

ที่ ศธ 0578.07/ 1916



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี  
จังหวัดปทุมธานี 12110

1 สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอส่งมอบรายงานฉบับสมบูรณ์งวดที่ 1 (งวดสุดท้าย) ของ โครงการวิจัยและพัฒนาบ่อน้ำพุร้อนบางพระ  
ประจำปีงบประมาณ 2554

เรียน นายกเทศมนตรีตำบลบางพระ

อ้างถึง สัญญาจ้างที่ปรึกษา เลขที่ 1/2554 ลงวันที่ 6 พฤษภาคม 2554

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. รายงานฉบับสมบูรณ์ จำนวน 5 เล่ม  
2. แผ่นซีดี จำนวน 1 แผ่น

ตามที่เทศบาลตำบลบางพระ ได้ว่าจ้างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นที่ปรึกษา  
โครงการวิจัยและพัฒนาบ่อน้ำพุร้อน ในวงเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.ศิริแซ พงษ์สวัสดิ์ เป็นที่ปรึกษาโครงการ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสำรวจและศึกษาบ่อน้ำพุร้อนบางพระ เรียบร้อยแล้ว ตามงานงวด  
ที่ 1 (งวดสุดท้าย) ที่ระบุไว้ในสัญญา จึงขอส่งงานงวดที่ 1 (งวดสุดท้าย) โดยได้แนบรายงานฉบับสมบูรณ์  
จำนวน 5 เล่ม และแผ่นซีดี จำนวน 1 แผ่น เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับงานดำเนินการต่อไป ในกรณีตรวจรับ  
ผ่านงานแล้ว ทางมหาวิทยาลัยฯ ขออนุมัติเบิกจ่ายเงินงวดที่ 1 (งวดสุดท้าย) เป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่น  
บาทถ้วน) โดยขอความกรุณาโอนเงินหรือส่งจ่ายเป็นเช็ค ผ่านธนาคารกรุงศรีอยุธยา ชื่อบัญชี น.ส.ศิริแซ  
พงษ์สวัสดิ์ เลขที่บัญชี 453-1-24416-6 สาขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทั้งนี้ ที่ปรึกษาคง  
รับภาระค่าธรรมเนียม หรือค่าบริการอื่นใดเกี่ยวกับการโอนที่ธนาคารเรียกเก็บ และยินยอมให้มีการหักเงิน  
ดังกล่าวจากจำนวนเงินโอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

สริแซ พงษ์สวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริแซ พงษ์สวัสดิ์)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์ 02 549-4149

โทรสาร 02 577-5046



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและปริญญาโทในสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่างให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ รศ.ดร. ไฉน ยอดเพชร และ รศ.ดร. จูไรรัตน์ ดวงเดือน ที่ช่วยในการประสานงานและให้ข้อเสนอแนะและให้คำปรึกษาที่ทำให้งานวิจัยนี้ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณเทศบาลตำบลบางพระ ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สิริแ ข พงษ์สวัสดิ์ และคณะผู้วิจัย

## คำนำ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาชนิดและความหลากหลายทางชีวภาพของ  
สาหร่าย ศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพรวมทั้งปริมาณแร่ธาตุต่างๆ เพื่อนำข้อมูล  
ดังกล่าวไปฟื้นฟูพืชน้ำพุร้อนในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรีให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวในอนาคตให้กับ  
จังหวัดชลบุรี

เมื่องานวิจัยนี้เสร็จสิ้นลงคงจะมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจของเทศบาลตำบลบางพระใน  
การนำน้ำแร่ธาตุจากแหล่งน้ำพุร้อนดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในแง่มุมต่างๆได้ รวมทั้งทราบถึง  
คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพน้ำของ  
อ่างเก็บน้ำบางพระในการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อทำน้ำประปาต่อไป

