

รายงานการวิจัย



เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนพืช และ
แพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

โดย

พรศิลป์ ผลพันธ์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Order Key.....21665
BIB Key.....163109

เลขหมู่ QH90.8.P5 พ45 1935
เลขทะเบียน.....
7 / M / 42

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการผลิตจากคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

บทคัดย่อ

การศึกษาผลผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มศึกษาในเดือนพฤษภาคม 2536 ถึงเดือนเมษายน 2537 และมีสถานีสำรวจทั้งสิ้น 8 สถานี

จากผลการศึกษาผลผลิตขั้นต้นพบว่า ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร ค่าผลผลิตเบื้องต้นโดยรวม (GPP) ต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 59.86 – 3793.40 มิลลิกรัมคาร์บอน ต่อลูกบาศก์เมตร ต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2536 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2536 และค่าผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ (NPP) ต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1981.34 มิลลิกรัมคาร์บอน ต่อลูกบาศก์เมตร ต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 2536 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2536 สำหรับที่ระดับความลึก 1.0 เมตร พบว่า GPP มีค่าอยู่ระหว่าง 59.86 – 3378.23 มิลลิกรัมคาร์บอน ต่อลูกบาศก์เมตร ต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดในเดือนเดียวกับที่ระดับความลึก 0.5 เมตร และ NPP มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1011.21 มิลลิกรัมคาร์บอน ต่อลูกบาศก์เมตร ต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดในเดือนเดียวกับ GPP

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง พบแพลงก์ตอนพืชรวม 5 ดิวิชัน 39 สกุล โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบมีความชุกชุมเกิดขึ้น 3 ครั้ง ในเดือนมิถุนายน 2536 ตุลาคม 2536 และ มกราคม 2537 ตามลำดับเดือนที่พบแพลงก์ตอนพืชชุกชุมมากที่สุดได้แก่เดือนตุลาคม 2536 โดยมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดเท่ากับ $6,712 \times 10^3$ เซลล์ ต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่พบได้บ่อย และมีความชุกชุมค่อนข้างมาก ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว และไดอะตอม โดยเฉพาะในกลุ่มของไดอะตอมจะเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายมากที่สุด สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ ตรวจพบได้น้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างไม่เหมาะสม

Seasonal Variation of Primary Productivity, Phytoplankton and Zooplankton in the Lower Part of Songkla Lake

Abstract

Seasonal variation of primary production, phytoplankton, zooplankton and involving environmental factors in the Lower Songkla Lake was carried out during May 1993 to April 1994.

The range of gross primary productivity (GPP) at 0.5 meter depth was 59.86 – 3,793.40 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$. The highest mean was recorded in June 1993 and the lowest mean in December 1993. The net primary productivity (NPP) ranged from 0 – 1,981.34 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$. The highest mean was recorded in October 1993 and the lowest mean in December 1993.

At 1.0 meter depth, the GPP ranged from 59.86 – 3,378.23 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ and the NPP ranged from 0 – 1,011.21 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$. The highest and lowest means were obtained from the same month as the GPP at 0.5 meter.

Thirty-nine genera belonging to 5 divisions of phytoplankton in the Lower Songkla Lake were identified. The abundance of the phytoplankton occurred 3 times in June, October 1993 and January 1994, respectively. The highest cell density was $6,712 \times 10^3$ cells per liter in October 1993. The highest diversity of phytoplankton was diatom. Zooplankton occurred very few in the samples. Thus the seasonal variation of zooplankton in the Lower Songkla Lake could not provided.

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตขั้นต้น แผลงก่ตอนพืช และแผลงก่ตอนสัตว์ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

บทนำ

ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $7^{\circ} 08'$ ถึง $7^{\circ} 50'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $100^{\circ} 07'$ ถึง $100^{\circ} 37'$ ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 986.8 ตารางกิโลเมตร โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสงขลา และจังหวัดพัทลุง ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบที่มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากทะเลสาบน้ำจืดทั่ว ๆ ไป ทั้งนี้เนื่องจากเป็นทะเลสาบที่มีทางเชื่อมต่อกับฝั่งอ่าวไทย ทำให้ระบบนิเวศ และคุณสมบัติของน้ำในทะเลสาบได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล โดยจะทำให้ให้น้ำในทะเลสาบมีความเค็มแตกต่างกันไปตามฤดูกาล และตามระยะทางจากทางเชื่อมต่อกับทะเล ไปจนถึงด้านในของทะเลสาบ

เนื่องจากทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ จึงสามารถแบ่งพื้นที่ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. ทะเลสาบตอนบน หรือทะเลน้อย เป็นส่วนที่อยู่ทางตอนบนสุดของทะเลสาบสงขลา อยู่ในเขตจังหวัดพัทลุง มีพื้นที่ประมาณ 28 ตารางกิโลเมตร เป็นทะเลสาบน้ำจืด และมีพืชน้ำขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก
2. ทะเลสาบตอนใน หรือตอนกลาง หรือทะเลหลวง เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากทะเลน้อยลงมาทางตอนใต้ มีทางเชื่อมต่อกันโดยคลองสั้น ๆ บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ที่สุด คือมีพื้นที่ประมาณ 782.8 ตารางกิโลเมตร มีเขตชายฝั่งตะวันตกอยู่ในเขตจังหวัดพัทลุง และเขตชายฝั่งตะวันออกอยู่ในเขตจังหวัดสงขลา น้ำทางตอนบนของทะเลหลวงนี้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำจืด ส่วนทางตอนล่างจะเป็นน้ำกร่อย ยกเว้นในปีที่แล้งมาก น้ำทางตอนบนอาจเป็นน้ำกร่อยได้เช่นเดียวกัน
3. ทะเลสาบตอนล่าง หรือทะเลสาบตอนนอก เป็นส่วนตอนที่อยู่ล่างสุดของทะเลสาบสงขลา มีทางเปิดออกสู่ทะเลด้านชายฝั่งของอ่าวไทย จึงเป็นทะเลสาบที่มีน้ำกร่อยถึงน้ำเค็ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ทะเลสาบตอนล่างนี้มีพื้นที่ประมาณ 176 ตารางกิโลเมตร และตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสงขลา มีป่าชายเลนขึ้นอยู่ตามริมฝั่งบ้างประปราย

ทะเลสาบสงขลาจัดว่าเป็นบริเวณที่มีความสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของประชากรที่อาศัยอยู่โดยรอบ และยังเป็นบริเวณที่มีระบบนิเวศเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ดังนั้นสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในแต่ละส่วนจึงมีหลากหลายชนิด แตกต่างกันไปตามลักษณะการกินอาหาร และความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทะเลสาบสงขลาในระยะ 10 – 20 ปีที่ผ่านมา ได้มีนักวิจัยหลายกลุ่มพยายามศึกษาถึงผลกระทบของกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากผู้ที่อยู่บริเวณรอบชายฝั่งของทะเลสาบสงขลา ต่อระบบนิเวศของทะเลสาบ แต่

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเหล่านั้นไม่ต่อเนื่อง และไม่ได้ครอบคลุมถึงปัจจัยต่าง ๆ อีกหลายประการ

การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ จัดได้ว่าเป็นส่วนสำคัญ เนื่องจากเป็นอาหารชั้นพื้นฐานของสัตว์น้ำนานาชนิดที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบ แต่องค์ความรู้ของการศึกษาเหล่านี้ มีอยู่บ้างเพียงเล็กน้อย และศึกษาเพียงบางส่วน ในทะเลสาบสงขลาตอนบน (สมภพ อินทสุวรรณ, 2525) ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง (พูนสิน พานิชสุข และสวัสดิ์ ช้องประเสริฐ, 2513 ; ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และคณะ, 2521) และทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (เสาวภา อังสุพานิช และ Yusho Aruga, 2537)

ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นในเขตชายฝั่งทะเล และในส่วนของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง จัดเป็นบริเวณที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน ทำให้มีการใช้พื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนล่างเกิดขึ้นได้ เนื่องจากปริมาณสารอาหารทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นจากการขับถ่ายของเสียของสัตว์น้ำ และอาหารส่วนเกินที่ให้แก่สัตว์น้ำ จะเป็นส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืชเหล่านั้นมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ถ้าแพลงก์ตอนพืชที่เจริญขึ้นมาเป็นพวกที่สร้างสารพิษได้ หรือกำจัดได้ยาก ก็จะมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรวมของคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนล่างด้วยเช่นกัน ในส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ ก็จัดว่าเป็นตัวการสำคัญที่ช่วยในการควบคุมปริมาณของแพลงก์ตอนพืชให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลในธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่น ๆ อีกหลาย จากความสำคัญของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ที่ส่งผลต่อสัตว์น้ำต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบสงขลาตอนล่างดังกล่าว ดังนั้นการศึกษาดังนี้จึงได้มุ่งเน้นที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งจะมีความสำคัญต่อการประเมินความอุดมสมบูรณ์ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อทะเลสาบสงขลาตอนล่างได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

บริเวณที่ศึกษา

บริเวณที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกศึกษาจากบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง โดยมีสถานีเก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 8 สถานี (ภาพที่ 1) ทั้งนี้ได้คำนึงถึงการแพร่กระจายให้ครอบคลุมพื้นที่ของทะเลสาบสงขลาตอนล่างทั้งหมด เพื่อให้เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งสถานีที่ศึกษามีดังนี้

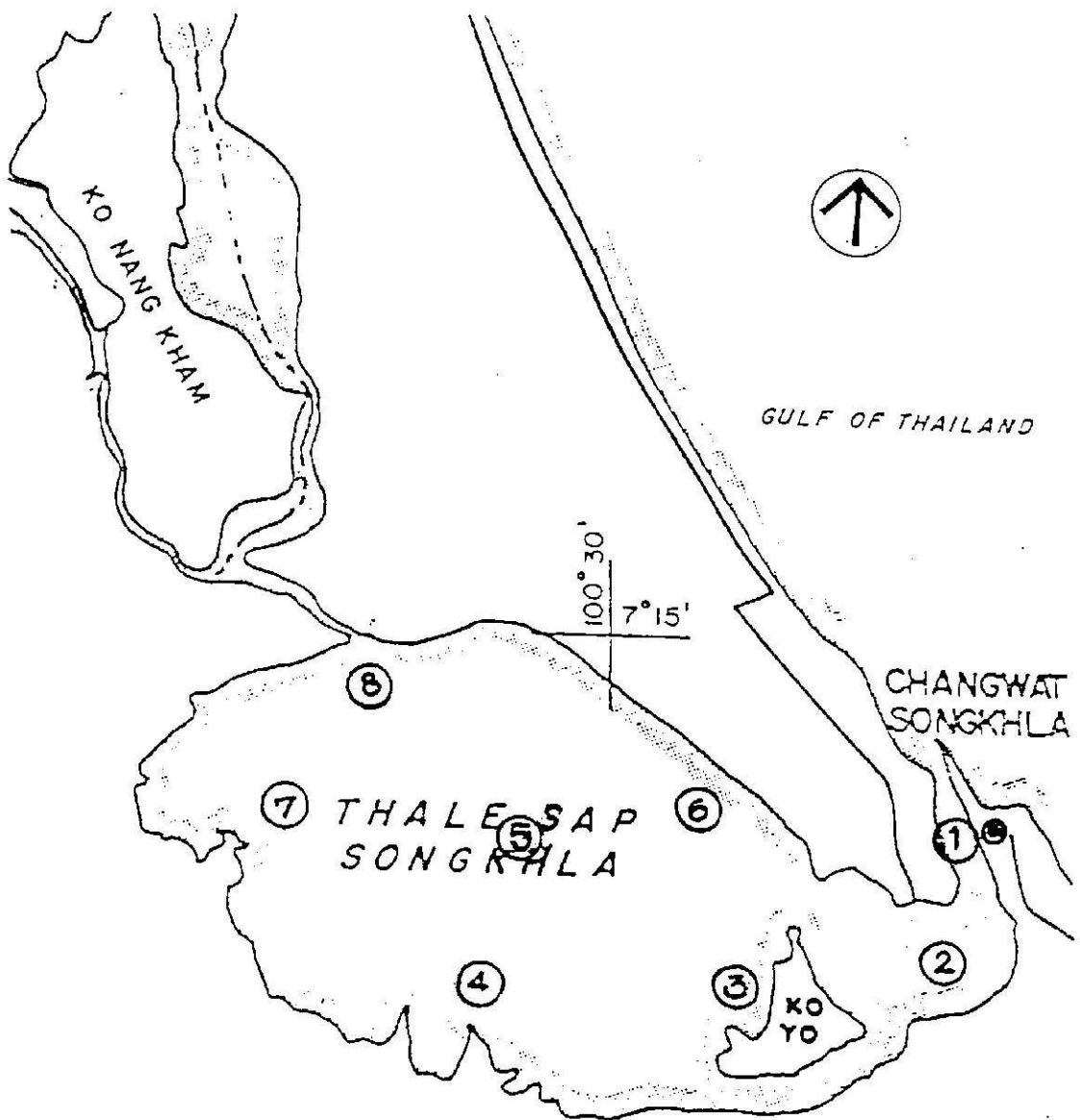
- สถานีที่ 1 ได้แก่บริเวณปากอ่าว ตรงข้ามวัดแหลมทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
- สถานีที่ 2 ได้แก่บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
- สถานีที่ 3 ได้แก่บริเวณบ้านสวนใหม่ ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
- สถานีที่ 4 ได้แก่บริเวณหน้าแหลมโพธิ์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
- สถานีที่ 5 ได้แก่บริเวณกลางทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
- สถานีที่ 6 ได้แก่บริเวณบึงสะทิงหม้อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
- สถานีที่ 7 ได้แก่บริเวณบ้านปากบาง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
- สถานีที่ 8 ได้แก่บริเวณปากคลองปากกรอ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

ระยะเวลาที่ศึกษา

ออกเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ วัตถุผลผลิตขั้นต้น พร้อมทั้งวัดปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และปริมาณสารอาหาร จากสถานีต่างๆ ทุกเดือน เดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2536 ถึงเดือนเมษายน 2537

การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ - การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ใช้กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn เก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณผิวน้ำ ใส่ในขวดพลาสติกขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร พร้อมทั้งเติมฟอร์มาลิน ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างกลับมายังห้องปฏิบัติการ และตั้งทิ้งไว้เพื่อให้แพลงก์ตองตกตะกอน ดูดน้ำใสส่วนบนทิ้งไป นำแพลงก์ตองที่ตกตะกอนไปตรวจหาชนิด และนับจำนวน โดยดูดแพลงก์ตองใส่ลงใน Sedwick-rafter Slide ที่มีความจุ 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 100 เท่า



ภาพที่ 1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

การวัดผลผลิตขั้นต้น - การวัดผลผลิตขั้นต้นกระทำในบริเวณเดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน การตรวจวัดหาปริมาณของผลผลิตขั้นต้นได้ใช้วิธี light and dark bottle oxygen method ตามวิธีของ Strickland & Parson (1972) โดยใช้กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn เก็บตัวอย่างน้ำจากระดับความลึก 0.5 และ 1.0 เมตร ใส่ในขวด BOD ที่เป็นขวดสว่างและขวดมืด อย่างละ 3 ชุด นำขวดสว่าง และขวดมืดกลับลงไปแชวนไว้ในระดับเดิมเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละขวด เปรียบเทียบกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่มีอยู่เดิมก่อนใส่ขวด (ขวดควบคุม) แล้วนำมาคำนวณหาผลผลิตเบื้องต้นจากสูตร

$$\text{Gross photosynthesis (mgC.m}^{-3} \text{ per incubation period)} = \frac{605 \times f \times [V_{(LB)} - V_{(DB)}]}{PQ}$$

$$\text{Net photosynthesis (mgC.m}^{-3} \text{ per incubation period)} = \frac{605 \times f \times [V_{(LB)} - V_{(IB)}]}{PQ}$$

$$\text{Respiration (mgC.m}^{-3} \text{ per incubation period)} = 605 \times f \times [V_{(IB)} - V_{(DB)}] \times RQ$$

โดย $V_{(LB)}$ = ปริมาตรของสารละลาย thiosulphate ที่ใช้ไทเทรตในขวดสว่าง (mL)

$V_{(DB)}$ = ปริมาตรของสารละลาย thiosulphate ที่ใช้ไทเทรตในขวดมืด (mL)

$V_{(IB)}$ = ปริมาตรของสารละลาย thiosulphate ที่ใช้ไทเทรตในขวดควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่เดิมก่อนใส่ขวด (mL)

f = titration factor = $5.0/V$ สำหรับสารละลาย thiosulphate 0.01 N

เมื่อ V = ปริมาตรสารละลาย thiosulphate (mL) ที่ใช้ในการเทียบมาตรฐาน

PQ = photosynthetic quotient

= โมเลกุลของออกซิเจนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการสังเคราะห์แสง

โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซึมไปใช้

โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 1.2 (Wetzel and Likens, 1979)

RQ = respiration quotient

= โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่คายออกมาในขณะที่หายใจ

โมเลกุลของออกซิเจนที่ใช้ไปในการหายใจ

โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 1.0 (Wetzel and Likens, 1979)

การวัดปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการ – การวัดปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการ จะวัดในระดับที่กลางความลึกของทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยปัจจัยที่ตรวจวัด และวิธีการที่ใช้ได้ แสดงไว้ในตารางที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแปลงกักต่อนพืชรวม (GPP) ผลผลิตของแปลงกักต่อนพืชสุทธิ (NPP) ต่อวันที่วัดได้ และปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟกทอเรียลซึ่งใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์สหสัมพันธ์เส้นตรง (Linear Correlation Analysis) ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT version 3/93, SPSS/PC⁺ และ STATISTICA

ตารางที่ 1 ปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการที่เกี่ยวข้อง และวิธีวิเคราะห์

ปัจจัยสภาพแวดล้อม	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
1. อุณหภูมิ	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
2. ความเป็นกรด-เบส	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างโดย water quality monitor YSI
3. ความเค็ม	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างโดย salinometer
4. ความลึก	-	วิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างโดย เทปวัดความลึก
5. ความเข้มแสง	-	วัดทุก 1 ซม. โดย photometer
6. ปริมาณไนไตรท์	กึ่งกลางความลึก	Parson <i>et al.</i> 1984
7. ปริมาณไนเตรท	กึ่งกลางความลึก	Parson <i>et al.</i> 1984
8. ปริมาณซิลิเกต	กึ่งกลางความลึก	Parson <i>et al.</i> 1984
9. ปริมาณฟอสเฟต	กึ่งกลางความลึก	Standard method (1989)
10. ปริมาณของแข็งแขวนลอย	กึ่งกลางความลึก	Standard method (1989)
11. ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ	กึ่งกลางความลึก	Standard method (1989)

ผลการศึกษา

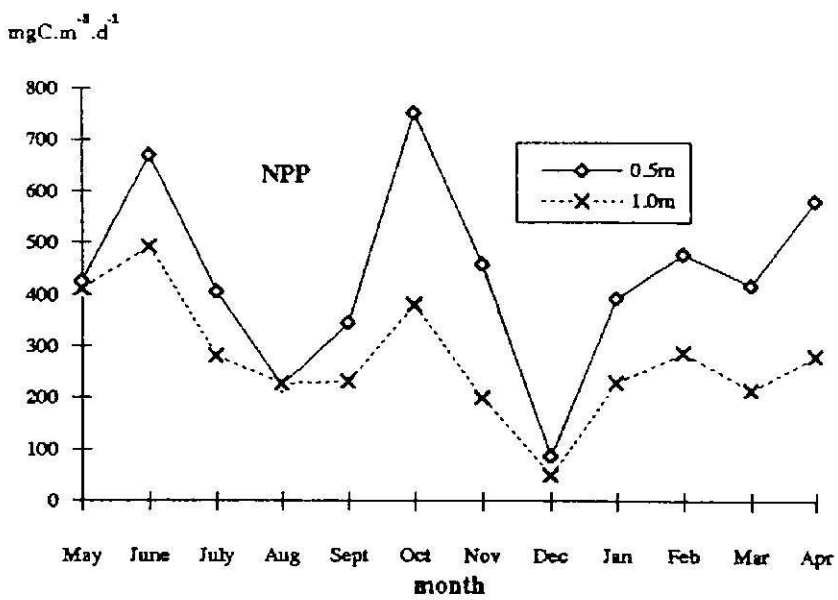
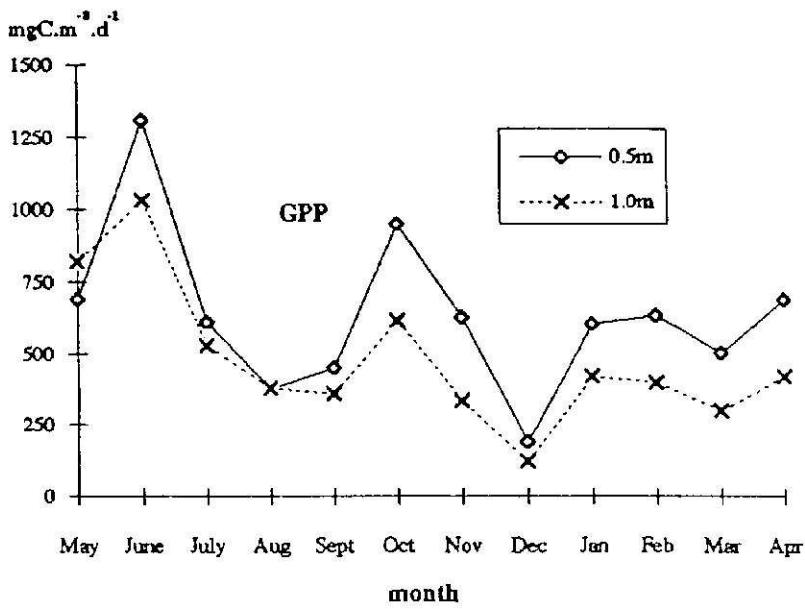
การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตขั้นต้นในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

จากข้อมูลของค่าผลผลิตขั้นต้นที่วัดได้จากทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ในระหว่างเดือน พฤษภาคม 2536 ถึงเดือนเมษายน 2537 โดยเก็บตัวอย่างจาก 8 สถานี ใน 2 ระดับความลึก พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลผลิตขั้นต้นของแพลงก์ตอนพืชโดยรวม (Gross primary productivity, GPP) และค่าเฉลี่ยของผลผลิตขั้นต้นสุทธิ (Net primary productivity, NPP) จากแต่ละระดับความลึก และแต่ละเดือน มีการเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ ทั้ง GPP และ NPP มีค่าสูงขึ้น 3 ครั้ง ครั้งแรกในเดือนมิถุนายน 2536 ครั้งที่สองในเดือนตุลาคม 2536 และครั้งที่สามในเดือนเมษายน 2537 และค่าของ GPP และ NPP ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร จะมีค่ามากกว่าที่ระดับความลึก 1.0 เมตร เกือบทุกเดือน (ภาพที่ 2)

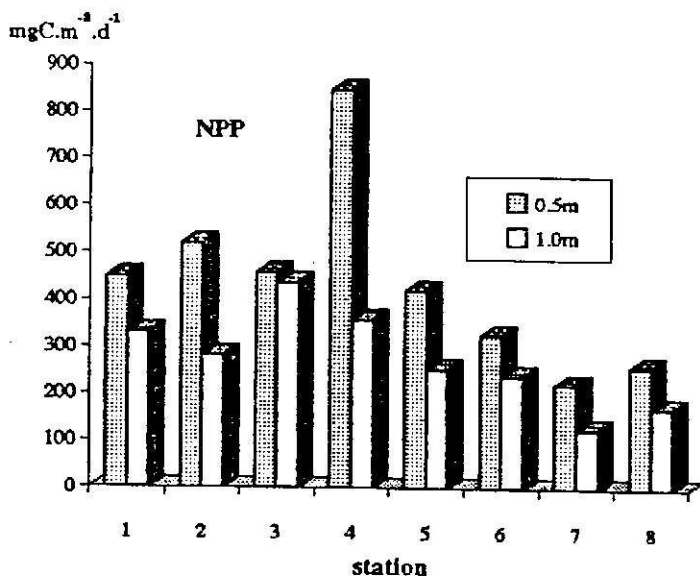
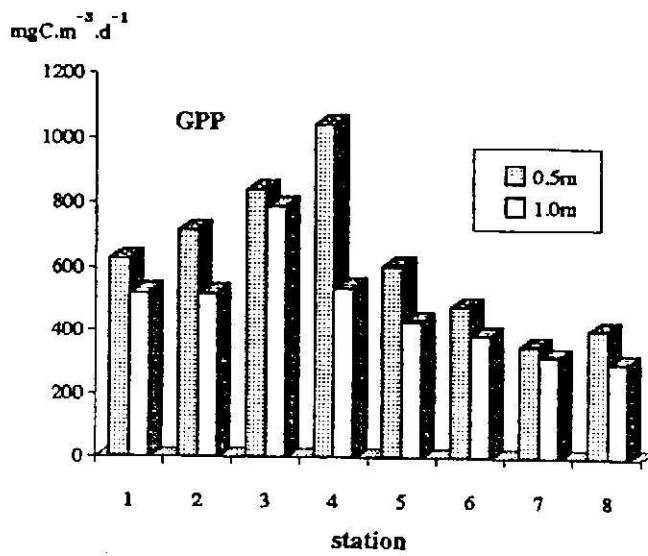
เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของ GPP ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร พบว่ามีค่าสูงสุดในเดือน มิถุนายน 2536 โดยมีค่าเท่ากับ 1,307.59 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน รองลงมา เป็นค่าเฉลี่ยที่พบในเดือนตุลาคม 2536 และเดือนเมษายน 2537 โดยมีค่าเท่ากับ 839.67 และ 715.35 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุดพบในเดือน ธันวาคม 2536 โดยมีค่าเท่ากับ 92.78 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับค่าเฉลี่ยของ GPP ที่ระดับความลึก 1.0 เมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกับที่ระดับความลึก 0.5 เมตร แต่จะมีค่าต่ำกว่าที่ระดับความลึก 0.5 เมตร

ค่าเฉลี่ยของ NPP ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 1.0 เมตร เกือบทุกเดือน ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม 2536 และเดือนสิงหาคม 2536 ซึ่งมีค่าเท่ากันในทั้งสองระดับความลึก ค่าเฉลี่ยของ NPP มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม 2536 โดยมีค่าเท่ากับ 753.01 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน รองลงมาคือเดือนมิถุนายน 2536 และเดือนเมษายน 2537 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 670.69 และ 581.80 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีของ GPP และ NPP ในแต่ละสถานี พบว่า สถานี ที่มีค่าเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีของผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และผลผลิตสุทธิ (NPP) สูงที่สุดได้แก่สถานีที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,043.91 และ 854.64 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีของ GPP และ NPP ต่ำที่สุดในสถานีที่ 7 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 351.9 และ 219.79 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของ GPP และ NPP ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 1.0 เมตร ในทุกสถานีที่สำรวจ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงในรอบปี ของผลผลิตขั้นต้นโดยรวม (GPP) และผลผลิตขั้นต้นสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตขั้นต้นโดยรวม (GPP) และค่าเฉลี่ยของผลผลิตขั้นต้นสุทธิ (NPP) ตลอดทั้งปี ในแต่ละระดับความลึก ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

จากผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งสิ้น 5 ดิวิชัน 39 สกุล ได้แก่ดิวิชัน Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 2 สกุล ดิวิชัน Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) 2 สกุล ดิวิชัน Chrysophyta 1 สกุล ดิวิชัน Bacillariophyta (ไดอะตอม) 24 สกุล และดิวิชัน Pyrrophyta (ไดโนแฟลกเจลเลต) 12 สกุล ดังนี้

Division Cyanophyta

Genus *Oscillatoria*

Spirulina

Division Chlorophyta

Genus *Pediastrum*

Scenedesmus

Division Bacillariophyta

Genus *Amphiphora*

Amphora

Bacteriastrum

Bellerochea

Biddulphia

Campylodiscus

Chaetoceros

Coscinodiscus

Cyclotella

Dictylum

Diploneis

Guinardia

Lauderia

Leptocylindrus

Melosira

Navicula

Nitzchia

Pleurosigma

Rhizosolenia

Surirella

Thalassionema

Genus *Thalassiosira*

Thalassiotrix

Triceratium

Division Chrysophyta

Genus *Dictyocha*

Division Pyrrhophyta

Genus *Ceratium*

Dinophysis

Diplopsalis groups

Gonyaulax

Gymnodinium

Oxytoxum

Peridinium

Prorocentrum

Protoperidinium

Pyrophacus

Scrippsiella

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแพลงก์ตอนพืชโดยรวมในทุกสถานี มีสูงขึ้น 3 ครั้ง คือ ครั้งแรกในเดือนมิถุนายน 2536 ครั้งที่สองในเดือนตุลาคม 2536 และครั้งที่สามในเดือนมกราคม 2537 (ตารางที่ 2) เดือนที่มีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดได้แก่เดือนตุลาคม 2536 โดยมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชโดยรวมในทุกสถานีเท่ากับ $6,877 \times 10^3$ เซลล์ ต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร และสถานีที่พบแพลงก์ตอนพืชอยู่หนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานีที่ 5 ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่กลางทะเลสาบสงขลาตอนล่าง กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่สามารถพบได้บ่อย และมีปริมาณที่ค่อนข้างสูงได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta และดิวิชัน Bacillariophyta โดยในดิวิชัน Cyanophyta สกุลที่พบได้บ่อยได้แก่สกุล *Osillatoria* สำหรับดิวิชัน Bacillariophyta สกุลที่พบได้บ่อยคือพบได้ในทุกเดือน และเกือบทุกสถานีที่สำรวจได้แก่สกุล *Navicula* และ *Nitzschia* แต่สกุลที่อาจพบได้ในปริมาณมากได้แก่สกุล *Chaetoceros* สำหรับแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Pyrrhophyta สามารถพบได้ในทุกเดือนที่สำรวจเช่นกัน แต่อาจพบได้ในเพียงบางสถานี และมีปริมาณความหนาแน่นของเซลล์ไม่มากนัก สกุลที่พบได้บ่อยได้แก่สกุล *Protoperidinium* ส่วนแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Chrysophyta นั้น พบเพียงสกุลเดียวคือสกุล *Dictyocha* ซึ่งพบอยู่เพียงครั้งเดียวในเดือนมกราคม 2537 และพบอยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลง และความชุกชุมของเพลงก็ต่อนปีช ในแต่ละเดือนของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง
(เซลล์ ต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร)

เดือน	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5	สถานีที่ 6	สถานีที่ 7	สถานีที่ 8	รวม
พฤษภาคม 2537	1,022	92	39	0	89	451	92	1,215	3,000
มิถุนายน 2537	1,871	12,672	153,059	25,164	12,179	4,281	108	5,165	214,499
กรกฎาคม 2537	4,768	1,255	865	1,568	1,691	530	1,669	0	12,346
สิงหาคม 2537	10,393	800	652	1,493	9,107	3,902	6,089	657	33,093
กันยายน 2537	1,474	1,240	8,241	3,061	12,148	2,998	3,771	5,790	38,723
ตุลาคม 2537	6,560	141,494	0	456	6,711,980	14,230	1,491	551	6,876,762
พฤศจิกายน 2537	336	380	88	39	2,080	4,488	168	0	7,579
ธันวาคม 2537	95	156	155	96	96	508	2,409	1,178	4,693
มกราคม 2538	4,618	6,196	21,304	165	1,431	0	301	378	34,393
กุมภาพันธ์ 2538	1,112	1,131	1,274	5,403	144	1,205	400	458	11,127
มีนาคม 2538	1,775	2,024	417	6,898	645	2,776	883	897	16,315
เมษายน 2538	336	688	1,092	1,764	874	2,707	20,033	0	27,494
รวม	34,360	168,128	187,186	46,107	6,752,464	38,076	37,414	16,289	

สำหรับเพลงก่ตอนสัตว์ที่ตรวจพบในการศึกษาครั้งนี้มีอยู่น้อยมาก ทั้งในแง่ของชนิดและความหนาแน่น ทำให้ผลการศึกษาที่ได้ไม่เพียงพอต่อการตรวจหาความชุกชุม หรือการเปลี่ยนแปลงในรอบปีได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากปริมาณน้ำที่เก็บมาเพื่อกรองเพลงก่ตอนพืช และเพลงก่ตอนสัตว์น้อยเกินไป ซึ่งทำให้แม้ว่าจะสามารถตรวจวิเคราะห์เพลงก่ตอนพืชได้ แต่ก็ไม่เพียงพอต่อการตรวจวิเคราะห์สำหรับเพลงก่ตอนสัตว์

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตขั้นต้นในทะเลสาบสงขลา

จากผลการศึกษาค่าเฉลี่ยทั้งปีของผลผลิตขั้นต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวันมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน รองลงมาในเดือนตุลาคม และเมษายน ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยทั้งปีของผลผลิตขั้นต้นสุทธิต่อวันมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม รองลงมาในเดือนมิถุนายน และเมษายน ตามลำดับ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างนี้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนเมษายน-กลางเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงกลางเดือนตุลาคม-มีนาคม (อำพัน เหลือสินทรัพย์ และคณะ 2529, ไชยา รัชนี้ 2534) อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะทำให้มีฝนตกชุก น้ำฝนที่ตกลงมาจะทำให้เกิดน้ำไหลป่าพัดพาสารอาหารต่างๆ ทั้งจากชุมชนโดยรอบบริเวณเมืองสงขลา และหาดใหญ่ และจากพื้นที่เกษตรกรรม หรือพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งสารอาหารต่างๆ เหล่านี้ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส นอกจากนี้ยังทำให้มีกระแสลมพัดแรง ทำให้มีการผสมกันของมวลน้ำเกิดขึ้นได้ดีกว่า และจากผลการศึกษาที่ได้พบว่า ค่าของผลผลิตขั้นต้นมีค่าสูงในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อำพัน เหลือสินทรัพย์ และคณะ (2529) แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีผลต่อผลผลิตขั้นต้นในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมากกว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แม้กระนั้นก็ตาม จากผลการศึกษาพบว่าในเดือนธันวาคม แม้จะเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในรอบปี แต่ก็ให้ค่าผลผลิตขั้นต้นต่ำที่สุดด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำฝนที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างได้พัดพาเอาตะกอนดินลงสู่ทะเลสาบด้วย ทำให้น้ำในเดือนธันวาคมนี้ขุ่นมากที่สุด และมีความเค็มต่ำมากที่สุดด้วยเช่นกัน โดยค่าความเค็มอยู่ในระดับ 0 ส่วนในพันส่วนทั่วทั้งทะเลสาบ หรือก็คือสภาพน้ำในทะเลสาบทั้งหมดเป็นน้ำจืด ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ เป็นผลให้ผลผลิตขั้นต้นลดลงได้ (Ryan 1991, Guildford *et al.* 1987, Devassy & Goes 1989) แม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่สูงมากกว่าเดือนอื่นๆ ก็ตาม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมกับผลผลิตขั้นต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ของทั้งสองระดับความลึกตลอดระยะเวลาที่ศึกษา พบว่าไม่มีปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งมีผลต่อผลผลิตขั้นต้นในทะเลสาบสงขลาตอนล่างได้อย่างเด่นชัด แม้ว่าจะเคยมีรายงานว่าอุณหภูมิ และความเป็นกรด-เบส จะมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับผลผลิตขั้นต้นสุทธิ และผลผลิตโดยรวม (Verma & Mohanty 1994) แต่ก็ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้

การเปลี่ยนแปลงของเพลงก่ตอนพีชและเพลงก่ตอนสัตว์

ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง เป็นส่วนที่มีทางเปิดติดต่อกับทะเลด้านอ่าวไทย ทำให้น้ำในทะเลสาบมีคุณลักษณะเฉพาะแตกต่างไปจากทะเลสาบน้ำจืด หรือน้ำเค็มทั่วไป โดยน้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างนี้ จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลที่เกิดจากน้ำขึ้น-น้ำลง ในแต่ละวัน และยังได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลสาบอีกด้วย อันเป็นผลทำให้น้ำในทะเลสาบมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ทั้งในแง่ของบริเวณ และในแง่ของเวลา ซึ่งปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ เหล่านี้ ก็จะส่งผลไปยังการเปลี่ยนแปลงความซุกซุ่ม และองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างนี้

จากผลการศึกษา การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของเพลงก่ตอนพีชในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง พบว่าเพลงก่ตอนพีชมีความซุกซุ่มมากที่สุดในช่วงปลายฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงต้นของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (กันยายน ถึง ตุลาคม) ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มจะมีฝนตกลงมาบ้าง ทำให้น้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลสาบพัดพาเอาสารอาหาร ลงสู่ทะเลสาบด้วย แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกชุก ปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีมากขึ้น จนบางครั้งทำให้น้ำในทะเลสาบสงขลาตอนล่างทั้งหมดเป็นน้ำจืด (เดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม) พบว่าความซุกซุ่มของเพลงก่ตอนพีชจะลดลงอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่มีน้ำจืดไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ได้พัดพาเอาตะกอนตกสู่ทะเลสาบมากขึ้นด้วย ทำให้น้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีความขุ่นมาก ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเพลงก่ตอนพีช เพราะทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ เสาวภา อังสุภาณีช และ Yusho Aruga (2537)

อย่างไรก็ตาม จำนวนชนิดของเพลงก่ตอนพีชรวมทุกดิวิชันที่พบในการศึกษาค้างนี้ พบว่ามีน้อยกว่าที่เคยรายงานไว้โดย ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และคณะ (2521) ซึ่งพบในทะเลสาบสงขลาทั้งตอนในและตอนนอกรวม 117 สกุล และน้อยกว่ารายงานของเสาวภา อังสุภาณีช และ Yusho Aruga (2537) ที่พบจากทะเลสาบสงขลาตอนล่างรวม 97 สกุล แม้ว่าจำนวนสกุลที่พบในการศึกษาค้างนี้มีน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมา แต่โตอะตอมก็ยังคงเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนความซุกซุ่มของเพลงก่ตอนพีชในแต่ละกลุ่มนั้น ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม และคุณสมบัติของน้ำ

สำหรับผลการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของเพลงก่ตอนสัตว์ในทะเลสาบสงขลาตอนล่างในครั้งนี้นั้น พบว่ามีเพลงก่ตอนสัตว์อยู่ในตัวอย่างที่เก็บน้อยมาก จนไม่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการเก็บตัวอย่างในลักษณะเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างเพลงก่ตอนพีชไม่สามารถนำมาใช้ได้ เพราะทำให้ได้ปริมาณน้ำที่นำมาตรวจน้อยเกินไป ดังนั้นถ้าต้องการตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของเพลงก่ตอนสัตว์จึงควรเก็บตัวอย่างน้ำให้มากกว่าการศึกษาค้างนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ไชยา รัชนิย์. 2534. แนวโน้มคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
2. พูนสิน พานิชสุข และ สวัสดิ์ ช่างประเสริฐ. 2513. ผลการศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลา. รายงานประจำปี 2513. สถานีประมงทะเลสงขลา กรมประมง. หน้า 262-280.
3. ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์, จุฬภรณ์ รัตนชัย, สุจิตรา กระบวนรัตน์, ธิดา เพชรมณี และ สุชาติ วิเชียรสวรรค์. 2521. การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลา. สถานีประมงจังหวัดสงขลา. กรมประมง. หน้า 341-361.
4. สมภพ อินทสุวรรณ. 2525. รายงานวิจัยเรื่อง สาหร่ายในทะเลสาบสงขลา (ตอนนอก). ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. 116 หน้า.
5. เสาวภา อังสุพานิช และ Yusho Aruga. 2537. แพลงก์ตอน. รายงานการวิจัยเรื่อง พลวัตของระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ประเทศไทยทางใต้. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. หน้า 71-98.
6. อำพัน เหลือสินทรัพย์, คณิต ไชยคำ และไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์. 2529. การประเมินผลผลิตขั้นต้น เพื่อประเมินศักยภาพการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา. รายงานวิชาการที่ สจ/28/2 สถานีวิจัยประมงทะเล กรมประมง. หน้า 1-118.
7. Devassy, V. P. & J. I. Goes. 1989. Seasonal patterns of phytoplankton biomass and productivity in a Tropical Estuarine Complex (West Coast of India). *Proc. Indian. Acad. Sci. Plant Sci.* 99:485-501.
8. Guildford, S. J., F. P. Healey & R. E. Hecky. 1987. Depression of primary production by humic matter and suspended sediment in limnological experiments at Southern Indian Lake, Northern Manitoba. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44:1408-1417.
9. Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon press, Oxford.
10. Ryan, P. A. 1991. Environmental effects of sediment on New Zealand Streams : A review. *N. Z. J. mar. freshwat. Res.* 25:207-222.
11. Strickland, J. H. & T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2nd edition. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 309 p.

12. Verma, J. P. & R. C. Mohanty. 1994. Primary productivity and its correlation with certain selected physio-chemical and biocommunity parameters. *Environ. Ecol.* 12:625-629.
13. Wetzel, R.G. & G. E. Likens. 1979. *Limnological analysis*. W. B. Sauanders, Philadelphia.

ภาคผนวก

ปัจจัยสภาพแวดล้อมในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	29.33 a	29.00 b	29.67 b	28.50 a	29.17 ab	29.17 a	28.67 ab	28.50 bc
มิ.ย. 36	29.67 a	30.33 a	31.00 a	28.83 a	29.50 a	29.17 a	29.50 a	30.17 a
ก.ค. 36	27.67 b	28.17 b	28.33 c	29.33 a	28.33 b	28.00 b	28.00 bc	29.33 ab
ส.ค. 36	26.67 c	26.00 cd	27.33 de	26.50 bcd	25.83 e	26.17 c	25.33 de	26.17 de
ก.ย. 36	26.17 c	25.67 cd	26.00 f	26.33 cd	26.17 de	26.17 c	25.67 d	26.33 d
ต.ค. 36	26.50 c	25.83 cd	25.83 fg	26.33 cd	25.33 ef	25.50 cde	25.33 de	26.00 de
พ.ย. 36	26.33 c	25.50 d	25.67 fg	25.83 d	25.33 ef	25.17 de	26.00 d	26.00 de
ธ.ค. 36	25.00 d	25.33 d	25.00 gh	23.33 f	23.67 g	26.00 cd	26.00 d	25.33 ef
ม.ค. 37	25.00 d	25.33 d	24.33 h	24.67 e	24.83 f	24.67 e	24.67 e	24.67 f
ก.พ. 37	26.33 c	26.50 c	25.83 fg	26.83 bc	26.17 de	25.17 de	25.83 d	26.00 de
มี.ค. 37	26.83 bc	26.50 c	26.50 ef	27.17 bc	27.00 cd	26.33 c	26.17 d	26.83 d
เม.ย. 37	27.00 bc	25.83 cd	28.00 cd	27.33 b	27.17 c	26.33 c	27.17 c	28.17 c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	7.66 abc	7.39 bcd	7.61 a-d	7.73 bc	7.14 de	7.45 c	7.99 a	7.60 bc
มิ.ย. 36	8.02 a	8.13 a	7.72 abc	7.42 cd	8.27 a	8.24 a	7.10 cde	7.92 b
ก.ค. 36	7.79 ab	7.49 bc	7.36 cd	7.14 de	7.03 e	7.74 bc	6.78 e	6.74 f
ส.ค. 36	7.23 de	6.85 e	7.22 d	8.51 a	7.37 cde	7.90 ab	7.22 bcd	8.34 a
ก.ย. 36	7.44 bcd	7.37 bcd	7.49 bcd	7.75 bc	7.86 b	7.55 bc	6.92 de	7.38 cd
ต.ค. 36	7.75 ab	7.75 b	7.73 abc	7.56 bc	7.55 bc	7.44 c	7.04 cde	6.93 ef
พ.ย. 36	6.94 e	7.19 cde	7.44 bcd	6.86 e	7.03 e	6.97 d	7.42 bc	7.05 def
ธ.ค. 36	7.34 cd	7.09 de	7.36 cd	6.99 e	7.06 de	7.46 c	7.22 bcd	7.21 cde
ม.ค. 37	6.28 f	6.18 f	7.96 a	7.77 bc	7.54 bc	7.78 bc	7.42 bc	7.43 cd
ก.พ. 37	7.78 ab	7.45 bcd	7.69 abc	7.42 cd	7.45 cd	7.62 bc	7.54 b	7.43 cd
มี.ค. 37	7.93 a	7.64 b	7.65 abc	7.59 bc	7.59 bc	7.63 bc	7.58 b	7.31 cde
เม.ย. 37	7.84 ab	7.69 b	7.83 ab	7.94 b	7.07 de	7.63 bc	7.56 b	7.11 def

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ความเค็มเฉลี่ย (ppt) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	27.33 f	23.33 e	14.00 e	3.67 gh	9.67 e	5.33 g	0.00 f	0.33 fg
มิ.ย. 36	30.67 de	18.67 f	10.00 f	4.67 g	5.00 g	4.00 h	0.00 f	0.00 g
ก.ค. 36	30.00 e	30.67 b	23.67 c	9.33 e	24.00 b	24.67 b	13.33 c	4.33 d
ส.ค. 36	36.00 a	35.00 a	34.33 a	28.67 a	31.00 a	31.00 a	27.67 a	21.67 a
ก.ย. 36	34.67 b	34.67 a	33.33 a	26.33 b	25.00 b	32.00 a	22.67 b	20.67 a
ต.ค. 36	23.00 g	19.33 f	16.00 d	11.67 d	12.00 d	14.67 d	12.67 c	11.33 b
พ.ย. 36	2.00 j	1.00 i	2.67 h	2.67 h	2.00 h	1.33 i	1.00 ef	1.67 e
ธ.ค. 36	0.00 k	0.00 i	0.00 i	0.00 i	0.00 i	0.00 j	0.00 f	0.00 g
ม.ค. 37	32.67 c	24.67 d	13.67 e	8.00 f	8.00 f	9.33 e	9.67 d	3.33 d
ก.พ. 37	12.67 i	9.33 h	6.33 g	3.00 h	1.00 hi	3.00 h	1.67 e	0.00 g
มี.ค. 37	31.33 d	26.00 c	26.67 b	16.00 c	15.67 c	20.33 c	9.33 d	8.00 c
เม.ย. 37	15.33 h	11.33 g	14.33 e	2.67 h	5.00 g	6.67 f	2.00 e	1.33 ef

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ความลึกเฉลี่ย(m) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	1.28 f	1.27 e	1.27 e	1.28 d	1.32 fg	1.22 ef	1.10 ef	1.78 b
มิ.ย. 36	1.47 de	1.43 cd	1.27 e	1.08 e	1.07 h	1.00 g	1.00 f	1.20 f
ก.ค. 36	1.37 ef	1.10 f	1.35 de	1.10 e	1.20 gh	1.10 fg	1.00 f	1.48 de
ส.ค. 36	1.42 ef	1.53 bc	1.38 cde	1.42 cd	1.35 ef	1.33 de	1.15 ef	1.52 de
ก.ย. 36	1.60 cd	1.45 c	1.35 de	1.43 cd	1.40 def	1.35 de	1.13 ef	1.40 e
ต.ค. 36	1.42 ef	1.50 bc	1.57 b	1.63 b	1.68 b	1.54 bc	1.45 bc	1.57 cd
พ.ย. 36	1.68 bc	1.29 de	1.57 b	1.60 b	1.63 bc	1.59 b	1.48 b	1.59 cd
ธ.ค. 36	2.74 a	1.78 a	1.77 a	2.15 a	2.18 a	1.83 a	1.82 a	2.08 a
ม.ค. 37	1.50 de	1.65 eb	1.50 bcd	1.63 b	1.73 b	1.51 bc	1.32 cd	1.72 bc
ก.พ. 37	1.50 de	1.27 e	1.32 e	1.51 bc	1.63 bc	1.41 cd	1.21 de	1.50 de
มี.ค. 37	1.67 bc	1.42 cd	1.41 cde	1.51 bc	1.53 cd	1.46 bcd	1.21 de	1.47 de
เม.ย. 37	1.80 b	1.53 bc	1.53 bc	1.42 cd	1.49 cde	1.40 cd	1.18 de	1.60 cd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย(mg/l) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	57.57 c	45.67 d	33.00 cde	18.33 de	14.67 ef	22.00 f	21.33 def	28.00 def
มิ.ย. 36	56.33 c	15.33 f	37.33 cde	61.33 a	29.00 cde	55.67 b	29.33 def	33.00 de
ก.ค. 36	81.00 b	80.00 c	69.33 a	31.33 bcd	44.67 c	48.67 bcd	31.33 de	24.33 def
ส.ค. 36	37.00 d	23.67 ef	30.33 de	16.67 de	32.67 cde	29.00 ef	23.00 def	16.67 ef
ก.ย. 36	23.33 de	18.00 f	27.00 de	25.33 cde	15.33 ef	31.67 def	33.00 d	12.33 f
ต.ค. 36	25.00 de	10.00 f	66.00 ab	10.33 e	34.33 cd	27.33 ef	11.00 f	12.33 f
พ.ย. 36	59.00 bc	211.67 a	29.33 de	39.33 bc	37.00 c	52.67 bc	37.67 d	29.00 def
ธ.ค. 36	70.33 bc	145.67 b	78.67 a	71.33 a	68.67 a	123.67 a	83.00 c	96.67 b
ม.ค. 37	132.33 a	67.67 c	50.00 bc	44.00 b	52.67 ab	14.00 f	120.00 b	52.67 c
ก.พ. 37	33.33 d	38.67 de	20.00 e	32.67 bcd	46.33 bc	55.33 b	150.67 a	143.67 a
มี.ค. 37	67.67 bc	25.00 ef	43.00 cd	10.67 e	16.67 def	32.33 def	13.33 ef	17.00 ef
เม.ย. 37	15.00 e	15.67 f	35.00 cde	23.67 cde	7.67 f	41.33 cde	26.00 def	41.00 cd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย ($\mu\text{g-at N/l}$) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	0.095 de	0.155 de	0.133 ef	0.103 f	0.088 f	0.073 e	0.214 e	0.177 g
มิ.ย. 36	0.647 c	0.522 cd	0.428 cde	0.789 cd	0.325 def	0.524 d	0.915 d	0.885 e
ก.ค. 36	0.477 cd	0.533 cd	0.028 f	0.249 ef	0.125 ef	0.035 e	0.358 e	0.526 efg
ส.ค. 36	0.076 de	0.062 e	0.553 bcd	0.699 cd	0.512 de	0.443 d	0.588 de	0.727 ef
ก.ย. 36	0.342 cde	0.354 cde	0.383 c-f	0.897 cd	0.568 d	0.429 d	0.603 de	0.481 fg
ต.ค. 36	0.340 cde	0.204 de	0.721 bc	0.558 de	0.374 def	0.605 d	0.360 e	0.190 g
พ.ย. 36	1.543 b	2.269 b	0.871 b	1.479 b	1.393 c	1.479 b	1.482 c	1.253 d
ธ.ค. 36	2.769 a	5.221 a	3.709 a	1.785 ab	1.785 b	3.818 a	2.833 b	3.995 b
ม.ค. 37	0.000 e	0.009 e	0.211 def	0.185 ef	0.189 def	0.030 e	0.203 e	0.296 g
ก.พ. 37	0.517 c	0.715 c	0.444 cde	0.987 c	2.421 a	1.099 c	3.219 a	6.974 a
มี.ค. 37	0.245 cde	0.172 de	0.603 bcd	0.510 de	0.477 def	0.715 d	0.490 e	0.477 fg
เม.ย. 37	0.330 cde	0.540 cd	0.744 bc	1.880 a	0.203 def	1.242 bc	1.649 c	2.765 c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย ($\mu\text{g-at N/l}$) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	0.538 b	0.819 d	0.496 c	0.499 gh	0.499 cd	0.391 de	0.531 d	1.313 c
มิ.ย. 36	1.247 b	1.175 d	0.802 bc	1.361 fgh	0.666 cd	0.738 de	1.326 d	1.634 c
ก.ค. 36	0.539 b	0.592 d	0.719 bc	6.847 c	1.270 bcd	0.764 de	0.522 d	0.686 c
ส.ค. 36	0.570 b	0.463 d	0.730 bc	1.499 fg	0.854 cd	0.589 de	0.642 d	1.152 c
ก.ย. 36	0.741 b	0.846 d	1.047 bc	1.998 f	0.855 cd	0.681 de	0.846 d	0.576 c
ต.ค. 36	0.685 b	0.304 d	1.750 b	5.221 d	4.170 a	1.202 cde	1.430 d	0.989 c
พ.ย. 36	4.942 a	11.678 b	1.725 b	3.463 e	2.021 b	2.136 bc	3.896 b	1.588 c
ธ.ค. 36	5.517 a	20.480 a	7.803 a	19.741 a	4.162 a	5.106 a	4.087 b	10.473 a
ม.ค. 37	0.420 b	0.372 d	0.372 c	0.266 h	0.310 d	0.143 e	0.567 d	0.611 c
ก.พ. 37	1.010 b	1.105 d	0.785 bc	1.570 fg	3.758 a	2.877 b	6.947 a	10.698 a
มี.ค. 37	0.971 b	1.207 d	0.988 bc	1.465 fg	1.654 bc	0.945 de	0.776 d	0.987 c
เม.ย. 37	1.440 b	3.572 c	1.218 bc	13.571 b	0.477 cd	1.473 cd	2.669 c	4.452 b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ย (mg P/l) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	0.036 f	0.063 g	0.046 d	0.055 e	0.031 ef	0.057 e	0.105 de	0.082 f
มิ.ย. 36	0.185 e	0.085 fg	0.066 cd	0.064 e	0.041 ef	0.068 de	0.121 de	0.173 def
ก.ค. 36	0.020 f	0.046 g	0.036 d	0.085 de	0.027 ef	0.035 e	0.050 e	0.255 cd
ส.ค. 36	0.102 ef	0.078 fg	0.109 bcd	0.114 cde	0.097 def	0.126 cde	0.103 de	0.091 f
ก.ย. 36	0.117 ef	0.159 efg	0.175 bc	0.193 cd	0.128 cde	0.181 cd	0.180 d	0.106 ef
ต.ค. 36	0.131 ef	0.181 ef	0.133 bcd	0.147 cde	0.130 cde	0.143 cde	0.173 d	0.137 ef
พ.ย. 36	0.332 c	0.950 b	0.094 bcd	0.203 cd	0.220 bc	0.139 cde	0.041 e	0.108 ef
ธ.ค. 36	0.565 a	1.309 a	0.427 a	0.348 a	0.157 cd	0.493 a	0.390 c	0.430 b
ม.ค. 37	0.198 de	0.205 de	0.200 b	0.187 cd	0.298 b	0.047 e	0.506 b	0.363 bc
ก.พ. 37	0.300 cd	0.418 c	0.200 b	0.312 ab	0.594 a	0.437 a	0.789 a	0.977 a
มี.ค. 37	0.445 b	0.289 d	0.347 a	0.212 bc	0.202 bcd	0.290 b	0.212 d	0.212 de
เม.ย. 37	0.038 f	0.063 g	0.100 bcd	0.169 cde	0.000 f	0.200 bc	0.200 d	0.328 bc

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ปริมาณซิลิกาละลาย (µg-at Si/l) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	10.871 fg	8.423 g	26.180 f	56.615 f	13.918 f	29.204 g	66.351 e	87.948 e
มิ.ย. 36	15.238 ef	28.721 d	58.048 e	78.013 a	70.190 d	76.861 d	105.274 c	106.001 d
ก.ค. 36	8.142 fg	10.212 g	11.365 g	74.571 e	33.927 e	24.529 g	39.219 fg	105.478 d
ส.ค. 36	11.294 fg	13.523 fg	17.365 g	53.619 g	12.500 f	22.076 g	26.133 h	44.774 g
ก.ย. 36	4.356 g	5.989 g	13.749 g	41.892 h	27.735 e	23.958 g	34.123 g	36.541 h
ต.ค. 36	24.444 d	24.006 e	86.229 c	80.572 e	87.205 c	93.737 c	45.151 f	80.337 f
พ.ย. 36	119.749 a	165.628 a	122.299 a	128.159 c	122.058 b	125.254 a	119.577 b	117.991 c
ธ.ค. 36	105.124 b	141.445 b	102.487 b	141.479 b	92.238 c	94.175 c	99.516 c	110.699 cd
ม.ค. 37	18.639 de	20.145 ef	25.380 f	75.554 e	89.053 c	68.116 e	79.583 d	112.917 cd
ก.พ. 37	64.075 c	75.286 c	78.611 d	98.942 d	139.362 a	114.060 b	141.899 a	145.362 b
มี.ค. 37	19.268 de	38.865 d	31.026 f	41.797 h	64.523 d	53.226 f	77.236 d	92.321 e
เม.ย. 37	63.544 c	77.884 c	75.697 d	168.582 a	134.310 a	117.295 b	148.859 a	157.366 a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เอลล์ (mg . m⁻³) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	3.990 efg	3.953 ef	2.901 d	3.862 f	1.677 f	1.224 g	1.430 e	1.972 e
มิ.ย. 36	5.727 cde	7.085 cd	8.329 c	7.654 e	3.534 f	2.932 efg	2.968 e	4.811 d
ก.ค. 36	2.346 gh	2.855 fg	2.246 d	6.836 e	1.462 f	2.935 efg	1.939 e	1.439 e
ส.ค. 36	2.798 gh	2.256 fg	3.309 d	3.861 f	6.497 e	3.024 efg	2.134 e	1.531 e
ก.ย. 36	5.287 def	5.377 de	3.636 d	3.714 f	2.935 f	3.803 ef	3.046 e	4.573 d
ต.ค. 36	7.833 c	6.059 de	3.264 d	11.791 d	13.396 c	3.253 efg	2.665 e	3.559 de
พ.ย. 36	11.887 b	20.871 a	11.023 b	8.386 e	8.560 de	10.571 c	6.848 d	10.739 c
ธ.ค. 36	25.742 a	13.762 b	35.115 a	17.485 c	28.461 a	39.788 a	37.024 a	34.435 a
ม.ค. 37	5.808 cde	12.488 b	7.274 c	22.353 b	10.285 d	4.766 e	10.888 c	15.186 b
ก.พ. 37	6.529 cd	8.378 c	11.117 b	17.834 c	17.677 b	21.184 b	21.479 b	16.022 b
มี.ค. 37	3.507 fgh	2.331 fg	3.034 d	7.649 e	1.507 f	1.980 fg	1.835 e	4.323 d
เม.ย. 37	1.526 h	1.526 g	2.736 d	26.117 a	7.255 e	6.911 d	10.044 c	11.051 c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT