แบคทีเรียที่อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำชายฝั่ง

นางสาว ปฐมาภรณ์ พลีพลากร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-17-0642-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

POSSIBLE BACTERIAL INDICATOR FOR FAECAL CONTAMINATION OF COASTAL WATER

Ms. Patamaporn Pleplakorn

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science
Inter-department of Environment Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-17-0642-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบคทีเรียที่อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำชายฝั่ง
โดย	นางสาว ปฐมาภรณ์ พลีพลากร
สาขาวิชา	สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร. กนกพร บุญส่ง)

…… กรรมการ
(ดร. สรวิศ เผ่าทองศุข)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปฐมาภรณ์ พลีพลากร : แบคทีเรียที่อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำชายฝั่ง (POSSIBLE BACTERIAL INDICATOR FOR FAECAL CONTAMINATION OF COASTAL WATER) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์, 84 หน้า. ISBN 974-17-0642-1

จากตัวอย่างน้ำทะเล จำนวน 24 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดหัวหิน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลทุกเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ 2543 พบว่า จำนวนอีโคไลมีความสัมพันธ์ กับจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียด้วยสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 53.5% ปริมาณวิบริโอมีความสัมพันธ์กับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและอีโคไลด้วยสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 17.2% และ 16.1% ตามลำดับ สำหรับปริมาณสเตรปโตคอสไคมีความสัมพันธ์กับปริมาณอีโคไลด้วยสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 10.2% แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เมื่อพิจารณาแต่ละสถานีที่ศึกษา พบว่าจำนวน วิบริโอสัมพันธ์กับจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในทุกสถานีแต่สัมพันธ์กับจำนวนอีโคไลที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวันและโรงแรมสายลมเท่านั้น สเตรปโตคอสไคไม่สัมพันธ์กับแบคทีเรียใดที่ศึกษาเลย จำนวนอีโคไล และโคลิฟอร์มแบคทีเรียสัมพันธ์กันในเกือบทุกสถานีด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเกิน 80% ยกเว้นที่ศาลเจ้าแม่ทับทิมที่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เพียง 39.1%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172343323 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: *E. coli / Vibrio* spp. / Streptococci / INDEX / COASTAL WATER QUALITY

PATAMAPORN PLEPLAKORN : POSSIBLE BACTERIAL INDICATOR FOR FAECAL CONTAMINATION OF COASTAL WATER. THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF. CHARNWIT KOSITANONT, Ph.D. 84 pp. ISBN 974-17-0642-1.

From 24 samples of sea waters collected from Hua Hin beach monthly during July - December 2000, correlation among coliform, *E.coli, Vibrio* spp. and Streptococci were determined. It was found that *E. coli* correlated to coliform bacteria by coefficient of determination of 53.5%. *Vibrio* spp. correlated to coliform and *E. coli* at 17.2% and 16.1% of the coefficient of determination respectively. Streptococci was found correlated to *E.coli* by coefficient of determination of 10.2% but not to the other studied bacteria. Considering correlation among studied bacterial number at each station, *Vibrio* spp. was found correlated to coliform in every station but correlated to *E.coli* only at Phraratchaniwet Marukkhathaiyawan and Sailom Hotel. Streptococci did not correlated to any other studied bacteria. *E. coli* was highly correlated to coliform in most station except at Tubtim joss-house which the coefficient of determination and P-value of 39.1% and 0.03 respectively.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Inter-department Environmental Scienc Student's signature.....

Field of study Environmental Science Advisor's signature.....

Academic year 2001 Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยการสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำปรึกษา แนะแนวทางตลอดการทดลองและสนับสนุนการดำเนินงานทุกด้าน รวมถึงการใช้อุปกรณ์ต่างๆ จนสิ้นสุดการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ.ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เอื้อเฟื้อให้ใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตู้บ่มเชื้อ หม้อนึ่งความดัน เครื่องอบแห้ง ห้องเย็น ตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้ง อาจารย์ ดร. กนกพร บุญส่ง และ ดร. สรวิศ เผ่าทองศุข ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้คำแนะนำอันมีค่าในการแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ทบวงมหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ นาย พรฤทธิ์ อริยะวงศ์วัฒน์, นางสาว วงศ์พงา เส็งสาย, นางสาว ศิริพร เชาวน์เมธีวุฒิ, นางสาว ดลพร เจียรณ์มงคล. นางสาว ขวัญฤดี พระสุจันทร์ทิพย์. นางสาว กัญญา ม่วงแก้ว และเพื่อนๆทุกคนที่ได้ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ เป็นเพื่อนเดินทาง แนะนำการใช้สถิติวิเคราะห์การทดลอง อันมีส่วนทำให้การวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา คุณยาย คุณป้า คุณน้า คุณอา ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจ ให้ทุนทรัพย์ในการศึกษาตลอดมา จนกระทั่งสำเร็จการศึกษาครั้งนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร

2.1 แบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนีและคุณสมบัติที่เหมาะสม 3

2.2 คุณลักษณะโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 4

2.3 คุณลักษณะของฟีคัลโคลิฟอร์ม 5

2.4 คุณสมบัติของฟีคัลสเตรปโตคอคไค 6

2.5 คุณสมบัติของวิบริโอ 7

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำทะเล 9

3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำทะเล 11

3.3 การกรองโดยผ่านเยื่อกรอง 11

3.4 Multiple-Tube Procedure 13

3.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นทางสถิติของแบคทีเรียแต่ละชนิด 13

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดในสถานีพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน 14

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดบริเวณศาลเจ้าแม่ทับทิม 16

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดบริเวณโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล 17

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดบริเวณโรงแรมสายลม 18

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบคทีเรียแต่ละกลุ่มในรูปเชิงเส้น ในสถานที่เก็บตัวอย่าง พระตำหนักมฤคทายวัน ศาลเจ้าแม่ทับทิม โรงแรมโซฟิเทล เซ็นทรัล และโรงแรมสายลม 20

4.6 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบคทีเรียแต่ละกลุ่มในรูปเชิงเส้น ในภาพรวม ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พุทธศักราช 2543 และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเส้นในช่วงขณะน้ำขึ้น – น้ำลง 21

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 23

รายการอ้างอิง 25

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง..... 30

ภาคผนวก ข สูตรและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ..... 34

ภาคผนวก ค มาตราฐานคุณภาพน้ำทะเล..... 37

ภาคผนวก ง ตารางแสดงค่า Multiple Tube 42

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ทางสถิติ 43

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 84

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ค่ามาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้ในสถานที่พักผ่อน..... 8

4.1 ความสัมพันธ์ของแบคทีเรียแต่ละกลุ่มในตัวอย่างน้ำทะเล ของทุกสถานที่ในรูป Coefficient of Determination, r^2 (%) และค่า P value..... 20

4.2 ความสัมพันธ์ของแบคทีเรียแต่ละกลุ่มในน้ำทะเล ช่วงเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2543 และในช่วงขณะน้ำขึ้น – น้ำลง ในรูป Coefficient of Determination,r^2 (%) และค่า P value..... 21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 พระราชนิเวศน์พระตำหนักมฤคทายวัน 9

3.2 สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2, 3 และ 4 ศาลเจ้าแม่ทับทิม, โรงแรมโซฟิเทล เซ็ลทรัลและโรงแรมสายลม 10

3.3 อุปกรณ์และเครื่องสุญญากาศในการกรองน้ำตัวอย่าง 12

4.1 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณพระตำหนักมฤคทายวัน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543 14

4.1 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณศาลเจ้าแม่ทับทิม ตั้งแต่เดือน กรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543 16

4.2 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล ตั้งแต่เดือน กรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543 17

4.3 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณโรงแรมสายลม ตั้งแต่เดือน กรกฎาคมถึงธันวาคม 2543 18

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ชายทะเลเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก เพราะเป็นแหล่งท่องเที่ยว พักผ่อน,การเล่นกีฬาทางน้ำ แม้กระทั่งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและทำการประมง แต่ชายทะเลที่จะสามารถสร้างรายได้นั้น จะต้องมีคุณภาพน้ำเป็นไปตามธรรมชาติ ดังนั้นการรักษาคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งจึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก การที่มีประชากรหนาแน่นตามแหล่งท่องเที่ยว รวมทั้งการเพาะเลี้ยงตามชายฝั่งอย่างหนาแน่นทำให้มีการทิ้งน้ำเสียลงสู่ชายทะเลอย่างมากจนเสียสมดุลย์ธรรมชาติ เห็นได้จากการเกิดสภาวะน้ำทะเลเปลี่ยนสีในอ่าวไทยบ่อยขึ้น(กรมควบคุมมลพิษ, 2540)

การตรวจคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งวิธีหนึ่งที่ถือเป็นวิธีมาตรฐานคือ การตรวจหาค่า MPN เป็นค่าทางสถิติที่จะบอกจำนวนแบคทีเรียที่เป็นไปได้มากที่สุด (Most Probable number) ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับการตรวจคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำจืดผิวดิน แบคทีเรียที่มีการตรวจสอบคือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) และ *Escherichia coli*. โคลิฟอร์มแบคทีเรียคือแบคทีเรียแกรมลบ ที่สามารถหมักน้ำตาลแลคโตส แล้วเกิดกรดกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง *Escherichia coli* ก็เป็นสมาชิกในกลุ่มนี้เช่นกัน แหล่งของโคลิฟอร์มแบคทีเรียอาจมาได้จากหลายแหล่ง แต่ที่มาของ *Escherichia coli* ที่ค่อนข้างแน่นอนคืออุจจาระ เนื่องจาก *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียที่พบได้มากที่สุดในลำไส้ของคน ดังนั้น การตรวจพบ *Escherichia coli* ในน้ำจึงเป็นดัชนีระบุว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระในแหล่งน้ำนั้น แม้แต่การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่ยังไม่ได้บ่งชี้ว่าเป็น *Escherichia coli* ก็เป็นการแสดงว่ามีอัตราเสี่ยงของการปนเปื้อนของอุจจาระในแหล่งน้ำสูง ถึงแม้การปนเปื้อนของอุจจาระในแหล่งน้ำจะเป็นที่น่ารังเกียจ แต่การเสี่ยงต่อการติดโรคในระบบทางเดินอาหารจากแหล่งน้ำเป็นสิ่งที่อันตรายกว่า ดังนั้นการตรวจหาแบคทีเรียที่เป็นดัชนีอย่างโคลิ-ฟอร์มแบคทีเรีย และ *Escherichia coli* จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

โคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ใช่แบคทีเรียที่จะทนความเค็มได้นาน ดังนั้นการตรวจหาค่าโคลิ-ฟอร์มแบคทีเรีย จากค่า MPN ในน้ำทะเลชายฝั่งจึงไม่ใช่วิธีที่แม่นยำนัก เชื้อโรคบางชนิดเช่น *Vibrio* spp. ทนความเค็มได้ดีกว่า ดังนั้นแม้ไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียก็ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีเชื้อโรค การมีดัชนีอื่นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาอยู่เสมอมา (Cabelli, V.J.,1983)

ในการศึกษานี้ตั้งใจจะหาดัชนีชนิดอื่นมาใช้แทน *Escherichia coli* และ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยคาดหวังว่า *Vibrio* spp. และ Streptococci น่าจะเป็นแบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนีแทน *Escherichia coli* และ โคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ จึงทำการสำรวจและแยกเชื้อจากตัวอย่างน้ำทะเล

ชายฝั่ง โดยใช้บริเวณชายฝั่งตั้งแต่พระตำหนักมฤคทายวัน ไปจนถึงชายหาดหน้าโรงแรมสายลม หัวหิน เป็นสถานีศึกษา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาแบคทีเรียที่อาจใช้เป็นดัชนีแสดงการปนเปื้อนของฟีคอลโคลิฟอร์มในบริเวณชายฝั่งทะเล

สมมุติฐานการวิจัย

มีแบคทีเรียชนิดอื่นที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนลงสู่ชายทะเลแทน *Escherichia coli* / coliform bacteria ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี MPN (most probable number)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แบคทีเรียที่อาจใช้เป็นดัชนี แสดงการปนเปื้อนของฟีคอลโคลิฟอร์ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ตรวจสอบเอกสาร

2.1 แบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนีและคุณสมบัติที่เหมาะสม

จุลินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในน้ำ มีทั้งพวกก่อให้เกิดโรคกับคน ซึ่งได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์ลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้นการวิเคราะห์น้ำจึงเป็นการตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรค แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะไม่ใช้การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจาก

2.1.1 จุลินทรีย์ก่อโรคเข้าสู่แหล่งน้ำเป็นครั้งคราวและมีอายุสั้น ดังนั้นจึงอาจตรวจไม่พบในตัวอย่างน้ำที่นำมาทดสอบ

2.1.2 ถ้ามีเชื้อโรคอยู่ในปริมาณน้อย ก็จะตรวจไม่พบด้วยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ

2.1.3 การตรวจสอบต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ในการรอผลการตรวจสอบ ซึ่งถ้ามีเชื้อก่อโรคในแหล่งน้ำอยู่จริง น้ำนั้นอาจถูกนำมาใช้และเกิดการแพร่ระบาดของโรคไปแล้ว เนื่องจากเชื้อโรคจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายคนและสัตว์ลงสู่แหล่งน้ำ โดยทางอุจจาระในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ยังมีแบคทีเรียอยู่กลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย (Coliform bacteria) เริ่มต้นโดยนาย Escherich ในปี ค.ศ 1885 ค้นพบว่า มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนมากซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระและในน้ำเสีย

Klein และ Houston (1889) รายงานว่าสามารถเจือจางน้ำเสีย 10,000 เท่าแล้วยังสามารถตรวจพบโคลิฟอร์ม จึงกำหนดนิยามว่า โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย เป็นดัชนีของน้ำเสีย

Scott (1932) ได้ทดลองตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ทะเล Connecticut โดยกำหนดจำนวนโคลิฟอร์ม แบคทีเรียน้อยกว่า 1,000 MPN/100ml จึงจะเหมาะสมกับการว่ายน้ำ

Stevenson (1953) ศึกษาการแพร่ระบาดเป็นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา และได้รายงานว่าจำนวนโคลิฟอร์ม แบคทีเรียมากกว่า 2,000 MPN/100 ml ในน้ำจืดจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มจำนวนการเจ็บป่วยของผู้ที่ลงเล่นน้ำ แต่การทดลองนี้ยังไม่ได้มีการศึกษาความสัมพันธ์การแพร่ระบาดกับการเจ็บป่วยในน้ำทะเล

คุณสมบัติของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจะใช้เป็นดัชนีในอุดมคติคือ

1. จุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นดัชนีควรจะใช้ได้กับทุกแหล่งน้ำ
2. จุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นดัชนีควรจะตรวจพบเมื่อพบกับแบคทีเรียก่อโรคในลำไส้
3. จุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นดัชนีควรจะมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าแบคทีเรียก่อโรคในลำไส้
4. จุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นดัชนีไม่ควรเพิ่มจำนวนได้ในน้ำ
5. การตรวจวิเคราะห์ต้องง่าย
6. จำนวนของแบคทีเรียที่เป็นดัชนีควรจะสัมพันธ์กับการปนเปื้อนของอุจจาระ
7. จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีควรจะเป็นแบคทีเรียที่พบอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น

(Gerba, 2000)

2.2 **คุณลักษณะ โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย** (Coliforms Bacteria)

กลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย ประกอบไปด้วย *Escherichia, Citrobacter, Enterobacter* และ *Klebsiella* มีลักษณะเป็นเซลล์รูปร่างท่อน เรียงตัวอยู่เดี่ยวๆ หรือเป็นคู่ เคลื่อนที่โดยใช้ peritrichous flagella หรือไม่เคลื่อนที่ ติดสีแกรมลบ เจริญได้ในทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) เจริญได้ในอาหารง่ายๆ เช่นอาหาร Nutrient Agar โคโลนีบนอาหาร NA ผิวเรียบชื้น ผิวมัน สีเทา ไม่สร้างสปอร์ สามารถให้กรดและก๊าซจากการหมักน้ำตาลแลคโตส

Palmer,C.J. (1993) ได้ใช้ Colilert-Marine Water ในการตรวจสอบหา โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย และ *E. coli* ในน้ำทะเล ซึ่งใช้เวลาเพียง 24 ชั่วโมง โดยใช้ O-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) และ4-methyllubelliferyl-β-D-glucuronide (MUG)เป็นสับสเตรท โดยโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีเหลือง สำหรับ *E. coli* ตรวจสอบได้โดยดูการเรืองแสงจากหลอดยูวี ภายใต้ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร

การตรวจหาโคลิฟอร์มในน้ำนั้นยังกว้างเกินไป เพราะมีบางจีนัสที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ในอุจจาระ เช่น *Enterobacter aerogenes* จึงต้องตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform, *E. coli*) (Gerba, 2000)

ข้อจำกัดการใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนี คือ

1. สามารถเพิ่มจำนวนได้ในน้ำ
2. สามารถแพร่กระจายได้ในระบบส่งน้ำ
3. แบคทีเรียอื่นสามารถระงับการเจริญได้