สิริแข พงษ์สวัสดิ์ และคณะผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 พบสาหร่ายทั้งหมด 6 ชนิด 39 สปีชีส์สาหร่ายชนิดเด่นที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำนอกท่อน้ำพุร้อนในการศึกษาครั้งนี้ คือ *Microcystis aeruginosa* Kützinger, *Pseudoanabaena* sp., *Phormidium* sp., *Pseudoanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek *Peridiniopsis* sp. และ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba ตามลำดับซึ่งสาหร่ายชนิดเด่นที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระคือ *Microcystis aeruginosa* Kützinger จัดเป็นสาหร่ายกลุ่มที่สามารถสร้างสารพิษได้

เมื่อพิจารณาตามมาตรฐานน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 พิจารณาคุณภาพน้ำตามปัจจัยทางชีวภาพ ภายภาพ และเคมีบางประการของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ สามารถจัดคุณภาพน้ำอยู่ในประเภท 2-3 โดยสามารถนำไปอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

จากการศึกษาปริมาณแร่ธาตุต่างๆในท่อน้ำพุร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ตามธรรมชาติ ประกาศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2543 และตามมาตรฐานน้ำแร่บรรจุขวด มอก. 2208-2547 พบว่ามีปริมาณแร่ธาตุบางชนิดมีปริมาณเกินค่ามาตรฐานคือฟลูออไรด์ ความกระด้างและเหล็กนอกจากนี้ยังตรวจพบแคดเมียมและปรอท และจากการสำรวจปริมาณแร่ธาตุชนิดอื่นๆพบปริมาณคลอไรด์ ไนเตรต โพแทสเซียม โซเดียม และเหล็กเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำน้ำแร่ได้

**คำสำคัญ :** อ่างเก็บน้ำบางพระ สาหร่ายพิษ คุณภาพน้ำ

### Abstract

A study on water quality in Bang Phra Reservoir, Si Racha District, Chonburi Province was investigated on the 10<sup>th</sup> of May 2011. Thirty nine species in six division of phytoplanktons were found in BangPhra Reservoir. The dominant species were *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Pseudoanabaena* sp., *Phormidium* sp., *Pseudoanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek *Peridinopsis* sp. And *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba, respectively. The toxic algae namely *Microcystis aeruginosa* Kützing was the dominant species in Bang Phra Reservoir

According to the standard water quality defined by National Environmental Committee of Thailand (1994) based on physic-chemical factors and biological factors especially in the total coliform bacteria, dissolved oxygen. The water quality of Bang Phra reservoir could be classified into the second to third category. It could be suitable for household consumption after being properly treated.

The amount of all minerals in the inside of hot spring water pipe of Bang Phra Reservoir, Si Racha District, Chonburi Province were compared with the standards of natural mineral water by Department of Health, Ministry of Public Health (2000) and the bottled mineral water standard (TISI 2208-2004). It was found that the amounts of fluoride Total hardness and iron were exceeded from the standard. Moreover, small amounts of cadmium and mercury were also detected. In addition, the amounts of trace and essential elements such as chloride, nitrate, potassium, sodium and iron were detected in this investigation and it is could be suitable for mineral water utilization.

Keywords : Bang Phra Reservoir, toxic algae and water quality

## สารบัญ

|                                                                                            | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                                                            | ก    |
| คำนำ                                                                                       | ข    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                                                            | ค    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                                                         | ง    |
| สารบัญ                                                                                     | จ    |
| สารบัญภาพ                                                                                  | ช    |
| สารบัญตาราง                                                                                | ฉ    |
| บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์                                                                | 1    |
| บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร                                                                        | 3    |
| 2.1 ประวัติอ่างเก็บน้ำบางพระ                                                               | 3    |
| 2.2 ลักษณะของชุมชนในพื้นที่บางพระ                                                          | 4    |
| 2.3 น้ำพุร้อน (hot spring)                                                                 | 4    |
| 2.4 แหล่งกำเนิด และคุณสมบัติของน้ำพุร้อน และบ่อน้ำร้อนในประเทศไทย                          | 5    |
| 2.5 น้ำแร่ธรรมชาติ                                                                         | 6    |
| 2.6 องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำแร่                                                            | 6    |
| 2.7 มาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติเพื่อบริโภค                                                       | 6    |
| 2.8 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ                                       | 8    |
| 2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย                                                          | 18   |
| 2.10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่ายทนร้อน                                                   | 22   |
| 2.11 ความเป็นพิษของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น                          | 23   |
| 2.12 ชนิดของสาหร่ายพิษ                                                                     | 23   |
| 2.13 ค่ามาตรฐานของสารพิษ                                                                   | 27   |
| 2.14 ผลกระทบของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษต่อสิ่งแวดล้อม             | 27   |
| 2.15 ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน           | 28   |
| 2.16 การศึกษาความหลากหลายและการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำใน<br>ประเทศและต่างประเทศ | 30   |

สารบัญ(ต่อ)

|                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.17 การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายภายในบ่อน้ำพุร้อนในประเทศ<br>และต่างประเทศ | 32   |
| 2.18 การศึกษาความหลากหลายของ <i>Microcystis</i> spp. ในประเทศและต่างประเทศ    | 36   |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง                                                |      |
| 3.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง                                 | 42   |
| 3.2 การเก็บตัวอย่างและศึกษาสาหร่าย                                            | 43   |
| 3.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี                                         | 43   |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล                                                        | 45   |
| 3.5 สถานที่ทำการทดลอง                                                         | 45   |
| 3.6 ระยะเวลาที่ใช้                                                            | 45   |
| บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง                                                | 46   |
| 4.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ                      | 46   |
| 4.2 การศึกษาความหลากหลายและปริมาณของสาหร่าย                                   | 78   |
| 4.3 การประเมินคุณภาพน้ำในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี         | 86   |
| 4.4 คุณภาพน้ำแร่ในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ.ศรีราชา จ. ชลบุรี                 | 88   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย                                                        | 91   |
| เอกสารอ้างอิง                                                                 | 95   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                   | หน้า |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | โครงสร้างสารพิษ ไมโครซิสติน                                                                                                       | 24   |
| 2      | โครงสร้างของโนดูลาริน                                                                                                             | 25   |
| 3      | โครงสร้างสารพิษ anatoxin-a                                                                                                        | 26   |
| 4      | โครงสร้างสารพิษ saxitoxins                                                                                                        | 26   |
| 5      | โครงสร้างสารพิษ cylindrospermopsin                                                                                                | 26   |
| 6      | แสดงบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง                                                                                                         | 42   |
| 7      | ค่าอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                            | 46   |
| 8      | ค่าอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                          | 47   |
| 9      | ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554                                  | 48   |
| 10     | ค่าความลึกของแหล่งน้ำ(เมตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                              | 49   |
| 11     | ปริมาณค่าของแข็งละลายในน้ำหรือ SS (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554                      | 50   |
| 12     | ค่าความเป็นกรด-ด่างในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554                                                        | 51   |
| 13     | ค่าความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                       | 52   |
| 14     | ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554                            | 53   |
| 15     | ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554 | 54   |
| 16     | ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554                                | 55   |
| 17     | ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                              | 56   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                        | หน้า |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 18     | ปริมาณไนเตรด-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี<br>วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2554    | 57   |
| 19     | ปริมาณไนไตรท์ ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี<br>วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 | 58   |
| 20     | ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ.2554           | 59   |
| 21     | ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ.2554        | 60   |
| 22     | ปริมาณคลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ.2554           | 61   |
| 23     | ปริมาณซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ.2554            | 62   |
| 24     | ปริมาณสารหนู (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรีวันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ.2554             | 63   |
| 25     | ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ. 2554         | 64   |
| 26     | ปริมาณโครเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ. 2554         | 65   |
| 27     | ปริมาณทองแดง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ. 2554           | 66   |
| 28     | ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ. 2554             | 67   |
| 29     | ปริมาณปรอท (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม<br>พ.ศ. 2554             | 68   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                          | หน้า |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 30     | ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                              | 69   |
| 31     | ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                | 70   |
| 32     | ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                               | 71   |
| 33     | ปริมาณซัลไฟด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                               | 72   |
| 34     | ปริมาณฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                             | 73   |
| 35     | ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                           | 74   |
| 36     | ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                          | 75   |
| 37     | ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัล โคลิฟอร์ม (เอ็มพีเอ็น/100มิลลิลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554  | 76   |
| 38     | ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (เอ็มพีเอ็น/100มิลลิลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 | 77   |
| 39     | จำนวนชนิดของสาหร่ายแต่ละดิวิชันบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                | 79   |
| 40     | ปริมาณเซลล์สาหร่ายแต่ละดิวิชันที่พบในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554          | 79   |
| 41     | ปริมาณสาหร่ายชนิดเด่นที่พบในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                   | 80   |
| 42     | ปริมาณเซลล์สาหร่ายแต่ละดิวิชันที่พบในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                | 80   |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                          | หน้า |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 43     | สาหร่ายชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                               | 85   |
| 44     | คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ อ.ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554<br>จากการประเมินด้วย AARL – PC Score และ AARL – PP Score | 87   |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                           | หน้า |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | แสดงปริมาณสารในน้ำแร่ธรรมชาติ(มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) ตามมอก. 2208-2547                                                                                             | 7    |
| 2        | ชนิดและปริมาณของสาหร่ายที่พบทั้งหมดในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                                           | 83   |
| 3        | เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์จากน้ำแร่ในท่อน้ำพุร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระกับน้ำแร่ Evian ประเทศฝรั่งเศส และน้ำแร่ Voss ประเทศนอร์เวย์                         | 89   |
| 4        | การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำแร่พารามีเตอร์ต่างๆ บริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2554                                                                | 90   |
| 5        | ชนิดเด่นของสาหร่ายตามการจัดระดับชั้นน้ำ (Reynolds, 1980 quoted in Harpaer, 1992)                                                                                          | 104  |
| 6        | ช่วงคุณภาพน้ำตามดัชนีตัวแปรในทะเลสาบเขตร้อน (Lampert and Sommer, 1993 อ้างใน Yuwadee Peerapornpisal, 1996)                                                                | 104  |
| 7        | ค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน                                                                                                                                          | 105  |
| 8        | การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ และกลุ่มของสาหร่ายที่พบเป็นชนิดเด่นในชั้นน้ำระดับต่างๆ (Wetzel, 2001)              | 110  |
| 9        | การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง (Lorrarine and Vollenweider, 1981)                                          | 111  |
| 10       | การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติทางกายภาพเคมีและชีวภาพบางประการ สาหร่ายที่เป็นชนิดเด่นและสาหร่ายที่พบเห็นได้ทั่วไปในชั้นน้ำระดับต่างๆ (Wetzel, 2001) | 112  |
| 11       | มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค                                                                                                                                         | 118  |
| 12       | ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำไหล และคะแนนมาตรฐานปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)                                                   | 121  |
| 13       | คะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร (trophic level) และคุณภาพน้ำทั่วไป                                                                                                         | 125  |
| 14       | คะแนนสาหร่ายชนิดเด่นตามระดับสารอาหาร                                                                                                                                      | 126  |

รวม

๑

## รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาน้ำพุร้อนบางพระ

สิริแข พงษ์สวัสดิ์ สุญา ฤทธิศร สุทฆวรรณ สุพรรณ  
และศรีสมร สิทธิกาญจนกุล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและปริญญาโทในสาขาวิชาชีพวิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่างให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ รศ.ดร. ไฉน ยอดเพชร และ รศ.ดร. จูไรรัตน์ ดวงเดือน ที่ช่วยในการประสานงานและให้ข้อเสนอแนะและให้คำปรึกษาที่ทำให้งานวิจัยนี้ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณองค์การบริหารส่วนตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สิริแซ พงษ์สวัสดิ์ และคณะผู้วิจัย

## คำนำ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาชนิดและความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย ศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพรวมทั้งปริมาณแร่ธาตุต่างๆ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปฟื้นฟูบ่อน้ำพุร้อนในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรีให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวในอนาคตให้กับจังหวัดชลบุรี

เมื่องานวิจัยนี้เสร็จสิ้นลงคงจะมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจของเทศบาลตำบลบางพระในการนำน้ำแร่ธาตุจากแหล่งน้ำพุร้อนดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในแง่มุมต่างๆได้ รวมทั้งทราบถึงคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระในการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อทำน้ำประปาต่อไป

สิริแข พงษ์สวัสดิ์ และคณะผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 พบสาหร่ายทั้งหมด 7 ดิวิชัน 56 สปีชีส์ สาหร่ายชนิดเด่นที่พบบริเวณ อ่างเก็บน้ำนอกท่อน้ำพุร้อน คือ *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Pseudoanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek และ *Pseudoanabaena* sp.1 ตามลำดับ ส่วนภายในท่อน้ำพุร้อนพบ สาหร่ายทั้งหมด 5 ดิวิชัน 23 สปีชีส์ สาหร่ายชนิดเด่น คือ *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Peridinium* sp.1 และ *Peridinium* sp.2 ตามลำดับ ซึ่งสาหร่ายชนิดเด่นที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำทั้ง นอกท่อและในท่อน้ำพุร้อนคือ *Microcystis aeruginosa* Kützing จัดเป็นสาหร่ายกลุ่มที่สามารถ สร้างสารพิษได้

เมื่อพิจารณาตามมาตรฐานน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 พิจารณาคุณภาพน้ำตามปัจจัยทางชีวภาพ ภายภาพ และเคมีบางประการของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสามารถจัดคุณภาพน้ำอยู่ในประเภท 2-3 โดยสามารถนำไป อุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ที่ทั่วไปก่อน

จากการศึกษาปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในท่อน้ำพุร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ตามธรรมชาติ ประกาศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2543 และตามมาตรฐานน้ำแร่บรรจุขวด มอก. 2208-2547 พบว่า มี ปริมาณแร่ธาตุบางชนิดมีปริมาณเกินค่ามาตรฐานคือ ฟลูออไรด์ ค่าความเป็นกรด - ด่าง และค่า ความกระด้างของแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังตรวจพบแคลเซียมและโปรท และจากการสำรวจปริมาณ แร่ธาตุชนิดอื่นๆพบปริมาณคลอไรด์ ไนเตรด โพแทสเซียม โซเดียม และเหล็กเหมาะสมที่จะ นำไปใช้ประโยชน์ในการทำน้ำแร่ได้

คำสำคัญ : อ่างเก็บน้ำบางพระ สาหร่ายพิษ คุณภาพน้ำ

### Abstract

A study on water quality in Bang Phra Reservoir, Si Racha District, Chonburi Province was investigated between June to August 2011. Fifty six species in seven division of phytoplanktons were found in the outside of hot spring water pipe. The dominant species were *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Pseudoanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek and *Pseudoanabaena* sp.1, respectively. In the inside of hot spring water pipe, the phytoplanktons were presented in five division and twenty three species. The dominant species were *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Peridinium* sp.1 and *Peridinium* sp.2, respectively. The toxic algae namely *Microcystis aeruginosa* Kützing was the dominant species in both of the outside and inside of hot spring water pipe.

According to the standard water quality defined by National Environmental Committee of Thailand (1994) based on physic-chemical factors and biological factors especially in the total coliform bacteria, dissolved oxygen, nitrate-nitrogen and ammonia-nitrogen. The water quality of Bang Phra reservoir could be classified into the second to third category. It could be suitable for household consumption after being properly treated.

The amount of all minerals in the inside of hot spring water pipe of Bang Phra Reservoir, Si Racha District, Chonburi Province were compared with the standards of natural mineral water by Department of Health, Ministry of Public Health (2000) and the bottled mineral water standard (TISI 2208-2004). It was found that the amounts of fluoride, pH and total hardness were exceeded from the standard. Moreover, small amounts of cadmium and mercury were also detected. In addition, the amounts of trace and essential elements such as chloride, nitrate, potassium, sodium and iron were detected in this investigation and it is could be suitable for mineral water utilization.

**Keywords :** Bang Phra Reservoir, toxic algae and water quality

## สารบัญ

|                                                                                  | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                                                  | ก    |
| คำนำ                                                                             | ข    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                                                  | ค    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                                               | ง    |
| สารบัญ                                                                           | จ    |
| สารบัญภาพ                                                                        | ช    |
| สารบัญตาราง                                                                      | ฉ    |
| ตารางคำย่อ                                                                       | ฐ    |
| บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์                                                      | 1    |
| บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร                                                              | 3    |
| 2.1 ประวัติอ่างเก็บน้ำบางพระ                                                     | 3    |
| 2.2 ลักษณะของชุมชนในพื้นที่บางพระ                                                | 4    |
| 2.3 น้ำพุร้อน (hot spring)                                                       | 4    |
| 2.4 แหล่งกำเนิด และคุณสมบัติของน้ำพุร้อน และบ่อน้ำร้อนในประเทศไทย                | 5    |
| 2.5 น้ำแร่ธรรมชาติ                                                               | 6    |
| 2.6 องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำแร่                                                  | 6    |
| 2.7 มาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติเพื่อบริโภค                                             | 6    |
| 2.8 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ                             | 8    |
| 2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย                                                | 18   |
| 2.10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่ายทนร้อน                                         | 22   |
| 2.11 ความเป็นพิษของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น                | 23   |
| 2.12 ชนิดของสาหร่ายพิษ                                                           | 23   |
| 2.13 ค่ามาตรฐานของสารพิษ                                                         | 27   |
| 2.14 ผลกระทบของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษต่อสิ่งแวดล้อม   | 27   |
| 2.15 ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน | 28   |
| 2.16 การศึกษาความหลากหลายและการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำใน              | 30   |
| ประเทศและต่างประเทศ                                                              |      |

สารบัญ (ต่อ)

|                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.17 การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายภายในบ่อน้ำพุร้อนในประเทศ<br>และต่างประเทศ | 32   |
| 2.18 การศึกษาความหลากหลายของ <i>Microcystis</i> spp. ในประเทศและต่างประเทศ    | 36   |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง                                                |      |
| 3.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง                                 | 42   |
| 3.2 การเก็บตัวอย่างและศึกษาสาหร่าย                                            | 43   |
| 3.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี                                         | 43   |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล                                                        | 45   |
| 3.5 สถานที่ทำการทดลอง                                                         | 45   |
| 3.6 ระยะเวลาที่ใช้                                                            | 45   |
| บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง                                                | 46   |
| 4.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ                      | 46   |
| 4.2 การศึกษาความหลากหลายและปริมาณของสาหร่าย                                   | 78   |
| 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายกับคุณภาพน้ำในบางประการ                         | 81   |
| 4.4 การประเมินคุณภาพน้ำในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี         | 107  |
| 4.5 การประเมินคุณภาพน้ำแบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี          | 107  |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย                                                        | 110  |
| เอกสารอ้างอิง                                                                 | 114  |

# สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                                           | หน้า |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | โครงสร้างสารพิษไมโครซิสติน                                                                                                                                | 24   |
| 2      | โครงสร้างของโนดูลาริน                                                                                                                                     | 25   |
| 3      | โครงสร้างสารพิษ anatoxin-a                                                                                                                                | 26   |
| 4      | โครงสร้างสารพิษ saxitoxins                                                                                                                                | 26   |
| 5      | โครงสร้างสารพิษ cylindrospermopsin                                                                                                                        | 26   |
| 6      | แสดงบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง                                                                                                                                 | 42   |
| 7      | ค่าอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                               | 46   |
| 8      | ค่าอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                             | 47   |
| 9      | ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรีระหว่าง เดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคมพ.ศ. 2554                                    | 48   |
| 10     | ค่าความลึกของแหล่งน้ำ (เมตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรีระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                | 49   |
| 11     | ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                 | 50   |
| 12     | ค่าความเป็นกรด-ด่างในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2554                                                        | 51   |
| 13     | ค่าความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรีระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                          | 52   |
| 14     | ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                              | 53   |
| 15     | ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ใน อ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 | 54   |
| 16     | ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                 | 55   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                           | หน้า |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 17     | ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 | 56   |
| 18     | ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554    | 57   |
| 19     | ปริมาณไนไตรท์ ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554   | 58   |
| 20     | ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554         | 59   |
| 21     | ปริมาณคลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554            | 60   |
| 22     | ปริมาณซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554             | 61   |
| 23     | ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554            | 62   |
| 24     | ปริมาณสารหนู (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554             | 63   |
| 25     | ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554           | 64   |
| 26     | ปริมาณโครเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554           | 65   |
| 27     | ปริมาณทองแดง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554             | 66   |
| 28     | ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554              | 67   |
| 29     | ปริมาณปรอท (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554               | 68   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                                    | หน้า |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 30     | ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                  | 69   |
| 31     | ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                     | 70   |
| 32     | ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                    | 71   |
| 33     | ปริมาณซัลไฟด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                    | 72   |
| 34     | ปริมาณฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                 | 73   |
| 35     | ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                | 74   |
| 36     | ปริมาณคลอโรไฟด์เอ (ไม่โครกรัมต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่าง เดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                              | 75   |
| 37     | ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัล โคลิฟอร์ม (เอ็มพีเอ็น/100มิลลิลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554        | 76   |
| 38     | ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (เอ็มพีเอ็น/100มิลลิลิตร) ในอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554       | 77   |
| 39     | จำนวนชนิดของสาหร่ายบริเวณอ่างเก็บน้ำในแต่ละดิวิชันบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554          | 83   |
| 40     | ปริมาณเซลล์ของสาหร่ายบริเวณอ่างเก็บน้ำในแต่ละดิวิชันที่พบในบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 | 83   |
| 41     | ปริมาณสาหร่ายชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                      | 84   |
| 42     | ปริมาณการเปลี่ยนแปลงเซลล์สาหร่ายแต่ละดิวิชันที่พบในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554               | 84   |

## สารบัญญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                                                         | หน้า |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 43     | จำนวนชนิดของสาหร่ายบริเวณในท่อน้ำพุร้อนในแต่ละคิวชั้นบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ<br>อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                         | 85   |
| 44     | ปริมาณเซลล์ของสาหร่ายบริเวณในท่อน้ำพุร้อนในแต่ละคิวชั้นที่พบในบริเวณอ่างเก็บน้ำ<br>บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                               | 85   |
| 45     | ปริมาณสาหร่ายชนิดเด่นที่พบในท่อน้ำพุร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา<br>จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                      | 86   |
| 46     | ปริมาณการเปลี่ยนแปลงเซลล์สาหร่ายแต่ละคิวชั้นที่พบในท่อน้ำพุร้อนบางพระ อ. ศรีราชา<br>จ. ชลบุรี ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                | 86   |
| 47     | การเจริญเป็นจำนวนมากของสาหร่ายพิษ <i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing ที่พบบริเวณ<br>อ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม 2554                                           | 93   |
| 48     | สาหร่ายชนิดเด่นที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือน<br>มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                                               | 94   |
| 49     | สาหร่ายชนิดเด่นที่พบในท่อน้ำพุร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี<br>ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                                  | 95   |
| 50     | การวิเคราะห์ PCA เพื่อหาสาหร่ายชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา<br>จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                 | 96   |
| 51     | การวิเคราะห์ PCA เพื่อหาสาหร่ายชนิดเด่นที่พบในท่อน้ำพุร้อนอ่างเก็บน้ำบางพระ<br>อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                      | 97   |
| 52     | เปรียบเทียบปริมาณเซลล์สาหร่ายชนิดเด่นในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา<br>จ. ชลบุรีระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                | 98   |
| 53     | เปรียบเทียบปริมาณเซลล์สาหร่ายชนิดเด่นในท่อน้ำพุร้อนอ่างเก็บน้ำบางพระ<br>อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                   | 99   |
| 54     | เปรียบเทียบเซลล์ระหว่างสาหร่ายในคิวชั้น Cyanophyta กับปริมาณเซลล์ของ<br>สาหร่ายทั้งหมดในแต่ละเดือนในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี<br>ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 | 100  |
| 55     | เปรียบเทียบเซลล์ระหว่างสาหร่ายในคิวชั้น Cyanophyta กับปริมาณเซลล์ของ<br>สาหร่ายทั้งหมดในแต่ละเดือนภายในท่อน้ำพุร้อน อ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา                                                        | 101  |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                                                                                                               | หน้า |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 56     | เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมงกานีสและปริมาณเซลล์ของ <i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing ที่เป็นสาหร่ายชนิดเด่นในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                   | 102  |
| 57     | เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างสารอาหาร และปริมาณเซลล์ของ <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolosz) Seenayya & Subba ที่เป็นสาหร่ายชนิดเด่นในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                | 103  |
| 58     | เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน และปริมาณเซลล์ของ <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolosz) Seenayya & Subba ที่เป็นสาหร่ายชนิดเด่นในท่อน้ำพุร้อนอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 | 104  |

# สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                     | หน้า |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | แสดงปริมาณสารในน้ำแร่ธรรมชาติ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) ตามมอก. 2208-2547                                                                                      | 7    |
| 2        | สาหร่ายทั้งหมดที่พบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำบางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                  | 87   |
| 3        | ชนิดและปริมาณของสาหร่ายทั้งหมดที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ จ.ชลบุรี (ปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตร)                                                                       | 90   |
| 4        | สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ สาหร่ายนอกท่อน้ำพุร้อนอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554  | 105  |
| 5        | สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของสาหร่ายในท่อน้ำพุร้อนอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 | 106  |
| 6        | เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์จากน้ำแร่ในท่อน้ำพุร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระกับน้ำแร่ Evian ประเทศฝรั่งเศส และน้ำแร่ Voss ประเทศนอร์เวย์                   | 109  |
| 7        | ข้อมูลคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรีระหว่างเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554                                                                 | 123  |
| 8        | มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค                                                                                                                                   | 128  |
| 9        | ชนิดเด่นของสาหร่ายตามการจัดระดับชั้นน้ำ (Reynolds, 1980 quoted in Harpaer, 1992)                                                                                    | 130  |
| 10       | ช่วงคุณภาพน้ำตามดัชนีตัวแปรในทะเลสาบเขตร้อน (Lampert and Sommer, 1993 อ้างใน Yuwadee Peerapornpisal, 1996)                                                          | 130  |
| 11       | ค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน                                                                                                                                    | 131  |
| 12       | การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติ น้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ และกลุ่มของสาหร่ายที่พบเป็นชนิดเด่นในชั้นน้ำระดับต่างๆ (Wetzel, 2001)    | 136  |
| 13       | การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง (Lorrarine and Vollenweider, 1981)                                    | 137  |
| 14       | การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติทางกายภาพเคมีและชีวภาพบางประการ สาหร่ายที่เป็นชนิดเด่นและสาหร่ายที่พบเห็นได้ทั่วไป                             | 138  |