

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอยะราช จังหวัดบุรีรัมย์

STUDY ON QUALITY OF DRINKING WATER IN
AMPHUR HUAY RAT BURIRAM PROVINCE



ไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี
PITOON CHUMWANGWAPEE

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 33102
ม., เดือน, ปี..... 5 ก.ค. 2542

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ISBN 974-622-421-2

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON QUALITY OF DRINKING WATER IN
AMPHUR HUAY RAT BURIRAM PROVINCE



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

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกา ISBN 974-622-424-2 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

นักศึกษา

นายไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี

รหัสประจำตัว

40064222

ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

พ.ศ.

2542

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.ดร.ดุชนี ธนะบริพัตน์

ผศ. ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาจากแหล่ง น้ำฝน น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำสระ น้ำบ่อไม่ติดสูบ น้ำบ่อติดสูบ ในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งต่าง ๆ ดังกล่าว จาก 12 หมู่บ้านกลุ่มตัวอย่าง ๆ ละ 1 แห่ง ในช่วงฤดูร้อน และ ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2541 รวม 24 ตัวอย่างนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2515) และใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

คุณภาพน้ำดี หมายถึงปริมาณแบคทีเรียจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานทั้งหมดไม่เกิน

500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่มี *E.coli* ถ้าปริมาณแบคทีเรียจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานทั้งหมดเกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 แต่ไม่มี *E.coli* แสดงว่าคุณภาพน้ำพอใช้ แต่ถ้าตรวจพบ *E.coli* ทุก ๆ กรณี แสดงว่าคุณภาพน้ำไม่ดี ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ พบว่าคุณภาพน้ำดี 1 ตัวอย่าง คุณภาพน้ำพอใช้ 16 ตัวอย่าง คุณภาพน้ำไม่ดี 7 ตัวอย่าง จึงเป็นข้อมูลให้ประชาชนได้พิจารณา และ ระมัดระวัง ก่อนใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ดังกล่าวเพื่อบริโภค

Thesis Title	Study on Quality of Drinking Water in Amphur Hauy Rat Buriram Province
Student	Mr. Pitoon Chumwangwapee
Student ID.	40064222
Degree	Master of Science
Programme	Science Education
Year	1999
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Punnee Leekitchwatana
Thesis Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Dusanee Thanaboripat Assist. Prof. Dr. Nuanphan Naranong

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the quality of rain water, water supply, ground water, pond water, pumped water, and well water in Amphur Hauy rat Burirum Province. Twenty-four bottles of water from one of each 12 sampling village groups were randomly collected during the 1998's summer and rainy season. Bacteriology was applied in the analysis. It was found that, according to the 1972's Ministry of Public Health Regulation 12,1 sample was defined as " fine " because 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. Sixteen samples were defined as " fair " because they did not possess the same quality as the " fine " one, however, no *E. coli* was found. Seven samples were " poor " because *E. coli* had been found.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพน้ำ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ และ การตรวจแก้ไขการเขียนวิทยานิพนธ์ จาก ผศ. ดร.พรณี ลีกิจวัฒน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยให้ความกรุณาชี้แนะแนวทางการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ดุชนี ธนะบริพัตน์ และ ผศ. ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง เป็นอย่างสูง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ได้แนะนำความรู้ทางด้านจุลชีววิทยา และการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ เป็นอย่างดี, ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์ได้ด้วยความสะดวกและเป็นผลดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการวิจัย และ ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ อธิการบดี และ รองอธิการบดี สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาส่งเสริมผู้วิจัยเข้าศึกษาต่อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์ แฝ่วบาง นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ช่วยให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายดลบันดาลให้ทุก ๆ ท่านที่กล่าวมาข้างต้น ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน และมีความสุขในชีวิตตลอดไป

ไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี

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 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
1.8 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ประวัติและภาพรวมทางสังคม อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	8
2.2 ความรู้เรื่องน้ำ.....	13
2.3 ประเภทและคุณภาพของแหล่งน้ำ.....	21
2.4 ความรู้เกี่ยวกับจุลชีววิทยา และโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ.....	24
2.5 คุณลักษณะน้ำทางด้านแบคทีเรียวิทยา.....	28
2.6 วิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา.....	30
2.7 ลักษณะของแหล่งน้ำทั้ง 12 แห่งที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในครั้งนี้.....	31

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	43
3.2 วิธีการเลือกตัวอย่าง.....	45
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.4 ขั้นตอนการดำเนินการ.....	46
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
 บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	 51
 บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ.....	 59
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	59
5.2 วิเคราะห์ผลการปฏิบัติการ.....	60
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	62
 บรรณานุกรม.....	 63
 ภาคผนวก.....	 70
ภาคผนวก ก สูตรและวิธีเตรียมอาหาร (Media) เลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย.....	71
ภาคผนวก ข การย้อมสีแบคทีเรียมีหลายวิธี	74
ภาคผนวก ค ตารางที่ 6.1 แสดงค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 10, 1, และ 0.1 มิลลิลิตร	77
ภาคผนวก ง.....	78
ภาคผนวก จ.....	78
 ประวัติผู้เขียน	 79

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 จำนวนแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์จำแนกตามตำบลของ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	44
4.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดโดยการตรวจนับ จากงานเพาะเชื้อมาตรฐาน ตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน.....	51
4.2 ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ใน ฤดูร้อน และ ฤดูฝน.....	53
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่พบ <i>E. coli</i> .ในตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน	55
4.4 สรุปคุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรีย ตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน	57
6.1 ตารางที่ 6.1 แสดงค่า MPN 100 มิลลิลิตร เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 10 , 1 , และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด.....	76

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนที่อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ (มาตราส่วน 1 : 200,000).....	9
2.2 โมเดลของน้ำ แสดงการแพร่ อิเล็กตรอนวงนอกของไฮโดรเจนอะตอม และออกซิเจนอะตอม.....	13
2.3 การวางตัวอย่างมีระเบียบของสองโมเดลของน้ำ.....	14
2.4 ลักษณะถังเก็บน้ำฝนบ้านสวายจิกน้อย ตำบลสนวน อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	31
2.5 ลักษณะโถงเก็บน้ำฝนบ้านโคกเหล็ก ตำบลโคกเหล็ก จังหวัดบุรีรัมย์.....	32
2.6 สถานที่ผลิตน้ำประปา อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	33
2.7 ลักษณะแหล่งน้ำบาดาล ที่บ้านกระสัง ตำบลโคกเหล็ก อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	34
2.8 ลักษณะสระน้ำ บ้านสนวนใน ตำบลสนวน อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	35
2.9 ลักษณะสระน้ำ บ้านตาเสา ตำบลตาเสา อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	36
2.10 ลักษณะสระน้ำ บ้านสวนรวม ตำบลห้วยราช อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	37
2.11 ลักษณะสระน้ำบ้านตะครอง ตำบลห้วยราช อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	38
2.12 ลักษณะสระน้ำ บ้านหนองโสน ตำบลตะโก อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	39
2.13 ลักษณะสระน้ำบ้านตะโก ตำบลตะโก อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	40
2.14 ลักษณะบ่อน้ำไม่ติดือบที่บ้านปะคำ ตำบลเมืองโพธิ์ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	41
2.15 ลักษณะบ่อน้ำติดือบที่บ้านสามแวง ตำบลสามแวง อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์.....	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม นอกจากเป็นส่วนประกอบของร่างกายแล้ว น้ำยังช่วยควบคุมอุณหภูมิในร่างกายอีกด้วย สิ่งมีชีวิตจะเจริญเติบโตต่อไปไม่ได้ถ้าขาดน้ำ ร่างกายสามารถอดอาหารได้เป็นเวลาหลายวัน แต่ถ้าขาดน้ำเพียงไม่กี่วันก็อาจจะถึงแก่ความตายได้ ร่างกายของมนุษย์ก็เช่นเดียวกัน ความต้องการของร่างกายมีอัตราเฉลี่ย 2,200 กรัม หรือเท่ากับร้อยละ 3.1 ของน้ำหนักตัวต่อวัน (พวงน้อย ดำริธรรมนิจ. 2527: 1) นอกจากนั้นถ้าน้ำที่บริโภคคุณภาพไม่ดีพอ มีเชื้อโรคและสิ่งเจือปนต่าง ๆ หากร่างกายได้รับน้ำที่มีสารพิษ อาจก่อให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้น และระยะยาว สารพิษบางตัวก่อให้เกิดมะเร็ง และโรคร้ายต่าง ๆ ที่ยากแก่การรักษาในประเทศไทย การเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินอาหาร และอุจจาระร่วงซึ่งน้ำเป็นสื่อ มีจำนวนสูงถึง 999,106 , 1,002,532 และ 968,689 คน ในปี พ.ศ. 2537, 2538 และ 2539 ตามลำดับ (กองระบาดวิทยา. 2539 : 5) นอกจากนี้ยังพบว่าโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญในประเทศ ซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีมากถึง ร้อยละ 60 ของโรคติดเชื้ออื่น ๆ (Unhanan. 1977 : 254) เมื่อประชาชนต้องเจ็บป่วย ประเทศชาติก็ต้องสูญเสียงบประมาณรักษาพยาบาล และสูญเสียกำลังคน ซึ่งมีผลกระทบกระเทือนต่อภาวะเศรษฐกิจของประเทศด้วย

องค์การสหประชาชาติได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นและประโยชน์ที่จะได้รับจากการบริโภคน้ำที่สะอาดจึงได้มีการรณรงค์ให้มีการประชุมสัมมนาผู้แทนจากประเทศต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องน้ำสะอาดเพื่อการบริโภค ในที่สุดได้มีมติกำหนดให้ปี พ.ศ. 2525 - 2534 เป็นทศวรรษแห่งการจัดหาน้ำสะอาด และการสุขาภิบาลให้แก่ประชาชนในชนบท สำหรับประเทศไทยได้กำหนดแผนการเร่งรัดให้มีการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อ การอุปโภค บริโภคในชนบทให้เสร็จสิ้นโดยเร็ว ซึ่งจัดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2524:41) ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (2525-2529) ได้เร่งรัดให้มีแหล่งน้ำอุปโภค ในชนบทอย่างเพียงพอและทั่วถึง โดยให้ความสำคัญของแหล่งน้ำประเภทใช้บริโภคได้ และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (2530 - 2534) ได้กำหนดให้ปรับปรุงแหล่งน้ำให้ถูกสุขลักษณะ สำหรับการบริโภครวมทั้งการใช้กรรมวิธีในการปรับปรุงน้ำจากแหล่งธรรมชาติ ให้เหมาะสมสำหรับดื่ม ได้แก่ การกรอง การเติมสารคลอรีน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่ในผืนแผ่นดิน จะต้องอาศัยหลักวิชาการ กฎเกณฑ์ และ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 252) ปัจจุบันแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ประกอบด้วย แนวทางการบริหารจัดการเพื่ออนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ ให้มีความสมบูรณ์ เกิดความสมดุลต่อระบบนิเวศวิทยา รวมทั้งการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน และเป็นฐานการพัฒนาประเทศในระยะยาว

ดังนั้นการจัดน้ำสะอาดให้ประชาชนในชนบทได้บริโภค เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ดังได้กล่าวมาแล้วจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพของแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ประชาชนจะนำมาดื่ม โดยเฉพาะทางด้านแบคทีเรีย ถือว่าสำคัญที่สุดเพราะแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรค (Pathogenic Bacteria) ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำ จะทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร สามารถระบาดได้ง่ายและรวดเร็ว หนึ่งในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทำให้ทราบถึงคุณภาพของแหล่งน้ำ และการกำหนดวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญ ในการจัดหา น้ำสะอาด เพื่อบริโภค (โกลด์ คิวบอร์ และคณะ. 2524 :17)

ผู้วิจัยมีความประสงค์จะศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์เพื่อ หาข้อมูลเกี่ยวกับแบคทีเรียชี้แนะ(Bacteriological Indicator) ที่ปนเปื้อนมากับน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำดื่มเหล่านี้มักเก็บมาด้วยความไม่ระมัดระวังจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำฝน แม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง บ่อ และน้ำบาดาล ที่มีอยู่ทั่วไปบริโภค โดยไม่ผ่านการกรอง การต้มเสียก่อน จึงเป็นเหตุให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal Diseases) อันได้แก่ อหิวาตกโรค บิด ไทฟอยด์ อาหารเป็นพิษ ตับอักเสบ เนื่องจากเชื้อไวรัส โปลิโอ โรคอุจจาระร่วง พยาธิลำไส้ และพยาธิใบไม้ในตับ เหล่านี้แพร่กระจายได้เนื่องจาก ความบกพร่องของสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ สมพร นามพรหม และคณะ (2540 : 7) กล่าวถึง ด้านสาธารณสุข อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ใน พ.ศ. 2538-2540 ว่า การป่วยด้วยโรคทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอุจจาระร่วง ยังเป็นปัญหาอันดับแรก

ในการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของน้ำดื่มที่ประชาชนใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในอำเภอห้วยราชจะให้ประโยชน์ได้โดยนำไปเสนอแนะต่อหน่วยงานสาธารณสุขอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงคุณภาพน้ำและ การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมแหล่งน้ำ ให้ประชาชนส่วนใหญ่ปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินอาหาร พัฒนาคุณภาพน้ำให้สะอาดปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ซึ่งนับว่ามีความสำคัญยิ่งต่อประชาชนโดยส่วนรวมที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจและสังคมของประชาชนในท้องถิ่น และเผยแพร่ ความรู้ให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชาชนทั่วไปได้เข้าใจถึงคุณภาพน้ำดื่มที่ควรบริโภค เพื่อให้ปลอดภัยในการบริโภคน้ำดื่มในชีวิตประจำวัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มโดยการวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological Indicator) กลุ่มโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำ ที่ประชาชนอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนใหญ่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน โดยวิธีดังนี้

1.2.1 ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน

(Standard Plate Count)

1.2.2 การวิเคราะห์ค่าเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number : MPN)

1.2.3 ตรวจหา *E. coli* ด้วยกล้องจุลทรรศน์

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการมีชีวิต แต่น้ำที่ไม่สะอาด ก็อาจทำให้ผู้บริโภคถึงแก่ชีวิตได้เช่นกัน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดให้มีน้ำสะอาด และปลอดภัย สำหรับประชาชน เพื่อสุขภาพของบุคคลในชุมชนนั้น ลักษณะของน้ำที่สะอาดและปลอดภัย 3 ประการคือ ปราศจากเชื้อโรคที่อาจทำให้เกิดโรคโดยน้ำเป็นสื่อ ไม่มีสารพิษเจือปน และ ถ้ามีแร่ธาตุหรือสารบางอย่างปนอยู่ต้องไม่เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ (ปรีดา แยมเจริญวงศ์. 2534 : 10)

คุณภาพน้ำที่สะอาดและปลอดภัยควรจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 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) ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2

3. *E.coli* ไม่มี

1.4 สมมติฐานการวิจัย

ปริมาณแบคทีเรีย ปนเปื้อนในน้ำดื่มที่เก็บจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ประชาชนส่วนใหญ่ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ใช้บริโภค เกินกว่ามาตรฐานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 Standard Plate Count ที่ 35-37 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร

1.4.2 Most Probable Number of Coliform Organism (MPN) ต่อ 100 มิลลิลิตร ตั้งแต่ 2.2 ขึ้นไป

1.4.3 *E. coli* มีปนเปื้อนอยู่ในน้ำดื่ม

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาคุณภาพน้ำดื่ม ในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในหัวข้อต่อไปนี้

1.5.1 ศึกษา น้ำดื่มในแหล่งน้ำ แต่ละหมู่บ้าน ๆ ละ 1 แห่ง ที่ประชาชนส่วนใหญ่ในหมู่บ้านนั้นใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน 79 แห่ง น้ำที่สุ่มตัวอย่างมา 12 แห่ง ๆ ละ 3 ขวด เฉพาะแหล่งน้ำที่ประชาชนส่วนใหญ่ใช้บริโภคใน 12 หมู่บ้านเพียงหนึ่งประเภท ในการวิจัยในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างโดยไม่เน้นการสรุปอ้างอิงค่าสถิติไปสู่ประชากร

1.5.2 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำในข้อ 1 วิเคราะห์โดยใช้ Tryptone Glucose Extract Agar เลี้ยงเชื้อ บ่มไว้ที่ 35 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง

1.5.3 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียชี้แนะในน้ำดื่ม จากตัวอย่างน้ำในข้อ 1.5.1 หาค่า Most Probable Number of Coliform Organism (MPN) และ *Escherichia coli* วิเคราะห์โดยใช้วิธี Multiple Tube Fermentation Technique

1.5.4 ระยะเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้มี 2 ช่วง คือ ฤดูร้อน กับ ฤดูฝน

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

เกณฑ์พิจารณาคุณภาพน้ำดื่ม ในการ วิจัยในครั้งนี้ใช้เกณฑ์ดังนี้

1.6.1 คุณภาพดี หมายถึง Standard Plate Count ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อ มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่มี *E.coli*

1.6.2 คุณภาพพอใช้ หมายถึง ค่า Standard Plate Count เกินกว่า 500 โคโลนีต่อ มิลลิลิตร และค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตั้งแต่ 2.2 ขึ้นไป และไม่มี *E. coli*

1.6.3 คุณภาพไม่ดี หมายถึงมี *E.coli* ปนเปื้อน

1.7 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรคือ คุณภาพน้ำดื่มที่พิจารณาจากตัวบ่งชี้ 3 ประการคือ

1.7.1 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.2 ค่าเอ็มพีเอ็น

1.7.3 *E. coli*

1.8 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีคำศัพท์บางคำที่ใช้ อาจมีความหมายที่แตกต่างไปจากคำที่ใช้กันทั่วไป ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ดังนี้

1.8.1 น้ำดื่ม (Drinking Water) หมายถึงของเหลวที่มนุษย์บริโภค เพื่อเป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกาย ช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ช่วยในการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ แล้วยังเป็นตัวนำสารละลายอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอีกด้วย

1.8.2 น้ำ(Water) หมายถึงสารประกอบซึ่งมีองค์ประกอบเป็นธาตุไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 1 : 8 โดยน้ำหนัก เมื่อบริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีกลิ่น รส มีประโยชน์มาก เช่น ใช้ดื่ม ชำระล้างสิ่งสกปรก

1.8.3 น้ำใต้ดินชั้นบนหรือน้ำในดิน (Upper Ground Water) หมายถึงน้ำที่ขังตัวอยู่ในดินระหว่างชั้นดินเนื้อแน่นเกือบไม่ซึมน้ำ อยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากนัก น้ำในชั้นนี้จะมีออกซิเจนละลายอยู่พอประมาณ จะมีสารแขวนลอยอยู่มาก ความขุ่นมาก

1.8.4 น้ำสระ(Pond Water)หมายถึงแหล่งน้ำที่มนุษย์จัดทำขึ้นโดยการขุดดินลักษณะรูปสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 10X20X5 เมตร ขึ้นไป น้ำขังตัวอยู่เป็นน้ำซึมจากใต้ดินชั้นบน หรือน้ำฝนที่สะสมไว้จากช่วงฤดูฝน น้ำประเภทนี้จะมีปริมาณมากในฤดูฝน และจะลดลงในฤดูแล้ง

1.8.5 น้ำบาดาล (Ground Water) หมายถึง น้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปโดยซึมผ่านชั้นดินและหินต่าง ๆ ไปขังตัวอยู่ระหว่างชั้นดินหรือชั้นหิน ที่ไม่ยอมให้น้ำผ่านไปได้อีก

1.8.6 น้ำฝน (Rain Water) หมายถึง น้ำที่เกิดจากการควบแน่นของละอองไอน้ำ ในอากาศจนกลายเป็นหยดน้ำ แล้วตกลงมาสู่ผิวโลกเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

1.8.7 น้ำประปา (Water Supply) หมายถึง การจัดน้ำสะอาด ปลอดภัย มีปริมาณเพียงพอ และส่งไปถึงผู้ใช้งานถึงที่ โดยระบบท่อที่มีแรงดันมากพอ เพื่อกระตุ้นสุขวิทยาส่วนบุคคลและครอบครัว

1.8.8 น้ำบ่อไม่ติดสูบ (Well Water) หมายถึงน้ำซึมจากใต้ดินชั้นบนที่ขังตัวในหลุมดินที่มนุษย์ขุดลงไปรูปทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เมตร ลึกประมาณ 10 เมตร และอาจจะใช้ท่อซีเมนต์หรือไม้กั้นดินฝังลง ถ้าเป็นพื้นที่หินแข็งแรงก็ไม่ต้องใช้สิ่งใดกั้นก็ได้ ปริมาณน้ำจะแปรไปตามน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำน้อยในฤดูแล้ง ปริมาณน้ำมากในฤดูฝน

1.8.9 น้ำป้อนดูดซับ (Pumped Water) หมายถึงน้ำป้อนที่มีลักษณะเดียวกันกับ ป้อนไม่ดูดซับ ตัวป้อนจะมีท่อซีเมนต์กัน ที่ปากป้อนจะมีฝาปิดสนิท และติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้

1.8.10 จุลินทรีย์ (Microorganism) หมายถึงสิ่งมีชีวิตเล็กมาก ซึ่งมีอาจจะมองเห็น ได้ด้วยตาเปล่า มีปะปนอยู่ทั่วไป กิจกรรมของมันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่มีนํ้าอาศัยอยู่ เช่นการบูดเน่า เกิดก๊าซ รส กลิ่น สี เป็นพิษ การย่อยสลาย เป็นต้น

1.8.11 จุลชีววิทยา (Microbiology) หมายถึงวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์และ กิจกรรมของจุลินทรีย์ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง โครงสร้าง การสืบพันธุ์ สรีรวิทยา การวิเคราะห์ จำแนก (Identification) การแพร่กระจายในธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ด้วยกัน และระหว่างจุลินทรีย์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาวะทางเคมี และ กายภาพ ในสภาพแวดล้อมที่จุลินทรีย์เจริญเติบโต

1.8.12 แบคทีเรีย (Bacteria) หมายถึงจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่มีโครงสร้าง แบบง่าย ๆ เป็นเซลล์ที่มีลักษณะแบบ Prokaryotic Cell ขนาดเล็กมาก มีปะปนอยู่ใน อากาศ ดินน้ำโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งอาจจะปนเปื้อนอยู่ในน้ำดื่มที่สำคัญได้แก่ อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์

1.8.13 สาธารณสุข (Public Health) หมายถึงวิทยาการแห่งการป้องกันโรค การทำ ให้อายุยืนยาว การยกระดับอนามัยและประสิทธิภาพของบุคคล

1.8.14 โคโลนี (Colony) หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ ที่ถูกสร้างขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ โดย สมมติฐานว่าจุลินทรีย์ 1 ตัว จะสร้างโคโลนีได้ 1 โคโลนี

1.8.15 โคลิฟอร์ม (Coliforms) หมายถึง จุลินทรีย์แกรมลบเป็นรูปท่อนสั้น ๆ มีทั้งชนิด ให้ออกซิเจน และไม่ให้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมลบสามารถย่อย สลายน้ำตาลแล็กโทสให้เกิดก๊าซที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง เช่น *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*

1.8.16 การย้อมสีแบคทีเรียแบบแกรม (Gram Stain Technique) หมายถึง การย้อม สีด้วยสารเคมีพวกสารละลายคริสตัลไวโอเลต แบคทีเรียที่ติดสีย้อมสารละลายคริสตัลไวโอเลต จะมองเห็นเป็นสีม่วง เป็นชนิดแกรมบวก (Gram Positive) แบคทีเรียติดสีย้อมสารละลายซาฟรา นิน เห็นเป็นสีแดงเป็นพวกแกรมลบ (Gram Negative)

1.8.17 *E. coli* หมายถึงแบคทีเรียที่มีรูปร่างแบบท่อนสั้น ๆ ขนาดเล็ก ยาว1.0-3.0 ไมโครเมตร กว้าง 0.4-0.7 ไมโครเมตร (1 ไมโครเมตร= 10^{-6} เมตร) ติดสีย้อมแกรมลบ เป็น แบคทีเรียที่เน่า และเป็นสาเหตุ อุจจาระร่วงในเด็ก อายุต่ำกว่า 2 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8.18 แบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological Indicator) หมายถึง แบคทีเรียที่แสดงว่า น้ำนั้นไม่ปลอดภัย ในการบริโภค เช่น *E. coli* ซึ่งตรวจพบในน้ำ วิธีหนึ่งที่นิยมกันคือ วิธีเอ็มพีเอ็น เมื่อพบจะเป็นตัวแสดงว่า จะต้องมีการบำบัดน้ำเป็นสาเหตุของโรคทางน้ำปนเปื้อนอยู่ด้วยมีค่าแปรผันตรงต่อกันเช่นโคลิฟอร์ม (Coliform) , *Streptococcus*, *Clostridium* เป็นต้น

1.8.19 เอ็มพีเอ็น (MPN) หมายถึง ดัชนีแสดงค่าของโคลิฟอร์มที่พบจากการเลี้ยงเชื้อตัวอย่างน้ำที่ผสมเชื้อจากแล้วตามส่วน ประสงค์ที่จะควบคุมขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ ที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ



วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ศึกษา ทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยเรียงตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ประวัติและภาพรวมทางสังคมอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์
- 2.2 ความรู้เรื่องน้ำ
- 2.3 ประเภทและคุณภาพของแหล่งน้ำ
- 2.4 ความรู้เกี่ยวกับจุลชีวะวิทยา และโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ
- 2.5 คุณลักษณะน้ำทางแบคทีเรียวิทยา
- 2.6 วิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา
- 2.7 ลักษณะของแหล่งน้ำทั้ง 12 แห่งที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในครั้งนี้

2.1 ประวัติและภาพรวมทางสังคม อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

2.1.1 ประวัติอำเภอห้วยราช

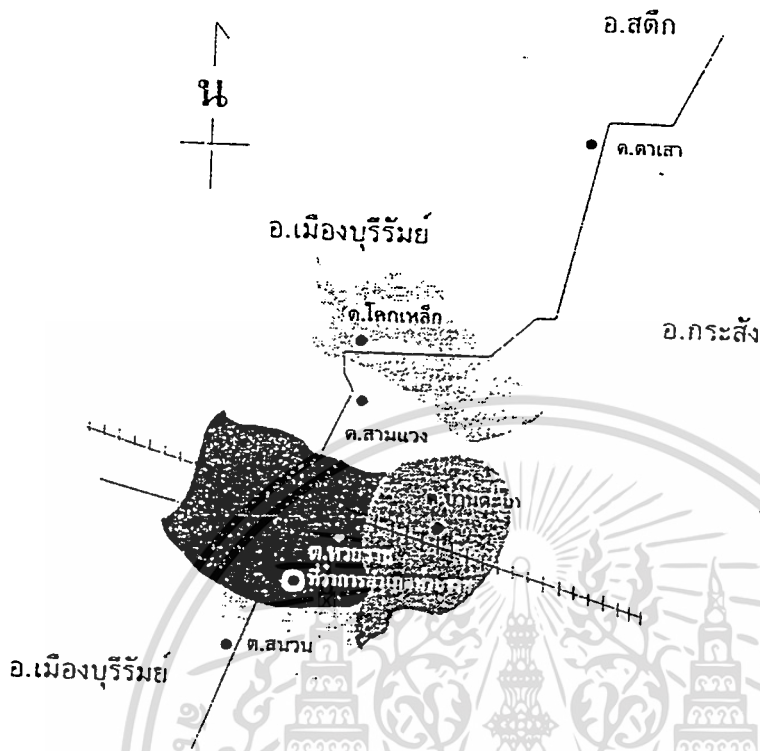
สมพร นามพรหม และคณะ (2540 : 4-8) กล่าวว่า อำเภอห้วยราชเดิมเรียกว่า "บ้านห้วยขาด" ซึ่งตรงกับภาษาท้องถิ่น ที่เป็นภาษาเขมรว่า "โหลกระม็อด" คำว่า โหล แปลว่า ห้วย และคำว่า กระม็อด แปลว่า ขาด รวมกันเรียกว่า "ห้วยขาด" เพราะสมัยก่อนในฤดูฝนจะมี น้ำหลากท่วมพื้นที่ซึ่งมีห้วยอยู่ทางทิศตะวันตกของหมู่บ้าน ลำห้วยไม่สามารถรับน้ำได้แม้ว่าจะทำ ทำนบหรือฝายกั้นน้ำก็ตาม เมื่อถึงฤดูฝนจะพังทุกปี จึงได้ชื่อว่าบ้านห้วยขาด อยู่ในพื้นที่ปกครอง ของตำบลห้วยราช อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2531 อำเภอเมืองบุรีรัมย์ มี ประชากรมากขึ้นเป็น 201,385 คน พื้นที่ 1016.13 ตารางกิโลเมตร แบ่งการปกครองเป็น 23 ตำบล 332 หมู่บ้าน มีเทศบาล 1 แห่ง สุขาภิบาล 2 แห่ง โดยที่เป็นอำเภอที่มี พื้นที่กว้าง ขว้าง และมีหมู่บ้านมากที่สุดของประเทศ จึงเป็นการยากในการปกครอง อำนวยความสะดวก และพัฒนาให้ประชาชนได้มีความอยู่ดีกินดี อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จึงได้รายงานขอจัดตั้งเป็นกิ่ง อำเภอ ห้วยราชขึ้น โดยกระทรวงมหาดไทย ได้ประกาศตั้ง เป็นกิ่งอำเภอห้วยราช เมื่อวันที่ 17 มกราคม 2533 และได้ยกฐานะเป็นอำเภอ เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2538

2.1.2 สภาพทั่วไป

2.1.2.1 ที่ตั้ง อยู่บนถนนสายห้วยราช - กระสัง อยู่ห่างจากจังหวัดบุรีรัมย์ ไปทางทิศตะวันออก 12 กิโลเมตร ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ}31'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $102^{\circ}50'$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะวันออก (ดูภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 แผนที่อำเภอหัวรား จังหวัดบุรีรัมย์ (มาตราส่วน 1 : 200,000)

ที่มา : กรมพร นานพรม และคณะ 2540 : 1

2.1.2.2 อาณาเขต ทิศเหนือจด อำเภอสตึก ทิศใต้จด อำเภอเมือง
ทิศตะวันออกจด อำเภอกระสัง ทิศตะวันตกจดอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

2.1.2.3 ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศเป็นพื้นที่ราบที่ได้รับอิทธิพล
จาก ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้มี อากาศหนาว และแห้ง ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
ซึ่งเริ่มประมาณเดือน พฤษภาคม ถึง กันยายน จะพัดเอาอากาศชื้นและอบอุ่นจากลมมรสุม
อินเดีย เข้ามา จึงแบ่งฤดูออกเป็น 3 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน เริ่มจากกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคม
ระยะนี้ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลัง ในเดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมจากทะเลจีนใต้ ก็
เริ่มพัดเข้ามาทางใต้ หรือตะวันออกเฉียงใต้ ช่วงเวลานี้พื้นดิน ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น
อากาศจึงร้อนอบอ้าว และแห้งแล้งมาก อุณหภูมิจะสูงมาก ในช่วงเดือน เมษายน

2. ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงเดือน ตุลาคม สภาพฝน
ที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เป็นฝนที่ให้ประโยชน์ต่อการเกษตร เนื่องจากลักษณะภูมิ
ประเทศ มีเทือกเขาบรรทัด และเทือกเขาพนมดงรัก ทอดตัวในแนวตะวันตก และตะวันออก จึง
เอียงสารเป็นเอียงสารทงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ทางตอนใต้ ของจังหวัด ทำให้เกิดขบวนการทางลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จึงทำให้ฝนไม่ตก ในเขตอำเภอห้วยราช และทำให้ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติ ทั้งนี้เพราะปริมาณน้ำฝนโดยส่วนใหญ่ เป็นฝนที่เกิดจาก พายุโซนร้อน และดีเปรสชัน ซึ่งเคลื่อนที่เข้ามาทางทะเลจีนใต้ ทางอ่าวตังเกี๋ย และประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

3. ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ปลาย เดือน ตุลาคมถึง กุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลของลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมเย็น และแห้งแล้ง ทำให้ลมพัดผ่าน อำเภอห้วยราช ได้สะดวก เพราะไม่มีเทือกเขากั้น

2.1.2.4 การคมนาคมขนส่ง การคมนาคมขนส่งของอำเภอห้วยราช สามารถติดต่อระหว่างชุมชนได้สะดวกโดยแบ่งออกเป็น 2 ทางคือ ทางรถยนต์ และทางรถไฟ การคมนาคม ติดต่อภายในและภายนอกอำเภอ มีเส้นทางที่สำคัญดังนี้

1. ถนน ร.พ.ช. หมายเลข 2386 จากอำเภอห้วยราช ไปทางทิศตะวันตก สามารถติดต่อตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ได้

2. ถนน ร.พ.ช. หมายเลข 11012 เป็นถนนลาดยางสภาพดี สายบ้านห้วยราช-สตึก จากอำเภอห้วยราชไปทางทิศเหนือสามารถติดต่อกับ ตำบลสามแวง ตำบลโคกเหล็กและตำบลปราสาท อำเภอเมืองได้

3. ถนน ร.พ.ช. หมายเลข 11012 ไปทางทิศใต้จากอำเภอห้วยราช สามารถติดต่อกับตำบล ลำนวน

4. ทางรถไฟจากสถานีห้วยราช ตำบลห้วยราช ไปทางทิศตะวันตก ติดต่ออำเภอเมืองบุรีรัมย์ และทางทิศตะวันออกสามารถติดต่อ อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

นอกจากนี้ยังมีถนนลูกรังจำนวนหลายสาย สามารถเชื่อมต่อกับตำบลต่าง ๆ ของอำเภอใกล้เคียงได้

2.1.2.5 แหล่งน้ำ มีแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1. น้ำฝน เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญที่สุด ฝนจะเริ่มตกราวเดือนพฤษภาคม ทั้งช่วงในเดือน มิถุนายน-กรกฎาคม และจะตกชุกในเดือน สิงหาคม-กันยายน และตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นต้นไป จะมีปริมาณน้ำฝนเพียงเล็กน้อย ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย ทั้งปี ประมาณ 1,293.8 มิลลิเมตร

2. น้ำผิวดิน ในที่นี้หมายถึง ลำห้วยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งสภาพน้ำที่มีอยู่ในลำห้วยต่าง ๆ จากการสำรวจของกรมชลประทานพบว่าลำห้วยต่าง ๆ มีสภาพต้นเขินมีน้ำไหลในระยะ 4-6 เดือน ทำให้ไม่เพียงพอต่อการอุปโภคบริโภค อำเภอห้วยราช มีลำห้วยที่สำคัญคือ ลำห้วยตลาด มีต้นกำเนิดอยู่บริเวณตอนใต้ของตำบลเสม็ด อำเภอเมืองบุรีรัมย์ มีทิศทางการไหลของน้ำจากทิศใต้ไปทิศเหนือ มีอ่างเก็บน้ำที่สำคัญกั้นลำห้วย คืออ่างเก็บน้ำเอกราชนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้วยตลาด ซึ่งไหลผ่าน ตำบลสะแกชำ ตำบลสวายจิก อำเภอเมืองบุรีรัมย์ ตำบลห้วยราช ตำบลสามแวง ตำบลโคกเหล็ก อำเภอห้วยราชผ่านตำบลบ้านยาง ตำบลบัวทอง ตำบลปราสาท อำเภอเมืองบุรีรัมย์ไหลลงลำตะโคง ตำบลบ้านด่าน ความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร ลำห้วยตะโก มีต้นกำเนิดบริเวณบ้านตะโก ตำบลบ้านตะโก มีทิศทางการไหลจากทิศใต้ไปทางทิศเหนือ มีความยาวประมาณ 5 กิโลเมตร

3. น้ำใต้ดิน จากการสำรวจของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี พบว่าในอำเภอห้วยราช มีแหล่งน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล มีปริมาณน้ำที่คาดว่า จะพัฒนา นำมาใช้ได้ 2.10 ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง บางพื้นที่คาดว่าจะพัฒนานำมาใช้ได้ 10-20 ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง และมีน้อยมากที่คาดว่าจะพัฒนานำมาใช้ได้มากกว่า 20 ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนของ ตำบลสามแวง เท่านั้น

4. แหล่งน้ำในเขตชลประทาน อ่างเก็บน้ำห้วยตลาดตั้งอยู่ในเขตตำบลเสม็ดอำเภอเมืองบุรีรัมย์ พื้นที่เก็บน้ำ 8,900 ไร่ พื้นที่รับน้ำฝน 153 ตารางกิโลเมตร ความจุ 19.17 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่รับน้ำในเขตตำบลสะแกชำ ตำบลสวายจิก ตำบลสนวน ตำบลห้วยราช อำเภอห้วยราช ผลของการใช้น้ำในเขตชลประทานพบว่า น้ำที่ปล่อยมาจากอ่างเก็บน้ำนั้นไหลมาถึงเพียงบ้านฝ้าย ตำบลสวายจิก เท่านั้น น้ำไม่สามารถไหลผ่านมาถึงอำเภอห้วยราชได้ เนื่องจากคลองส่งน้ำชำรุดเสียหาย และยังไม่มีการซ่อมแซม

2.1.2.6 การปกครอง การบริหารส่วนภูมิภาค อำเภอห้วยราช แบ่งการปกครองออกเป็น 8 ตำบล 79 หมู่บ้าน มีประชากรตามสถิติทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2540 รวมทั้งสิ้น 33,916 คน แยกเป็นชาย 16,945 คน หญิง 16,961 คน จำนวนครอบครัว 5,341 ครอบครัว ความหนาแน่นของประชากร ต่อพื้นที่ 190.49 คน / ตารางกิโลเมตร ตำบลที่มีประชากรหนาแน่นมากที่สุด คือ ตำบลห้วยราช มีความหนาแน่นของประชากร 304.52 คน/ตารางกิโลเมตร อำเภอห้วยราชมีรายได้ ไม่รวมเงินอุดหนุนเฉลี่ย 3 ปี ที่ผ่านมา 219,075.27 บาท การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น มีสุขาภิบาล 1 แห่ง คือสุขาภิบาลห้วยราชมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 1.752 ตารางกิโลเมตร (1,095 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 0.96 ของพื้นที่ทั้งหมดของอำเภอ ประชากรเมื่อสิ้นเดือน ธันวาคม 2537 มีจำนวน 3,121 คน จำนวนครัวเรือน 608 ครัวเรือน รายได้ไม่รวมเงินอุดหนุนในปีที่ผ่านมา 3,080,535 บาท ในการเลือกตั้งสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2535 อำเภอห้วยราช มีจำนวนหน่วยเลือกตั้งทั้งสิ้น 36 หน่วย ผู้มีสิทธิในการเลือกตั้งจำนวน 13,310 คน มีผู้ไปใช้สิทธิจำนวน 12,137 คน คิดเป็นร้อยละ 91.18 ของจำนวนผู้มีสิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด มีจำนวนบัตรเสีย 482 บัตร คิดเป็นร้อยละ 3.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.7 ด้านสาธารณสุข ข้อมูลด้านสถานบริการโรงพยาบาลชุมชน 1 แห่ง สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ 1 แห่ง สถานีอนามัย 5 แห่ง ร้านขายยา 1 แห่ง ข้อมูลด้านบุคลากรแพทย์ 1 คน เภสัชกร 1 คน พยาบาล 10 คน เจ้าหน้าที่สาธารณสุข 21 คน ลูกจ้าง 8 คน ข้อมูลด้านสุขภาพ อัตราการเกิด 7.24 คนต่อประชากร 1,000 คน อัตราการตาย 3.88 คนต่อประชากร 1,000 คน อัตราการเพิ่มของประชากรร้อยละ 3.36 สาเหตุการป่วย 5 อันดับแรก ได้แก่ อุจจาระร่วง ตาแดง ปอดบวม ไข้ไม่ทราบสาเหตุ อาหารเป็นพิษ สาเหตุการตาย 5 อันดับแรก โรคชรา โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคตับอักเสบ โรควัณโรค

2.1.2.8 ด้านการศึกษา ศาสนา และศิลปวัฒนธรรม

1. จัดการศึกษาระดับก่อนประถมศึกษา (3-5 ปี) เพื่อเตรียมความพร้อมด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา ก่อนเข้าเรียนชั้นประถมศึกษา
2. จัดการศึกษาประถมศึกษาให้แก่เด็กทั้งใน และ นอกกระบบโรงเรียน จำนวน 79 หมู่บ้าน
3. จัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งใน และ นอกกระบบโรงเรียนเพื่อให้นักเรียนที่เรียนจบชั้น ป. 6 มีโอกาสเข้าศึกษาเพิ่มเติมตามนโยบายของโครงการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
4. จัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งในและนอกกระบบโรงเรียน เพื่อมุ่งเสริมสร้างทักษะความชำนาญด้านอาชีพ และวิชาสามัญโดยให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจและความถนัด
5. เสริมให้เด็ก เยาวชน ประชาชน เห็นคุณค่าและการทำนุบำรุงอนุรักษ์ศิลป วัฒนธรรมไทย วัฒนธรรมท้องถิ่น รวมทั้งภูมิปัญญาท้องถิ่น
6. การส่งเสริมให้เด็ก เยาวชน ประชาชน ได้มีความรู้เกี่ยวกับหลักธรรม คำสั่งสอนทางศาสนาโดยจัดกิจกรรมทางศาสนา และบูรณะศาสนสถาน

2.1.2.9 ข้อมูลทั่วไป

1. ข้อมูลของเด็กก่อนประถมศึกษาโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอห้วยราช จำนวน 16 โรงเรียน จัดการศึกษาระดับอนุบาลหนึ่งถึงเด็กเล็ก จำนวนนักเรียนชาย 482 คน รวม 962 คน ศูนย์อบรมเด็กก่อนเกณฑ์ในวัด จำนวน 6 ศูนย์ นักเรียนชาย 190 คน หญิง 159 คน รวม 349 คน ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จำนวน 1 แห่ง
 2. ข้อมูลของนักเรียนระดับประถมศึกษาโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอห้วยราช จำนวน 16 โรงเรียน จัดการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 มีนักเรียน ชาย 1,858 คน หญิง 1,719 คน รวม 3,577 คน การศึกษานอกโรงเรียนจัดการศึกษาระดับประถมศึกษา มีนักเรียนชาย 124 คน หญิง 15 คน รวม 139 คน
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

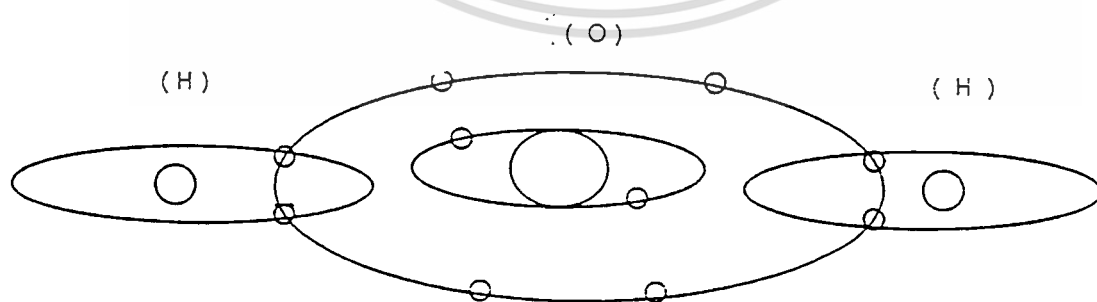
3. ข้อมูลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในสังกัด กรมสามัญศึกษา จำนวน 1 โรง มีนักเรียนชาย 349 คน หญิง 415 คน รวม 764 คน โครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในโรงเรียนระดับประถมศึกษา มีนักเรียนชาย 225 คน หญิง 192 คน รวม 417 คน ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน จัดการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น มีนักเรียนชาย 119 คน หญิง 76 คน รวม 195 คน

4. ข้อมูลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 1 โรง มีนักเรียนชาย 151 คน นักเรียนหญิง 128 คน รวม 279 คน ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน จัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีนักเรียน ชาย 24 คน หญิง 16 คน รวม 40 คน

2.2 ความรู้เรื่องน้ำ

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแหล่งน้ำ น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ปริมาณน้ำที่อยู่ในโลกนี้ประมาณ 1.35 หมื่นล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ประมาณร้อยละ 97.3 ของน้ำทั้งหมดเป็นน้ำเค็มในมหาสมุทร ประมาณร้อยละ 2.7 หรือประมาณ 37 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตรเป็นน้ำจืด และจำนวนสี่ในห้าส่วนของน้ำจืดหรือประมาณร้อยละ 2.1 มีสภาพเป็นน้ำแข็งอยู่ทางขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ดังนั้นจะมีน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์อยู่เพียง 1 ส่วนใน 5 ส่วนเท่านั้น และจะเป็นน้ำผิวดินเพียงร้อยละ 0.01 น้ำใต้ดินร้อยละ 0.605 (นัยนา วงศ์สังข์, 2538 : 69)

2.2.1.1 โมเลกุลของน้ำ เปี่ยมศักดิ์ เมณะเศวต (2538 :30-65) กล่าวว่า โมเลกุลของน้ำประกอบด้วย Covalent Bond สองอันระหว่าง ไฮโดรเจนสองอะตอม กับ ออกซิเจน หนึ่งอะตอม มีสูตรทางเคมี H_2O (ภาพที่ 2.2)

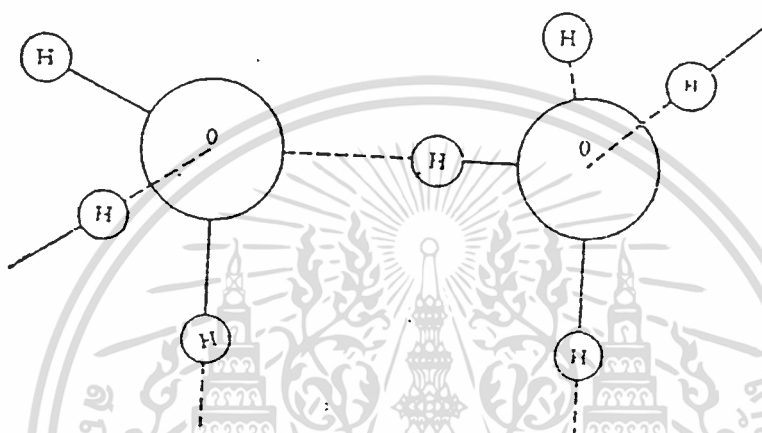


ภาพที่ 2.2 โมเลกุลของน้ำ แสดงการแชร์ อิเล็กตรอนวงนอกของไฮโดรเจนอะตอมและ ออกซิเจนอะตอม

ที่มา : เปี่ยมศักดิ์ เมณะเศวต (2538 : 30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Covalent Bond เกิดจากการที่อะตอมของธาตุทั้งสอง มีการแชร์ อิเล็กตรอนในวงนอกเดียวกัน ระยะของตำแหน่งที่ไม่เท่ากันทำให้เกิดความเป็นประจุ กล่าวคือ กลุ่มอิเล็กตรอนจะอยู่ใกล้นิวเคลียสของออกซิเจนมากกว่าของไฮโดรเจน ทำให้ออกซิเจนมีสภาพ เป็นประจุลบเล็กน้อย และไฮโดรเจนมีสภาพเป็นประจุบวกเล็กน้อย ความเป็นประจุนี้เองที่ทำให้เกิดไฮโดรเจนอะตอมของโมเลกุลหนึ่งมีแรงดึงดูดกับออกซิเจนอะตอมของอีกโมเลกุลหนึ่ง และทำให้มีการวางตัวของโมเลกุลอย่างมีระเบียบ ดังที่แสดงไว้ใน ภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 การวางตัวอย่างมีระเบียบของสองโมเลกุลของน้ำ
ที่มา : เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2538 : 30)

2.2.1.2 การระเหยของน้ำ น้ำระเหยได้ช้ามากเมื่อเทียบกับสารประกอบชนิดอื่น ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า น้ำมี Latent Heat of Vaporization สูง การระเหยของน้ำคือกระบวนการ ซึ่งเกิดจากการ ให้ความร้อนแก่สารประกอบเพื่อที่จะทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำแตกออกจากกัน ดังที่เราได้ทราบแล้วว่าไฮโดรเจนอะตอมเป็นตัวที่ตรึงโมเลกุลของน้ำข้างเคียงเอาไว้ด้วยกันฉะนั้นความร้อนที่ต้องการจะมาทำให้แรงดึงดูดของไฮโดรเจนที่มีต่อโมเลกุลตัวอื่นของน้ำขาดออกจากกันจะต้องเป็นปริมาณ 2 เท่าของพลังของ hydrogen bond (4.85 kcal ต่อหนึ่ง bond หรือ 9.7 kcal ต่อกรัมโมเลกุล) ฉะนั้น จำนวนความร้อนที่จะทำให้ น้ำ 1 กรัม ระเหยได้ก็คือประมาณ 500 ถึง 600 cal

2.2.1.3 ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) ของสารประกอบนั้น หมายถึง ความสามารถ ที่จะเก็บความร้อนของสารประกอบโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร น้ำมีความร้อนจำเพาะสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบชนิดอื่นกล่าวคือ ถ้าเราให้ความร้อนแก่น้ำจำนวนหนึ่ง อุณหภูมิจะสูงขึ้นช้ากว่าสารประกอบชนิดอื่น ที่ได้รับความร้อนจำนวนเดียวกัน และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางกลับกัน ถ้าน้ำมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา อุณหภูมิก็จะลดลงช้าเช่นเดียวกัน การที่น้ำมีความร้อนจำเพาะสูง นี่ก็เป็นข้อที่ทำให้น้ำในทะเลสาบหรือทะเล มหาสมุทรมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช้ากว่าแผ่นดิน กระแสน้ำอุ่นที่ไหลเข้าหาฝั่งเขตหนาวในฤดูหนาว ก็จะทำให้บริเวณนั้นมีอากาศหนาวน้อยกว่า หรืออบอุ่นกว่าบริเวณอื่น เช่นเกาะญี่ปุ่น และบริเวณฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ

ความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสภาพจากของแข็งกลายเป็นของเหลวโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงคือ Latent Heat of Fusion การที่จะหลอมน้ำแข็ง 1 กรัมที่ 0 องศาเซลเซียส ต้องการความร้อน 79.7 cal

ของเหลวชนิดต่าง ๆ รวมทั้งน้ำจะมีความหนาแน่นหรือหนักมากขึ้นในอุณหภูมิที่ต่ำลง และมีความหนาแน่นน้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สำหรับน้ำจืดนั้น มีลักษณะที่เด่นที่ไม่เหมือนของเหลวชนิดอื่นอยู่อย่างหนึ่งคือ มีความหนาแน่นสูงสุดก่อนที่จะถึงอุณหภูมิที่เป็นจุดเยือกแข็ง น้ำจืดที่บริสุทธิ์จะมีความหนาแน่นสูงสุดที่ 4 องศาเซลเซียส และมีจุดเยือกแข็งอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส และเมื่อน้ำแข็งตัวแล้ว ก็จะมีการขยายตัว 1 ใน 11 ส่วน ดังนั้น 1 ใน 11 ส่วนของน้ำแข็งจะลอยอยู่เหนือน้ำ สิ่งนี้มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืดที่อยู่ในเขตหนาว จะเห็นได้ว่าแม้บริเวณผิวของทะเลสาบ ในเขตหนาวจะมีน้ำแข็งปกคลุม แต่ข้างล่างนั้นจะเป็นน้ำ ที่มีอุณหภูมิที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ดำรงชีวิตอยู่ได้

2.2.1.4 ความหนาแน่นของน้ำนั้นไม่ได้มีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิเพียงอย่างเดียวแต่มีความสัมพันธ์กับสารประกอบที่ละลายอยู่ในน้ำด้วย น้ำทะเลนั้นไม่เหมือนน้ำจืด น้ำทะเลมีจุดเยือกแข็งที่ -2 องศาเซลเซียส และมีความหนาแน่นสูงสุดที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งเล็กน้อย คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นได้แก่ ความหนืด (Viscosity) น้ำเมื่อเปรียบเทียบกับของเหลวชนิดอื่นจะพบว่า ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะแรงดึงดูดระหว่างไฮโดรเจนของโมเลกุลกับออกซิเจนของโมเลกุล การที่น้ำมีความหนืดสูง มีประโยชน์ต่อพวกสัตว์น้ำเพราะเป็นเครื่องพยุงตัวและรักษารูปร่าง ความหนืดจะเปลี่ยนแปลงประมาณร้อยละ 33.5 ต่อ 1 องศาเซลเซียส

มวลหรือน้ำหนักของน้ำมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่น โดยทั่วไปแล้วมวลของน้ำถูกพิจารณาโดยน้ำหนัก น้ำบริสุทธิ์ 1 ลูกบาศก์เมตรจะหนัก 998.4 กิโลกรัม และความดันของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความลึก ความลึกประมาณ 30 เมตร จะมีความดันเท่ากับ 4 บรรยากาศ (4 กิโลกรัมต่อหนึ่งตารางเซนติเมตร) หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่า น้ำจะมีความดันเพิ่มขึ้น 1 บรรยากาศทุก ๆ ความลึก 10 เมตร

2.2.1.5 ความติด (Adhesion) คือ กระบวนการดึงดูดระหว่างไฮโดรเจนของโมเลกุลของน้ำกับออกซิเจนของผนังวัตถุที่น้ำสัมผัสอยู่ วัตถุที่น้ำไหลผ่านหรือสัมผัสนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

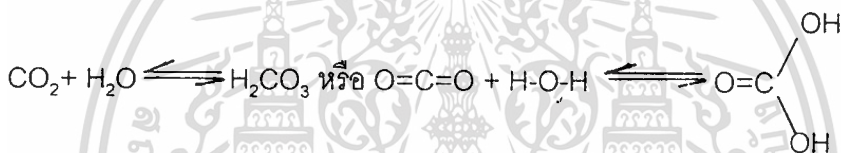
ถ้าเป็นวัตถุที่มีออกซิเจนมากจะทำให้มีความติดมาก ยกตัวอย่างเช่น ผงเซลล์ของไม้จะมีออกซิเจนมาก ฉะนั้นไม้จึงติดหรือเปียกน้ำได้ง่าย

2.2.1.6 ความตึงผิว (Surface Tension) คือแรงต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างของผิวน้ำ แรงตึงผิวจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ การที่มีสารอินทรีย์ละลายในน้ำมากก็ทำให้น้ำมีแรงตึงผิวมากขึ้น น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดตัวหนึ่ง ประมาณร้อยละ 50 ของธาตุหรือสารประกอบที่พบสามารถละลายในน้ำได้ กระบวนการทำละลายของน้ำแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. ชนิดเฉื่อยคือ การที่สารละลายในน้ำไม่ถูกแยกสลาย เช่น แอลกอฮอล์ น้ำตาล พวกนี้จะมีแขนติดกับไฮโดรเจนหรือออกซิเจน (O-แอลกอฮอล์-H)

2. ชนิดที่สารละลายในน้ำถูกแยกออก เช่น เกลือแกง (น้ำ+เกลือแกง = $\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$)

3. ชนิดที่ตัวทำละลายแตกตัวออกเอง เช่น



เมื่อพิจารณาถึงความโปร่งแสงแล้ว จะเห็นได้ว่าน้ำที่บริสุทธิ์จะมีความ โปร่งแสงสูง น้ำบริสุทธิ์สามารถดูดซึมแสงได้ดี ตั้งแต่แสงมีสีแดงลงไป แสงสีฟ้าถูกดูดซึมได้น้อยที่สุด ประมาณร้อยละ 90 ของแสงที่มีช่วงคลื่นสูงกว่า 7,500 Å จะถูกดูดซึมในน้ำที่ลึก 1 เมตร

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำนั้นมีความเหมาะสมที่จะเป็นมัชฌิม ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิต เช่น พืช และสัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และเป็นมัชฌิมสำหรับธาตุอาหาร (Nutrient) เพราะเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดตัวหนึ่ง สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 60-90 สารประกอบในเซลล์สิ่งมีชีวิต หรือ Protoplasm นั้นมีตัวกลางที่สำคัญคือ น้ำไม่ต้องสงสัยเลยว่าชีวิตแรกของโลกนั้นเกิดขึ้นในน้ำหรือไม่ก็ในความชื้น สิ่งมีชีวิตบนพื้นดินนั้น เกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการวิวัฒนาการมานับล้านปีจากสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2.2.1.7 แสง เป็นที่ทราบกับดีว่า แสงจากดวงอาทิตย์นั้น มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนพื้นโลก ความอบอุ่น ฯลฯ

แสงสว่างเมื่อส่องมากกระทบกับผิวน้ำนั้น ก็ไม่ใช่ว่าจะผ่านเข้าไปในน้ำได้ทั้งหมด มีบางส่วนที่จะสะท้อนกลับออกมา ตามปกติแล้วแสงสว่างนั้นถ้ายังทำมุมกว้างกับเส้นตั้งฉากบนผิวน้ำก็ยิ่งทำให้มีการสะท้อนมากขึ้น ปริมาณแสงสว่างที่ผ่านผิวน้ำลงไปในนั้น จะมีความเข้มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ควรฉีกใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงลดลง ไปตามระดับความลึก อัตราการลดของความเข้มแสงจะเป็นแบบ Exponential ตามสูตรดังนี้ $I_D = I_0 e^{-KD}$

โดยที่

I_D = ความเข้มแสงที่มีความลึกเท่ากับ D

I_0 = ความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำ

K = ค่าคงที่ (Extinction Coefficient)

D = ความลึก

Extinction Coefficient เป็นค่าคงที่ ที่แสดงให้เห็นว่าแสงจะถูกลดความเข้มไปในแต่ละชั้นของความลึกเป็นจำนวนเท่าใด

แหล่งน้ำบางแห่งอาจมีความขุ่น และใสไม่เท่ากันทุกระดับของความลึก เช่น อาจมีการแพร่กระจายของพืชน้ำเล็ก ๆ ในบางชั้นของระดับความลึก จึงทำให้มีการหักเหของแสงมากขึ้น ถ้าเป็นเช่นนั้นสูตรดังกล่าว ก็ไม่สามารถถูกนำมาใช้วิเคราะห์หาความเข้มของแสง ในแต่ละระดับความลึกได้

ในแหล่งน้ำต่าง ๆ นั้น ระดับความลึกอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ตามข้อเกี่ยวข้องกับเรื่องแสง กล่าวคือ 1. Trophogenic layer เป็นชั้นที่มีการสังเคราะห์แสงของพืช ในบางครั้งเรียกว่า Euphotic Zone. 2. Tropholytic Layer เป็นชั้นที่มีการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ โดยแบคทีเรียและเกิดกระบวนการออกซิเดชัน ทำให้มีออกซิเจนลดลง ในบางครั้งอาจมีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ แน่นอนที่สุดไม่มีการสังเคราะห์แสงของพืชในชั้นนี้

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มแสงในน้ำมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น 1. Thermopile เป็นเครื่องมือวัดความร้อน ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนให้เป็นพลังงานแสงได้ 2. Photoelectric Cell เป็นเครื่องมือวัดแสงเหมือนกับ เครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูป

2.2.1.8 สี สีของน้ำมี 2 ประเภทคือ

1. สีแท้จริง (True Color) เกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ

2. ปรากฏ (Apparent Color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ หรือไม่ก็อาจเกิดจากการสะท้อนของท้องฟ้า

การทราบสีที่แท้จริงของน้ำอาจทำได้โดย ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ขึ้นมาทำการกรองสิ่งแขวนลอยออกไป การกรองต้องใช้ Millipore Filter หรือไม่ก็ต้องทำการ centrifuge แล้วนำส่วนที่เป็นน้ำที่แท้จริงมาทำการเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานที่เราเตรียมขึ้น สีมาตรฐานที่เราเตรียมขึ้นนั้นได้จากการเจือจางในหลาย ๆ ชั้นของ Potassium Chloroplatinate (K_2PtCl) , Cobaltous

Chloride ($\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) หน่วยที่ใช้วัดคือ Platinum Cobalt Unit (1 unit = mg Pt / 1) ค่าของหน่วยดังกล่าว มีตั้งแต่ 1 ซึ่งใส่มาก ไปจนถึง 300 ซึ่งมีสีคล้ำมาก

สารละลายที่ทำให้เกิดสีที่แท้จริงได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต และส่วนประกอบของสารทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว ส่วนสิ่งที่แขวนลอย ซึ่งทำให้เกิดสีที่ปรากฏ ได้แก่ พีทเล็ก ๆ ในน้ำเช่น Phytoplankton และ Zooplankton รวมทั้งสิ่งที่ไม่มีชีวิตบางประเภท เช่น เกล็ดของซากพืช ซากสัตว์ต่าง ๆ ตะกอนของดินและทราย

2.2.1.9 อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในแหล่งน้ำเกิดได้จากการที่มีแสงส่องผ่านลงไป ในแหล่งน้ำ ต่อมาเกิดการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน อุณหภูมิมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ในน้ำมาก เช่น เป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์ การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช ความร้อนยังมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียน และการผสมกลมกลืน ของน้ำในแหล่งน้ำ ทะเลและมหาสมุทร เช่น UP-Welling เป็นต้น

แหล่งน้ำต่าง ๆ ในบริเวณเขตอบอุ่นที่ค่อนข้างลึกจะมีชั้นของน้ำ ที่มีอุณหภูมิ แตกต่างกันในฤดูร้อน การที่แหล่งน้ำมีการแบ่งชั้น ของอุณหภูมิตามระดับความลึกเราเรียกว่า " Thermal Stratification " ชั้นบนที่มีอุณหภูมิสูงเรียกว่า Epilimnion ชั้นกลางซึ่งมีการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเรียกว่า Thermocline และชั้นล่างซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ และค่อนข้างคงที่ เรียกว่า Hypolimnion

ในแหล่งน้ำ ที่มีการแบ่งชั้นของอุณหภูมิ จะไม่มีการผสมของน้ำระหว่างชั้น เนื่องจากความแตกต่างของความหนาแน่น กระบวนการดังกล่าวมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมาก Thermocline เป็นที่อยู่อาศัยของปลาบางชนิด โดยธรรมชาติแล้วปลาชนิดต่าง ๆ จะมีความชอบอุณหภูมิไม่เหมือนกันจะนั้นใน Thermocline มันจะวางตัวอยู่ในระดับต่าง ๆ ที่อุณหภูมิแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลีกเลี่ยงการกินกันเอง ในแหล่งน้ำของเขตอบอุ่นนั้น ปลาเทร้าท์ จะอาศัยอยู่ในชั้นของ Thermocline โดยที่มีออกซิเจนเพียงพอไปตลอดฤดูร้อน ส่วนปลากระพงน้ำจืด จะอาศัยอยู่ในชั้นของ Epilimnion

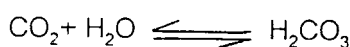
2.2.1.10 ออกซิเจน (Oxygen) ออกซิเจนมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ ไม่ว่าพืชหรือสัตว์ต้องการออกซิเจนในการหายใจ นอกจากนี้ ปริมาณการละลายของออกซิเจน ยังใช้เป็นเครื่องมือชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำอีกด้วย ปริมาณการละลายของออกซิเจน ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของความกดอากาศ และความเค็ม ปริมาณการละลายของออกซิเจน จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ยกตัวอย่างเช่น ออกซิเจนมีความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นร้อยละ 40 เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงจาก 25 องศาเซลเซียส ไปจนกระทั่งเกือบ 0 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้ เราจึงสามารถ สร้าง Nomogram เพื่ออนุมานการละลายของออกซิเจนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของน้ำ ได้ความกดอากาศที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมากขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอีกส่วนหนึ่งนั้น ได้มาจากการสังเคราะห์แสงของพืช และในทางกลับกัน การหายใจของพืช ก็จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงไปเช่นกัน โดยปกติแล้วการสังเคราะห์แสงของพืชนั้น จะอยู่ในระดับความลึกที่เรียกว่า "Euphotic Zone" หรือบริเวณที่แสงสว่างส่องลงไปถึงได้ ระดับดังกล่าวในทะเลสาบเรียกว่า "Limnetic Zone" ในบริเวณชายฝั่งที่ไม่ลึกหรือ Littoral Zone นั้นพืชรากพืชและ Phytoplankton เป็นตัวที่ให้ออกซิเจนแก่น้ำ

2.2.1.11 คาร์บอนไดออกไซด์(Carbon Dioxide :CO₂)คาร์บอนไดออกไซด์

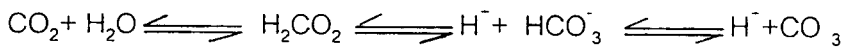
มีความสำคัญ ต่อระบบนิเวศมาก เพราะเป็นสารประกอบที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังเป็นตัวปรับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ กับ ออกซิเจน กับ สัตว์ให้เหมาะสม ต่อการดำรงชีวิต คาร์บอนไดออกไซด์มีธาตุคาร์บอนประกอบอยู่ด้วย และ ธาตุคาร์บอนนี้ เป็นองค์ประกอบประจำของสารอินทรีย์ โดยเหตุนี้คาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นสารประกอบพื้นฐานสำคัญในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น แป้ง และน้ำตาลในพืช คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารประกอบ ที่มีความสามารถในการละลายสูงมาก ความสามารถในการละลาย คาร์บอนไดออกไซด์ แปรผันเป็นสัดส่วนให้ตรงข้ามกับอุณหภูมิ อันนี้หมายความว่าถ้าอุณหภูมิสูงละลายได้น้อย แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำก็ละลายได้มาก(เหมือนกับออกซิเจน)เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) กับออกซิเจนจะพบว่าคาร์บอนไดออกไซด์มีความสามารถละลายในน้ำได้มากกว่า ยกตัวอย่างเช่น ในอากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณร้อยละ 0.03 โดยปริมาตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับออกซิเจน มีอยู่ประมาณร้อยละ 21 โดยปริมาตร แต่ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และมีออกซิเจนละลายอยู่ประมาณ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ถึง 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าเรา คำนวณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูก " Locked Up " อยู่ในน้ำในพืช และในสัตว์บนพื้นผิวโลกแล้ว จะเห็นได้ว่ามีจำนวนมากกว่าที่มีอยู่ในอากาศเสียอีก คาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ที่มีมากมายหลายแหล่งด้วยกัน เช่นจากการหายใจของพืชและสัตว์ การย่อยสลายซากพืชและสัตว์โดยแบคทีเรีย ก็ให้คาร์บอนไดออกไซด์แก่น้ำ น้ำใต้ดินมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ละลายอยู่มากทั้งนี้เพราะมีการย่อยสลายอินทรีย์สารในชั้นใต้ดินปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารประกอบพวกคาร์บอนเนตที่อยู่ในน้ำหรือดินกับกรด ก็จะทำให้ผลลัพธ์เป็น คาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้การที่มีฝนตกลงมายังแหล่งน้ำก็ยังนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในเมฆฝนลงมาด้วย เมื่อฝนตกลงมายังพื้นดิน น้ำจะไหลซึมลงไปในดิน คาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช และสัตว์ จะทำปฏิกิริยากับน้ำดังสมการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ Carbonic Acid ซึ่งเป็นกรดอ่อน เมื่อไหลไปถูกกับส่วนของดิน หรือลงสู่แหล่งน้ำที่มีหินปูน ก็จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีละลายหินปูนเหล่านั้น ให้อยู่ในรูปของ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ หรือ Calcium Bicarbonate ซึ่งจะคงสภาพอยู่ร่วมกับ CO_2 จำนวนหนึ่งซึ่งอยู่ในรูป H_2CO_3

H_2CO_3 ที่ถูกสร้างขึ้นมาอาจจะแตกตัวได้ HCO_3^- และ CO_3^{2-} ดังสมการ



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^{2-} (Bound CO_2)

ที่เราเรียก HCO_3^- ว่าเป็น Half Bound CO_2 ก็เพราะว่าเราสามารถที่จะไล่ HCO_3^- ออกไปจากน้ำได้โดยการให้ความร้อนแก่ น้ำ และการที่เราเรียก CO_3^{2-} ว่าเป็น bound CO_2 ก็เพราะว่า ตามปกติมันจะรวมกับธาตุ ที่มีประจุบวกเช่น Ca^{++} และ Mg^{++} แล้วตกตะกอน

สัดส่วนของ CO_2 ทั้งสามรูปนี้ขึ้นอยู่กับ pH

ที่ pH=7 : ร้อยละ 20 ของ CO_2 จะอยู่ในรูป $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$

ร้อยละ 80 ของ CO_2 จะเป็นรูป HCO_3^-

ที่ pH=5 : CO_2 เกือบทั้งหมดจะอยู่ในรูป Undissociated H_2CO_3

ที่ pH=8.5 : เกือบทั้งหมดของ CO_2 จะอยู่ในรูป HCO_3^-

ที่ pH=10 : CO_2 ประมาณ ร้อยละ 24 จะอยู่ในรูป CO_3^{2-} ที่เหลือเป็น HCO_3^-

2.2.1.12 ของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ เป็นเครื่องชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของแข็งที่ละลายน้ำคือ ส่วนที่เหลืออยู่หลังการระเหยของน้ำ ที่ได้ผ่านการกรองโดย Millipore Filter แล้วที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนที่เหลือนี้ประกอบด้วย สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์หลายชนิด การหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะทำให้ส่วนที่เป็นอินทรีย์สารถูกจำกัดออกไปรวมกับพวก คาร์บอนเนต ฉะนั้นส่วนที่เหลือทั้งหมดจะเป็น อนินทรีย์สาร

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ อาจทำได้หลายา ๗ โดยการวิเคราะห์ความนำไฟฟ้าจำเพาะ (Specific Conductivity) ของน้ำความนำไฟฟ้าจำเพาะคือ ค่าส่วนกลับ (Reciprocal) ของความต้านทานไฟฟ้า ที่มีหน่วยเป็น Microohms ($1/\text{resistance}$)

การวิเคราะห์หาความนำไฟฟ้าจำเพาะ กระทำได้โดยการจุ่มขั้วไฟฟ้าทั้งสองขั้วลงไปในน้ำ ขั้วไฟฟ้าทั้งสองอยู่ห่างกันเป็นระยะ 1 เซนติเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร แล้วนำค่าต้านทานไฟฟ้าไปคำนวณหา โดยนำไปเป็นตัวหารของ 1 โดยทั่วไปมีเครื่องวัดซึ่งอ่านค่า

นำไฟฟ้า จำเพาะออกมาได้เลย การวัดจะกระทำที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความนำไฟฟ้าจำเพาะ จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าปริมาณของน้ำแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น น้ำในทะเลสาบ Bunny ในมลรัฐเนวาดา มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 8.2 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อวัดความนำไฟฟ้าได้ 8.9 Microohms ฉะนั้นน้ำที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ หรือความนำไฟฟ้าสูงก็จะมีปริมาณของแข็ง ที่ละลายอยู่ในน้ำที่สูงเช่นเดียวกัน

2.3 ประเภทและคุณภาพของแหล่งน้ำ

พวงน้อย ดำริธรรมนิจ (2527: 3) กล่าวว่า ประเภทและคุณภาพของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ แบ่งได้ 3 ประเภทด้วยกันคือ

2.3.1 น้ำจากบรรยากาศ หมายถึง น้ำที่ได้จากบรรยากาศซึ่งอยู่ในรูป ลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น น้ำฝน หิมะ ลูกเห็บ น้ำค้าง เป็นต้น น้ำจากบรรยากาศนี้เกิดขึ้นได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภาวะต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ กระแสลม อุณหภูมิ ความกดอากาศ ทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ ขึ้น และเนื่องจากประเทศไทย ตั้งอยู่ในพื้นที่ ภูมิประเทศ แอ่งร้อน ติดฝั่งทะเล และมหาสมุทร ทำให้ได้รับมรสุมพัดพาเมฆฝน เป็นจำนวนมาก จากสถิติ น้ำฝนที่วัดได้ในคาบ 30 ปี โดยเฉลี่ยแล้วภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีฝนตกตลอดทุกเดือน แต่ช่วงที่มีฝนตกชุกติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ๆ จะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนกันยายน และต้นเดือนตุลาคม ช่วงที่ฝนตกชุกเห็นได้ชัดคือ ช่วงเดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน ปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ย 1458.4 มิลลิเมตร/ปี (วิภา รุ่งดิกลโรจน์. 2537 : 58) ดังนั้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จะได้รับปริมาณน้ำฝนเกือบตลอดปี และถ้าจะมีการจัดที่เก็บน้ำฝนไว้ใช้บริโภคให้เพียงพอก็ย่อมจะทำได้โดยปกติแล้วประชาชนนิยมกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ดื่มประจำครอบครัว เช่นการจัดสร้างแท่งค้ำน้ำฝน โองน้ำไว้ประจำครอบครัว หรือที่ทำการทั่วไป ซึ่งคุณภาพน้ำฝนอาจกล่าวได้ว่า เป็นน้ำที่มีคุณภาพดี และมีความใสสะอาดมากที่สุด ในบรรดาแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั้งหลาย สิ่งเจือปน ที่ปะปนอยู่กับน้ำฝนส่วนใหญ่ ได้แก่ ฝุ่นละออง เขม่าควัน ก๊าซบางชนิด และแบคทีเรียบางชนิด ที่ติดอยู่กับฝุ่นละอองในขณะที่ฝนตก ก็จะทำให้การชะล้างบรรยากาศ และหลังคาที่รองรับน้ำฝน การที่จะให้ได้น้ำฝนที่สะอาดไว้เพื่อบริโภคนั้นจะต้องคำนึงถึง **สถานที่รองรับน้ำฝน** การรองรับน้ำฝนในเขตชนบท น้ำฝนที่ได้ ย่อมมีความสะอาดมากกว่า ที่รองรับจากย่านในเมืองเขตอุตสาหกรรมหรือ ย่านที่คนอยู่หนาแน่น ทั้งนี้เพราะในเขตดังกล่าว ย่อมมีปริมาณมลสารอยู่ในบรรยากาศมาก ขณะที่ฝนตก ก็จะทำให้ชะล้างมลสาร จากบรรยากาศที่ติดมากับน้ำฝนด้วย ดังนั้นในบริเวณชุมชนหนาแน่นหรือ บริเวณใกล้เคียงก่อนที่จะรองรับน้ำฝนเก็บกักไว้ใช้ ก็ควรปล่อยให้มีการชะล้างบรรยากาศเสียก่อน หลังคา หลังคาเป็นพื้นที่ที่ใช้รองรับน้ำฝน เพื่อจะนำมาเก็บกักไว้ใช้ ในขณะที่ฝนตกใหม่ ๆ น้ำฝนจะชะล้างสิ่งสกปรกที่ ติดอยู่บนหลังคามากับน้ำฝนด้วย เช่น ฝุ่นละออง มูลนก อนุเศษอาหารที่สัตว์ทิ้งค้างไว้ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รั้งหนูหรือซากสัตว์ตาย การแก้ไขควรจะปล่อยให้ ฝนตกชะล้างหลังคาจนสะอาดเสียก่อน จึงค่อยเก็บกักน้ำฝนไว้ใช้ประโยชน์ ก่อนฤดูฝนมาถึง ควรจะทำความสะอาดรางน้ำ อื่นๆ น้ำฝนเป็นน้ำที่อ่อนมาก และเป็นตัวทำลายที่ดี ดังนั้นหลังคาที่มุงด้วยโลหะ เช่น หลังคาสังกะสีก็อาจจะมีปริมาณของสนิมเหล็กละลายมากับน้ำฝนได้ ในชนบทมีการใช้ใบพืชบางชนิดมุงหลังคา เช่น ใบจาก ใบแฝก ใบตองตึง ซึ่งเป็นอินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้ ฉะนั้น น้ำฝนที่รองรับจากหลังคาที่มุงด้วยใบพืช ก็จะมีปริมาณของอินทรีย์สาร ละลายปะปนอยู่สูงกว่าหลังคาที่มุงด้วยวัสดุชนิดอื่น ๆ ภาชนะสำหรับเก็บกักน้ำฝน เนื่องจากน้ำฝนเป็นน้ำอ่อน และ เป็นตัวทำลายที่ดี ดังกล่าวแล้ว จึงควรเก็บกักไว้ในภาชนะที่ทำด้วยวัสดุที่ไม่ละลายน้ำ เช่น โอ่งดินเผา โอ่งเคลือบ หรือวัสดุที่ไม่ละลายน้ำชนิดอื่น ไม่ควรใช้ภาชนะโลหะที่ไม่ได้เคลือบ การฉาบหรือทาด้วยสารชนิดที่ไม่ละลายด้วยน้ำ เพื่อป้องกันผิวยานภายในของภาชนะที่ใช้เก็บกักน้ำ ไม่ควรกะเทาะจะทำให้น้ำฝนที่เก็บกักนั้นมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร อื่นๆ ภาชนะสำหรับกักเก็บน้ำ หรือน้ำฝนทุกชนิดควรมีฝาปิดให้มิดชิด เพื่อป้องกันความสกปรกจากภายนอกลงสู่ภาชนะนั้น และฝาที่ใช้ปิดควรทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน และเป็นวัสดุที่ไม่รั่วซึมน้ำ หรือถูกกัดกร่อนได้ง่าย ก็ช่วยรักษาคุณภาพน้ำ ให้พ้นจากการปนเปื้อนภายนอกได้

2.3.2 น้ำผิวดิน จะแบ่งเป็นสองชนิดคือ น้ำเค็ม และ น้ำจืด น้ำเค็มจากทะเล และ มหาสมุทรไม่นิยมนำมาดื่มเพราะต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพให้สะอาดและปราศจากความเค็ม ซึ่งต้องมีการลงทุนสูง ส่วนน้ำจืดจากแหล่งน้ำผิวดินได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง ลำธาร หนอง บึง โดยมากแล้ว จะมีธาตุ สารเคมี และแบคทีเรียปนเปื้อน นอกจากนั้น ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ก็มีอิทธิพลต่อแบคทีเรียในแหล่งน้ำ ทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไป เช่น ถ้ามี ฝนตกหลังฤดูร้อน ฝนจะชะล้างแบคทีเรีย หน้าดินลงสู่แหล่งน้ำได้มาก จำนวนแบคทีเรียในแหล่งน้ำ จะเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ซึ่งจะเพิ่มสูงมากกว่าฤดูอื่น ๆ (บุญสม ลีศรีวิไล. 2523 : 11) และ ปริมาณแบคทีเรีย จะผันแปรโดยตรงกับ ปริมาณสูงกว่าปริมาณน้ำ และกิจกรรมบางอย่างของมนุษย์และสัตว์ และมีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม จึงไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคโดยตรง ฉะนั้นน้ำผิวดินจึงมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนที่จะนำมาบริโภค (สุรชัย แสงทักษิณ. 2523 : 45)

2.3.3 น้ำใต้ดิน ส่วนใหญ่มาจากน้ำฝนซึ่งตกลงสู่ผิวดิน แล้วซึมลงไปกักเก็บอยู่ในชั้นใต้ดิน และมีบางส่วนมาจากน้ำผิวดิน ไหลซึมลงไปกักเก็บอยู่ในชั้นน้ำใต้ดิน เช่นเดียวกัน โดยที่น้ำ จะเกิดการสะสมอยู่ระหว่างช่องว่างของเนื้อดิน โดยเฉพาะชั้นดินที่เป็นทราย กรวดหิน ปริมาณของน้ำที่ยังอยู่ในชั้นดิน ดังกล่าวจะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้นในฤดูฝน และลดปริมาณลงในฤดูร้อน โดยปกติแล้วน้ำใต้ดินจะมีการไหลถ่ายเทระดับได้ เช่นเดียวกับน้ำบนผิวดิน ซึ่งสภาพแหล่งน้ำใต้ดินของภาคเหนือ แบ่งได้เป็นแถบ ๆ ตามลักษณะภูมิภาคของประเทศ กล่าวคือ ทางด้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือของภาค ซึ่งอยู่ในท้องที่จังหวัดอุดรธานี พิษณุโลก เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ลำปาง แยกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีแหล่งน้ำบาดาลอยู่ในเฉพาะบริเวณที่เป็นแอ่งหรือทุ่งราบระหว่างภูเขา เช่น แอ่งแม่ยม จังหวัดแพร่ แอ่งลำปาง แอ่งพะเยาและเชียงราย เป็นต้น แอ่งน้ำเหล่านี้มีน้ำใต้ดินพอเพียง ที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ ในเกณฑ์เฉลี่ย 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ส่วนพื้นที่ ที่เป็นที่สูง หรือ เป็นภูเขามีน้ำใต้ดินอยู่น้อยมาก (เจริญ เพียรชอบ. 2525 : 6) ซึ่งมีลักษณะของน้ำใต้ดิน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณ (พิชิต สกุลพราหมณ์. 2521 : 13) คือ

2.3.3.1 น้ำใต้ดินชั้นบน (Zone of Aeration) ได้แก่ น้ำที่ซึมลงไปซึ่งอยู่ตามช่องว่างของดินที่ไม่ลึกจากระดับผิวดินมากนัก ดังนั้นน้ำใต้ดินบริเวณนี้ มักจะมีความชุ่มปะปนอยู่ด้วย ไม่ใสสะอาดเท่าที่ควร คุณภาพของน้ำในบริเวณนี้จึงไม่แตกต่าง จากน้ำผิวดินมากนัก ดังนั้นการขุดบ่อน้ำดื่ม ซึ่งมีความลึกไม่พ้นระยะของน้ำใต้ดินชั้นบน ก็ย่อมจะได้น้ำใต้ดินที่มีคุณภาพไม่ดีเท่ากับน้ำบาดาล นอกจากนั้นแล้ว น้ำใต้ดินชั้นบนนี้ ยังอาจจะมีแบคทีเรียบางชนิดปะปนอยู่ได้จำนวนมาก เพราะในชั้นดินดังกล่าวนี้ ยังมีอากาศ หรือออกซิเจนพอเพียงที่จะให้เชื้อแบคทีเรียดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ได้ จากการศึกษาของ วิลลิก แก้วเกษ และคณะ (2524 : 7) ที่ศึกษาคุณภาพของน้ำดื่ม ณ นิคมสร้างตนเองเขื่อนอุบลรัตน์ โดยการประเมินทางจุลชีววิทยา ผลของการตรวจสอบน้ำบ่อปรากฏว่า ในน้ำทุกบ่อมีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่ค่อนข้างมาก คือ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่ำกว่า 500 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เพียง 3 ตัวอย่างจาก 30 ตัวอย่าง และบางบ่อมีปริมาณของ *E. coli* สูงถึง 1,800 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และปริมาณแบคทีเรีย ทั้งหมดมีจำนวนตั้งแต่ 900 -124,000 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร แต่การวิเคราะห์ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย จากตัวอย่างน้ำทั้ง 30 ตัวอย่าง ได้ผลว่าทุกตัวอย่างมี *E. coli* แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีการปนเปื้อน (Polluted Water) เพราะการตรวจพบแบคทีเรีย *E. coli* และอาจจะพบแบคทีเรียอื่น ๆ ที่มีกำเนิดอยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นทั้งหลาย (Frobisher. et. al. 1974 : 84) ดังนั้น ในการนำน้ำใต้ดินชั้นบนขึ้นมาใช้ โดยการขุดบ่อน้ำนั้น จำเป็นต้องปรับปรุงสภาพต่าง ๆ ให้ได้ตามหลักเกณฑ์ ของการสุขาภิบาล เพื่อป้องกันการปนเปื้อน ที่อาจจะเกิดขึ้นภายนอกบ่อน้ำโดยมีลักษณะที่สำคัญ (พิชิต สกุลพราหมณ์. 2521: 14) ดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อนำน้ำมาใช้ ไม่ควรใช้ภาชนะใด ๆ ลงดักในบ่อเพราะเชื้อแบคทีเรียอาจจะติดมากับภาชนะ ทำให้น้ำในบ่อเกิดการปนเปื้อน
2. บ่อน้ำจะต้องมีฝาปิดเรียบร้อยฝาบ่อ ควรทำด้วยวัสดุที่ไม่ร่วนและไม่ดูดหรือซึมน้ำ เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกตกลงไปในบ่อ
3. บ่อน้ำจะต้องทำให้มีขอบปากสูงจากระดับพื้นดิน หรือชานนอกบ่อไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร
4. บ่อน้ำจะต้องมีชานซีเมนต์โดยรอบบ่อมีรัศมีห่างจากขอบบ่อไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

และมีความลาดเอียง ไปยังริมชานบ่อด้านนอก ที่ทำให้รางระบายน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รอบ ๆ บ่อน้ำในระยะความลึกไม่น้อยกว่า 3 เมตร จะต้องทำให้สามารถป้องกันความสกปรก จากผิวดิน หรือในดินได้ด้วย เช่น การทำวงนอกบ่อน้ำในระดับความลึกจากผิวดิน 3 เมตร ให้เป็นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 12.5 เซนติเมตร

6. พื้นที่บริเวณโดยรอบบ่อน้ำ ควรมีรั้วกันอาณาเขต เพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงเข้ามาทำ ความสกปรก รั้วควรมีรั้วคี่ โดยรอบบ่อน้ำประมาณ 20 เมตร

7. บ่อน้ำควรตั้งอยู่ห่างจากแหล่งโสโครกต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 30 เมตรหรือการไหลของ น้ำใต้ดิน ต้องไหลจากบ่อน้ำ ไปยังแหล่งโสโครกนั้น ๆ

2.3.3.2 น้ำบาดาล (Zone of saturation) ได้แก่ น้ำใต้ดินที่ไหลซึมผ่านดิน ชั้นต่าง ๆ จากผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ไม่ซึมน้ำ น้ำใต้ดินดังกล่าวนี้จะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้น โดยขึ้นอยู่กับความสูงของชั้นดินที่อยู่เหนือชั้นดินที่ไม่ซึมน้ำนั้น โดยเฉพาะถ้า น้ำของชั้นดิน ดังกล่าว เป็นพวกหินและทรายด้วยแล้ว จะทำให้ปริมาณของน้ำใต้ดินขังอยู่ได้ดี กลายเป็นชั้น ดินที่มีน้ำขังอย่างอึดอัด เรียกว่า ชั้นของน้ำบาดาล ระดับของน้ำบาดาลจะเพิ่มระดับสูงขึ้นหรือ ลดลงย่อมแล้วแต่ปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นใช้ และเพิ่มเติมจากน้ำของผิวดิน โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว น้ำบาดาลจะเป็นน้ำที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ ที่ปราศจากความขุ่น มีความใสสะอาดดี และมัก จะไม่มีแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ของระบบทางเดินอาหารที่ปนเปื้อนอยู่ เนื่องจากชั้นดินต่าง ๆ จะ ช่วยกรองไว้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของแหล่งน้ำทั้ง 3 ประเภท ดังกล่าวแล้วน้ำผืนและน้ำ บาดาลจะเป็นน้ำที่มีคุณภาพค่อนข้างดีไม่มีการปนเปื้อนซึ่งอาจไม่ต้องการปรับปรุงคุณภาพก่อน ก็สามารถใช้ดื่มได้อย่างปลอดภัย แต่ประชาชนในชนบทจะบริโภคน้ำทั้งสองชนิดนี้ไม่มากนัก จากสถิติคณะผู้เข้ารับการอบรมวิชาสถิติรุ่น 4 (2520) พบว่า น้ำที่ประชากรส่วนใหญ่ใช้ดื่ม คือ จากน้ำบ่อ และน้ำสระ มีปริมาณร้อยละ 64.2 รองลงมาได้แก่น้ำผืนร้อยละ 13.7 และน้ำประปา ร้อยละ 12.6 ส่วนน้ำบาดาลและน้ำคลองร้อยละ 4.5 และ 5.9 ตามลำดับ ในจำนวนร้อยละ 64.1 ของครัวเรือนที่ใช้น้ำดื่มจากบ่อ หรือสระนั้น จากการสำรวจปรากฏว่าเป็นบ่อและสระที่ขุด ขึ้นใช้เอง การสร้างและการใช้ เป็นไปอย่างไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งอาจเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคได้ เมื่อศึกษาเป็นรายภาค ปรากฏว่า ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ใช้น้ำ ประเภทนี้ร้อยละ 90.6, 87.0 และ 84.1 ตามลำดับ ส่วนภาคกลางใช้น้อยที่สุดคือ ร้อยละ 27.4

2.4 ความรู้เกี่ยวกับจุลชีววิทยาและโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ

บัญญัติ สุขศรีงาม (2534: 1) กล่าวว่าจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ มีหลายชนิดเช่น รา (mold) ยีสต์ (yeast) ไวรัส (Virus) แบคทีเรีย (bacteria) สาหร่าย (algae) และโปรโตซัว (protozoa) คุณสมบัติที่จัดว่าเป็นสิ่งมีชีวิต คือสืบพันธุ์เพิ่มจำนวน มีเมแทบอลิซึม มีการขับถ่าย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเสีย มีการตอบสนองสิ่งเร้า มีการผ่าเหล่าได้ Anton Van Leeuwenhoek. (ค.ศ 1632-1723) ตรวจพบจุลินทรีย์เป็นครั้งแรก ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ที่มีกำลังขยาย 200 เท่า กับ น้ำฝน น้ำห้วย หนอง คลอง บึง แม่น้ำ พบสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ มากมาย เขาได้เขียนเรื่องราวนี้เผยแพร่จนได้รับเกียรติอย่างสูง ปัจจุบันเทคโนโลยีสูงขึ้นสามารถประดิษฐ์กล้องที่มีกำลังขยายสูง เช่น กล้องอิเล็กตรอน มีกำลังขยายล้านเท่า จึงช่วยให้สามารถศึกษาด้านจุลชีววิทยาได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะจุลินทรีย์ได้มีการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวาง ทั้งประโยชน์และโทษ แบคทีเรียแบ่งออกเป็นหมวดหมู่โดยใช้เกณฑ์ ลักษณะทางรูปร่างวิทยา อาหาร องค์ประกอบทางเคมีของเซลล์ ความสามารถในการเกิดโรค ลักษณะทางสรีรวิทยา การถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2.4.1 การเรียกชื่อแบคทีเรีย ชื่อแบคทีเรียที่เรียกกันมี 2 แบบ คือชื่อสามัญ และชื่อทางวิทยาศาสตร์ เช่น ชื่อสามัญว่า Colon bacillus ชื่อวิทยาศาสตร์เป็น *Escherichia coli* ชื่อสามัญว่า Anthrax bacillus ชื่อวิทยาศาสตร์เป็น *Bacillus anthracis* เป็นต้น

2.4.2 หมวดหมู่แบคทีเรีย ในปัจจุบันได้จำแนกแบคทีเรีย ออกเป็นหมวดหมู่โดยยึดลักษณะสำคัญดังนี้ 1. แหล่งของพลังงาน พลังงานที่แบคทีเรียใช้เจริญเติบโต 2. การเคลื่อนที่ มีการเคลื่อนตัวทั้งแบบมีตัว และกลิ้งตัว 3. รูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์

2.4.3 รูปร่างมี และการเรียงตัวของเซลล์ 3 ชนิด ทรงกลม ท่อน โค้งงอ หรือเป็นรูปเกลียว หรือเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว คู่ สาย กลุ่ม

2.4.4 การติดสีแกรม มี 2 ชนิดคือ แกรมบวก หรือแกรมลบ

2.4.5 การสร้างแคปซูลที่ห่อหุ้มส่วนผนังของเซลล์ ประกอบด้วยสารโปรตีนลิพิด(lipid) และ Polysaccharide พบในแบคทีเรียแกรมลบ และ แกรมบวกหลาย เช่น *E. coli* เป็นโครงสร้างช่วยให้แบคทีเรียทนต่อความแห้งแล้ง และสารเคมีต่าง ๆ

2.4.6 ภาวะเจริญเติบโต การทวีจำนวนโดยวิธี Binary Fission ทำให้จำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นแบบอนุกรมเรขาคณิต กล่าวคือจาก 1 -2-4-8-16-32-64...*E.coli* ใช้เวลาแบ่งเซลล์ครั้งละประมาณ 15-20 นาที

2.4.7 แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรค บัญญัติ สุขศรีงาม (2534 : 116) กล่าวถึงแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร เช่น อหิวาตกโรคอยู่ในFamily Enterobacteriaceae รูปร่าง แบบท่อนสั้น ๆ ขนาดเล็ก ติดสีย้อมแกรมลบ บางชนิดเคลื่อนที่ได้โดยใช้ peritrichous flagella (เช่น *E. coli* , *Salmonella*) บางชนิดไม่เคลื่อนที่เช่น *Shigella* อาจสร้างแคปซูล หรือไม่ก็ได้แต่ไม่สร้างสปอร์เจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีออกซิเจน การดำรงชีวิตแบบ Chemoorganotroph เจริญได้รวดเร็วในอาหาร meat extract และถ้าเจริญในน้ำตาลกลูโคส กับคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ จะได้กรด สมาชิกที่สำคัญได้แก่ *Escherichia* (เช่น *E.coli*) *Salmonella*, *Shigella* , *Klebsiella* , *Serratia*, *Yersinia*, *Erwinia*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคต่าง ๆ ที่มีน้ำเป็นสื่อนำสิ่งสกปรก หรือเชื้อโรคมาสู่คน ได้แก่ โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร อันเนื่องมาจากการดื่ม และการรับประทานอาหาร โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อที่สำคัญ ได้แก่ อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ พาราไทฟอยด์ บิด ดับอักเสบนีเนื่องจากเชื้อไวรัส และพยาธิบางชนิด ซึ่งเมื่อเกิดมีผู้ป่วยระยะแรกขึ้นในชุมชนแล้ว ก็มักจะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ง่าย และทำให้เกิดการระบาดของโรคขึ้นในชุมชนนั้น และชุมชนอื่น ๆ ได้ด้วย โรคที่มีน้ำเป็นสื่ออาจแบ่งตามลักษณะของเชื้อโรคและสิ่งทำให้เกิดโรค วรรณวิภา ชุณหวงค์ (2535 : 20-23) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. แบคทีเรีย โรคที่เกิดขึ้นจากเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งอาจจะปนเปื้อนอยู่ในน้ำดื่มที่สำคัญ ได้แก่ อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ พาราไทฟอยด์ และวัณโรค

2. พยาธิ โรคที่เกิดขึ้นเนื่องจาก พยาธิซึ่งอาจจะปนเปื้อนอยู่ในน้ำ เช่น พยาธิไส้เดือน พยาธิเส้นด้าย และพยาธิใบไม้ในลำไส้ เป็นต้น

3. โปรโตซัว โรคที่เกิดจากเชื้อโปรโตซัวที่อาจจะมีอยู่ในน้ำ ได้แก่ โรคบิด เป็นต้น

4. ไวรัส โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสที่อาจจะมีอยู่ในน้ำ ได้แก่ โรคตับอักเสบ โรคโปลิโอ เป็นต้น

5. สารปนเปื้อน เมื่อร่างกายได้รับโลหะหนักหรือสารเคมีบางชนิดที่ปนเปื้อนมากับน้ำ จะมีการขจัดไม่หมด มีการสะสมเพิ่มมากขึ้น จนถึงจุดที่ร่างกายไม่สามารถต้านทานได้ ก็แสดงอาการของโรค ทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นกับระบบอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้

2.4.8 ปัจจัยที่ทำให้เกิดโรค ปัจจัยที่สำคัญที่จุลินทรีย์จะทำให้เกิดโรคกับมนุษย์และสัตว์มีหลายชนิด ดังนี้

2.4.8.1 สารพิษที่สร้างจากแบคทีเรียเช่นจาก *Corynebacterium diphtheriae* ที่เป็นสาเหตุของโรคคอตีบ *Clostridium tetani* ที่เป็นสาเหตุของโรคบาดทะยัก สารพิษจากจุลินทรีย์จะมีผลในการทำลายเนื้อเยื่อโดยตรง หรือกระตุ้นให้เนื้อเยื่อ มีการเปลี่ยนแปลงจนเกิดอาการของโรคขึ้น เช่น สารพิษของ *Clostridium perfringens* ที่เป็นสาเหตุของโรค gas gangrene จะเข้าทำลายเนื้อเยื่อโดยตรง ส่วนสารพิษของ *Vibrio cholerae* จะไปมีผลให้เซลล์ขับน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ออกมา ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและแร่ธาตุ จึงเกิดอาการช็อกขึ้นได้ แต่สารพิษนี้จะไม่ทำให้เซลล์ตาย การควบคุมการสังเคราะห์สารพิษในแบคทีเรียแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป แบคทีเรียบางชนิดถูกควบคุมด้วย โครโมโซมของเซลล์ แต่แบคทีเรียบางชนิดถูกควบคุมด้วย Plasmid เช่น enterotoxin ของ *E. coli* นอกจากนี้การสังเคราะห์สารพิษยังสามารถถ่ายทอดพันธุกรรมแบบ transduction ได้อีกด้วยสารพิษเหล่านี้ได้แก่ diphtheria toxin, staphylococcal exfoliatin และ streptococcus erythrogenic toxin

สารพิษในแบคทีเรียจำแนกตามจุดกำเนิดได้ 2 ประเภท คือ Exotoxin และ Endotoxin นอกจากนี้ ยังอาจเรียกสารพิษตามชนิดของอวัยวะและเนื้อเยื่อที่เข้าทำลาย เช่น Neurotoxin หมายถึงสารพิษที่ทำลายเซลล์ประสาท และ enterotoxin หมายถึงสารพิษ ที่ทำลายเนื้อเยื่อลำไส้ เป็นต้น

2.4.8.2 Extracellular Enzyme มีเอนไซม์หลายชนิดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นเพื่อทำลายเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต เป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่าง ๆ ขึ้นได้

ลัดดาวัลย์ รัศมีทัต (2536 : 255) ได้กล่าวไว้ว่า โรคติดต่อจาก Enteropathogenic *Escherichia coli* โดยทั่วไป *E. coli* เป็นเชื้อที่มีอยู่ประจำในลำไส้ของคน และสัตว์ทั่วไป แต่เนื่องจากพบ *E. coli* สาเหตุของโรคท้องเสียในเด็กทารกที่ระบาดในสถานรับเลี้ยงเด็ก จึงได้จัด *E. coli* ชนิดที่ทำให้เกิดโรคท้องเสียในคนให้เป็น Enteropathogenic *E. coli* (EEC) โรคที่เกิดจากการบริโภค EEC สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ กลุ่มแรกประกอบด้วยสายพันธุ์ ที่ผลิตสารพิษในบริเวณลำไส้เล็กตอนบน จะทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายอหิวาตกโรค ส่วนกลุ่มที่ 2 จะประกอบด้วยสายพันธุ์ ที่ทำให้เกิดอาการคล้ายโรคบิด โดยไม่มีการสร้างสารพิษ เชื้อจะเจริญในลำไส้ใหญ่ และแทรกตัวไปที่ เยื่อบุผนังลำไส้ อาการของโรค มีระยะฟักตัวประมาณ 6-36 ชั่วโมง อาการส่วนใหญ่คือ ท้องเสีย มีไข้ หนาวสั่น คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามตัว และปวดศีรษะเป็นตะคริว ระยะของโรคประมาณ 3-4 วัน การรักษาตัวในรายที่น้ำมาก อาจใช้น้ำเกลือ และน้ำเกลือแร่ ยาปฏิชีวนะ เช่น นาลิดีลิกแอซิด จะได้ผลดี

EEC เจริญได้ที่ 37 องศาเซลเซียส และเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10-40 องศาเซลเซียส พิเศษ ที่เหมาะสมคือ 7-7.5 เชื้อจะไม่ทนความร้อนและจะถูกทำลายด้วยความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ แบบปาสเตอร์

ดังนั้นน้ำที่ใช้ดื่มควรจะต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค มีคุณภาพได้มาตรฐานของน้ำดื่ม จึงจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค ในทางตรงข้ามถ้าดื่มน้ำที่มีเชื้อโรคต่าง ๆ ปะปนมาด้วย ก็ย่อมจะทำให้ผู้บริโภคน้ำนั้นเกิดโรคขึ้นได้ เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนมากับน้ำ นอกจากจะเข้าสู่ร่างกายโดยการดื่มน้ำโดยตรงแล้ว น้ำยังอาจจะทำให้ภาชนะบรรจุอาหารและอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ต้องพลอยเกิดการปนเปื้อนด้วย ถ้าใช้น้ำที่ไม่สะอาดมาชำระล้างหรือทำความสะอาด ซึ่งข้อมูลที่ได้มีการสำรวจคุณภาพน้ำตามสถานที่ต่าง ๆ ปรากฏว่าพบเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ กอปรกับน้ำดื่มเหล่านั้นยังมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานของน้ำดื่มด้วย ดังที่ ประวิทย์ สุนทรสิมะ และคณะ (2521 : 37) ได้ทำการศึกษาและวิจัย เกี่ยวกับเฝ้าระวัง อหิวาตกโรค อุจจาระร่วง ณ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำคลองหรือน้ำในแม่น้ำ ซึ่งประชาชนนำมาใช้ในครัวเรือน โดยเฉพาะในระยะที่มีการระบาดของอหิวาตกโรค และอุจจาระร่วง มีเชื้อโรคต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่ด้วย นอกจากนั้น อุดม คมพยัคฆ์ และคณะ (2521 : 17) ยังได้ศึกษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะการสุขาภิบาล ร้านจำหน่ายอาหาร ในเขตพญาไท กรุงเทพฯ รายงานความสะอาดของ แก้วน้ำ อยู่ในชั้นสกปรกมาก ร้อยละ 55.83 อยู่ในชั้นสกปรกมีร้อยละ 18.24 ที่เหลือนอกนั้นจัดว่า มีความสะอาด อยู่ในชั้นได้มาตรฐาน ร้อยละ 26.93 สำหรับ ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และคณะ (2521 : 42) ได้ศึกษาถึงอุบัติเหตุของเชื้อ โคลิฟอร์ม ในน้ำดื่มและภาชนะของร้านจำหน่ายอาหาร และเครื่องดื่มในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จากร้านที่มีน้ำดื่มได้มาตรฐาน ปริมาณ แบคทีเรียทั้งหมดร้อยละ 16 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 8 และพบ *E. coli* ในน้ำดื่ม ร้อยละ 39 ซึ่งเป็นค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะ *E. coli* และอีกร้อยละ 16 พบเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ ส่วน ปันดดา แซ่เอ็ง และ ยุกา จันทปัญญรัตน์ (2521 : 257-260) ได้สำรวจคุณภาพของ น้ำหวานหาบเร่ ที่จำหน่ายในโรงเรียน ของกรุงเทพมหานคร ปรากฏว่าเครื่องดื่มที่สำรวจส่วนใหญ่ มีคุณภาพไม่เหมาะสมที่จะบริโภค มีเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง เนื่องจาก มีกรรมวิธีในการผลิต และภาชนะบรรจุไม่ถูกสุขลักษณะ

กาญจนา ว่องขวณิชย์ (2522 : 138) วิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาในกรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น 14,353 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ทางแบคทีเรียวิทยา พบว่าไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 4.01 สาเหตุที่ไม่ได้มาตรฐานเพราะพบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เกินมาตรฐาน ปรากฏว่าพบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดตั้งแต่ 600-5,500 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร และ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียตั้งแต่ 2.2-240 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์ (2523 : 15) ได้รายงานว่าคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของน้ำบาดาล และน้ำประปา กรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียงไม่ดี ไม่เข้ามาตรฐานร้อยละ 45.4 ประทุมรัตน์ ชูรัตน์ และ คณะ (2524 : 126) ได้ทำการวิเคราะห์น้ำบริโภคบรรจุขวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 52 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์สูงเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำดื่ม ร้อยละ 19.2 โดยตรวจพบโคลิฟอร์มต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2

2.5 คุณลักษณะน้ำทางด้านแบคทีเรียวิทยา

คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย ถือว่าสำคัญที่สุด เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ ขึ้นได้ โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Water Borne Disease) ซึ่งเนื่องจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic Bacteria)

มาตรฐานน้ำดื่ม สำหรับมาตรฐานน้ำดื่มทางจุลินทรีย์นั้น หลายหน่วยงาน เช่น กระทรวงอุตสาหกรรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข การประปาส่วนภูมิภาค เป็นต้น ได้ใช้มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1976) เป็นหลัก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 Standard Plate Count ที่ 35-37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 500 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร

2.5.2 Most Probable Number of Coliform Organism ต่อ 100 มิลลิลิตร (MPN) ต้องน้อยกว่า 2.2

2.5.3 *E. coli* (*Escherichia coli*) ต้องไม่มี

การตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำนั้น โดยทั่วไปแล้วนิยมตรวจหาแบคทีเรีย ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ ถึงคุณภาพของน้ำโดยเฉพาะ (indicator) มากกว่าที่จะใช้วิธีการตรวจหาแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคโดยตรง ทั้งนี้เพราะตรวจหาเชื้อที่ทำให้เกิดโรคโดยตรงยุ่งยากมาก ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง และ ต้องใช้ความชำนาญพิเศษสูงมากกว่าแบคทีเรียที่นิยมใช้ เป็นตัวชี้คุณภาพน้ำ คือโคลิฟอร์มแบคทีเรีย กองสุขาภิบาล (2521 : 18) และ โกลด คีวะบรร และคณะ (2524:15) ได้สรุปเหตุผล ที่เลือกเอาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นดัชนี ในการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย

1. การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่มีอยู่ในน้ำทำได้ง่ายกว่าการตรวจหา Enteric Pathogen ชนิดอื่น เพราะโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสได้กรดกับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแบคทีเรียอื่น ๆ ที่ย่อยสลายแล็กโทสได้ก็มีเหมือนกันแต่จำนวนน้อยกว่า

2. เนื่องจากโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปกติจะมีอยู่ในอุจจาระคนและสัตว์ ถึงร้อยละ 95 มีอยู่ในดินเพียงร้อยละ 5 ดังนั้นน้ำที่มีอุจจาระปนเปื้อนอยู่ จะมีโอกาสตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ง่าย

3. ความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม ตามธรรมชาติของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีมากกว่า Enteric Pathogen ชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน ถ้าโคลิฟอร์มแบคทีเรียตาย Enteric pathogen ก็ตายก่อน

4. เมื่อตรวจพบแบคทีเรียในน้ำ ก็พอจะสรุปได้ว่าน้ำนั้นมีอุจจาระคน หรือ ของสัตว์ปนเปื้อนอยู่ และอาจจะคาดการณ์ได้ว่า อาจจะมีเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรค ระบบทางเดินอาหารปนเปื้อนอยู่ด้วย

5. การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ จึงเป็นดัชนีให้ทราบว่ำนน้ำนั้นมีความสะอาดมากน้อยเพียงใดไม่เหมาะที่จะดื่ม กล่าวคือถ้าตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากแสดงว่ำนน้ำนั้นไม่สะอาด ถ้าน้ำสะอาดก็จะพบจำนวน โคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อย หรืออาจจะไม่พบเลย

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย หมายถึง แบคทีเรียที่อยู่ได้ทั้งในที่ที่มี และไม่มีออกซิเจน รูปร่างเซลล์เป็นท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ เมื่อย้อมสีแบบแกรมดูจะติดสีแดง (gram negative) และสามารถย่อยสลายน้ำตาลแล็กโทสให้เกิดก๊าซที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง การแสดงค่าปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อาจแสดงในรูปของ MPN (Most Probable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Number) ต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของการวัดคุณภาพน้ำโดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique (APHA. 1975 : 175) และมีรายงานว่า แบคทีเรียโคลิฟอร์มแพรพันธุ์ได้ในน้ำธรรมชาติ โดยมีอัตราการแพรพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงสุด 35 องศาเซลเซียส (Hendricks and Morrison. 1978 : 77)

Hoden (1970 :61) กล่าวถึงแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ว่าเป็นพวกที่จัดอยู่ใน family Enterobacteriaceae แบ่งออกได้เป็นสี่สกุลคือ

1. The Escherichia Group ได้แก่ *E.coli*
- 2.. The Citrobacter Group ได้แก่ *C. freundii*
3. The Klebsiella Group ได้แก่ *K. pneumoniae*, *K. rhinoscleromatis*
4. The Enterobacter Group ได้แก่ *E.aerogenes* และ *E. cloacea*

สำหรับความแตกต่างของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม สามารถจำแนกชนิดตามการทดสอบ IMVIC (APHA. 1975 :111) ซึ่งได้แก่การทดสอบ 4 อย่างคือ การทดสอบการสร้างอินโดล (Indole =I) การทดสอบ methyl red (M) การทดสอบ Vogesproskauer (Vi) และการทดสอบการใช้ซิเตรดเป็นแหล่งคาร์บอน (Citrate=c) ซึ่งผลการศึกษาจะสามารถจำแนกโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นสกุล (genus) และชนิด (Species)

Escherichia coli หรือ *E.coli* มีอยู่เป็นจำนวนมากในลำไส้ของคน หรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะถูกปลดปล่อยออกมาจากร่างกายพร้อมอุจจาระ เชื้อนี้จะแพร่กระจายอยู่ทั่วไปและอาจปนเปื้อนมาในอาหารและน้ำก็ได้ ปกติแล้ว *E. coli* ไม่ทนต่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำ ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ส่วนที่อุณหภูมิ 4-12 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิระดับตู้เย็น จะสามารถยับยั้งการเจริญ และการทวีจำนวนได้

2.6 วิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยา

การตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียนับว่ามีความสำคัญมาก ซึ่งวิธีการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียอาจทำได้โดย

2.6.1 การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total Plate Count) ความมุ่งหมายของการตรวจเพื่อหาแบคทีเรียทั้งหมดชนิดที่อาจมีอยู่ในน้ำโดยนับจำนวนแบคทีเรีย ที่มีอยู่ในน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีอยู่ ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลื้อยคลาน การตรวจหานี้สามารถประเมินคุณภาพน้ำทางสาธารณสุขได้อย่างคร่าว ๆ ซึ่งสำคัญต่อการตรวจคุณภาพของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2. การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Test) ความมุ่งหมายของการตรวจเพื่อจะใช้เป็นดัชนีชี้ระดับความสะอาดของน้ำ หรือเป็นเครื่องชี้ว่าน้ำนั้น อาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ที่น้ำเป็นพาหะปนเปื้อนอยู่ได้ วิธีที่นิยมตรวจหา โคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ Multiple Tube Fermentation Technique โดยการหาค่า Most Probable Number (MPN) ซึ่งคือค่าที่แสดงว่าในน้ำ 100 มิลลิลิตร มีโคลิฟอร์มอยู่เท่าใด โดยยึดหลักที่ว่า แบคทีเรียจะกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำที่ตรวจ และแบคทีเรียเพียงเซลล์เดียว ก็จะทำให้ผลบวกตามวิธีการของ Multiple Tube Fermentation Technique และอ่านค่า MPN จากตาราง MPN (ดูที่ภาคผนวก ค)

2.7 ลักษณะของแหล่งน้ำทั้ง 12 แห่งที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ ในครั้งนี้

2.7.1 บ้านสวายจิกน้อย น้ำฝนในแหล่งน้ำนี้เก็บกักน้ำไว้ในถังเก็บน้ำฝนคอนกรีตสร้างโดยใช้วงขอบบ่อต่อซ้อนกันมีฝาปิด-เปิด (ดูภาพที่ 2.4) หลังคาที่รองรับน้ำฝนเป็นกระเบื้องพบเศษใบไม้บ้าง



ภาพที่ 2.4 ลักษณะถังเก็บน้ำฝน บ้านสวายจิกน้อย ตำบลสนวน อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 บ้านโคกเหล็ก น้ำฝนในแหล่งน้ำเก็บกักไว้ในโอ่งคอนกรีตขนาดใหญ่ มีฝาปิด-เปิด (ดูภาพที่ 2.5) ทำด้วยสังกะสีรองรับน้ำฝนจากหลังคาสังกะสี พบเศษใบไม้และมูลสัตว์



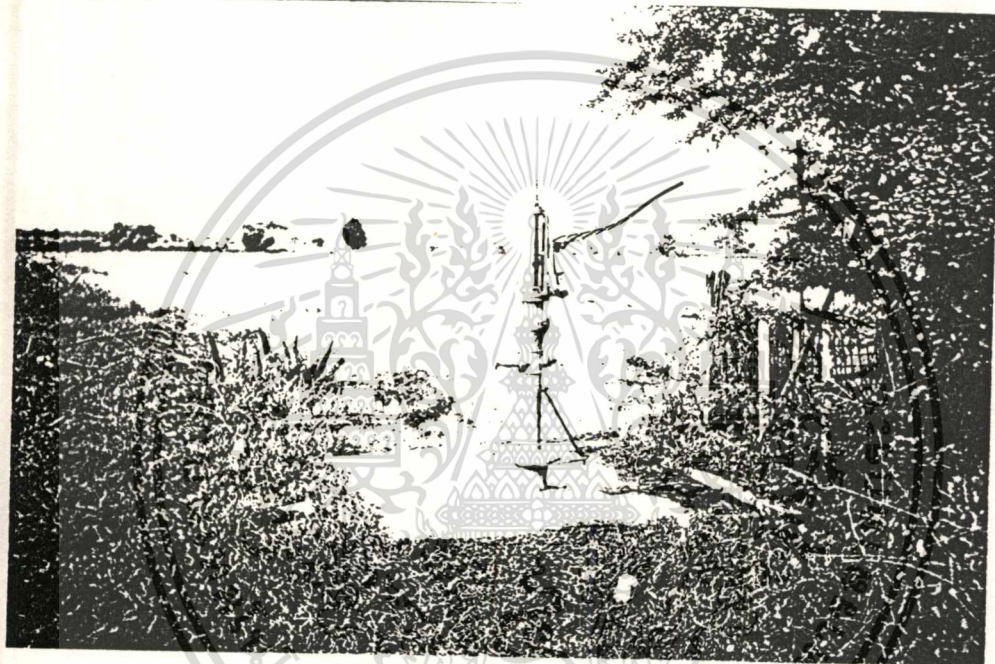
ภาพที่ 2.5 ลักษณะโอ่งเก็บน้ำฝนบ้านโคกเหล็ก ตำบลโคกเหล็ก อำเภอบัวลาย จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.3 บ้านห้วยราช เป็นน้ำประปาที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่ผ่านการบำบัดแล้ว ผลิตโดยการประปาอำเภห้วยราช (ดูภาพที่ 2.6) ส่งมาตามท่อถึงผู้บริโภคตามบ้านเรือนและที่ทำงานต่าง ๆ อำเภห้วยราช แหล่งน้ำประปาที่นี่มีน้อย เก็บตัวอย่างน้ำเพียง 1 แห่งหน้าที่ว่าการอำเภห้วยราช



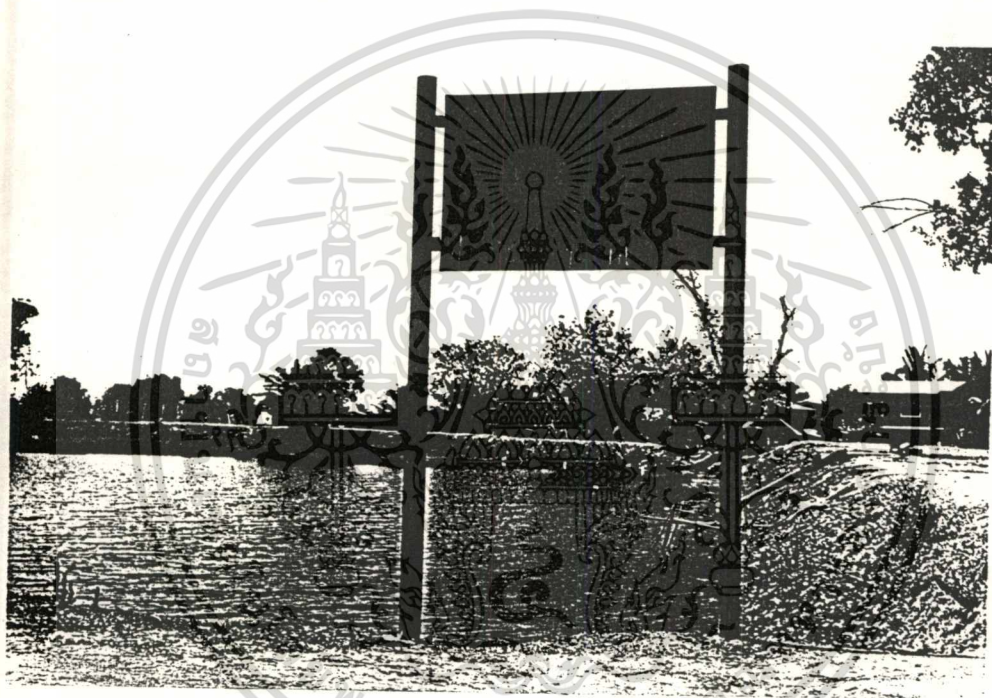
ภาพที่ 2.6 สถานที่ผลิตน้ำประปา อำเภห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.4 บ้านกระสัง ตำบลโคกเหล็ก เป็นแหล่งน้ำที่ขุดเจาะลงไปดินลึกเกิน 10 เมตร จนถึงชั้นหินอุ้มน้ำ (ดูภาพที่ 2.7) เมื่อสูบขึ้นมาใช้ ปริมาณน้ำบาดาลจะไหลซึมมาเติมให้อยู่ในระดับเดิมเสมอ จากประเภทน้ำในแหล่งน้ำทั้งหมด น้ำบาดาลมองดูใสสะอาดดี แต่ความกระด้างค่อนข้างสูง เชื่อว่าปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่าน้ำในแหล่งอื่น ๆ เพราะเป็นน้ำอยู่ในระดับลึกชั้นดินและหินจึงกรองแบคทีเรียออกได้เกือบทั้งหมด นอกจากแหล่งน้ำบาดาลอยู่ใกล้บริเวณแหล่งเพาะเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งอาจจะแทรกซึมลงไปในห้องบอบาดาลได้ จากการสำรวจก่อนหน้านี้ น้ำบาดาลมีไม่มาก ที่ประชาชนใช้บริโภคเป็นส่วนน้อยสาเหตุเนื่องจากกระด้าง และ เค็ม



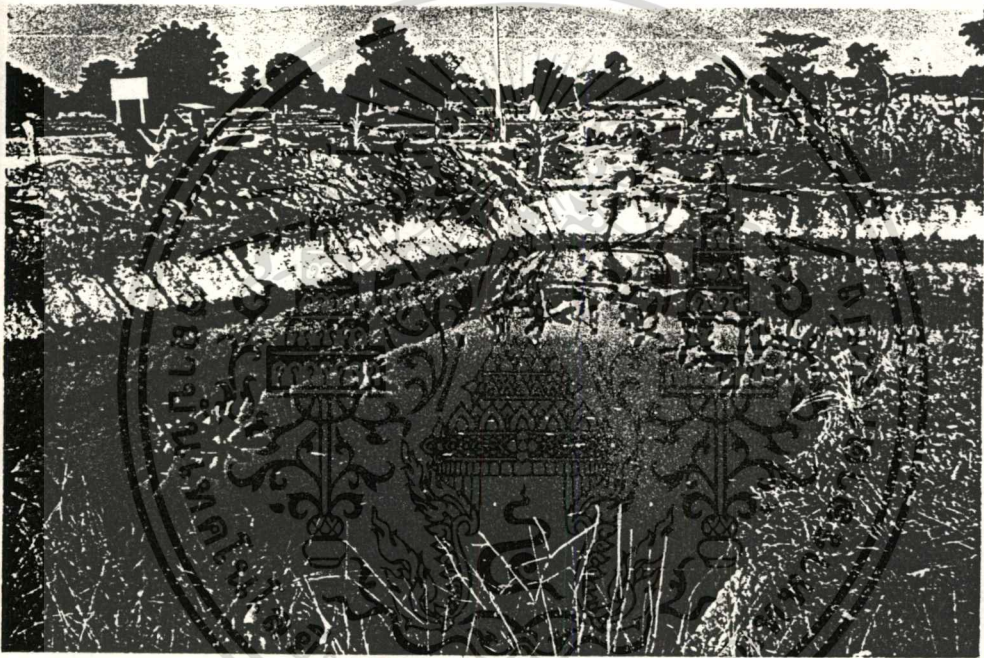
ภาพที่ 2.7 ลักษณะแหล่งน้ำบาดาลที่ บ้านกระสัง ตำบลโคกเหล็ก อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.5 บ้านสนวนโน ตำบลสนวน เป็นแหล่งน้ำสระขนาด 20X50X8 เมตร (ดูภาพที่ 2.8) ซึ่งขุดไว้ใกล้หมู่บ้าน มีขอบสระสูงประมาณ 50 เซนติเมตร สูงกว่าระดับพื้นดิน ด้านนอกมีท่อเชื่อมปิด-เปิดน้ำ ให้ไหลจากด้านนอกเข้ามาเติมได้ ด้านข้างสระมีบันไดทำด้วยคอนกรีต ให้ลงไปตักน้ำได้ แต่ก็ยังมีนั่งร้านทำด้วยไม้เพื่อให้ลงไปตักน้ำอีกด้านหนึ่ง สังเกตการตักน้ำชาวบ้านใช้บันไดคอนกรีต และนั่งร้านไม้ ลงไปตักตามริมสระที่เป็นดิน ไม่ต้องใช้บันได ในสระไม่อนุญาตให้สัตว์เลี้ยงลงไปได้ แต่ก็มีนกลงไปเล่นน้ำและจับปลาบ้าง จึงอาจมีมูลนกปะปนน้ำในสระได้ จากการสอบถามจากชาวบ้าน น้ำที่เก็บจากสระจะนำไปใช้อุปโภค และบริโภคโดยไม่ผ่านการบำบัดให้สะอาด เพราะรสชาติน้ำดีมีความคุ้นเคยกับการดื่ม เช่นนี้มาก่อน



ภาพที่ 2.8 ลักษณะ สระน้ำ บ้านสนวนโน ตำบลสนวน อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.6 บ้านตาเสา ตำบลตาเสา เป็นน้ำในสระขนาด 10X20X8 เมตร (ดูภาพที่ 2.9) มีน้ำขังตลอดปี เพราะมีน้ำซึมจากใต้ดินเป็นน้ำผิวดิน แหล่งเดียวที่มีปริมาณน้ำมากที่สุดของหมู่บ้านตาเสา และอยู่ใกล้ถนนสาธารณะ เชื่อมระหว่างหมู่บ้าน รถยนต์ผ่านไปมาได้สะดวกจึงสามารถบรรทุกน้ำไปจำหน่ายให้ชาวบ้านในหมู่บ้านนี้ได้ จึงเป็นแหล่งน้ำหลักที่ประชาชนส่วนใหญ่ในหมู่บ้านตาเสา ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน แหล่งน้ำนี้ไม่มีสัตว์เลื้อยลงไปได้เพราะขอบสระสูงชัน ไม่อนุญาตให้คนลงไปอาบน้ำในสระ สุขาภิบาลแวดล้อมสะอาด เจ้าของสระจะดูแลดีทำความสะอาดบริเวณอยู่เสมอ เพราะใช้น้ำเป็นสินค้าจำหน่ายให้บรรทุกน้ำที่จะนำไปจำหน่ายต่ออีกทอดหนึ่ง



ภาพที่ 2.9 ลักษณะสระน้ำ บ้านตาเสา ตำบลตาเสา อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.7 บ้านสวนรวม ตำบลห้วยราชา เป็นสระน้ำขนาด 8X16X6เมตร (ดูภาพที่ 2.10) สระขุดใหม่เมื่อ 2 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากขาดแคลนน้ำดื่มในช่วงฤดูร้อน น้ำในสระเป็นลักษณะน้ำขุ่นจากไต่ดิน รอบ ๆ สระมีขอบสูงประมาณ 1 เมตร ป้องกันน้ำจาก บริเวณที่ราบริบรอบ ๆ ไหลลงไปเติมให้สกปรก มีรั้วลวดหนามล้อมรอบบริเวณ ป้องกันไม่ให้สัตว์เลื้อยลงไปได้ ดูแล้วลักษณะน้ำใสไม่มีจอกแหนและพืชน้ำอื่น ๆ แต่จะมีนกลงไปเล่นน้ำบ้าง



ภาพที่ 2.10 ลักษณะสระน้ำ บ้านสวนรวม ตำบลห้วยราชา อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

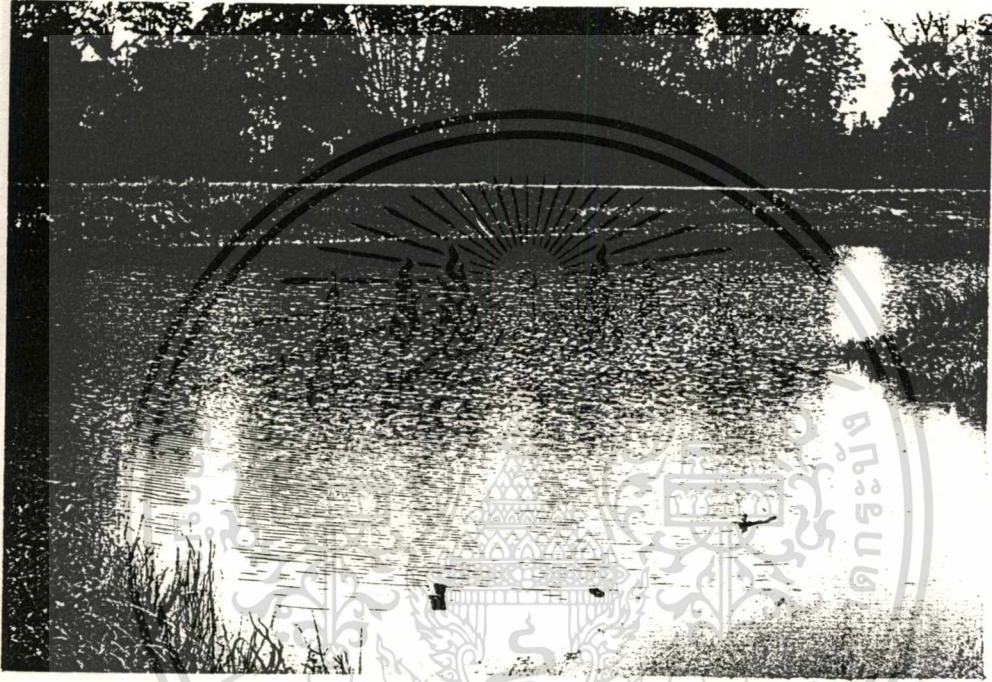
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.8 บ้านตะครอง ตำบลห้วยราชา เป็นสระน้ำขนาดใหญ่กว้าง 25X100X8 เมตร (ดูภาพที่ 2.11) อยู่กลางหมู่บ้าน เป็นสระเก่าแก่ อยู่ติดกับถนนกลางหมู่บ้าน มีบันไดคอนกรีตทอดลงไปเพื่อตักน้ำมาใช้อุปโภคบริโภค ในสระมีพืชน้ำขึ้นอยู่ทั่วไป จากการสังเกตรอบ ๆ ขอบสระมีมูลสุนัข มูลคน วัว ควาย บ้าง ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เมื่อฝนตกจะชะล้างมูลเหล่านี้ลงไปในสระได้ นอกจากนี้บางครั้งมีสัตว์เลื้อย เช่น เป็ดลงไปลอยในน้ำ แสดงว่าสุขภาพแหล่งน้ำแห่งนี้ไม่สะอาด จากการสอบถามชาวบ้านก็ได้ความว่าเป็นน้ำใช้ทั้งบริโภค และ อุปโภคโดยไม่ผ่านการทำให้สะอาด เพราะเคยชินในการใช้น้ำแหล่งนี้มานานแล้ว



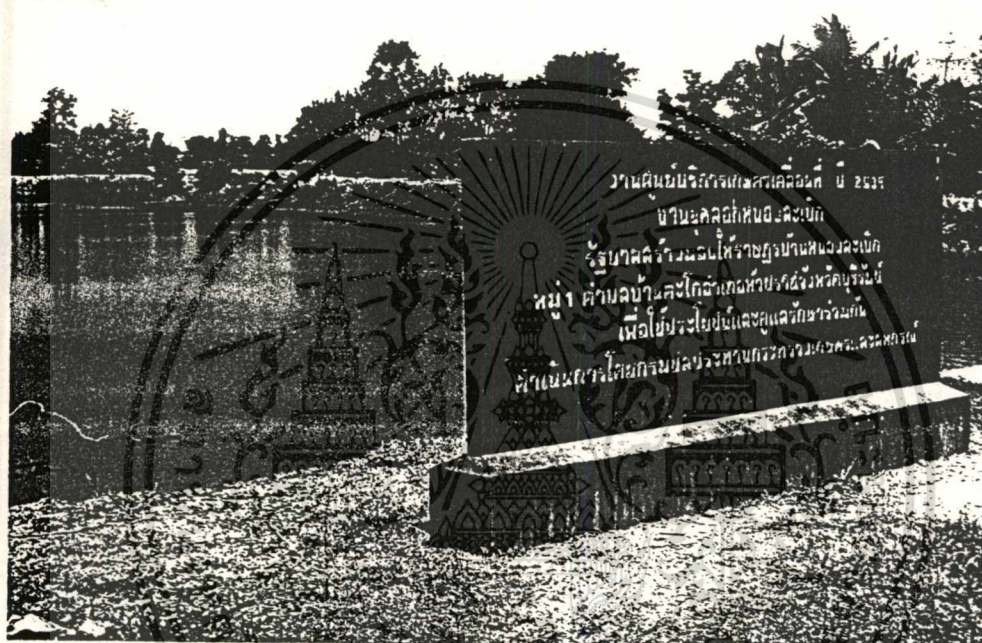
ภาพที่ 2.11 ลักษณะสระน้ำบ้านตะครอง ตำบลห้วยราชา อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.9 บ้านหนองโสน ตำบลตะโก เป็นน้ำสระกลางหมู่บ้าน สระขนาด 100X60X8 เมตร (ดูภาพที่ 2.12) มีขอบดินรอบสระสูงประมาณ 50 ซม. เป็นสระเก่าแก่ บางครั้งมีคนลงไปอาบน้ำบ้าง และมีสัตว์เลื้อยลงไปบ้าง บางทีริมสระน้ำ จะขุดบ่อเล็กเพื่อให้น้ำซึมจากสระเข้าไปในบ่อเล็กที่สุด เพื่อให้น้ำใสสะอาดขึ้น ชาวบ้านจะเก็บน้ำนี้ไปบริโภค สภาพสุขภาพ ভালแถมล้อมรอบ ๆ สระยังไม้ดี ชาวบ้านหนองโสน ส่วนใหญ่ก็เก็บน้ำ จากที่นี้ไปบริโภค และ อุปโภคในชีวิตประจำวัน โดยไม่ผ่านการบำบัดเลย



ภาพที่ 2.12 ลักษณะสระน้ำบ้านหนองโสน ตำบลตะโก อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดบุรีรัมย์

2.7.10 บ้านตะโก ตำบลตะโก เป็นน้ำในสระขนาด 40X60X10 เมตร (ดูภาพที่ 2.13) รัฐบาลสร้างมอบให้ ดำเนินการโดยกรมชลประทานกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อปี พ.ศ. 2535 มีขอบสระโดยรอบ มีทางน้ำระบายเข้า-ออก ติดต่อกับอีกสระหนึ่ง ที่อยู่ใกล้เคียง ขนาดใหญ่เท่า ๆ กันทั้งสองสระ มีสัตว์เลี้ยงลงเล่นน้ำ เช่น เป็ด แต่วัว ควาย ไม่ให้ลงได้ แหล่งน้ำนี้อยู่ติดกับหมู่บ้าน ชาวบ้านใช้เป็นน้ำ บริโภค และอุปโภคโดยตลอดในช่วงฤดูร้อน สุขาภิบาลโดยทั่วไปไม่สะอาดเท่าใดนัก



ภาพที่ 2.13 ลักษณะสระน้ำบ้านตะโก ตำบลตะโก อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

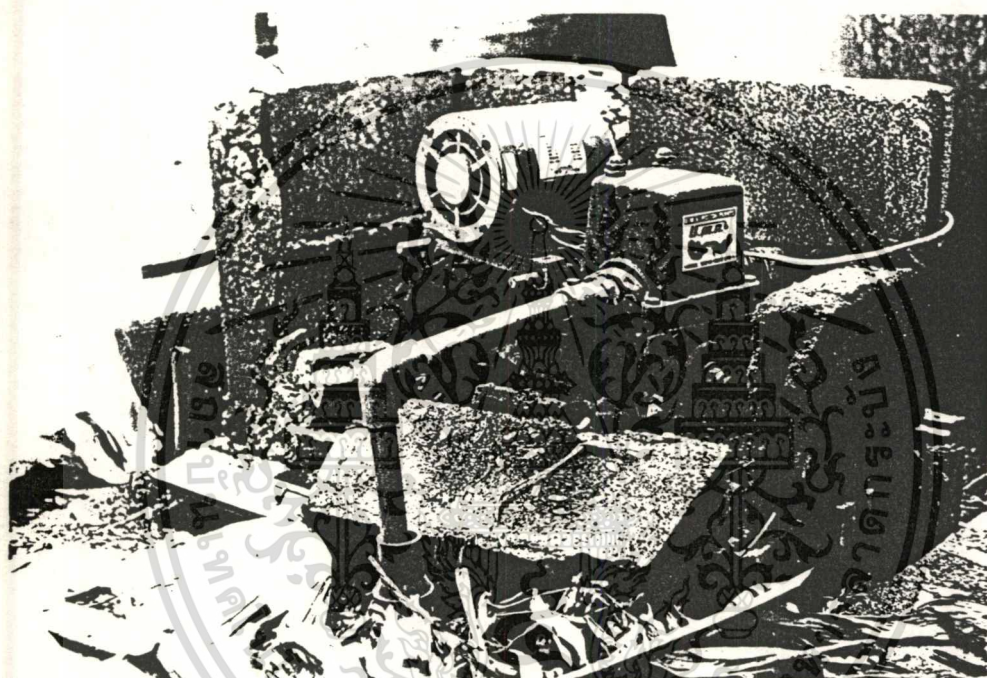
2.7.11 บ้านปะคำ เป็นแหล่งน้ำบ่อไม่ติดือบที่ประชาชนุดเป็นหลุมลงไปในดินรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร ลึก 8 เมตร (ดูภาพที่ 2.14) น้ำในบ่อเป็นน้ำใต้ดินชั้นบนซึมออกมาข้างในก้นบ่อ จนมีระดับน้ำสูงจากก้นบ่อประมาณ 1 เมตร ในบ่อได้ใส่ท่อซีเมนต์ต่อซ้อนกัน บริเวณนี้มีชั้นหินแข็งแรงป้องกันการทรุดตัวของดินได้ การตักน้ำในบ่อชนิดนี้ใช้ไม้ไม่มีตะขอ หรือเชือกผูกติดกับถังน้ำหย่อนลงไป แล้วใช้แรงคนดึงขึ้นมา เนื่องจากการใช้น้ำของประชาชนส่วนใหญ่ในบ่อเดียว คิดว่าน้ำในแหล่งน้ำชนิดนี้ไม่ปลอดภัยจากโรค เนื่องจากถังน้ำไม่สะอาดเพียงพอก่อนนำมาใช้ตักน้ำในบ่อ เมื่อใช้ร่วมกันจำนวนมาก ความสกปรกย่อมจะมากด้วย จากการออกไปเก็บตัวอย่างน้ำ ผู้วิจัยได้ออกไปสำรวจพบว่ามีส่วนน้อยที่ประชาชนในอำเภอห้วยราช ใช้น้ำบ่อไม่ติดือบ จึงได้สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำได้เพียง 1 แห่งที่ บ้านปะคำ ตำบลเมืองโพธิ์ น้ำที่เก็บได้ใน ถูร์ร้อนค่อนข้างขุ่นขาว เพราะมีตะกอนดินเจือปนมาก เนื่องจากประชาชนในหมู่บ้านทยอยกันมา เก็บอย่างต่อเนื่อง ทำให้น้ำในบ่อไม่นิ่งพอ ดินที่เจือปนอยู่ตกตะกอนไม่ได้ จึงทำให้น้ำมีลักษณะขุ่นขาวดังกล่าว แต่ประชาชนก็ยังต้องใช้บริโภคอุปโภค เนื่องจากขาดแคลนน้ำในช่วงนี้จากแหล่งอื่น ในฤดูฝนน้ำในบ่อแห่งนี้มีปริมาณมากขึ้น นอกจากน้ำซึมในดินแล้วยังมีน้ำฝนตกลงมาเติม น้ำในบ่อมีปริมาณมากขึ้น ลักษณะน้ำในช่วงนี้จึงใสดูสะอาดกว่าในฤดูร้อน และประชาชนได้นำจากการรองน้ำฝนที่ตกลงมา น้ำในบ่อจึงมีเวลาพักตัวและตกตะกอนได้



ภาพที่ 2.14 ลักษณะบ่อน้ำไม่ติดือบที่บ้านปะคำ ตำบลเมืองโพธิ์ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.12 บ้านสามแวง ตำบลสามแวง เป็นน้ำบ่อตื้นตื้น ลักษณะบ่อเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร มีท่อซีเมนต์วางซ้อนกันประมาณ 16 ท่อ ความลึกบ่อประมาณ 8 เมตร ปากบ่อมีฝาปิด และ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (ดูภาพที่ 2.15) น้ำในแหล่งน้ำชนิดนี้จะสะอาดกว่า บ่อแบบไม่ตื้นตื้น ส่วนใหญ่พบอยู่ในหมู่บ้านและอยู่ไม่ห่างไกลจากลุ่มน้ำ ซึ่งอาจมีน้ำซึมจาก ลุ่มน้ำใกล้เคียงทำให้น้ำสกปรก ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาวิเคราะห์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บจากแห่งเดียวที่ บ้านสามแวง เนื่องจากการสำรวจครั้งแรก แหล่งน้ำประเภทนี้ ประชาชนใช้เป็นส่วเล็กน้อย เพราะน้ำ ไม่พอใช้ในฤดูร้อน แต่ในฤดูฝนก็รองน้ำฝนใช้แทนได้



ภาพที่ 2.15 ลักษณะบ่อน้ำตื้นตื้นที่บ้านสามแวง ตำบลสามแวง อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยมุ่งศึกษาคุณภาพน้ำดื่มโดยการหาปริมาณแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological Indicator) ที่ปนเปื้อนมากับน้ำ ในแหล่งน้ำที่ประชาชนส่วนใหญ่ในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน โดยมีวิธีศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา
- 3.2 วิธีการเลือกตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการ
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ประชากร คือน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ 6 ประเภท ได้แก่ น้ำฝน น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำสระ น้ำบ่อไม่ติดสูบ น้ำบ่อติดสูบ จาก 79 หมู่บ้าน ที่ประชาชนในแต่ละหมู่บ้านของอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน (ดูตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 จำนวนแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์จำแนกตามตำบล ของอำเภอ
ห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์

ตำบล	จำนวน หมู่บ้าน ทั้งหมด	จำนวน หมู่บ้าน ตัวอย่าง	ชื่อ หมู่บ้าน ตัวอย่าง	จำนวนแหล่งน้ำที่นำมาวิเคราะห์					
				น้ำ ฝน	น้ำ สระ	น้ำ ประปา	น้ำบ่อ ไม่ติดสูบ	น้ำบ่อ ติดสูบ	น้ำ บาดาล
สนวน	12	2	สวายจิกน้อย	1	-	-	-	-	-
			สนวนใน	-	1	-	-	-	-
โคกเหล็ก	11	2	โคกเหล็ก	1	-	-	-	-	-
			กระสัง	-	-	-	-	-	1
ห้วยราช	9	1	ห้วยราช	-	-	1	-	-	-
ตาเสา	10	1	ตาเสา	-	1	-	-	-	-
ห้วยราช	10	2	ส่วนรวม	-	1	-	-	-	-
			ตะครอง	-	1	-	-	-	-
ตะโก	9	2	ตะโก	-	1	-	-	-	-
			หนองโสน	-	1	-	-	-	-
เมืองโพธิ์	9	1	ปะคำ	-	-	-	1	-	-
สามแวง	9	1	สามแวง	-	-	-	-	1	-
รวม	79	12		2	6	1	1	1	1

จากตารางที่ 3.1 เป็นการแสดงถึงการเลือกจุดต่าง ๆ ในอำเภอห้วยราชทั้ง 79 หมู่บ้าน ซึ่งสุ่มตัวอย่างได้ 12 หมู่บ้าน เพื่อที่จะเก็บตัวอย่างน้ำจาก 6 ประเภทดังนี้ น้ำฝน 2 แห่ง ที่บ้านสวายจิกน้อย และ บ้านโคกเหล็ก น้ำประปา 1 แห่งที่ บ้านห้วยราช น้ำบาดาล 1 แห่งที่บ้านกระสัง น้ำสระ 6 แห่ง ที่บ้านสนวนใน บ้านตาเสา บ้านส่วนรวม บ้านตะครอง บ้านหนองโสน และ บ้านตะโก น้ำบ่อไม่ติดสูบ 1 แห่ง ที่บ้านปะคำ น้ำบ่อติดสูบ 1 แห่งที่ บ้านสามแวง

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือน้ำที่สุ่มเก็บจากแหล่งน้ำ ที่ประชาชนส่วนใหญ่ใช้บริโภคในแต่ละหมู่บ้านที่สุ่มตัวอย่างมา 12 หมู่บ้าน ๆ ละ 1 แห่ง ๆ ละ 3 ขวด จำนวนทั้งสิ้น 36 ขวด ในฤดูร้อน และ ฤดู ฝน

3.2 วิธีการเลือกตัวอย่าง

ในการเลือกตัวอย่างผู้วิจัยได้ดำเนินการ เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับฉลาก เลือกหมู่บ้านจำนวนร้อยละ 15 ของ 79 หมู่บ้านได้ 12 หมู่บ้าน

3.2.2 เลือกแหล่งน้ำจาก 12 หมู่บ้าน ๆ ละ 1 แห่ง ที่ประชาชนส่วนใหญ่ใช้บริโภค และ เก็บตัวอย่างน้ำจาก 12 แห่ง ๆ ละ 3 ขวด จำนวนทั้งสิ้น 36 ขวด ในฤดูร้อน และ 36 ขวด ในฤดูฝน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 อุปกรณ์ และ วัสดุที่ใช้ใน การวิจัยในครั้งนี้ 2 ประเภทคือ

3.3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง ตู้อบ เครื่องอังน้ำ ตู้เพาะเชื้อ จานเพาะเชื้อ ปิเปตต์ หม้อนึ่งความดัน หลอดดักก๊าซ และวัสดุที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ บางประเภท

3.3.1.2 วัสดุได้แก่ ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำ ในหมู่บ้านกลุ่มตัวอย่าง ในอำเภอห้วยราช อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป และ สารละลาย (น้ำกลั่น) เป็นต้น

3.3.2 การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์

การวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในอำเภอห้วยราชจังหวัดบุรีรัมย์ เป็น การวิจัยเชิงสำรวจ วิเคราะห์คุณภาพน้ำเฉพาะทางจุลชีววิทยา โดยการวิเคราะห์ Standard Plate Count, Most Probable Number Coliform, และ *E.coli* โดยมีวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ดังนี้

3.3.2.1 วัสดุเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปได้แก่ Tryptone Glucose Extract Agar , Lauryl Tryptose Broth , Brilliant Green Lactose Bile Broth, Eosin Methylene Blue Agar, Nutrient Agar และ สารละลาย (น้ำกลั่น)

3.3.2.2 ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำในหมู่บ้านกลุ่มตัวอย่าง 36 ขวด ในฤดูร้อน และ 36 ขวด ในฤดูฝน

3.3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ ได้แก่

1. เครื่องชั่ง (Balance) ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
2. ตู้อบไอร้อน (Hot- Air Sterilizing Oven)
- 3.. เครื่องอังน้ำ (Water Bath)
4. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
5. เครื่องนับโคโลนี (Colony Counter)
6. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (Sterile Petri Dish)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (Sterile Petri Dish)
7. ปิเปตต์ (Graduated Pipette) ขนาด 0.1, 1.0 และ 10.0 มิลลิลิตร
8. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร
9. ปากคืบ
10. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
11. หลอดดัดก๊าช (Durham Fermentation Tube) ขนาด 5x30 มิลลิเมตร
12. อุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายเชื้อ (Inoculating Equipment)
13. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ขนาด 150 มิลลิลิตร
14. ภาชนะใส่อาหาร ขนาด 100x15 มิลลิเมตร
15. หลอดทดลอง ขนาด 150x18 มิลลิเมตร
16. กล้องจุลทรรศน์

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

ตอนที่ 1. เก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่ประชาชนส่วนใหญ่บริโภคในหมู่บ้านที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 หมู่บ้าน ๆ ละ 3 ขวด ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2541 เพื่อใช้ในการดำเนินการหาปริมาณแบคทีเรีย

ตอนที่ 2. วิเคราะห์หาแบคทีเรีย ในตัวอย่างน้ำจากตอนที่ 1 โดยวิธี

- 2.1 Standard Plate Count
- 2.2 Most Probable Number of Coliform Organism (MPN)
- 2.3 หา *E. coli*

ในการตรวจวิเคราะห์ในครั้งนี้ ใช้ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ อาคารสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สภาน์เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยดำเนินการขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การเก็บตัวอย่างน้ำ ดำเนินการดังนี้

- 1.1 เก็บตัวอย่างน้ำ ช่วงฤดูร้อน และ ฤดูฝน
- 1.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใช้ขวดปากกว้างชนิดที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งล้างให้สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ขนาด 150 มิลลิลิตร มีฝาปิดสนิท เก็บตัวอย่างน้ำจะไม่เก็บจนเต็มขวด ให้เหลือที่ว่างไว้ประมาณ 2.5 เซนติเมตร จากปากขวด เพื่อความสะดวกใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวจแหล่งน้ำที่สุ่มตัวอย่าง 12 แห่ง จาก 12 หมู่บ้านกลุ่มตัวอย่าง ๗ ละ 1 แห่ง ที่ประชาชนส่วนใหญ่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน เป็นน้ำสระ 6 แห่ง น้ำฝน 2 แห่ง น้ำบ่อไม่ติดสูบ 1 แห่ง น้ำบ่อติดสูบ 1 แห่ง น้ำประปา 1 แห่ง น้ำบาดาล 1 แห่ง วิธีเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำแต่ละประเภทมีดังนี้

1.2.1 น้ำสระ ใช้ขวดที่เตรียมไว้แล้วเปิดฝา และใช้เชือกผูกที่คอขวดให้แน่น ปลายเชือกอีกด้านหนึ่งผูกติดปลายลำไม้ไผ่ยาวประมาณ 10 เมตร ที่ก้นขวดมีน้ำหนักของก้อนหินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วถ่วงไว้ ให้ขวดจมได้ง่ายที่ระดับน้ำลึกประมาณ 15-30 เซนติเมตร จากผิวน้ำในการเก็บตัวอย่าง น้ำในสระ 3 จุด ๗ ละ 1 ขวด คือ ต้น กลาง และท้ายสระ

1.2.2 น้ำบ่อไม่ติดสูบ ใช้เชือกยาวประมาณ 15 เมตร ผูกที่คอขวด ที่ก้นขวดก็มีน้ำหนักถ่วงเพื่อให้ขวดจมได้ง่าย เก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อในระดับลึก 15-30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ ที่ขอบบ่อทั้ง 2 ข้าง และ กลางบ่อ จุดละ 1 ขวด

1.2.3 น้ำฝนในถังเก็บ (Storage Tank) เก็บน้ำจากถังน้ำฝน โดยปล่อยให้น้ำไหลออกจากก๊อก 2-3 นาที ลนปากขวดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วเก็บน้ำจากก๊อกทั้ง 3 ขวด

1.2.4 น้ำประปา การเก็บตัวอย่างน้ำประปา ก่อนเก็บน้ำจากก๊อก ลนก๊อกด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเปิดน้ำให้ไหลทิ้ง สัก 2-3 นาที แล้วเก็บน้ำจากก๊อกทั้ง 3 ขวด

1.2.5 น้ำบาดาล การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ก่อนเก็บต้องลนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ปลายก๊อกเครื่องโยก สัก 2-3 นาที โยกน้ำที่เครื่องสูบน้ำชนิดโยกให้น้ำที่ค้างท่อไหลทิ้งไปจนหมด แล้วเก็บน้ำจากก๊อกทั้ง 3 ขวด

1.2.6 น้ำบ่อติดสูบ การเก็บตัวอย่าง ก่อนเก็บต้องลนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ปลายก๊อกเครื่องสูบน้ำ สัก 2-3 นาที แล้วปล่อยน้ำที่เหลือค้างท่อทิ้งจนหมด แล้วเก็บน้ำจากก๊อกทั้ง 3 ขวด

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำแล้ว แช่ตัวอย่างน้ำไว้ในกระติกน้ำแข็ง ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำ

2.1 การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Standard Plate Count) ดังขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1 เตรียมตัวอย่างน้ำบ่อ และน้ำสระที่ความเจือจาง 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} ส่วน บาดาล น้ำประปา และน้ำฝน ใช้ความเจือจางที่ 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ใช้ปิเปตต์ขนาด 1.0 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำที่เจือจางแล้ว 1.0 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อความเจือจาง 3 ซ้ำ ทำจนครบทุกความเจือจาง

2.1.3 เทอาหาร Tryptone Glucose Extract Agar (TEGA) ที่หลอมเหลวและอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างน้ำจานละประมาณ 20 มิลลิลิตร โดยใช้เทคนิคที่ปลอดเชื้อ ทำการ วนจานเพาะเชื้อเพื่อให้อาหารและตัวอย่างน้ำ ผสมกันดี

2.1.4 เมื่ออาหารเพาะเชื้อแข็งกลับจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในตู้บ่มเชื้อ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.1.5 เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง นับโคโลนีแบคทีเรียเฉพาะจาน ที่มีเชื้อเจริญอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี จากนั้นคำนวณหาจำนวนของแบคทีเรียต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร โดยคูณ จำนวนโคโลนี ด้วยส่วนกลับของอัตราการเจือจางที่ใช้ และรายงานผลเป็น Colony Forming Units (CFU) ต่อ 1 มิลลิลิตร

2.2 การวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number of Coliform Organism : MPN)

วิธีนี้จะแสดงปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในรูปเอ็มพีเอ็น ต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร, (MPN / 100 ml) แบ่งการปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.2.1 การตรวจวิเคราะห์ขั้นแรก (Presumptive Test) ดังนี้

2.2.1.1 ดูดตัวอย่างน้ำโดยตรงปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดอาหาร Lauryl Tryptose Broth Double Strength จำนวน 5 หลอด

2.2.1.2 ดูดตัวอย่างน้ำโดยตรง 1.0 มิลลิลิตร ใส่ลงใน อาหาร Lauryl Tryptose Broth Single Strength จำนวน 5 หลอด

2.2.1.3 ดูดตัวอย่างน้ำจากความเจือจาง 1:10 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตรใส่ ลงในอาหาร Lauryl Tryptose Broth Single Strength จำนวน 5 หลอด

2.2.1.4 ดูดตัวอย่างน้ำจากความเจือจาง 1:10 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดอาหาร Lauryl Tryptose Broth Single Strength จำนวน 5 หลอด

2.2.1.5 เขย่าหลอดอาหารทุกหลอดนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.2.1.6 นำหลอดที่ให้ผลบวก (Positive) คือหลอดที่เกิดก๊าซไปทดสอบในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test) วิเคราะห์ขั้น

ยืนยันว่าหลอดที่เกิดก๊าซ(ให้ผลบวก)ในขั้นแรกเป็นโคลิฟอร์มจริง

2.2.2.1 ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรก 1-2

ลูป (loop) ใส่ลงในหลอดอาหาร BGLB ที่มีหลอดดักก๊าซอยู่ ทำการถ่ายเชื้อแบบหลอดต่อหลอด ทุกความเจือจาง

2.2.2.2 นำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35

องศาเซลเซียส ตรวจผลเมื่อครบ 24 ชั่วโมง หลอดที่เกิดก๊าซให้ผลบวก หลอดที่ไม่เกิดแก๊สนำไปบ่มต่อในตู้บ่มจนครบ 48 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาอ่านผลอีกครั้ง หลอดที่เกิดก๊าซภายใน 48 ชั่วโมง ทั้งหมดให้ผลเป็นบวกเป็นโคลิฟอร์ม

2.2.2.3 เลือกความเจือจางที่สูงที่สุดที่ให้ผลบวก 3

ความเจือจาง แล้วนำไปอ่านค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร จากตารางดัชนีค่าเอ็มพีเอ็น ให้สอดคล้องกับค่าความเจือจางที่ใช้

2.2.3 การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed Test) เพื่อยืนยันว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่พบเป็น *E. coli* หรือ *E. aerogenes* โดยให้อาหาร Eosin Methylene Blue Agar (EMB Agar)

2.2.3.1 ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกจากขั้นยืนยันมา

1 ลูป นำไปลาก(streak) บนจานอาหาร EMB agar

2.2.3.2 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยคว่ำจานเพาะเชื้อ

2.2.3.3 เลือกดูโคโลนีที่มีลักษณะดังนี้คือ โคโลนีที่มี

สีดำเข้ม ผิวหนามันวาวคล้ายโลหะ(metallic sheen) เป็นลักษณะโคโลนีของ *E. coli* และ โคโลนีที่มีสีม่วงหรือสีชมพูอ่อนเข้ม จะเป็นโคโลนีของ *E. aerogenes*

2.2.3.4 เพื่อยืนยันว่าเป็นแบคทีเรีย หรือ โคลิฟอร์ม

เชื้อจากโคโลนีเดี่ยว ๆ ที่มีลักษณะดังกล่าว (ข้อ 2.2.3.3) ลงในอาหารเหลว Lauryl Tryptose Broth และหลอดอาหาร Nutrient Agar Slant

2.2.3.5 นำหลอดทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถ้าเป็นโคลิฟอร์มจะให้ก๊าซเกิดขึ้น หลอดที่ไม่เกิดก๊าซนำไปบ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง แล้วจึงอ่านผล นำโคโลนีในอาหาร Nutrient agar slant ไปย้อมสีแกรม และส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าเซลล์มีลักษณะเป็นท่อนสั้น ๆ ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมลบมองเห็นเป็นสีแดง และหมักน้ำตาลแล็กโทสให้กรด และก๊าซ แสดงว่าเป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ โดยวิธีนับโคโลนีจากจานเพาะเชื้อมาตรฐานแบบที่เรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Standard Plate Count) และการตรวจวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number of Coliform Organism) ต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ทั้ง 3 ขั้นตอน โดยปฏิบัติการดำเนินการซ้ำอีก 2 ครั้ง กับตัวอย่างน้ำที่เก็บมาใหม่จากแหล่งน้ำทั้ง 12 แห่งเพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินการและหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ดังนี้

1. Standard Plate Count ที่ 35-37 องศาเซลเซียสที่ 24 ชั่วโมง เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร หรือไม่ (ตามเกณฑ์มาตรฐานมีไม่เกิน 500 โคโลนี)

2. Most Probable Number of Coliform Organism (MPN) ต่อ 100 มิลลิลิตร ถึง 2.2 หรือไม่ (ตามเกณฑ์มาตรฐาน ต้องมีน้อยกว่า 2.2)

3. *E. coli* มีในน้ำหรือไม่ (ตามเกณฑ์มาตรฐานต้องไม่มี)

นำมาแปลความหมายคุณภาพน้ำดื่ม โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพน้ำดื่มดังต่อไปนี้

3.5.1 คุณภาพดี เมื่อเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ทั้ง 3 ข้อ หมายถึงค่า Standard Plate Count ไม่เกิน 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และ ไม่มี *E. coli*

3.5.2 คุณภาพพอใช้ เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้อ 1-2 แต่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานในข้อ 3 หมายถึง Standard Plate Count เกินกว่า 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และ MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตั้งแต่ 2.2 ขึ้นไป แต่ไม่มี *E. coli*

3.5.3 คุณภาพไม่ดี เมื่อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานในข้อ 3 หมายถึงมี *E. coli*ปนเปื้อน

* ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 500 โคโลนีต่อ 1 มิลลิลิตร เป็นไปตามมาตรฐาน

พบว่าตัวอย่างน้ำฝนจากบ้านสวายจิกน้อย มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยที่สุดทั้งฤดูร้อนและฤดูฝน คือ 3.64×10^2 และ 5.70×10^2 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตัวอย่างน้ำสระจากหมู่บ้านตะครอง และ หนองโสน พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดคือในฤดูร้อนพบแบคทีเรีย 1.62×10^8 และ 1.25×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ และในฤดูฝน ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบคือ 1.02×10^8 และ 1.45×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.1 น้ำฝน น้ำฝนที่เก็บมาวิเคราะห์มี 2 แห่งจาก 2 หมู่บ้านดังนี้

1.1.1 แหล่งที่ 1 บ้านสวายจิกน้อย ตำบลสนวน ฤดูร้อน พบ 3.64×10^2 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 5.70×10^2 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.1.2 แหล่งที่ 2 บ้านโคกเหล็ก ตำบลโคกเหล็ก ฤดูร้อนพบ 3.11×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 2.62×10^4 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.2 น้ำประปา เก็บ 1 ตัวอย่าง จากก๊อกน้ำบริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอห้วยราช ฤดูร้อนพบ 3.82×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 5.78×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.3 น้ำบาดาล เก็บจากแหล่งน้ำ บ้านกระสัง ตำบลโคกเหล็ก เพียงแห่งเดียว ฤดูร้อนพบ 1.77×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 1.43×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4 น้ำ สระ เก็บมาวิเคราะห์มี 6 แห่งดังนี้

1.4.1 แหล่งที่ 1 บ้านสนวนโน ตำบลสนวน ฤดูร้อน พบ และ 3.31×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝนพบ 7.58×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4.2 แหล่งที่ 2 บ้านตาเสา ตำบลตาเสา ฤดูร้อนพบ 3.79×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 4.72×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4.3 แหล่งที่ 3 บ้านส่วนรวม ตำบลห้วยราช ฤดูร้อนพบ 8.45×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 6.65×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4.4 แหล่งที่ 4 บ้านตะครอง ตำบลห้วยราช ฤดูร้อน พบ 1.62×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 1.02×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4.5 แหล่งน้ำที่ 5 บ้านหนองโสน ตำบลตะโก ฤดูร้อนพบ 1.25×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 1.45×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.4.6 แหล่งน้ำที่ 6 บ้านตะโก ตำบลตะโก ฤดูร้อน พบ 3.08×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 1.70×10^7 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

1.5 บ่อไม่ติดสูบ เก็บจากแหล่งน้ำบ้านปะคำ ตำบลเมืองโพธิ์ ฤดูร้อน พบ 3.72×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 1.16×10^7 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 บ่อตดิสบ เก็บจากแหล่งน้ำบ้านสามแวง ตำบลสามแวง แห่งเดียว ฤดูร้อน พบ

4.52×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ฤดูฝน พบ 3.19×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร

ผลปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 12 ตัวอย่างเพื่อตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จากงานเพาะเชื้อมาตรฐานที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้วนั้น เป็นจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น และ *E. coli* (ดูตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของ อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน

ลำดับ ที่	ชื่อหมู่บ้าน ตัวอย่าง	ประเภท แหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ทั้งหมด / 100 มิลลิลิตร	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	สวายจิกน้อย	น้ำฝน	*<2	*<2
2	โคกเหล็ก	น้ำฝน	*<2	*<2
3	ห้วยราช	น้ำประปา	*<2	*<2
4	กระสัง	น้ำบาดาล	*<2	*<2
5	สนวนโน	น้ำสระ	*<2	*<2
6	ตาเสา	น้ำสระ	13	21
7	ส่วนรวม	น้ำสระ	*2	4
8	ตะครอง	น้ำสระ	13	17
9	หนองโสน	น้ำสระ	*2	14
10	ตะโก	น้ำสระ	13	26
11	ปะคำ	น้ำบ่อไม่ตดิสบ	13	33
12	สามแวง	น้ำบ่อตดิสบ	*<2	*2

* ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 เป็นไปตามมาตรฐาน

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ในการตรวจสอบ
ชั้นยืนยันตัวอย่างน้ำที่ น้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ทั้ง 2 ฤดู เก็บจาก บ้านสวาย
จิกน้อย บ้านโคกเหล็ก บ้านห้วยราช บ้านกระสัง บ้านสนวนโน บ้านสามแวง และ เฉพาะ
ฤดูร้อน ที่บ้านส่วนรวม บ้านหนองโสน ส่วนค่าเฉลี่ยดัชนีเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียตัวอย่างน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มากกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ทั้ง 2 จุด เก็บจาก บ้านตาเสา บ้านตะครอง บ้านตะโก บ้านปะคำ และ เฉพาะจุดฝนที่ บ้านส่วนรวม บ้านหนองโสน

2.1 น้ำฝน เก็บ 2 แห่ง จาก 2 หมู่บ้าน ได้แก่ ที่บ้านสวายจิกน้อย และ โคกเหล็ก ทั้ง 2 จุด พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.2 น้ำประปา เก็บ 1 แห่ง ที่บ้านห้วยราช ทั้ง 2 จุด พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.3 น้ำบาดาล เก็บ 1 แห่ง ที่บ้านกระสัง ทั้ง 2 จุด พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4 น้ำสระ เก็บ 6 แห่ง

2.4.1 บ้านสนวนใน ทั้ง 2 จุด พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4.2 บ้านตาเสา จุดร้อน พบ 13 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 21 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4.3 บ้านส่วนรวม จุดร้อน พบ 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 4 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4.4 บ้านตะครอง จุดร้อน พบ 13 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 17 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4.5 บ้านหนองโสน จุดร้อน พบ 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 14 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.4.6 บ้านตะโก จุดร้อน พบ 13 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 26 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.5 น้ำบ่อไม่ติดสูบ เก็บ 1 แห่ง ที่บ้านปะคำ จุดร้อน พบ 13 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 33 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

2.6 น้ำบ่อดิตสูบ เก็บจาก 1 แห่ง ที่ บ้านสามแวง จุดร้อน พบน้อยกว่า 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ จุดฝน พบ 2 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร

ผลการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธีเอ็มพีเอ็นจากตัวอย่างน้ำที่เก็บจาก 12 แห่ง

ตอนที่ 3. ตรวจหา *E. coli* ในขั้นตอนนี้ จากการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์การวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยวิธีเอ็มพีเอ็นพบโคลิเนแบคทีเรีย ในงานเพาะเชื้อที่ใช้อาหาร Eosin Methylene Blue Agar (EMB Agar) ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำทั้ง 12 แห่ง

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่พบ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของอำเภอ
ห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน

ลำดับที่	ชื่อหมู่บ้านตัวอย่าง	แหล่งน้ำ	<i>E. coli</i>	
			ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	สวายจิกน้อย	น้ำฝน	ไม่มี	ไม่มี
2	โคกเหล็ก	น้ำฝน	ไม่มี	ไม่มี
3	ห้วยราช	น้ำประปา	ไม่มี	ไม่มี
4	กระสัง	น้ำบาดาล	ไม่มี	ไม่มี
5	สนวนโน	น้ำสระ	ไม่มี	ไม่มี
6	ตาเสา	น้ำสระ	ไม่มี	ไม่มี
7	ส่วนรวม	น้ำสระ	ไม่มี	ไม่มี
8	ตะครอง	น้ำสระ	มี	มี
9	หนองโสน	น้ำสระ	มี	มี
10	ตะโก	น้ำสระ	มี	มี
11	ปะคำ	น้ำบ่อไม่ติดสูบ	ไม่มี	มี
12	สามแวง	น้ำบ่อติดสูบ	ไม่มี	ไม่มี

ตารางที่ 4.3 แสดงว่าน้ำในแหล่งน้ำที่วิเคราะห์คุณภาพในครั้งนี้แตกต่างกัน แหล่งน้ำ
น้ำฝน น้ำประปา และ น้ำบาดาล ไม่พบ *E. coli* ทั้งฤดูร้อน และ ฤดู ฝน ส่วนแหล่ง น้ำสระ น้ำ
บ่อไม่ติดสูบ และน้ำบ่อติดสูบ พบ *E. coli* ที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก ทั้ง ฤดูร้อน
และ ฤดูฝน และที่บ้านปะคำ ในฤดูฝน

3.1 น้ำฝน ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ บ้านสวายจิกน้อย และ บ้านโคกเหล็ก ไม่พบ
E. coli ทั้ง 2 ฤดู

3.2 น้ำประปา ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ บ้านห้วยราช เพียงแห่งเดียว ไม่พบ *E. coli*
ทั้ง 2 ฤดู

3.3 น้ำบาดาล ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำบ้านกระสัง เพียงแห่งเดียว ไม่พบ *E. coli* ทั้ง
2 ฤดู

3.4 น้ำสระ ตัวอย่างน้ำจาก 6 หมู่บ้าน มีผลดังนี้

3.4.1 บ้านสนวนโน ไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู

3.4.2 บ้านตาเสา ไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู

3.4.3 บ้านส่วนรวม ไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู

3.4.4 บ้านตะครอง พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 บ้านหนองโสน พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู

3.4.6 บ้านตะโก พบ *E. coli* 2 ฤดู

3.5 น้ำบ่อไม่ติดสุบตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำบ้านปะคำเพียงแห่งเดียว ฤดูร้อน ไม่พบ *E. coli* ฤดูฝน พบ *E. coli*

3.6 น้ำบ่อติดสุบ ตัวอย่างน้ำจาก บ้านสามแวงเพียงแห่งเดียว ไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู

ปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทั้งหมดโดย ถ่ายเชื้อจากจานเพาะเชื้อในชั้นสมบูรณ์

ลงในอาหาร Lauryl Tryptose Broth ได้ผลว่าเกิดก๊าซ และหลอดอาหาร Nutrient Agar Slant ได้ผลว่าเกิดและโคโลนีแบคทีเรียใหม่ เฉพาะที่ถ่ายเชื้อจากจานเพาะเชื้อตัวอย่างน้ำที่ 8,9,10 ทั้ง 2 ฤดู และ 11 ในฤดูฝน (ดูจากตารางที่ 4.3) แล้วนำโคโลนีแบคทีเรียจากอาหาร Nutrient Agar Slant ไปย้อมสีแกรม และ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ มองเห็นแบคทีเรียสีแดงเป็นท่อนสั้น ๆ ซึ่งแสดงว่าเป็นโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียใน 12 ตัวอย่างน้ำ ทั้ง 3 ขั้นตอน พบที่จะสรุปได้ดังตารางที่ 4.4 ต่อไปนี้



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทั้ง 12 แห่ง (ดูตารางที่ 4.1) ซึ่งเก็บจาก 3 จุด ในแหล่งน้ำทุกแห่ง ๆ แห่งละ 3 ขวด นำมาดำเนินการตามขั้นตอนปฏิบัติการวิเคราะห์หาค่าปริมาณแบคทีเรียซีเนาะกลุ่มโคลิฟอร์ม และหาค่าเฉลี่ย ตามลำดับโดยวิธีดังนี้

1. ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน(Standard Plate Count)
2. การวิเคราะห์หาค่าเอ็มพีเอ็น (MPN)
3. ตรวจหา *E. coli* ด้วยกล้องจุลทรรศน์

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรียตัวอย่างน้ำจำแนกตามประเภทของแหล่งน้ำในตำบลต่าง ๆ ทั้ง 12 แห่ง เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Standard Plate Count) โดยจะตรวจนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นแบคทีเรียทั้งหมด (ดูตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยการตรวจนับ จากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน ตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน

ลำดับ ที่	ชื่อหมู่บ้าน ตัวอย่าง	ประเภท แหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรีย ทั้งหมด (CFU /1 มิลลิลิตร) ฤดูร้อน	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรีย ทั้งหมด (CFU /1 มิลลิลิตร) ฤดูฝน
1	สวายจิกน้อย	น้ำฝน	3.64×10^2	5.70×10^2
2	โคกเหล็ก	น้ำฝน	3.11×10^3	2.62×10^4
3	ห้วยราช	น้ำประปา	3.82×10^3	5.78×10^3
4	กระสัง	น้ำบาดาล	1.77×10^3	1.43×10^3
5	สนวนโน	น้ำสระ	3.31×10^6	7.58×10^6
6	ตาเสา	น้ำสระ	3.79×10^6	4.72×10^6
7	ส่วนรวม	น้ำสระ	8.45×10^6	6.65×10^6
8	ตะครอง	น้ำสระ	1.62×10^8	1.02×10^8
9	หนองโสน	น้ำสระ	1.25×10^8	1.45×10^8
10	ตะโก	น้ำสระ	3.08×10^6	1.70×10^7
11	ปะคำ	น้ำบ่อไม่ติดสูบ	3.72×10^6	1.16×10^7
12	สามแวง	น้ำบ่อติดสูบ	4.52×10^6	3.19×10^5

ตารางที่ 4.4 สรุปคุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรีย ตัวอย่างน้ำ 12 แห่ง ของอำเภอห้วยราช

จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน

ลำดับ ที่	ชื่อหมู่บ้าน ตัวอย่าง และ แหล่งน้ำ	Standard Plate Count CFU / 1 ml		Total Coliform (MPN /100ml)		E. coli		คุณภาพของน้ำ ตามข้อตกลงเบื้องต้น	
		ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	สวายจิกน้อย(น้ำฝน)	3.64×10^2	5.7×10^2	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	ดี	พอใช้
2	โคกเหล็ก (น้ำฝน)	3.11×10^3	2.62×10^4	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้
3	ห้วยราช (น้ำประปา)	3.82×10^3	5.78×10^3	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้
4	กระสัง (น้ำบาดาล)	1.77×10^3	1.43×10^3	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้
5	สนวนโน (น้ำสระ)	3.31×10^6	7.58×10^6	<2	<2	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้
6	ตาเสา (น้ำสระ)	3.79×10^6	4.72×10^6	13	21	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้
7	ส่วนรวม (น้ำสระ)	8.45×10^6	6.65×10^6	2	4	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้
8	ตะครอง (น้ำสระ)	1.62×10^8	1.02×10^8	13	17	มี	มี	ไม่ดี	ไม่ดี
9	หนองโสน (น้ำสระ)	1.25×10^8	1.45×10^8	2	14	มี	มี	ไม่ดี	ไม่ดี
10	ตะโก (น้ำสระ)	3.08×10^6	1.70×10^7	13	26	มี	มี	ไม่ดี	ไม่ดี
11	ปะคำ(น้ำบ่อไม่ติดสูบ)	3.72×10^6	1.16×10^7	13	33	ไม่มี	มี	พอใช้	ไม่ดี
12	สามแวง(น้ำบ่อติดสูบ)	4.52×10^6	3.19×10^6	<2	2	ไม่มี	ไม่มี	พอใช้	พอใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ผลปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำ ที่ประชาชนส่วนใหญ่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวันในครั้งนี้ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2 (1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ดังนี้

1. ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจากงานเพาะเชื้อมาตรฐานไม่เกิน 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร คือ น้ำฝนเพียงแห่งเดียวเก็บในฤดูร้อน จากบ้านสวายจิกน้อย มีค่าเป็น 3.64×10^2 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร อีก 11 แห่งทั้ง 2 ฤดู เกิน 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ทั้งหมด

2. ดัชนีค่า MPN โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 ทั้ง 2 ฤดู คือ ที่บ้านสวายจิกน้อย บ้านโคกเหล็ก บ้านห้วยราช บ้านกระสัง บ้านสนวนโน บ้านสามแวง และ เฉพาะฤดูร้อน ที่บ้านส่วนรวม บ้านหนองโสน ส่วนแห่งอื่นที่เหลือ มากกว่า 2.2 ทั้งหมด

3. E. coli พบทั้ง 2 ฤดู ในตัวอย่างน้ำเก็บจาก 3 แห่ง ที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก. และ พบเฉพาะฤดูฝนอีก 1 แห่ง ที่บ้านปะคำ ส่วนแห่งอื่น ๆ ที่เหลือไม่พบ E. coli

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียตามเกณฑ์ที่กำหนด สรุปได้ดังนี้

1. คุณภาพดีมี 1 แห่งเป็นน้ำฝน ในฤดูร้อน ที่ บ้านสวายจิกน้อย
2. คุณภาพพอใช้มี 9 แห่ง

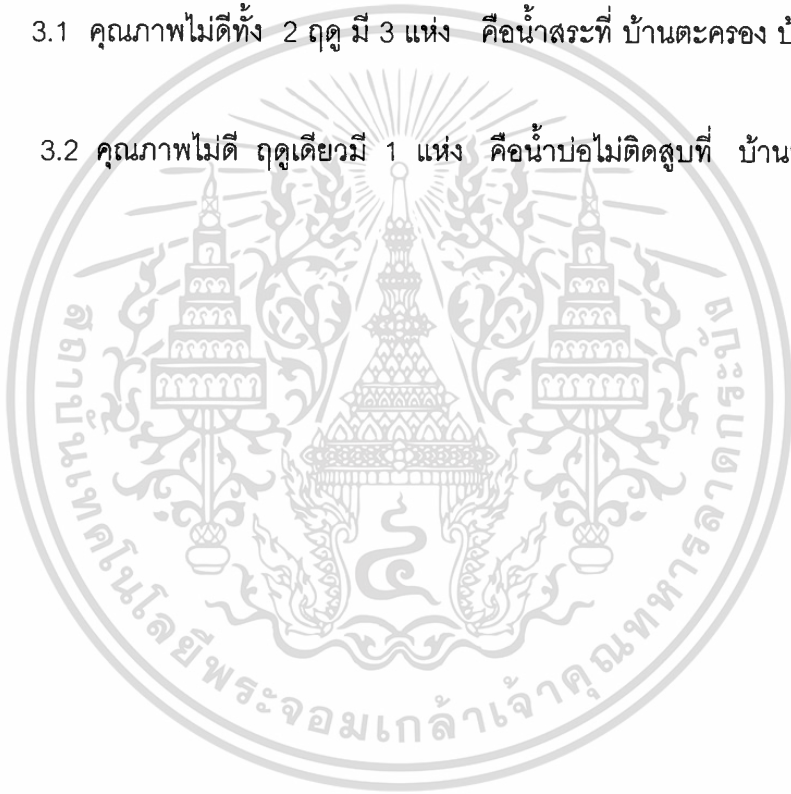
2.1 คุณภาพพอใช้ ทั้ง 2 ฤดู มี 7 แห่ง คือ น้ำฝนที่บ้านโคกเหล็ก น้ำ
ประปา ที่บ้านห้วยราช น้ำสระ ที่บ้านสนวนโน บ้านตาเสา บ้านส่วนรวม น้ำบาดาลที่ บ้าน
กระสัง น้ำบ่อติดสูบที่ บ้านสามแวง

2.2 คุณภาพพอใช้ ฤดูเดียว มี 2 แห่ง คือน้ำฝนที่บ้านสวายจิกน้อย
ในฤดูฝน น้ำบ่อไม่ติดสูบที่บ้านปะคำ ในฤดูร้อน

3. คุณภาพไม่ดีมี 4 แห่ง

3.1 คุณภาพไม่ดีทั้ง 2 ฤดู มี 3 แห่ง คือน้ำสระที่ บ้านตะครอง บ้านหนอง
โสน บ้านตะโก

3.2 คุณภาพไม่ดี ฤดูเดียวมี 1 แห่ง คือน้ำบ่อไม่ติดสูบที่ บ้านปะคำ ใน
ฤดูฝน



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำเป็นลำดับอย่างเป็นขั้นตอน จากที่ได้วางแผน ออกสำรวจแหล่งน้ำที่ประชาชนส่วนใหญ่ในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ 6 ประเภท จากแหล่งต่าง ๆ 12 แห่ง ในฤดูร้อน และ ฤดูฝน นำมาปฏิบัติการวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียที่เน่าเปื่อยปนเปื้อนในน้ำ ว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้ดื่มเพียงไร โดยพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐาน ข้อ 2(1) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2515) ซึ่งกล่าวสรุปผลการวิเคราะห์ วิจัยผล และ ให้ข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียทั้ง 12 ตัวอย่าง ในครั้งนี้สรุปผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

5.1.1.1 คุณภาพน้ำฝน จากทั้ง 2 แห่ง ที่บ้านสวายจิกน้อย และ บ้านโคกเหล็ก พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 3.64×10^2 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 2.62×10^4 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ดังนั้น คุณภาพน้ำฝนที่บ้านสวายจิกน้อย ในฤดูร้อนอยู่ในเกณฑ์ดี ในฤดูฝนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ สำหรับที่บ้านโคกเหล็กอยู่ในเกณฑ์พอใช้ทั้ง 2 ฤดู

5.1.1.2 คุณภาพน้ำประปา 1 แห่ง ที่บ้านห้วยราช พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 3.82×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 5.78×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ทั้ง 2 ฤดู

5.1.1.3 คุณภาพน้ำบาดาล 1 แห่ง ที่บ้านกระสัง พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 1.43×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 1.77×10^3 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ดังนั้นคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้

5.1.1.4 คุณภาพน้ำสระทั้ง 6 แห่ง ที่บ้านสนวนใน บ้านตาเสา บ้านส่วนรวม บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดู มีค่าระหว่าง 3.31×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 1.62×10^8 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ส่วนค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตัวอย่างน้ำจาก บ้านสนวนใน น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 ฤดู ที่บ้านตาเสา

ทั้ง 2 จุด คุณภาพน้ำทั้ง 3 แห่ง 2 จุด อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนตัวอย่างน้ำที่บ้านตะครอง บ้านตะโก ทั้ง 2 จุด และ บ้านหนองโสน จุดฝน ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 จุดร้อน น้อยกว่า 2.2 และ พบ *E. coli* ทุกตัวอย่างน้ำ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี

5.1.1.5 คุณภาพน้ำบ่อไม่ติดลบ 1 แห่งที่บ้านปะคำ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ทั้ง 2 จุด มีค่าระหว่าง 3.72×10^5 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 1.16×10^7 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ในจุดร้อนค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ในจุดฝน คุณภาพน้ำไม่ดีเนื่องจากตรวจพบ *E. coli*

5.1.1.6 คุณภาพน้ำบ่อติดลบ 1 แห่งที่บ้านสามแวง ตำบลสามแวง ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ทั้ง 2 จุด มีค่าระหว่าง 3.19×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ถึง 4.52×10^6 CFU ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 จุด คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย 12 ตัวอย่าง น้ำคุณภาพดีมี 1 ตัวอย่าง เป็นน้ำฝนในจุดร้อนที่บ้านสวายจิกน้อย คุณภาพพอใช้มี 9 ตัวอย่าง คุณภาพพอใช้ ทั้ง 2 จุด มี 7 ตัวอย่าง เป็นน้ำฝนที่บ้านโคกเหล็ก น้ำประปาที่บ้านห้วยราช น้ำสระที่บ้านสนวนโน บ้านตาเสา บ้านสวนรวม น้ำบาดาลที่บ้านกระสัง น้ำบ่อติดลบที่บ้านสามแวง อีก 2 ตัวอย่าง คือ น้ำฝนที่บ้านสวายจิกน้อย ในจุดฝน น้ำบ่อไม่ติดลบที่บ้านปะคำ ในจุดร้อน คุณภาพไม่ดี ทั้ง 2 จุด มี 3 ตัวอย่าง เป็นน้ำสระที่ บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก และ อีก 1 ตัวอย่าง เป็นน้ำบ่อไม่ติดลบที่บ้านปะคำ ในจุดฝน ที่สุ่มมาทั้งหมดนี้ น้ำฝนพบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำน้อยที่สุด ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ส่วนตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณแบคทีเรียสูงสุด ค่า MPN สูงสุด และพบ *E. coli* ในน้ำบ่อไม่ติดลบในจุดฝน และน้ำสระที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก ทั้ง 2 จุด ตามลำดับ

5.2 วิจารณ์ผลการปฏิบัติการ

5.2.1 น้ำฝนที่เก็บมาทั้ง 2 ตัวอย่าง คุณภาพทางแบคทีเรียแตกต่างกัน เนื่องจากภาชนะกักเก็บ การรองรับน้ำจากหลังคา การดูแลรักษา และการนำมาใช้ ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบ จุดฝนสูงกว่าจุดร้อน และ เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร คงเนื่องจากการชะล้างเอาแบคทีเรียจากหลังคาลงมาด้วย และ เป็นการเพิ่มเติมอาหารในภาชนะกักเก็บ แต่ MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และไม่พบ *E. coli* ทั้งสองจุด ถึงแม้ว่าจะมีมูลสัตว์และเศษใบไม้บนหลังคาทั้งสองแห่ง โคลิฟอร์มแบคทีเรียคงถูกทำลายไปเนื่องจากแสงแดด แต่ผลนี้ก็คงเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป ประชาชนจึงต้องระมัดระวังในการใช้น้ำเพื่อการบริโภค หมั่นทำความสะอาดภาชนะที่รองรับกักเก็บ และ หลังคาอย่างสม่ำเสมอ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 น้ำประปาที่เก็บมา 1 ตัวอย่าง ผลิตจากน้ำดิบในแหล่งน้ำผิวดิน โดยมีกระบวนการที่ยังไม่ได้มาตรฐานการผลิตน้ำประปา เป็นสาเหตุพบปริมาณแบคทีเรียสูงเกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร พบน้อยกว่า 2:2 และ ไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 จุด คงถูกทำลายเนื่องจากคลอรีนที่เติมลงในน้ำ

5.2.3 น้ำบาดาลเก็บมา 1 ตัวอย่าง ปริมาณแบคทีเรียเกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 และ ไม่พบ *E. coli* ทั้ง 2 จุด คงเนื่องจากการซึมผ่านของน้ำที่ปนเปื้อนแบคทีเรีย ในบริเวณใกล้เคียงไปสะสมในบ่อบาดาล แบคทีเรียบางชนิดไม่ถูกทำลาย แต่บางชนิดแบคทีเรียถูกทำลาย

5.2.4 น้ำสระที่เก็บมา 6 ตัวอย่าง ปริมาณแบคทีเรียเกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ทั้งหมด ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร มากกว่า 2.2 เกือบทั้งหมด และ พบ *E. coli* 4 ตัวอย่าง (ดูตารางที่ 4.4) เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ โอกาสที่แบคทีเรียจะปนเปื้อนได้ง่ายจากสิ่งแวดล้อมเช่น การกระทำของคน และ สัตว์ เป็นต้น

5.2.5 น้ำบ่อไม่ติดสูบ 1 ตัวอย่าง พบปริมาณแบคทีเรียค่อนข้างสูงเกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร สูงสุด มากกว่า 2.2 ทั้ง 2 จุด และ พบ *E. coli* ในฤดูฝน สาเหตุคงเนื่องจากสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมไม่ดี การใช้ภาชนะที่ไม่สะอาดของประชาชน ขณะเก็บน้ำ หรือ มูลสัตว์ เศษใบไม้ที่ถูกชะล้างลงไปในช่วงฤดูฝน

5.2.6 น้ำบ่อติดสูบ 1 ตัวอย่าง พบปริมาณแบคทีเรียค่อนข้างสูงเกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ 1 มิลลิลิตร ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 2.2 ทั้ง 2 จุด และไม่พบ *E. coli* คงเนื่องจากแบคทีเรียที่ทนต่อการถูกทำลายปนเปื้อนมากับน้ำซึมจากผิวดินลงไปในแหล่งน้ำประปาแห่งนี้ แต่พวกโคลิฟอร์มถูกทำลายได้ง่ายจึงมีน้อยและไม่พบ

พวงน้อย ดำริธรรมนิจ (2537 : 53 - 54) ได้กล่าวถึงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มทางแบคทีเรียในอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปางว่า จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่ม 6 ประเภท ใน 59 หมู่บ้าน สุ่มตัวอย่างมา 15 ตัวอย่าง ได้ผลคือน้ำบาดาลสะอาดที่สุด รองลงมาเป็นน้ำฝน และ น้ำประปา พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำน้อยที่สุด 6 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร ในฤดูฝน ที่บ้านลำปางหลวง ตำบลลำปางหลวง ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ไม่เกิน 4 MPN และไม่พบ *E. coli* ส่วนตัวอย่างน้ำที่คุณภาพไม่ดี เป็น น้ำผิวดิน น้ำบ่อไม่ติดสูบ น้ำบ่อติดสูบ ตามลำดับ พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เกินกว่า 500 โคโลนี ต่อ มิลลิลิตร เป็นส่วนมาก ค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร สูงสุดอยู่ระหว่าง 995-24,000 MPN และตรวจพบ *E. coli* เป็นส่วนมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยควรจะนำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับประชาชนในอำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ เช่น สาธารณสุขอำเภอ องค์การบริหารส่วนตำบลทุกตำบล เพื่อได้เผยแพร่ความรู้และระมัดระวังมากขึ้นในการใช้น้ำจากแหล่งน้ำเพื่อบริโภคของประชาชน

5.3.1.2 ส่งเสริมให้ประชาชนมีการปรับปรุง ในด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำดื่ม เช่น ทำความสะอาดบริเวณ และ ไม่ควรนำสัตว์เลี้ยงมาใช้น้ำร่วมกับคน เพื่อเป็นการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรคที่มากับสัตว์ อันจะทำให้คุณภาพน้ำไม่ได้ดี

5.3.1.3 ควรให้ความรู้แก่ประชาชน ในการจัดหาที่กักเก็บน้ำที่ถูกสุขลักษณะ และ ปลอดภัยจากการปนเปื้อนของเชื้อโรค ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายจากการดื่มน้ำไม่สะอาด โดยการส่งเสริมและเผยแพร่ทั้งในโรงเรียนและชุมชน

5.3.1.4 ส่งเสริมให้ประชาชนปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาดื่ม โดยเฉพาะ น้ำที่คุณภาพไม่ดี เช่น น้ำสระที่บ้านตะครอง บ้านหนองโสน บ้านตะโก และน้ำบ่อไม่ติดลบที่บ้านปะคำ ส่วนแหล่งอื่น ๆ ที่คุณภาพพอใช้ก็ควรระมัดระวัง ทางที่ดีควรจะต้ม จะได้น้ำสะอาดปลอดภัยยิ่งขึ้น

5.3.1.5 ควรเผยแพร่ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และ ทางเคมี อีกด้วย เพราะก็มีผลต่อร่างกายมากเช่นเดียวกัน

5.3.1.6 ผลการวิจัยคุณภาพน้ำในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงให้มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนในสถาบันราชภัฏ และเผยแพร่ต่อสาธารณชนต่อไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ศึกษาสภาพทางภูมิศาสตร์ และ ประเพณีในการใช้น้ำบริโภคของประชาชน ในพื้นที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในครั้งนี้

5.3.2.2 ศึกษาสภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่มีในเขตอำเภอห้วยราชทั้งหมด ว่ามีปริมาณเพียงพอในการใช้บริโภคและอุปโภคตลอดปี หรือไม่

5.3.2.3 ศึกษาสภาพสุขาภิบาลแหล่งน้ำ ของอำเภอห้วยราชจังหวัดบุรีรัมย์

5.3.2.4 ศึกษาคุณภาพน้ำทั้ง 3 ทาง คือจุลินทรีย์ กายภาพ และ เคมี

บรรณานุกรม

- กรณีการ สิริสิงห์. 2525. เคมีน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.
- กฤษณา ธาธาสุข. 2530. "วันนี้คุณดื่ม น้ำ (สะอาด) แล้วหรือยัง." เทคโนโลยี. 8 (2) : 1-5.
- กสิกรไทย, ธนาคร. 2521. "สรุปข่าวธุรกิจ." วารสารข่าวธุรกิจ 15 (8) : 20-27.
- กาญจนา ว่องชนิษฐ์. 2522. "คุณภาพน้ำประปาในกรุงเทพมหานคร." วารสาร วิทยาศาสตร์การแพทย์. 21(3) : 133-202.
- โกมล ศิวะบวร และคณะ. 2524. การประปาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จันทไทย.
- คณะกรรมการการพัฒนาการเศรษฐกิจ และ สังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2524. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525-2529. กรุงเทพฯ : สทกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2537. กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 11(160). กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2525 "แหล่งน้ำ." สารสิ่งแวดล้อม 8 (5) : 20-28.
- คณะกรรมการอาหารและยา, สำนักงาน. 2536. ประมวลกฎหมายกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- คณะผู้เข้ารับการอบรมวิชาสถิติรุ่น 4. 2520. รายงานผลสำรวจและวิจัยข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับการสำรวจอนามัยของประชากรไทย. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- จรัญ บริสุทธิรักษ์ และคณะ. 2539. "การสำรวจคุณภาพน้ำบริโภค จากโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่." วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 30(1) : 45-52.
- จุไร โชติชนทวิวงศ์. 2535. เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่องการตรวจวิเคราะห์น้ำสำหรับการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคนิคการวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.
- จุฬาร แกวิเศษ. 2533. "คุณภาพน้ำบางประการของน้ำในบึงมกสัน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญ เพียรชอบ. 2525. รายงานการประชุมปฏิบัติการเรื่องน้ำสะอาด พ.ศ. 2524.

กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. มลพิษสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และคณะ. 2521. การศึกษาปฏิบัติการของเชื้อโรคโคลิฟอร์มในน้ำดื่ม
และภาชนะของร้านจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่
จังหวัดสงขลา. สงขลา : คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ และวิวัฒน์ แดงสุภา. 2527. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ :
มิตรสยาม.

ดุขฎิ มั่นความดี. 2538. "การตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มมาตรฐาน." วารสารกรม
วิทยาศาสตร์. 43(138) : 26-31

ดุขฎิ สุนทรปริยาศรี. 2525. คู่มือผู้บริหารการรวบรวมข้อมูลการวิจัยสนาม. กรุงเทพฯ :
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ดุขฎิ ธนะบริพัฒน์. 2538. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทวี ทองสว่าง และ ศศินีย์ ทองสว่าง. 2523. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

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

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

บรรณารักษ์, กอง. 2539 "คนไทยดื่มน้ำกันอย่างไร." วารสารฉลาดซื้อ. 2(9) : 17-34.

บวร ไชยชา. 2530. "ความเข้มข้นของแมงกานีส แคดเมียมและตะกั่วในน้ำและในดินตะกอน
จากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่าง ๆ บริเวณลุ่มแม่น้ำชี." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2534. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บุญสม ลีวงศ์วิไล. 2523. "การศึกษาคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาของแหล่งน้ำจาก
พื้นที่ป่าดิบแล้ง และพื้นที่ป่าผสมเกษตรกรรม หมู่บ้านในบริเวณป่าสะแกราช."
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปนัดดา แซ่อึ้ง และยุพา จันทปัญญารัตน์. 2521. "การสำรวจคุณภาพน้ำหวนหาบเร่ที่
จำหน่ายตามโรงเรียน." วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 20(4) : 257-260.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวิทย์ สุนทรสิมะ และคณะ. 2521. การเฝ้าระวังอหิวาตกโรค และโรคอุจจาระร่วง
ณ จังหวัดสมุทรสงคราม ม.ค. 2519 - มิ.ย. 2520. กรุงเทพฯ :
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ประกาศี พิชิตวรพานิช. 2526. "งานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กสำหรับเกษตรกร." วารสาร
สงขลานครินทร์. 5(4) : 40-44.

ปรีดา แยมเจริญวงศ์. 2534. เทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย. ขอนแก่น : ขอนแก่นการพิมพ์.
ปทุม ชูรัตน์ และคณะ. 2539. "คุณภาพน้ำบริเวณบวรจุหวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ."
วารสารวิทยาศาสตร์การแพทย์ 33(3) : 125-129.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.

ฝ่ายข้อมูลติดตามและประเมินผล, สำนักงาน. 2539. จังหวัดบุรีรัมย์. บุรีรัมย์ : เรวดีการพิมพ์.
พีรเชนกรูฟจำกัด, บริษัท. 2538. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องน้ำดื่มเพื่อชีวิต.
เชียงใหม่ : ม.ป.ท.

พฤกษวรรณ เจตนจันทร์. 2532. "ปริมาณโลหะหนักในน้ำดื่มเมืองอายุต่าง ๆ กันท้องที่
อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
พวงน้อย ดำริธรรมนิจ. 2527. "การสำรวจคุณภาพน้ำดื่มอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง."
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิต
วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัฒน์ สุจำนงค์. 2521. การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

พิชิต สกุลพรหมณ์. 2521. การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : สามมิตร.

พูลสุข จันทรเพ็ญ. 2525. "ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำดื่มอย่างต่อการวิเคราะห์
ปริมาณเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
สาขาสังแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

เพ็ญจา จิตจำรูญโชคชัย. 2539. "น้ำดื่มบรรจุขวดดีจริงหรือ." วารสารจารย์พา. 5(2) : 32-33.
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำ
บริโภคเล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.

มันลิน ต้นทุลเวศม์. 2540. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540. การศึกษากระบวนการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

ระบาดวิทยา, กอง. 2539. สรุปรายงานเบื้องต้นการเฝ้าระวังโรค 2537-2539. นนทบุรี :
สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงสาธารณสุข.

ละออง มากศรี. 2530. "แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค." เทคโนโลยี. 8(2) : 13-17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลัดดาวัลย์ รัศมีทัต. 2536. **จุลชีวะวิทยาทางอาหาร**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เล็ก จินดาสงวน. 2529. "โครงการพัฒนาแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริกับความมั่นคง
แห่งชาติ." **รัฐสารภี**. 28(1) : 11-18.
- เลิศลักษณ์ สุพุดนิพานิชย์. 2535. "น้ำดื่มบรรจุขวด." **ข่าวสารธรรม**. 40(7) : 63-79.
- วรรณวิภา ชุนหวงค์. 2535. "น้ำดื่มน้ำใช้." **นิตยสารยาสูบ**. 38(5) : 21-23.
- วันดี วราวิทย์. 2525. "อุจจาระร่วงเฉียบพลัน." **วารสารสมาคมปราชญ์วิทยา และ
อายุรศาสตร์เขตร้อนแห่งประเทศไทย**. 5(1) : 1-11.
- วัลลภ แก้วเกษ และคณะ. 2524. "คุณภาพน้ำดื่ม ณ นิคมสร้างตนเองเขื่อนอุบลรัตน์โดยการ
ประเมินทางจุลชีวะวิทยา." **วารสารสมาคมปราชญ์วิทยาและอายุรศาสตร์เขตร้อน
แห่งประเทศไทย**. 4(1) : 29-34.
- วิทยาศาสตร์การแพทย์, กรม. 2523. **รายงานประจำปีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
พ.ศ. 2523**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- _____. 2524. **รายงานประจำปี ของ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2524**.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- วิชัย เทียนน้อย และประชา อินทร์แก้ว. 2533. **มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- วินัย วีระพัฒนานนท์ และบานชื่น สีพันผ่อง. 2537. **การศึกษาสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- วิภา รุ่งดิลกโรจน์. 2537. **เอกสารวิชาการอุดมศึกษาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : กองการ
ศึกษาและวิจัย กรมอุดมศึกษา.
- วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, สมาคม. 2536. **ศัพท์บัญญัติและนิยามสิ่งแวดล้อม**.
กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.
- วีระชัย ไชยวิญญู. 2530. **เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย**. กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- สง่า ตั้งชาวล. 2537. **ธรณีวิศวกรรมขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรม. 2535. "อุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวด." **เอกสารเผยแพร่
กองบริการอุตสาหกรรม** 8(2) : 13-15.
- สมพร นามพรหม และคณะ. 2540. **อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์**. บุรีรัมย์ : ต่อเขต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์, สำนักงาน. 2539. รายงานประจำปี 2539. บุรีรัมย์: สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์.

_____. 2539. สรุปรายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา จังหวัดบุรีรัมย์ 2539. บุรีรัมย์: สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์.

สุขาภิบาล, กอง. 2521. คู่มือการปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุจิต คุณธนกุลวงศ์. 2529. การพัฒนาแหล่งน้ำและการจัดการแหล่งน้ำในระดับไร่นา. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ร่วมกับสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.

สุทธิพร วงศ์คำ. 2519. "การศึกษาวัตถุดิบพืชที่ใช้ทางการเกษตรกรรมในปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็ม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรชัย แสงทักษิณ. 2523. "แบคทีเรียในน้ำท่า และน้ำขับบริเวณป่าลูกดอยเชียงดาวจังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อวยพร บัวใบ. 2523. "การศึกษาประสิทธิภาพของถังกรองที่ใช้ทราย และถ่านกะลามะพร้าว." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุดม คมพัยค์ และคณะ. 2521. การศึกษาสภาวะการสุขาภิบาลร้านจำหน่ายในเขตพญาไท กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อุตสาหกรรม, กระทรวง. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

_____. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เล่ม 2 การวิเคราะห์และทดสอบ. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

APHA. 1975. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th ed. New York: American Public Health Association, Inc.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Brock, T.D. et. al. 1994. *Biology of Microorganisms* 7th ed New York : Prentice-Hall International, Inc.
- Bott, T.L. 1973. "Bacteria and the assessment of water quality." *Biology Method for the assessment of Water Quality*. ASTM STP 528. New York : American Society for Testing and Material.
- Charles E. Warres, 1971. *Biology and water pollution control*. W.B : Sauders Compan.
- Dutk, B,J. 1973. "Coliform are inadequate index of water quality." *Journal of Environmental Health*. 36(1) : 39-46.
- EPA. 1973. *Water Quality Criteria 1972. A Report of the Committee on Quality Criteria*. Washington,DC : Environmental Studies Board U.S. Government Printing Office.
- Frobisher, M.R.D.et. al. 1974. *Fundamental of Microbiology*. 9th ed. Tokyo : Toppan Co ,Ltd.
- Fukund. H. 1975. "General Aspects of Gastrointestinal Infections." In *Gastrointestinal Infections in Southeast Asia*, 58 (2) : 63-89.
- Hendricks, C.W. and S.M. Morrison. 1978 . "Bacterial variation in streams from a south west Idaho Rangel and Watershed." *Journal of Environmental Health* 7 (3) : 150-157.
- Hoden, W.S. 1970. *Water Treatment and Examination*. United Kingdom : William and Wilkin co.
- McKinney, R.E. 1962. *Microbiology for Sanitary Engineering*. New York: McGraw-Hill International Editions.
- Nelson, Nemerow. 1971. *Liquid waste of Industry theory practices and treatment*. United Kingdom : Addison Wesley Publishing Company.
- Unhanan, M. 1977. "Some Aspects of Gastrointestinal Infection in Thailand." In *Gastrointestinal Infection in Southeast Asia (II)*. 6(9) : 254.
- WHO. 1976. *Surveillance of Drinking Water Quality*. Belgium : World Health Organization of the Nations,

White, Anne V and Chris Seviour. 1974. **Rural Water Supply and Sanitation in Less Development Countries**. New York : International Development Research Center.

Winick, Myron. 1972. **Nutrition and Development**. New York : John,Wiley & Sons, Inc.





ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีเตรียมอาหาร (Media) เลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

1. Tryptone Glucose Extract Agar

Beef extract	3.0	กรัม
Tryptone	5.0	กรัม
Glucose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม

ผสมอาหารสำเร็จรูป 2.4 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้ส่วนผสมละลายหมดแล้วบรรจุใส่ฟลาสก์ ขนาด 200 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 เซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

2. Tryptone glucose yeast extract agar

Tryptone	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Glucose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
pH 7.0		

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

3. Lauryl tryptose broth

	Single strength	Double strength	
Tryptose	20.0	40.0	กรัม
Lactose	5.0	10.0	กรัม
K ₂ HPO ₄	2.75	5.5	กรัม
KH ₂ PO ₄	2.75	5.5	กรัม
NaCl	5.0	10.0	กรัม
Sodium lauryl sulphate	0.1	0.1	กรัม
Bromthymol blue 1.6 %	4.0	0.2	มล.
pH 6.8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายอาหารสำเร็จรูปนี้ 2.4 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

3. Brilliant green lactose bile broth

Peptone	10.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
Oxgall	20.0	กรัม
Brilliant green	0.0133	กรัม
pH 7.2		

ผสมอาหารสำเร็จรูป 40 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร บรรจุใส่หลอดทดลองซึ่งมี หลอดดักก๊าซอยู่ข้างใน ใส่หลอดละ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ที่ 115 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้วให้นำอาหารเลี้ยงเชื้อออกมาแช่น้ำทันที

4. Eosin methylene blue agar (EMB agar)

Peptone	10.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
K ₂ HPO ₄	2.0	กรัม
Eosin Y	0.4	กรัม
Methylene blue	0.065	กรัม
Agar	15.0	กรัม
pH 7.1		

ผสมอาหารสำเร็จรูป 37.5 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้ส่วนผสมละลายหมดแล้วบรรจุใส่ฟลาสก์ ขนาด 200 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วทิ้งไว้ ให้เย็นประมาณ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเทลงในจานเพาะเชื้อ ที่วางอยู่ในแนวระดับให้หนาประมาณ 4 มิลลิเมตร แล้วปล่อยให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง ถ้ายังไม่ใช้อาหารเหล่านี้นั้นทันทีให้เก็บไว้ในตู้เย็น (2-8 องศาเซลเซียส)

5. Nutrient Agar

Beef extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม

ผสมอาหารสำเร็จรูป 23 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้วุ้นละลายหมดแล้วแบ่งใส่หลอดทดลองละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาวางบน สแลน (slant)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การย้อมสีแบคทีเรียมีหลายวิธีดังนี้

1. Simple stain เป็นการย้อมสีแบบง่าย วิธีการย้อมสีใช้สีเดียวในการทำให้ตัวเซลล์ติดสี สีที่ใช้ในการย้อม เช่น methylene blue, carbol fuchsin และ crystal violet เป็นต้น การย้อมสีแบบนี้ใช้ในการศึกษารูปร่างและการจัดเรียงตัวของเซลล์ในการใช้สีย้อมแต่ละชนิดจะใช้เวลาในการย้อมต่างกัน เช่นสี carbol fuchsin ใช้เวลาย้อม 15-30 นาที สี crystal violet ใช้เวลา 20-60 นาที และสี methylene blue ใช้เวลา 1-2 นาที เป็นต้น

การย้อมสีแบบ simple stain

- 1.1 หยดสี methylene blue ลงบนสไลด์ให้ทั่วมรอยสเมียร์ ของเชื้อ *B. subtilis*, *E. coli* และ *S. aureus* ทิ้งไว้ 2 นาที
 - 1.2 ล้างสีออกด้วยน้ำก็อกปล่อยให้สไลด์แห้งหรือซับให้แห้งด้วยกระดาษซับ
 - 1.3 ตรวจสอบเชื้อที่ย้อมสีด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า
- ถ่ายสัณฐานภาพเซลล์ลงในม้วนวีดิโอเทป

2. Differential stain เป็นการย้อมสีเพื่อให้เห็นความแตกต่างของแบคทีเรียโดยวิธีการย้อมที่แตกต่างกัน การย้อมสีแบบนี้จะใช้สีตั้งแต่ 2 สีขึ้นไป แบ่งออกได้ดังนี้

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

การย้อมสีแบบ gram stain

- 2.1.1 การหยดสี crystal violet ลงบนสไลด์ให้ทั่วมรอย สเมียร์ ของเชื้อผสมระหว่าง *E. coli* และ *S. aureus* ทิ้งไว้ 2 นาที
- 2.1.2 ล้างสีออกด้วยน้ำยาแกรมไอโอไดน์ แล้วหยดน้ำยาแกรมไอโอไดน์ให้ ทั่วมรอยสเมียร์และทิ้งไว้ 1 นาที
- 2.1.3 ล้างน้ำยาไอโอไดน์ออกด้วยน้ำ แล้วล้างอีกครั้งด้วยแอลกอฮอล์ 95% หรือ อะซีโตนแอลกอฮอล์ จนน้ำยาที่ล้างไม่มีสีติดออกมา (ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาทีให้ล้างออกด้วยน้ำทันที)

- 2.1.4 ย้อมทับ (counter stain) ด้วยสี safranin นาน 1 นาที
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ล้างด้วยน้ำก็อก แล้วปล่อยให้สไลด์แห้งหรือซับให้แห้งด้วย

กระดาษ

2.1.6 ตรวจผลโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า วาดรูปเซลล์แบคทีเรียพร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเซลล์

2.2 การย้อมสีแบบแอซิดฟาส (Acid - fast stain) ใช้เพื่อจำแนกแบคทีเรียพวก *Mycobacterium* โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *M.tuberculosis* ที่เป็นสาเหตุของวัณโรค และ *M.leprae* ที่เป็นสาเหตุของโรคเรื้อนของมนุษย์ เนื่องจากแบคทีเรียพวก mycobacteria จะแตกต่างจากแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ คือ มีผนังหนาประกอบด้วยไขมันอยู่มากถ้าย้อมสีด้วยวิธีธรรมดาจะไม่ติดสี เมื่อใช้ความร้อนช่วยให้สีติดแน่น และ ยากที่จะล้างออกให้หลุดไป แม้ว่าจะใช้ acid-alcohol เป็นตัวชะล้าง (decolorizing agent) ดังนั้นแบคทีเรียพวกนี้จึงเรียกว่าพวกทนกรด (acid-fast) ซึ่งต่างจากแบคทีเรียอื่น ๆ ที่เป็นพวกที่ไม่ทนกรด (non-acid-fast)

2.3 การย้อมสีสปอร์ (Spore stain) แบคทีเรีย *Bacillus* และ *Clostridium* สามารถสร้างสปอร์ขึ้นภายในเซลล์เรียกว่า endospore โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า sporogenesis และ endospore ที่สร้างขึ้นนี้ เมื่อหลุดออกมาจากเซลล์ จะเรียกว่าสปอร์ (spore) คุณสมบัติของสปอร์คือ ทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี เช่น ความร้อน ความเย็น รังสี ความแห้ง สารเคมี รวมทั้งสีย้อมจุลินทรีย์ด้วยในการย้อมสีสปอร์จะต้องใช้ความร้อน ซึ่งจะช่วยให้คุณภาพของการย้อมสี สามารถซึมผ่านเข้าไปในสปอร์ได้ และยากที่จะหลุดออก การย้อมสีสปอร์จะทำให้สปอร์ติดสีเขียวและตัวเซลล์ (vegetative cell) ติดสีแดง

3. Negative stain การย้อมสีวิธีนี้มีประโยชน์ในการศึกษาลักษณะ ขนาด และรูปร่างของแบคทีเรีย โดยตัวเซลล์จะโปร่งแสงส่วนพื้นสไลด์จะเป็นสีดำ สีที่นิยมใช้ในการย้อมคือ nigrosin และ indian ink วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้วัดขนาดของแบคทีเรียได้ใกล้เคียงกับขนาดจริงมากที่สุด นอกจากนี้ยังใช้ดูแคปซูลของแบคทีเรียได้ด้วย

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ 6.1 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		No.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	1.5	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	1,300
4	1	1	21	9.0	55	5	5	2	500	200	2000
4	1	2	26	12	63	5	5	3	900	300	2900
4	2	0	22	9.0	56	5	5	4	1600	600	5,300
						5	5	5	>1600	-	-

ที่มา APHA. et. al. (1992 : 881)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 156 /2541

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ

และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นายไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.พรรณี	ลิกิจวัฒน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.ดุชนี	ธนบริพัฒน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
ผศ.ดร.นวลพรรณ	ณ ระนอง	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.พรรณี	ลิกิจวัฒน์	กรรมการประจำสาขาวิชา
รศ.ดร.ดุชนี	ธนบริพัฒน์	กรรมการประจำสาขาวิชา
ผศ.ดร.นวลพรรณ	ณ ระนอง	กรรมการ
ดร.วิไลพร	วรจิตตานนท์	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2541

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 คนบดี
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายไพฑูรย์ ชุมแวงวาปี เกิดเมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2489 ณ บ้านเลขที่ 16 หมู่ 1 บ้านวังชัย ต. วังชัย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น สำเร็จการศึกษา การศึกษามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ปี พ.ศ. 2512

ปี พ.ศ. 2516 เข้ารับราชการในตำแหน่ง อาจารย์ชั้นตรี วิทยาลัยครูบุรีรัมย์ กองการฝึกหัดครู กรมการฝึกหัดครู ปี พ.ศ. 2525 ได้รับแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งอาจารย์ 2 ระดับ 5 ปี พ.ศ. 2540 ได้รับแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 ผลงานทางวิชาการที่ได้เสนอขอกำหนดตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน วิทยาศาสตร์กับสังคม และ ธรณีวิทยาทั่วไป

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นอาจารย์ประจำภาควิชา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์ทั่วไป สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และ ฟิสิกส์ พื้นฐาน เช่น ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ อุดุนิยมวิทยา การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์กับสังคม และ ฟิสิกส์เบื้องต้น