4. ไม่สามารถบ่งชี้กับสุขภาพอนามัยได้
5. ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนโปรตัวซัวและไวรัส (Gleeson and Gray, 1997)

2.3 **คุณลักษณะของฟีคัลโคลิฟอร์ม** (Fecal Coliforms)

แบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มได้แก่ *Escherichia coli* และ *Klebsiella E.coli* เซลล์มีขนาด 1.1-1.5x2.0-6.0 ไมโครเมตร สามารถสร้างแคปซูลได้ ติดสีแกรมลบ สามารถเคลื่อนที่โดยอาศัย peritrichous flagella บางสายพันธุ์ก็ไม่เคลื่อนที่ เจริญได้ในทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ออกซิเดสให้ผลลบ คาตาเลสให้ผลบวก เมธิลเรดให้ผลบวก *E. coli* อยู่ในอุจจาระเท่านั้น ซึ่งเชื้อนี้จะเจริญที่ 44.5°C ซึ่งเชื้อโคลิฟอร์มอื่นจะทนอุณหภูมิขนาดนี้ไม่ได้ *E. coli* บางสายพันธ์ทำให้เกิดกระเพาะและลำไส้อักเสบ การติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ อย่างไรก็ตาม *E. coli* ก็ไม่สามารถจำแนกได้ว่าการปนเปื้อนของอุจจาระนั้นจะมาจากคนหรือสัตว์

ความนิยมใช้ *E. coli* เป็นดัชนีมากกว่าฟีคัลโคลิฟอร์มชนิดอื่น เนื่องจากการวิเคราะห์ตรวจสอบง่ายเพราะ *E.coli* มีเอนไซม์ β-glucuronidase ในการย่อยสลายสับสเตรท 4-methylumbelliferyl-β-D-glucoronide (MUG)

Liv Fiksdal และคณะ (1994) รายงานว่า 4-methylumbelliferyl-β-D-galactopyranosidase และ 4-methylumbelliferyl-β-D-glucoronidase สามารถใช้ตรวจสอบการปนเปื้อนของอุจจาระและน้ำเสียที่ถูกชะล้างลงในน้ำทะลได้ โดยใช้เวลาในการตรวจสอบเพียง 25 นาที แต่เอนไซม์ 4-methylumbelliferyl-β-D-glucoronidase มีข้อจำกัดในการตรวจสอบคือจำนวนของแบคทีเรียต้องอยู่ในช่วง 10-100 CFU/100 ml สำหรับ 4-methylumbelliferyl-β-D-galactopyranosidase มีข้อจำกัดเนื่องจากสามารถสลายตัวได้ง่าย

Toranzos (1991) รายงานว่า โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียในแหล่งน้ำที่ไม่มีมลพิษในประเทศเขตร้อน จะพบว่าแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มสามารถดำรงชีวิตและเพิ่มจำนวนได้ในแหล่งน้ำ และได้เสนอว่าควรจะมีการพัฒนาดัชนีชนิดใหม่มาตรวจสอบแหล่งน้ำ

ฟีคัลโคลิฟอร์มมีข้อจำกัดเช่นเดียวกันกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เช่น สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้ในแหล่งน้ำและมีความทนน้อยกว่าไวรัสและโปรโตซัวในน้ำที่ผ่านการบำบัด (Gerba, 2000)

2.4 **คุณสมบัติของฟีคัลสเตรปโตคอสไค** (Fecal Streptococci)

Streptococci เซลล์มีรูปร่างทรงกลม หรือป้อม พบอยู่เป็นคู่ๆหรือเป็นลูกโซ่ ขนาดของเซลล์ 0.6-2.0x0.6-2.5 ไมโครเมตร ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างเอนโดสปอร์ การหมักน้ำตาลกลูโคส เกิดกรดแลคติค ไม่ให้ก๊าซ ดำรงชีวิตแบบทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (Facultative anaerobic) คาตาเลสเป็นลบ ต้องการอาหารที่ซับซ้อน เช่น กรดอะมิโน พิวรีน ไพริมิดีน เปปไทด์ วิตามิน และบางครั้งต้องการกรดไขมัน และสถานที่มี NO_2มาก แต่มีขนิดหนึ่งคือ *S. bovis* ในวัวต้องการเพียงกลูโคส แอมโมเนีย และเกลืออนินทรีย์สำหรับการเจริญ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญ 37°C pH 9.6 ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 6.5% น้ำดี 40%(ดวงพร คันธโชติ, 2537)

Mossel และคณะ (1978) เสนอว่า อาหารเลี้ยงเชื้อ KAA agar เหมาะที่จะใช้ในการตรวจสอบ Streptococci ได้ เพราะ Streptococci สามารถเจริญได้ในเวลา 24 ชั่วโมง และการย่อยสลาย esculin สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงจากบนแผ่นกรอง

Cabelli (1989) เสนอแนะให้ใช้ enterococci เป็นดัชนีในแหล่งน้ำได้ เพราะสามารถบอกการปนเปื้อนจากอุจจาระ

Budnick และคณะ (1996) ได้ใช้ Enterolert (IDEXX Laboratories Inc.,Westbrook, Marine) ใช้วิธี Most probable number สำหรับเพิ่มจำนวน enterococci ในตัวอย่างน้ำทะเล

Gleeson และ Gray (1997) ได้จัดให้ Fecal streptococci เป็นสมาชิกอยู่ในจีนัส *Enterococcus* และ *Streptococcus*

Fecal streptococci เช่น *Ent. avium, Ent. faecium, Ent durans, Ent faecalis.* แตกต่างจาก streptococci ชนิดอื่น เนื่องจาก สามารถเจริญได้ในโซเดียมคลอไรด์ 6.5% pH 9.6 และอุณหภูมิ 45°C สำหรับจีนัส *Streptococcus* มีเพียง 2 สปีชีส์ที่จัดว่าเป็น fecal streptococci แท้จริงคือ *Ent. faecium* และ *Ent faecalis* ซึ่งจะพบได้ในลำไส้ของคน ส่วน *S. bovis* และ *S.equinus* พบได้ในอุจจาระของวัว และม้า

ฟีคอลสเตรปโตคอสไคมีข้อได้เปรียบโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ

1. ไม่ค่อยเพิ่มจำนวนได้ในแหล่งน้ำ
2. มีความทนกับคลอรีนได้ดีกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
3. สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานในสภาพแวดล้อม

2.5 **คุณสมบัติของ** *Vibrio* spp.

Vibrio spp. เซลล์มีขนาด กว้าง 0.5-0.8 ไมโครเมตร และยาว 1.4-2.6 ไมโครเมตร รูปร่างเป็นแท่งสั้น อาจโค้งหรือตรงอยู่เดี่ยว อาจรวมกลุ่มดูเหมือนตัวเอสหรือเป็นเกลียว ติดสีแกรมลบ เคลื่อนที่โดย polar flagella ซึ่งมีอยู่ 1 บางชนิดอาจมีมากกว่า 1 ไม่สร้างแคปซูล เจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (faculatative anaerobe) ออกซิเดสให้ผลบวกอุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญ 20-37°C pH 6-9 ความเข้มข้นที่พอเหมาะของโซเดียมคลอไรด์ 3% พบได้ในน้ำจืดและน้ำทะเล ทางเดินอาหารของคนและสัตว์ บางชนิดเป็นเชื้อโรคของคนและสัตว์กระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น *Vibrio cholerae* ก่อให้เกิดโรคอหิวาตกโรค *Vibrio parahaemolyticus* ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษโดยมีการปนเปื้อนจากปลาหรือหอย ทำให้เกิดกระเพาะลำไส้อักเสบในคน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้ในสถานที่พักผ่อน

ประเทศ หรือหน่วยงาน	การทดลอง (ตัวอย่าง/เวลา)	ค่ามาตรฐาน (ค่าเรขาคณิต)
U.S. EPA	5/30 days	Fecal coliform 200/100ml (Saliba, 1993) น้ำจืด Enterococci[2] 33/100ml Fecal coliform 126/100ml น้ำทะเล Enterococci 35/100ml
European Economic Community	2/30 days	Coliforms 500/100ml Fecal coliforms100/100ml Fecal Streptococci 100/100ml *Salmonella* 0/liter Enteroviruses 0/10 liters
Ontario,Canada	10/30 days	Coliforms ≤1,000/100ml Fecal coliforms≤100/100ml
กรมควบคุมมลพิษ ประเทศไทย	-	Coliforms ≤1,000/100ml

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

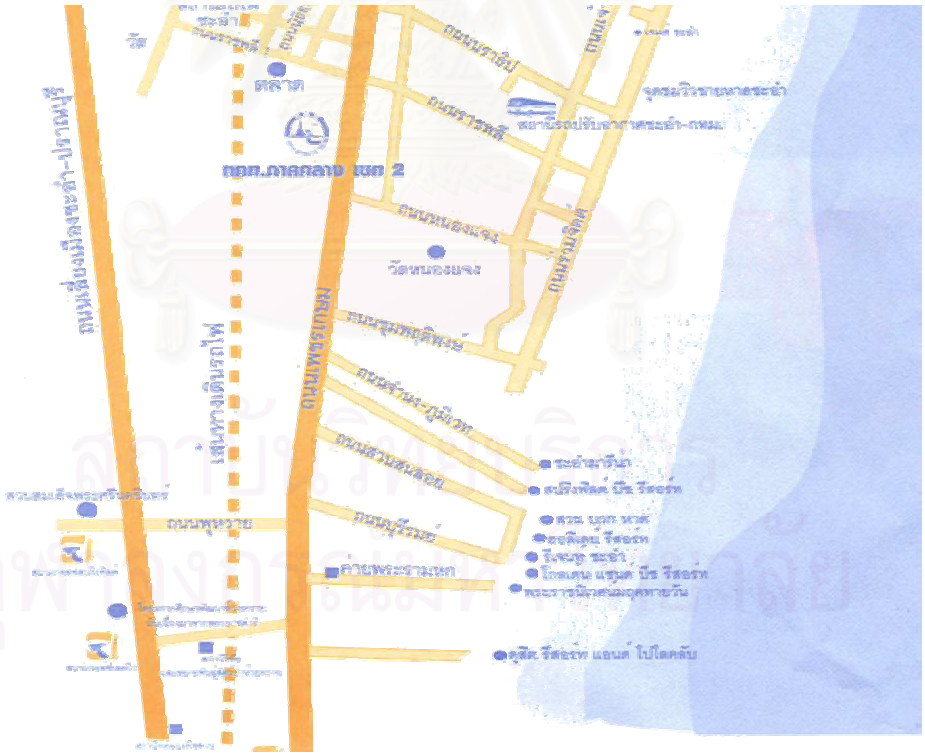
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำทะเล

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณตั้งแต่พระราชนิเวศน์มฤคทายวันไปจนถึงชายหาดหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลทุกเดือนโดยเริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ถึง ธันวาคม พุทธศักราช 2543 โดยเก็บน้ำทะเลตัวอย่าง 4 สถานี เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำทะเลที่ชายหาด

1. พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน ตั้งอยู่ในค่ายตำรวจตระเวนชายแดน ค่ายพระราม 6 บริเวณสถานีตัวอย่างนี้กิจกรรมการเล่นน้ำทะเลมีน้อยมาก นักท่องเที่ยวมาชมพระตำหนักเป็นส่วนมาก



ภาพที่ 4.1 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน

ภาพที่4.2 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 2, 3, 4 ศาลเจ้าแม่ทับทิม, โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล, โรงแรมสายลม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ศาลเจ้าแม่ทับทิม บริเวณสถานีนี้มีกิจกรรมมาก เหนือจุดเก็บตัวอย่างขึ้นไปช่วงประมาณ 2-5 เมตร มีสะพานปลา บ้านพัก ร้านอาหารและคลองสมอเรียง เป็นคลองธรรมชาติ มีน้ำจากคลองและจากการชะล้างไหลลงสู่ชายฝั่ง ศาลเจ้าแม่ทับทิมมีระยะทางห่างจากสถานีพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน ประมาณ 28 กิโลเมตร

3. โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล มีกิจกรรมและจำนวนนักท่องเที่ยวมาก มีการลงเล่นน้ำทะเลมาก บริเวณสถานีนี้มีม้าให้บริการและมีเตียงผ้าใบให้บริการพร้อมอาหาร โรงแรมและรีสอร์ทมีจำนวนห้องพัก 217 ห้อง โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัลมีระยะทางห่างจากสถานีศาลเจ้าแม่ทับทิม 1.5 กิโลเมตร

4. โรงแรมสายลม จำนวนนักท่องเที่ยวน้อย กิจกรรมการท่องเที่ยว พักผ่อน การเล่นเรือใบบ้าง และการลงเล่นน้ำทะเล จำนวนห้องพัก 70 ห้อง โรงแรมสายลมมีระยะทางห่างจากสถานีโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล 3 กิโลเมตร

3.2 **การเก็บตัวอย่างน้ำทะเล** (Sampling Procedure)

3.2.1 ขวดพลาสติกและฝาปิดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ(121°C ,15นาที) ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

3.2.2 คว่ำขวดและจุ่มลงตรงๆ ไปในน้ำลึกประมาณ 30 เซ็นติเมตร หลังจากนั้นหงายขวดโดยหันปากขวดออกห่างจากตัวผู้เก็บไปในทิศทางที่น้ำไหลมา เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากมือผู้เก็บ หลังจากเก็บน้ำขึ้นมาแล้วรีบปิดฝาขวดให้สนิท

3.2.3 นำขวดเก็บตัวอย่างบรรจุลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ อุณหภูมิประมาณ 4°C ประมาณ 3 ชั่วโมง ทำการขนย้ายกลับสู่ห้องปฏิบัติการ

3.3 **การกรองโดยผ่านเยื่อกรอง** (Membrane Filtration Procedure)

3.3.1 แผ่นกรองชนิดโพลีเอไมด์ 250 ของ “Sartorius, German” ขนาดรูแผ่นกรอง 0.2 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร นำแผ่นกรองบรรจุลงในจานเพาะเชื้อพร้อมชุดกรองห่อกระดาษฟอยด์บรรจุในถุงพลาสติกนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (121°C ,15นาที) จากนั้นอบให้แห้งก่อนนำมาใช้

3.3.2 เช็ดโต๊ะด้วยแอลกอฮอล์ 95% จัดชุดกรองพร้อมเครื่องดูดสูญญากาศ เติมน้ำกลั่นประมาณ 5-10 มิลลิลิตร นำแผ่นกรองวางบนชุดกรอง ให้แนบกับชุดกรองไม่ให้มีฟองอากาศ

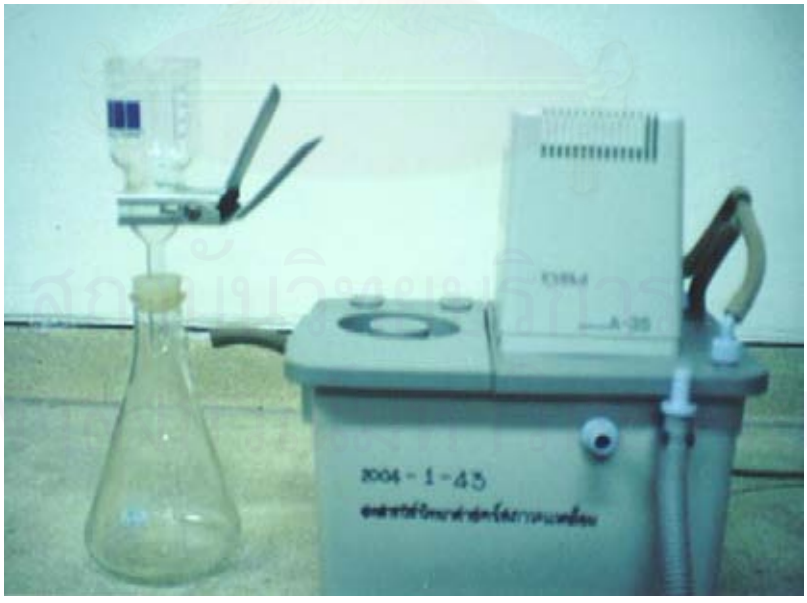
3.3.3 กรองน้ำตัวอย่างแต่ละสถานีปริมาตร 200 มิลลิลิตร กรองน้ำตัวอย่างให้เหลือปริมาตร 100 มิลลิลิตร เพื่อใช้ในการทดลอง Multiple-tube Procedure จากนั้นกรองจนน้ำแห้ง

3.3.4 ใช้ปากคีบด้านเรียบจุ่มแอลกอฮอล์ 95% เผ่าให้แดง รอให้เย็น คีบแผ่นกรองที่ได้ วางลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ ควรให้ปลอดเชื้อ ต้องค่อยๆวางแผ่นกรองอย่าให้มีฟองอากาศ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ในแต่อาหารเลี้ยงเชื้อดังนี้คือ Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar (TCBS), Bile Esculin Agar

3.3.5 นำจานเพาะเชื้อที่ได้บรรจุใส่ในถุงพลาสติก มัดปากถุงให้แน่น นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ ที่อุณหภูมิ 35°C, 24-48 ชั่วโมง

3.3.6 นับจำนวนแบคทีเรีย Streptococci สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อ Bile Esculin Agar โดยลักษณะโคโลนีที่พบจะต้องมีสีดำ บันทึกผลเป็น CFU/ml

3.3.7 นับจำนวนแบคทีเรีย *Vibrio* spp. สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อ Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar (TCBS) โคโลนีที่พบจะมีสีเขียว บันทึกผลเป็น CFU/ml



ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์และเครื่องสูญญากาศในการกรองน้ำตัวอย่าง

3.4 Multiple-Tube Procedure

3.4.1 หลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Florocult LMX-broth จำนวน 9 หลอด โดยความเข้มข้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเพิ่มเป็น 2 เท่าของสูตรปกติจำนวน 3 หลอด หลอดละ 10 มิลลิลิตร และความเข้มข้นของสูตรอาหารปกติจำนวน 6 หลอด หลอดละ10 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกสำลีให้สนิท นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (121°C ,15นาที)

3.4.2 ก่อนจะปิเปตให้คนน้ำตัวอย่างพร้อมดูดและเป่าออกก่อน เพื่อให้แบคทีเรียที่ติดอยู่บนแผ่นกรองได้หลุดออกมาปิเปตตัวอย่างน้ำทะเลขณะกรองด้วยแผ่นกรองปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของสูตรปกติทั้ง 3 หลอด ทำใกล้ไฟในลักษณะปลอดเชื้อ ปิดจุกสำลีให้สนิท เขย่าด้วยเครื่องเขย่าให้เข้ากัน

3.4.3 ปิเปตตัวอย่างน้ำทะเล 0.1 มิลลิลิตร และ 0.01 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารความเข้มข้นปกติทั้ง 6 หลอด ทำเช่นเดียวกัน

3.4.4 นำหลอดทดลองที่ได้ทั้งหมด บ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.4.5 ตรวจผลการทดลอง โดยดูหลอดที่ให้ผลบวก คืออาหารเปลี่ยนเป็นสีฟ้า

3.4.6 นับจำนวนหลอดที่เป็นสีฟ้า บันทึกผลเป็น Total Coliform Bacteria คำนวณค่าจากตาราง MPN

3.4.7 นำหลอดที่เป็นสีฟ้า ส่องดูการเรืองแสง ด้วยหลอดรังสีอุลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร เปรียบเทียบหลอดควบคุมที่มีเชื้อ *Escherichia coli* นับจำนวนหลอดที่เรืองแสง บันทึกผลเป็น *Escherichia coli* คำนวณค่าจากตาราง MPN

3.4.8 คำนวณค่า Most Probable Number (MPN) จากหลอดที่ให้ผลบวก โดยดูจากตาราง และคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{MPN value (From table)} \times \frac{10}{\text{largest volume tasted in dilution series used for MPN determination}} = \text{MPN/100 ml}$$

3.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นทางสถิติของแบคทีเรียแต่ละชนิด

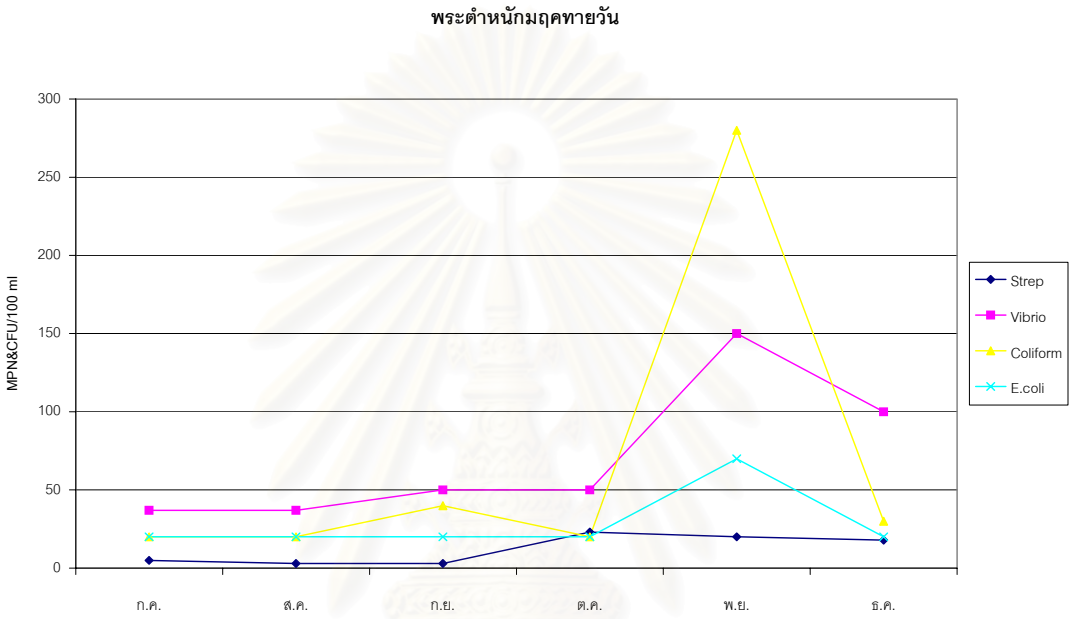
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นทางสถิติของแบคทีเรียแต่ละชนิดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดในสถานีพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน



รูปที่ 4.1 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

บริเวณพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน มีจำนวนนักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำน้อย บริเวณจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเลจุดนี้ไม่มีบ้านพัก หรือรีสอร์ทน้ำทะเลจึงเกิดการปนเปื้อนจากของเสียและน้ำเสียจึงมีปริมาณน้อยกว่าสถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่อื่นๆ และจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในค่ายตำรวจตระเวนชายแดน ค่ายพระราม 6 จึงอาจถือได้ว่าเป็นชายหาดปิดแต่ก็มีการปนเปื้อนได้เนื่องจากเป็นค่ายตำรวจ จำนวนประชากรในค่ายมีมากเช่นเดียวกัน ประมาณ 2,000 คน และบริเวณเหนือพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน คือ ชายหาดชะอำ ซึ่งมีรีสอร์ทและบ้านพักคอนโดมิเนียมจำนวนมาก ซึ่งระยะทางห่างจากพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน ประมาณ 20 กิโลเมตร

จากการหาปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลสถานีพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน พบว่า ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 20-40 MPN/100ml

และมีค่าต่ำสุดสูงสุด 20-280 MPN/100ml จากกราฟจะพบว่าเดือนพฤศจิกายนปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าสูงถึง 280 MPN/100ml เนื่องจากช่วงเดือนพฤศจิกายน เกิดฝนตกหนัก จึงมีการชะล้างจากน้ำเสียลงสู่ชายฝั่ง จึงพบปริมาณโคลิฟอร์มสูงกว่าไม่มีฝนตก ซึ่งจะเห็นได้ว่าในเดือนธันวาคม ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าลดลงอย่างชัดเจน มีค่าเท่ากับ 30MPN/100ml

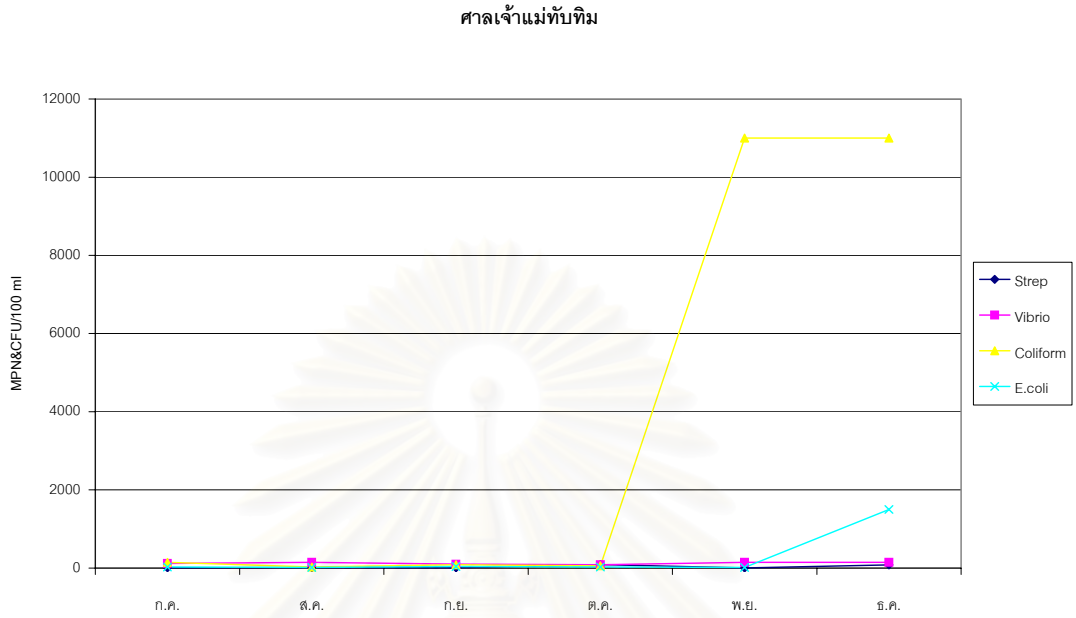
ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคมมีค่า 20 MPN/100ml พบว่าปริมาณ *E. coli* มีปริมาณเพิ่มสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 80 MPN/100ml มีแนวโน้มไปเช่นเดียวกับ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แต่ค่า MPN ต่ำกว่าโคลิฟอร์ม เนื่องจากการ *E. coli* ไม่ค่อยเจริญได้ในน้ำทะเล และอาจอยู่ในภาวะ noncultured (Bogosian, 1998) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเดือนธันวาคม มีค่าลดลงอย่างชัดเจน มีค่าเท่ากับ 20 MPN/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 37-50 CFU/100ml โดยมีค่าต่ำสุดสูงสุดอยู่ในช่วง 37-141 CFU/100ml และปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.ขึ้นสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่าเท่ากับ 144 CFU/100ml ในเดือนธันวาคม *Vibrio* spp.มีค่าลดลงเท่ากับ 100 CFU/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย Streptococci ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม มีค่าอยู่ในช่วง 3-20 CFU/100ml ปริมาณแบคทีเรีย Streptococci มีค่าเพิ่มไม่มากนัก จะเห็นได้ว่าปริมาณ Streptococci ไม่มีแนวโน้มที่เหมือนกับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E.coli* และแบคทีเรีย *Vibrio* spp.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดบริเวณศาลเจ้าแม่ทับทิม



รูปที่ 4.2 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณศาลเจ้าแม่ทับทิม ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

บริเวณศาลเจ้าแม่ทับทิม เป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนจากของเสียและน้ำเสียปริมาณสูงสุด เนื่องจากเหนือจากจุดเก็บน้ำทะเลตัวอย่างระยะทางประมาณ 2-5 เมตร จะพบ บ้านพัก ร้านอาหารและสะพานปลา มีการชะล้างปล่อยทิ้งน้ำเสียและของเสียลงสู่ชายฝั่งโดยตรง โดยมิได้มีการบำบัดก่อน รวมทั้งมีน้ำจากคลองสมอเรียงซึ่งเป็นคลองธรรมชาติซึ่งรับน้ำจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยไหลลงสู่ชายฝั่ง

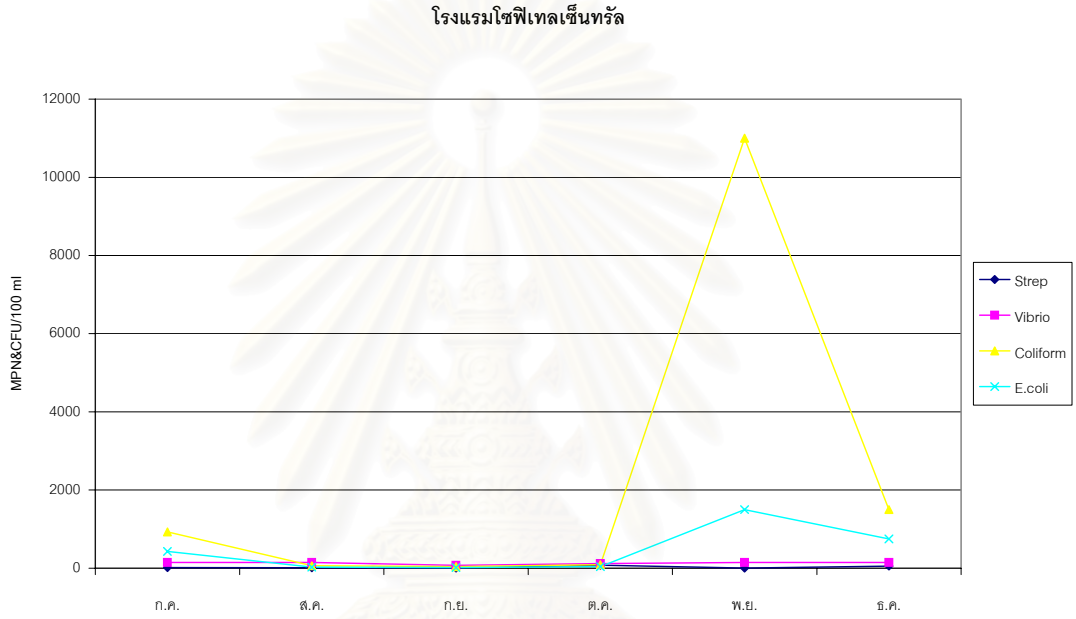
จากกราฟจะพบว่า ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีจำนวนสูง ในเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะมีค่าอยู่ในช่วง 80-150 MPN/100ml สำหรับในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จะขึ้นสูงสุด โดยมีค่า 11,000 MPN/100ml ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกหนัก จึงมีการชะล้างของเสียและน้ำเสียลงสู่ชายฝั่งเป็นจำนวนมาก ในเดือนธันวาคมปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีปริมาณสูงถึง 11,000MPN/100 ml เนื่องมาจากมีการปล่อยน้ำเสียจากคลองสมอเรียงซึ่งเป็นคลองธรรมชาติและน้ำที่ผ่านการบำบัดจากโรงบำบัดน้ำเสีย ลงสู่ชายฝั่งด้วย จึงทำให้ค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียยังสูงอยู่

ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน มีค่าอยู่ในช่วง 20-55 MPN/100ml ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม มีค่า 1,500MPN/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม มีค่าอยู่ในช่วง 90-130CFU/100ml ปริมาณ *Vibrio* spp. มีค่าค่อนข้างคงที่

ปริมาณแบคทีเรีย Streptococci ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม มีค่าอยู่ในช่วง 3-93 CFU/100ml

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดบริเวณโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน



รูปที่ 4.3 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน เป็นบริเวณนักท่องเที่ยวนิยมเป็นสถานที่พักผ่อน มีกิจ-กรรมการเล่นน้ำทะเลเป็นจำนวนมาก บริเวณชายหาดมีเต็นท์ผ้าใบให้บริการ มีบริการให้ขี่ม้าบริเวณชายหาด จะได้กลิ่นแอมโมเนียจากปัสสาวะของม้าแรงมากโรงแรมโซฟิเทลมีจำนวนห้องพักสูงถึง 217 ห้อง

จากกราฟจะพบว่า ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 40-840 MPN/100ml ในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าสูงสุด 11,000 MPN/100ml เนื่องจากมีฝนตก จึงมีการชะล้างของเสียและน้ำเสียค่อนข้างสูง และในเดือนธันวาคม ค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลงเหลือ 1,500 MPN/100ml

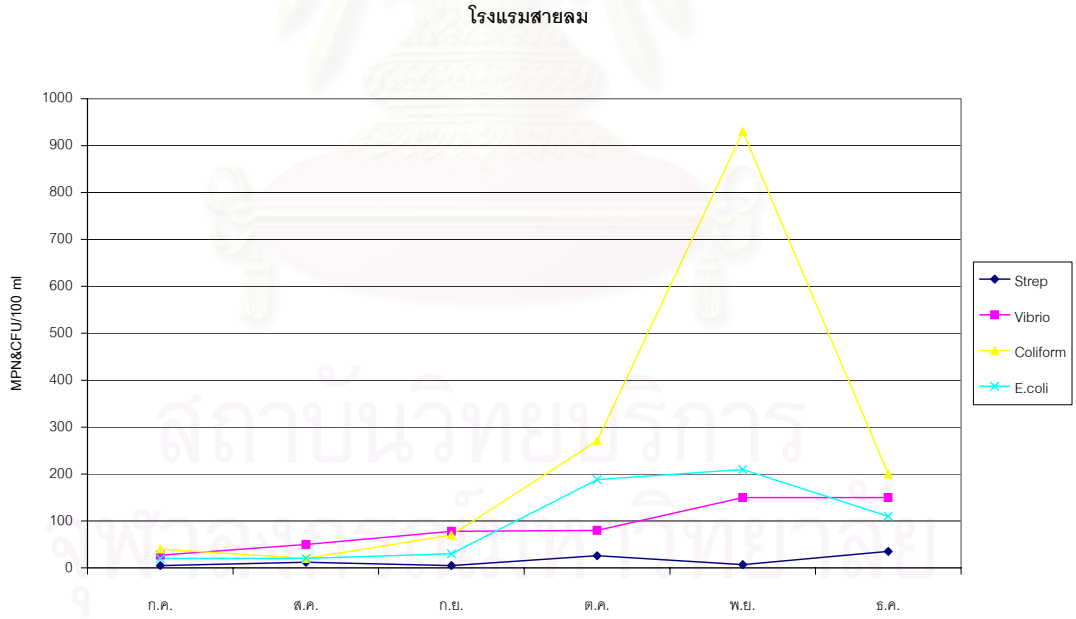
ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 20-535 MPN/100ml ในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* มีแนวโน้มเช่นเดียวกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือจำนวนแบคทีเรียมีค่าเพิ่มสูงขึ้นถึง 1,500 MPN/100ml ในเดือนธันวาคม ปริมาณ *E.coli* มีจำนวนลดลงเหลือ 785 MPN/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม –ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 75-120 CFU/100ml ในเดือนพฤศจิกายน จำนวนแบคทีเรีย *Vibrio* spp. มีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย 146 CFU/100ml สำหรับเดือนธันวาคม จำนวนแบคทีเรีย *Vibrio* spp.มีจำนวนลดลงเหลือ 115 CFU/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย Streptococci ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วง 5-80 CFU/100ml

จากกราฟจะเห็นว่าบริเวณโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัลปริมาณ *Vibrio* spp.และStreptococci ไม่มีแนวโน้มไปกับโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E.coli*

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิดบริเวณโรงแรมสายลม



รูปที่ 4.4 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณโรงแรมสายลม ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2543

โรงแรมสายลม บริเวณชายหาดนี้ จำนวนนักท่องเที่ยวน้อยกว่าบริเวณชายหาดโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล มีกิจกรรมการเล่นเรือใบ การเล่นน้ำทะเล ไม่มีการขายอาหารบริเวณชายหาด มีการขี่ม้าบ้างแต่น้อยกว่าโซฟิเทลมาก โรงแรมสายลมมีห้องพักรับรองนักท่องเที่ยวเพียง 70 ห้อง

จากกราฟ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 20-255 MPN/100ml สำหรับเดือนพฤศจิกายน ปริมาณโคลิฟอร์มมีจำนวนเพิ่มขึ้นสูงสุด มีค่าเท่ากับ 930 MPN/100ml และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าลดลงในเดือนธันวาคม 205 MPN/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 20-145 MPN/100ml สำหรับเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตก ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* มีจำนวนเพิ่มขึ้นสูงสุด มีค่าเท่ากับ 215 MPN/100ml และปริมาณ *E.coli* มีค่าลดลงในเดือนธันวาคม 110 MPN/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 27-78 CFU/100ml สำหรับเดือนพฤศจิกายน ปริมาณ *Vibrio* spp. มีจำนวนเพิ่มขึ้น มีค่า142 CFU/100ml และมีค่าลดลงในเดือนธันวาคม 136 CFU/100ml

ปริมาณแบคทีเรีย Streptococci ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม มีค่าอยู่ในช่วง 5-35 CFU/100ml ปริมาณ Streptococci ไม่มีแนวโน้มไปกับ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E.coli* และ *Vibrio* spp.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบคทีเรียแต่ละกลุ่มในรูปเชิงเส้น ในสถานที่เก็บตัวอย่าง พระตำหนักมฤคทายวัน, ศาลเจ้าแม่ทับทิม, โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน และโรงแรมสายลม

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของแบคทีเรียแต่ละกลุ่มในตัวอย่างน้ำทะเล ของทุกสถานที่ในรูป Coefficient of Determination, r^2 (%) และค่า P value

แบคทีเรีย	พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน		ศาลเจ้าแม่ทับทิม		โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน		โรงแรมสายลม	
	r^2 (%)	P value	r^2 (%)	P value	r^2 (%)	P value	r^2 (%)	P value
Vibrio spp. Coliform bacteria	70.4	0.001	39.0	0.030	36.6	0.037	52.8	0.007
Vibrio spp. Vs *E. coli*	66.9	0.001	7.7	0.384*	32.6	0.052*	62.4	0.002
Streptococci Vs Coliform bacteria	13.9	0.232*	2.4	0.633*	12.8	0.253*	0.00	0.805*
Streptococci Vs *E.coli*	14.3	0.225*	33.0	0.051*	4.9	0.488*	8.2	0.368*
E. coli Vs Coliform bacteria	98.9	0.000	39.1	0.030	80.6	0.000	81.5	0.000
Vibrio spp. Vs Streptococci	39.0	0.30*	7.2	0.401*	0.00	0.872*	19.6	0.149*

* ไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น ในระดับนัยสำคัญทางสถิติ 95%

จากตารางที่ 4.5 เห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มแบคทีเรียนั้นแปรผันไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสถานีที่เก็บตัวอย่าง ส่วนใหญ่จำนวน *Vibrio* spp. จะสัมพันธ์กันกับจำนวน Coliform และ *E.coli* ในขณะที่ Coliform และ *E.coli* สัมพันธ์กัน 100 % อย่างที่ควรจะเป็นตามทฤษฎี เพราะเป็นแบคทีเรียในวงศ์เดียวกันและมีแหล่งที่มาคล้าย ๆ กัน Streptococci ไม่มีความสัมพันธ์กับ Coliform และ *E.coli* เลย แต่มีความสัมพันธ์กับ *Vibrio* spp. ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวันเท่านั้น

4.6 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบคทีเรียแต่ละกลุ่มในรูปเชิงเส้น ในภาพรวม ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พุทธศักราช 2543 และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเส้นในช่วงขณะน้ำขึ้น – น้ำลง

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของแบคทีเรียแต่ละกลุ่มในน้ำทะเล ช่วงเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2543 และในช่วงขณะน้ำขึ้น – น้ำลง ในรูป Coefficient of Determination, r^2 (%) และค่า P value

แบคทีเรีย	ภาพรวม 6 เดือน (กรกฎาคม- ธันวาคม)		น้ำขึ้น		น้ำลง	
	r^2 (%)	P value	r^2 (%)	P value	r^2 (%)	P value
Vibrio spp. Vs Coliform bacteria	17.2	0.003	16.2	0.051*	18.8	0.034
Vibrio spp. Vs *E. coli*	16.1	0.005	11.5	0.105*	12.6	0.089*
Streptococci Vs Coliform bacteria	1.7	0.384*	1.5	0.567*	48.0	0.000
Streptococci Vs *E.coli*	10.2	0.027	2.1	0.499*	34.1	0.003
E. coli Vs Coliform bacteria	53.5	0.000	48.9	0.000	87.7	0.000
Vibrio spp. Vs Streptococci	25.4	0.081*	2.4	0.471*	43.5	0.000

* ไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น ในระดับนัยสำคัญทางสถิติ 95%

เมื่อพิจารณาภาพรวมจากทุกสถานีที่ทำการศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2543 พบว่า *Vibrio* spp. สัมพันธ์กับ Coliform และ *E. coli* แต่ไม่สัมพันธ์กับ Streptococci ส่วน Streptococci สัมพันธ์กับจำนวนของ *E. coli* แต่ไม่สัมพันธ์กับ Coliform และพบว่า *E. coli* และ Coliform มีความสัมพันธ์กัน

สำหรับกระแสน้ำขึ้น *E. coli* สัมพันธ์กับ Coliform เท่านั้น ซึ่งแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

สำหรับกระแสน้ำลง *E. coli* สัมพันธ์กับ Coliform มากที่สุด Streptococci มีความสัมพันธ์กับ Coliform และ *E.coli* ส่วน Vibrio spp. มีความสัมพันธ์กับ Coliform เท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สถานีทั้ง 4 สถานีมีลักษณะที่แตกต่างกันมากทั้งในแง่ของจำนวนผู้ใช้ประโยชน์ ประเภทการทำกิจกรรมและปริมาณน้ำเสียที่ลงสู่ชายฝั่งทำให้เปรียบเทียบกันได้ยาก จากผลการวิเคราะห์เห็นได้ชัดว่าในเดือนที่มีฝนตกก่อนเก็บตัวอย่าง (เดือนพฤศจิกายน) จะมีจำนวน Coliform bacteria และ *E.coli* เพิ่มในน้ำตัวอย่างอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้มาจากการชะล้างของน้ำฝนจากชุมชนชายฝั่งลงสู่ทะเล

เป็นที่สังเกตว่าจำนวน *Vibrio* spp. มีแนวโน้มแบบเดียวกันกับ Coliform และ *E.coli* ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวันและที่โรงแรมสายลม แสดงว่า 2 สถานีนี้คงมีแหล่งของ *Vibrio* spp. อยู่ในสภาพที่จะถูกชะล้างด้วยฝนได้ง่าย น่าจะได้มีการสำรวจและแก้ไขเพราะทั้งสองสถานีเป็นแหล่งที่มีประชาชนมาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของแบคทีเรียพบว่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับว่าเป็นตัวอย่างจากสถานีไหน แสดงว่าแหล่งที่มาของแบคทีเรียโดยเฉพาะ*Vibrio* spp. และ Streptococci มีความหลากหลาย ทำให้ความสัมพันธ์ผันแปรไปตามแหล่งที่มา เป็นที่สังเกตว่า Streptococci ไม่สัมพันธ์กับแบคทีเรียชนิดอื่นที่ศึกษาเลย ทั้งนี้คงเป็นเพราะยังไม่ได้ศึกษาละเอียดถึงขั้น identify ว่าเป็น *Enterococcus faecium* หรือ *Enterococcus faecalis* การที่มีการเลี้ยงม้าบริเวณชายฝั่งเพื่อให้นักท่องเที่ยวขี่เล่นย่อมทำให้มี *Streptococcus equines* ปนเปื้อนในน้ำทะเล ทำให้จำนวน Streptococci ไม่สัมพันธ์กับ Coliform และ *E.coli* รวมทั้ง *Vibrio* spp. ซึ่งแหล่งที่มาคือคน ในสถานที่ที่ไม่มีการจูงม้าตามชายหาด คือพระราชนิเวศน์มฤคทายวันจะพบการเพิ่มจำนวนของ Streptococci ตาม Coliform

การที่ *Vibrio* spp มีความสัมพันธ์กับ Coliform และ *E.coli* นั้นไม่มีประโยชน์นักในการใช้เป็นดัชนีเพราะ *Vibrio* spp เป็นเชื้อโรคทางเดินอาหารและสามารถเพิ่มจำนวนได้ในน้ำทะเล (นงลักษณ์, 2541) แต่ในด้านกลับกันอาจใช้จำนวน Coliform เป็นตัวระบุโอกาสที่จะเจอ *Vibrio* spp ได้ที่ความเชื่อมั่น 95 % ได้ แต่ต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อให้ได้สมการที่จะใช้ทำนายที่แม่นยำกว่านี้

แบคทีเรียส่วนใหญ่สัมพันธ์กันในช่วงน้ำลง แต่น้ำขึ้นส่วนใหญ่ไม่สัมพันธ์กัน เพราะระยะน้ำลงมีน้ำจากฝั่งไหลลงไปในทะเลได้สะดวก ทำให้แหล่งที่มาของแบคทีเรียเป็นแหล่งเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ และเป็นแบคทีเรียที่เพิ่งลงไปในทะเลซึ่งส่วนใหญ่ยังมีชีวิตอยู่ทำให้ความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน แต่เมื่อน้ำทะเลหนุนขึ้น ทำให้น้ำจากฝั่งไหลลงไม่สะดวก และมีกระแสน้ำจากด้าน

ตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้าฝั่ง (จรินทร์, 2533) ทำให้แบคทีเรียบริเวณนั้น ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำเค็มมาแล้วระยะหนึ่ง แบคทีเรียชนิดที่ทนความเค็มไม่ได้จึงตายไปบ้าง ทำให้ความสัมพันธ์ ระหว่างชนิดของแบคทีเรียจึงมีน้อยมาก

ข้อเสนอแนะ

1. การเลือกสถานที่ควรเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน
2. ควรจะพัฒนาอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ที่สามารถทดสอบการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำทะเลได้อย่างรวดเร็ว
3. ควรทดสอบ Streptococci ให้แน่ใจว่าเป็น true enterococci จริง
4. น่าจะมีการศึกษาด้วยการจำลองสถานการณ์ว่าแบคทีเรียแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันจริง เพื่อเป็นการยืนยันความสัมพันธ์นั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2541. คู่มือการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย : กรุงเทพมหานคร,

จรินทร์ บุญเหมาะ. 2533. ลักษณะกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน. วารสารภูมิศาสตร์ ปีที่ 15: 341-343

ดวงพร คันธโชติ. 2537. อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพมหานคร,

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2541. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร : กรุงเทพมหานคร,

ภาษาอังกฤษ

Acher, A. J., E. Fisher, and Y. Manor. 1994. Sunlight disinfection of domestic effluents for agriculture use. Water Res. 28:1153-1160.

American Publish Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed. American Publish Health Association, Washington D.C.

Audicana, A., Perales, I., and Borrego, J. G. 1995. Modification of kanamycin-esculin-azide agar to improve selectivity in the enumeration of fecal streptococci from water samples. J. Appl. Environ. Microbiol.12: 4178-4183.

Bogosian, G., Morris, P. J. L., and O' Neil, J. P. 1998. A mixed culture recovery method indicates that enteric bacteria do not enter the viable but nonculturable state. J. Appl. Environ. Microbiol. 5: 1736-1742.

Bradley, D. J. 1977. Health aspects of water supplies in tropical countries, pp.3-17. In Hurst, C. J., Knudsen, G. R., McInerney, M. J., Stetzenbach, L. D. and Walter, M. V. (ed.), Manual of Environmental microbiology. American society for microbiology.

Budnick, G. E., Howard, R. T., and Mayo, D. R. 1996. Evaluation of enterolert for enumeration of enterococci in recreational waters. J. Appl. Environ. Microbiol. 10: 3881-3884.

Cabelli, V. J. 1983. Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters. EPA-600/1-80-031. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Calderon, R. L., E. W. Mood, and A. P. Dufour. 1991. Health effects of swimmers and nonpoint sources of contaminated water. Int. J. Environ. Health Res. 1:21-31.

Corbett, S. J., G. L. Rubin, G. K. Curry, D. G. Kleinbaum, and Sydney Beach Users Study Group. 1993. The health effects of swimming at Sydney beaches. Am. J. public Health. 83:1701-1706.

Davies, C. M., S. C. Apte, and S. M. Peterson. 1995. Possible interference of lactose-fermenting marine vibrios in coliform β-D-galactosidase assays. J. Appl. Bacteriol. 78:387-393.

Dufour, A. P. 1984. Bacterial indicators of recreational water Quality. Can. J. Public Health. 75:49-56.

Dupray, E. and Derrien, A. 1995. Influence of the previous stay of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. in waste waters on their survival in seawater. Water. res. 4:1005-1011.

Efstratiou, M. A., A. Mavridou, S. C. Richardson, and J. A. Papadakis. 1998. Correlation of bacterial indicator organisms with *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* in sea water. Lett. Appl. Microbiol. 26:342-346.

Figueras, M. J., F. Polo, I. Inza, and J. Guarro. 1994. Poor specificity of m-Endo and m-FC culture media for the enumeration of coliform bacteria in sea water. Lett. Appl. Microbiol.19:446-450.

Fiksdal, L., Pommepuy, M., Caprais, M., and Midttun, I. 1994. Monitoring of fecal pollution in coastal waters by use of rapid enzymatic techniques. J. Appl. Environ. Microbiol. 5: 1581-1584

Fleischer, J. M. 1991. A re-analysis of data supporting US Federal bacteriological water quality criteria governing marine recreational waters. Res. J. Water Pollut. Control Fed. 63:259-265.

Fujiuka, R. S., A. A. Ueno, and O. T. Narikawa. 1990. Unreliability of KF agar to recover fecal streptococcus from tropical marine waters. Res. J. Water Pollut. Control Fed. 62:27-33.

Geldreich, E. E., and B. A. Kenner. 1969. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. J. Water Pollut. Control Fed. 41:R336-R352.

Grimes, D. J.1991. Ecology of estuarine bacteria capable of causing human disease: a review. Estuaries 14:345-360.

Hardina, C. M., and R. S. Fujioka. 1991. Soil: the environmental source of *E. coli* and Enterococci in Hawaii's streams. Environ Toxicol. Water Qual. 6:185-195.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Hernandez, J. F., J. M. Guibert, J. M. Delattre, C. Oger, C. Charriere, B. Hughes, R. Serceau, and F. Sinegre. 1991. Miniaturized fluorogenic assays for enumeration of *E. coli* and enterococci in marine water. Water. Sci. Technol. 24:137-141.

Hernandaz-Lopez, J., and F.Vargas-Albores. 1994. False-positive coliform reading using membrane filter techniques for seawater. Lett. Appl. Microbiol. 19:483-485.

Hobbie, J. E., Daley, R. J., and Jasper, S. 1977. Use of nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. J. Appl. Environ. Microbiol. 5: 1225-1228.

Hurst, C. J., and P. A. Murphy. (n.d.)The transmission and prevention of infectious disease, pp.3-54. In Hurst, C. J., Knudsen, G. R., McInerney, M. J., Stetzenbach, L. D. and Walter, M. V. (ed.), Manual of Environmental microbiology. American society for microbiology.

Palmer, C. J., Y. Tsai, A. L. Lang, and L. Sangermano. 1993. Evaluation of Colilert-Marine Water detection of total coliforms and *Escherichia coli* in the marine Environment. Appl. Environ. Microbiol. 59:786-790.

Payment, P., L. Richardson, J. Siemiatycki, R. Dewar, M. Edwardes, and E. Franco.1991. A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards. Am. J. Public Health. 81:703-708.

Gerba, C. P. 2000. Indicator Microorganism. In Maier R. M., Pepper I.L., (eds). Environmental Microbiology. pp.491-496.

Straub, T. M., I. L. Pepper, and C. P. Gerba. 1993. Hazards from pathogenic microorganisms in land-disposed sewage sludge. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 132:55-91.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ก1 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณพระตำหนักมฤคทายวัน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

เดือน	*Vibrio* spp. (CFU/100ml)	Streptococci (CFU/100ml)	Coliform (MPN/100ml)	*E. coli* (MPN/100ml)
กรกฎาคม	35	4	20	20
	39	6	20	20
	37±2.8	*5±1.41*	*20±0*	*20±0*
สิงหาคม	34	3	20	20
	40	3	20	20
	37±4.24	*3±0*	*20±0*	*20±0*
กันยายน	39	2	40	20
	61	4	40	20
	50±15.55	*3±1.41*	*40±0*	*20±0*
ตุลาคม	41	20	20	20
	58	26	20	20
	49.5±12.02	*23±4.24*	*20±0*	*20±0*
พฤศจิกายน	138	17	280	90
	144	23	230	70
	141±4.24	*20±4.24*	*255±35.35*	*80±14.14*
ธันวาคม	89	16	30	20
	102	20	30	20
	95.5±9.19	*18±2.82*	*30±0*	*20±0*

หมายเหตุ: ตัวเอียงแสดงค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ก2 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณศาลเจ้าแม่ทับทิม ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

เดือน	*Vibrio* spp. (CFU/100ml)	Streptococci (CFU/100ml)	Coliform (MPN/100ml)	*E. coli* (MPN/100ml)
กรกฎาคม	111	9	150	30
	135	11	150	30
	123±16.97	*10±1.41*	*150±0*	*30±0*
สิงหาคม	100	9	30	20
	110	15	30	20
	105±7.07	*12±4.24*	*30±0*	*20±0*
กันยายน	98	8	70	40
	102	13	110	70
	100±2.82	*10.5±3.53*	*90±28.28*	*55±21.21*
ตุลาคม	83	79	90	30
	97	107	70	30
	90±9.89	*93±19.79*	*80±14.14*	*30±0*
พฤศจิกายน	120	3	11000	20
	140	3	11000	20
	130±14.14	*3±0*	*11000±0*	*20±0*
ธันวาคม	115	80	11000	1500
	129	90	11000	1500
	122±9.89	*85±7.07*	*11000±0*	*1500±0*

หมายเหตุ: ตัวเอียงแสดงค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ก3 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณโรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

เดือน	*Vibrio* spp. (CFU/100ml)	Streptococci (CFU/100ml)	Coliform (MPN/100ml)	*E. coli* (MPN/100ml)
กรกฎาคม	120	15	750	640
	110	24	930	430
	115±7.07	*19.5±6.36*	*840±127.27*	*535±148.49*
สิงหาคม	132	10	90	30
	125	15	110	30
	128.5±4.94	*12.5±3.53*	*100±14.14*	*30±0*
กันยายน	81	5	40	20
	69	7	40	20
	75±8.48	*6±1.41*	*40±0*	*20±0*
ตุลาคม	109	75	90	70
	131	85	70	40
	120±15.55	*80±7.07*	*80±14.14*	*55±21.21*
พฤศจิกายน	144	4	11000	1500
	148	6	11000	1500
	146±2.82	*5±1.41*	*11000±0*	*1500±0*
ธันวาคม	110	60	1500	930
	120	51	1500	640
	115±7.07	*55.5±6.36*	*1500±0*	*785±205.06*

หมายเหตุ: ตัวเอียงแสดงค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ก4 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลบริเวณโรงแรมสายลม ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2543

เดือน	*Vibrio* spp. (CFU/100ml)	Streptococci (CFU/100ml)	Coliform (MPN/100ml)	*E. coli* (MPN/100ml)
กรกฎาคม	23	4	40	20
	30	6	40	20
	26.5±4.94	*5±1.41*	*40±0*	*20±0*
สิงหาคม	44	10	20	20
	56	14	20	20
	50±8.48	*12±2.82*	*20±0*	*20±0*
กันยายน	68	4	70	30
	87	6	70	30
	77.5±13.43	*5±1.41*	*70±0*	*30±0*
ตุลาคม	75	23	280	140
	84	27	230	150
	79.5±6.36	*25±2.82*	*255±35.35*	*145±7.07*
พฤศจิกายน	146	8	930	200
	138	5	930	230
	142±5.65	*7±1.41*	*930±0*	*215±10.60*
ธันวาคม	139	32	200	110
	132	38	210	110
	135.5±0	*35±4.24*	*205±7.07*	*110±0*

หมายเหตุ: ตัวเอียงแสดงค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สูตรและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Bile Esculin Agar (DIFCO)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร ประกอบด้วย

Beef Extract	3.0
Peptone	5.0
Esculin	1.0
Oxgall	40.0
Ferric Citrate	0.5
Agar	15.0

ละลาย อาหารเลี้ยงเชื้อ 64 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือด และคนเป็นครั้งคราว เป็นเวลา 1 นาที และนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที ความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย เท่ากับ 6.6 ± 0.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. Fluorocult LMX broth (MERCK)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร ประกอบด้วย

Tryptose	5.0
Sorbital	1.0
Sodium Chloride	5.0
Tryptophane	1.0
Di- Potassium Dihydrogen Phosphate	2.0
Lauryl Sulfate Sodium Salt	0.1
5-Bromo-4-chloro-3-indoyl-β-D-galactopyranoside (X-GAL)	0.08
4-Methylumbelliferyl-β-D-glucoronide (MUG)	0.05
1-Isopropyl-β-D-1-thiogalactopyranoside	0.1

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 17 กรัม ใน น้ำกลั่น 1 ลิตร แบ่งใส่หลอดทดลอง นึ่งฆ่าเชื้อ ที่ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที ค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย เท่ากับ 6.8 ± 0.2 ที่ 25 °C

3. Nutrient Agar (MERCK)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร ประกอบด้วย

Peptone from meat	5.0
Meat Extract	3.0
Agar-agar	12.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ให้ความร้อนโดยแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ และ นึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที ค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย เท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่ 25 °C

4. TCBS Agar (DIFCO)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร ประกอบด้วย

Bacto Yeast Extract	5.0
Bacto Proteose Peptone No.3	10.0
Sodium Citrate	10.0
Sodium Thiosulfate	10.0
Bacto Oxgall	8.0
Bacto Saccharose	20.0
Sodium Chloride	10.0
Ferric Citrate	1.0
Bacto Brom Thymol Blue	0.04
Thymol Blue	0.04
Bacto Agar	15.0

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 89 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร และต้มเพื่อให้ละลาย ค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย เท่ากับ 8.6 ± 0.2 ที่ 25 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

มาตราฐานคุณภาพน้ำทะเล

Class	Description
1	Preservation Areas The water is preserved as natural conditions and its beneficial uses include the following: 1. Scientific research and/or demonstration. These activities, such as scientific observation, monitoring, etc., must not alter the natural surroundings. 2. Activities related to aesthetic and natural beauty. 3. Activities related to management and conservation which do not alter the environment.
2	Coral conservation in coral communities area.
3	Conservation of other natural resources such as mangrove, wildlife habitat, reproduction zone, nursery zone, and nutrition zone for marine Organisms.
4	Areas for coastal aquaculture activities such as shellfish, prawns, fish.
5	Water contact sport, such as swimming.
6	Water proximity sport, such as sailing.
7	Industrial zone where water is used for industrial activities such as mining or used as receiving water for industrial effluent. After effluent discharge, the water quality must be within set standards.

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Methods for Examination
1.Floatable solids	-	n	NOB*	NOB*	NOB*	NOB*	NOB*	NOB*	Visual Testing
2. Floatable oil/grease	-	n	NV	NV	NV	NV	NV	NV	Visual Testing
3. Color/odor	-	n	-	-	NOB	NOB	NOB	NOB	color-Visual Testing odor-Organolaptic
4.Temperature	°C	n	»33.0	»33.0	»33.0	-	-	±3.0	Thermometer
5. pH	-	n	7.5 - 8.9	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	-	-	**	Electrometric pH Meter
6. Salinity	ppt	n	29- 35	»10%	»10%	-	-	**	Refractometer
7. Transparency	m	n	±10 %	±10 %	±10 %	±10 %	-	**	White Secchi Disc , Diameter 30 cm.
8. Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	n	«4	«4	«4	-	-	**	Azide Modification
9. Total Coliform Bacteria	MPN/ 100 ml	n	-	-	»1,000	»1,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
10. Fecal coliform Bacteria	MPN/ 100 ml	n	-	-	n	-	-	**	Multiple Tube Fermentation Technique
11. NO_3 -N	mg/l	n	n	n	n	-	-	**	Cadmium Reduction
12. PO_4 -P	mg/l	n	n	n	n	-	-	**	Ascorbic Acid

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Methods for Examination
13. Mercury (Hg)	mg/l	n	»0.0001	»0.0001	»0.0001	-	-	»0.0001	Atomic Absorption Cold Vapour Technique
14.Cadmium (Cd)	mg/l	n	»0.005	»0.005	»0.005	-	-	»0.005	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flameless Technique)
15. Chromium (Cr)	mg/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flameless Technique)
16. Chromium hexavalent	mg/l	n	»0.05	»0.05	»0.05	-	-	»0.1	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flameless Technique)
17. Lead (Pb)	mg/l	n	»0.05	»0.05	»0.05	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flameless Technique)
18. Copper (Cu)	mg/l	n	»0.05	»0.05	»0.05	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flame Technique)
19. Manganese (Mn)	mg/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flame Technique)
20. Zinc (Zn)	mg/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flame Technique)
21. Iron (Fe)	mg/l	n	»0.3	»0.3	»0.3	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotrometry (Flame Technique)

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Methods for Examination
22. Fluoride (F)	mg/l	n	»1.5	»1.5	»1.5	-	-	**	Colorimetric SPANDS with Distillation
23. Residue Cl_2	mg/l	n	»0.01	»0.01	»0.01	-	-	**	Iodometric Method
24. Phenols	mg/l	n	»0.03	»0.03	»0.03	-	-	**	Distillation, 4-Amino antipyrene
25. NH_3	mg/l	n	»0.4	»0.4	»0.4	-	-	**	Distillation Nesslerization
26. Sulfide	mg/l	n	»0.01	»0.01	»0.01	-	-	**	Colorimetric, Methylene Blue
27. CN^-	mg/l	n	»0.01	»0.01	»0.01	-	-	**	Pyridine- Babituric Acid
28. PCB	mg/l	n	n	n	n	-	-	**	Gas-Chromatography
29. Total Chlorinated Pesticides	ug/l	n	»0.05	»0.05	»0.05	-	-	**	Gas-Chromatography
30.Radioactivity									Low Background Proportional Counter
- Alpha Gross	Becquerel/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	
- Beta Gross	Becquerel/l	n	»1.0	»1.0	»1.0	-	-	**	

Remarks: NOB = not objectionable

NV = not visible

n = natural condition

* = natural floatable solids not included

** = may be established as necessary

» = not more than

« = not less than

± = change from natural condition

Base on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater recommended by APHA : American Public Health Association, AWWA : American Water Works Association and WPCF : Water Pollution Control Federation

Source: Notification of the National Environmental Board No.7, dated January 20, B.E.2537 (1994), Issued under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535(1992), published in the Royal Government Gazette Vol. 111, Part 16, dated February B.E.2537 (1994).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงค่า Multiple Tube

NUMBER OE TUBES GIVING POSITIVE REACTION OUT OF			MPN INDEX PER 100 ml.	95 PERCENT CONFIDENCE LIMITS	
3 of 10 ml. each	3 of 1 ml. each	3 of 0.1 ml. each		LOWER	UPPER
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	4	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	150
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	380
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	38	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

From Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Twelfth edition. (New York: The American Public Health Association, Inc., p.608.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ จ1 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Coliform bacreria ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.415[a]	.172	.154	34.7398	.640

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11630.388	1	11630.388	9.664	.003[a]
	Residual	55515.424	46	1206.857		
	Total	67045.812	47			

a. Predictors: (Constant), MPN

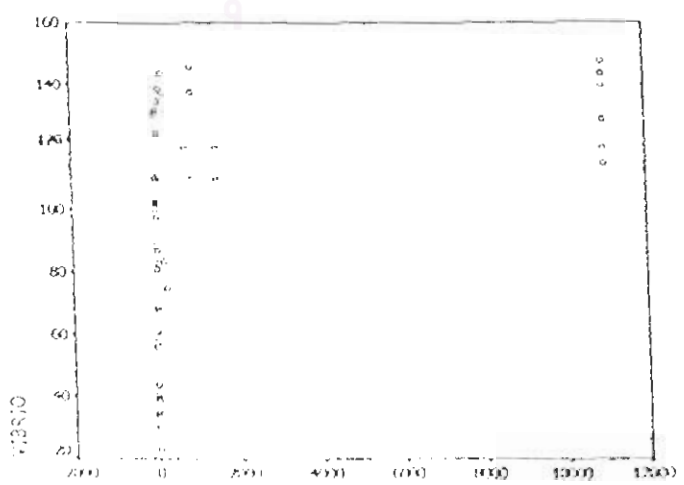
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	88.615	5.479		16.175	.000
	MPN	4.330E-03	.001	.415	3.091	.003

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



ตารางที่ จ2 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E. coli* ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.402[a]	.161	.143	34.9639	.689

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10812.013	1	10812.013	8.844	.005[a]
	Residual	56233.800	46	1222.474		
	Total	67045.812	47			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

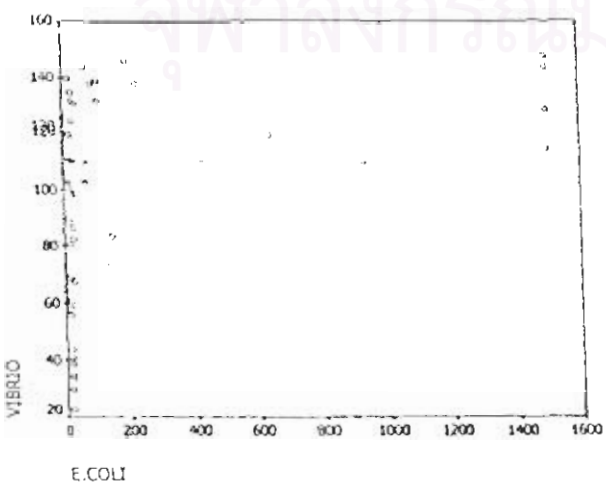
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	87.665	5.683		15.425	.000
	E.COLI	3.520E-02	.012	.402	2.974	.005

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



ตารางที่ จ3 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ Coliform bacreria ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.129[a]	.017	-.005	27.2112	1.482

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	573.179	1	573.179	.774	.384[a]
	Residual	34060.738	46	740.451		
	Total	34633.917	47			

a. Predictors: (Constant), MPN

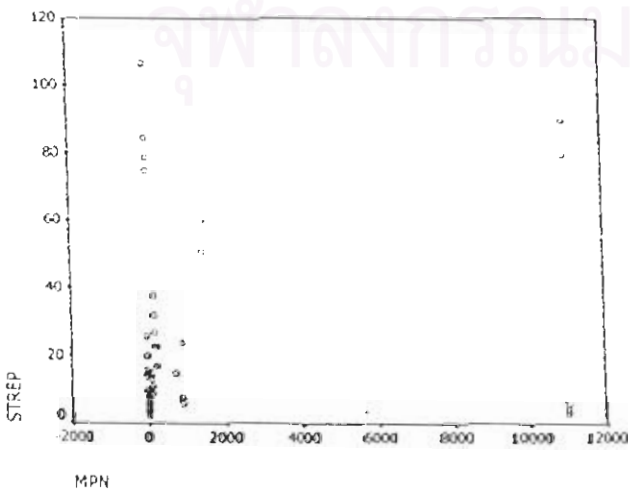
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	21.521	4.291		5.015	.000
	MPN	9.654E-04	.001	.129	.880	.384

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ4 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci. กับ *E.coli* ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.320[a]	.102	.083	25.9968	1.501

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3545.515	1	3545.515	5.246	.027[a]
	Residual	31088.402	46	675.835		
	Total	34633.917	47			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

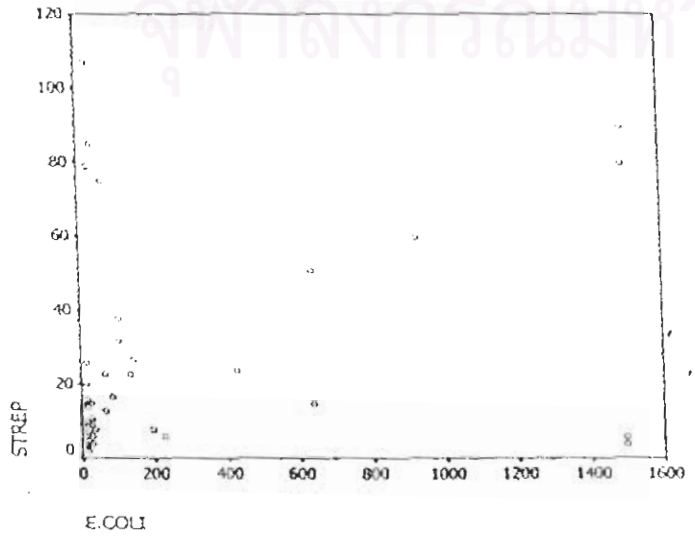
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	18.591	4.226		4.400	.000
	E.COLI	2.015E-02	.009	.320	2.290	.027

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ5 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *E.coli* กับ Coliform bacteria ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.731[a]	.535	.525	297.05	.973

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: E.COLI

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4669460.9	1	4669460.9	52.917	.000[a]
	Residual	4059105.7	46	88241.429		
	Total	8728566.7	47			

a. Predictors: (Constant), MPN

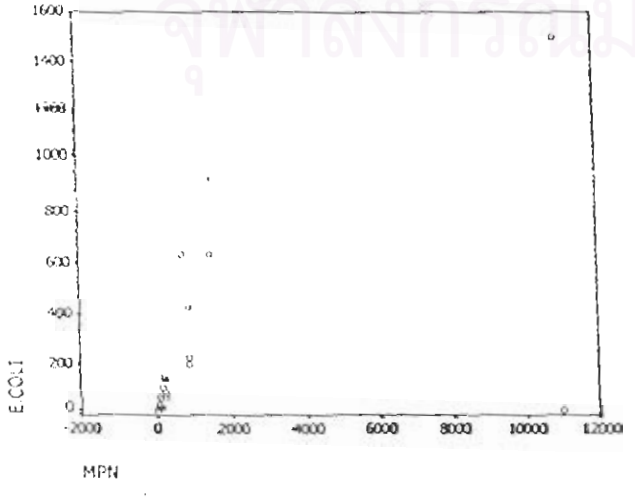
b. Dependent Variable: E.COLI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	83.537	46.848		1.783	.081
	MPN	8.714E-02	.012	.731	7.274	.000

a. Dependent Variable: E.COLI

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ6 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.254[a]	.065	.044	36.9245

a. Predictors: (Constant), STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4328.664	1	4328.664	3.175	.081[a]
	Residual	62717.148	46	1363.416		
	Total	67045.812	47			

a. Predictors: (Constant), STREP

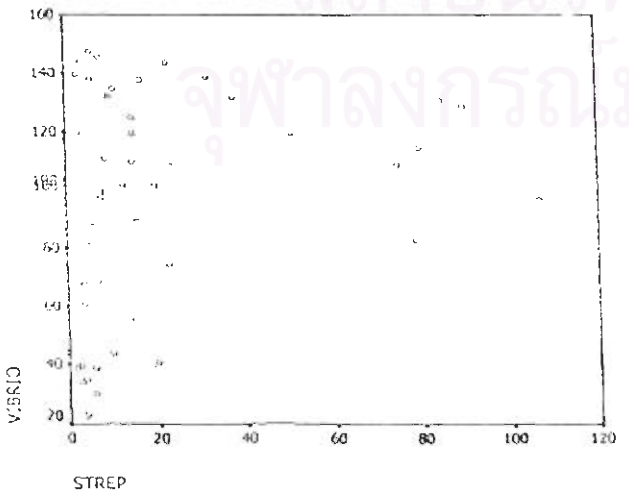
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	87.282	7.022		12.432	.000
	STREP	.354	.198	.254	1.782	.081

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ7. ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Coliform bacteria ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.839[a]	.704	.675	22.04	.486

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11579.401	1	11579.401	23.828	.001[a]
	Residual	4859.599	10	485.960		
	Total	16439.000	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

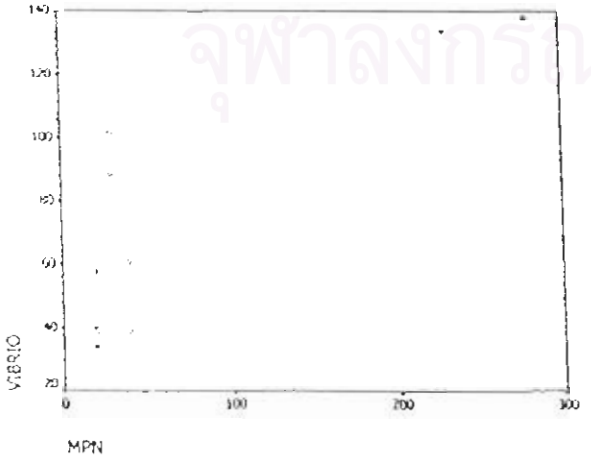
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	44.393	7.931		5.597	.000
	MPN	.360	.074	.839	4.881	.001

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ8 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E.coli* ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.818[a]	.669	.636	23.31	.474

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11004.462	1	11004.462	20.249	.001[a]
	Residual	5434.548	10	543.455		
	Total	16439.000	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

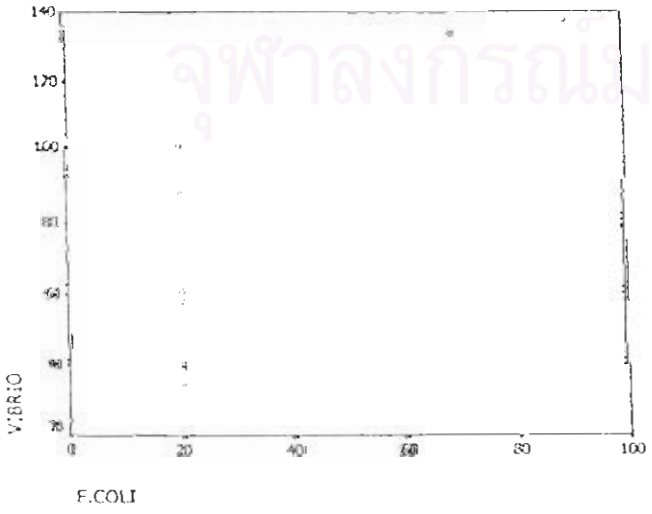
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	27.532	11.143		2.471	.033
	E.COLI	1.332	.296	.818	4.500	.001

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ9 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci. กับ Coliform bacteria ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.373[a]	.139	.053	8.86	.980

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	127.189	1	127.189	1.621	.232[a]
	Residual	784.811	10	78.481		
	Total	912.000	11			

a Predictors: (Constant), MPN

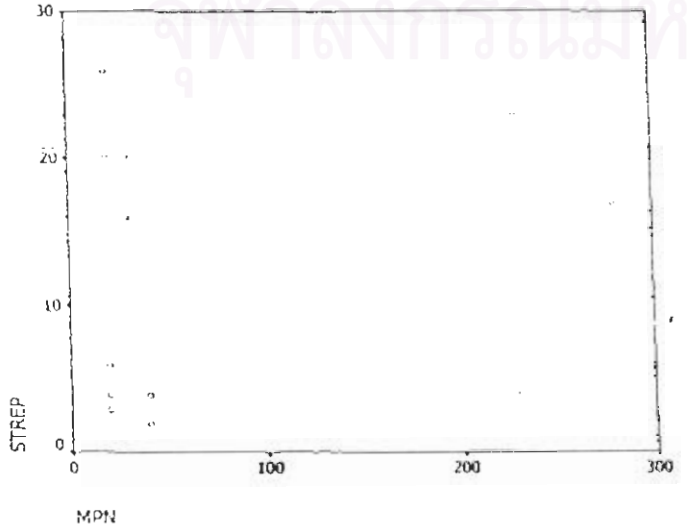
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	9.578	3.187		3.005	.013
	MPN	3.774E-02	.030	.373	1.273	.232

a. Dependent Variable: STREP

Graph



ตารางที่ จ10 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci. กับ *E.coli* ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.378[a]	.143	.058	8.84	.989

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	130.645	1	130.645	1.672	.225[a]
	Residual	781.355	10	78.135		
	Total	912.000	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

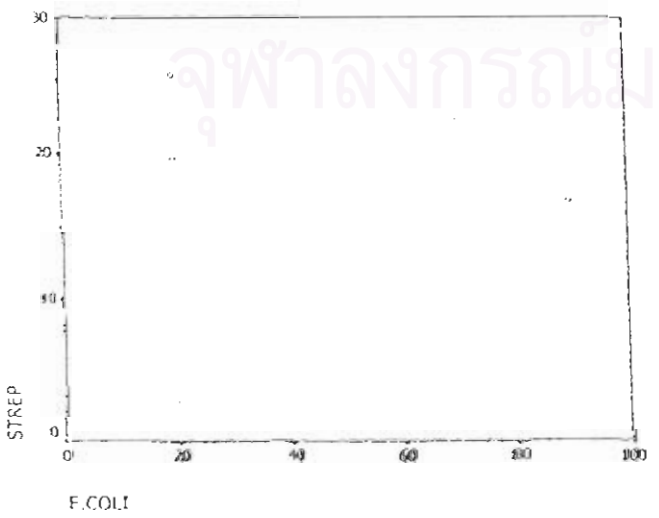
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.845	4.225		1.809	.101
	E.COLI	.145	.112	.378	1.293	.225

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ11 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *E.coli กับ* Coliform bacteria ที่พระราช นิเวศน์มฤคทายวัน

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995[a]	.989	.988	2.60

a. Predictors: (Constant), MPN

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6132.263	1	6132.263	905.307	.000[a]
	Residual	67.737	10	6.774		
	Total	6200.000	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

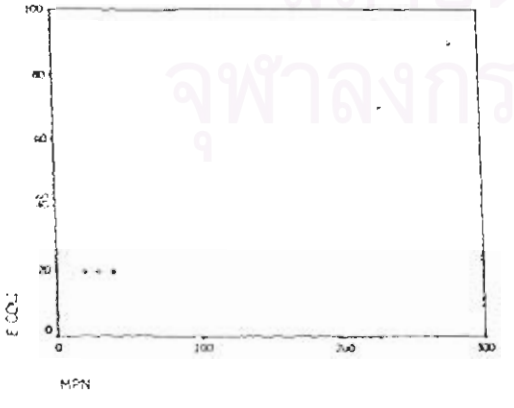
b. Dependent Variable: E.COLI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.184	.936		14.080	.000
	MPN	.262	.009	.995	30.088	.000

a. Dependent Variable: E.COLI

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ12 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ที่พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.624[a]	.390	.329	31.67	1.607

a. Predictors: (Constant), STREP

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6410.882	1	6410.882	6.393	.030[a]
	Residual	10028.118	10	1002.812		
	Total	16439.000	11			

a. Predictors: (Constant), STREP

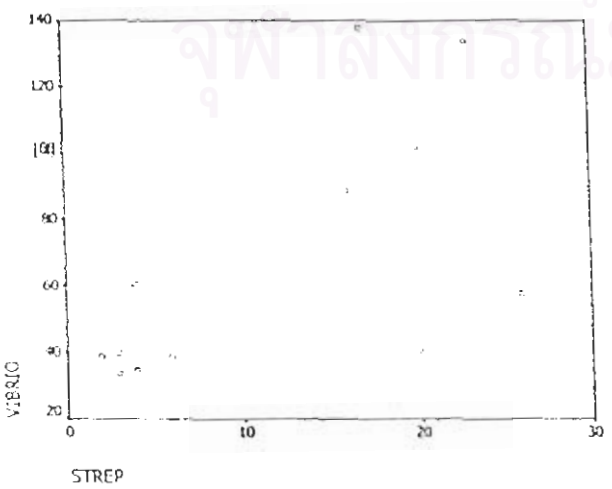
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35.684	15.553		2.294	.045
	STREP	2.651	1.049	.624	2.528	.030

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ13 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Coliform bacteria ที่ศาลเจ้าแม่ทับทิม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.625[a]	.390	.329	13.94	1.969

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1242.041	1	1242.041	6.394	.030[a]
	Residual	1942.625	10	194.263		
	Total	3184.667	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

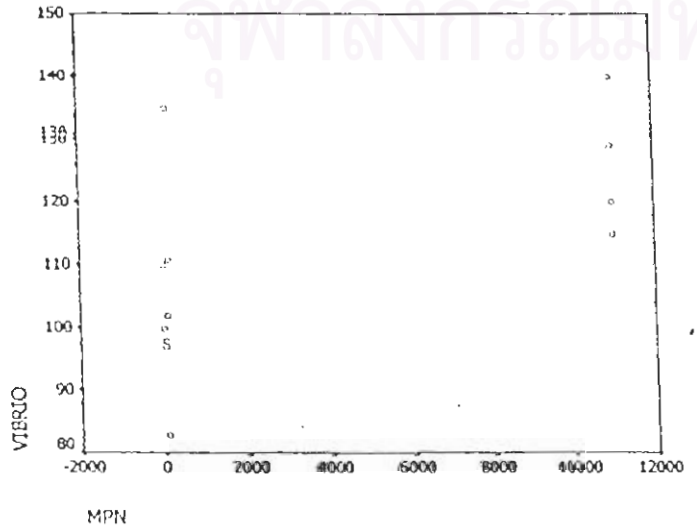
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	104.300	4.968		20.996	.000
	MPN	1.978E-03	.001	.625	2.529	.030

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



ตารางที่ จ14 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E.coli* ที่ศาลเจ้าแม่ทับทิม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.277[a]	.077	-.016	17.15	1.739

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	243.850	1	243.850	.829	.384[a]
	Residual	2940.816	10	294.082		
	Total	3184.667	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

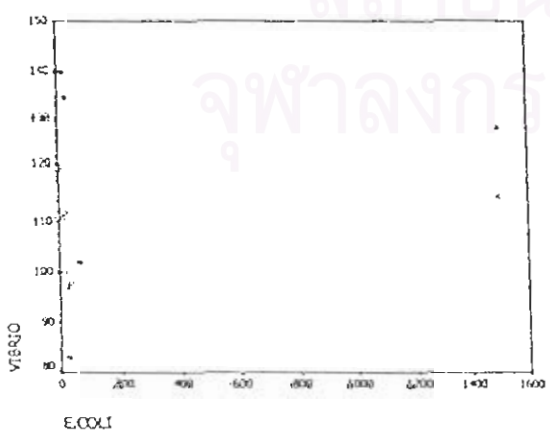
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	109.396	5.543		19.738	.000
	E.COLI	8.232E-03	.009	.277	.911	.384

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ15 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ Coliform bacteria ที่ศาลเจ้าแม่ทับทิม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.154[a]	.024	-.074	41.63	1.436

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	421.206	1	421.206	.243	.633[a]
	Residual	17333.711	10	1733.371		
	Total	17754.917	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

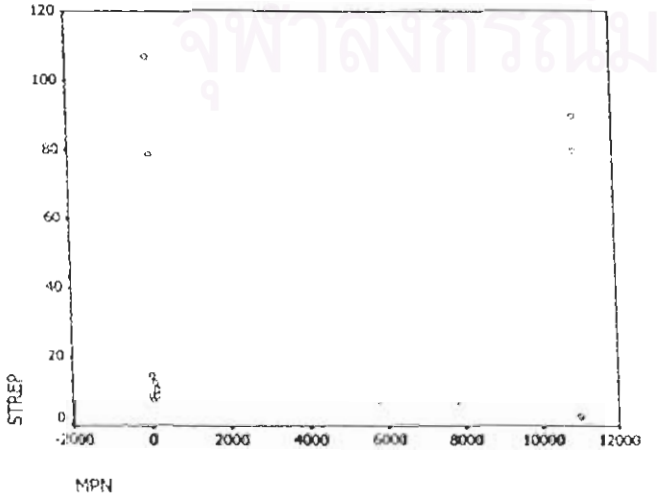
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	31.293	14.839		2.109	.061
	MPN	1.152E-03	.002	.154	.493	.633

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ16 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ *E.coli* ที่ศาลเจ้าแม่ทับทิม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.575[a]	.330	.263	34.49	1.396

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5860.883	1	5860.883	4.928	.051[a]
	Residual	11894.034	10	1189.403		
	Total	17754.917	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

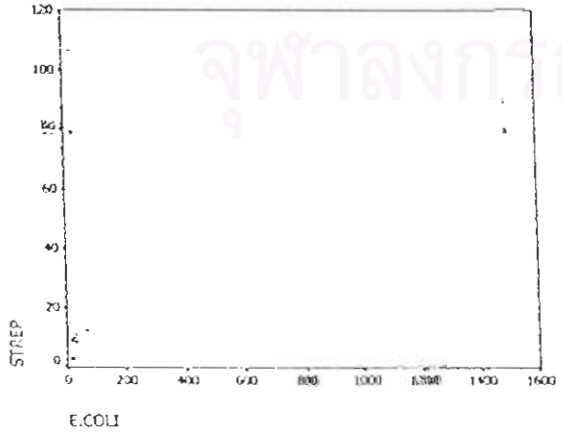
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	24.452	11.147		2.194	.053
	E.COLI	4.036E-02	.018	.575	2.220	.051

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ17 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *E. coli* กับ Coliform bacteria ที่คลองเจ้าแม่ทับทิม

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.625[a]	.391	.330	468.19

a. Predictors: (Constant), MPN

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1406684.9	1	1406684.9	6.417	.030[a]
	Residual	2192006.8	10	219200.68		
	Total	3598691.7	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

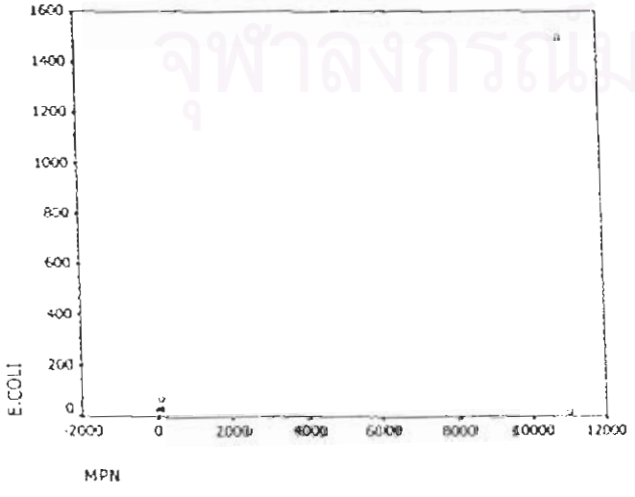
b. Dependent Variable: E.COLI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	27.917	166.866		.167	.870
	MPN	6.655E-02	.026	.625	2.533	.030

a. Dependent Variable: E.COLI

Graph



ตารางที่ จ18 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ที่ศาลเจ้าแม่ทับทิม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.268[a]	.072	-.021	17.20	1.209

a. Predictors: (Constant), STREP

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	227.928	1	227.928	.771	.401[a]
	Residual	2956.741	10	295.674		
	Total	3184.667	11			

a. Predictors: (Constant), STREP

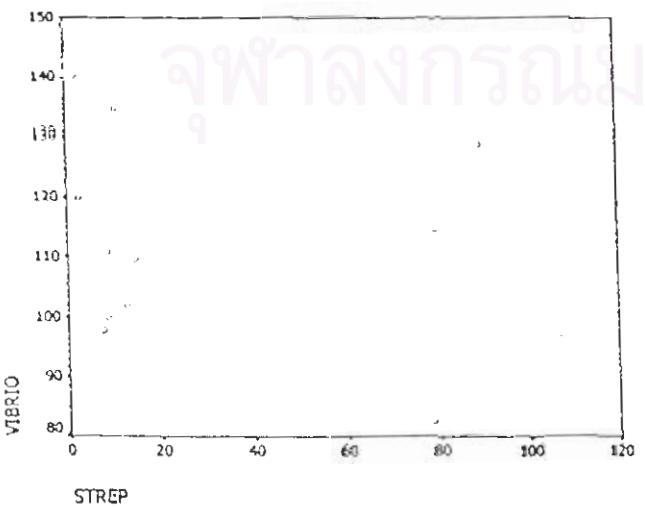
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	115.698	6.762		17.110	.000
	STREP	-.113	.129	-.268	-.878	.401

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ19 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E. coli* ที่โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.571[a]	.326	.259	20.03	1.821

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1942.718	1	1942.718	4.844	.062[a]
	Residual	4010.199	10	401.020		
	Total	5952.917	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

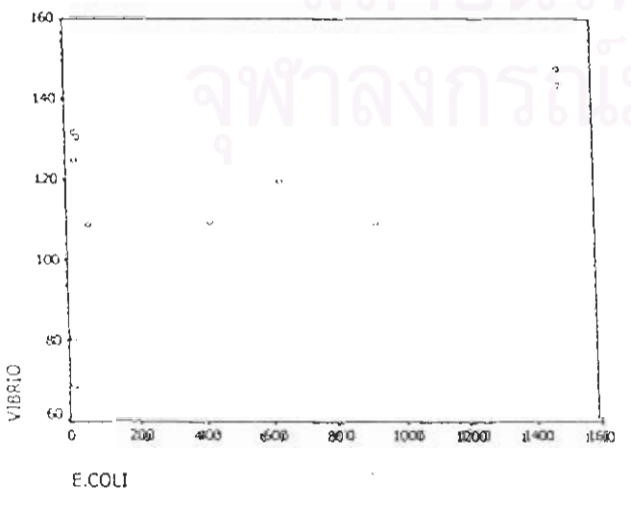
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	105.141	7.775		13.523	.000
	E.COLI	2.347E-02	.011	.571	2.201	.052

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ20 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Coliform bacteria ที่โรงแรมโซฟิเทล เซ็นทรัล หัวหิน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.605[a]	.366	.303	19.42	1.499

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2181.686	1	2181.686	5.785	.037[a]
	Residual	3771.231	10	377.123		
	Total	5952.917	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

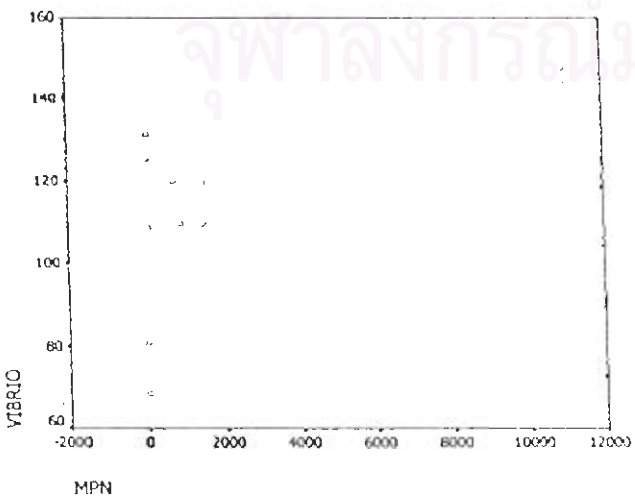
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	108.857	6.461		16.848	.000
	MPN	3.419E-03	.001	.605	2.405	.037

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ21 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ Coliform bacteria ที่โรงแรมโซฟิเทล เซ็นทรัล หัวหิน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.358[a]	.128	.041	29.06	1.063

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1239.498	1	1239.498	1.468	.253[a]
	Residual	8442.752	10	844.275		
	Total	9682.250	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

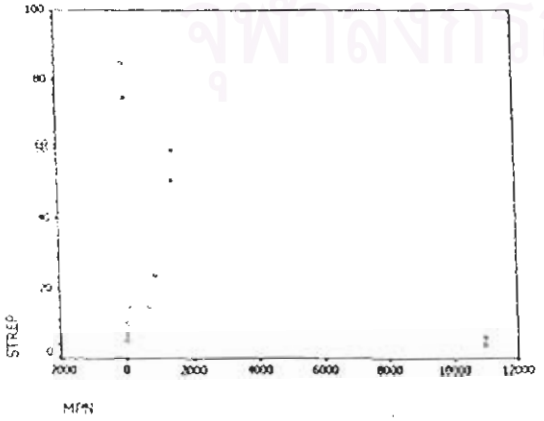
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35.574	9.667		3.680	.004
	MPN	-2.577E-03	.002	-.358	-1.212	.253

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ22 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ *E. coli* ที่โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.222[a]	.049	-.046	30.34	1.284

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	477.586	1	477.586	.519	.488[a]
	Residual	9204.664	10	920.466		
	Total	9682.250	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

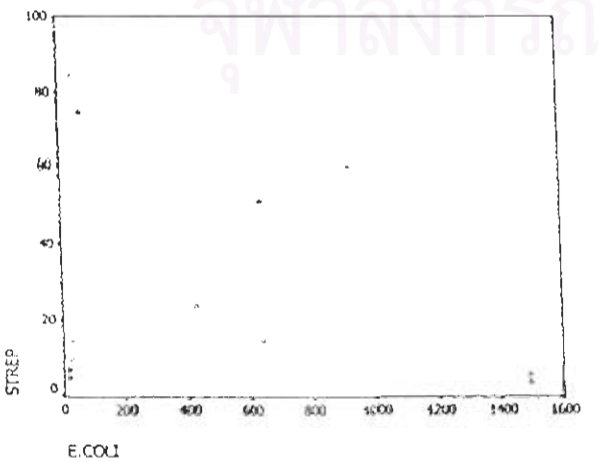
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35.423	11.779		3.007	.013
	E.COLI	-1.164E-02	.016	-.222	-.720	.488

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ23 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ที่โรงแรมโซฟิเทลเซ็นทรัล หัวหิน

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.052[a]	.003	-.097	24.37	1.107

a. Predictors: (Constant), STREP

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	16.258	1	16.258	.027	.872[a]
	Residual	5936.659	10	593.666		
	Total	5952.917	11			

a. Predictors: (Constant), STREP

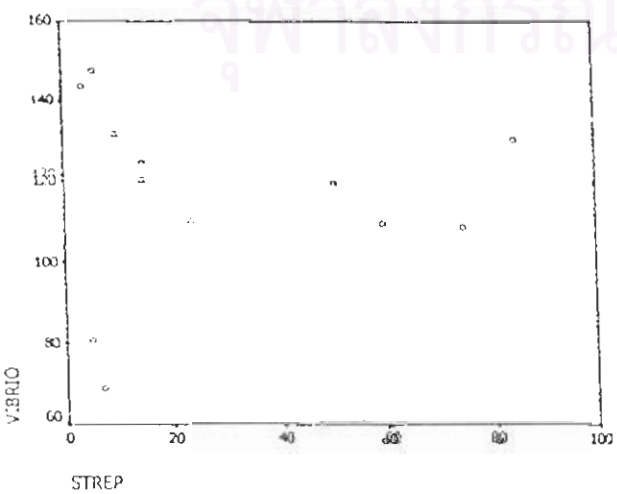
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	115.364	10.185		11.327	.000
	STREP	4.098E-02	.248	.052	.165	.872

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ24 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ coliform bacteria ที่โรงแรมสายลม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.727[a]	.528	.481	31.81	.741

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11322.896	1	11322.896	11.192	.007[a]
	Residual	10116.770	10	1011.677		
	Total	21439.667	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

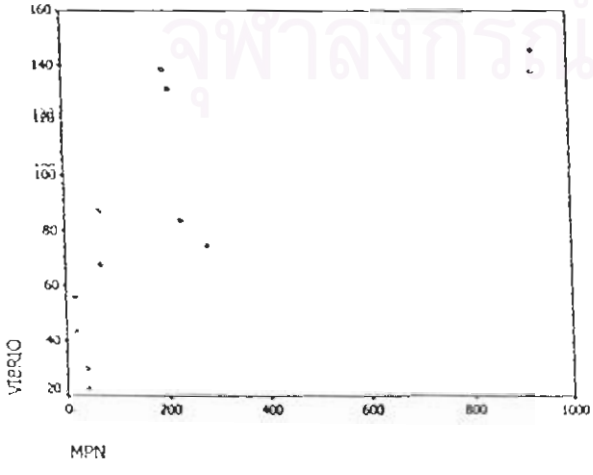
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	60.443	11.786		5.128	.000
	MPN	9.759E-02	.029	.727	3.345	.007

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ25 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E. coli* ที่โรงแรมสายลม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.790[a]	.624	.586	28.39	1.211

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13378.844	1	13378.844	16.597	.002[a]
	Residual	8060.823	10	806.082		
	Total	21439.667	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

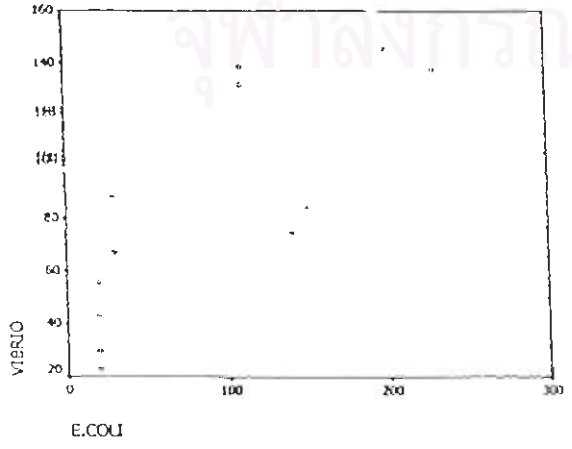
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	44.460	12.923		3.440	.006
	E.COLI	.452	.111	.790	4.074	.002

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ26 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ Coliform bacteria ที่โรงแรมสายลม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.080[a]	.006	-.093	12.55	.863

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10.089	1	10.089	.064	.805[a]
	Residual	1575.577	10	157.558		
	Total	1585.667	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

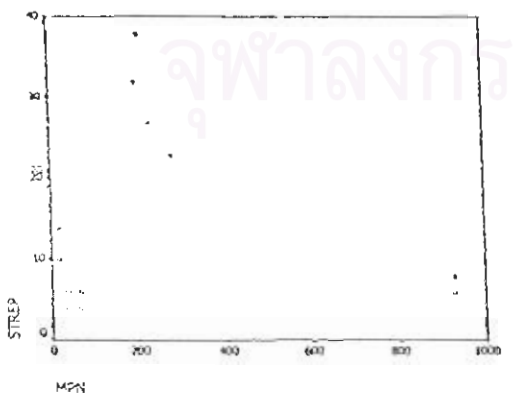
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	15.571	4.651		3.348	.007
	MPN	-2.913E-03	.012	-.080	-.253	.805

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ27 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ *E. coli* ที่โรงแรมสายลม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.286[a]	.082	-.010	12.07	1.228

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	129.482	1	129.482	.889	.368[a]
	Residual	1456.185	10	145.619		
	Total	1585.667	11			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

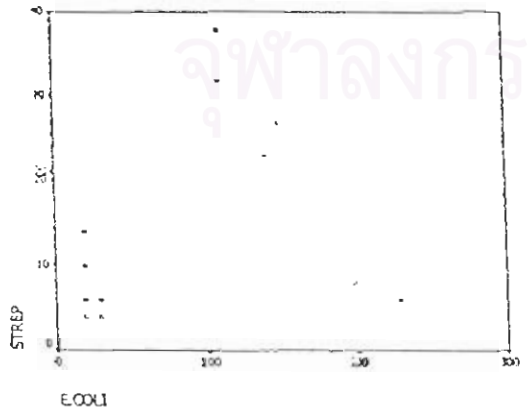
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10.829	5.493		1.971	.077
	E.COLI	4.450E-02	.047	.286	.943	.368

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ28 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *E. coli* กับ Coliform bacteria ที่โรงแรมสายลม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.903[a]	.815	.796	34.80	1.361

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: E.COLI

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	53288.474	1	53288.474	43.998	.000[a]
	Residual	12111.526	10	1211.153		
	Total	65400.000	11			

a. Predictors: (Constant), MPN

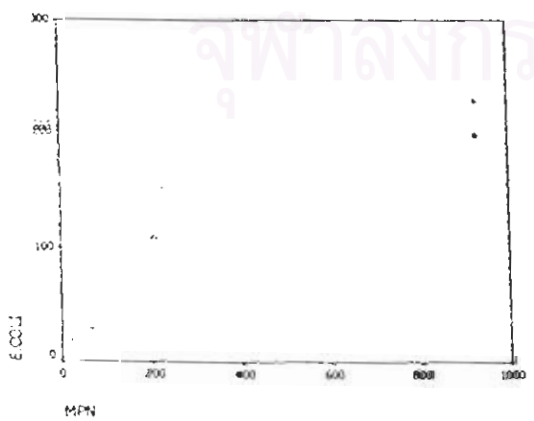
b. Dependent Variable: E.COLI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	36.366	12.896		2.820	.018
	MPN	.212	.032	.903	6.633	.000

a. Dependent Variable: E.COLI

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ29 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ที่โรงแรมสายลม

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.443[a]	.196	.116	41.51	.777

a. Predictors: (Constant), STREP

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4208.710	1	4208.710	2.443	.149[a]
	Residual	17230.957	10	1723.096		
	Total	21439.667	11			

a. Predictors: (Constant), STREP

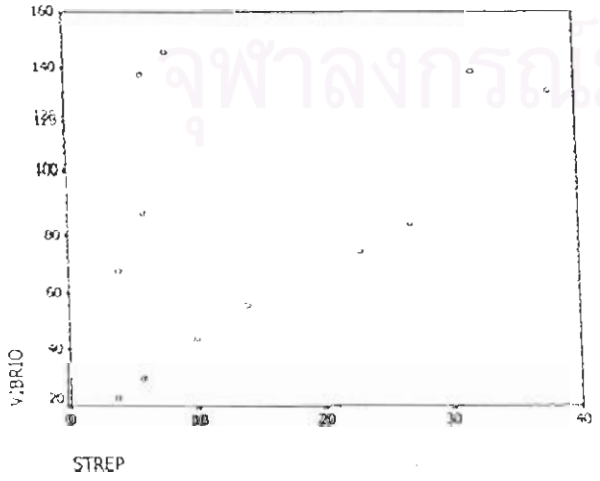
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	61.001	19.562		3.118	.011
	STREP	1.629	1.042	.443	1.563	.149

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ30 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ coliform bacteria ช่วงน้ำขึ้น

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.402[a]	.162	.124	27.80	1.072

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3282.718	1	3282.718	4.247	.061[a]
	Residual	17006.615	22	773.028		
	Total	20289.333	23			

a. Predictors: (Constant), MPN

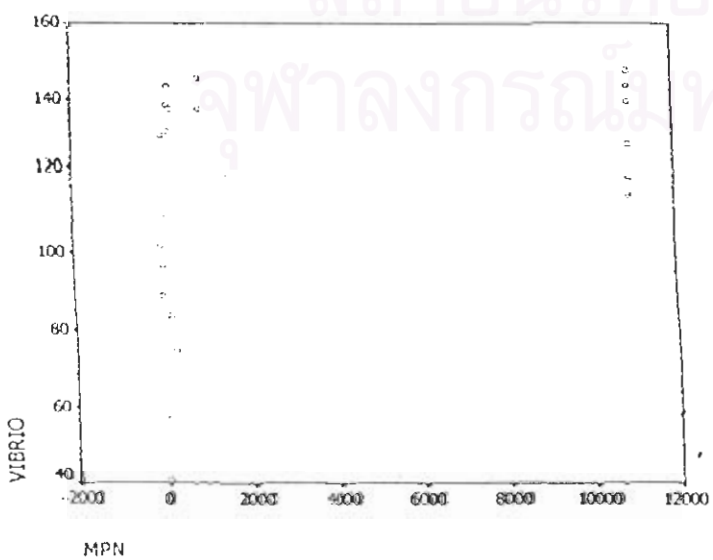
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	106.165	6.787		15.643	.000
	MPN	2.531E-03	.001	.402	2.061	.051

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ31 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E.coli* ช่วงน้ำขึ้น

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.339[a]	.115	.075	28.57	1.168

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2331.523	1	2331.523	2.856	.105[a]
	Residual	17957.810	22	816.264		
	Total	20289.333	23			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

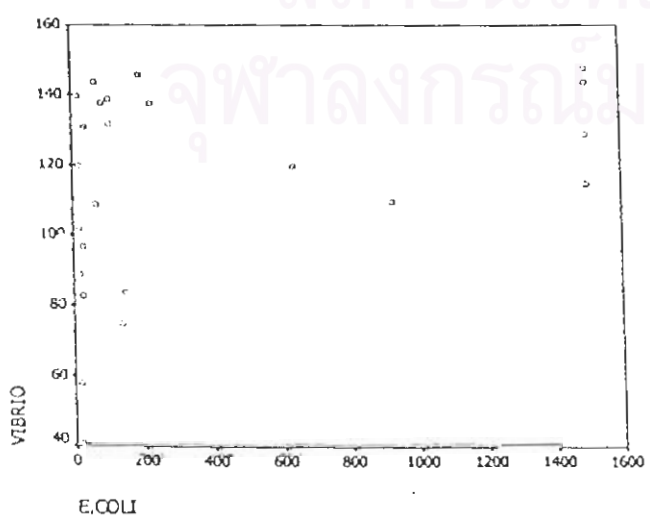
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	107.074	7.072		15.141	.000
	E.COLI	1.811E-02	.011	.339	1.690	.105

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ32 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci. กับ coliform bacteria ช่วงน้ำขึ้น

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.123[a]	.015	-.030	32.79	1.244

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	363.756	1	363.756	.338	.567[a]
	Residual	23648.202	22	1074.918		
	Total	24011.958	23			

a. Predictors: (Constant), MPN

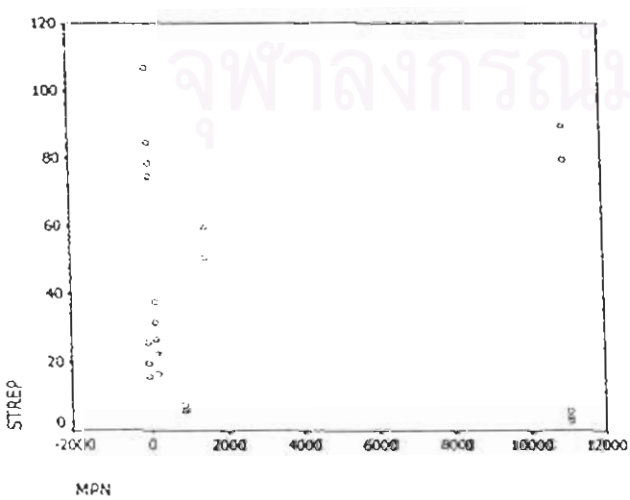
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	40.011	8.003		5.000	.000
	MPN	-8.426E-04	.001	-.123	-.582	.567

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ33 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ *E. coli* ช่วงน้ำขึ้น

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.145[a]	.021	-.023	32.69	1.429

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	504.365	1	504.365	.472	.499[a]
	Residual	23507.593	22	1068.527		
	Total	24011.958	23			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

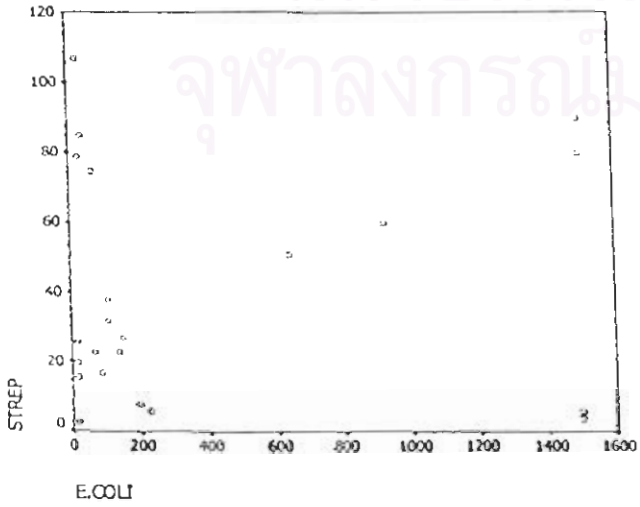
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	34.314	8.091		4.241	.000
	E.COLI	8.421E-03	.012	.145	.687	.499

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ34 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *E. coli* กับ Coliform bacteria ช่วงกระแสน้ำขึ้น

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.700[a]	.489	.466	406.32	1.077

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: E.COLI

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3480259.9	1	3480259.9	21.080	.000[a]
	Residual	3632073.4	22	165094.25		
	Total	7112333.3	23			

a. Predictors: (Constant), MPN

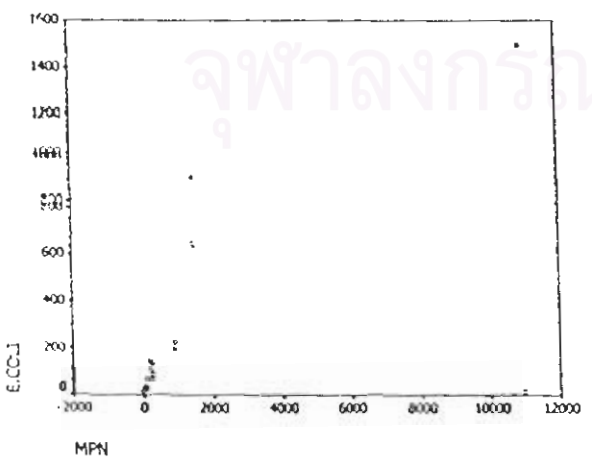
b. Dependent Variable: E.COLI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	123.635	99.180		1.247	.226
	MPN	8.242E-02	.018	.700	4.591	.000

a. Dependent Variable: E.COLI

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ35 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ช่วงน้ำขึ้น

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.155[a]	.024	-.020	30.00	.980

a. Predictors: (Constant), STREP

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	485.163	1	485.163	.539	.471[a]
	Residual	19804.171	22	900.190		
	Total	20289.333	23			

a. Predictors: (Constant), STREP

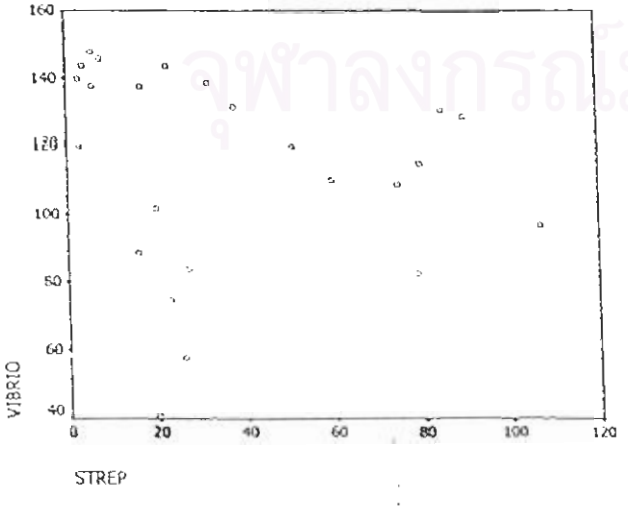
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	119.158	9.493		12.553	.000
	STREP	-.142	.194	-.155	-.734	.471

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ36 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ coliform bacteria ช่วงน้ำลง

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.433[a]	.188	.151	33.56	.662

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5733.158	1	5733.158	5.090	.034[a]
	Residual	24779.800	22	1126.355		
	Total	30512.958	23			

a. Predictors: (Constant), MPN

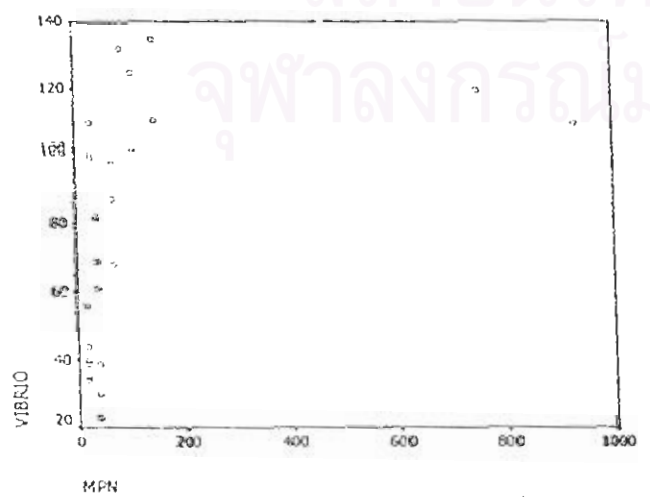
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	68.554	7.816		8.771	.000
	MPN	6.976E-02	.031	.433	2.255	.034

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ37 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ *E. coli* ช่วงน้ำลง

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.354[a]	.126	.086	34.82	.539

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3832.429	1	3832.429	3.160	.089[a]
	Residual	26680.530	22	1212.751		
	Total	30512.958	23			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

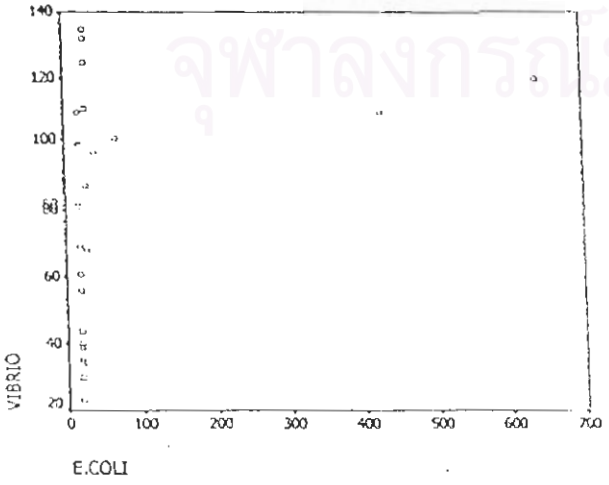
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	71.059	7.865		9.035	.000
	E.COLI	8.756E-02	.049	.354	1.778	.089

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ38 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci กับ coliform bacteria ช่วงน้ำลง

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.699[a]	.488	.465	3.88	1.597

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	315.077	1	315.077	20.970	.000[a]
	Residual	330.548	22	15.025		
	Total	645.625	23			

a. Predictors: (Constant), MPN

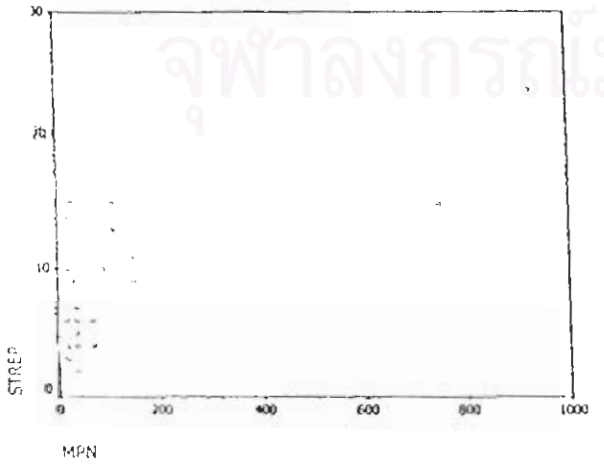
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.635	.903		7.350	.000
	MPN	1.635E-02	.004	.699	4.579	.000

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ39 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น Streptococci. กับ *E. coli* ช่วงน้ำลง

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.584[a]	.341	.311	4.40	1.756

a. Predictors: (Constant), E.COLI

b. Dependent Variable: STREP

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	220.319	1	220.319	11.397	.003[a]
	Residual	425.306	22	19.332		
	Total	645.625	23			

a. Predictors: (Constant), E.COLI

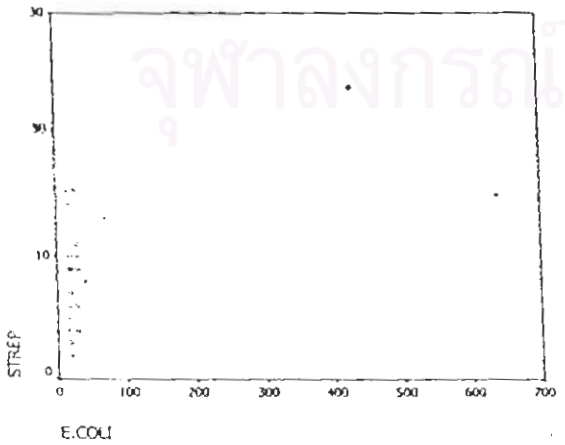
b. Dependent Variable: STREP

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.180	.993		7.241	.000
	E.COLI	2.099E-02	.006	.584	3.376	.003

a. Dependent Variable: STREP

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ40 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *E. coli* กับ coliform bacteria ช่วงน้ำลง

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.936[a]	.877	.871	52.9635	2.534

a. Predictors: (Constant), MPN

b. Dependent Variable: E.COLI

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	438220.34	1	438220.34	156.221	.000[a]
	Residual	61712.989	22	2805.136		
	Total	499933.33	23			

a. Predictors: (Constant), MPN

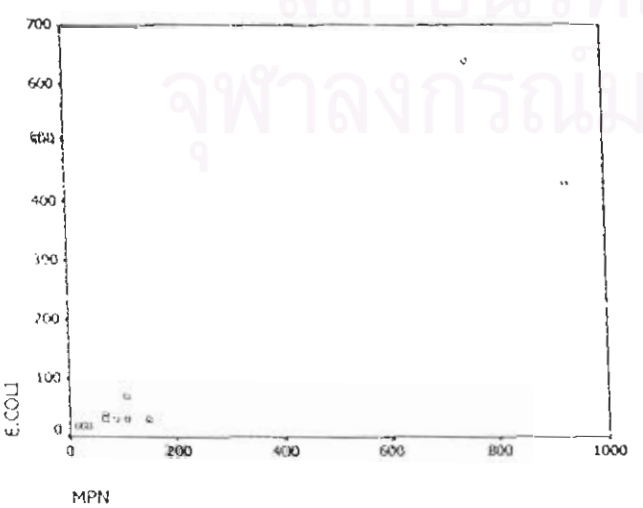
b. Dependent Variable: E.COLI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-5.876	12.334		-.476	.638
	MPN	.610	.049	.936	12.499	.000

a. Dependent Variable: E.COLI

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ41 ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น *Vibrio* spp. กับ Streptococci ช่วงน้ำลง

Regression

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.660[a]	.435	.409	27.99	1.089

a. Predictors: (Constant), STREP

b. Dependent Variable: VIBRIO

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13273.223	1	13273.223	16.938	.000[a]
	Residual	17239.736	22	783.624		
	Total	30512.958	23			

a. Predictors: (Constant), STREP

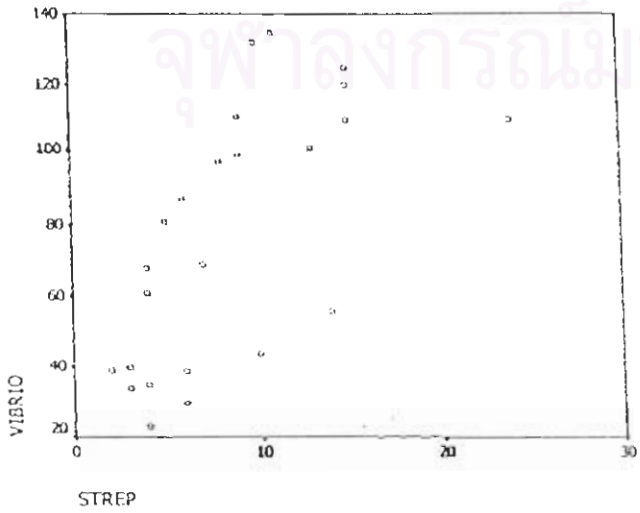
b. Dependent Variable: VIBRIO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	37.934	11.088		3.421	.002
	STREP	4.534	1.102	.660	4.116	.000

a. Dependent Variable: VIBRIO

Graph



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ปฐมาภรณ์ พลีพลากร เกิดวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยา ภาควิชา ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2541

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย