (Eosine Methelene Blue , EMB) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 ชั่วโมง
6. หากนำมาข้อมสีแกรมด้วย Crystal violet และ Safranin O พบว่าไม่ติดสีม่วงของ Crystal Violet แต่ติดสีแดงของ Safranin O โคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถจัดอยู่ได้ทั้งในกลุ่ม Aerobic และ Facultative Anaerobic

2.4.3 ความสำคัญของการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (โกมล ศิวะบรรและคณะ, 2523)

โดยทั่วไปการตรวจสอบคุณภาพน้ำอุปโภคบริโภคนั้นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันมากคือ การตรวจหาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ โดยที่กลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเป็นกลุ่มที่นิยมใช้เป็นดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งนี้เนื่องจาก

1. โคลิฟอร์มแบคทีเรียปกติมีอยู่ในอุจจาระของคนและสัตว์ถึงร้อยละ 95 และอยู่ในดินเพียงร้อยละ 5 ดังนั้น หากมีอุจจาระปนอยู่จึงมีโอกาสตรวจพบ โคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างแน่นอน
2. ในสภาวะที่เหมือนกันแหล่งน้ำชนิดเดียวกัน อุณหภูมิเท่ากัน โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความทนทานได้ดีกว่า Enteric Pathogens Bacteria ตัวอื่น ๆ
3. การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความสกปรกมากน้อยเพียงใดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้หรือไม่ กล่าวคือถ้าตรวจพบ โคลิฟอร์มแบคทีเรียมากก็แสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรกมาก
4. เมื่อตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำก็ลงความเห็นว่าน้ำนั้นมียูจจาระของคนหรือสัตว์ปะปนอยู่ด้วยและคาดการณ์ได้ว่าอาจมีเชื้อโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารปะปนอยู่ด้วย

ทั้งนี้เพราะโรคที่อาศัยน้ำเป็นสื่อมีส่วนใหญ่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร โดยธรรมชาติและมักจะปะปนมาพร้อมกับอุจจาระเสมอ

5. เนื่องจากลักษณะบางประการของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีความสกปรกในด้านการทำให้อาหารเสีย การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงสามารถใช้เป็นเครื่องชี้วัดระดับความสกปรกหรือ เป็นดัชนีที่บอกให้รู้ว่ำน้ำนั้นไม่ปลอดภัยที่จะนำมาใช้ดื่มเพราะอาจมีเชื้อโรคต่างๆ ที่น้ำเป็นพาหะ (Waterborne Disease) เจือปนอยู่ได้ เช่น อหิวาตกโรค โรคบิดและใช้รากลศาสตร์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุรีภรณ์ บุญวงศ์วิโรจน์ และสมชาย สิทธิโอภาส (2537) ได้ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่ม น้ำใช้จังหวัดนครราชสีมาที่ส่งวิเคราะห์ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ นครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม 2535 ถึงเดือนกันยายน 2536 จำนวน 1,167 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างน้ำทั้งหมดมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาไม่ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (2524) 787 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 67.4 โดยมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเกินมาตรฐานร้อยละ 66.8 พบ *E.coli* ร้อยละ 17.1 พบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ *Salmonella typhi*, *Clostridium perfringens* และ *Vibrio cholera* ในอัตราร้อยละ 2.48, 2.04 และ 0.27 ตามลำดับ และยังได้ศึกษาข้อมูลคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาจำแนกตามประเภท ระยะเวลา และสถานที่ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อาจนำไปใช้ในการวางแผนและดำเนินการเพื่อควบคุมและเฝ้าระวังโรคอุจจาระร่วงในจังหวัดนครราชสีมา

สุภวรรณ จิงจิตต์รัตน์และคณะ (2537) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำอุปโภคบริโภค ได้แก่ น้ำบ่อตื้น น้ำฝน น้ำบาดาลและน้ำประปาประจำหมู่บ้าน เป็นต้น ในเขตจังหวัดเชียงรายและพะเยา จำนวน 239 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บมาตรวจวิเคราะห์ในระหว่างเดือนมกราคม 2537 ถึงพฤษภาคม 2538 พบว่ามีตัวอย่างผิดมาตรฐาน จำนวน 178 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 74.5) สาเหตุของการผิดมาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐานทางด้านแบคทีเรียเพียงอย่างเดียว จำนวน 59 ตัวอย่าง (ร้อยละ 33.21 ของตัวอย่างที่ผิดมาตรฐาน) ผิดมาตรฐานทั้งทางด้านกายภาพและเคมี จำนวน 48 ตัวอย่าง (ร้อยละ 27.0 ของตัวอย่างที่ผิดมาตรฐาน) และผิดมาตรฐานทั้งทางด้านกายภาพ เคมีและทางด้านแบคทีเรีย จำนวน 71 ตัวอย่าง (ร้อยละ 39 ของตัวอย่างที่ผิดมาตรฐาน) ข้อมูลสถานะแหล่งน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและแบคทีเรียเหล่านี้จะเป็นประโยชน์สำหรับแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขสภาพและคุณภาพของน้ำอุปโภคและบริโภคเพื่อสุขภาพของประชาชน

กานดา สารินทร์และมันทนา อุดรบูรณ์ (2542) ได้ทำการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำดื่มภายในสถาบันราชภัฏมหาสารคาม เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยา โดยวิธี MPN (Most Probable Number) โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำรวมทั้งหมด 16 ตัวอย่างแบ่งกลุ่มน้ำตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ น้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ด จำนวน 5 ตัวอย่าง น้ำประปา จำนวน 7 ตัวอย่าง และน้ำดื่มจากเครื่องกรอง จำนวน 4 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างจากน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำหนองนกเป็ดทั้งหมด 5 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย MPN/100 ml ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ซึ่งมีค่าตามลำดับดังนี้ 1,041.33, 1,640.00, 1,028.66, 1,020.00 และ 830.00 ตัวอย่างน้ำประปาจำนวน 7 ตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 2 ตัวอย่าง คือ น้ำดื่มสารส้มและคลอรีนในบ่อกรอง มีค่าเฉลี่ย MPN/100 ml ตามลำดับดังนี้ 0.66 และ 1.66 ส่วนน้ำดื่มจากเครื่องกรองตามอาคารต่างๆ จำนวน 4 ตัวอย่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 4 ตัวอย่าง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย MPN/100 ml ตามลำดับดังนี้ 6.00, 3.33 และ 2.66

โสภา ลิ้มรักษ์อำไพและคณะ (2544) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเขตจังหวัดสุรินทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจคุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี, กลิ่น, ความขุ่น, การนำไฟฟ้า, ทางเคมี ได้แก่ DO, BOD, TS, TDS และ pH ทางชีวภาพโดยการหาจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย น้ำที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ น้ำอุปโภคบริโภคแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ น้ำฝน น้ำบ่อ น้ำบาดาล การเก็บตัวอย่างน้ำใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายจาก 13 อำเภอ 4 กิ่งอำเภอในจังหวัดสุรินทร์ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำฝน น้ำบ่อ น้ำบาดาล ในอำเภอต่างๆ ในเขตจังหวัดสุรินทร์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของน้ำอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก (WHO) สรุปได้ว่าน้ำฝนในอำเภอต่างๆ ส่วนใหญ่ได้มาตรฐานยกเว้นบางพารามิเตอร์ที่ไม่ได้ ได้แก่ ความขุ่น ปริมาณไนไตรท์, pH, และโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีจำนวนเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบทน้ำบ่อในอำเภอต่างๆ ส่วนใหญ่ได้มาตรฐาน ยกเว้นบางพารามิเตอร์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ สี, ความขุ่น, TS, ปริมาณไนไตรท์และโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้ำบาดาลในอำเภอต่างๆ ส่วนใหญ่ได้มาตรฐาน ยกเว้นบางพารามิเตอร์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ ความขุ่น, TS, TDS, ปริมาณไนไตรท์, DO, และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จิตติยา ทิพย์มณีและฉิษติญา บุญทัน (2545) ได้ทำการศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม เป็นการศึกษาคุณภาพ น้ำฝนด้วยวิธี Muttiple-tube fermentation technique โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำฝนจาก 24 หมู่บ้านใน 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลตลาด ตำบลเวียงนาง ตำบลท่าสองคอน ตำบลเขวา และตำบล แก่งเลิงจาน จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บร้อยละ 30 ของจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดใน 5 ตำบล ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างน้ำฝนรวมทั้งสิ้น 72 ตัวอย่าง ระยะเวลาทำการศึกษาระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 ถึง เดือนมีนาคม 2546 ผลการศึกษาที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO) ที่กำหนดให้คุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาต้องมีปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรีน้อยกว่า 2.2 MPN/100 ml พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 4 ตัวอย่าง (คิด เป็นร้อยละ 5.55) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของตำบลตลาด ตำบล เวียงนาง ตำบลท่าสองคอน ตำบลเขวา และตำบลแก่งเลิงจาน อยู่ในช่วง 2.66-23.66 2.00-18.00 3.33-25.66 3.33-22.66 และ 2.66-13.66 MPN/100 ml ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจและกำหนดพื้นที่ศึกษา

3.1.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคามแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 17 ตำบล 230 หมู่บ้าน โดยจะทำการสุ่มแบบเจาะจงและจากผลการสำรวจจำนวนประชากรที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลประจำอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ป่วยเป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร พบว่ามีจำนวนผู้ป่วย 1,744 ราย (โรงพยาบาลโกสุมพิสัย, 2548) โดยตำบลที่มีผู้ป่วยสูงสุด คือ ตำบลเขวไร่ จำนวนสถิติผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารได้แสดงไว้ ตารางที่ 3.1

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

จากการกำหนดพื้นที่ศึกษาที่มีจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด 230 หมู่บ้าน ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) วิธีการสุ่มตัวอย่างวิธีนี้ใช้หลักในการพิจารณาลักษณะที่ประชากรอาศัยอยู่ตามพื้นที่โดยแบ่งเป็นเขต ๆ หรือท้องที่แต่ละเขตที่จัดแบ่งตามกำหนดให้ประชากรที่อาศัยอยู่นั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ใน ทุก ๆ เขต เป็นการสุ่มเพื่อหา กลุ่มตัวอย่างภายหลังจากได้ตำบลเขวไร่เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งตำบลเขวไร่มีจำนวนหมู่บ้านรวม 20 หมู่บ้าน ทั้งนี้หมู่บ้านมีลักษณะการกักเก็บน้ำฝน ไว้ใช้ในครัวเรือน ไม่แตกต่างกันจึงทำการสุ่มตัวอย่างหมู่บ้านมาเป็นตัวแทน คือ หมู่บ้านวังกุ้ง ซึ่งมีจำนวนครัวเรือน 63 ครัวเรือน ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการเก็บตัวอย่างร้อยละ 50 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดซึ่งคิดเป็น 32 ครัวเรือน

3.1.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

จากการกำหนดพื้นที่ศึกษาและกลุ่มตัวอย่างในข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 นั้นได้ตัวอย่างครัวเรือนที่จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝนในหมู่บ้านวังกุ้งรวมจำนวน 32 ครัวเรือน โดยครัวเรือนที่จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจะเป็นครัวเรือนที่มีการกักเก็บน้ำฝนในภาชนะกักเก็บประเภทโอ่งหรือถังซีเมนต์ ไว้ใช้บริโภคตลอดทั้งปี โดยผู้วิจัยจะทำการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่ายด้วยการจับฉลาก ซึ่งทุกครัวเรือนมีโอกาสถูกเลือกเท่าเทียมกัน

ตารางที่ 3.1 จำนวนสถิติผู้ป่วยระบบทางเดินอาหารที่เข้ารับการรักษาพยาบาลจาก
โรงพยาบาลโกสุมพิสัย อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ตำบล	จำนวนผู้ป่วย (ราย)	
	ป่วย	เสียชีวิต
1. เขวาไร่	342	-
2. วังยาว	192	-
3. โพนงาม	166	-
4. แหใต้	128	-
5. เชื้อน	124	-
6. แพง	108	-
7. ยางน้อย	91	-
8. หัวขวาง	84	-
9. หนองบัว	73	-
10. หนองเล็ก	72	-
11. หนองกุงสวรรค์	71	-
12. ผางท่าแจ้ง	66	-
13. แก้งแก	58	-
14. เลิงใต้	52	-
15. ดอนกลาง	48	-
16. หนองบอน	44	-
17. เหล่า	25	-

ที่มา : โรงพยาบาลโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม, 2548

3.2 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง

1) การเตรียมขวดเก็บตัวอย่างน้ำ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2539)

1. ขวดเก็บน้ำตัวอย่างทางด้านจุลชีววิทยาต้องเป็นขวดแก้วที่มีฝาปิดเป็นเกลียวและมีปริมาณไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตร
2. ขวดต้องล้างให้สะอาดและต้องอบความดันฆ่าเชื้อโรคด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วก่อนที่จะนำไปใช้

2) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากภาชนะกักเก็บ

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนได้ประยุกต์วิธีการเก็บจาก นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ (2539) ดังนี้

1. กรณีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากก๊อกได้ใช้แอลกอฮอล์ 70% เช็ดปากก๊อกแล้วเปิดน้ำแรงๆ ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 นาที จึงเก็บตัวอย่างน้ำ
2. กรณีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากสายยางจะเก็บโดยใช้ลูกยางดูดน้ำตัวอย่างที่ปลายสายยาง (สายยางนี้คณะผู้วิจัยได้เตรียมนำไปซึ่งได้ฆ่าเชื้อด้วยการนึ่งที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที) แล้วปล่อยน้ำทิ้งประมาณ 2-3 นาทีจึงเก็บตัวอย่างน้ำ
3. ขวดตัวอย่างน้ำฝนที่เก็บจะมีฉลากปิด ซึ่งต้องระบุวัน เวลาและสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

3) วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำก่อนที่นำมายังห้องทดลอง ต้องแช่น้ำแข็งไว้เพื่อรักษาตัวอย่างน้ำไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ตัวอย่างน้ำที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยาต้องเริ่มต้นตรวจวิเคราะห์ทันทีหรือถ้ามีความจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างน้ำไว้จะต้องเก็บตัวอย่างน้ำไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเก็บไม่เกิน 24 ชั่วโมง (โกมล สีวะบรร และคณะ , 2523)

3.3 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2539)

3.3.1 การทดสอบขั้นแรก (Presumptive Test)

1. เตรียมหลอดอาหารเหลวแลคโทสพร้อมหมักสำหรับเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย ถ้าตัวอย่างน้ำเป็นประเภทน้ำบริโภคน้ำให้อาหารเลี้ยงเชื้อในแถวแรกมีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของแถวที่ 2 และแถวที่ 3

2. ถ้าเป็นระบบแถวละ 5 หลอด จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 15 หลอด
3. เขียนสัญลักษณ์และปริมาณตัวอย่างน้ำที่ใช้ข้างหลอดทดลอง
4. เขย่าขวดเก็บตัวอย่างน้ำขึ้นลงประมาณ 20 ครั้ง เพื่อให้น้ำในขวดผสมกันดี
5. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic Technique) สำหรับน้ำบริโภคน้ำใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำ 3 ระดับๆละ 5 หลอด โดยใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำในระดับแรกหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ระดับที่สองหลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรและระดับที่สาม หลอดละ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร การถ่ายตัวอย่างน้ำจากปิเปตลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อควรใช้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วค่อยๆ ปล่อยตัวอย่างน้ำให้ไหลลงตามข้างหลอด
6. เขย่าหลอดเบาๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ
7. นำหลอดทั้งหมดไปบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่มเพาะเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง
8. อ่านผลครั้งแรกหลังจากบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบหลอดที่ให้ผลบวก โดยสังเกตความขุ่นและแก๊สในแต่ละหลอดตรวจหาแก๊สจากการดูการแทนที่ของอากาศในหลอดหมักหรือมีฟองปุดเมื่อเขย่าขวดเบาๆ หลอดที่ให้ผลลบให้กลับไปบ่มเพาะเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูแก๊สเช่นเดียวกับข้างต้น

3.3.2 การทดสอบยืนยัน (Confirmed Test)

1. เลือกหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจสอบขั้นแรกมาตรวจสอบในขั้นยืนยัน
2. จัดหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนท์กรีนแลค โทสไบต์ 2% หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่าหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรก
3. เขียนสัญลักษณ์ข้างหลอดอาหารที่เตรียมไว้ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวกในการตรวจสอบขั้นแรก
4. เขย่าหลอดที่ให้ผลบวกเบาๆ ใช้ Wire Loop ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีลนไฟจนแดงแล้วปล่อยให้เย็น ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกใส่หลอดบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อในข้อ 2 หลอดต่อหลอดโดยวิธีปลอดเชื้อ
5. นำไปบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่มเพาะเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง
6. เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำมาอ่านผลครั้งแรก โดยให้ผลบวกสำหรับหลอดที่มีความขุ่นและมีแก๊สในหลอดหมักหรือมีฟองปุดเมื่อเขย่าเบาๆ ส่วนหลอดที่ให้ผลลบจะมีลักษณะใส

และไม่มีฟองแก๊ส นำหลอดที่ให้ผลลบนำไปบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่มเพาะเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสต่ออีก 24 ชั่วโมง จึงนำมาอ่านผลเป็นครั้งที่ 2 ในทำนองเดียวกัน

7. ตรวจสอบผลและบันทึกที่ได้เป็นผลบวกหรือลบแล้วเทียบหาจำนวน โคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตาราง MPN Index

3.3.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed Test)

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar ใส่จานอาหารเลี้ยงเชื้อ
2. ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนท์กรีนแลคโทสไบล์ 2% ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar โดยวิธีจีดเชื้อ (Streak Plate)
3. บ่มเพาะเชื้อในตู้บ่มเพาะเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
4. จีดเพาะเชื้อทั้ง Typical และ Atypical Colonies บน EMB Agar ลงบนหลอดอาหารวุ้น (Nutrient Agar Slant) และนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง
5. ถ่ายเชื้อจากหลอดวุ้นลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแลคโทสบรอกซ์ นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 -48 ชั่วโมง เพื่อผลจากการทดสอบทางชีวเคมี
6. เชียเชื้อที่เกิดอยู่ในจานเพาะเชื้อจากข้อ 4 ลงบนแผ่น Slide แล้วทำการย้อมสีแบบแกรม (Gram's Stain) เพื่อคุณลักษณะทางสัณฐานวิทยาจากปฏิกิริยาแบบแกรมที่บ่งลักษณะของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ ดิคสีแกรมลบ หรือสีแดง และรูปร่างเป็นแท่ง (Gram-negative Shape)

3.3.4 การย้อมสีแกรม

1. เลือกโคโลนีเดี่ยวจาก EMB Agar
2. เกลี่ยเชื้อที่ต้องการนับบนสไลด์ที่ล้างสะอาดทิ้งให้แห้งแล้ว Heat Fix โดยผ่านเปลวไฟ 2-3 ครั้ง จนแห้งยึดติดแน่นกับสไลด์
3. หยดสี Ammonium Oxalate Crystal Violet 1-2 นาที่แล้วเทสีทิ้ง
4. หยดสารละลายไอโอดีน 1-2 นาที่ เททิ้งสารละลายไอโอดีนช่วยให้เซลล์ติดสี ย้อมได้ดียิ่งขึ้น
5. นำแบคทีเรียมาย้อมสี Decolorized ด้วย Ethyl Alcohol 95% จนไม่มีสี Crystal Violet ละลายปนออกมาจึงล้างด้วยน้ำ

6. หยดสี Safranin O ที่งไว้ 15-30 วินาที ด้งน้ำซ้บให้แห้งแล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูลักษณะรูปร่างของ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่เกิดขึ้นจากการย้อมสีว่าติดสีแกรมลบหรือแกรมบวก

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เขียนเป็นสูตรและสัญลักษณ์ ดังนี้

จากสูตร
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

$$\bar{x}$$
 = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\sum x$$
 = ผลรวมของค่าที่ทำการวิเคราะห์ได้แต่ละซ้ำ

$$N$$
 = จำนวนซ้ำทั้งหมด

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนที่อาศัยในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ด้วยวิธี Multiple-tube Fermentation Technique นั้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกพื้นที่ศึกษาจากตำบลเขวไร่ในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาพยาบาลโรคระบบทางเดินอาหารสูงสุดและได้กลุ่มตัวอย่าง คือ หมู่บ้านวังกุ้ง โดยกลุ่มตัวอย่างน้ำฝนที่นำมาศึกษาได้จาก 63 ครัวเรือนจะทำการเก็บตัวอย่าง ร้อยละ 50 ซึ่งคิดเป็น 32 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างน้ำฝนทั้งสิ้น 96 ตัวอย่าง ซึ่งผลการศึกษาเป็นดังนี้

4.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

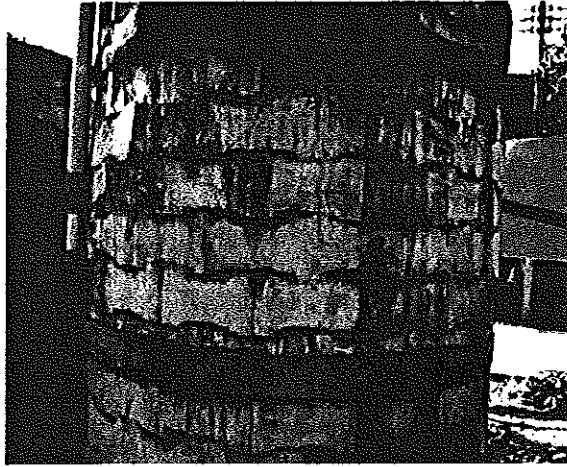
การสำรวจลักษณะทางกายภาพของหมู่บ้านวังกุ้ง ตำบลเขวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พบว่า ประชาชนในหมู่บ้านมีการกักเก็บน้ำฝนไว้ในภาชนะที่เป็นโอ่งหรือถังซีเมนต์ ซึ่งมีการกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้บริโภคตลอดปี มีการล้างภาชนะกักเก็บปีละหนึ่งครั้งในช่วงฤดูฝน ภาชนะกักเก็บมีฝาปิดเป็นส่วนใหญ่แต่ไม่มีฝารองฝุ่น ใช้สายยางในการนำน้ำมาใช้บริโภคสำหรับลักษณะการตั้งบ้านเรือนจะไม่แออัด ถนนภายในหมู่บ้านเป็นคอนกรีต บ้านส่วนใหญ่เป็น 2 ชั้น และหลังคาบ้านมุงด้วยสังกะสีมีส่วนน้อยที่มุงด้วยกระเบื้อง โดยวางรองน้ำฝนจะมาจากชั้น 2 แล้วมีสายยางต่อมายังภาชนะกักเก็บ ดังแสดงในภาพที่ 4.1-4.4



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของสายยางที่ต่อกับรางน้ำมายังภาชนะกักเก็บ



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของภาชนะกักเก็บน้ำฝนที่เป็นโถง



ภาพที่ 4.3 ลักษณะของภาชนะกักเก็บน้ำฝนที่เป็นถังซีเมนต์



ภาพที่ 4.4 ลักษณะของสายยางที่ใช้ในการนำน้ำฝนมาใช้บริโภค

4.2 ผลการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์ม

ผลการศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนที่อาศัยในเขตหมู่บ้านวังกง ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม มีดังนี้

เก็บครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 30 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 มีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจาก 6 คร้วเรือนค่าเฉลี่ย MPN/100 ml เป็นดังนี้ 2.00, 2.00, <2.00, 2.00, 2.66, 2.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีน้อยกว่า 2 MPN/100 ml มี 5 คร้วเรือนมีเพียง 1 คร้วเรือนที่มีค่า MPN มากกว่า 2.2 MPN/100 ml คือมีค่า 2.66 MPN/100 ml ซึ่งค่าเฉลี่ย MPN ที่ได้ในสัปดาห์แรกจะอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2-2.66 MPN/100 ml

เก็บครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 5 เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 มีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจาก 6 คร้วเรือนค่าเฉลี่ย MPN/100 ml เป็นดังนี้ <2.00, <2.00, <2.00, 1.33, <2.00, 0.66 ตามลำดับ จะพบว่าปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 MPN/100 ml มี 4 คร้วเรือน 1.33 MPN/100 ml มี 1 คร้วเรือนและ 0.66 MPN/100 ml ซึ่งค่า MPN เฉลี่ยที่ได้ในสัปดาห์ที่ 2 จะอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2-1.33 MPN/100 ml โดยทุกตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย MPN น้อยกว่า 2.2 MPN/100 ml

เก็บครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 12 เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 มีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจาก 6 คร้วเรือนค่าเฉลี่ย MPN/100 ml เป็นดังนี้ <2.00, 1.33, 1.33, 0.66, 1.33, 0.66 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในช่วงสัปดาห์ที่ 3 มีค่า MPN เฉลี่ยอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2-1.33 MPN/100 ml และพบว่าค่าเฉลี่ย MPN มีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 ml ทุกตัวอย่าง

เก็บครั้งที่ 4 เมื่อวันที่ 19 เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 มีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจาก 7 คร้วเรือนค่าเฉลี่ย MPN/100 ml เป็นดังนี้ 2.00, 1.33, 0.66, 2.00, <2.00, 1.33, 2.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2-2.00 MPN/100 ml และพบว่าค่าเฉลี่ย MPN มีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 ml ทุกตัวอย่าง

เก็บครั้งที่ 5 เมื่อวันที่ 26 เดือนมกราคม พ.ศ.2550 มีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนจาก 7 คร้วเรือนค่าเฉลี่ย MPN/100 ml เป็นดังนี้ <2.00, 0.66, 0.66, 0.66, 1.33, <2.00, 1.33 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2-1.33 MPN/100 ml และพบว่าค่าเฉลี่ย MPN มีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 ml ทุกตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นได้นำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524)

ซึ่งรายละเอียดของผลการศึกษาระดับปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียแสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพประกอบที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 ปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำฝนในภาชนะกักเก็บในหมู่บ้านวังทอง ตำบลเขวาไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

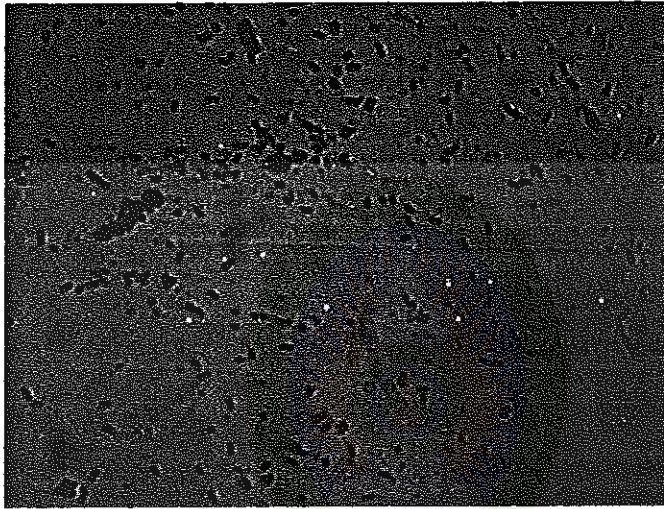
เก็บครั้งที่ วัน/เดือน/ปี	ตัวอย่างที่	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100ml)			ค่า MPN เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
1 20/ธ.ค/50	1	<2	4	2	2.00
	2	4	2	<2	2.00
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	2	4	2.00
	5	4	2	2	2.66
	6	<2	4	2	2.00
2 5/ม.ค/50	7	<2	<2	<2	<2
	8	<2	<2	<2	<2
	9	<2	<2	<2	<2
	10	2	<2	2	1.33
	11	<2	<2	<2	<2
	12	2	<2	<2	0.66
3 12/ม.ค/50	13	<2	<2	<2	<2
	14	2	2	<2	1.33
	15	2	<2	2	1.33
	16	<2	2	<2	0.66
	17	2	2	<2	1.33
	18	<2	2	<2	0.66

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

เก็บครั้งที่ (วัน/เดือน/ปี)	ตัวอย่างที่	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100ml)			ค่า MPN เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
4 (19/ม.ค/50)	19	4	<2	2	2.00
	20	2	2	<2	1.33
	21	<2	<2	2	0.66
	22	2	2	2	2.00
	23	<2	<2	<2	<2
	24	2	2	<2	1.33
	25	2	2	2	2.00
5 (26/ม.ค/50)	26	<2	<2	<2	<2
	27	<2	<2	2	0.66
	28	<2	<2	2	0.66
	29	2	<2	<2	0.66
	30	2	2	<2	1.33
	31	<2	<2	<2	<2
	32	2	2	<2	1.33

4.3 ผลการย้อมสีแกรม

เมื่อนำโคโลนีของ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ผ่านการวิเคราะห์ด้วยวิธี MPN มาย้อมสีแกรม ด้วย Crystal Violet และ Safranin O พบว่าไม่ติดสีม่วงของ Crystal Violet แต่ติดสีแดงของ Safranin O แสดงว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียกลุ่มนี้จัดอยู่ในรูปแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative) และเมื่อนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้วจะมีรูปร่างเป็นท่อนสั้น (ดังแสดงในภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 รูปร่าง โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนกรณีศึกษา อำเภอ โโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม โดยทำการเลือกพื้นที่ศึกษา คือ ตำบลเขวาไร่ ซึ่งมีสถิติการป่วยเป็นโรคระบบทางเดินอาหารสูงสุดของอำเภอโกสุมพิสัย กลุ่มตัวอย่าง คือ หมู่บ้านวังกุ้ง ซึ่งได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 32 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดและทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝน 5 สัปดาห์ติดต่อกันตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550 โดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา ด้วยวิธี Multiple-tube Fermentation Technique รวมทั้งศึกษารูปร่างลักษณะของโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากการย้อมสีแกรม

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยาสามารถสรุปได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ยโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง $<2 - 2.66$ MPN/ 100 ml เมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในขณะบรรจุที่ปิดสนิทตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) ซึ่งกำหนดให้น้ำดื่มมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกิน 2.2 MPN/ 100 ml นั้น จะเห็นว่า มีตัวอย่างที่ได้มาตรฐานมีจำนวน 31 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 96.87 และมีตัวอย่างที่ไม่ได้มาตรฐานเพียง 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.12 พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนกรณีศึกษาอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ประกาศของกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก

- ภาชนะที่กักเก็บน้ำฝนมีความสะอาดเนื่องจาก ได้มีการล้างทำความสะอาดภาชนะกักเก็บน้ำฝนก่อนรองรับน้ำฝนไว้ใช้บริโภคตลอดปีและมีฝาปิดภาชนะกักเก็บน้ำฝน

- ไม่มีการปนเปื้อนจากสายยางที่ดูคนนำมาใช้ มีการเก็บสายยางที่ถูกวิธีและมีการล้างทำความสะอาดทุกครั้งก่อนที่นำมาใช้

- การปนเปื้อนจากหลังคามีน้อย เนื่องจากประชาชนมีการปล่อยน้ำฝนล้างทำความสะอาดหลังคาบ้านก่อนแล้วค่อยรองน้ำฝนไว้ใช้บริโภคในภาชนะกักเก็บ

นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าประชาชนให้ความสนใจในเรื่องของน้ำบริโภคเป็นสิ่งสำคัญ แต่ที่ประวัติการป่วยเป็นโรกระบบทางเดินอาหารสูง เป็นอันดับแรกอาจเกิดจากการรับประทานอาหารหรือสาเหตุอื่นของประชาชน ไม่ได้เป็นเพราะการบริโภคน้ำฝนแต่ก็ยังมีบางหลังคาเรือนที่ยังมีปริมาณโคลิฟอร์มเกินมาตรฐาน เนื่องมาจากการปนเปื้อนจากหลังคาอาจมีมูลนกหรืออย่างอื่นที่ปนเปื้อนมากับน้ำฝนและไม่มีการล้างภาชนะกักเก็บก่อนรองน้ำฝนไว้ใช้ตลอดจนสายยางที่นำมาใช้ปล่อยให้เกิดตะไคร่น้ำซึ่งอาจเป็นสาเหตุก่อให้เกิดความสกปรกและปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับผลการศึกษาของ นางสาวจิตติยา ทิพย์มณีและนางสาวณิชติญา บุญทัน ที่ศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มของประชาชนในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม พบว่ามีความแตกต่างกับผลการศึกษาของผู้วิจัยอื่นเนื่องจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น อีกประการหนึ่งพื้นที่เขตในเมืองมีปริมาณของฝุ่นละออง ควันรดและควันจากเตาเผาเศษอยู่ในปริมาณมากจึงทำให้น้ำฝนมีการปนเปื้อนสูงประชาชนส่วนมากจึงไม่มีการบริโภคน้ำฝน ส่วนใหญ่จะบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดจึงเป็นเหตุให้ผลการวิจัยมีความแตกต่างกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะด้านเทคนิค

1. เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องแม่นยำต้องมีความละเอียดรอบคอบในเรื่องของการจดบันทึกถึงสภาพทางกายภาพ สภาพทั่วไปของบริเวณที่เราศึกษาตลอดจนรายละเอียดในหลายๆ ด้าน ต้องเป็นคนช่างสังเกต

2. เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ในการทดลองจะต้องมีการนำมาล้างเช็ดทุกครั้งหรือเข้า Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนทุกครั้ง

3. หลังทำการทดลองทุกครั้งอาหารที่ผ่านการทดลองจะต้องนำมาล้างเช็ดก่อนทุกครั้งเพื่อป้องกันเชื้อ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

4. การทดลองทุกขั้นตอนควรมีความพร้อม ความแม่นยำในเรื่องของการทดลองจะต้องเน้นเรื่องของความสะอาดเป็นส่วนสำคัญทุกขั้นตอนจะต้องทำด้วย Aseptic technique

4. การทดลองทุกขั้นตอนควรมีความพร้อม ความแม่นยำในเรื่องของการทดลอง จะต้องเน้นเรื่องของความสะอาดเป็นส่วนสำคัญทุกขั้นตอนจะต้องทำด้วย Aseptic technique

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ในการร่อนน้ำฝนไว้ใช้บริโภคควรมีการปล่อยให้ผ่านไประยะหนึ่งก่อนแล้วจึงมีการร่อนน้ำฝนเอาไว้ใช้บริโภค
2. ภาชนะที่เก็บกักควรมีผ้าขาวรองปิดก่อนที่จะมีฝาปิดภาชนะปิดอีกรอบเพื่อความสะอาด
3. ก่อนนำน้ำฝนมาบริโภคควรมีการนำน้ำผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคก่อนโดยวิธีการกรองหรือต้ม
4. ไม่ควรมีสัตว์เลี้ยงใกล้บริเวณภาชนะกักเก็บ เช่น ไก่ เพราะมูลไก่อาจจะปลิวตกลงไปในภาชนะกักเก็บได้
5. ควรมีการทำความสะอาดภาชนะกักเก็บก่อนร่อนน้ำฝน ตลอดจนทำความสะอาดร่างกายของตนเองด้วย โดยเฉพาะบริเวณเล็บมือ เล็บเท้า เพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคจากร่างกายของผู้ทำความสะอาดภาชนะกักเก็บ

5.3.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาพารามิเตอร์ให้ครอบคลุมทุกๆ ด้าน คือ ด้านเคมีและด้านกายภาพ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำในด้านต่างๆ และการใช้ประกอบการวางแผนหรือจัดการคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม
2. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างในการศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียเพียงตำบลเดียวและหมู่บ้านเดียวเท่านั้น ซึ่งการศึกษายังไม่ครอบคลุมทั้งหมดของอำเภอโกสุมพิสัยอันเนื่องมาจากข้อจำกัดในเรื่องเวลาและงบประมาณ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ สิริสิงห์. (2527). เคมี่ของน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2
กรุงเทพมหานคร : บริษัท ประยูรวงศ์ จำกัด.
- กานดา สารินทร์และมันทนา อัครบุรณ์. (2542). การศึกษาโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำดื่มภายใน
สถาบันราชภัฏมหาสารคาม. มหาสารคาม : โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- มหาลัษราชภัฏจันทรเกษม. การอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทาง
แบคทีเรีย. (2549). กรุงเทพมหานคร : โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
: โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัษราชภัฏจันทรเกษม.
- โกมล สีวะบรรและคณะ. (2527). การประปาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพมหานคร :
ห้างหุ้นส่วนธนาคารพิมพ์.
- จิตติยา ทิพย์มณีและณิษิตญา บุญทัน. (2545). การศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝน
ใช้ดื่มของประชาชนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. มหาสารคาม : โปรแกรม
วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏ
มหาสารคาม.
- จุริภรณ์ บุญวงส์วิโรจน์และสมชาย สิทธิโอภากุล. (2537) การศึกษาคุณภาพน้ำทาง
จุลชีววิทยาของน้ำดื่ม น้ำใช้ในจังหวัดนครราชสีมา. นครราชสีมา : เวชสาร
โรงพยาบาลมหาราช.
- ฉัตรไชย รัตนไชย์. (2539). การจัดการคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจและปรีชา สุวรรณพินิจ. (2535). จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่3.
กรุงเทพมหานคร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม : สุวีริยาสาส์นการพิมพ์.
- วินัส พิชณิษฐ์และสมจิต วัฒนาชยากุล. (2542). สถิติสำหรับสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10.
กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ขงพลเทรคคิง.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2547). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร
: เข้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

- พิชิต สกมลพรหมณ์. (2541). การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร :
ห้างหุ้นส่วน จำกัด ธนาคารพิมพ์.
- พัฒนา มุลพฤษ. (2546). อนามัยสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ชิกมา
ดีไซน์กราฟิก จำกัด.
- พัฒน์ สุจำนงค์. (2546). การสุขาภิบาลทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โอเคียนสโตร์.
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. (2546). จุลชีวปฏิบัติกร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุพา ผึ้งน้อย. (2542). จุลชีววิทยาทั่วไป. นครราชสีมา : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- ศุภวรรณ จิงจิตต์รัตน์และคณะ. (2539). การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณอุบโกลในจังหวัด
เชียงรายและพะเยา. เชียงราย : วารสารโรงพยาบาลจังหวัดเชียงราย.
- สุมาลี เหลืองสกุล. (2541). จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร :
บริษัทชัยเจริญจำกัด.
- สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2545). จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุรสิทธิ์ รอดทอง. (2547). ปฏิบัติการจุลชีววิทยา. นครราชสีมา : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- โตภา สิมะรักษ์อำไพและคณะ. (2544). การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในจังหวัดสุรินทร์.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช เกษตรสถาบัน
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอมอัชมา (รัตน์ริมจง) วัฒนบูรานนท์. (2547). วิทยาศาสตร์สุขภาพสิ่งแวดล้อม.
กรุงเทพมหานคร : โอ เอส พรินติ้ง เฮ้าส์.



ภาคผนวก ก
การเลือกสุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

การเลือกสุ่มตัวอย่าง

การเลือกสุ่มตัวอย่างอาจจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ แบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น และแบบอาศัยความน่าจะเป็น

ก. แบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

เป็นการเลือกโดยไม่ใช้วิธีสุ่มลักษณะเช่นนี้ทำให้โอกาสถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างของสมาชิกทุกหน่วยในประชากรนั้นไม่เท่ากันจึงไม่สามารถทราบค่าความน่าจะเป็นสมาชิกแต่ละหน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่างและไม่สามารถคาดคะเนหรือคำนวณความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบนี้มี 4 วิธี คือ

1. การเลือกสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีเกณฑ์จะเลือกใครก็ได้ที่สามารถให้ข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการจนครบ เช่น การสอบถามความรู้สึกของประชาชนที่มีต่อการขึ้นภาษี โดยสัมภาษณ์บุคคลตามท้องถนนที่ตนเดินพบ กลุ่มตัวอย่างนี้จึงไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชาชน ผลที่ได้ก็ไม่สามารถอ้างอิงประชากรได้อย่างเที่ยงตรง
2. การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดสัดส่วน (Quota Sampling) กรณีที่กลุ่มตัวอย่ำนมีหลายประเภทที่แตกต่างกันมาก ถ้าใช้วิธีบังเอิญก็อาจทำให้กลุ่มตัวอย่างเพียงบางประเภทคั้งนั้นจึงกำหนดโควตาหรือจำนวนกลุ่มตัวอย่างของสมาชิกของแต่ละประเภท เช่น จะใช้เพศชายเพศหญิงฝ่ายละกี่คน แต่ละอาชีพจะเลือกกี่คน เป็นต้น จากนั้นจึงทำการสุ่มตัวอย่างแต่ละประเภทโดยวิธีเลือกแบบบังเอิญจนกว่าจะครบจำนวนที่ต้องการ วิธีนี้แม้จะดีกว่าวิธีที่หนึ่งแต่ก็ยังไม่ถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด
3. การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้ ผู้วิจัยใช้ดุลพินิจพิจารณาว่าสมาชิกในกลุ่มใดน่าจะเป็นตัวแทนที่ดี แล้วก็เลือกเอาสมาชิกกลุ่มนั้น จุดอ่อนก็คือดุลพินิจของผู้วิจัยแต่ละคนจะแตกต่างกันกลุ่มตัวอย่างที่ได้ก็ไม่แน่ว่าจะเป็นตัวแทนที่ดีอย่างแท้จริงของประชากร
4. การเลือกกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก (Convenience Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยถือเอาความสะดวกหรือง่ายต่อการรวบรวมข้อมูลเป็นสำคัญ เช่น ถ้าประชากรคือนักเรียนในโรงเรียนของตน ครูที่ทำการวิจัยจะกำหนดนักเรียนในชั้นที่ตัวเองสอนเป็นกลุ่มตัวอย่างเพราะง่ายและสะดวก

ข. แบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยมีสมาชิกแต่ละหน่วย (เมื่อเลือกเป็นหน่วย) หรือกลุ่มของสมาชิกแต่ละกลุ่มต่างก็มีโอกาสที่จะถูกเลือก ถ้าทราบจำนวนประชากร จะสามารถทราบค่าความน่าจะเป็นที่ที่สมาชิกแต่ละหน่วยหรือกลุ่มของสมาชิกแต่ละกลุ่มจะถูกเลือกนั้นเป็นการเลือกโดยอาศัยเทคนิคการสุ่ม (Random) สมาชิกกลุ่มตัวอย่างที่ได้จะช่วยจัดความลำเอียง วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้ผู้วิจัยสามารถคำนวณค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างและประชากรได้โดยอาศัยวิธีทางสถิติอ้างอิง (Inferential Statistics) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น จำแนกได้เป็นการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) กับแบบอื่นที่นำเอาวิธีการสุ่มแบบง่ายไปใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของประชากรอื่น ได้แก่ การสุ่มแบบง่าย การสุ่มแบบเป็นระบบ การสุ่มแบบแบ่งชั้น การสุ่มแบบเป็นกลุ่ม และการสุ่มแบบหลายขั้นตอน

1. การสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) การสุ่มแบบนี้จะสุ่มที่หน่วยของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Unit) จนกว่าจะได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ โดยที่แต่ละครั้งที่สุ่มสมาชิกแต่ละหน่วยของประชากรมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่าเทียมกัน การสุ่มแบบง่าย มี 3 วิธี

1.1 วิธีจับฉลาก ทำการเขียนชื่อของสมาชิกแต่ละหน่วยลงในแผ่นกระดาษ ใช้ 1 แผ่นต่อ 1 หน่วย 1 ชื่อ ใส่ลงไปในกล่องเขย่าให้คลุกกัน ไปหยิบมาทีละแผ่นจนกว่าจะครบตามที่ต้องการ แต่ละครั้งที่หยิบได้ต้องนำแผ่นฉลากมารอกชื่อเพื่อเป็นรายชื่อกลุ่มตัวอย่างไว้ แล้วเอาแผ่นกระดาษใส่กล่องคืนเพื่อที่จะให้โอกาสถูกเลือกของสมาชิกทุกหน่วยเท่ากัน กรณีที่หยิบได้ชื่อเดิมก็ไม่เอาให้ใส่ลงไปแล้วเลือกใหม่ วิธีนี้จะสะดวกเมื่อมีสมาชิกไม่มาก

1.2 การใช้ตารางเลขกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดตัวเลขเรียงลำดับให้กับสมาชิกแต่ละหน่วยกรณีประชาชนมีจำนวนเป็นหลักร้อยละใช้ตัวเลข 3 หลักเริ่มจาก 000 ถ้าหลักพัน เช่น 3500 คนก็จะใช้ตัวเลขหลักเริ่มจาก 0000 ไปเรื่อยๆจนถึงเลข 3499

2. กำหนดไว้ล่วงหน้าให้ชัดเจนว่าจะใช้ตัวเลขในตารางสุ่ม (Random Number Table) ในระบบใดจะอ่านตามคอลัมน์หรือตามแนวแถว ตัวอย่างลักษณะเลขในตารางสุ่มของ (Ran Corporation) ที่ยกมาเพียงส่วนหนึ่งของแถวแรกคือ 01 09 73 25 33 76 52 01 35 36 67 35 48 76 80 95 90 91 17

3. เปิดตารางเลขสุ่มและกำหนดจุดเริ่มต้นอาจใช้วิธีหลับตาเอาคินสอจิ้มยังจุด

โดยจุดหนึ่งของตารางตรงนั้นก็จะเป็นจุดเริ่มต้นและสมาชิกที่มีเลขตรงกับเลขนั้นก็เป็นตัวอย่างหน่วยแรกจากนั้นก็ไล่ตัวเลขมาเรื่อยๆ จนกว่าจะได้สมาชิกกลุ่มตัวอย่างครบตามกำหนด

1.3 วิธีใช้คอมพิวเตอร์สุ่ม วิธีนี้มีหลักการเช่นเดียวกับวิธีที่ 2 แต่จะสะดวกรวดเร็วกว่า โดยกำหนดตัวเลขเรียงลำดับให้กับสมาชิกแต่ละหน่วยการสุ่ม

2. การสุ่มแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) ถ้าสมาชิกทุกหน่วยของประชากรถูกจัดเรียงไว้โดยลำดับที่จำนวนสมาชิกไม่ถูกจัดอย่างลำเอียงเช่นการจัดเรียงรายชื่อตามลำดับอักษรตั้งแต่ ก ถึง ฮ ถือว่าจัดแบบไม่ลำเอียง ผู้วิจัยอาจใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเป็นระบบดังนี้

ขั้นแรกคำนวณหาช่วงที่จะเลือกสมาชิก โดยเอาจำนวนประชากรหารด้วยกลุ่มสมาชิกกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจะเลือกขั้นต่อมาทำการเลือกสมาชิกหน่วยแรกโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างง่ายกับช่วงแรกสุดของสมาชิกที่มีตัวเลขคั่นๆ ซึ่งอาจใช้วิธีจับฉลากหรือใช้ตารางสุ่ม เมื่อได้สมาชิกแล้วสมมติได้หมายเลข 4 สมาชิกคนต่อมาคือหมายเลข 14 24 34 44 ซึ่งเกิดจากการนำเอาช่วงมาบวกกับหมายเลขสมาชิกโดยเริ่มจากหมายเลขแรกของสมาชิก

3. การสุ่มแบบช่วงชั้น (Stratified Random Sampling) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบง่ายจะเหมาะสมเมื่อประชากรประกอบด้วยสมาชิกที่ไม่แตกต่างกัน หรือถ้ามีความแตกต่างกันมากแต่ก็สุ่มมาจำนวนมาก กรณีสมาชิกมีความแตกต่างกันมากถ้าสุ่มมาจำนวนน้อยตัวอย่างที่สุ่มอาจอาจไม่ครบทุกพวกทำให้ตัวอย่างที่ได้ไม่ดีพอ กรณีที่สมาชิกของแต่ละพวกแตกต่างกันมากพวกที่มีสมาชิกน้อยๆ จะประสบปัญหาไม่ถูกเลือกหรือถูกเลือกเพียงหนึ่งหน่วยหรือสองหน่วยถ้าผู้วิจัยออกแบบวิจัยโดยเปรียบเทียบระหว่างพวก ก็จะไม่สามารถเปรียบเทียบได้เพราะกลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบบางพวก ไม่มีสมาชิกที่ถูกเลือกจึงไม่มีข้อมูลของพวกนั้นหรือถูกเลือกจำนวนน้อยมากข้อมูลไม่เพียงพอต่อการเปรียบเทียบอย่างมีความหมายได้ปัญหาดังกล่าวนี้สามารถป้องกันได้โดยใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น โดยกำหนดจำนวนที่จะสุ่มในแต่ละพวกแล้วสุ่มสมาชิกภายในพวกนั้นๆ ตามจำนวนที่กำหนดไว้ โดยวิธีนี้จะช่วยให้ได้กลุ่มตัวอย่างทุกพวกตามต้องการ

4. การสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Area or Cluster Sampling) ในกรณีที่ประชากรขนาดใหญ่อยู่ในอาณาเขตกว้างขวางถ้าใช้วิธีสุ่มแบบง่ายที่สุ่มได้ อาจอยู่ห่างไกลกระจัดกระจาย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากสมาชิกกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้ต้องใช้ความพยายามเสียค่าใช้จ่ายระยะเวลามากขึ้นถ้าประชากรมีลักษณะเป็นกลุ่มๆ แต่ละกลุ่มมีลักษณะคล้ายคลึงกันการสุ่มเพียงบางกลุ่มจะช่วยลดปัญหาให้น้อยลงโดยมีโอกาสดึงกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนที่ดีได้เช่นกัน

5. การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) เป็นกระบวนการในการสุ่มตัวอย่างจากประชากร ซึ่งดำเนินการสุ่มตั้งแต่ 3 ขั้นตอนขึ้นไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

วิธีการตรวจวัดและการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

วิธีการตรวจวัดและการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์

1. หลอดแก้วพร้อมวัสดุที่ใช้ปิด
2. หลอดเคอร์แรม (Durham Tube)
3. ปิ๊ดเปิดขนาด 10 , 1 และ 0.1 ลูกบาศก์มิลลิลิตร (Measuring Pipet)
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์
5. ห่วงถ่ายเชื้อ (Wire Loop)
6. ตู้เพาะเชื้อ (Incubator)
7. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)
8. ขวดเก็บตัวอย่าง (Water Samples)
9. กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) กำลังขยาย 40 เท่า
10. กล้องถ่ายภาพพร้อมฟิล์ม
11. เครื่องชั่ง (Analytical Balance) 4 ตำแหน่ง
12. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclaves)

2. สารเคมี

1. แลคโตสบรธ (Lactose Broth)
2. บริลเลียนกรีนแลคโตสไบลโบรธ (Brilliant Green Lactose Bile Broth)
3. อีเอ็มบีเอการ์ (Eosin Methylene Blue Agar)
4. สารที่ใช้ย้อมสีแกรม
 - 4.1 คริสตัลไวโอเลต (Ammonium Oxalate Crystal Violet)
 - 4.2 สารละลายแกรมไอโอดีน (Gram's Iodine Solution)
 - 4.3 แอลกอฮอล์ 95% (Ethyl Alcohol 95%)
 - 4.4 ซาฟานิน โอ (Safranin O)

3. อาหารเพาะเชื้อที่ใช้ Lactose Broth เตรียมเป็นชุด ชุดละ 5 หลอดดังนี้

ชุดที่ 1 มี Lactose Broth double strength หลอดละ 10 มิลลิลิตร 5 หลอด

ชุดที่ 2 มี Lactose Broth single strength หลอดละ 5 มิลลิลิตร 5 หลอด

ชุดที่ 3 มี Lactose Broth single strength หลอดละ 5 มิลลิลิตร 5 หลอด

อาหารเพาะเชื้อเตรียมบริดเลียนกรีนแลคโตสไบร์บรอต หลอดละ 5 มิลลิลิตร พร้อมหลอดเคอร์แรม

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การเตรียมแลคโตสบรอตหนึ่งเท่า

ใช้อาหารสำเร็จรูปโดยชั่งแลคโตสบรอตมา 13 กรัม ผสมน้ำกลั่น 1 ลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้อาหารละลายเข้ากันได้ดี แล้วนำมาเติมลงในหลอดทดลอง ซึ่งมีหลอดเคอร์แรมคว่ำอยู่ภายใน ปริมาณที่ใส่ 5 มิลลิลิตร ต่อ 1 หลอด ปิดจุกเสร็จนำไปนิ่งในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ครบเวลานึ่งนำออกจากหม้อนึ่งตั้งให้เย็นพร้อมจะนำไปใช้ต่อไป

2. การเตรียมแลคโตสบรอตสองเท่า

อาหารสำเร็จรูป โดยชั่งแลคโตสบรอตมา 26 กรัม ผสมน้ำกลั่น 1 ลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้อาหารละลายเข้ากันได้ดี แล้วนำลงมาเติมลงในหลอดทดลอง ซึ่งมีหลอดเคอร์แรมคว่ำอยู่ภายใน ปริมาณที่ใส่ 10 มิลลิลิตร ต่อ 1 หลอด ปิดจุกเสร็จนำไปนิ่งในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ตั้งให้เย็นพร้อมจะนำไปใช้ต่อไป

3. การเตรียมแลคโตสไบร์บรอต 2% (BGLB 2%)

ใช้อาหารสำเร็จรูป โดยชั่งแลคโตสไบร์บรอต 2% ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จ มา 40 กรัม ผสมน้ำกลั่น 1 ลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้อาหารละลายเข้ากันได้ดีแล้วนำไปใส่ในหลอดทดลอง ซึ่งมีหลอดเคอร์แรมคว่ำอยู่ภายใน ปริมาณที่ใส่ 5 มิลลิลิตร ต่อ 1 หลอด ปิดจุกเสร็จนำไปนิ่งในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ครบเวลานึ่งนำออกจากหม้อนึ่งตั้งให้เย็นพร้อมจะนำไปใช้ต่อไป

4. การเตรียม EMB Agar ในจานเพาะเชื้อ

นำสารที่ใช้สำหรับการเตรียม EMB Agar มา 36 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้ละลายเข้ากันได้ดี เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อผสมกันดีแล้ว นำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ระยะเวลาหนึ่งนำออกจากหม้อนึ่งตั้งให้เย็น แล้วเทลงในจานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้ให้แข็ง เมื่อแข็งแล้วนำไปเก็บไว้ตู้เพื่อไปใช้ต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค

ตารางที่ ก-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์อนุโลมสูงสุด)
ทางกายภาพ	สี (Colour)	ฮาเซนยูนิต (Hazen)	≠ 20.0
	กลิ่น (Odour)	-	ไม่มีกลิ่น (ไม่รวมกลิ่นคลอรีน)
	ความขุ่น (Turbidity)	ซิลิกาสเกล (Silica Scale)	≠ 5.0
	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	-	6.5-8.6
ทางเคมี	ปริมาณสารทั้งหมด(Total Solids)	มก./ล. (mg/l)	≠ 500.0
	ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)		
	(คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต)	..	≠ 100.0
	สารหนู (As)	..	≠ 0.05
	แบเรียม (Ba)	..	≠ 1.0
	แคดเมียม (Cd)	..	≠ 0.01
	คลอไรด์ (CL,คำนวณเป็นคลอรีน)	..	≠ 250.0
	โครเมียม (Cr)	..	≠ 0.05
	ทองแดง (Cu)	..	≠ 1.0
	เหล็ก (Fb)	..	≠ 0.5
	ตะกั่ว (Pb)	..	≠ 0.1
	แมงกานีส (Mg)	..	≠ 0.05

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์อนุโลมสูงสุด)
ทาง แบคทีเรีย	ปรอท (Hg)	มก./ล. (mg/l)	≠ 0.002
	ไนเตรต (No ₃ – N ₂ คำนวณเป็น ไนโตรเจน)	..	≠ 4.0
	ฟีนอล (Phenol)	..	≠ 0.001
	ซีลีเนียม (Se)	..	≠ 0.01
	เงิน (Ag)	..	≠ 0.05
	ซัลเฟต (SO ₄)	..	≠ 250.0
	สังกะสี (Zn)	..	≠ 5.0
	ฟลูออไรด์ (F) (คำนวณเป็น ฟลูออรีน)	..	≠ 1.5
	โคลิฟอร์ม (Coliform)	เอ็มพีเอ็น/100 มล.	< 2.2
	อีโคไล (E.Coli)	(MPN/100 ml)	ตรวจไม่พบ
	จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Disease-causing bacteria)	..	ตรวจไม่พบ

หมายเหตุ : ≠ = ไม่เกินกว่า

< = น้อยกว่า

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำ
บริโภคในภาชนะที่ปิดสนิท ตีพิมพ์ในหนังสือราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 157 (ฉบับ
พิเศษ) ลงวันที่ 24 กันยายน 2524

ภาคผนวก ง

ดัชนีเอ็มพีเอ็นและปิดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง-2 คำนีเอ็มพีเอ็นและขีดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 9

(สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540)

Combination of positives	MPN index / 100 ml	95 % Confidence limits	
		Lower	Upper
0-0-0	< 2		
0-0-1	2	<0.5	7
0-1-0	2	<0.5	7
0-2-0	4	<0.5	11
1-0-0	2	<0.5	7
1-0-1	4	<0.5	11
1-1-0	4	<0.5	11
1-1-1	6	<0.5	15
1-2-0	6	<0.5	15
2-0-0	5	<0.5	13
2-0-1	7	1	17
2-1-0	7	1	17
2-1-1	9	2	21
2-2-0	9	2	21
2-3-0	12	3	28
3-0-0	8	1	19

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

Combination of positives	MPN index / 100 ml	95 % Confidence limits	
		Lower	Upper
3-0-1	11	2	25
3-1-0	11	2	25
3-1-1	14	4	34
3-2-0	14	4	34
3-2-1	17	5	46
3-3-0	17	5	46
4-0-0	13	3	31
4-0-1	17	5	46
4-1-0	17	5	46
4-1-1	21	7	63
4-1-2	26	9	78
4-2-0	22	7	67
4-2-1	26	9	78
4-3-0	27	9	80
4-3-1	33	11	93
4-4-0	34	12	93
5-0-0	23	7	70
5-0-1	31	11	89
5-0-2	43	15	110
5-1-0	33	11	93
5-1-1	46	16	120

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

Combination of positives	MPN index / 100 ml	95 % Confidence limits	
		Lower	Upper
5-1-2	63	21	150
5-2-0	49	17	130
5-2-1	70	23	170
5-2-2	94	28	220
5-3-0	79	25	190
5-3-1	110	31	250
5-3-2	140	37	340
5-3-3	180	44	500
5-4-0	130	35	300
5-4-1	170	43	490
5-4-2	220	57	700
5-4-3	280	90	850
5-4-4	350	120	1000
5-5-0	240	68	750
5-5-1	350	120	1000
5-5-2	540	180	1400
5-5-3	920	300	3200
5-5-4	1600	640	5800
5-5-5	>2400		

ภาคผนวก จ


ข้อมูลการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่ม ในลักษณะกักเก็บของ
ประชาชนในหมู่บ้านวังกง ตำบลเขวาไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ-3 ข้อมูลการศึกษาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนใช้ดื่มในภาชนะ
กักเก็บของประชาชนในหมู่บ้านวังกง ตำบลเขวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย
จังหวัดมหาสารคาม

ชื่อหมู่บ้าน	เก็บครั้งที่ ว/ค/ป	ตัวอย่าง ที่	ผลการเกิดก๊าซ									
			ซ้ำที่ 1			ซ้ำที่ 2			ซ้ำที่ 3			
			10/5	1/5	0.1/5	10/5	1/5	0.1/5	10/5	1/5	0.1/5	
วังกง	1 ร.ก 2549	1	-----	-----	-----	++---	-----	-----	-----	-----	-----	
		2	+-----	+-----	-----	+-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		4	-----	-----	-----	+-----	-----	-----	-----	+-----	-----	
		5	+---	+---	-----	-----	+---	-----	-----	+---	-----	-----
		6	-----	-----	-----	++---	-----	-----	-----	+---	-----	-----
	2 ม.ก 5550	7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		8	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		9	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		10	-+---	-----	-----	-----	-----	-----	---+--	-----	-----	
		11	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		12	---+-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
	3 ม.ก 2550	13	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
		14	+---	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----	-----	
		15	-+---	-----	-----	-----	-----	-----	---+--	-----	-----	
		16	-----	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----	-----	
		17	+---+-	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----	-----	
		18	-----	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----	-----	
4 ม.ก 2550	19	++---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----+	-----	-----	
	20	-----	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----	-----		
	21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----+	-----		
	22	---+-	-----	-----	---+-	-----	-----	-----	-----+	-----	-----	
	23	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
	24	-+---	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----	-----		
	25	+---	-----	-----	---+-	-----	-----	-----	+---	-----	-----	
5 ม.ก 2550	26	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----+	-----	-----	
	27	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
	28	-----	-----	-----	---+-	-----	-----	-----	-----	-----		
	29	-+---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
	30	-+---	-----	-----	---+-	-----	-----	-----	-----	-----		
	31	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
	32	+---	-----	-----	-----	+---	-----	-----	-----	-----		



ภาคผนวก ฉ

จำนวนผู้ป่วยระบบทางเดินอาหารที่เข้ารับการรักษายาบาลจาก
โรงพยาบาลโกสุมพิสัยจังหวัดมหาสารคามเป็นรายเดือน พ. ศ 2548

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ ฉ-4 จำนวนผู้ป่วยระบบทางเดินอาหารที่เข้ารับการรักษาพยาบาลจาก

โรงพยาบาล โกสุมพิสัยจังหวัดมหาสารคามเป็นรายเดือน

พ.ศ 2548 (โรคอุจจาระร่วง)

ตำบล	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	รวม
	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต
หัวขวาง	2 0	3 0	2 0	3 0	4 0	35 0	12 0	2 0	1 0	7 0	2 0	11 0	81 0
ยางน้อย	5 0	6 0	0 0	8 0	12 0	15 0	15 0	11 0	6 0	5 0	2 0	6 0	91 0
วังยาว	20 0	12 0	12 0	7 0	21 0	36 0	21 0	19 0	3 0	9 0	6 0	17 0	183 0
เขวาไร่	22 0	10 0	21 0	17 0	49 0	31 0	52 0	39 0	31 0	23 0	17 0	22 0	334 0
แพง	12 0	8 0	8 0	19 0	9 0	21 0	6 0	5 0	1 0	6 0	6 0	7 0	108 0
แก้งแก	2 0	3 0	5 0	6 0	3 0	16 0	6 0	2 0	4 0	6 0	3 0	2 0	58 0
หนองเหล็ก	5 0	6 0	3 0	1 0	3 0	23 0	6 0	3 0	2 0	5 0	3 0	7 0	67 0
หนองบัว	9 0	8 0	9 0	3 0	4 0	11 0	3 0	6 0	8 0	2 0	4 0	6 0	73 0
เหล่า	2 0	8 0	9 0	3 0	4 0	11 0	3 0	6 0	8 0	2 0	4 0	6 0	73 0
เขื่อน	13 0	10 0	12 0	6 0	18 0	9 0	19 0	15 0	6 0	2 0	11 0	3 0	124 0

ตารางที่ ๓-4 (ต่อ)

ตำบล	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	รวม
	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ตลอดปี ต
โพนงาม	1 0	1 0	16 0	14 0	10 0	15 0	51 0	25 0	14 0	5 0	9 0	2 0	163 0
หนองบอน	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	10 0	7 0	4 0	0 0	2 0	5 0	7 0	44 0
ยางท่าแจ้ง	6 0	5 0	7 0	2 0	2 0	14 0	5 0	6 0	4 0	6 0	8 0	1 0	66 0
แหใต้	10 0	5 0	6 0	7 0	12 0	20 0	23 0	12 0	11 0	3 0	15 0	4 0	128 0
หนองกุ้ง สวรรค์	8 0	4 0	4 0	8 0	10 0	22 0	2 0	1 0	1 0	6 0	1 0	4 0	71 0
เลิงใต้	1 0	5 0	1 0	0 0	4 0	10 0	6 0	5 0	0 0	1 0	4 0	3 0	50 0
คอนกลาง	7 0	1 0	2 0	0 0	4 0	6 0	5 0	5 0	6 0	1 0	2 0	1 0	40 0
รวมทั้งสิ้น	135 0	87 0	108 0	101 0	165 0	304 0	241 0	171 0	99 0	90 0	99 0	108 0	1708 0

ตารางที่ ๓-4 จำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินอาหารที่เข้ารับการรักษาพยาบาลจาก
โรงพยาบาลโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เป็นรายเดือน พ.ศ. 2548
(โรคบิด)

ตำบล	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	รวม ตลอดปี
	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต
หัวขวาง	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
ยางน้อย	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
วังยาว	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0	2 0	0 0	0 0	1 0	0 0	0 0	9 0
เขวาไร่	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	3 0	2 0	1 0	1 0	0 0	0 0	0 0	8 0
แพง	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
แก้งแก	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
หนองเหล็ก	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	1 0	1 0	0 0	2 0	5 0
หนองบัว	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
เหล่า	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0

ตารางที่ น-4 (ต่อ)

ตำบล	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	รวม
	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต	ป ต
โพนงาม	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0
เขื่อน	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
หนองบอน	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
ยางท่าแจ้ง	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
แหใต้	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
หนองกุง สวรรค์	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
เลิงใต้	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	2 0
ดอนกลาง	0 0	4 0	0 0	0 0	0 0	2 0	2 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	8 0
รวมทั้งสิ้น	0 0	4 0	0 0	0 0	1 0	11 0	8 0	1 0	3 0	24 0	1 0	5 0	36 0



ภาคผนวก ข

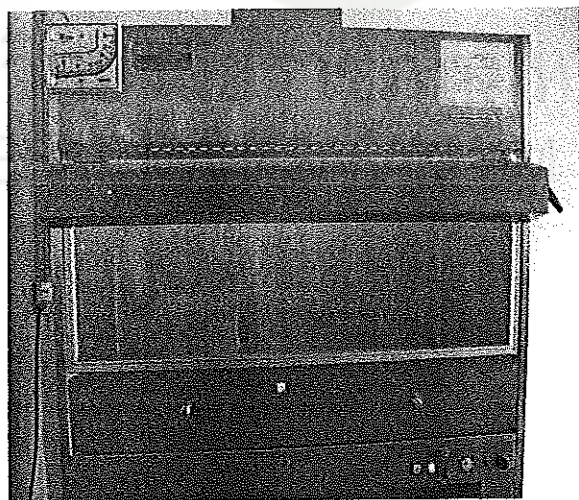
ภาพเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธี

Multiple-tube Fermentation Technique

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



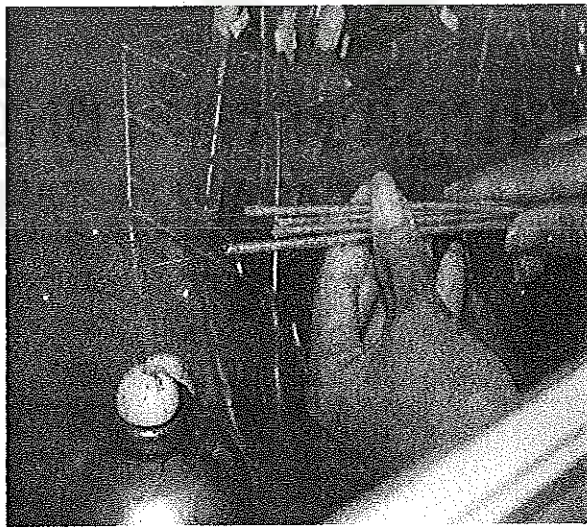
ภาพประกอบที่ ช-1 การเก็บน้ำตัวอย่าง



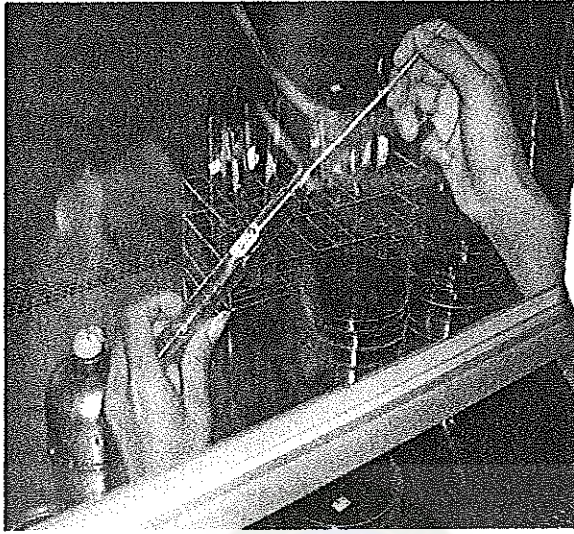
ภาพประกอบที่ ช-2 เปิดรังสี UV ฆ่าเชื้อโรค



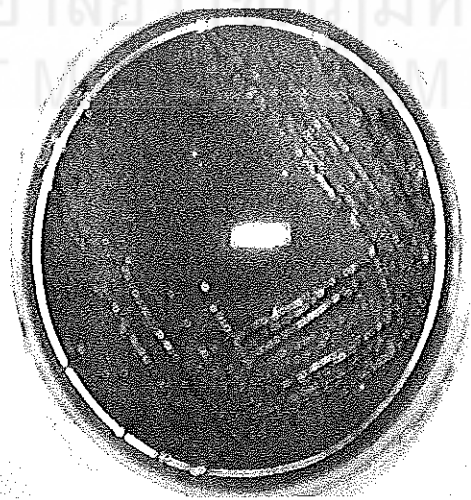
ภาพประกอบที่ ข-3 การถ่ายเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ



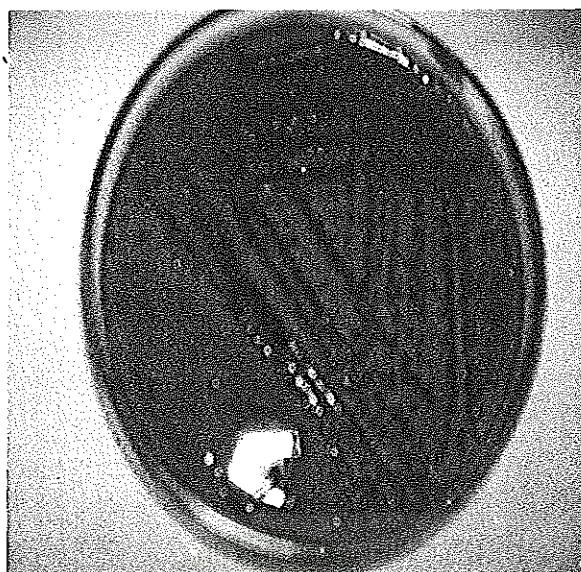
ภาพประกอบที่ ข-4 ลักษณะการฆ่าเชื้อที่ห้องถ่ายเชื้อ



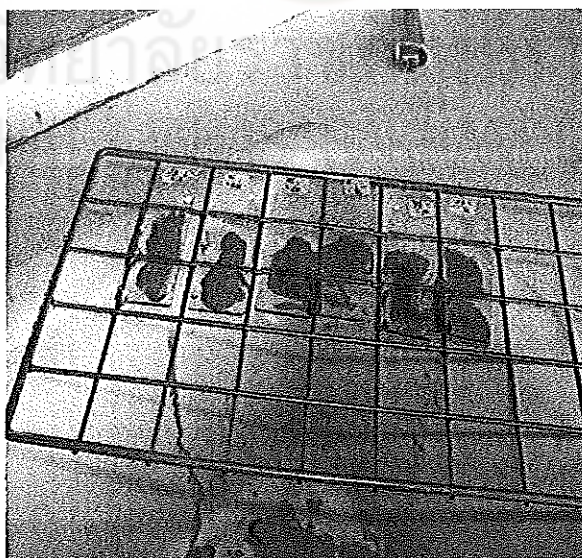
ภาพประกอบที่ ช-5 ลักษณะการถ่ายเชื้อ



ภาพประกอบที่ ช-6 ลักษณะของงานเพาะเชื้อที่เกิดเชื้อ E.Coli



ภาพที่ ช - 7 ลักษณะของงานเพาะเชื้อกลุ่มน้ำที่คัดโคติฟอร์ม



ภาพประกอบที่ ช-8 ลักษณะการข้อมสีแกรม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวมธุรดา ปองไป
 เกิด 11 เมษายน 2527
 ภูมิสำเนา 137 หมู่ 10 ตำบลเสื่อโก้ง อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
 การศึกษา ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 โรงเรียนเสื่อโก้งพิทยาสรรค์ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
 ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 โรงเรียนเสื่อโก้งพิทยาสรรค์ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
 ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษา
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อ นางสาวอนงลักษณ์ เทียบมัง
 เกิด 4 มิถุนายน 2527
 ภูมิสำเนา 26 หมู่ 6 ตำบลนาเชือก อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
 การศึกษา ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
 ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
 ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษา
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อ นางสาวอรรวรรณ เฉิดมงคล
เกิด 24 ธันวาคม 2527
ภูมิลำเนา 154 หมู่ 4 ตำบลเชียงเครือ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
การศึกษา ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนเหล่านาแกวิทยานุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนเหล่านาแกวิทยานุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษา
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY