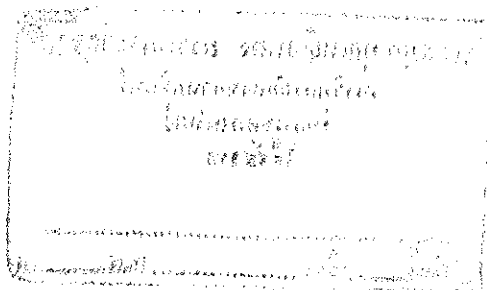




ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลาตอนนอก
 Primary Productivity of Phytoplankton in Lower Songkhla Lake

ธีรพล ทองเพชร
 Teerapol Thongphet



วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2540

เลขหมู่ 0K933 นบ. 2540 ค. 2
 Bib Key 205.059

(1)

Thesis Title Primary Productivity of Phytoplankton in Lower Songkhla Lake
Author Mr. Teerapol Thongphet
Major Program Environmental Management
Academic Year 1996

Abstract

The objectives of this research undertaken in Lower Songkhla Lake were to investigate on primary productivity of phytoplankton, seasonal variation and the relationship between primary productivity and involving environmental factors during May 1993 - April 1994. The data was obtained from eight stations by the light and dark bottle oxygen method.

The range of gross primary productivity (GPP) at 0.5 metre depth was 59.86 - 3793.4 $\text{mgC.m.}^{-3} \text{d}^{-1}$, the highest mean were recorded in June at Station 4, and the lowest mean in December at Station 7. The net primary productivity (NPP) ranged from 0-1981.34 $\text{mgC.m.}^{-3} \text{d}^{-1}$, the highest mean were recorded in October at Station 4, and the lowest mean was obtained from the same month and station as the GPP.

At 1.0 metre depth, the GPP ranged from 59.86 - 3378.23 $\text{mgC.m.}^{-3} \text{d}^{-1}$, the highest mean were recorded in June at Station 3, and the lowest mean in December at Station 8. The NPP ranged from 0-1011.21 $\text{mgC.m.}^{-3} \text{d}^{-1}$, the highest mean and the lowest mean was obtained from the same month and station as the GPP.

The two depth average of NPP and involving environmental factors showed lowly significant and insignificant correlation. The primary productivity of phytoplankton in this research was tended to be high comparing to those reported earlier from other waters and previous studies.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุความสำเร็จได้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลต่อไปนี้เป็นอย่างสูง
ผศ.ดร. ปิติวงษ์ ตันติโชค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. พิมพรรณ ตันสกุล
และ ผศ.ดร. พรศิลป์ ผลพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือและ
ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยดีตลอดมา

คุณอำนวย แซ่อ่อง ผู้ทำให้การเก็บข้อมูลตลอดทั้งสิบสองเดือนบรรลุตามกำหนดผู้
ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และนำพาฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ

คุณบรรเทา จันทร์พุ่ม นักวิจัยจากหน่วยวิจัยและพัฒนาการเกษตร สงขลา ผู้ให้คำ
ปรึกษาแนะนำด้านการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและการนำเสนอ

อาจารย์อึ้ง บุญยประสาท ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรกรรมพัทลุง ในฐานะผู้
บังคับบัญชาต้นสังกัดที่ให้การสนับสนุน

คณะกรรมการควบคุมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาเสนอแนะแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อ
ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

คณาจารย์และบุคลากรภาควิชาชีววิทยาที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่างๆ
ในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

คุณพ่อคุณแม่ ครอบครัว และบุคคลผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้เอื้อนามไว้ ณ ที่นี้ซึ่งให้
การสนับสนุน ช่วยเหลือแบ่งเบาภาระต่างๆ และเป็นกำลังใจให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง
ไปได้ด้วยดี

และขอขอบคุณมูลนิธิมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

ธีรพล ทองเพชร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการภาพประกอบ	(8)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	14
2 วิธีการวิจัย	15
วัสดุอุปกรณ์	15
วิธีดำเนินการวิจัย	16
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	27
3 ผล	28
4 บทวิจารณ์และสรุป	90
บรรณานุกรม	100
ภาคผนวก	111
ประวัติผู้เขียน	138

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1 บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง	17
2 วิธีวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้น	25
3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ในแต่ละเดือน ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวัน เฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ	96
4 ค่าผลผลิตเบื้องต้นจากการศึกษาที่ผ่านมาในบริเวณต่าง ๆ	97

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนที่ที่ตั้งทะเลสาบสงขลาตอนนอก	2
2 ตำแหน่งที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่าง	18
3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 3	19
4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 - 6	20
5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 - 8	21
6 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณปากอ่าว ตรงข้ามวัดแหลมทราย อ. เมือง จ. สงขลา	30
7 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน	31
8 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม	32
9 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อ. เมือง จ. สงขลา	33
10 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม	35
11 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในเดือนกันยายน	36
12 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านสวนใหม่ ต. เกาะยอ อ. เมือง จ. สงขลา	37
13 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในเดือนพฤษภาคม	39

ภาพประกอบ	หน้า
14 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณหน้าแหลมโพธิ์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	40
15 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณกลางทะเลสาบสงขลาตอนนอก	42
16 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมีนาคม	43
17 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกุมภาพันธ์	44
18 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมกราคม	45
19 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณบ้านสะทิงหม้อ อ. สิงหนคร จ. สงขลา	47
20 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกรกฎาคม	49
21 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณบ้านปากบาง อ. รัตภูมิ จ. สงขลา	50
22 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนสิงหาคม	51
23 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณปากคลองปากกรอ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา	53
24 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนเมษายน	55

ภาพประกอบ	หน้า
25 ผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันเฉลี่ยทั้งปี ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	56
26 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก เฉลี่ยทุกจุดเก็บตัวอย่าง	58
27 อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	60
28 อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	61
29 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับอุณหภูมิ	62
30 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับความเป็นกรด-เบส	62
31 ความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	63
32 ความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	64
33 ความเค็มเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1- 4	66
34 ความเค็มเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	67
35 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับความเค็ม	68
36 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับความลึก	68
37 ความลึกเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	69
38 ความลึกเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	70
39 ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	72
40 ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	73
41 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณของแข็งแขวนลอย	74
42 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณไนโตรเจน	74

ภาพประกอบ	หน้า
43 ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	75
44 ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	76
45 ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	78
46 ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	79
47 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณไนเตรท	80
48 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณฟอสเฟต	80
49 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	82
50 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	83
51 ปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	84
52 ปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	85
53 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณซิลิเกต	87
54 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ย ทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ	87
55 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 4	88
56 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 - 8	89

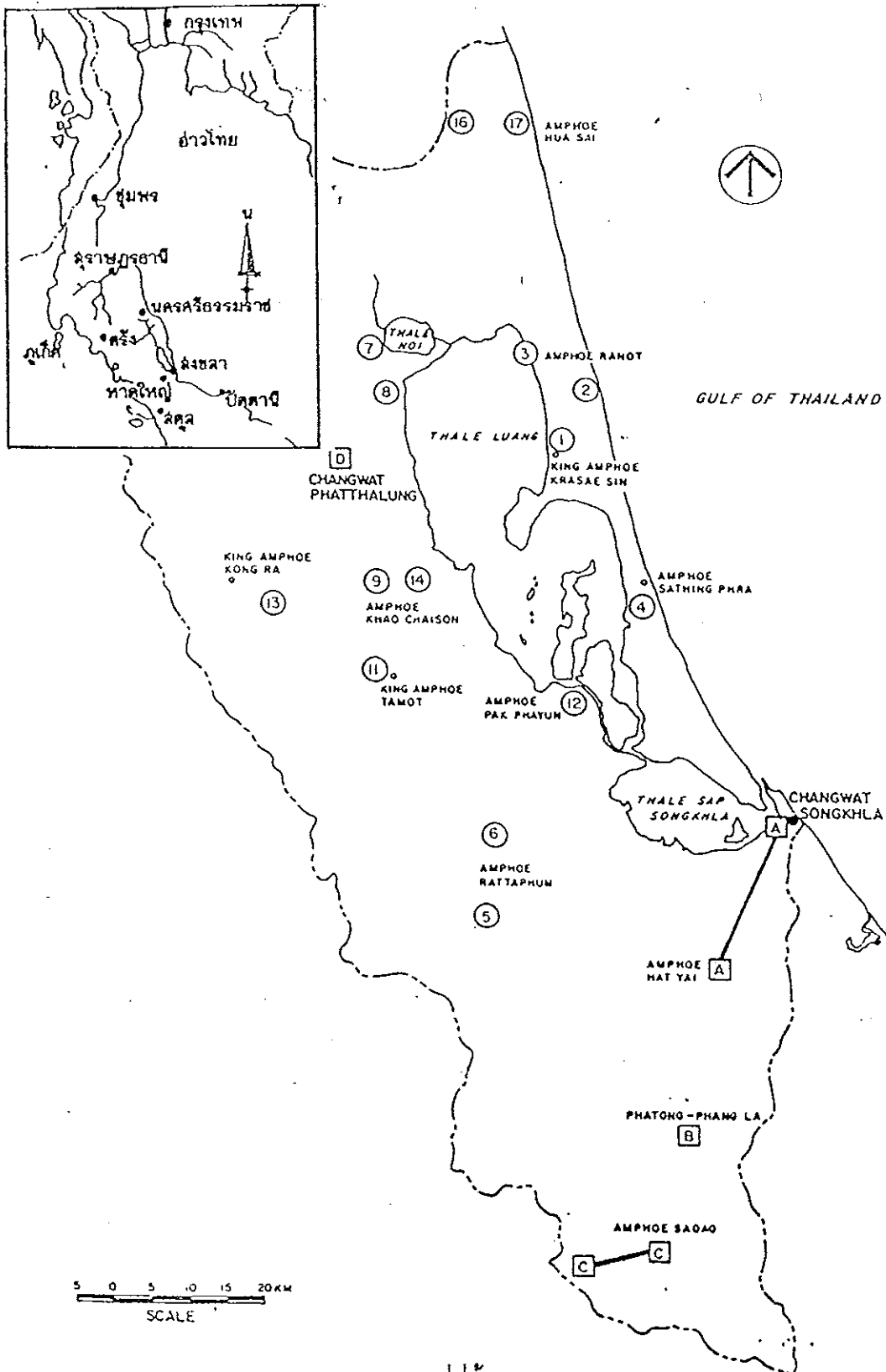
บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ทะเลสาบสงขลาตอนนอก หรือ ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (Lower Songkhla Lake) หรือเรียกว่า ทะเลสาบสงขลา (Songkhla Lake) เป็นตอนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาที่อยู่บริเวณล่างสุด มีขนาดพื้นที่ประมาณ 223 ตารางกิโลเมตร ติดต่อกับอ่าวไทยโดยมีทางเปิดออกสู่อ่าวไทย บริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นทางเปิดแคบๆ (ภาพประกอบ 1) แหล่งน้ำตอนนี้มีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย มีอาณาเขตตั้งแต่ช่วงปากทะเลสาบไปถึงช่องแคบปากจรอ อยู่ภายใต้อิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงของน้ำทะเลในอ่าวไทย (เริงชัย ต้นสกุล, 2535 : 40) บริเวณตั้งแต่ตำบลหัวเขาแดงถึงเกาะยอ ความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 25-28 ส่วนในพันส่วน (ppt) โดยจะมีสภาพเป็นน้ำจืดในฤดูฝนแต่จะคงอยู่ได้ไม่นานเนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง พื้นทะเลสาบมีลักษณะเป็นทรายโคลนเล็กน้อยจนถึงลักษณะโคลนปนทราย ในบริเวณที่ถัดจากปากทะเลสาบเข้าไปมีความลึกโดยเฉลี่ย 1.2 เมตร ส่วนบริเวณตั้งแต่เกาะยอจนถึงปากจรอพื้นทะเลสาบเป็นโคลนเหลวมีความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร อุณหภูมิของน้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกนี้ มีค่าอยู่ในช่วง 25 - 33 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ย 27.4 องศาเซลเซียส ฝนตกชุกมากในฤดูฝนระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ปริมาณน้ำฝนสูงสุดพบในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมประมาณ 600 มิลลิเมตรต่อเดือน ระดับน้ำขึ้นลงบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก วัดที่ท่าเทียบเรือสงขลาประมาณ 50 เซนติเมตร ความเร็วกระแสน้ำ 0.8 - 1.2 เมตรต่อวินาที โดยค่าเฉลี่ยเหล่านี้จะลดลงตามลำดับในบริเวณอื่นของทะเลสาบสงขลา คือ ทะเลหลวงและทะเลน้อย (ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์, 2533 : 386- 453)

ทรัพยากรสำคัญที่สุดของทะเลสาบสงขลาตอนนอก คือ ทรัพยากรสัตว์น้ำ ซึ่งหล่อเลี้ยงชุมชนโดยรอบมาเป็นเวลานานบริเวณนี้จัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและมีคุณค่าในด้านการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำและการประมงแห่งหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งวางไข่และเลี้ยงตัวของสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น บริเวณด้านหลังเกาะยอ (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2525 : 251)



ภาพประกอบ 1 แผนที่ที่ตั้งทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ที่มา : John Taylor and Sons, 1985 : 13-4

และเป็นบริเวณที่มีการทำการประมงอย่างหนาแน่น ซึ่งกลุ่มทรัพยากรสัตว์น้ำที่ตกชุม ประกอบด้วย ปลาโล่ตัน ปลาเกะตัก ปลานู และกุ้งตะกาด ปริมาณผลผลิตประมงมีค่าโดยเฉลี่ย 0.9385 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครึ่งชั่วโมง (ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์ และคณะ, 2528 : 1 - 7) ทั้งยังเป็นบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเป็นอันมาก

การเจริญเติบโตของทรัพยากรสัตว์น้ำ เช่น ปู ปลา กุ้ง หอย ฯลฯ ในระบบนิเวศทางวงจรวงศ์อาหารนั้นมีความสัมพันธ์กับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช (primary productivity of phytoplankton) เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น (primary producers) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารหรือแหล่งพลังงานขั้นต้นของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ ในห่วงโซ่อาหารทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นตัวเริ่มต้นหรือเป็นรากฐานของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ เป็นตัวชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดยแพลงก์ตอนพืชจะผลิตสารอินทรีย์ที่มีพลังงานศักย์สูงหรือผลผลิตเบื้องต้น โดยกระบวนการสำคัญที่สุดในวงจรวงศ์อาหาร คือ การสังเคราะห์แสง ซึ่งแพลงก์ตอนพืชจะดูดกลืนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ แล้วเปลี่ยนให้เป็นพลังงานเคมีสะสมไว้ในรูปของสารอินทรีย์ดังกล่าว และถ่ายทอดไปในวงจรวงศ์อาหารตามลำดับขั้นของผู้บริโภค (trophic level) ต่อไป

ปัจจุบันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียน้ำทิ้ง ของเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมของเมืองสงขลา หาดใหญ่ รวมทั้งชุมชนโดยรอบ บริเวณทะเลสาบที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วตลอดจนการทำการเกษตร น้ำทิ้งจากนาทุ่ง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำไปในทางที่เลวลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำอันเนื่องมาจากน้ำทิ้งและน้ำเสียดังกล่าวย่อมมีผลกระทบต่อผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช (Patra, Nayak and Patnaik, 1984 : 153 - 157) และในที่สุดก็จะส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิตของทรัพยากรสัตว์น้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารทั้งทางตรงและทางอ้อมเช่นกัน

ดังนั้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช และความสัมพันธ์ของปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกจึงมีความสำคัญต่อการนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินศักยภาพการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำ และการเพิ่มกำลังการผลิตของแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ เป็นตัวชี้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและ

ระบบนิเวศแหล่งน้ำที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การขยายตัวของชุมชนโดยรอบ การเพิ่มจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ทรัพยากรแบบทำลายสภาพสมดุลของระบบนิเวศ และโครงการพัฒนาต่างๆที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ ทั้งยังใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมการสร้างคันกั้นน้ำเค็มทะเลสาบสงขลา การวางแผนและจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในทะเลสาบสงขลาตอนนอกอีกด้วย

การตรวจเอกสาร

1. คำนิยามศัพท์เฉพาะ

การศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช มีนิยามศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.1 standing crop หรือ standing stock

หมายถึง น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่สามารถวัดหรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทั่วไป ณ เวลาใดเวลาหนึ่งในพื้นที่ที่กำหนด ในการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนมีความหมายเดียวกันกับคำว่า biomass หรือมวลชีวภาพซึ่งหมายถึง น้ำหนักของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่หนึ่งหน่วย ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง (Wetzel, 1975 : 316 - 317) เช่นเดียวกับความหมายที่ กรอสส์ (Gross, 1977 : 324) ได้ให้ไว้ว่าหมายถึง น้ำหนักของพืช (หรือสัตว์) ที่วัดได้ในพื้นที่ที่กำหนด ขณะใดขณะหนึ่ง ส่วนเลฟวินตัน (Levinton, 1982 : 165 - 166) ให้นิยามไว้ว่า เป็นการวัดน้ำหนักแห้งของสิ่งมีชีวิตในปริมาตรน้ำทะเลหนึ่งหน่วย (mg.l^{-1} , g.m^{-3}) หรือใน water column ที่มีพื้นที่ผิวน้ำทะเล 1 ตารางเมตร (g.m^{-2}) และ เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2524 : 98) ให้ความหมายผลผลิตในระบบนิเวศ หรือ standing crop ไว้ว่า หมายถึง ปริมาณของสิ่งมีชีวิตต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หรือหนึ่งหน่วยปริมาตรในขณะใดขณะหนึ่ง

1.2 production

หมายถึง น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้นใหม่ในช่วงเวลาหนึ่งรวมทั้งบางส่วนที่สูญเสียไปในช่วงเวลาดังกล่าว หรือหมายถึง การเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพ (biomass) ในช่วงเวลาหนึ่งรวมทั้งบางส่วนที่สูญเสียไปโดยการหายใจ การขับถ่าย การตายหรือถูกกิน (Wetzel, 1975 : 317) หรือหมายถึง ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ผลิตขึ้นในบริเวณใดบริเวณ

หนึ่ง และช่วงเวลาที่กำหนดขึ้น (Thienemann, 1931 อ้างถึงใน อัมพัน เหลือสินทรัพย์, 2524 : 185-199)

1.3 primary production

หมายถึง ปริมาณสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้นโดยผู้ผลิตเบื้องต้น (Parson, Takahashi and Hargrave, 1984 : 61) หรือเป็นปริมาณสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้นโดยการสังเคราะห์แสง หรือ การสังเคราะห์ทางเคมี (chemosynthesis) (Wetzel, 1975 : 316 - 318)

1.4 productivity

หมายถึง ปริมาณของอาหารที่ผลิตหรือสร้างขึ้นในพื้นที่ที่กำหนดต่อช่วงเวลาหนึ่ง โดยผู้ผลิตเบื้องต้นหรือผู้ผลิตทุติยภูมิ (secondary producers) มีค่าเป็นอัตรา (Gross, 1977 : 324) หรือหมายถึง อัตราการผลิตต่อช่วงเวลาหนึ่ง มักเป็นอัตราเฉลี่ยต่อช่วงเวลา เช่น ต่อวันหรือต่อปี (Wetzel, 1975 : 317) สุมาลี พิตรากุล (2532 : 10) ให้นิยามอัตราการผลิต (rate of production) ไว้ว่า หมายถึง ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ใด ๆ ที่ได้รับในระบบนิเวศต่อหน่วยเวลา หรือหมายถึง ปริมาณของพลังงานที่สะสมได้ต่อหน่วยเวลา ส่วนเปี่ยมศักดิ์แมนะเศวต (2534 : 98) ให้นิยามไว้ว่า หมายถึง อัตราการเกิดของผลิตผล ซึ่งคือผลิตผลต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น ต่อเดือน หรือต่อปี

1.5 primary productivity

หมายถึง ปริมาณเนื้อเยื่อของพืช (living tissue) ที่สร้างขึ้นต่อหน่วยเวลา โดยวัดจากปริมาณคาร์บอนในสารอินทรีย์ ซึ่งแสดงค่าเป็น ปริมาณคาร์บอนที่สร้างขึ้นใน water column ที่มีพื้นผิวน้ำ 1 ตารางเมตรต่อวัน ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, $\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) หรือปริมาณคาร์บอนที่สร้างขึ้นในน้ำปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$, $\text{gC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$) (Levinton, 1982 : 165)

1.6 gross primary productivity, GPP

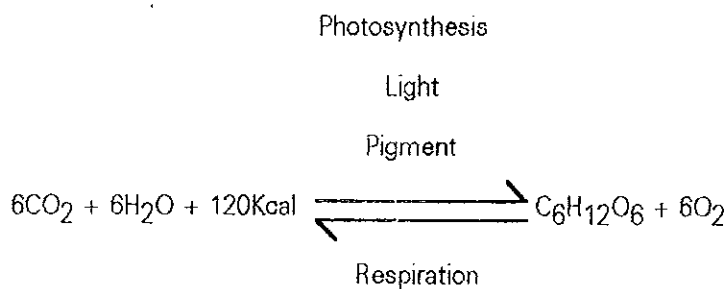
หมายถึง อัตราการสังเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนในพืชหรือสร้างเนื้อเยื่อของพืชทั้งหมดจากกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยมิได้หักออกด้วยอัตราการหายใจ เป็นอัตราการสังเคราะห์แสงรวม (gross photosynthesis) หรือ อัตราผลผลิตเบื้องต้นรวม (gross primary productivity) (อัมพัน เหลือสินทรัพย์, 2528 : 20 ; มนุวัตติ หังสพฤกษ์, 2532 : 154)

1.7 net primary productivity, NPP

หมายถึง อัตราการสังเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนในพืชหรือสร้างเนื้อเยื่อของพืชจากกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้วหักออกด้วยอัตราการหายใจของพืชขณะที่ทำการวัด เป็นพลังงานที่เหลือเก็บจริงในรูปของสารอินทรีย์ โดยหักเอาส่วนที่ใช้ไปในการดำรงชีพออกแล้ว เป็นอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (net photosynthesis) หรือ อัตราผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ (net primary productivity) วัดหน่วยเป็นน้ำหนักคาร์บอนต่อปริมาตรหรือต่อพื้นที่ของน้ำทะเลในเวลาหนึ่งอาจจะต่อชั่วโมง ต่อวันหรือต่อปีก็ได้ เช่น มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{hr}^{-1}$), มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$), มิลลิกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), มิลลิกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$) ซึ่ง day หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ หรือตลอดเวลากลางวัน คือ จำนวนชั่วโมงที่พืชสามารถทำการสังเคราะห์แสงได้ (มนูดี หังสพฤกษ์, 2532 : 154 ; สุมาลี พิตรากุล, 2532 : 10 และ Wetzel, 1975 : 318)

2. วิธีการวัดผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช

การวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำให้ถูกต้องเที่ยงตรงจริงๆ กระทำได้ยาก ค่าที่ได้จากการวัดโดยวิธีการต่าง ๆ เป็นเพียงการประเมิน การวัดจะอาศัยหลักทั่วไปจากสมการการสังเคราะห์แสง



ที่นิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่ 3 วิธี (มนูดี หังสพฤกษ์, 2532 : 154 - 157 ; วุฒิชัย เจนภาร, 2535 : 2-3 ; สุมาลี พิตรากุล, 2532 : 41 ; Gross, 1977 : 325 ; Kennish, 1989 : 261 ; Levinton, 1982 : 213-214 ; Valiela, 1984 : 22-30 ; Wetzel, 1975 : 321) คือ

2.1 light and dark bottle oxygen technique (oxygen method)

ผู้คิดค้นวิธีนี้ขึ้นมาคือ Gaarder และ Gran ในปี 1927 วิธีนี้นิยมใช้กันมานาน เป็นวิธีการวัดค่าออกซิเจนที่เกิดขึ้นดังสมการข้างบน ซึ่งแพลงก์ตอนพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงได้คาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน วิธีนี้เป็นการวัดผลผลิตเบื้องต้นโดยอ้อม หรือเป็นการวัดอัตราการคายออกซิเจน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่คายออกมาจะเป็นสัดส่วนตรงกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สังเคราะห์ขึ้นมา ในการวัดจะนำน้ำทะเลตัวอย่างบรรจุในขวดแก้วใสและที่บแสงแช่ทิ้งไว้ (incubate) ณ ระดับความลึกต่างๆที่แสงส่องลงไปถึงในช่วงเวลาหนึ่งเป็นเวลาประมาณ 3-8 ชั่วโมง แล้ววัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen : DO) ในขวดทั้งสองชนิดเปรียบเทียบกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในน้ำตัวอย่างก่อนเริ่มการทดลอง (initial bottle) วิธีที่นิยมใช้ในการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคือ วิธีวิงเคลเลอร์ (Winkler method) ปริมาณออกซิเจนที่ผลิตขึ้นมาในขวดใสจะนำไปคำนวณหาค่าผลผลิตเบื้องต้นที่แพลงก์ตอนพืชผลิตขึ้นมาได้ ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ลดลงในขวดมืดเป็นการใช้ออกซิเจนในการหายใจ โดยความแตกต่างระหว่างระดับของออกซิเจนในขวดทั้งสองชนิดสามารถประเมินค่าผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) ส่วนความแตกต่างระหว่างระดับของออกซิเจนในขวดใสกับขวดน้ำตัวอย่างก่อนเริ่มการทดลองในน้ำตัวอย่างก่อนเริ่มการทดลองใช้ประเมินค่าผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ (NPP) วิธีการวัดนี้เป็นวิธีที่ให้ความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณหาค่าผลผลิตเบื้องต้นได้ดี ถ้าหากว่าบริเวณที่ทำการศึกษามีค่าผลผลิตเบื้องต้นไม่ต่ำจนเกินไป หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ แต่ผู้ที่ทำการศึกษาคงมีความละเอียดละออในการทำงานพอสมควร เนื่องจากความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ง่าย

2.2 pigment analysis หรือ chlorophyll analysis

เป็นวิธีการวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นด้วยวิธีการคำนวณจากปริมาณคลอโรฟิลล์ในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช จากหลักการถ้าในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชมีคลอโรฟิลล์มากการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นมากค่าผลผลิตเบื้องต้นก็จะมากตามไปด้วย การวัดกระทำโดยเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณที่จะทำการศึกษามากรองผ่านลงบนกระดาษกรองแล้วนำแพลงก์ตอนพืชที่ติดค้างอยู่บนกระดาษกรองไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ จากนั้นคำนวณหาค่าผลผลิตเบื้องต้นจากปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วิเคราะห์ได้ วิธีนี้กระทำได้รวดเร็ว ง่ายต่อการเก็บตัวอย่างและกระทำได้ที่ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาในเวลาจำกัด แต่ข้อด้อยของวิธีนี้คือคลอโรฟิลล์สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง การเปลี่ยนค่าคลอโรฟิลล์ให้เป็นน้ำหนักคาร์บอนนั้นมีค่าไม่

ค่าไม่แน่นอน เนื่องจาก c: chl-a ratio ที่ใช้เป็น conversion factor มีค่าไม่คงที่ โดยมีค่าแปรในช่วง 50-60 เพราะคลอโรฟิลล์ เอ ในแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อมต่างๆ และฤดูกาล (Eppley, 1972 : 1063-1085 ; Banse, 1977 : 199-212) ทำให้ค่าผลผลิตเบื้องต้นไม่น่าเชื่อถือ

2.3 ^{14}C technique

วิธีนี้คิดค้นโดย Steemann Nielsen ในปี 1952 เป็นวิธีที่แพร่หลายมีความถูกต้องแม่นยำและตรงกว่าวิธีการวัดปริมาณออกซิเจน เป็นการวัดอัตราการใช้คาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำ มีความไวต่อการหาค่าอินทรีย์สารเหมาะที่จะใช้ในน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (oligotrophic water) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำน้อยมากเกินกว่าที่จะวัดได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ และในน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic water) โดยในตัวอย่างน้ำทะเลจะเติมสารละลายไบคาร์บอเนตที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นคาร์บอน-14 แซ่ทิ้งไว้ ณ ระดับความลึกที่ต้องการวัด จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปกรองเอาแพลงก์ตอนพืช โดยผ่านแผ่นกรองเมมเบรน (membrane filter) แล้ววัดปริมาณคาร์บอน-14 ซึ่งเป็นสารกัมมันตรังสีด้วยเครื่อง geiger counter หรือ scintillation counter จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าผลผลิตเบื้องต้น

วิธีนี้ให้ค่าผลผลิตเบื้องต้นที่ต่ำกว่าวิธีวัดปริมาณออกซิเจน (Levinton, 1982 : 215) เป็นวิธีที่นิยมใช้และยอมรับกันอย่างกว้างขวางในงานวิจัยศึกษาด้านแพลงก์ตอนพืชทะเล และผลผลิตเบื้องต้นแม้จะมีข้อจำกัดบ้างบางประการ

3. ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเบื้องต้น

3.1 แสง (light)

แสงเป็นปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่สำคัญเพราะในการสังเคราะห์แสงแพลงก์ตอนพืชจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่จะเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้เป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน ถ้าไม่มีแสงปฏิกิริยาก็จะไม่เกิดขึ้น ความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับอัตราการผลิต แต่ถ้าความเข้มของแสงมากเกินไปจะทำให้อัตราการผลิตลดน้อยลง ความเข้มของแสงที่ระดับผลผลิตสูงสุดเรียกว่า optimum light ซึ่งในเขตร้อนมีค่าถึง 30,000 lux (วุฒิชัย เจนการ, 2535 : 7) แต่พบว่า การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะถูกยับยั้งถ้าแสงแดดมีความเข้มแสงมากกว่า 22,000 lux (Okino

and Lim, 1982 : 256 - 258) ชั้นน้ำที่มีแสงเพียงพอแก่การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช เรียกว่า euphotic layer หรือ euphotic zone แพลงก์ตอนพืชสังเคราะห์แสงเมื่อมีแสงส่องผ่านทะลุอย่างเพียงพอโดยปกติไม่เกินความลึก 100 เมตร (Weisberg and Parish, 1974 : 257) และสังเคราะห์แสงได้ดีที่ระดับได้ผิวน้ำซึ่งมีความเข้มแสงไม่ต่ำกว่า 60% ของความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำ (วุฒิชัย เจนการ, 2535 : 7) กิจกรรมการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะลดลงตามความเข้มแสง (Watanabe, Kumano and Ikusima, 1982: 259 - 262) หรือตามความลึกที่เพิ่มขึ้น (Kifle and Belay, 1980 : 217 - 227) ความลึกของ euphotic zone จะแปรเปลี่ยนตรงข้ามกับ standing crop ของแพลงก์ตอนพืช (Fraleigh, et al., 1980 : 492 - 499) โดยทั่วไปผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชจะลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ถ้าความโปร่งแสงของน้ำ (water transparency) มีค่าต่ำผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชก็จะมีค่าต่ำตามไปด้วย (Adeniji, 1983 : 33 - 35) ที่ระดับความลึกซึ่งอินทรีย์สารในอัตราการผลิตเท่ากับในอัตราการหายใจเรียกว่า compensation depth ซึ่งมีความเข้มแสงประมาณ 1% ของความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำหรือ 100-200 lux

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชนอกจากขึ้นอยู่กับ photon flux density (PFD) แล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการกระจายของแสง ระยะเวลาที่ได้รับแสงและการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในช่วงสั้น ๆ ของ PFD (Nicklisch and Koh, 1989 : 451- 455) การส่องผ่านของแสงมีผลกระทบต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าปัจจัยด้านอื่น มักพบเสมอว่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชลดลงจากผิวน้ำจนถึงพื้นน้ำ (Khan, Khan and Haque, 1988 : 858 - 862) และบริเวณที่มีแสงแดดดีผลผลิตเบื้องต้นมีค่าสูงได้แม้ว่ามีปริมาณสารอาหารต่ำก็ตาม (Schmidt, 1982 : 335 - 348)

3.2 สารอาหาร (nutrients)

เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช (Kimmel and Groeger, 1983 : 1-22) แพลงก์ตอนพืชต้องได้รับสารอาหารในปริมาณที่เพียงพอในการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนประชากร สารอาหารที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิโคน (Kennish, 1989 : 262) นอกจากสารอาหารดังกล่าวแล้วยังมีสารอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชแต่ไม่ใช่ปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโต แบ่งออกเป็นธาตุหลักได้แก่ แคลเซียม คาร์บอน แมกนีเซียม ออกซิเจน และโปตัสเซียม ส่วนธาตุรองและปริมาณน้อย ได้แก่ โคบอลต์

ทองแดง เหล็ก โมลิบดีนัม วาเนเดียม และ สังกะสี รวมทั้งสารอินทรีย์ เช่น ไบโอดีน ไทอามีน และวิตามินบี 12 (Kennish, 1989 : 263 ; Levinton, 1982 : 188) ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่มีผลกระทบต่อผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชเป็นอย่างมากเนื่องจากจำเป็นในการดำรงชีพ เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดและควบคุมผลผลิตเบื้องต้น (Kennish, 1989 : 262-263 ; Robarts, 1984 : 91-105) บริเวณทะเลสาบที่มีน้ำกักขังน้อยและมีปริมาณธาตุอาหารต่ำหรือมีการเคลื่อนย้ายสารอาหารลงสู่ทะเลสาบลดลง ผลผลิตเบื้องต้นจะลดลงเช่นกัน (Rybak, 1988 : 21-26 ; Zdanowski, 1988 : 79 - 95)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่จำกัดผลผลิตเบื้องต้นในน้ำบริเวณแอสทรี (estuary) และ มหาสมุทรหรือทะเลเปิด (oceanic) โดยมีรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายในน้ำได้ 3 รูป คือ ไนไตรท์ (NO_2^-) แอมโมเนีย (NH_3) และไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งไนเตรทเป็นรูปที่พบได้ในปริมาณมากที่สุด และมักพบบ่อยใน eutrophic coastal waters การเกิดปรากฏการณ์น้ำผุด (upwelling) และกระแสลมจะเป็นตัวนำไนเตรทขึ้นสู่บริเวณ euphotic zone (Levinton, 1982 : 188) ส่วนรูปอนินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้แก่ ยูเรีย กรดอะมิโน และ peptides ซึ่งแอมโมเนียและสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เป็นรูปที่แพลงก์ตอนพืชมักนำไปใช้เพราะใช้ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านการออกซิเดชัน โดยแอมโมเนียที่ละลายในน้ำจะมีผลยับยั้งการดึงดูดไนเตรทและมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ได้มากกว่าไนเตรท ในบริเวณที่มีปริมาณความเข้มแสงน้อย (Dugdale and Goering, 1967 : 196 quoted in Levinton, 1982 : 180)

ไนไตรท์ เป็นรูปที่พบได้น้อยที่สุดและมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับไนเตรทในการดึงดูดไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช (Levinton, 1982 : 188) ปริมาณของธาตุไนโตรเจนจะแปรเปลี่ยนตามลักษณะของมวลน้ำ ฤดูกาล และความลึก (Gross, 1977 : 317) ปริมาณไนเตรทที่มีอยู่มากจะกระตุ้นให้เกิดผลผลิตเบื้องต้น (Henry, et al., 1985 : 561- 573)

ฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อผลผลิตเบื้องต้น (Gianesella-Galvao, 1985 : 81-88 ; Robart, 1984 : 91- 105) พบได้ในรูปอนินทรีย์ฟอสเฟต อินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ และ particulate phosphorus โดยที่ออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) เป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ ซึ่งอนุมูลที่พบมากในน้ำทะเลคือ HPO_4^{2-} (Valiela, 1984 : 312) และมีการแลกเปลี่ยนอย่างรวดเร็วระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับน้ำทะเล (Levinton, 1982 : 189) ปริมาณฟอสเฟตในน้ำจะเป็นตัวจำกัด standing crop (Shellito and Decosta, 1981 : 415- 431) และจะแปรเปลี่ยนตามลักษณะของมวลน้ำ ฤดูกาล และความลึก (Gross, 1977 :

317) ปริมาณฟอสเฟตที่มีจำกัดในน้ำจะมีผลทำให้ปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ และผลผลิตเบื้องต้นลดลง (Millard and Johnson, 1986 : 110-113) การขาดฟอสเฟตจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช เพราะมีผลต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์ และกระบวนการเคมีในการสังเคราะห์แสง บทบาทของฟอสฟอรัสในระบบนิเวศจะแตกต่างจากไนโตรเจน เพราะฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องกับวงจรพลังงานภายในเซลล์ ในขณะที่การขาดไนโตรเจนจะทำให้ประชากรของแพลงก์ตอนพืชลดลง (Levinton, 1982 : 190) ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้จะจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (Schanz and Kiefer, 1990 : 947) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น ในระยะเวลาสั้น ๆ ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชมีน้อยครั้งมากที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (Khatavkar, Kulkarni and Goel, 1988 : 92 - 98)

การเพิ่มขึ้นของผลผลิตเบื้องต้นนั้น ต้องการทั้งฟอสฟอรัสและไนโตรเจน (Welch, Legault and Kling, 1989 : 90 - 107) เพราะพรอน แสงสกุล (2529 : 57) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ทะเลสาบสงขลา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณตามฤดูกาล แสดงให้เห็นถึงการแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสระหว่างน้ำกับตะกอนของทะเลสาบสงขลา และทะเลสาบมีการปรับสมดุล ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสกับอัตราการนำฟอสฟอรัสไปใช้ของแพลงก์ตอนพืชตลอดเวลา

ซิลิโคน เป็นธาตุที่จำเป็นต่อโครงสร้างของไดอะตอม การขาดซิลิโคนจะยับยั้งการแบ่งเซลล์ กิจกรรมเมตาบอลิซึมในเซลล์ จำกัดการเกิดผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช (Werner, 1977 : 110 ; Kennish, 1989 : 263) และจำกัดการเพิ่มจำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืช (Smayda, 1970 : 353 - 414) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตของไดอะตอมจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตมีค่าต่ำกว่า 0.2 g.m^{-3} (Schanz and Kiefer, 1990 : 947)

3.3 อุณหภูมิ (temperature)

มีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช (อุทัย เจนการ, 2535 : 8) โดยแต่ละชนิดสามารถแพร่พันธุ์ได้ในช่วงอุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น ศิริเพ็ญ ตรีชัยพร (2520 : บทคัดย่อ) ศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่ดีที่สุดสำหรับการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอนพืช 5 ชนิด คือ 23 องศาเซลเซียส และการเจริญเติบโตจะลดลงเรื่อยๆ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงที่ 34 องศาเซลเซียส และจะชะงักการเจริญเติบโตที่ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมี

อิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีในน้ำทะเล การหายใจและเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต อัตราการลดลงของการสังเคราะห์แสงแปรเปลี่ยนตามช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (Watanabe, Kumano and Ikusima, 1982 : 259-262) และค่า gross primary production มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (Takamura, Iwakuma and Yasuno, 1987 : S13-S38 ; Berger , 1989 : 233 - 244 ; Vijaykumar, Paul and Kadadevary, 1991 : 38 - 41) น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยจำกัดในการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช (Eloranta and Salminen , 1984 : 267- 274) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพทางภูมิศาสตร์ อุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในเขตนหนาวหรือเขตอบอุ่นจะช่วยเพิ่มอัตราผลผลิต แต่ในเขตร้อนจะทำให้แพลงก์ตอนพืชหยุดชะงักการเจริญเติบโต (วุฒิชัย เจนการ, 2535 : 8)

3.4 ความเค็ม (salinity)

มีความสำคัญต่อองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืช และการแพร่กระจายในแนวตั้งความสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มได้ในช่วงหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืช ค่าความเค็มกับอุณหภูมิมักจะมีความสัมพันธ์กันในทางที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช การที่ฝนตกลงมาทำให้ความเค็มลดต่ำลงหรือในฤดูร้อนน้ำบริเวณผิวยระเหยไป ทำให้ค่าความเค็มสูงขึ้น (วุฒิชัย เจนการ, 2535: 8) และจากการศึกษาสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและการสังเคราะห์แสงบริเวณอ่าว Shimoda ประเทศญี่ปุ่น พบว่าความอุดมสมบูรณ์และปริมาณการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะเกี่ยวข้องน้อยมากกับปริมาณความเค็มที่สูงขึ้นแต่ถ้ามีทั้งความเค็มและสารอาหารมากจะทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงได้ดี (Takufi and Eiichimara, 1979 อ้างถึงใน สากล ชูชะกุล, 2534 : 2)

3.5 คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุในการสังเคราะห์แสง (pigments) อย่างหนึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์ เอ, บี และ ซี โดยที่คลอโรฟิลล์ เอ เป็นชนิดที่มีมากที่สุด เป็นเวลานานมาแล้วที่ใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์แทนมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และพบว่า คลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญในระดับสูง แต่ระดับนัยสำคัญจะแปรเปลี่ยนตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์อย่างมากกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มต่างๆ (El-Shoarawi and Munawar, 1978 : 443- 455) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชใช้เป็นตัวบอค่า

ผลผลิตเบื้องต้นได้และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่สร้างขึ้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของแอมโมเนีย และฟอสเฟตในน้ำ (Vince and Valiela, 1973 : 69-73 อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ตรีโยธยาพร, 2520 : 4) การเปลี่ยนแปลงในแนวตั้งและตามฤดูกาลของคลอโรฟิลล์ เอ กับผลผลิตเบื้องต้น มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (Vaquer and El Hafa, 1991 : 203-217) และ Gross primary production มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Takamura, Iwakuma and Yasuno, 1987 : S13 - S38) เพราะพรอน แสงสกุล (2529 : 57) ได้สกัดรงควัตถุในการสังเคราะห์แสงในทะเลสาบสงขลา ได้แก่คลอโรฟิลล์ และคาโรทีนอยด์ พบว่า รงควัตถุในการสังเคราะห์แสงส่วนใหญ่เป็นคลอโรฟิลล์ เอ มีปริมาณเฉลี่ย 25.8 mg.m^{-3} รองลงมาคือ คลอโรฟิลล์ ซี มีปริมาณเฉลี่ย 13.56 mg.m^{-3} และ คาโรทีนอยด์ มีปริมาณเฉลี่ย 9.2 mg.m^{-3} ส่วนคลอโรฟิลล์ บี มีปริมาณน้อยที่สุดโดยมี ปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 mg.m^{-3}

การวัดคลอโรฟิลล์ เอ บางครั้งจะมีปริมาณที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงบ้าง เนื่องจากมีการสลายไปเป็นฟีโอไฟทิน (phaeophytin) ในขณะที่ทำการสกัดได้อย่างง่ายดายทำให้ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าความเป็นจริง (Lawrenzen, 1967 : 343-346 อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ตรีโยธยาพร, 2520 : 4)

การศึกษาค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทย นิยมใช้วิธีการวัดค่า 3 วิธีดังที่ได้กล่าวมา ส่วนการศึกษาค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกนั้น อัมพัน เหลือสินทรัพย์, คณิต ไชยาคำ และไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์ (2529 : 6-7) ได้ประเมินกำลังผลิตขั้นต้นในรอบ 15 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2526 - เมษายน 2527 โดยวิธีของ Margalef ซึ่งเป็นวิธี pigment analysis คำนวณค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชจากค่าคลอโรฟิลล์ พบว่ากำลังผลิตขั้นต้นสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนมกราคม 2527 และมีค่าต่ำกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม ซึ่งแสดงว่ากำลังผลิตขั้นต้นในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ต่ำกว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนเพราะพรอน แสงสกุล (2529 : 57) ทำการวัดค่ากำลังผลิตขั้นต้นในทะเลสาบสงขลาด้วยวิธีเดียวกันพบว่า มีค่าสูงมากในเดือนกรกฎาคมและเมษายน และปริมาณรงควัตถุในการสังเคราะห์แสงในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าเดือนกรกฎาคม

เท่าที่ผ่านมาการศึกษาค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลา ตอนนอก เป็นการวัดโดยวิธี pigment analysis หรือ chlorophyll analysis ที่วัดค่าคลอโรฟิลล์ ในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชแล้วแปลงให้เป็นค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชโดยใช้ $c : chl-a \text{ ratio}$ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วคลอโรฟิลล์เป็นเพียงค่า standing stock ในบริเวณ

นั้น แต่ผลผลิตเบื้องต้นเป็นค่าของอัตราการผลิตต่อหน่วยเวลา จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ และการหาค่าคลอโรฟิลล์ที่แท้จริงถูกต้องนั้นกระทำได้ยากเนื่องจากสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง การวัดค่าคลอโรฟิลล์ให้ถูกต้องแม่นยำต้องอาศัยเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงเช่น spectrofluorometer แต่ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถกระทำได้ที่ทั้งพื้นที่ศึกษาภายในเวลาจำกัดและกระทำได้รวดเร็ว ส่วนการวัดโดยวิธี light and dark bottle oxygen method และคาร์บอน-14 ในทะเลสาบสงขลาตอนนอกยังไม่ปรากฏ วิธีการทั้งสองวิธีนี้เป็นการวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอัตราผลผลิตต่อหน่วยเวลา แม้จะมีข้อด้อยในการกระทำให้ทั่วทั้งพื้นที่ในเวลาจำกัดก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธี light and dark bottle oxygen method เป็นวิธีการวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช แม้ว่าวิธีคาร์บอน-14 จะเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับว่าดีที่สุดในการวัดอัตราการผลิตเบื้องต้นก็ตามแต่ด้วยเหตุผลข้อจำกัดในด้านงบประมาณ และอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการวิเคราะห์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช และเป็นข้อมูลในการประเมินศักยภาพความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมบางประการกับการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยประกอบด้วย

1. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ
 - ขวดพลาสติก polyethylene ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
 - ถังน้ำแข็งสำหรับแช่ตัวอย่างน้ำ
 - เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ แบบ Van Dorn
2. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช
 - ขวด BOD ขนาด 250 มิลลิลิตร
 - ทุ่นลอยสำหรับแขวนขวด ระดับความลึก 50 เซนติเมตรและ 100 เซนติเมตร
 - สารเคมีตามวิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของสตรีกแลนด์และพาร์สัน
 - เครื่องวัดความเข้มแสง (photometer) LICOR, Model LI-185 B
3. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง
 - เทอร์โมมิเตอร์
 - เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (water quality monitor YSI)
 - UV/ VIS Spectrophotometer (JASCO model 7800)
 - เครื่องวัดความเค็ม (salinometer)
 - เทปวัดความลึก
 - เครื่องกรอง millipore
 - vacuum pump
 - กระดาษกรองใยแก้ว (glass fiber filter) "Whatman" GF/C ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร
 - เครื่องชั่งแบบละเอียด (analytical balance)

- ตู้อบแห้ง (hot air oven)
- โถทำแห้ง (desiccator)
- เครื่องปั่น (centrifuge)
- เครื่องแก้วที่จำเป็น
- เครื่องปั่นกระดาษกรอง (tissue grinder)
- สารเคมีตามวิธีวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อม

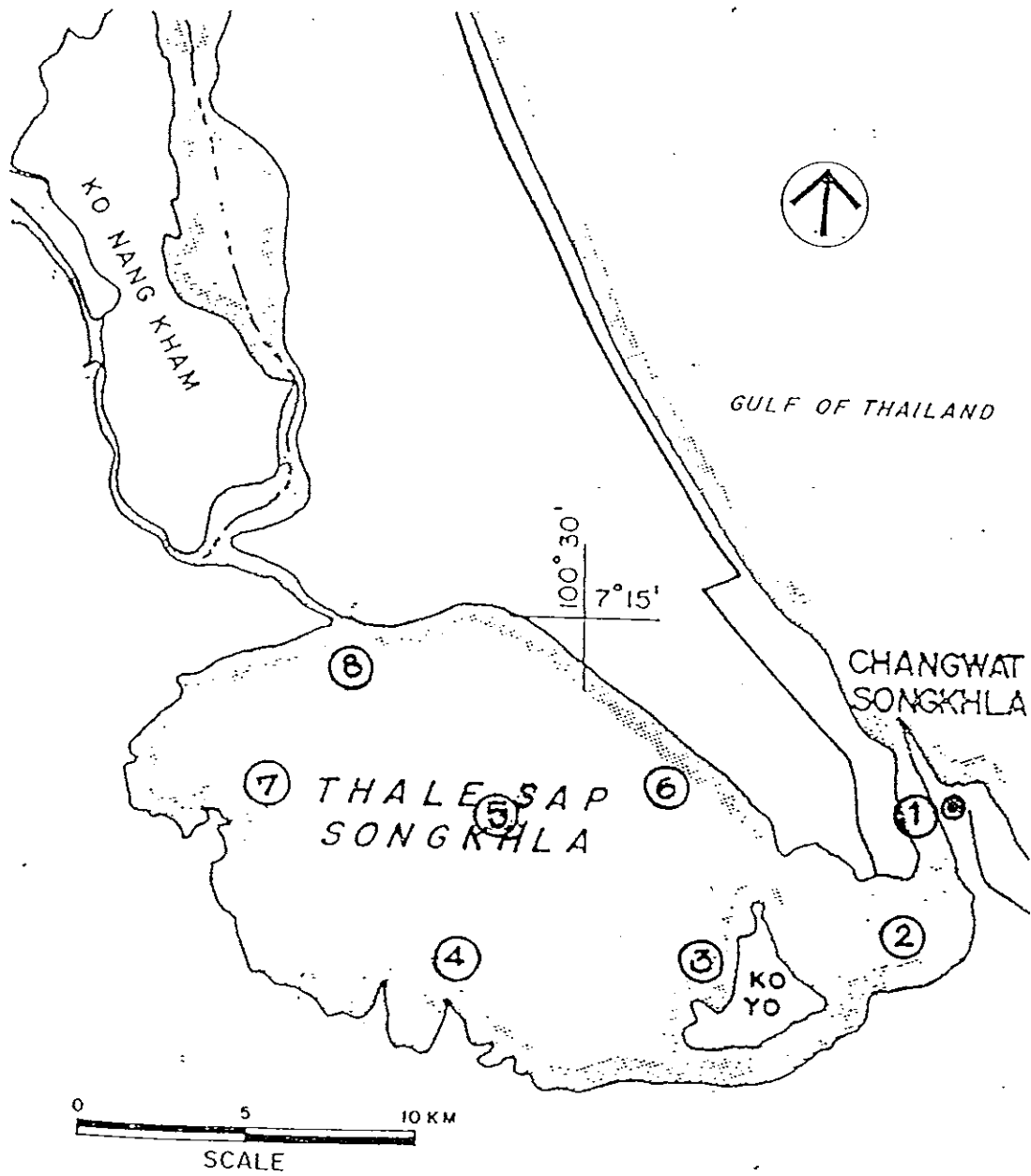
วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยคำนึงถึงการแพร่กระจายให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ การได้รับผลกระทบจากน้ำเสียน้ำทิ้งจากชุมชนโดยรอบบริเวณ จากชุมชนเมืองสงขลาและหาดใหญ่ จากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งสารมลพิษหรือแหล่งสารอาหารที่ปล่อยทิ้งลงสู่ลำน้ำธรรมชาติแล้วไหลลงสู่ทะเลสาบแห่งนี้ และเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ได้ศึกษาในงานวิจัยที่ผ่านมา (อำพัน เหลือสินทรัพย์ คณิต ไชยาคำ และไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์, 2529 : 30 ; ไชยา รัชณีย์, 2534 : 22-24) เพื่อให้เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำไว้ 8 จุด (ตาราง 1 และภาพประกอบ 2 3 4 และ 5)

ตาราง 1 บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

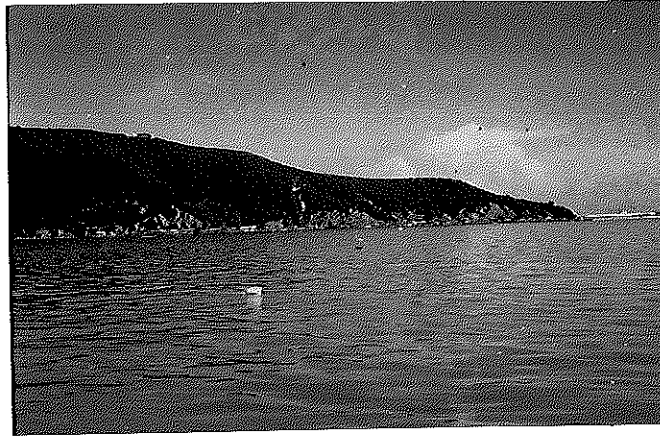
จุดที่	บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง
1	บริเวณปากอ่าว ตรงข้ามวัดแหลมทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
2	บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
3	บริเวณบ้านสวนใหม่ ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
4	บริเวณหน้าแหลมโพธิ์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
5	บริเวณกลางทะเลสาบสงขลาตอนนอก
6	บริเวณบ้านสะทิงหม้อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
7	บริเวณบ้านปากบาง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
8	บริเวณปากคลองป่ากรอ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

2. กำหนดเวลาวัดผลผลิตเบื้องต้น และวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องทุกเดือน โดยเริ่มจากเดือนพฤษภาคม 2536 ถึงเดือนเมษายน 2537 รวม 12 ครั้ง ครั้งละ 4 วัน ดำเนินการวันละ 2 จุดเก็บตัวอย่าง โดยแต่ละจุดทำการทดลอง 3 ซ้ำ

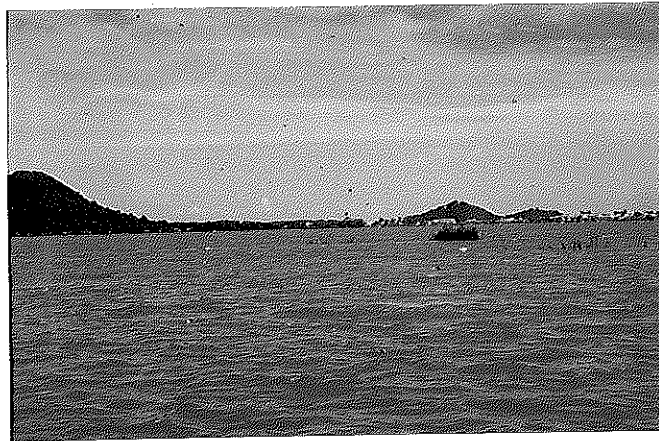


ภาพประกอบ 2 ตำแหน่งที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่าง

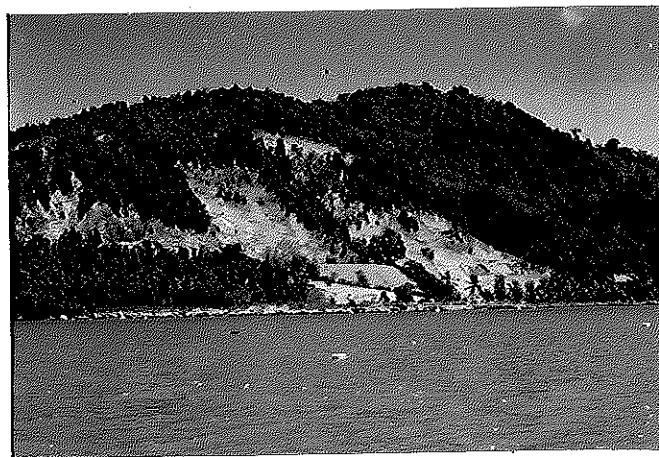
แผนที่ดัดแปลงจาก John Taylor and Sons, 1985 : 11-77



จุดที่ 1 บริเวณปากอ่าว ตงข้ามวัดแหลมทราย จังหวัดสงขลา



จุดที่ 2 บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

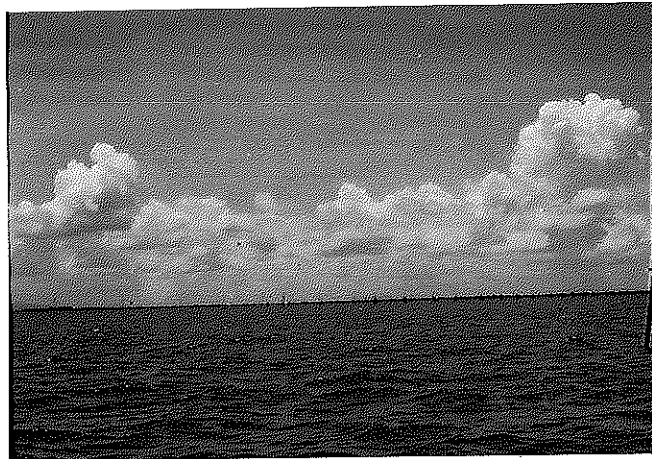


จุดที่ 3 บริเวณบ้านสวนใหม่ ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

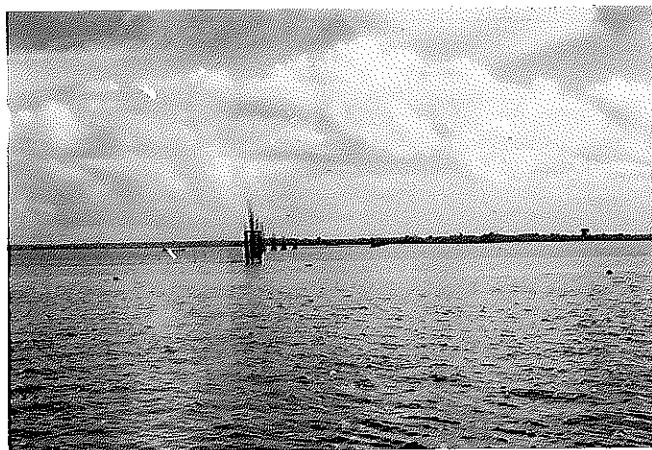
ภาพประกอบ 3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 3



จุดที่ 4 บริเวณหน้าแหลมโพธิ์ อำเภอหาดใหญ่



จุดที่ 5 บริเวณกลางทะเลสาบสงขลาตอนนอก

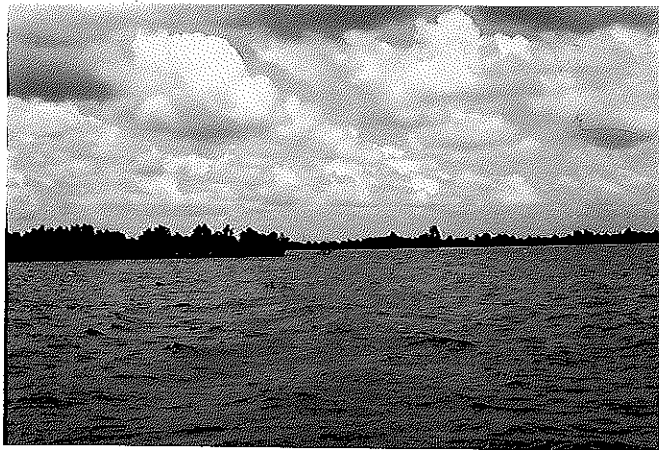


จุดที่ 6 บริเวณบ้านสะทิงหม้อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

ภาพประกอบ 4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 - 6



จุดที่ 7 บริเวณบ้านปากบาง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



จุดที่ 8 บริเวณปากคลองปากพร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

ภาพประกอบ 5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 - 8

3. การวัดผลผลิตเบื้องต้น กระทำในบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำตามวิธี light and dark bottle oxygen method การวัดจะเริ่มดำเนินการตั้งแต่เวลา 7.30 นาฬิกา ในแต่ละครั้งที่ทำการวัดจะกำหนดให้อยู่ในเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ตรวจสอบการขึ้นลงของกระแสน้ำจากมาตราน้ำของกรมอุทกศาสตร์

การวัดผลผลิตเบื้องต้นกระทำโดยเก็บตัวอย่างน้ำด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Van Dorn จากระดับความลึก 0.5 เมตร และ 1.0 เมตร แบ่งตัวอย่างน้ำในแต่ละระดับด้วยวิธีกาลักน้ำ โดยระมัดระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศลงในขวด BOD 3 ขวด คือ ขวดสว่าง (light bottle) ขวดมืด (dark bottle:ขวด BOD ห่อหุ้มมิดชิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ไม่ให้แสงผ่านได้) และขวดควบคุมซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่เดิมหรือตั้งต้น (initial bottle) นำขวดมืดและขวดสว่างผูกท่อนลอยแขวนไว้ ณ ระดับความลึกเดียวกับที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จากนั้นแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในขวดมืดและขวดสว่างเปรียบเทียบกับขวดควบคุมซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่เดิม โดยวิธีวิเคราะห์ของสตรีกแลนด์และพาร์สัน (Strickland and Parson, 1972 : 21-26) คำนวณค่าผลผลิตเบื้องต้นโดยใช้สูตรการคำนวณดัดแปลงจากสูตรของสตรีกแลนด์และพาร์สัน (Strickland and Parson, 1972 : 263 - 265) ดังนี้

สูตรของสตรีกแลนด์และพาร์สัน

$$\text{Gross photosynthesis, mgC.m}^{-3} \text{ per hour} = \frac{605 \times f \times (V_{(LB)} - V_{(DB)})}{PQ \times N}$$

N = จำนวนชั่วโมงที่แช่ขวดทิ้งไว้

สูตรดัดแปลง

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

incubation period = ช่วงเวลาที่แช่ขวดทิ้งไว้ = 4 ชม.

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

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

โดยที่ $V_{(LB)}$ = ปริมาตรสารละลาย thiosulphate ที่ใช้ไทเทรตในขวดสว่าง (ml)

$V_{(DB)}$ = ปริมาตรสารละลาย thiosulphate ที่ใช้ไทเทรตในขวดมืด (ml)

$V_{(IB)}$ = ปริมาตรสารละลาย thiosulphate ที่ใช้ไทเทรตในขวดควบคุมปริมาณ
ออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่เดิม (ml)

f = titration factor
= 5.0 สำหรับสารละลาย thiosulphate 0.01 N
 $\frac{1}{V}$

V = ปริมาตรสารละลาย thiosulphate (ml) ที่ใช้ในการเทียบมาตรฐาน
(calibration)

PQ = photosynthetic quotient
= $\frac{+\Delta O_2}{-\Delta CO_2}$
= $\frac{\text{โมเลกุลของออกซิเจนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการสังเคราะห์แสง}}{\text{โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซึมไปใช้}}$

โดยทั่วไปมีค่า 1.2

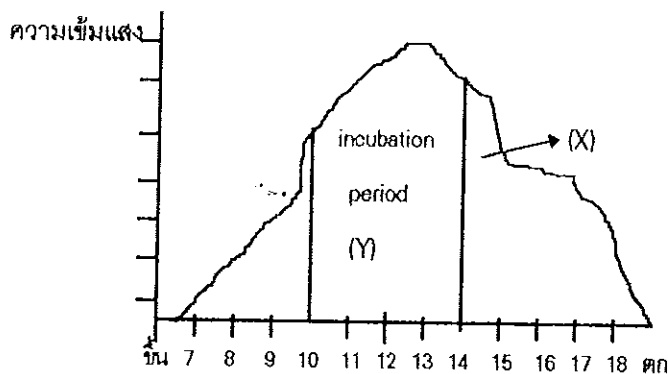
RQ = respiratory quotient
= $\frac{+\Delta CO_2}{-\Delta O_2}$
= $\frac{\text{โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่คายออกมาในขณะหายใจ}}{\text{โมเลกุลของออกซิเจนที่ใช้ไปในการหายใจ}}$

โดยทั่วไปมีค่า 1.0

ค่า PQ และ RQ จะแปรผันไปตามชนิดของแหล่งกักต่อน้ำ ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์และสภาพแวดล้อม ซึ่งโดยทั่วไป PQ จะเท่ากับ 1.2 และ RQ เท่ากับ 1.0 (Wetzel and Likens, 1979 : 261)

4. การวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้น กระทำโดยวัดความลึกของน้ำบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง วัดอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และความเค็ม ณ จุดกึ่งกลางความลึก ส่วนความเข้มแสงนั้นวัดทุก 1 ชั่วโมงในบริเวณที่ทำการวัดผลผลิตเบื้องต้น ตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนกระทั่งดวงอาทิตย์ตก นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟเพื่อ

หาอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟของความเข้มแสงทั้งวัน (ช่วงเวลาที่มีแสง) กับพื้นที่ใต้กราฟของความเข้มแสงในขณะทำการincubate ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวนี้จะเป็นค่าแฟคเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าผลผลิตเบื้องต้นต่อวันดังนี้



ให้ พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ X ตารางหน่วย

พื้นที่ใต้กราฟ incubation period มีค่าเท่ากับ Y ตารางหน่วย

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช/ incubation period มีค่าเท่ากับ A mgC.m^{-3}

คำนวณค่า ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชต่อวัน

พื้นที่ใต้กราฟ incubation period Y ตารางหน่วยได้ค่าผลผลิตเบื้องต้น A mgC.m^{-3}

พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด X ตารางหน่วยได้ค่าผลผลิตเบื้องต้น $A \times \frac{X}{Y} \text{mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$

$$\text{ดังนั้น อัตราส่วน} = \frac{\text{พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด}}{\text{พื้นที่ใต้กราฟ incubation period}} = \frac{X}{Y}$$

ค่าอัตราส่วนนี้นำไปคูณกับค่าผลผลิตเบื้องต้นต่อ incubation period ที่ได้จากสูตรการคำนวณดัดแปลงข้างต้น

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณไนโตรเจน ไนเตรท ซิลิเกต ฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ กระทำที่จุดกึ่งกลางความลึก เช่นเดียวกับการวัดอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และความเค็ม จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์ในตาราง 2

ตาราง 2 วิธีวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้น

ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อม	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
1. อุณหภูมิ	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บ ด้วยเทอร์โมมิเตอร์
2. ความเป็นกรด-เบส	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บ ด้วย water quality monitor YSI
3. ความเค็ม	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บด้วย salinometer
4. ความลึก	-	วิเคราะห์ที่จุดเก็บด้วย เทปวัดความลึก
5. ความเข้มแสง	-	ทำการวัดทุก 1 ซม. ด้วย photometer
6. *ปริมาณไนไตรท์ (nitrite)	กึ่งกลางความลึก เก็บตัวอย่างใส่ขวด พลาสติกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Determination of nitrite
7. *ปริมาณไนเตรท (nitrate)	กึ่งกลางความลึก เก็บตัวอย่างใส่ขวด พลาสติกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Determination of nitrate
8. *ปริมาณซิลิเกต (silicate)	กึ่งกลางความลึก เก็บตัวอย่างใส่ขวด พลาสติกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Determination of silicate

ตาราง 2 (ต่อ)

ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อม	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
9. **ปริมาณฟอสเฟต (phosphate)	กึ่งกลางความลึก เก็บตัวอย่างใส่ขวด พลาสติกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Ascorbic acid method
10. **ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total suspended solids)	กึ่งกลางความ เก็บตัวอย่างใส่ขวด พลาสติกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Total suspended solids dried at 103 -105 °C
11. **ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)	กึ่งกลางความลึก เก็บตัวอย่างใส่ขวด พลาสติกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี chlorophyll

หมายเหตุ * เป็นวิธีวิเคราะห์จาก A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis (Parsons, Maita and Lalli, 1984 : 3-28)

** เป็นวิธีวิเคราะห์จาก Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 1989)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวม(GPP)ต่อวัน ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิ (NPP) ต่อวันที่วัดได้ และปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องซึ่งวิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างและในห้องปฏิบัติการ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟกทอเรียล ซึ่งใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design, CRD) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เส้นตรง (Linear Correlation Analysis) ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกกับปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT version 3/93, SPSS/PC[†], และ STATISTICA

บทที่ 3

ผล

การศึกษาผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงเดือนพฤษภาคม 2536 ถึง เดือนเมษายน 2537 ในบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง 8 จุด ครอบคลุมพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนนอกทั้งหมด ด้วยวิธีการวัดแบบ light and dark bottle oxygen method ที่ระดับความลึก 0.5 เมตรและ 1.0 เมตรจากผิวน้ำ วิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างและในห้องปฏิบัติการจากตัวอย่างน้ำที่เก็บ ณ จุดกึ่งกลางความลึกทุกจุดเก็บตัวอย่าง ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืช

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 15) พบว่า ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวม (GPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึก จุดเก็บตัวอย่าง และเดือนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (DxSxM) แต่จุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน (SxM) ระดับความลึกมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน (DxM) จุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับระดับความลึก (SxD) และในแต่ละเดือนแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง และแต่ละระดับความลึก มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิ (NPP) ต่อวัน (ตารางภาคผนวก 16) ในแต่ละระดับความลึก จุดเก็บตัวอย่าง และเดือน มีปฏิสัมพันธ์กัน (DxSxM) จุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน (SxM) ระดับความลึกมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน (DxM) จุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับระดับความลึก (SxD) และในแต่ละเดือน แต่ละจุดเก็บตัวอย่าง และแต่ละระดับความลึก มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1. ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

1.1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ภาพประกอบ 6)

1.1.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $1207.27 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤศจิกายน เดือนตุลาคม เดือนพฤษภาคมและ เดือนกุมภาพันธ์ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $92.78 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

เมื่อเปรียบเทียบกับทุกจุดเก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $3793.40 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $312.06 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 7 และตารางภาคผนวก 3) ส่วนเดือนธันวาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $305.44 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $59.86 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 8 และตารางภาคผนวก 3)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $899.62 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤศจิกายน และเดือนพฤษภาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $0 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (อัตราการสร้างหรือผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ = อัตราการใช้หรืออัตราการหายใจ) (ตารางภาคผนวก 2)

1.1.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

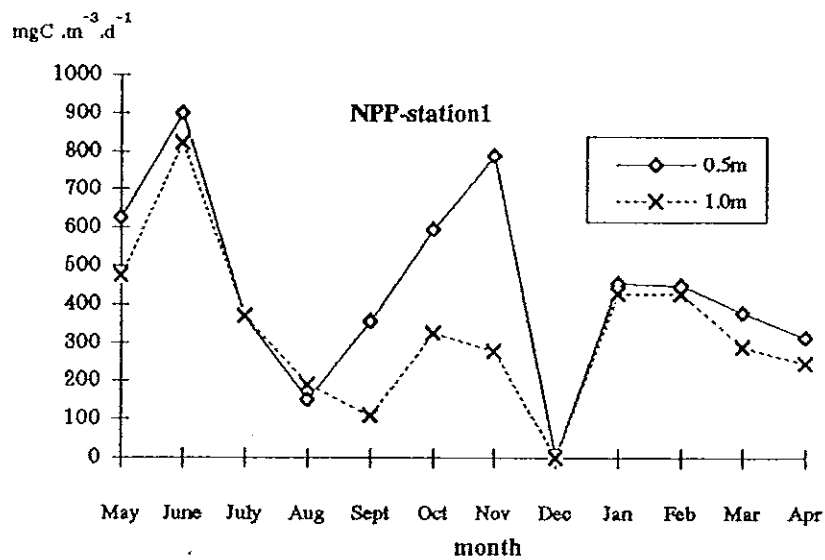
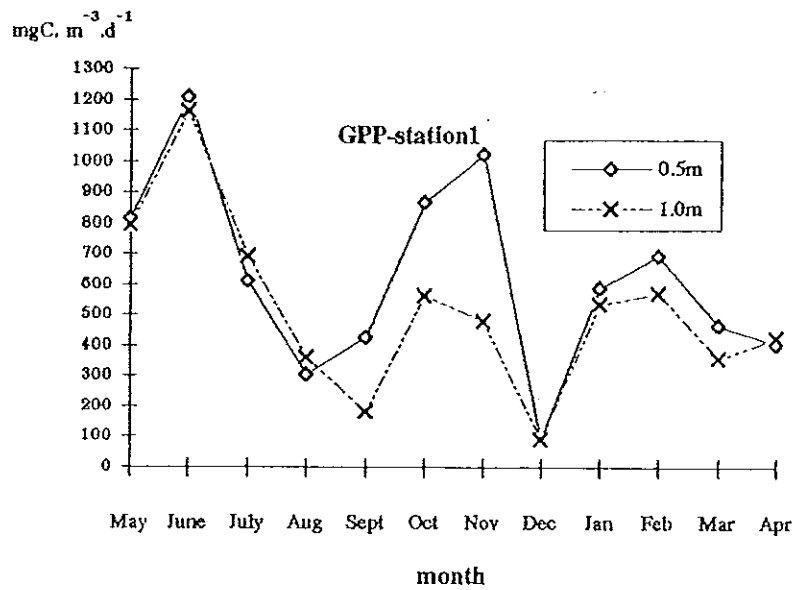
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $1164.83 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $92.78 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $821.94 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤษภาคม และเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $0 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

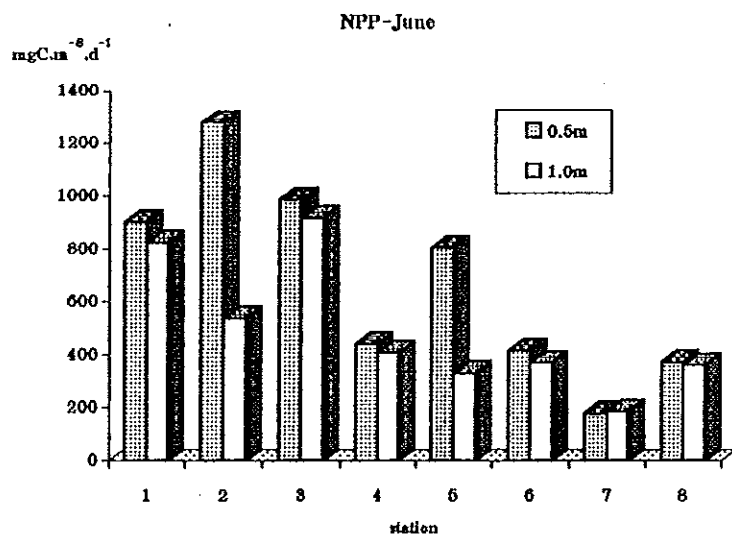
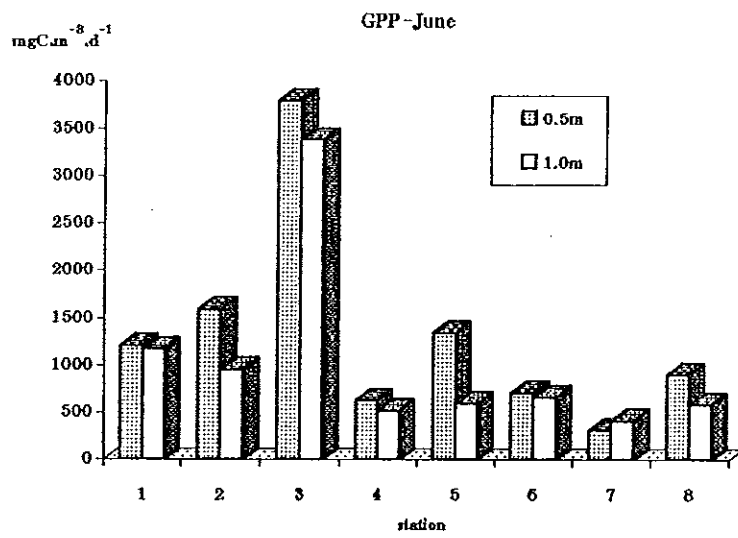
1.2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ภาพประกอบ 9)

1.2.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

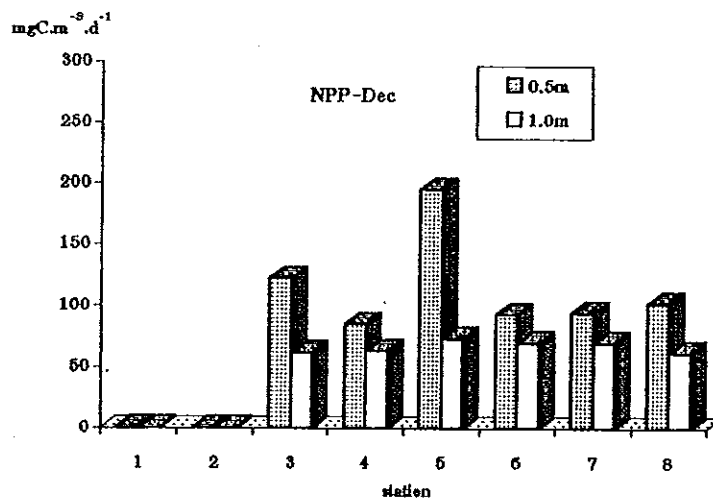
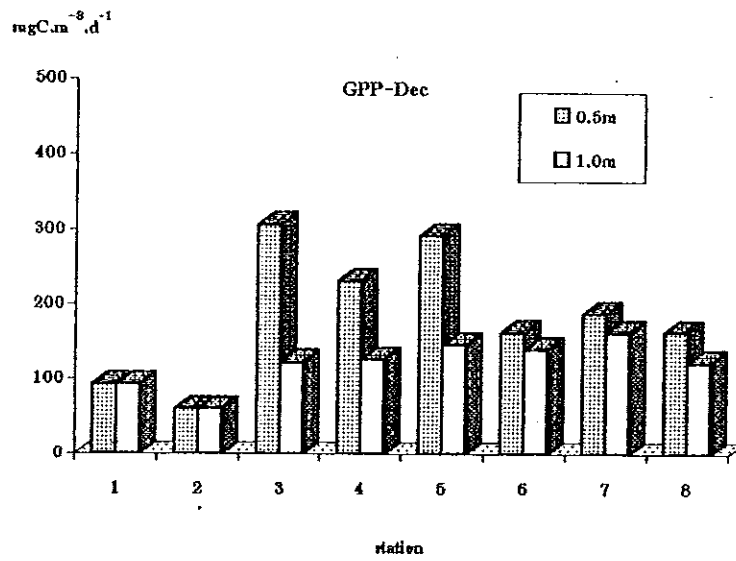
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $1588.88 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนตุลาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $59.86 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$



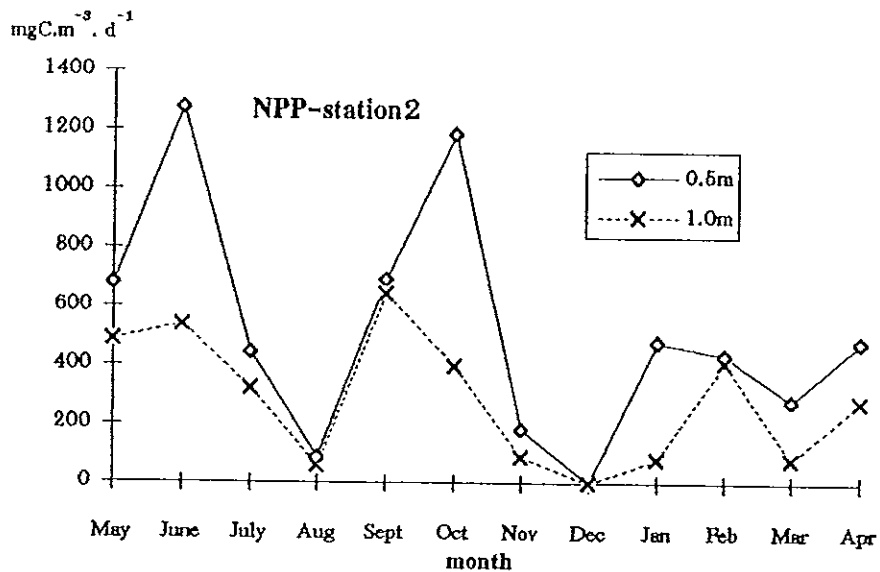
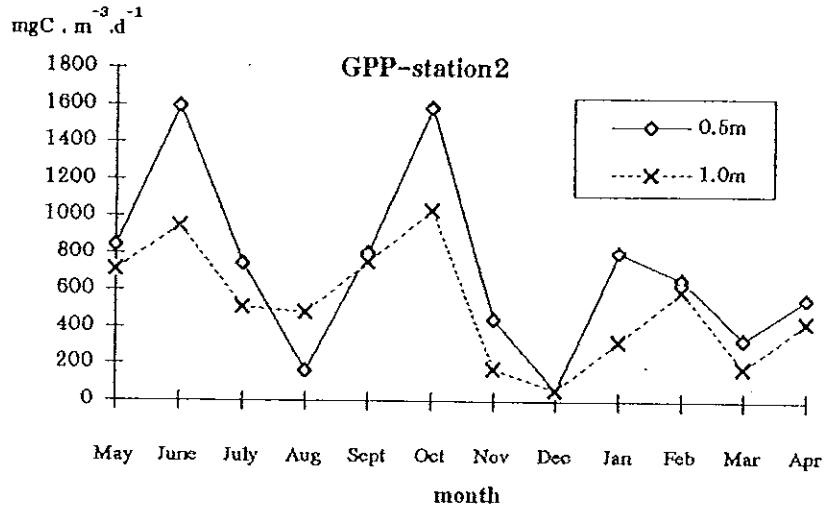
ภาพประกอบ 6 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณปากอ่าว ตรงข้ามวัดแหลมทราย อ. เมือง จ. สงขลา



ภาพประกอบ 7 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมิถุนายน



ภาพประกอบ 8 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนธันวาคม



ภาพประกอบ 9 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านท่าสะพาน อ. เมือง จ. สงขลา

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $1276.05 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนตุลาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $0 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

1.2.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม $1029.43 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนพฤษภาคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนกรกฎาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $59.86 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ในเดือนตุลาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1202.98 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $229.96 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 10 และตารางภาคผนวก 3)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน $642.45 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน เดือนพฤษภาคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนตุลาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $0 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 3)

ในเดือนกันยายน จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นจุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $77.63 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 11 และตารางภาคผนวก 4)

1.3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ภาพประกอบ 12)

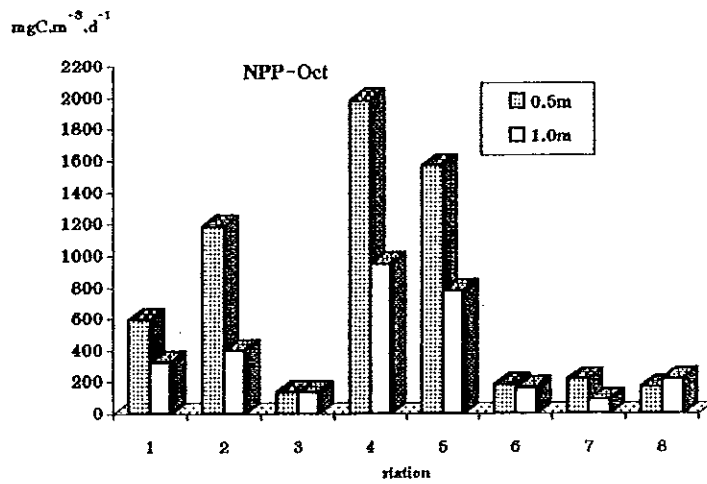
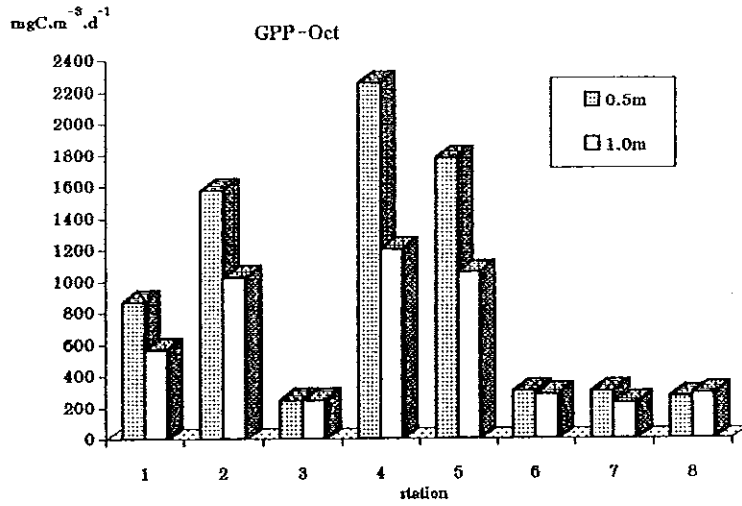
1.3.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $3793.4 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนอื่นๆ โดยเดือนตุลาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $248.11 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

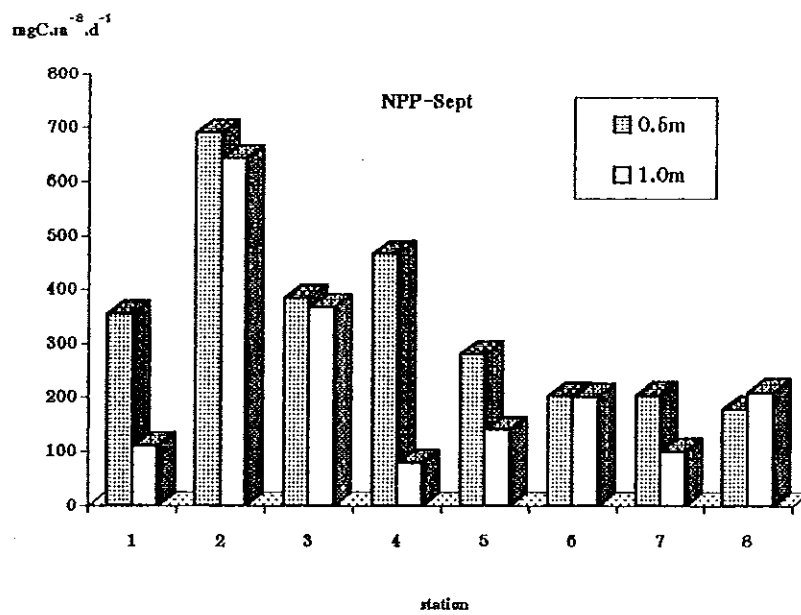
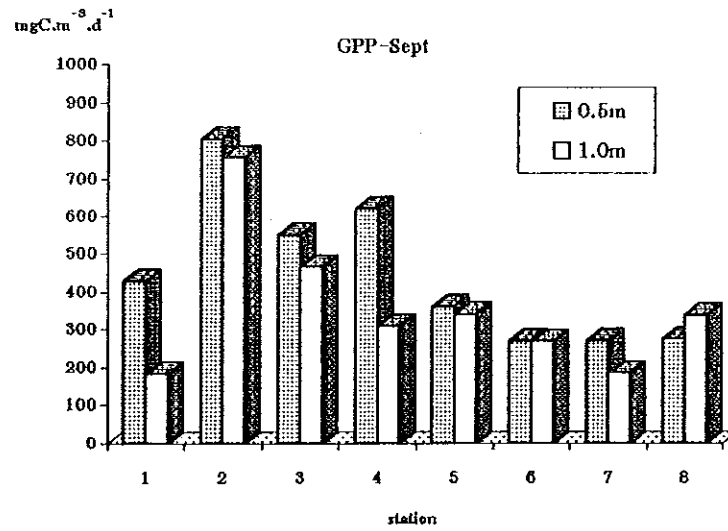
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $984.7 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $122.18 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

1.3.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

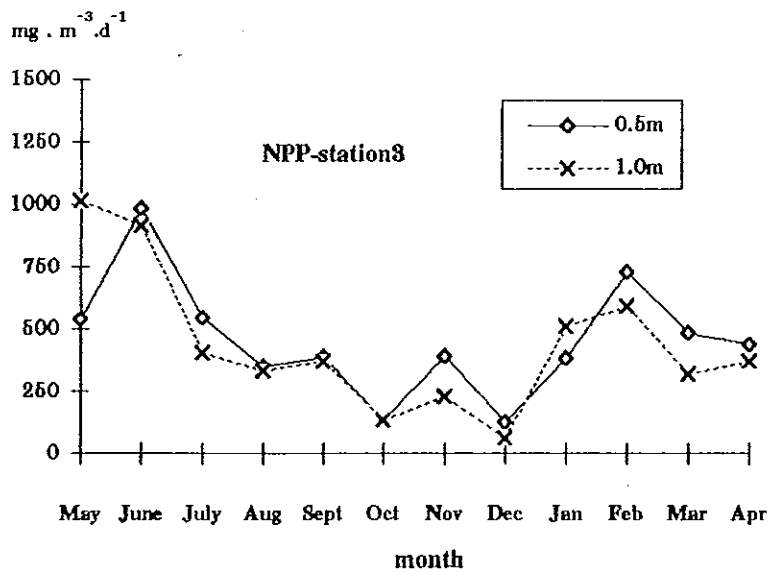
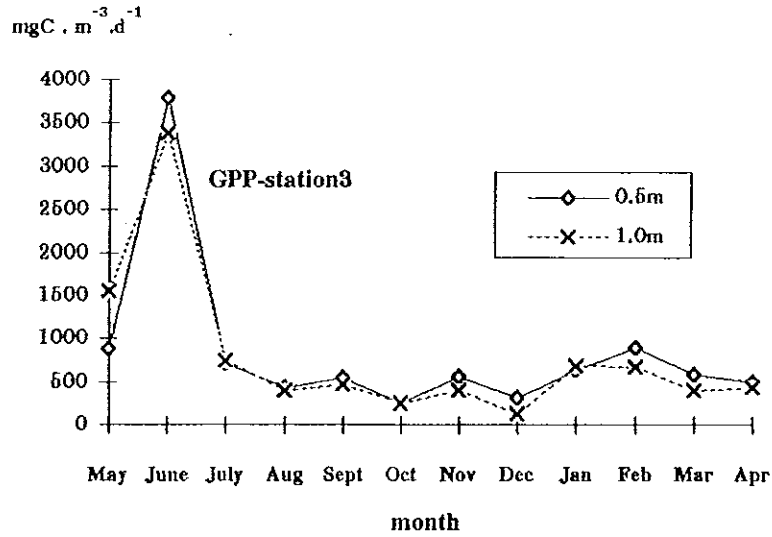
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน



ภาพประกอบ 10 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนตุลาคม



ภาพประกอบ 11 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกันยายน



ภาพประกอบ 12 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านสวนใหม่ ต. เกาะยอ อ. เมือง จ. สงขลา

3378.23 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤษภาคมและเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 122.18 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนที่ซสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 1011.21 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 61.09 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

ในเดือนพฤษภาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 นี้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 149.83 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 13 และตารางภาคผนวก 4)

1.4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (ภาพประกอบ 14)

1.4.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

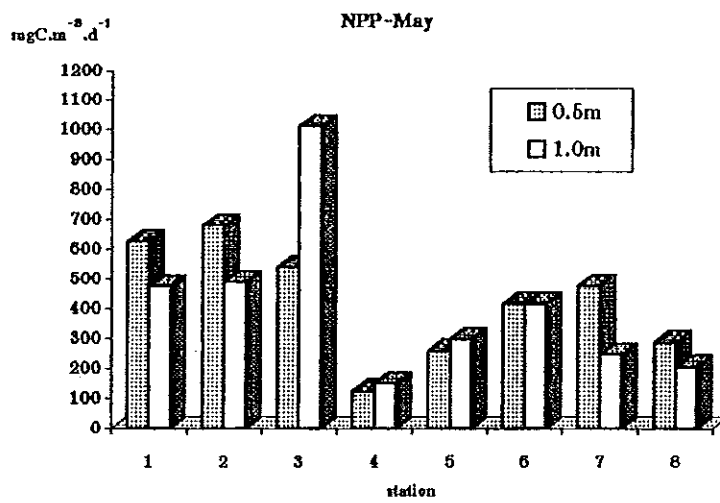
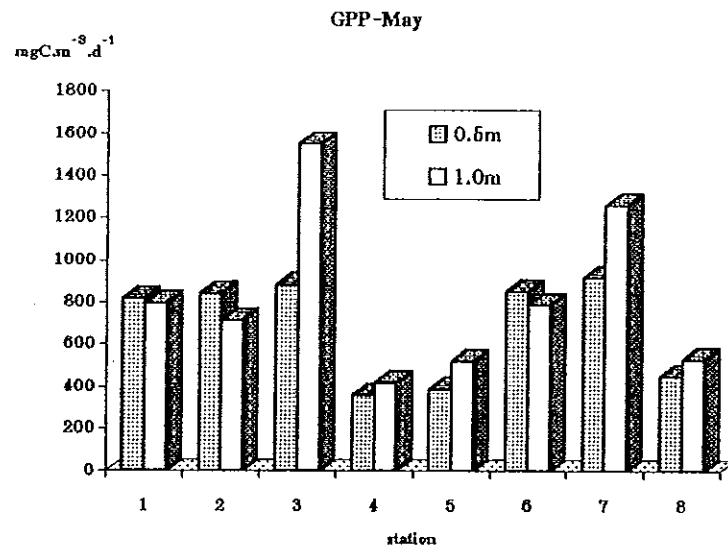
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนที่รวบรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 2252.09 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 229.87 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนที่ซสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 1981.34 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 84.59 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

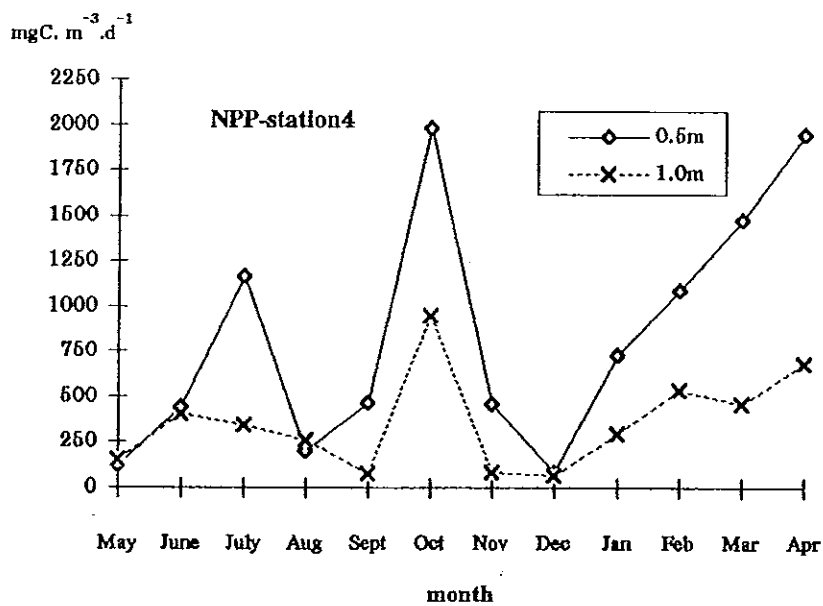
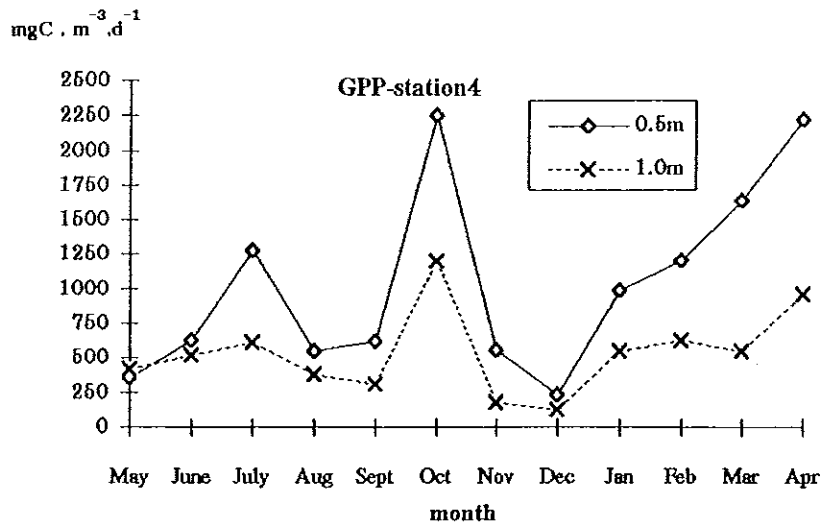
1.4.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนที่รวบรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 1202.98 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 125.33 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนที่ซสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม 948.7 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน และเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 62.67 $\text{mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)



ภาพประกอบ 13 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนพฤษภาคม



ภาพประกอบ 14 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณหน้าแหลมโพธิ์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา

1.5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ภาพประกอบ 15)

1.5.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม $1779.05 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนมีนาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $107.68 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ในเดือนมีนาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1638.40 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $107.69 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 16 และตารางภาคผนวก 3)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม $1567.82 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน และเดือนอื่นๆ โดยเดือนมีนาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $53.84 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$

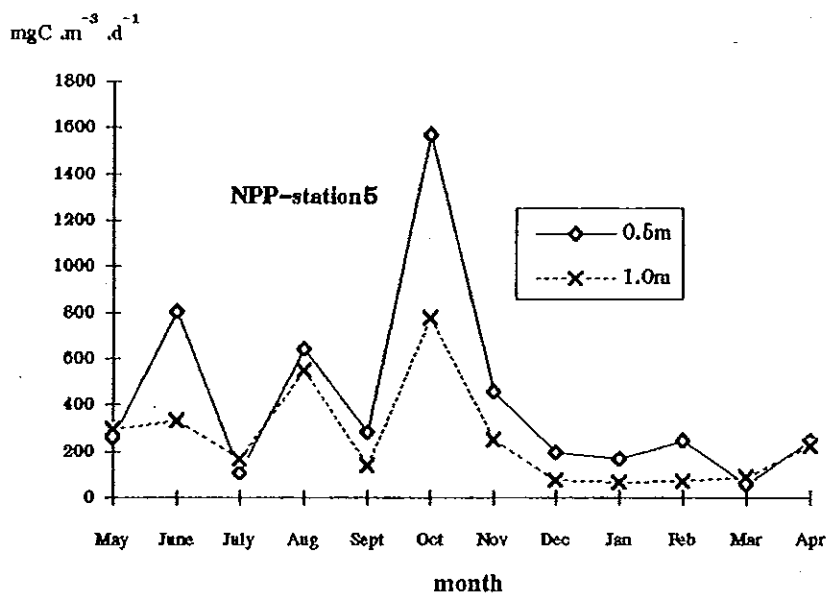
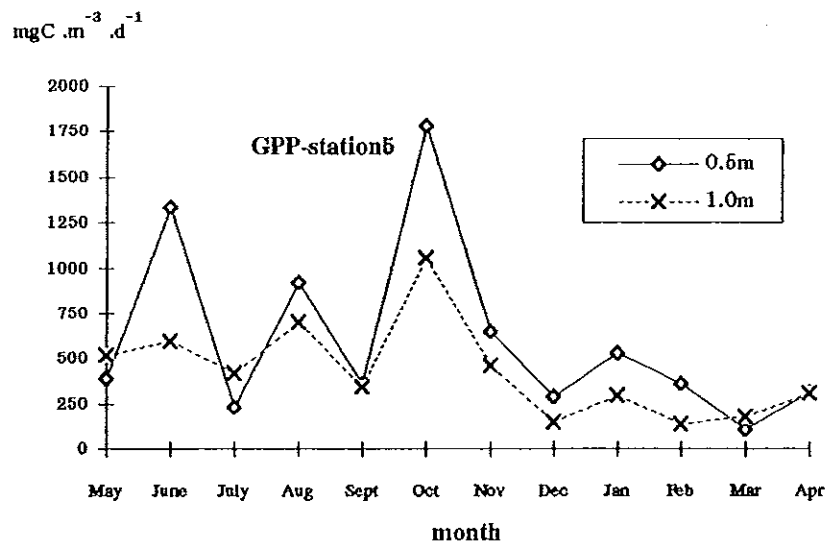
1.5.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม $1057.76 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนสิงหาคม และเดือนมิถุนายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนกุมภาพันธ์มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $133.89 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$

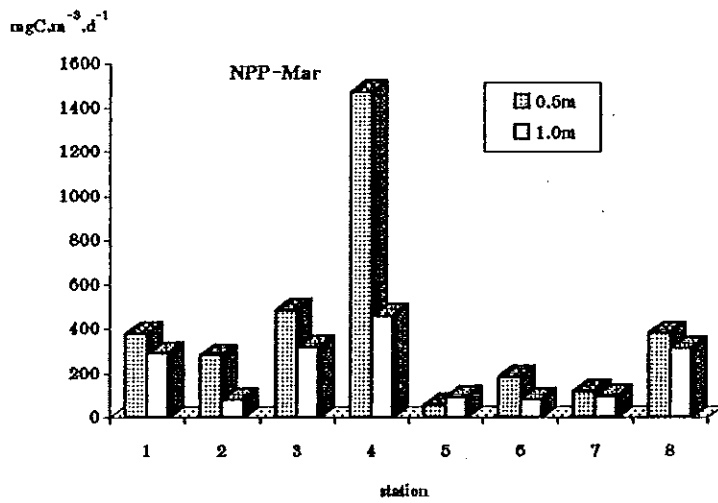
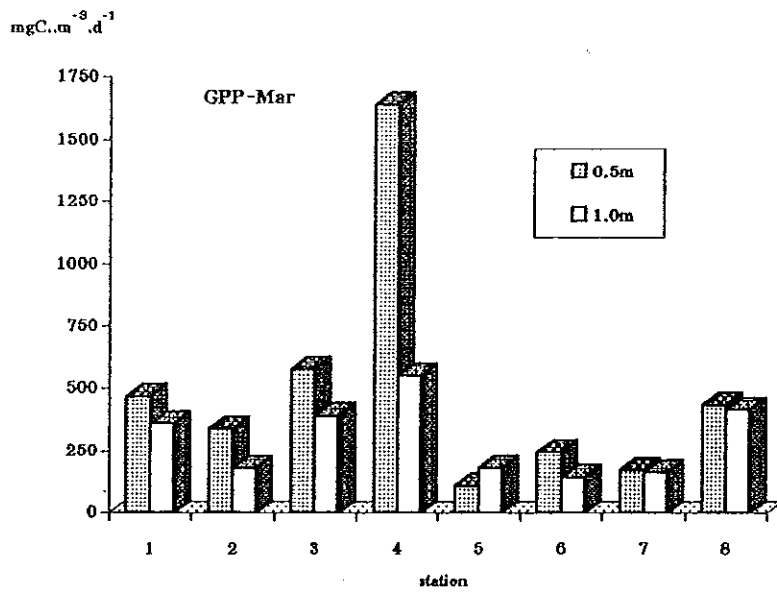
ในเดือนกุมภาพันธ์ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $669.88 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $133.89 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 17 และตารางภาคผนวก 3)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน เดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด $775.41 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนสิงหาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนมกราคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $62.67 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$

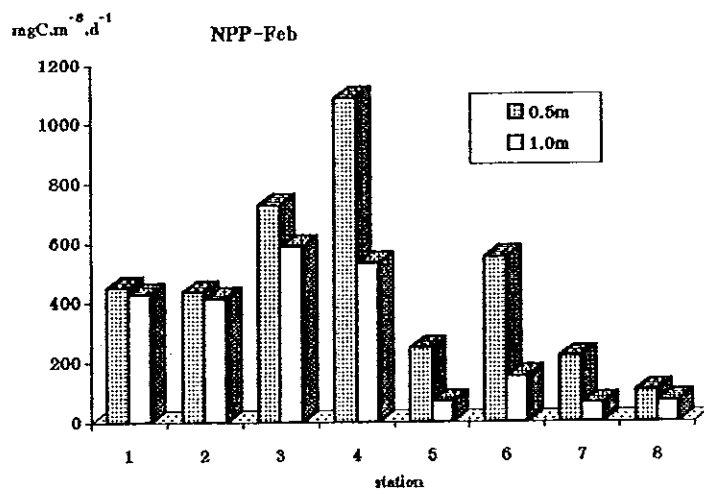
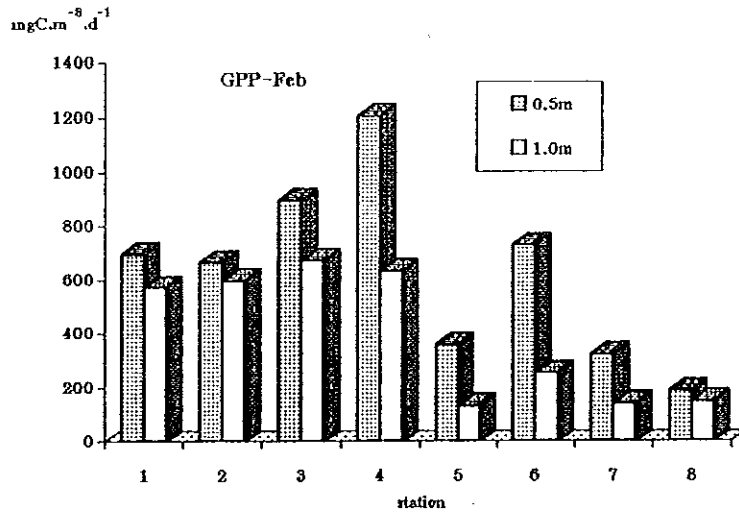
ในเดือนมกราคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $507.11 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $62.67 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 18 และตารางภาคผนวก 4)



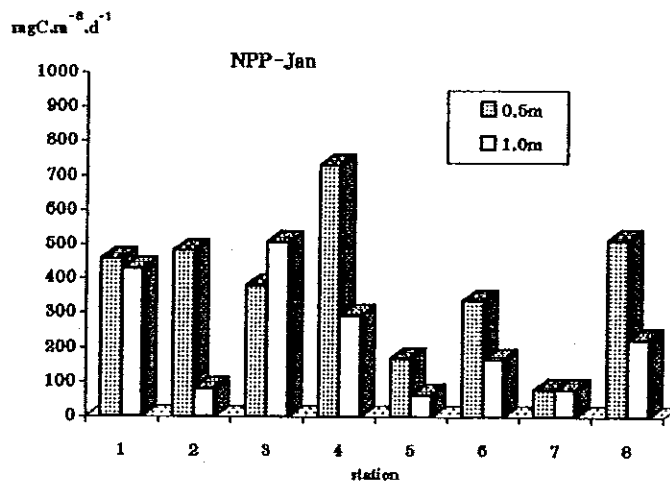
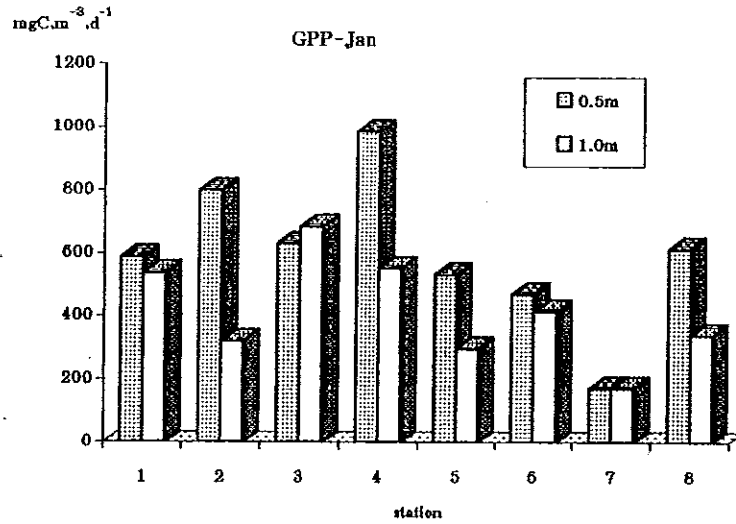
ภาพประกอบ 15 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณกลางทะเลสาบสงขลาตอนนอก



ภาพประกอบ 16 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมีนาคม



ภาพประกอบ 17 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพประกอบ 18 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมกราคม

1.6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (ภาพประกอบ 19)

1.6.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม $851.92 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมิถุนายน เดือนพฤศจิกายน เดือนกรกฎาคม เดือนมกราคม และเดือนเมษายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $161.90 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

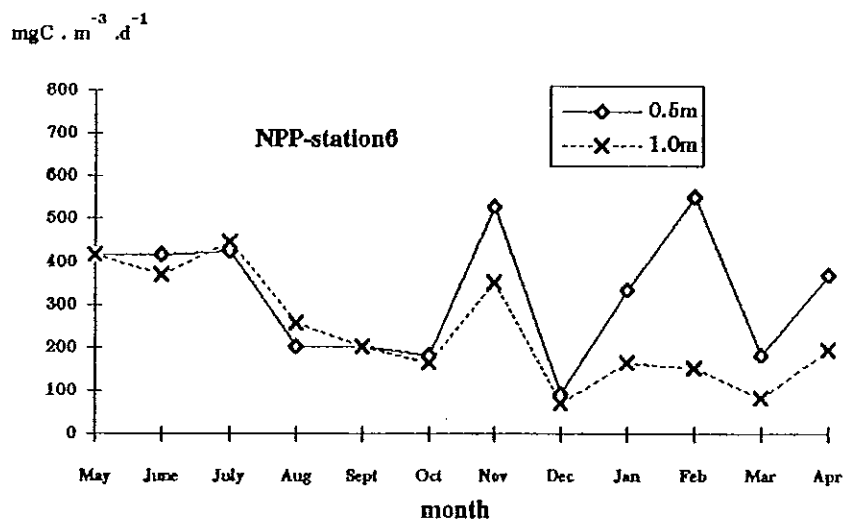
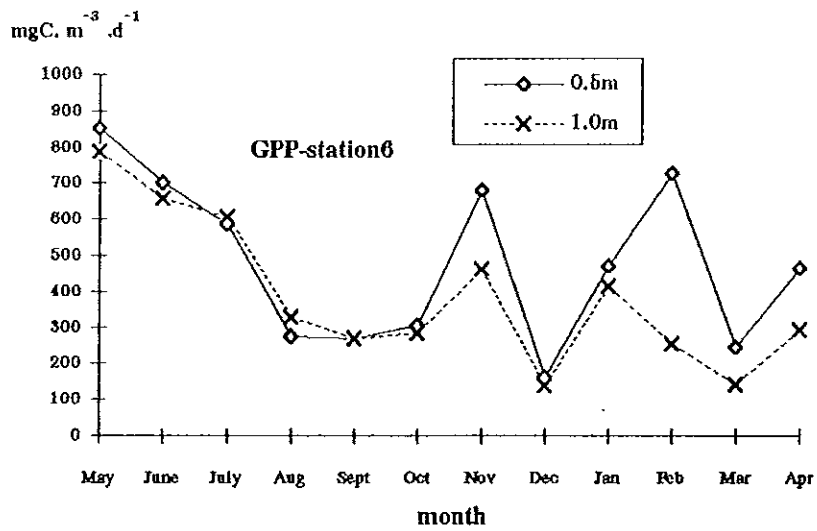
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ $551.02 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤศจิกายน เดือนกรกฎาคม เดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน เดือนเมษายน และเดือนมกราคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $92.45 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

ในเดือนกุมภาพันธ์ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1084.69 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $103.18 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 17 และตารางภาคผนวก 4)

1.6.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม $788.14 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม เดือนพฤศจิกายน เดือนมกราคม เดือนสิงหาคม เดือนเมษายน เดือนตุลาคม และเดือนกันยายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $138.90 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันในเดือนกรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $445.15 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน เดือนพฤศจิกายน เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนเมษายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $69.44 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)



ภาพประกอบ 19 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณบ้านสะทิงหม้อ อ. สิงหนคร จ. สงขลา

ในเดือนกรกฎาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $60.98 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 20 และตารางภาคผนวก 4)

1.7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (ภาพประกอบ 21)

1.7.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม $917.23 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน และเดือนพฤศจิกายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $150.29 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ในเดือนสิงหาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $920.04 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ภาพประกอบ 22 และตารางภาคผนวก 3)

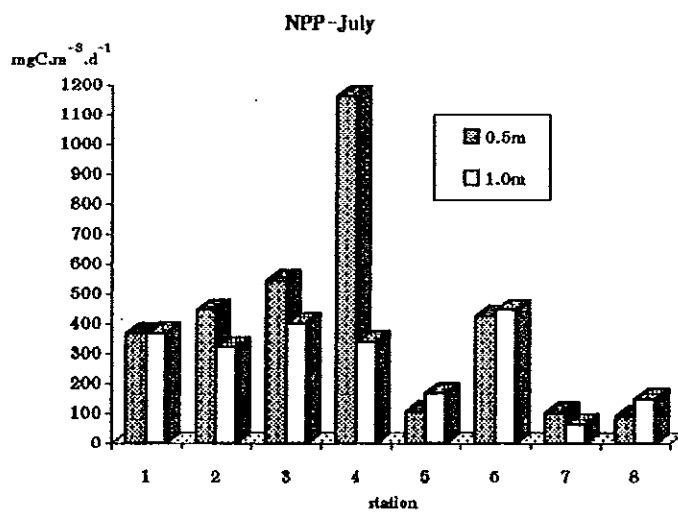
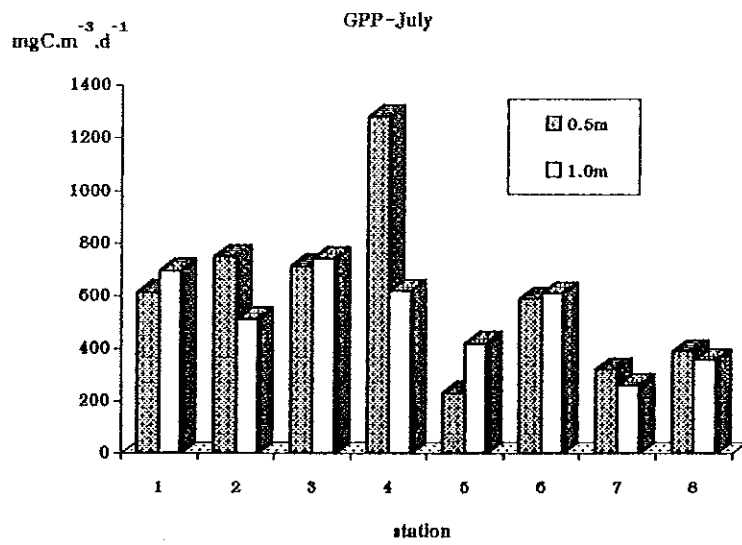
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม $477.32 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน และเดือนพฤศจิกายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $60.64 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

ในเดือนพฤษภาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $679.14 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $121.88 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 13 และตารางภาคผนวก 4) ส่วนในเดือนสิงหาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $643.64 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $80.64 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 22 และตารางภาคผนวก 4)

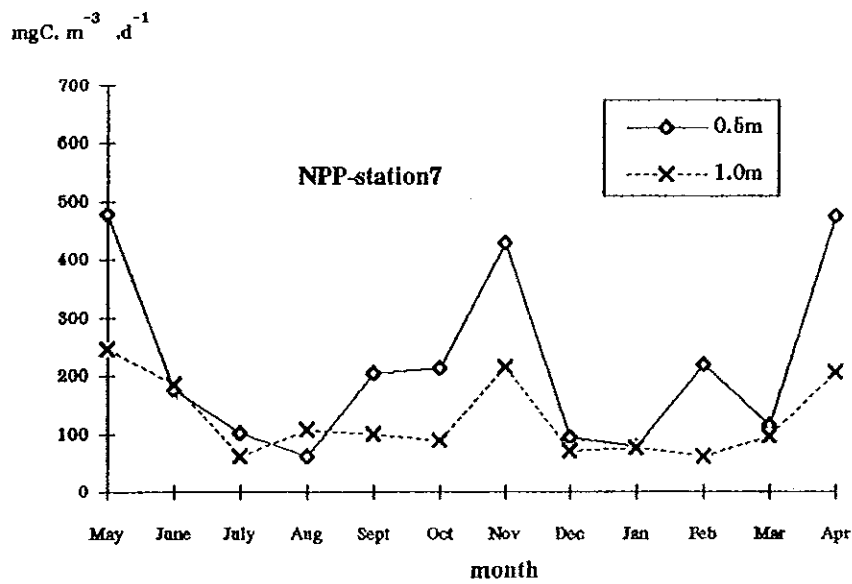
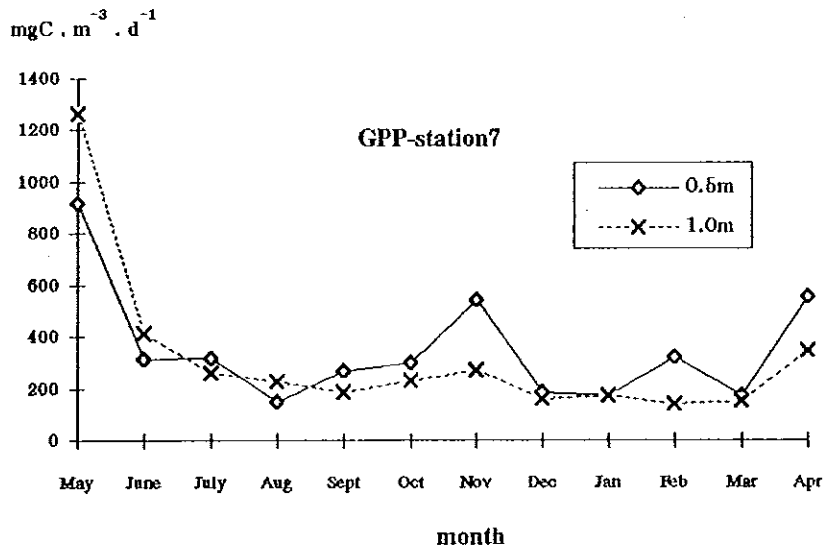
1.7.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม $1265.04 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมิถุนายน และเดือนอื่น ๆ โดยเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $142.26 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

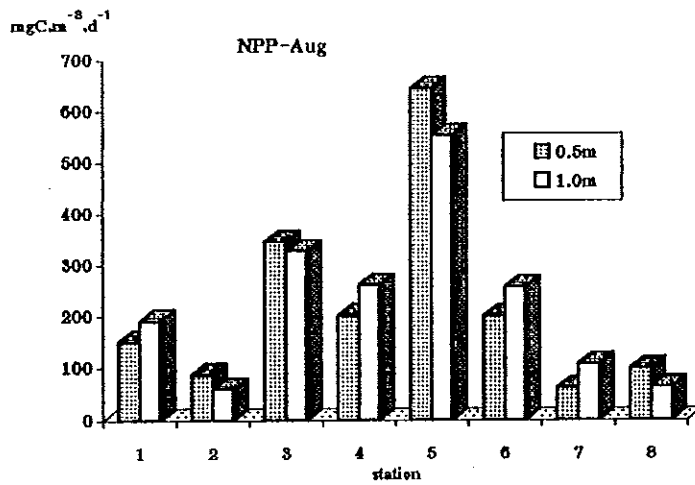
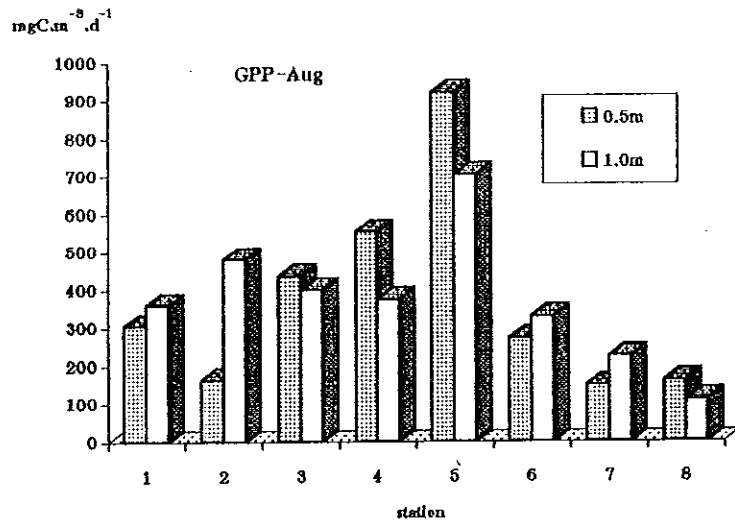
ในเดือนพฤษภาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1550.40 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $418.72 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 13 และตารางภาคผนวก 3)



ภาพประกอบ 20 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกรกฎาคม



ภาพประกอบ 21 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณบ้านปากบาง อ. รัตภูมิ จ. สงขลา



ภาพประกอบ 22 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนสิงหาคม

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน เดือนพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $245.30 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งค่าเฉลี่ยในทุกเดือนของจุดเก็บตัวอย่างนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $60.54 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

ในเดือนกุมภาพันธ์ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $587.98 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 นี้ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ภาพประกอบ 17 และตารางภาคผนวก 4)

1.8 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 (ภาพประกอบ 23)

1.8.1 ระดับความลึก 0.5 เมตร

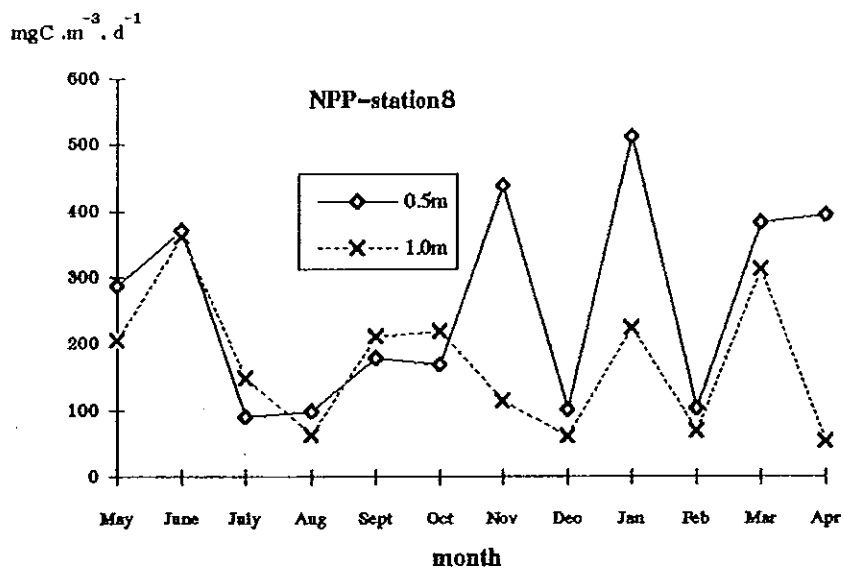
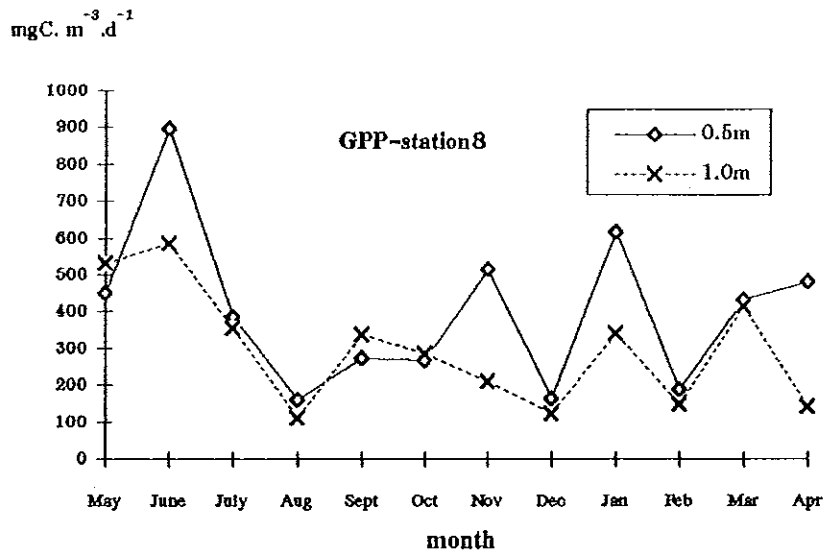
ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $894.28 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมกราคม เดือนพฤศจิกายน เดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่น โดยเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $160.32 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมกราคม $511.31 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤศจิกายน เดือนเมษายน เดือนมีนาคม เดือนมิถุนายน และเดือนพฤษภาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนกรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $89.32 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

ในเดือนมกราคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $731.29 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $76.57 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 18 และตารางภาคผนวก 4)

1.8.2 ระดับความลึก 1.0 เมตร

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $585.13 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ซึ่งค่าเฉลี่ยในทุกเดือนของจุดเก็บตัวอย่างนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $110.27 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 1)



ภาพประกอบ 23 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP) ต่อวัน ในแต่ละระดับความลึก ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณปากคลองปากพรอ อ. รัษฎา จ. สงขลา

ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน $361.55 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมีนาคม เดือนมกราคม เดือนตุลาคม เดือนกันยายน เดือนพฤษภาคม เดือนกรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ โดยเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $53.65 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 2)

ในเดือนเมษายนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $629.27 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $53.65 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (ภาพประกอบ 24 และตารางภาคผนวก 4)

2. ภาพรวม

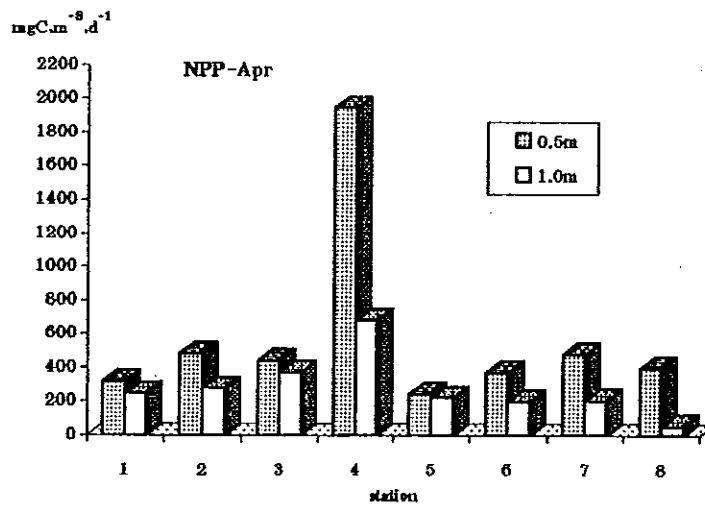
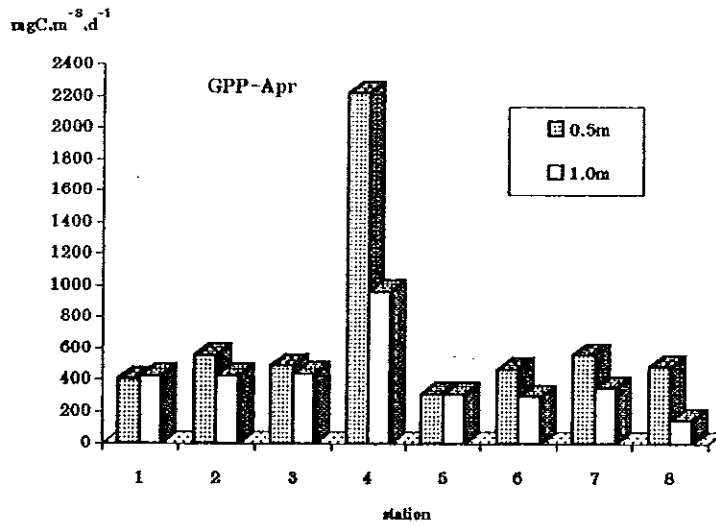
2.1 ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ภาพประกอบ 25 และ ตารางภาคผนวก 1 และ 2)

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวันเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน พบว่า ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1043.91 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 2 มีค่าเฉลี่ย $839.67 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $715.35 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $351.9 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

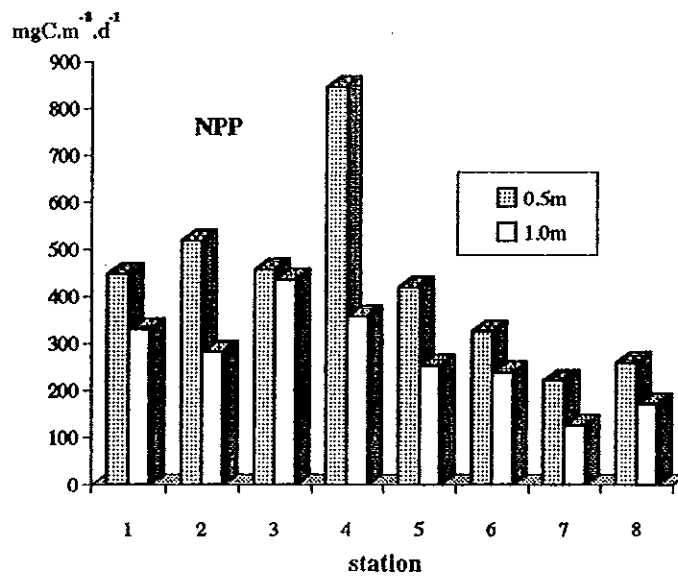
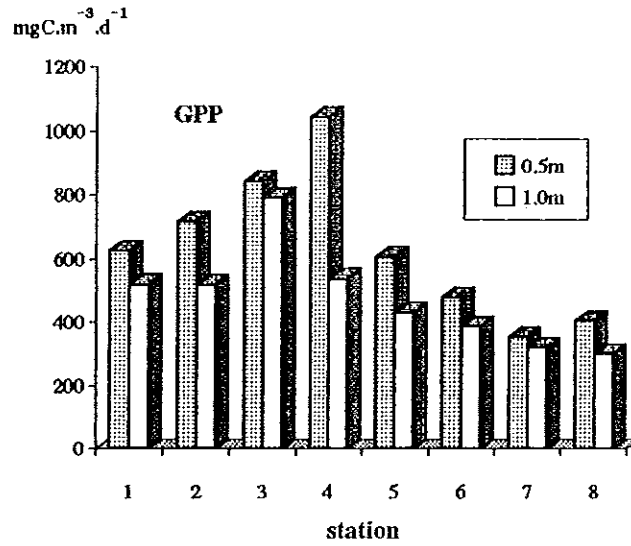
ที่ระดับความลึก 1.0 เมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $789.81 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 1 มีค่าเฉลี่ย $536.21 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $518.79 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $298.86 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อปีที่ระดับความลึก 0.5 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง $128,443.5 - 381,027.15 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{yr}^{-1}$ ส่วนที่ระดับความลึก 1.0 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง $116694.15 - 288,280.65 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{yr}^{-1}$

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน พบว่า ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $845.64 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ย $518.28 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $455.97 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $219.79 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$



ภาพประกอบ 24 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ (NPP) ต่อวันในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนเมษายน



ภาพประกอบ 25 ผลผลิตเบื้องต้นรวม(GPP) และสุทธิ(NPP)ต่อวันเฉลี่ยทั้งปี ในแต่ละระดับความลึกของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

ที่ระดับความลึก 1.0 เมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $435.09 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 1 มีค่าเฉลี่ย $357.31 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $329.72 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $125.65 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อปีที่ระดับความลึก 0.5 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง $80,223.35\text{-}308,658.6 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{yr}^{-1}$ ส่วนที่ระดับความลึก 1.0 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง $45,862.25\text{-}158,807.85 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{yr}^{-1}$

2.2 การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (ภาพประกอบ 26 และ ตารางภาคผนวก 3 และ 4)

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวันเฉลี่ยทุกจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าที่ระดับความลึก 0.5 เมตร เดือนมิถุนายน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1307.59 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ เดือนตุลาคม และเดือนพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ย $950.19 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $688.68 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม $186.15 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

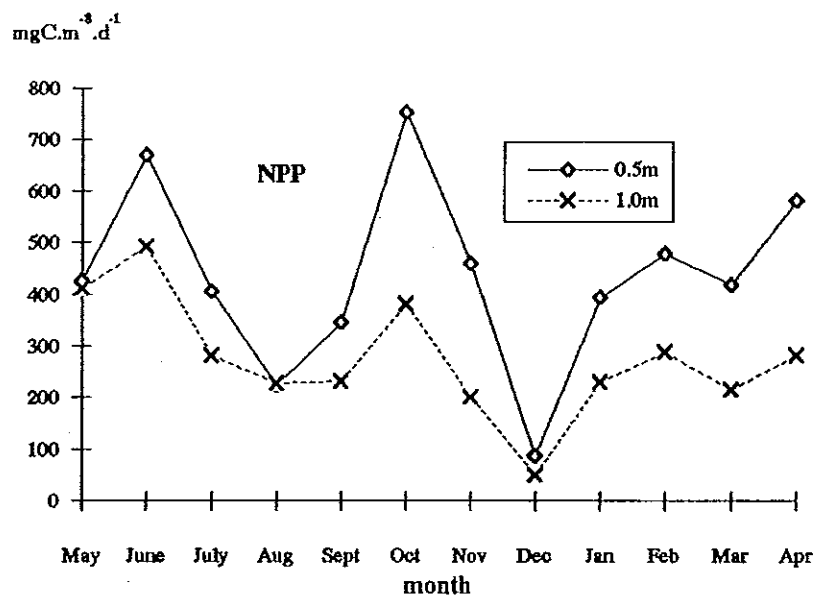
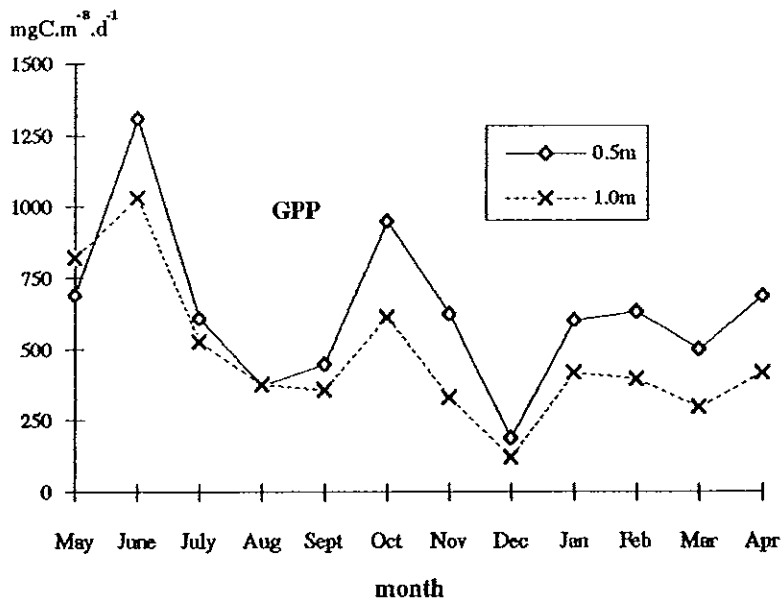
ที่ระดับความลึก 1.0 เมตร เดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด $1032.9 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $823.04 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $612.88 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม $121.04 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

ค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทุกจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าที่ระดับความลึก 0.5 เมตร เดือนตุลาคม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $753.01 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ เดือนมิถุนายนและเดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ย $670.69 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $581.8 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม $86.13 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

ที่ระดับความลึก 1.0 เมตร เดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด $491.25 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ รองลงมาคือ เดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม มีค่าเฉลี่ย $410.91 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ และ $381.15 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม $49.54 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$

ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้น

การวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชทางกายภาพ (อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม ความลึก ปริมาณของแข็ง



ภาพประกอบ 26 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) และสุทธิ(NPP)ต่อวันในแต่ละระดับความลึก เฉลี่ยทุกจุดเก็บตัวอย่าง

แขวนลอย) และทางเคมี (ปริมาณไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟต ซิลิเกต และคลอโรฟิลล์ เอ) ซึ่งกระทำ ณ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง และในห้องปฏิบัติการปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ (ภาพประกอบ 27-28)

ค่าอุณหภูมิในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน (SxM) และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 17)

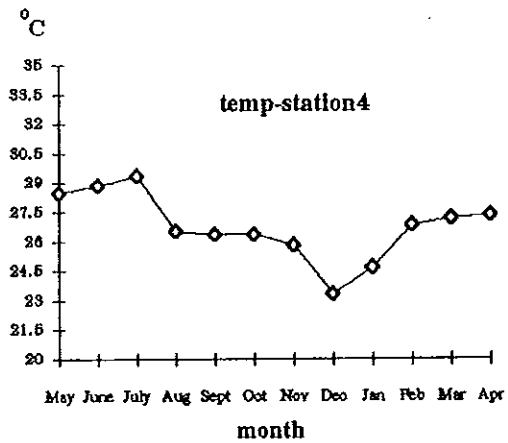
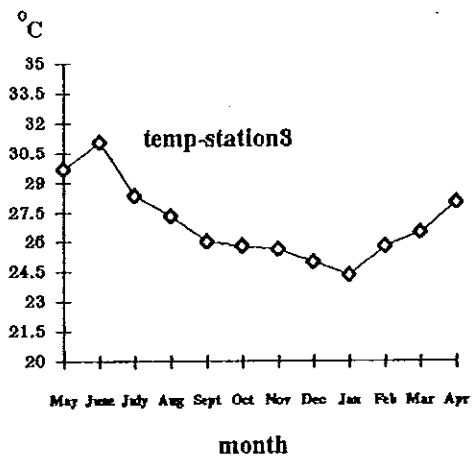
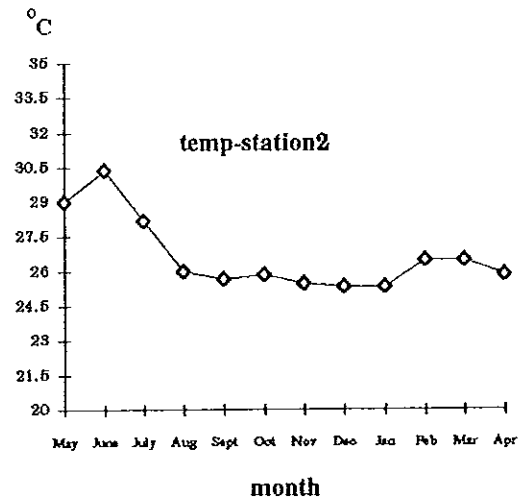
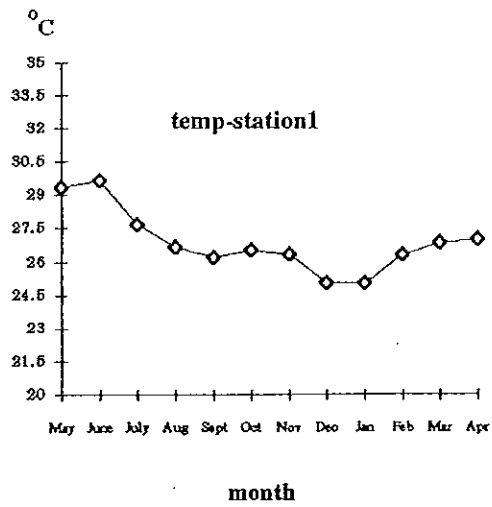
อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายนเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ค่าเฉลี่ยสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 4 5 6 และ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤษภาคม แต่แตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ค่าเฉลี่ยต่ำสุดปรากฏในเดือนธันวาคมและมกราคม ค่าเฉลี่ยทั้งปีของแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 3 และ 8 เท่ากับ 26.9°C และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 6 และ 7 เท่ากับ 26.5°C (ตารางภาคผนวก 5)

ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งกักตุนที่ขลุ่ยต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึก ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 29)

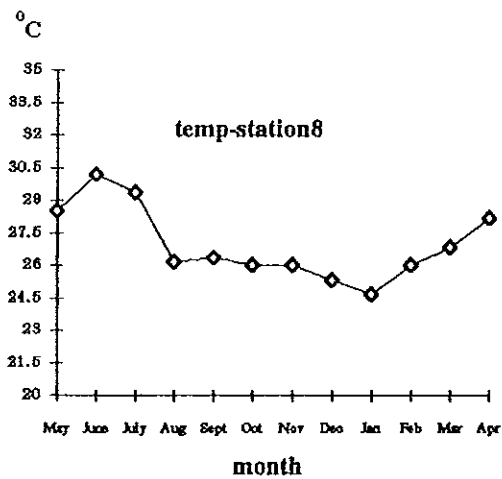
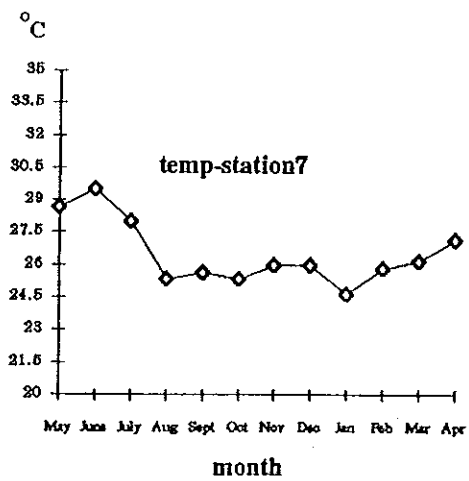
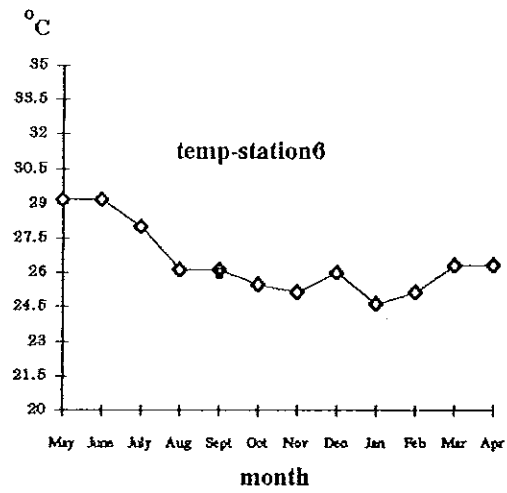
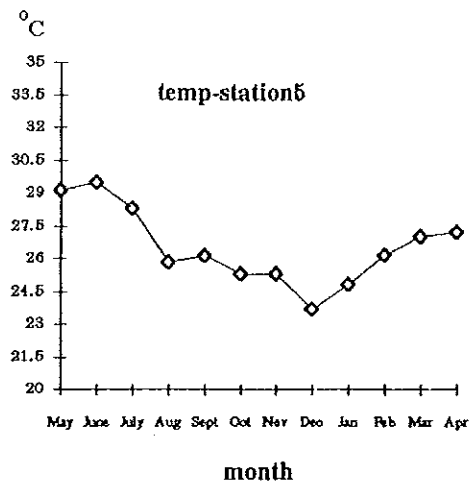
2. ความเป็นกรด-เบส (ภาพประกอบ 31-32)

ความเป็นกรด-เบสในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 18)

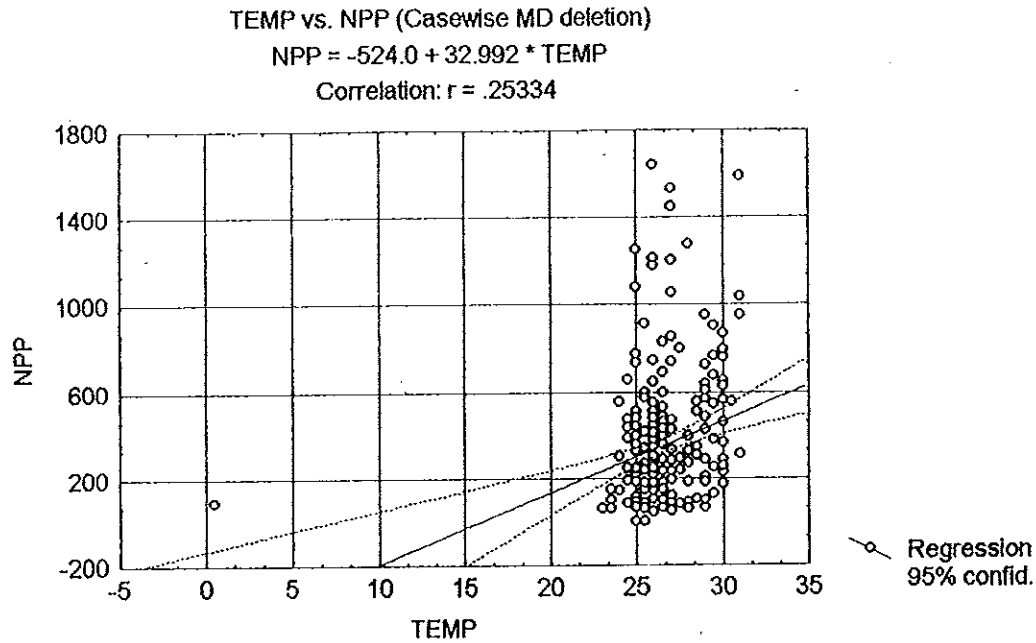
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน ต่ำสุดในเดือนมกราคม และพฤศจิกายนตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมกราคม ต่ำสุดในเดือนสิงหาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม ต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน และกรกฎาคมตามลำดับ ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 7.59 และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 เท่ากับ 7.32 (ตารางภาคผนวก 6)



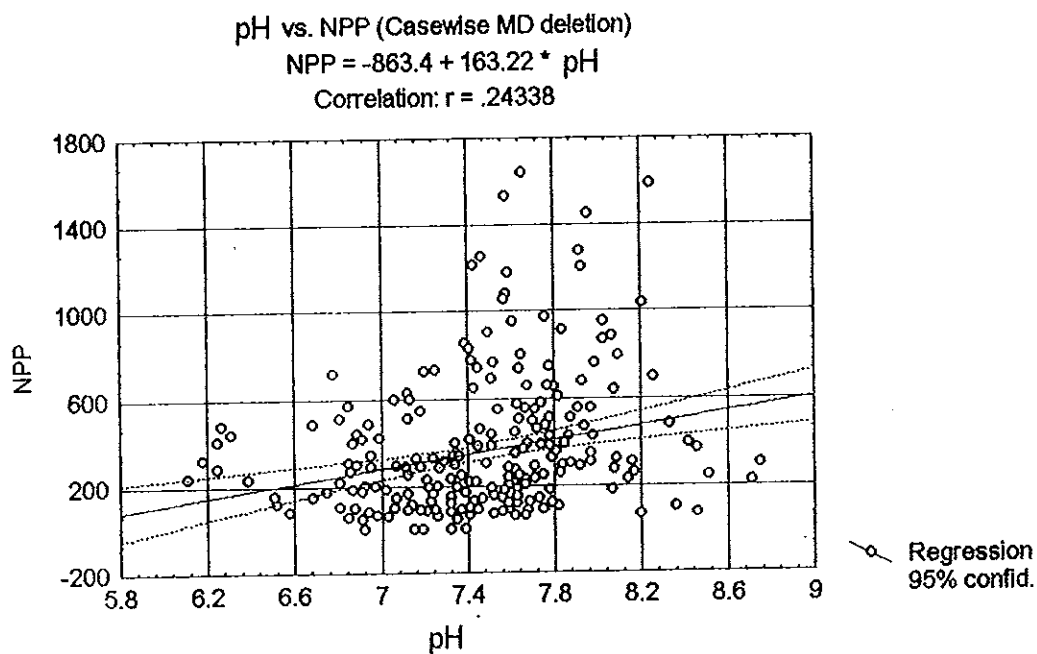
ภาพประกอบ 27 อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



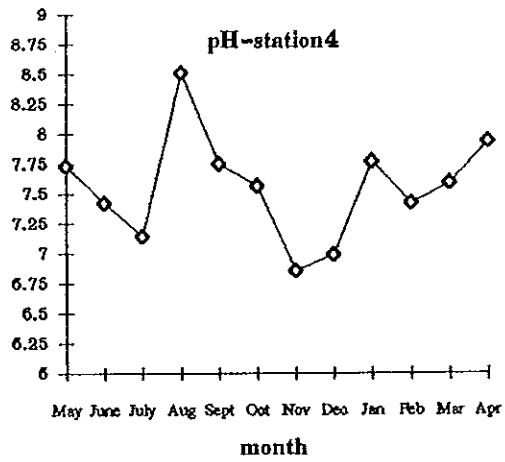
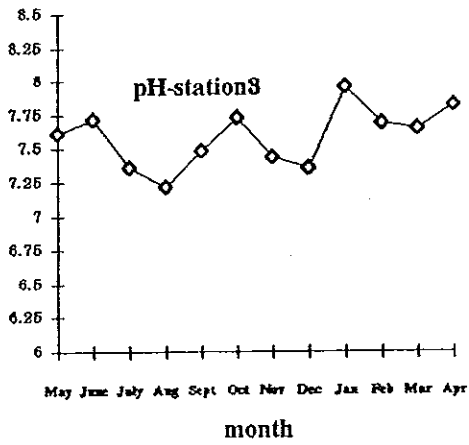
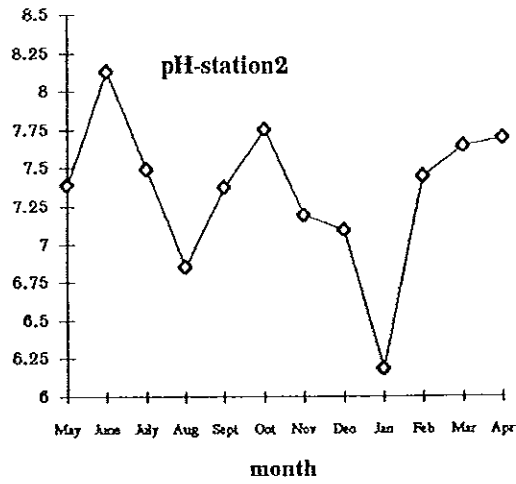
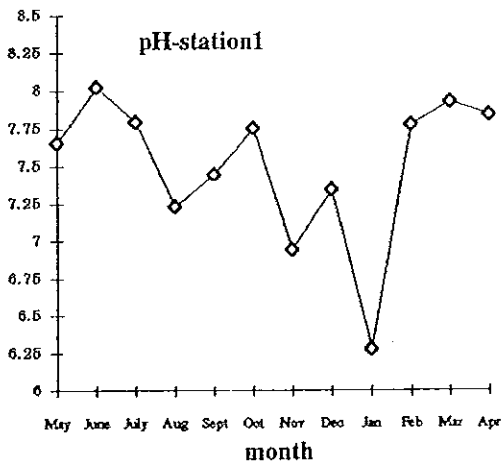
ภาพประกอบ 28 อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8



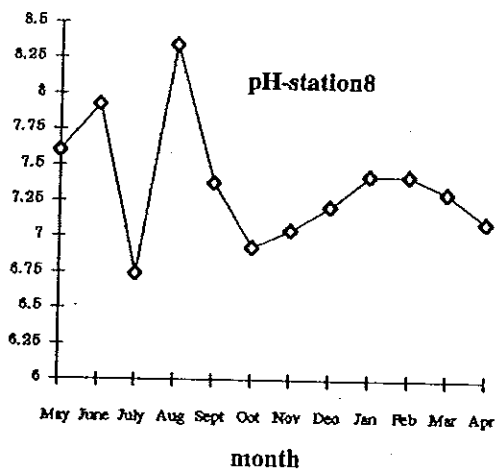
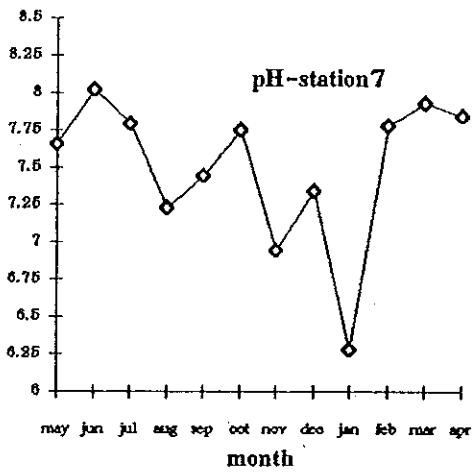
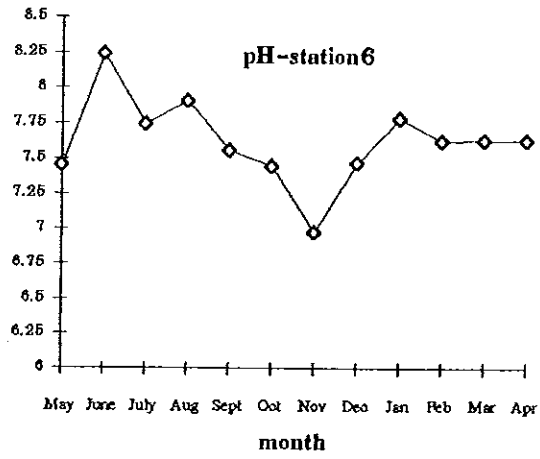
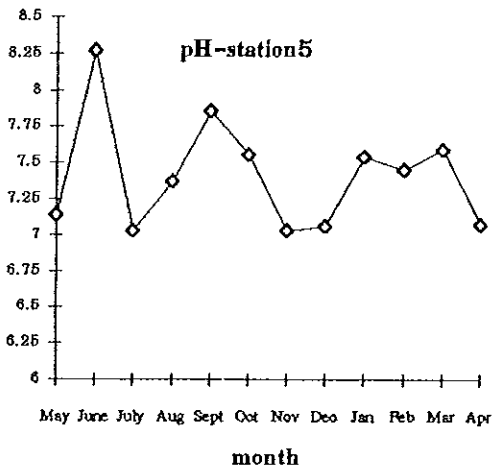
ภาพประกอบ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับความเป็นกรด-เบส



ภาพประกอบ 31 ความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



ภาพประกอบ 32 ความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-เบสกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึก ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 30)

3. ความเค็ม (ภาพประกอบ 33-34)

ความเค็มในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 19)

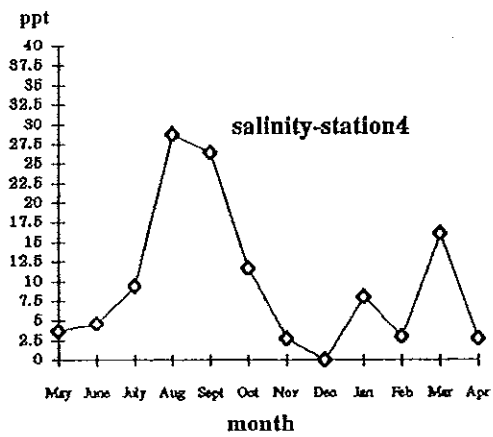
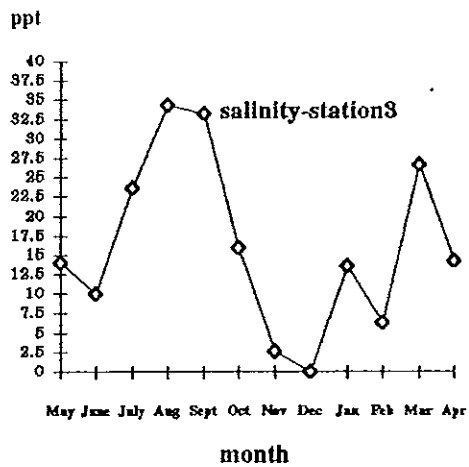
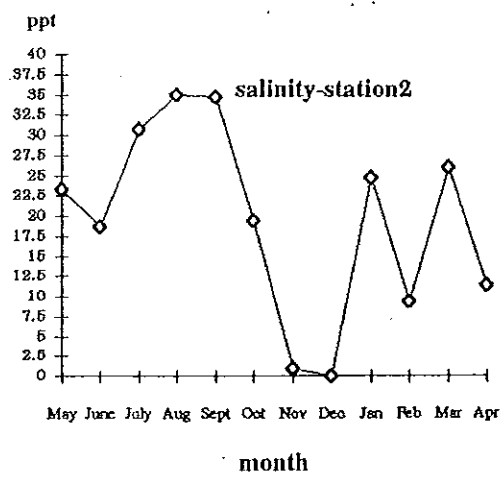
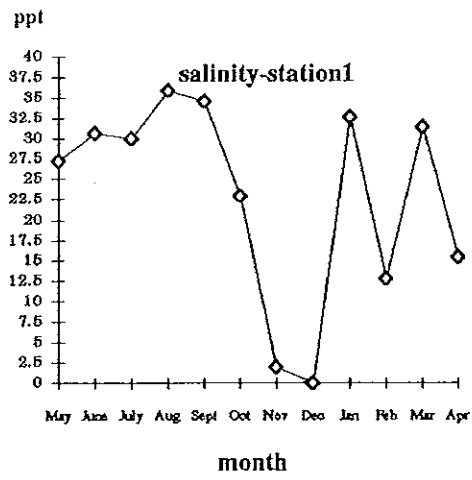
ความเค็มมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคมเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน ค่าเฉลี่ยสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 3 และ 8 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนกันยายน แต่แตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ค่าเฉลี่ยสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 7 มีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกเดือน ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในทุกจุดเก็บตัวอย่างปรากฏในเดือนธันวาคม ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 22.97 ส่วนในพันส่วน และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 เท่ากับ 6.06 ส่วนในพันส่วน (ตารางภาคผนวก 7)

ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึก ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 35)

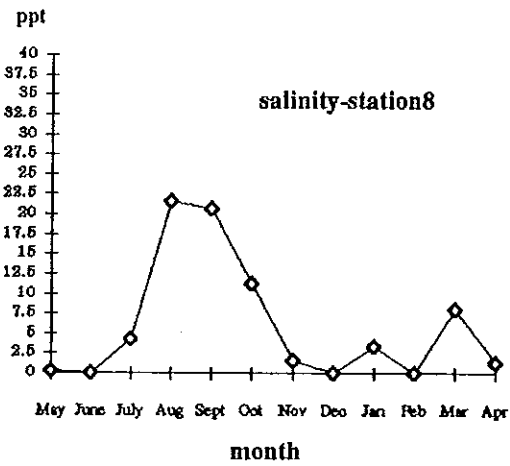
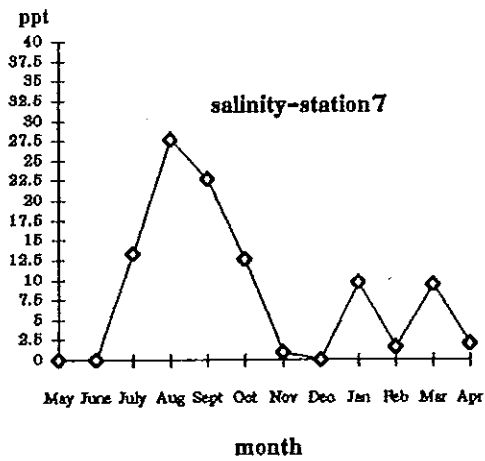
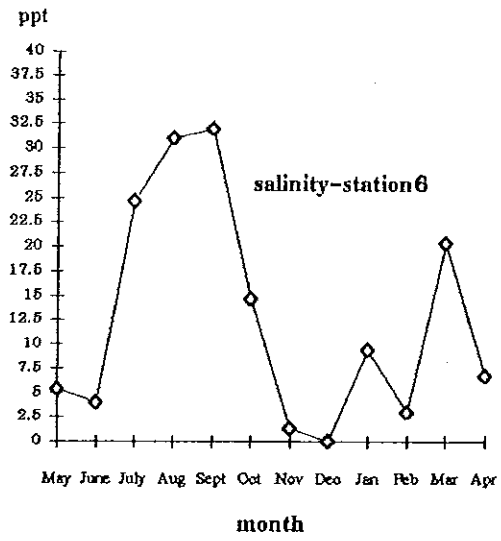
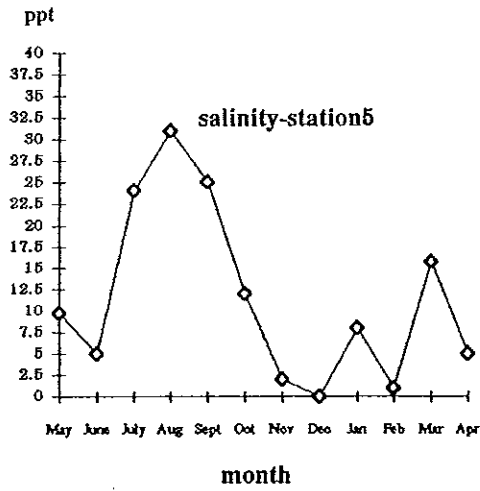
4. ความลึก (ภาพประกอบ 37-38)

ความลึกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 20)

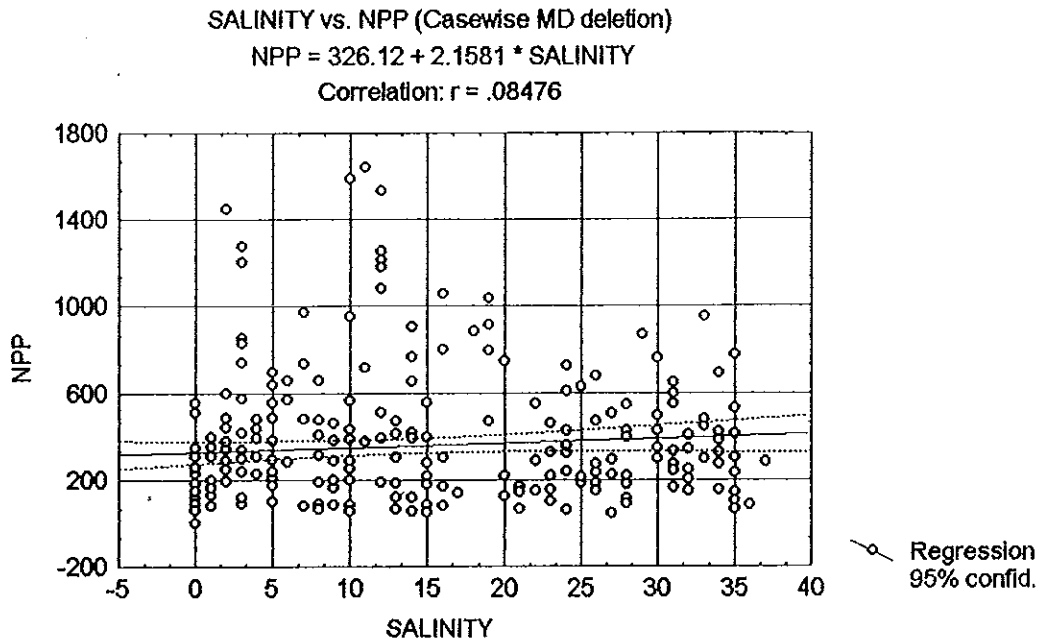
ความลึกในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกเดือน ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 1.62 เมตร ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 เท่ากับ 1.25 เมตร (ตารางภาคผนวก 8)



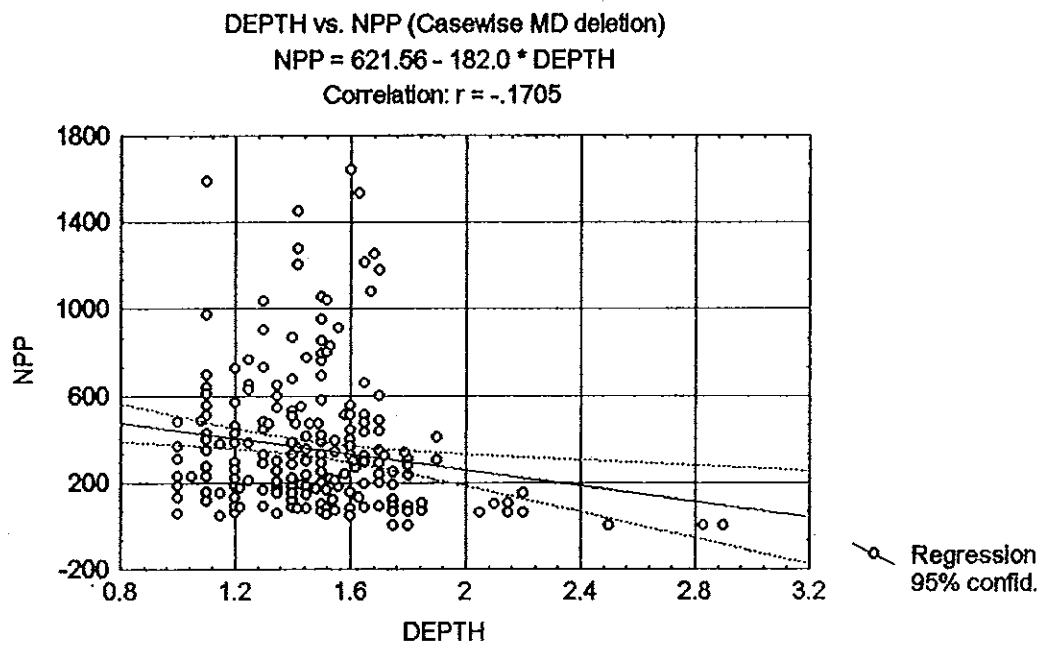
ภาพประกอบ 33 ความเค็มเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



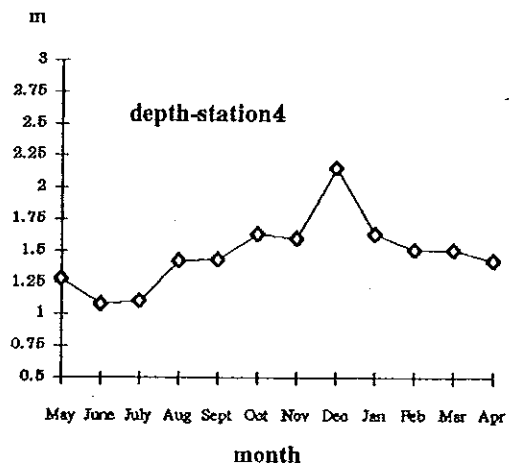
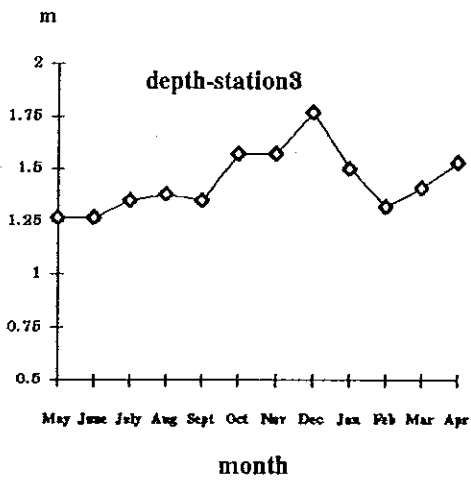
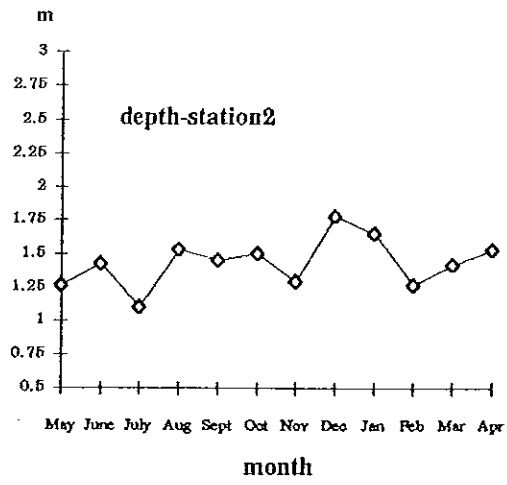
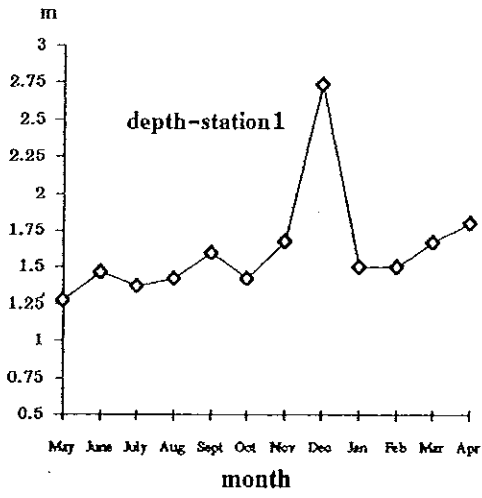
ภาพประกอบ 34 ความเค็มเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8



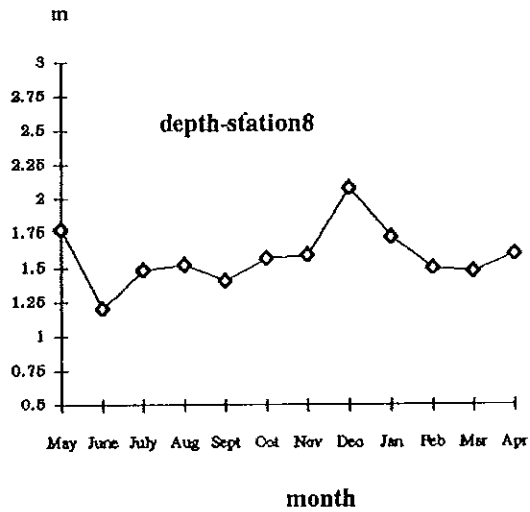
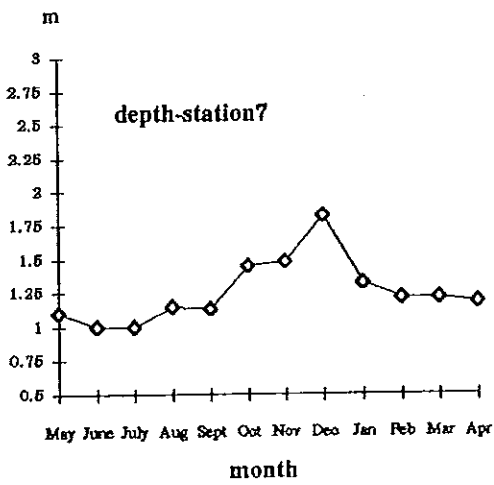
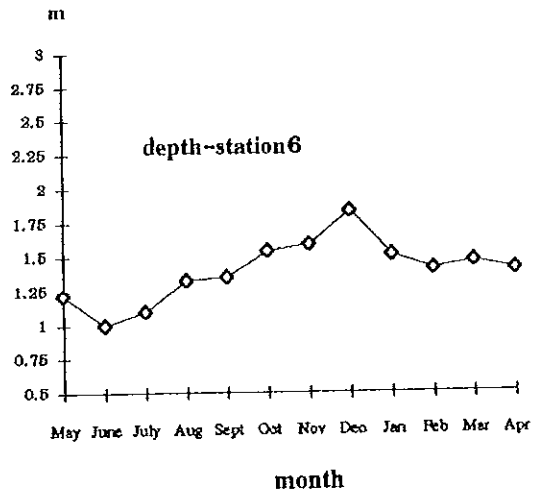
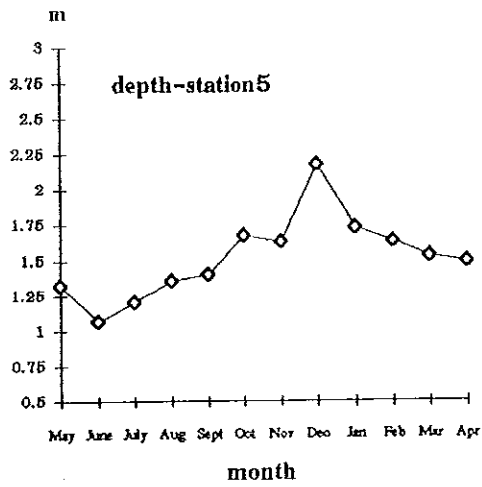
ภาพประกอบ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
 ระดับความลึกกับความเค็ม



ภาพประกอบ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
 ระดับความลึกกับความลึก



ภาพประกอบ 37 ความลึกเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



ภาพประกอบ 38 ความลึกเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับผลผลิตเบื้องต้นของ แพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึก ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามแต่น้อยมากกล่าวได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 36)

5. ปริมาณของแข็งแขวนลอย (ภาพประกอบ 39-40)

ปริมาณของแข็งแขวนลอยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 21)

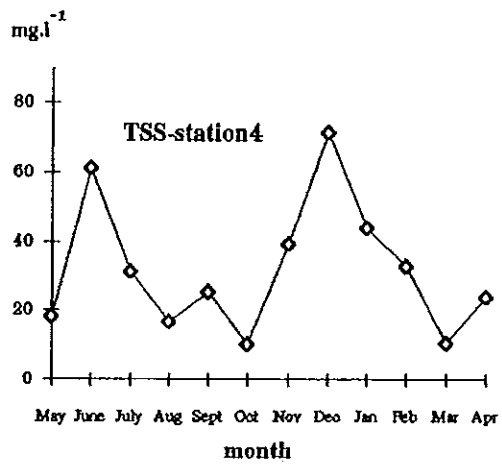
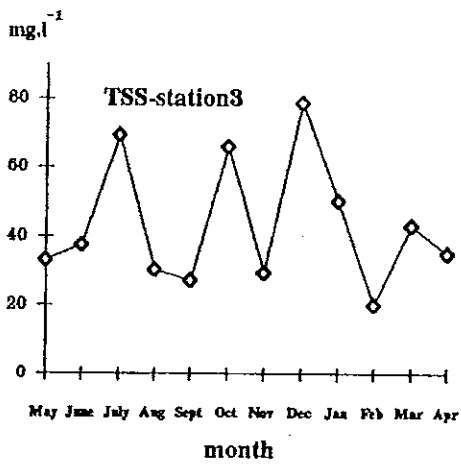
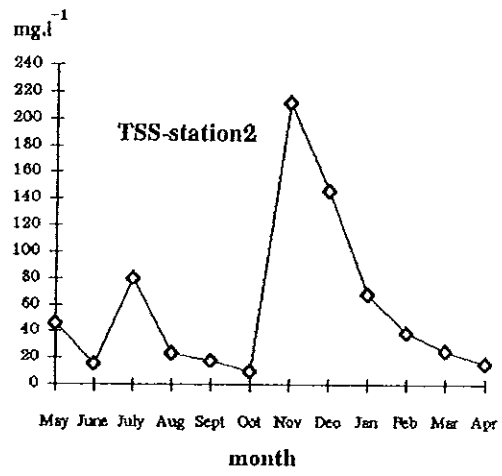
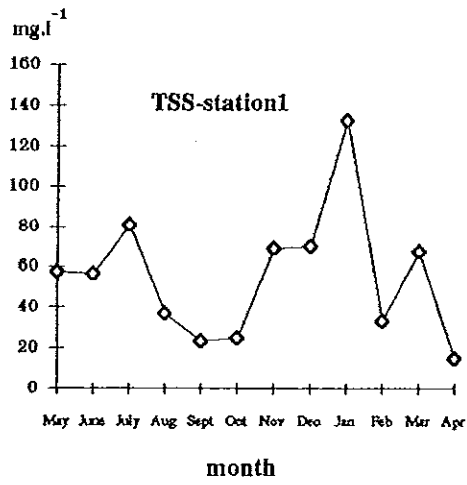
ปริมาณของแข็งแขวนลอยในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 4 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมกราคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ค่าเฉลี่ยสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 6 7 และ 8 มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 4 5 ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเดือนกรกฎาคม มิถุนายน และมกราคมตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นเช่นกัน ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 58.08 mg.l^{-1} ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เท่ากับ 32.08 mg.l^{-1} (ตารางภาคผนวก 9)

ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึก ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามแต่น้อยมากจนกล่าวได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 41)

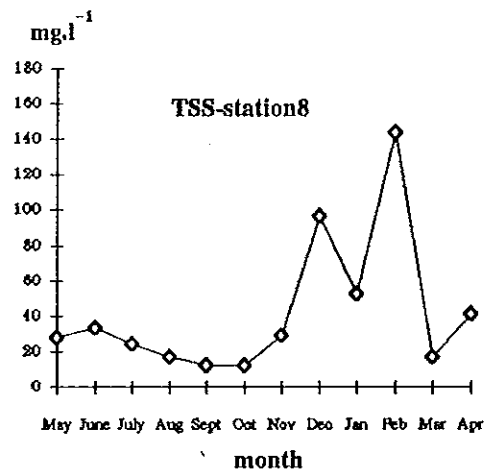
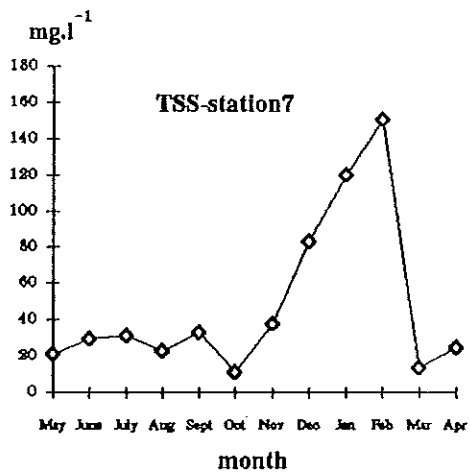
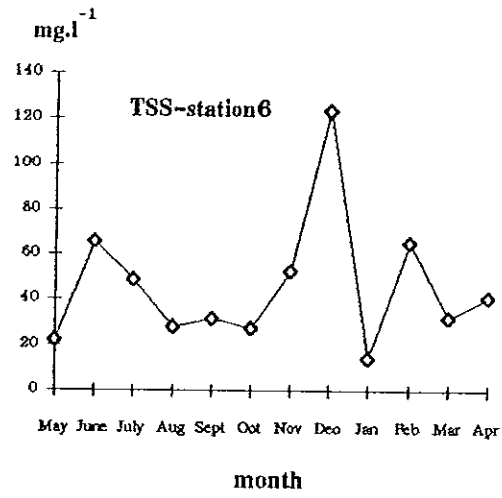
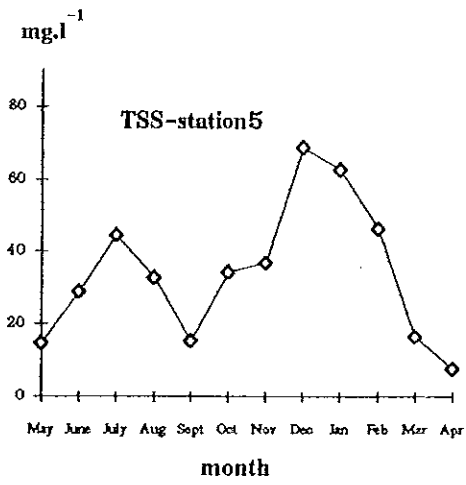
6. ปริมาณไนโตรเจน (ภาพประกอบ 43-44)

ปริมาณไนโตรเจนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 22)

ปริมาณไนโตรเจนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 และ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 7 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4



ภาพประกอบ 39 ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4

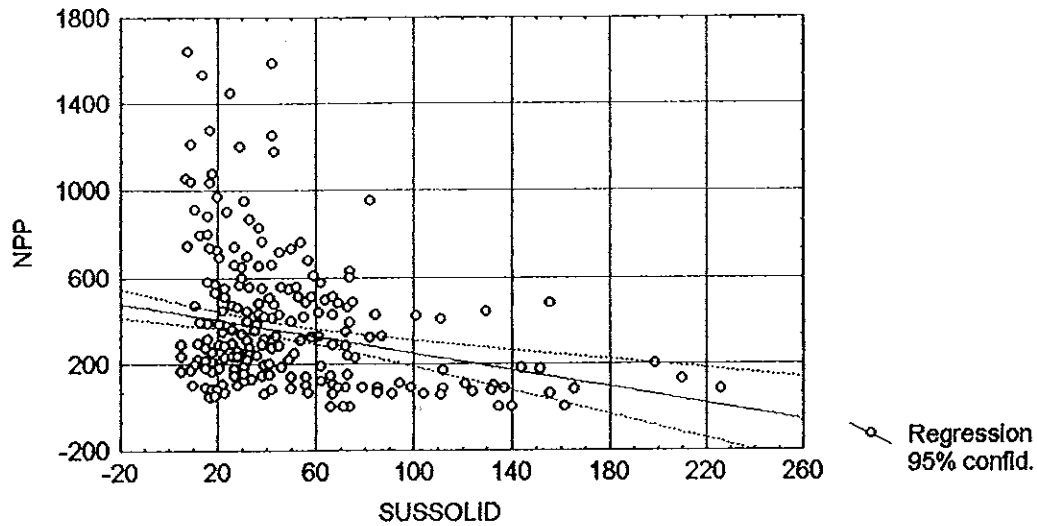


ภาพประกอบ 40 ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

SUSSOLID vs. NPP (Casewise MD deletion)

$$NPP = 441.44 - 1.922 * SUSSOLID$$

Correlation: $r = -.2394$

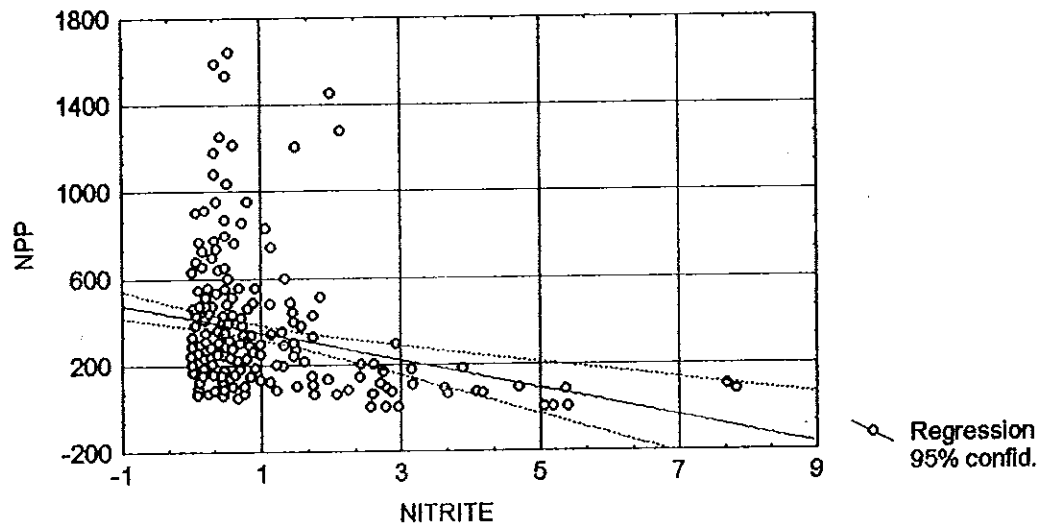


ภาพประกอบ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับปริมาณของแข็งแขวนลอย

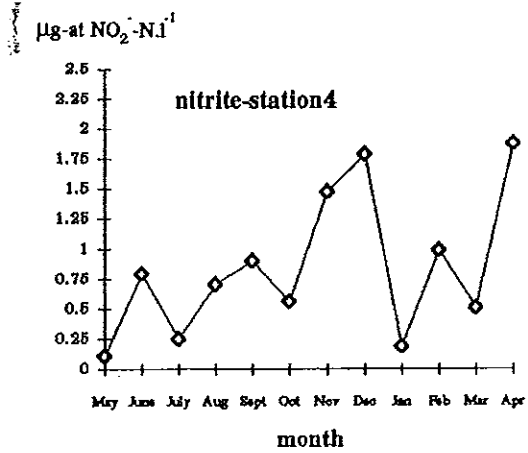
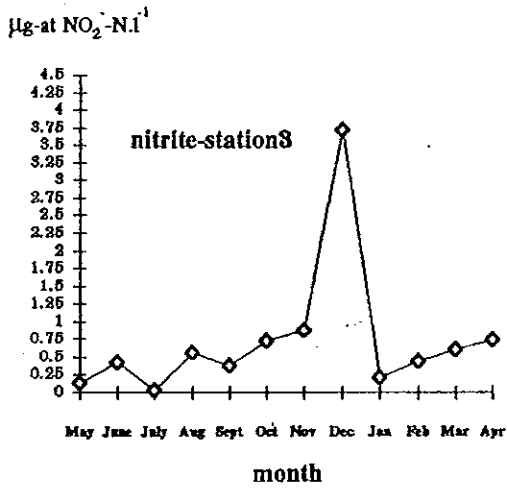
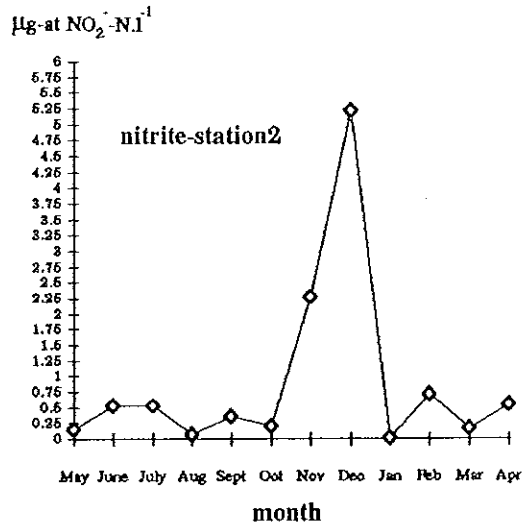
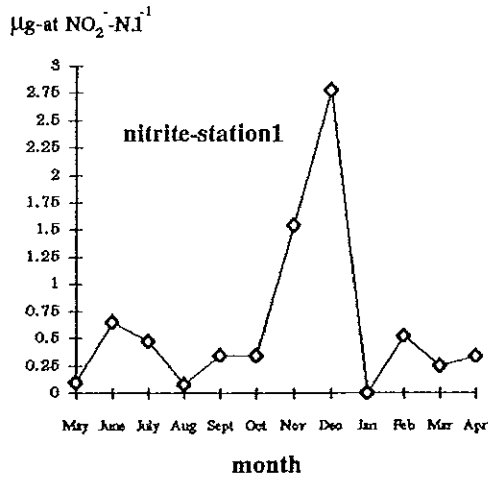
NITRITE vs. NPP (Casewise MD deletion)

$$NPP = 414.21 - 64.81 * NITRITE$$

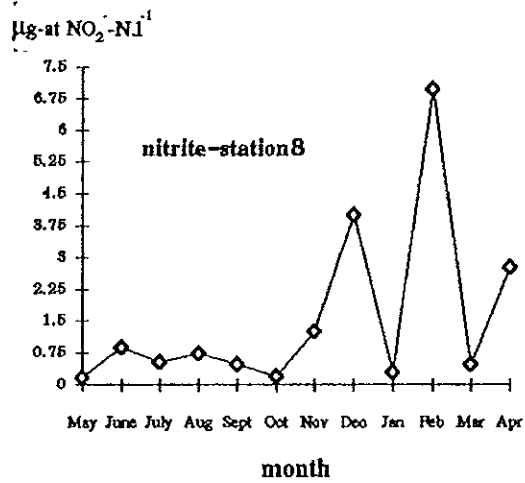
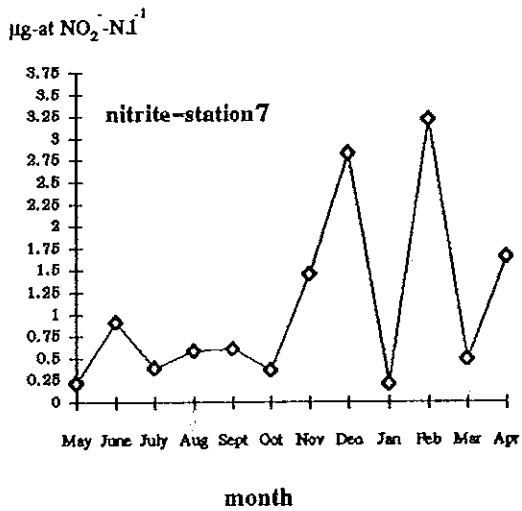
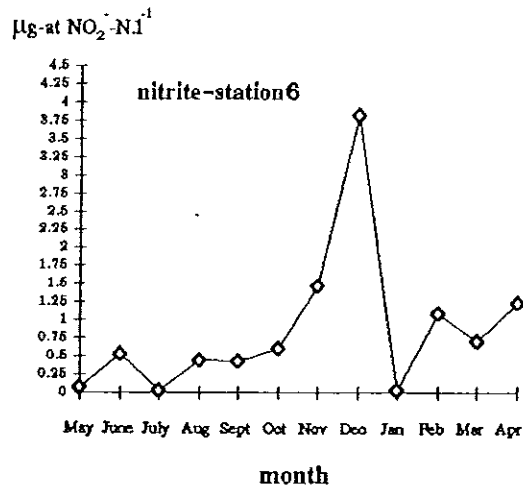
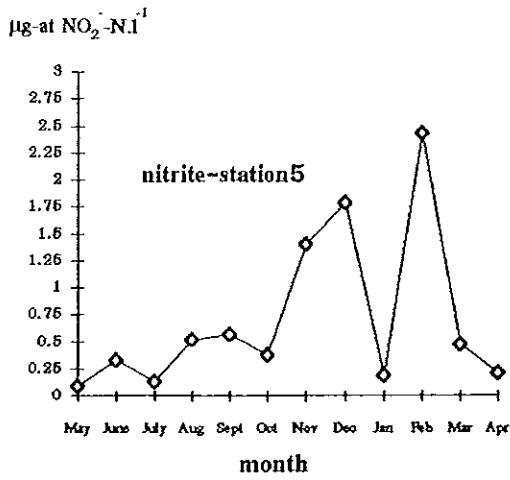
Correlation: $r = -.2586$



ภาพประกอบ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับปริมาณไนไตรท์



ภาพประกอบ 43 ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



ภาพประกอบ 44 ปริมาณไนโตรเจนในไตรท์เจลียในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนธันวาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 เท่ากับ $1.562 \mu\text{g-at NO}_2^- \cdot \text{N.l}^{-1}$ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ $0.615 \mu\text{g-at NO}_2^- \cdot \text{N.l}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 10)

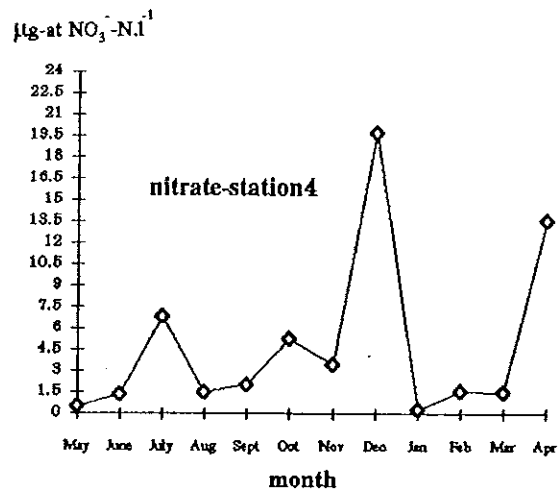
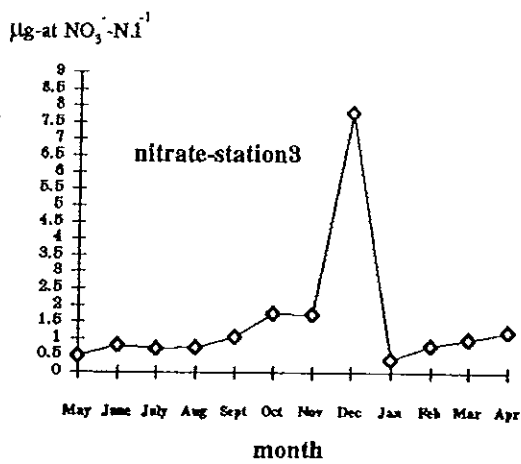
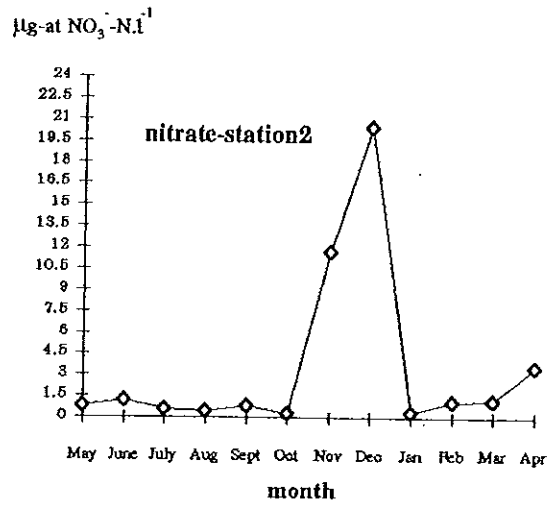
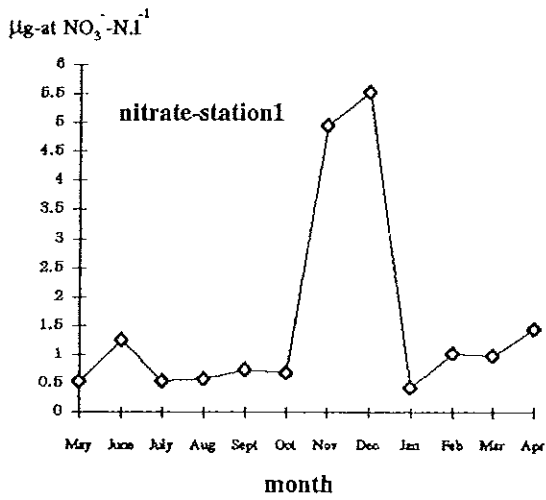
ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในไตรท์กับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 42)

7. ปริมาณไนเตรท (ภาพประกอบ 45-46)

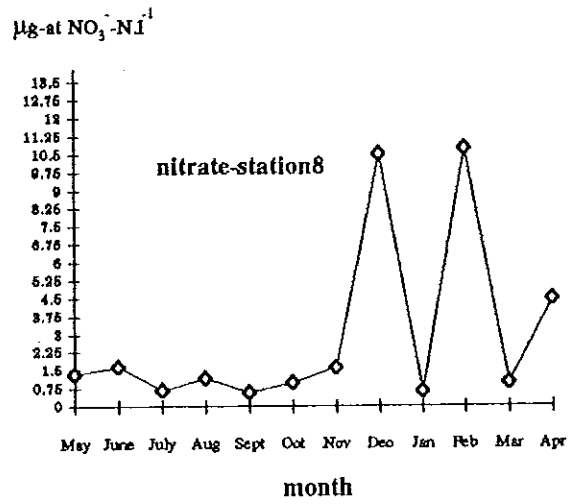
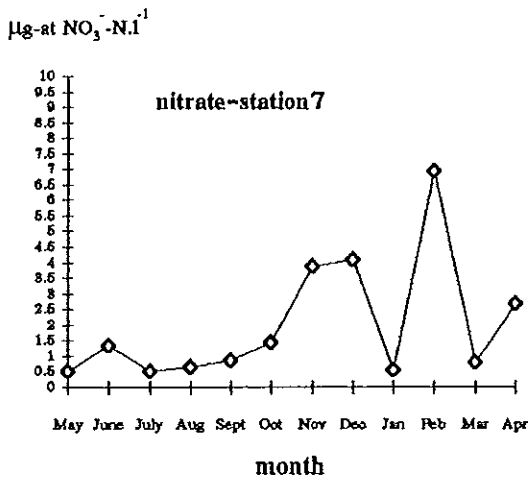
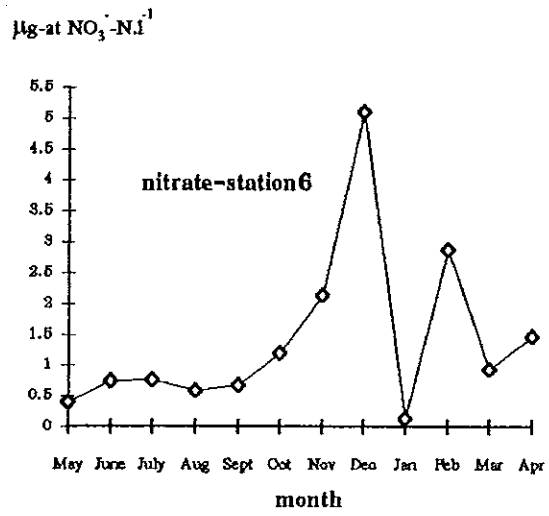
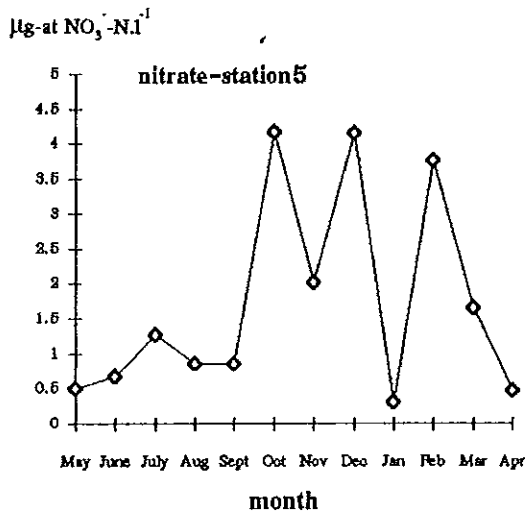
ปริมาณไนเตรทในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 23)

ปริมาณไนเตรทในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 4 และ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆทุกเดือน ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนพฤศจิกายน จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนธันวาคม ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนธันวาคม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 เท่ากับ $2.930 \mu\text{g-at NO}_3^- \cdot \text{N.l}^{-1}$ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 เท่ากับ $1.420 \mu\text{g-at NO}_3^- \cdot \text{N.l}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 11)

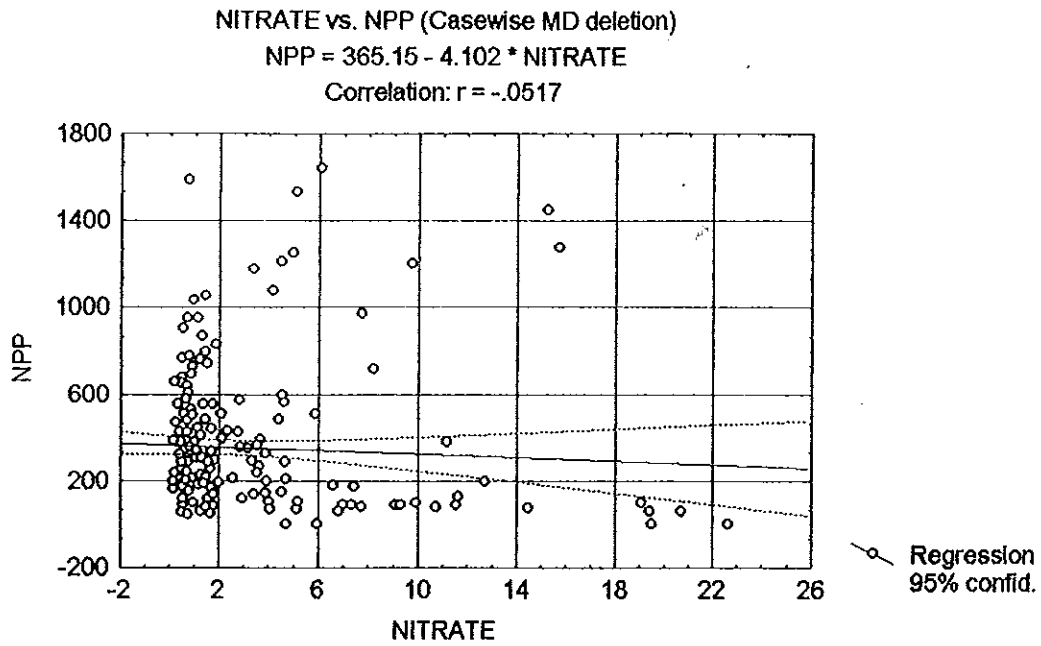
ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรทกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 47)



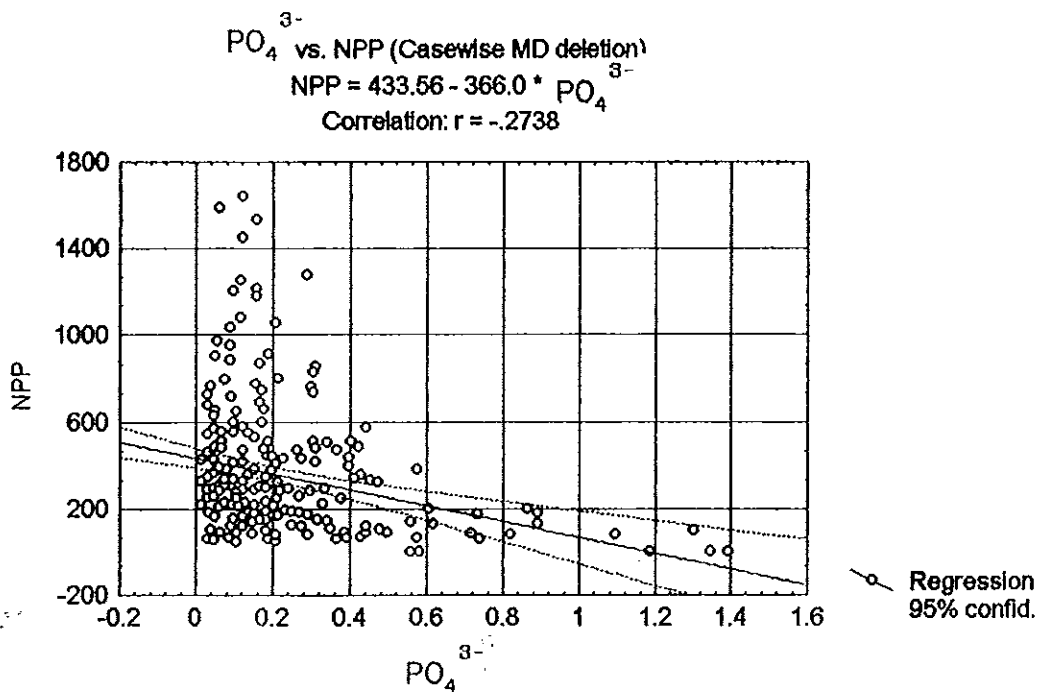
ภาพประกอบ 45 ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



ภาพประกอบ 46 ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8



ภาพประกอบ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับปริมาณไนเตรท



ภาพประกอบ 48 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับปริมาณฟอสเฟต

8. ปริมาณฟอสเฟต (ภาพประกอบ 49-50)

ปริมาณฟอสเฟตในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 24)

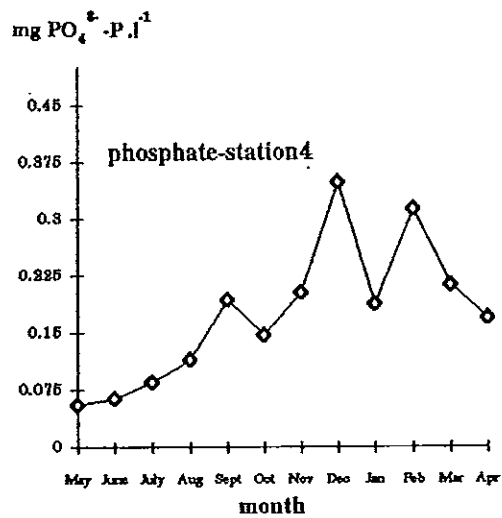
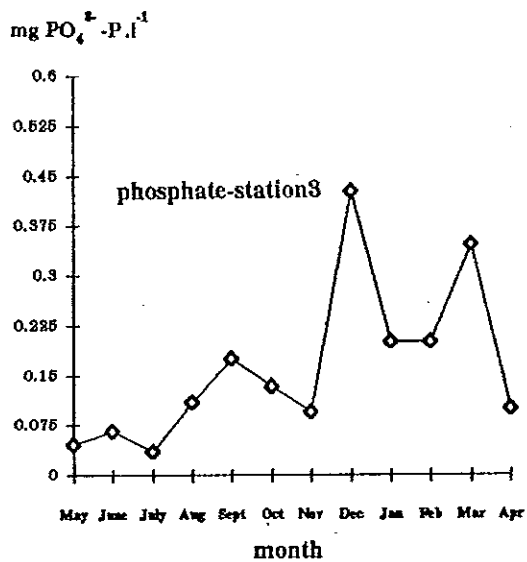
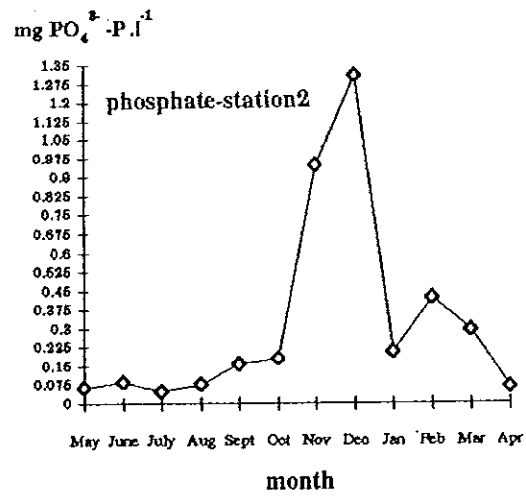
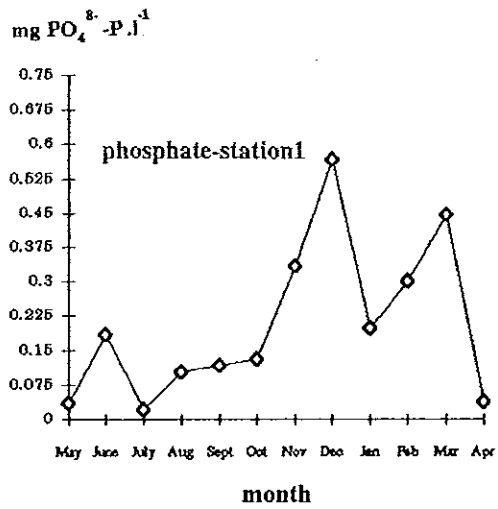
ปริมาณฟอสเฟตในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 4 และ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆทุกเดือน ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 4 และ 6 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนมีนาคม กุมภาพันธ์ และตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 7 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆทุกเดือน ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ $0.321 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P.l}^{-1}$ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 เท่ากับ $0.160 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P.l}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 12)

ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสเฟตกับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 48)

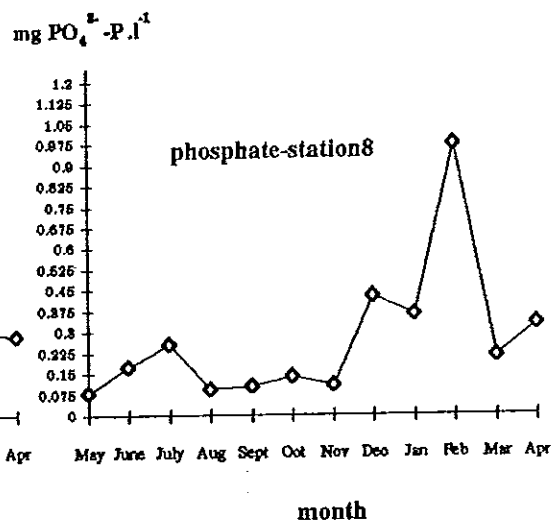
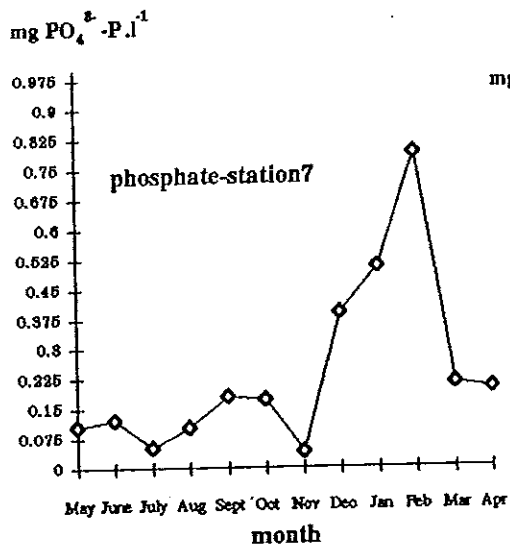
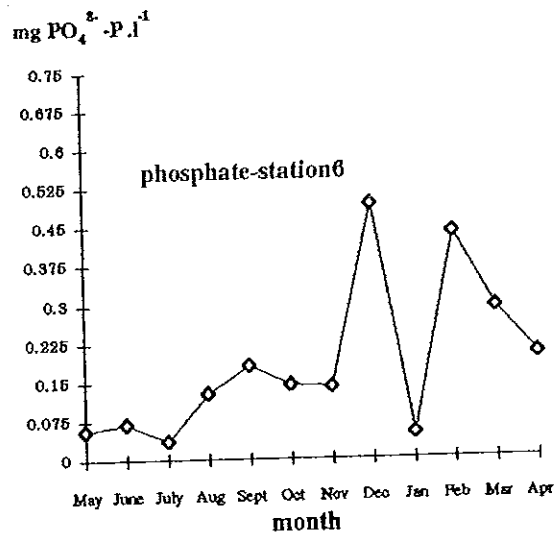
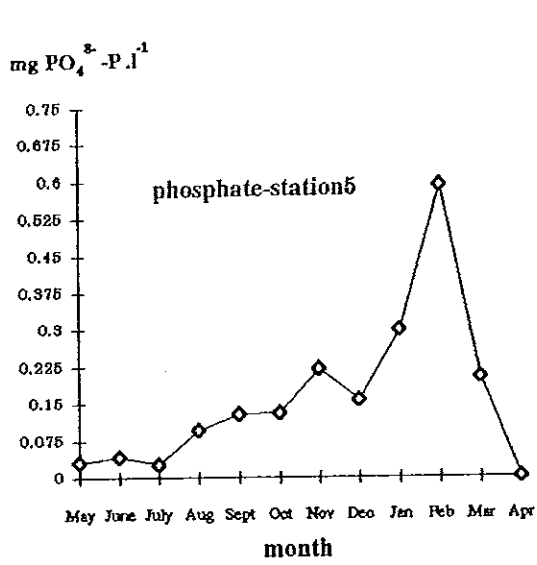
9. ปริมาณซิลิเกต (ภาพประกอบ 51-52)

ปริมาณซิลิเกตในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 25)

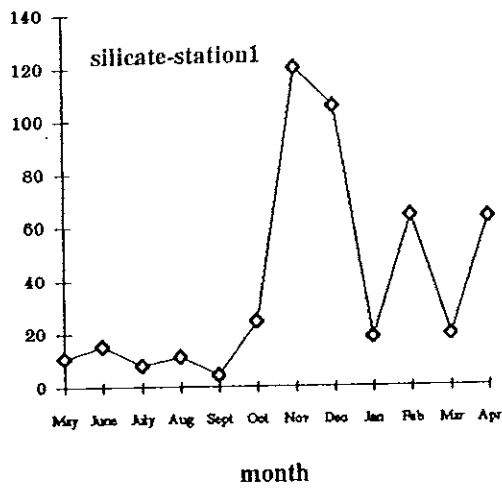
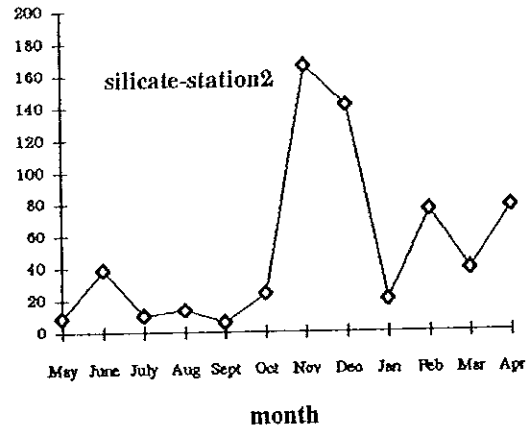
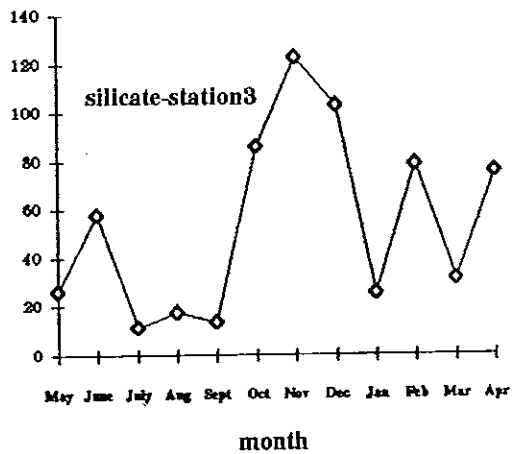
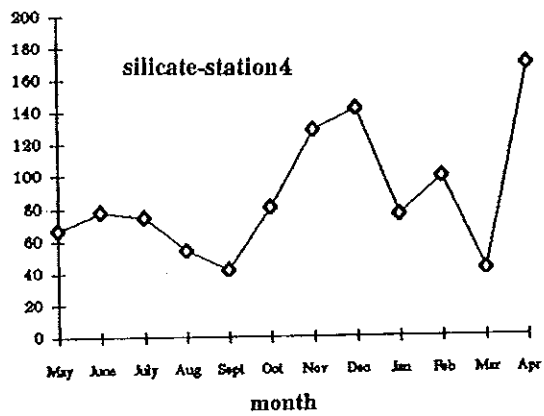
ปริมาณซิลิเกตในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 และ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆทุกเดือน จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 7 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆทุกเดือน ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนกุมภาพันธ์ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนเมษายน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 เท่ากับ $99.811 \text{ }\mu\text{g-at SiO}_2\text{-Si.l}^{-1}$ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ $38.734 \text{ }\mu\text{g-at SiO}_2\text{-Si.l}^{-1}$ (ตารางภาคผนวก 13)



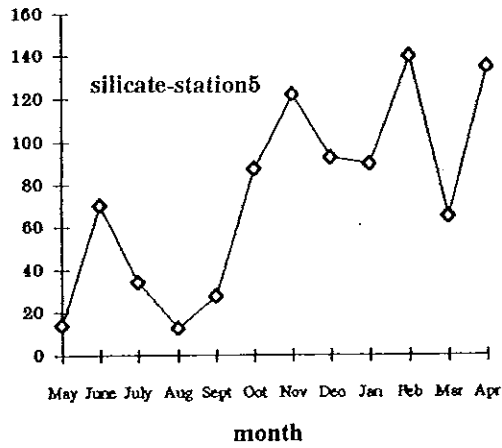
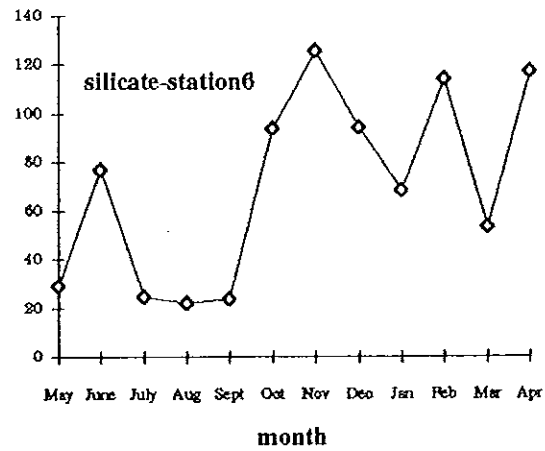
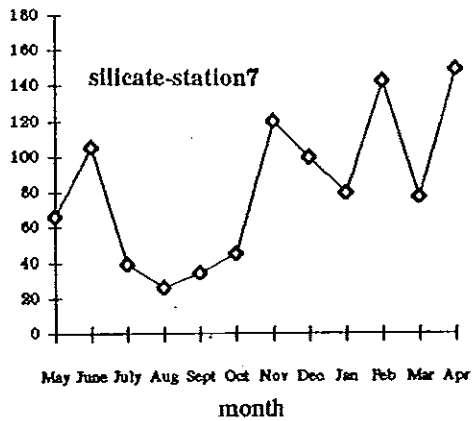
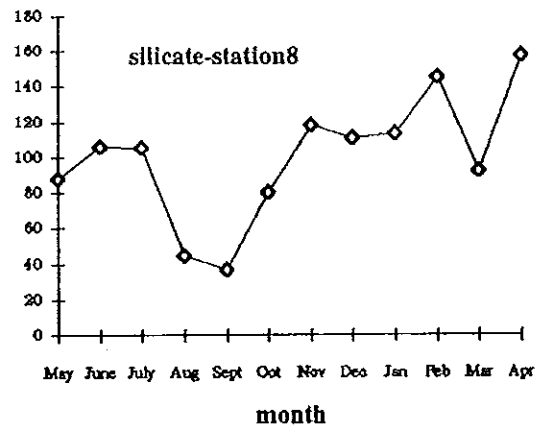
ภาพประกอบ 49 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



ภาพประกอบ 50 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

$\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$  $\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$  $\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$  $\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$ 

ภาพประกอบ 51 ปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4

$\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$  $\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$  $\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$  $\mu\text{g-at SiO}_3^{2-}\text{-Si l}^{-1}$ 

ภาพประกอบ 52 ปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

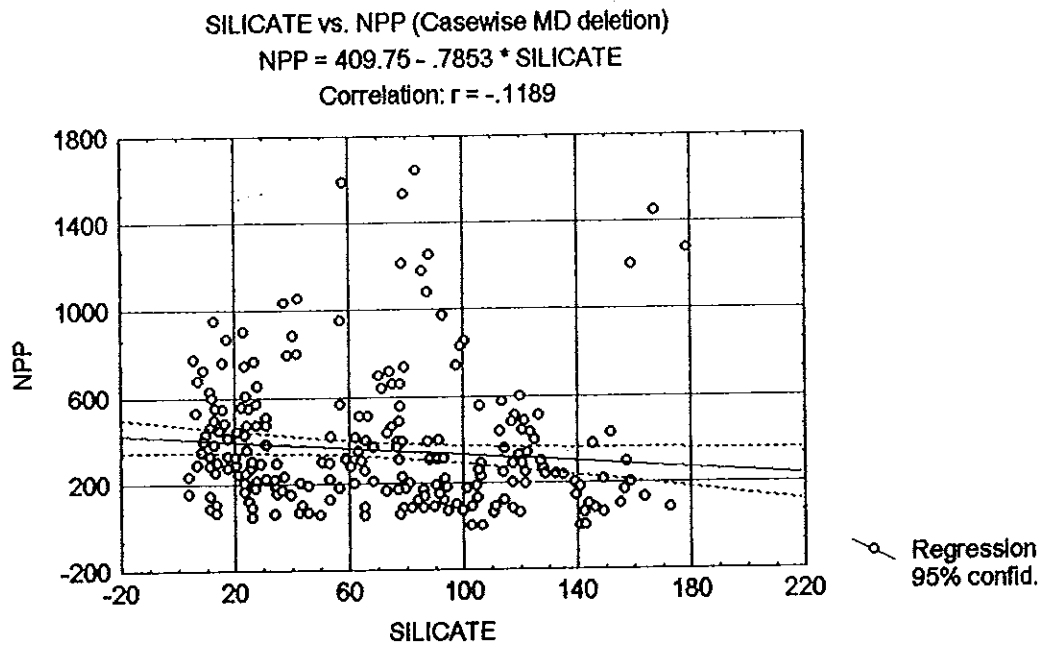
ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลไฟด์กับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 53)

10. ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ภาพประกอบ 55-56)

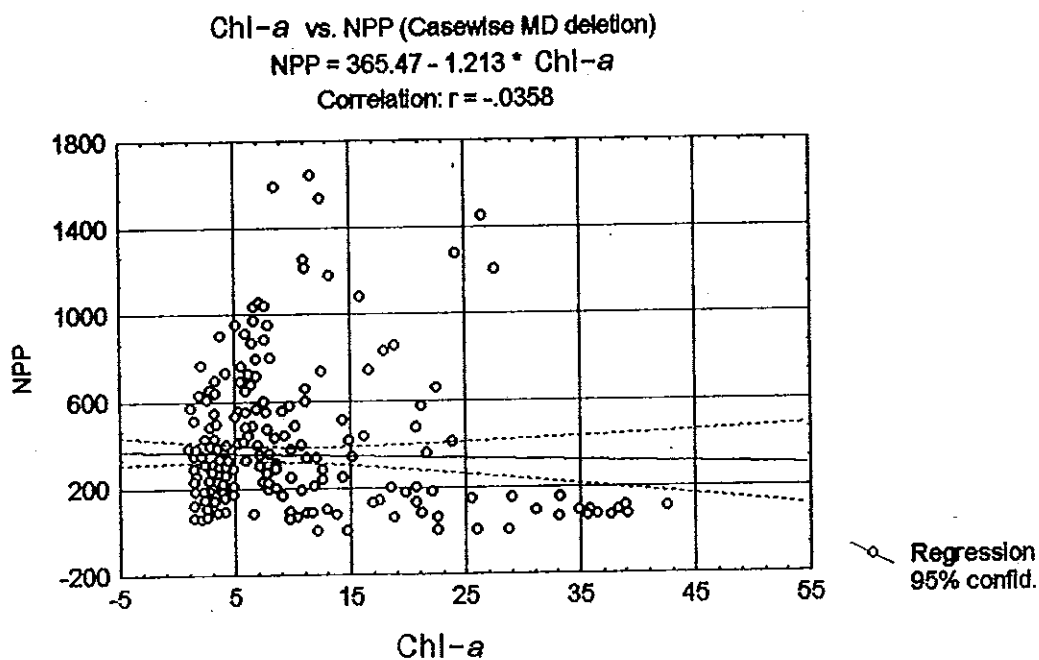
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเดือน และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 26)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 3 5 6 7 และ 8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนธันวาคม ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ทุกเดือน จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และ เมษายนตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเดือนอื่นๆ ทุกเดือนเช่นกัน ค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เท่ากับ $11.462 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ $6.915 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (ตารางภาคผนวก 14)

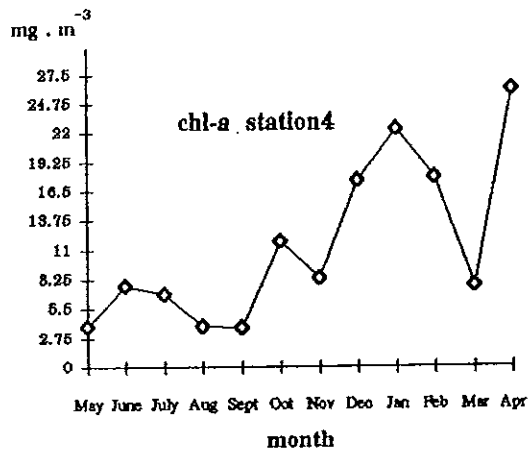
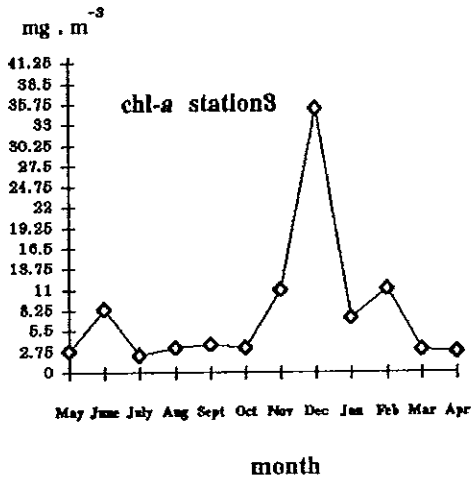
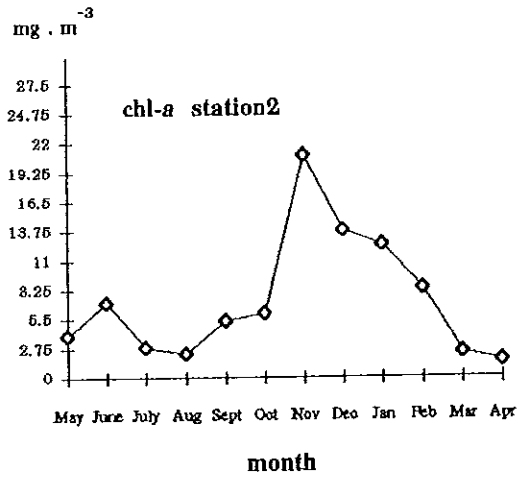
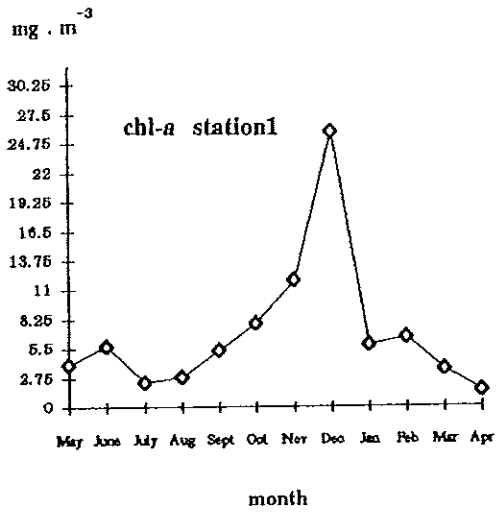
ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ กับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 54)



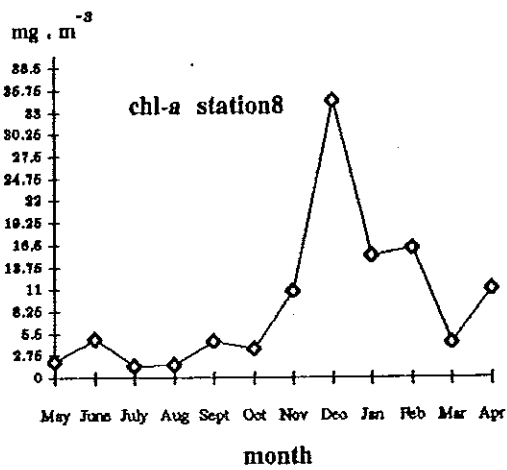
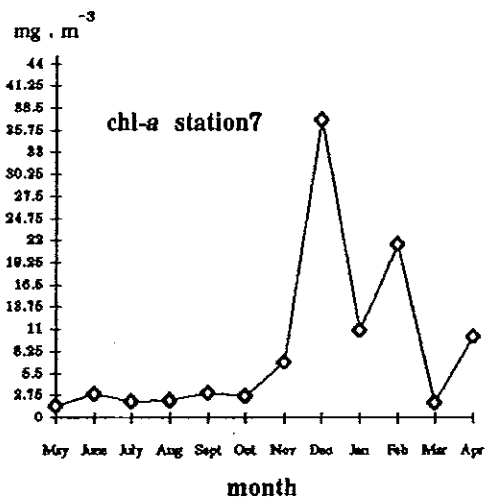
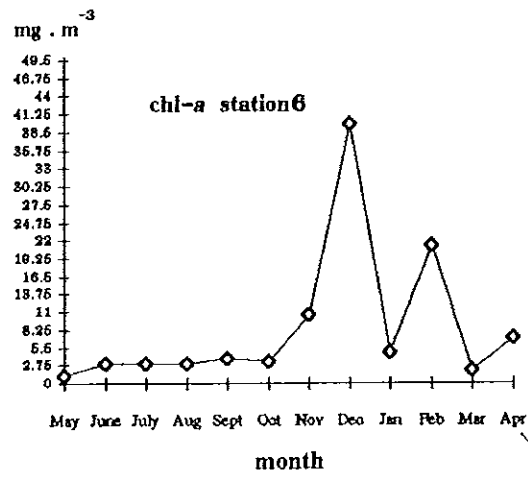
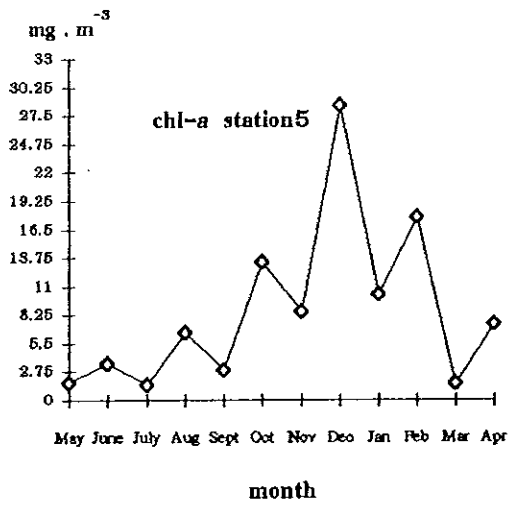
ภาพประกอบ 53 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับปริมาณซิลิเกต



ภาพประกอบ 54 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสอง
ระดับความลึกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ



ภาพประกอบ 55 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เจลีย์ในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4



ภาพประกอบ 56 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยในแต่ละเดือนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-8

บทที่ 4

บทวิจารณ์และสรุป

จากผลการศึกษาค่าเฉลี่ยทั้งปีของผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชรวมต่อวันมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน รองลงมาในเดือนตุลาคมและเมษายนตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยทั้งปีของ ผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชสุทธิต่อวัน มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม รองลงมาในเดือนมิถุนายนและเมษายนตามลำดับ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกนี้เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนมกราคม โดยช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม เป็นช่องว่างของฤดูมรสุม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2534 อ้างถึงใน ไชยา รัชนิย์, 2534 : 15-17) อิทธิพลของลมมรสุมทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนตกชุก น้ำฝนที่ตกลงมาทำให้เกิดน้ำไหลป่าพัดพาสารอาหารต่างๆ รวมทั้งน้ำเสียน้ำทิ้งจากชุมชนโดยรอบบริเวณ จากเมืองสงขลาและหาดใหญ่ จากโรงงานอุตสาหกรรม จากพื้นที่การเกษตรกรรม จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก แหล่งที่มาเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มปริมาณและความเข้มข้นมากขึ้นโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (Sen, Horo and Mishra, 1992 : 141-153 ; Delgado and Camp, 1987 : 427- 441 ; Sandoval-Rojo, Flores-Verdugo and Zaragoza-Araujo, 1988 : 101-108) อิทธิพลของลมมรสุมยังทำให้มวลน้ำเกิดการหมุนเวียนมากขึ้น สารอาหารเคลื่อนย้ายจากพื้นที่ตื้นน้ำขึ้นสู่น้ำได้มาก และคลื่นลมรุนแรง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อผลผลิตเบื้องต้นในเอสทูรี (Mallin and Paerl, 1992 : 54 - 62 ; Janekarn and Hylleberg, 1989 : 20 ; Carpenter, et al. 1986 : 21-24) ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เนื่องจากปริมาณฝนตกชุกกว่า (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2534) กระแสลมพัดรุนแรง การผสมผสานของมวลน้ำเกิดขึ้นได้ดีกว่า และมีความเข้มแสงที่พอเพียงตลอดวัน เช่นเดียวกับการศึกษาของอำพัน เหลือสินทรัพย์ คณิต ไชยาคำ และไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์ (2529 : 8-18) ที่ทำการศึกษาในบริเวณเดียวกัน พบว่า ค่าผลผลิตเบื้องต้นมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม ต่ำสุดในเดือนเมษายน และพบว่าอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีต่อบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีมากกว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนตกชุกที่สุดในรอบปี ความลึกของน้ำในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าสูงสุด (ภาพประกอบ 37-38) ทำให้มวลน้ำมีปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณสารอาหารยกเว้นซิลิเกต และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ ความเค็มของน้ำมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.00 ส่วนในพันส่วนซึ่งมีสภาพเป็นน้ำจืดทั่วทั้งทะเลสาบ แต่ค่าผลผลิตเบื้องต้นในเดือนนี้มีค่าต่ำสุดในรอบปี แม้จะอยู่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมีปริมาณสารอาหารในมวลน้ำมากก็ตาม เนื่องจากน้ำไหลป่าซึ่งเกิดจากฝนที่ตกลงมาในปริมาณมาก ได้กัดเซาะและพังทลายดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแล้วพัดพาตะกอนดินลงสู่ทะเลสาบ มวลน้ำมีปริมาณของแข็งแขวนลอยเกิดขึ้นมาก ทำให้น้ำในเดือนนี้มีความขุ่นมากที่สุด (อำพัน เหลือสินทรัพย์ คณิต ไชยาคำ และไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์, 2529: 8)

ของแข็งแขวนลอยในน้ำมีผลให้คุณสมบัติทางเคมีของน้ำเปลี่ยนไป อุณหภูมิของน้ำลดลง ความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น มีผลให้ผลผลิตเบื้องต้นลดลง ทั้งยังลดความหนาแน่นและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของ benthic diatom (Ryan, 1991 : 207-221; Guildford, Healey and Hecky, 1987 : 1408-1417) น้ำที่มีความขุ่นสูงจะทำให้การส่องทะลุของแสงลงสู่ชั้นน้ำ (light penetration) ลดน้อยลง ความโปร่งแสงมีค่าต่ำ (low transparency) (Cederwall and Elmgren, 1990 : 109-112) ซึ่งความโปร่งแสงของน้ำเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อผลผลิตเบื้องต้นบริเวณเอสทูรี แต่ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณสารอาหารในน้ำจะมีผลกระทบต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่าผลผลิตเบื้องต้น (Shen, 1993 : 47-51) แม้ว่ามวลน้ำในเดือนธันวาคมจะมีปริมาณสารอาหารและคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุด แต่ให้ค่าผลผลิตเบื้องต้นต่ำสุด คาดว่าความขุ่นของน้ำหรือปริมาณของแข็งแขวนลอยที่มากในมวลน้ำจะทำให้แสงส่องทะลุลงสู่มวลน้ำได้น้อยลง การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจึงเกิดได้น้อย (De, et al. 1987 : 39) ทั้งความเค็มของน้ำที่ลดลงอย่างมากเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการแพร่กระจายจำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตเบื้องต้น (Devassy and Goes, 1989 : 485-501)

ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ซึ่งมีค่าสูงนั้น คาดว่าในสภาพที่มีแสงจำกัดแพลงก์ตอนพืชอาจสร้างเม็ดคลอโรพลาสต์เพิ่มขึ้นแต่สังเคราะห์แสงได้น้อย (Brewster and Reeder, 1993 : 49) หรือมวลน้ำเกิดการหมุนเวียนได้ดีอันเนื่องมาจากกระแสลมรุนแรง ทำให้ตะกอนจากพื้นท้องน้ำแขวนลอยในมวลน้ำมากเพราะระดับน้ำไม่ลึกนัก จึงมีประชากร benthic diatom

ติดมากับตะกอนในมวลน้ำมาก (Shaffer and Sullivan, 1988 : 132-140) และการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์น้ำไม่ได้กรองเอาตะกอนออกก่อน

จุดเก็บตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้ง 8 จุดนั้น บริเวณที่มีค่าผลผลิตเบื้องต้นสูงมักเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเสียน้ำทิ้ง ของเสียต่างๆ (Antoine, 1987 : 69-82) ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จากชุมชนเมืองสงขลา หาดใหญ่ จากพื้นที่เกษตรกรรม และบริเวณ ปากคลองหรือลำน้ำต่างๆ ที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ เช่น จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ที่ 3 ที่ 2 และที่ 1 โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าผลผลิตเบื้องต้นเฉลี่ยทั้งปี ที่ระดับความลึก 0.5 เมตรสูงสุด และที่ระดับความลึก 1.0 เมตร มีค่ารองลงมาจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เนื่องจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ตั้งอยู่บริเวณหน้าแหลมโพธิ์ซึ่งอยู่ใกล้กับปากคลองอุตะภาคาคว่าได้รับอิทธิพลจากน้ำเสียน้ำทิ้งของชุมชนเมืองหาดใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรม ที่ระบายลงสู่ลำคลอง หรือน้ำไหลป่าที่พัดพาสารอาหารจากพื้นดิน และแหล่งเกษตรกรรมลงสู่ลำคลอง ทำให้สารอาหารในน้ำมีปริมาณมาก โดยเฉพาะไนเตรทมีค่าเฉลี่ยทั้งปีสูงสุด (ตารางภาคผนวก 11) เช่นเดียวกับการศึกษาบริเวณปากคลองบางใหญ่และคลองท่าจีน จังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียน้ำทิ้งจากแหล่งต่างๆในเมืองภูเก็ต (สากล รัฐะกุล, 2524 : 36 - 37) และบริเวณปากแม่น้ำแยงซีในประเทศจีน (Zhu, et al. 1993 : 38 - 51) พบว่าบริเวณเหล่านี้ผลผลิตเบื้องต้นมีค่าสูง

บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 นอกจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเช่นเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ แล้ว คาดว่าอิทธิพลจากน้ำที่ไหลมาจากคลองขวางและคลองพะวง ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียน้ำทิ้งจากชุมชนเมืองสงขลา จากท่าเทียบเรือประมงสงขลา บ้านท่าสะอ้าน จากโรงงานอุตสาหกรรม และอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงจากน้ำทะเลในอ่าวไทย มีผลทำให้ปริมาณสารอาหารในน้ำมีมาก โดยเฉพาะปริมาณฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าทุกจุดเก็บตัวอย่าง (ตารางภาคผนวก 12) และปริมาณไนเตรทมีค่าเฉลี่ยทั้งปีรองลงมาจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (ตารางภาคผนวก 11)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บ้านสวนใหม่ ต.เกาะยอ เป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังจำนวนมาก คาดว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มวลน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์มาก และสลายตัวปลดปล่อยสารอาหารแก่แพลงก์ตอนพืช มีผลให้จำนวนประชากรแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้น ผลผลิตเบื้องต้นจึงมีค่าสูง (Diana, Lin ; and Schneeberger, 1991 : 323 - 341) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนมิถุนายน ค่าผลผลิตเบื้องต้นรวมต่อวันมีค่าสูงสุด โดยที่ระดับความลึก 0.5 เมตรมีค่าเท่ากับ $3793.4 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ และ ที่ระดับความลึก 1.0 เมตรมี

ค่าเท่ากับ $3378.23 \text{ mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ แต่ค่าผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวัน ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มีค่าน้อยกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีค่าสูงสุดในเดือนนั้น (ภาพประกอบ 7) คาดว่าอัตราการใช้ออกซิเจนในการหายใจมีอัตราสูง เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้ง แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ แบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ อยู่มาก

ในเดือนธันวาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และที่ 2 เป็นบริเวณที่มีค่าผลผลิตเบื้องต้นรวมต่อวัน ที่ระดับความลึก 0.5 เมตรและ 1.0 เมตรต่ำสุดเท่ากับ 92.79 และ $59.86 \text{ mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ และผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวัน เท่ากับ $0 \text{ mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$ ทั้งสองระดับความลึก อธิบายได้ว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำที่แพลงก์ตอนพืชสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสง ถูกใช้ไปในการหายใจเท่ากับปริมาณออกซิเจนที่สร้างขึ้น (อัตราการสร้างเท่ากับอัตราการใช้) จึงทำให้ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวัน เท่ากับ $0 \text{ mgC.m}^3.\text{d}^{-1}$

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นบริเวณที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยในเดือนธันวาคมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ และมีค่าเฉลี่ยทั้งปีสูงสุด (ตารางภาคผนวก 9) และเป็นบริเวณที่วัดค่าในวันเดียวกันกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้นทั้งสองบริเวณนี้ ต่ำกว่าทุกบริเวณและทุกเดือนที่วัด (ภาพประกอบภาคผนวก 1-12) เนื่องจากในวันที่วัดค่านั้น ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก แสงแดดส่องผ่านลงมาได้ไม่ดี แม้ว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าต่ำกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 แต่มวลน้ำมีความขุ่นสูงอันเกิดจากคลื่นลมแรงเพราะอยู่ใกล้กับช่องเปิดออกสู่อ่าวไทยจึงได้รับกระแสลมเต็มที่ การส่องทะลุผ่านของแสงลงสู่ชั้นน้ำเกิดขึ้นได้น้อย มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงมีค่าต่ำ (Li, et al. 1989 : 71 - 77)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นรวมและสุทธิต่อวันต่ำ อธิบายได้ว่าบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีระดับน้ำตื้น ความลึกเฉลี่ยในแต่ละเดือนส่วนใหญ่ต่ำกว่าจุดอื่นๆ กระแสลม กระแสน้ำและคลื่น ทำให้อากาศในน้ำหมุนเวียนได้ดี ตะกอนจากพื้นน้ำถูกทำให้ฟุ้งกระจายสู่มวลน้ำมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สังเกตได้ในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าสูง (ภาพประกอบ 40) ส่งผลให้อากาศในน้ำมีความขุ่นสูง แสงส่องผ่านลงสู่ชั้นน้ำได้น้อย การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชเกิดขึ้นได้น้อย (De, et al. 1987 : 39) นอกจากนั้นลำน้ำธรรมชาติที่ไหลลงสู่ทะเลสาบบริเวณนี้อาจพัดพาสารอาหารมาในปริมาณน้อย โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนแล้ว ในเดือนธันวาคมที่มีน้ำไหลบ่ามาก (ตารางภาคผนวก 11) คาดว่าลำน้ำเหล่านั้นไม่ได้เป็นแหล่งรองรับน้ำเสียที่มาจากชุมชนเมืองขนาดใหญ่เช่นสงขลาและหาดใหญ่ หรือจาก

โรงงานอุตสาหกรรม ดังเช่น คลองอุ้ตะพานหรือคลองพะวง แหล่งที่มาของสารอาหารในมวลน้ำอาจมาจากพื้นดินและสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ส่วนบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีค่าเฉลี่ยทั้งปีของผลผลิตเบืองต้นรวมต่อวันที่ระดับความลึก 1.0 เมตรต่ำกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 แต่มีค่าผลผลิตเบืองต้นสุทธิต่อวันสูงกว่า (ภาพประกอบ 25) อธิบายได้ว่า อัตราการใช้ออกซิเจนในน้ำเพื่อการหายใจมีอัตราต่ำกว่า อาจเป็นเพราะว่าประชากรของสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ แบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ระดับความลึก 1.0 เมตร มีน้อยกว่าที่ระดับความลึก 0.5 เมตร สังเกตได้จากค่าเฉลี่ยทั้งปีของผลผลิตเบืองต้นรวมต่อวันที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มีค่าสูงกว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 นอกจากนี้ความลึกเฉลี่ยในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าความลึกเฉลี่ยในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (ภาพประกอบ 38) และปริมาณของแข็งแขวนลอยในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์มีค่าต่ำกว่า (ภาพประกอบ 40)

การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมกับผลผลิตเบืองต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกตลอดระยะเวลาศึกษา (พฤษภาคม 2536 - เมษายน 2537) นั้น อุณหภูมิของน้ำและความเป็นกรด-เบส ไม่มีความสัมพันธ์กันตรงข้ามกับผลการศึกษาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีกับผลผลิตเบืองต้นบริเวณอ่างน้ำ Danmukunpur , Orissa ประเทศอินเดีย พบว่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-เบสมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับผลผลิตเบืองต้นสุทธิและผลผลิตเบืองต้นรวม (Verma and Mohanty, 1994 : 625 - 629)

ผลผลิตเบืองต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกมีความสัมพันธ์กับความลึกของมวลน้ำและปริมาณของแข็งแขวนลอยไปในทางตรงกันข้ามน้อยมากกล่าวได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r = -.17$ และ $r = -.24$) (ภาพประกอบ 36 และ 41) โดยทั่วไปผลผลิตเบืองต้น จะมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับระดับความลึกของมวลน้ำ (Ahmad, 1990 : 1-6) และปริมาณของแข็งแขวนลอย (De, Jana and Choudhury, 1990 : 98-103) เนื่องจากความเข้มของแสงจะลดลงตามระดับความลึกและปริมาณของแข็งแขวนลอยที่เพิ่มขึ้น แต่การศึกษาครั้งนี้ความลึกของมวลน้ำโดยเฉลี่ยไม่ลึกมากนักและปริมาณของแข็งแขวนลอยส่วนใหญ่มีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม (ตารางภาคผนวก 8 และ 9)

ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารไนโตรเจน และฟอสเฟต (ภาพประกอบ 42 และ 48) แม้ว่าสารอาหารในน้ำจะเป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและเมื่อถูกนำไปใช้ปริมาณสารอาหารก็จะลดลง คือมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้าม (Kuenzier, Belenz and Rudek, 1986 : abstract) แต่ปัจจัยที่ควบคุมผลผลิตเบื้องต้นไม่ใช่ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟตหรือปริมาณสารอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว การที่มีสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งในปริมาณมากอาจทำให้โครงสร้างชุมชนของแพลงก์ตอนพืชเปลี่ยนแปลง แต่ผลผลิตเบื้องต้นโดยรวมไม่เปลี่ยนแปลง (Dodds, Johnson and Priscu, 1988 : 44) ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนไปในทางตรงกันข้ามน้อยมากจนกล่าวได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพประกอบ 47) อธิบายได้ว่าในบางสภาวะการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชถูกจำกัดโดยฟอสฟอรัสมากกว่าไนโตรเจน (Harrison, et al. 1990 : 79 - 87) หรือแพลงก์ตอนพืชใช้ธาตุไนโตรเจนในรูปอื่นมากกว่าไนเตรต และปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อผลผลิตเบื้องต้นคือ แสง ถึงแม้ว่าในมวลน้ำจะมีปริมาณไนเตรตและสารอาหารอื่น ๆ มากก็ตาม (Antoine, 1987 : 69-82 ; Fabiano, 1984 : 43-58 ; Bhargava and Saxena, 1987 : 455 - 461)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่มีความสัมพันธ์ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกเช่นเดียวกับไนเตรต (ภาพประกอบ 55) อาจเป็นเพราะว่าคลอโรฟิลล์ เอ มีการสลายตัวไปเป็นฟิโอฟิตินในขณะที่ทำการสกัดได้ง่าย ทำให้ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าความเป็นจริง (Lawrenzen, 1967 : 343 - 346 อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ตรีชัยพร, 2520 : 4) การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการไม่มีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง คือ Spectrofluorometer และในบางช่วงเวลาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อาจมีความแปรผันได้เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชสร้างคลอโรพลาสต์เพิ่มมากขึ้นในสภาพที่มีแสงจำกัด (Brewster and Reeder, 1993 : 49) แต่เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวันเฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกในแต่ละเดือน (จำนวนตัวอย่าง 24 ตัวอย่าง) พบว่าในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม มีนาคม และเมษายนมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันอย่างมากกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ตาราง 3)

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ในแต่ละเดือน
ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวัน
เฉลี่ยทั้งสองระดับความลึกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

เดือน	ค่า r	เดือน	ค่า r
พฤษภาคม	.4053	พฤศจิกายน	-.3467
มิถุนายน	.5247*	ธันวาคม	.4912*
กรกฎาคม	.7648**	มกราคม	.2726
สิงหาคม	.8741**	กุมภาพันธ์	-.2833
กันยายน	.4782*	มีนาคม	.9364**
ตุลาคม	.8876**	เมษายน	.8037**

หมายเหตุ * ระดับนัยสำคัญ .01 ** ระดับนัยสำคัญ .001

ในการวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นในทะเลสาบสงขลาตอนนอกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2536 - เดือนเมษายน 2537 ผลผลิตเบื้องต้นรวมต่อวัน ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 59.86 - 3793.4 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1307.59 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ และที่ระดับความลึก 1.0 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 59.86 - 3378.23 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1032.9 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$

ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิต่อวัน ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1981.34 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 753.01 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ และที่ระดับความลึก 1.0 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1011.21 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 491.25 $\text{mgC}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ซึ่งค่าผลผลิตเบื้องต้นที่วัดได้นี้มีค่าค่อนข้างสูง จัดได้ว่าทะเลสาบสงขลาตอนนอกเป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์แหล่งหนึ่ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าผลผลิตเบื้องต้นกับบริเวณอื่นๆ ที่ทำการวัดด้วยวิธีเดียวกัน พบว่ามีค่าสูงกว่าบริเวณอ่าวภูเก็ต ปากคลองบางใหญ่และปากคลองท่าจีน(สาทล รุณะกุล, 2524 : บทคัดย่อ) และบริเวณอ่าว Vizhinjam ประเทศอินเดีย (Jacob and Kumar, 1987 : 1-20) (ตาราง 4) อันเนื่องมาจากความแตกต่างทางสภาพภูมิศาสตร์ อุณหภูมิของน้ำ ความเข้มแสง ปริมาณสารอาหาร ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมอื่นๆ ชนิดและการแพร่กระจายของ โครงสร้างของชุมชน และลักษณะทางนิเวศของแพลงก์ตอนพืช (Huang, Chen and Yuan, 1989 : 126 ; Boston, Adams and Madsen, 1989 : 27-57) ส่วนบริเวณอื่นที่ไม่ได้วัดค่าผลผลิตเบื้องต้นด้วยวิธีนี้ไม่สามารถเปรียบเทียบค่าได้ เนื่องจาก

ความแตกต่างในวิธีการวัด เพียงแต่ต้องการแสดงให้เห็นทราบค่าที่ได้ทำการศึกษามาแล้วว่ามีปริมาณเพียงใด

ตาราง 4 ค่าผลผลิตเบื้องต้นจากการศึกษาที่ผ่านมาในบริเวณต่างๆ

สถานที่ศึกษา	ผลผลิตเบื้องต้น	วิธีการวัด	ที่มา
ทะเลสาบสงขลาตอนนอก	GPP 59.86 - 3793.4 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (0.5 m) 59.86 - 3378.23 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (1.0 m) NPP 0 - 1981.34 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (0.5 m) 0 - 1011.21 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ (1.0 m)	light and dark bottle	การศึกษาค้นคว้า
ทะเลสาบสงขลาตอนนอก	1977.4 $\text{mgC.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$	Chlorophyll analysis	อำพัน เหลือสินทรัพย์ คณิต ไชยคำและ ไพโรจน์ สิริ มนตรภรณ์ (2529 : 7)
อำเภูกะเปอร์ ปากคลองบางใหญ่ ปากคลองท่าจีน	1099 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ 2897 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ 3217 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$	light and dark bottle	สากล ฐิณะกุล (2524)
อำเภอเกาะสุรินทร์ บริเวณนอกอ่าวออกไป 24.กม.	85 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ 690 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$	^{14}C technique	Wium-Anderson (1977 : 1-4)
อำเภอVizhinjam อินเดีย	GPP 114 -672 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ NPP 32 -429 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$	light and dark bottle	Jacob and Kumar (1984 : 66-70)
ทะเลเปิดบริเวณใกล้เคียง	GPP 185 -739 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$ NPP 114 -411 $\text{mgC.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$		

จากการศึกษาผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณที่ได้รับอิทธิพลหรือผลกระทบจากน้ำเสียที่ทิ้งที่ระบายออกมาจากชุมชนโดยรอบ จากโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม จากนาุ้งและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจะมีค่าสูง เช่น บริเวณปากคลอง

อุตุระภา บริเวณบ้านท่าสะพาน บริเวณปากอ่าวและเกาะยอ ปริมาณสารอาหารที่มีอยู่มากในน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช แต่ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีต่อผลผลิตเบื้องต้นคือ แสง การส่องผ่านของแสงลงสู่ชั้นน้ำเกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในแต่ละเดือนของผลผลิตเบื้องต้น (Singh, 1984 : 90-92) ความเข้มของแสงที่มีมากเพียงพอส่งผลโดยตรงให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ถ้าหากแสงถูกสกัดกั้นทำให้ส่องผ่านลงสู่ชั้นน้ำได้น้อยลงหรือมีความเข้มของแสงน้อยเนื่องจากท้องฟ้ามีเมฆมาก บดบังดวงอาทิตย์ไว้ หรือมีปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมาก-ทำให้มวลน้ำมีความขุ่นสูง ย่อมส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ผลผลิตเบื้องต้นจึงมีค่าต่ำ ถึงแม้ว่าจะมีปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมอื่นที่จำเป็นเช่นสารอาหาร อุณหภูมิ คลอโรฟิลล์ เอ ฯลฯ เอื้ออำนวยก็ตาม

อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตเบื้องต้น ปริมาณฝนที่ตกลงมามากในฤดูมรสุมทำให้เกิดน้ำไหลป่าพัดพาสารอาหารจากแหล่งต่างๆลงสู่ทะเลสาบ แต่เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดในรอบปีคือเดือนธันวาคม มีค่าผลผลิตเบื้องต้นต่ำสุด แม้ว่าปริมาณสารอาหารจะมีค่าสูงสุดก็ตาม คาดว่าเกิดจากปริมาณของแข็งแขวนลอยในมวลน้ำมีมาก เนื่องจากน้ำไหลป่ากัดเซาะทำให้ดินพังทลายแล้วพัดพาลงสู่ทะเลสาบ ส่งผลให้มวลน้ำมีความขุ่นสูง แสงส่องผ่านลงสู่ชั้นน้ำได้น้อย ทั้งความเค็มของน้ำที่ลดลงจนมีค่าเท่ากับ 0.00 ส่วนในพันส่วนซึ่งมีสภาพเป็นน้ำจืด เป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการแพร่กระจายจำนวนประชากรแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตเบื้องต้น (Devassy and Goes, 1989 : 485-501)

ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นช่วงเวลาที่มียุทธผลิตเบื้องต้นสูงกว่าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เนื่องจากความรุนแรงของกระแสน้ำที่พัดเข้าสู่บริเวณทะเลสาบอย่างเต็มที่ ไม่มีทิวเขาสกัดกั้น เพราะอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียง คลื่นลมรุนแรงส่งผลให้มวลน้ำเกิดการหมุนเวียนได้ดี สารอาหารต่างๆจากพื้นน้ำชั้นสูผิวน้ำมากขึ้น มีฝนตกชุกมากกว่า ปริมาณฝนที่ตกลงมามากทำให้สารอาหารในมวลน้ำเพิ่มมากขึ้น

ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กับผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชมีทั้งปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี โดยปริมาณของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับการส่องผ่านของแสงลงสู่ชั้นน้ำในทางตรงกันข้ามและส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงมากที่สุด (De, Jana and Choudhury, 1990 : 98-103 ; Mallin and Paerl, 1992 : 54-62)

ส่วนสารอาหารนั้น ไม่มีชนิดใดชนิดหนึ่งที่ควบคุมผลผลิตเบื้องต้น สารอาหารหลายชนิดที่มีปริมาณมากพอจึงจะทำให้ผลผลิตเบื้องต้นโดยรวมเพิ่มขึ้น (Dodds, Johnson and Priscu, 1988 : 44)

ในอนาคตแหล่งน้ำแห่งนี้จะได้รับผลกระทบจากการพัฒนาด้านต่างๆมากขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะโครงการที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ เช่น โครงการสร้างคันกั้นน้ำเค็มทะเลสาบสงขลาที่อยู่ในระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ โครงการขุดคูเมืองลัดทะเลสาบสงขลา ฯลฯ การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานส่วนหนึ่งเกี่ยวกับระบบนิเวศในด้านห่วงโซ่อาหาร เป็นตัวชี้วัดให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมโดยเฉพาะปรากฏการณ์ eutrophication และเป็นข้อมูลในการประเมินศักยภาพความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นจึงไม่สามารถใช้วิธีคาร์บอน-14 ที่ได้รับการยอมรับว่าถูกต้องแม่นยำในการวัดค่าผลผลิตเบื้องต้น นอกจากนั้นในด้านความแตกต่างของสภาพดินฟ้าอากาศในวันที่ทำการวัดค่าทั้ง 4 วัน เนื่องจากมีจำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 จุดจึงไม่สามารถดำเนินการให้ครบทุกจุดได้ภายในวันเดียว แต่กระทำได้เพียง 2 จุดต่อวันเนื่องจากต้องใช้เวลาในการincubate ถึง 4 ชั่วโมงและเสียเวลาในการเดินทางค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือสภาพดินฟ้าอากาศมีความแปรปรวนมาก ฝนตกชุกบางครั้งเกือบตลอดวัน คลื่นลมรุนแรง ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้วิธีคาร์บอน-14 เป็นวิธีวัดค่าผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำอื่นๆ เพราะเท่าที่ผ่านมาในทะเลสาบสงขลาตอนนอกนี้ยังไม่มีการศึกษาด้วยวิธีดังกล่าว และปรากฏการณ์ในเดือนธันวาคมที่เกิดขึ้น คือ ปริมาณสารอาหารต่างๆส่วนใหญ่มีค่าสูง ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าสูงสุด แต่ให้ค่าผลผลิตเบื้องต้นรวมและสุทธิต่ำสุดในรอบปี เป็นปรากฏการณ์ที่น่าสนใจและควรศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

- ไชยา รัชนิย์. 2534. "แนวโน้มคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอก", วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลา-
นครินทร์ (สำเนา)
- ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. "ปัญหาสภาวะแวดล้อมทะเลสาบสงขลา", วารสารสงขลานครินทร์.
4, 3 (กรกฎาคม-กันยายน 2525), 243-256.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2534. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพราพรธม แสงสกุล. 2529. "การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้
ในทะเลสาบสงขลา", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (สำเนา)
- ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์, ไชย์ชัย แซ่จู่, สิริ ทูทชินาศ และเพิ่มศักดิ์ เพ็งมาก. 2528. การ
สำรวจมลพิษเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมน้ำและคุณภาพของน้ำในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ 34/2528. สงขลา : สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา.
- ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์. 2533. "พันธุ์ปลาในทะเลสาบสงขลา (เพิ่มเติม)", ใน รายงานการ
สัมมนาวิชาการประจำปี 2533. หน้า 386-453. กรุงเทพฯ : กรมประมง.
- มนวดี หังสพฤกษ์. 2532. สมุทรศาสตร์เคมี. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวียงชัย ต้นสกุล. 2535. "ทะเลสาบสงขลาและศักยภาพในการพัฒนา", วารสารทักษิณคดี.
3 (ตุลาคม 2535-มีนาคม 2536), 39-51.

- วุฒิชัย เจนการ. 2535. "ผลผลิตเบื้องต้น". ภูเก็ต : สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล.
(สำเนา)
- ศิริเพ็ญ ตรีชัยพร. 2520. "การตอบสนองของแพลงก์ตอนพืชทะเลบางชนิดต่อการเพิ่ม
ระดับอุณหภูมิ", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (สำเนา)
- สากล รุ่งนกุล. 2534. "ผลผลิตขั้นต้นบริเวณอ่าวภูเก็ต", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร-
บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)
- สมาลี พิศรากุล. 2532. นิเวศวิทยา เอกสารวิชาการฉบับที่ 24. กรุงเทพฯ : กรมการฝึกหัดครู.
- อำพัน เหลือสินทรัพย์. 2524. "ผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทย", วารสารการประมง. 34, 2 (2524),
185-199.
- _____. 2528. "วิธีการประเมินประสิทธิภาพกำลังผลิตขั้นต้นของทะเลไทย", ใน เอกสาร
เผยแพร่ฉบับที่ 20. หน้า 1-118. กรุงเทพฯ : ฝ่ายสถานวิจัยประมงทะเล
กองประมงทะเล กรมประมง.
- อำพัน เหลือสินทรัพย์, คณิต ไชยคำ และไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์. 2529. "การประเมิน
ผลผลิตขั้นต้น เพื่อประเมินศักยภาพการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา", ใน
รายงานวิชาการที่ ๘๖/28/2. หน้า 1-45. กรุงเทพฯ : สถานวิจัยประมงทะเล
กองประมงทะเล กรมประมง.
- Adeniji, H.A. 1983. "Study of the Pelagic Primary Production in ASA Lake", Annu. Rep.
Kainji Lake Res. Inst. (1982), 33-35.

- Ahmad, S.S. 1990. "Primary Productivity in a Tropical Pond at Darbhanga", J. Nat. Conserv. 2, 1 (1990), 1-6.
- American Public Health Association. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. Washington, D.C. : APHA-AWWA-WPEF.
- Antoine, S.E. 1987. "Phytoplankton Population Dynamics and Chemical Characteristics of the Sediments of the Salihyah River, Basrah, Iraq", Limnologica. 18, 1 (1987), 69-82.
- Banse, K. 1977. "Determining the Carbon-to-Chlorophyll Ratio of Natural Phytoplankton", Mar. Biol. 41 (1977), 199-212.
- Berger, C. 1989. "In situ Primary Production, Biomass and Light Regime in the Wolderwijd, the most Stable *Oscillatoria agardhii* Lake in the Netherlands", Hydrobiologia. 185,3 (1989), 233-244.
- Bhargava, S.C. and Saxena, M.M. 1987. "Studies on Primary Productivity and Certain Factors in an Indian Desert Reservoir", In Sustainable Clean Water. Proceeding of the Regional Workshop on Limnology and Water Resources Management in the Developing Countries of Asia and The Pacific, 29 November-5 December 1982, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. no. 28, pp. 455-461. Lim, R.P. ; Viner, A.B. ; Lim, L.H.S. and Furtado, J.I. eds.
- Boston, H.L., Adams, M.S. and Madsen, J.D. 1989. "Photosynthetic Strategies and Productivity in Aquatic Systems", Aquat. Bot. 34, 1-3 (1989), 27-57.
- Brewster, D.V. and Reeder, B.C. 1993. "Comparison of Three Methods of Measuring Water Column Primary Productivity in Old Woman Creek Estuary", Ohio J. Sci. 93, 2 (1993), 49.

- Carpenter, K.E., Fast, A.W., Corre, V.L., Woessner, J.W. and Janeo, R.L. 1986. "The Effects of Water Depth and Circulation on the Water Quality and Production of *Penaeus monodon* in Eastern Ponds", In The First Asian Fisheries Forum, Manila, Philippines, 26-31 May 1986. pp. 21-24. Maclean, J.L. ; Dizon, L.B. and Hosillos, L.V. eds.
- Cederwall, H. and Elmgren, R. 1990. "Biological Effects of Eutrophication in the Baltic Sea, Particularly the Coastal Zone", Ambio. 19, 3 (1990), 109-112.
- De, T.K., Ghosh, S., Mal, T.K., Jana, T.K. and Choudhury, A. 1987. "The Physico-Chemical Conditions and Primary Production in Water around Lower Long Sands, Sunderbans, India", In Symposium on the Impact of Current Land Use Pattern and Water Resources Development on Riverine Fisheries April 25-27 1987. Abstracts. pp. 39.
- De, T.K., Jana, T.K. and Choudhury, A. 1990. "Control of Primary Productivity by Suspended Particulate Matter in the Hooghly Estuary, India", Trop. Ecol. 31, 2 (1990), 98-103.
- Delago, M. and Camp, J. 1987. "Abundance and Distribution of Dissolved Inorganic Nutrients in the Ebro Delta Bays", Invest. Pesq. Barc. 51, 3 (1987), 427-441.
- Devassy, V.P. and Goes, J.I. 1989. "Seasonal Patterns of Phytoplankton Biomass and Productivity in a Tropical Estuarine Complex (West Coast of India)", Proc. Indian Acad. Sci. Plant Sci. 99, 5 (1989), 485-501.
- Diana, J.S., Lin, C.K., and Schneeberger, P.J. 1991. "Relationships among Nutrient Inputs, Water Nutrient Concentrations, Primary Production, and Yield of *Oreochromis niloticus* in Ponds", Aquaculture. 92, 4 (1991), 323-341.

- Dodds, W.K., Johnson, K.R. and Prisco, J.C. 1988. "Simultaneous Nitrogen and Phosphorus Deficiency in Phytoplankton : Theory, Empirical Evidence, and Implications for Lake Management", In Annual International Symposium on Lake and Watershed Management. pp. 44
- Dugdale, R.C. and Goering, J.J. 1967. "Uptake of New and Regenerated Forms of Nitrogen in Primary Productivity", Limnos. Oceanogr. 12,196 , quoted in Levinton, J.S. 1982. Marine Ecology. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.
- Eloranta, P.V. and Salminen, R. 1984. "Phytoplankton Primary Production in a Eutrophic Cooling Water Pond", Hydrobiologia. 118, 3 (1984), 267-274.
- EL-Shoarawi, A. and Munawar, M. 1978. "Statistical Evaluation Biomass, Chlorophyll a, and Primary Production in Lake Superior", J. Great Lakes Res. 4, 3-4 (1978), 443-455.
- Eppley, R.W. 1972. "Temperature and Phytoplankton Growth in the Sea", Fish. Bull. 70 (1977), 1063-1085.
- Fabiano, M. 1984. "Production of the Ligurian Coastal Waters. 2. Primary Production", Mem. Biol. Oceanogr. 14, 1-2 (1984), 43-58.
- Fraleigh, P.C., Ocevski, B.T., Cado, I.E. and Allen, H.L. 1981. "Primary Production (Oxygen) and Chlorophyll Relationship in Lake Ohrid, Yugoslavia", In Proceedings of Congress in Japan 1980. 21, 3 pp. 492-499.
- Gianesella-Galvao, S.M.F. 1985. "Primary Production in Ten Reservoirs in Southern Brazil", Hydrobiologia. 122, 1(1985), 81-88.
- Gross, M.G. 1977. Oceanography A View of the Earth. Englewood Cliffs : Prentice- Hall Inc.

- Guildford, S.J., Healey, F.P. and Hecky, R.E. 1987. "Depression of Primary Production by Humic Matter and Suspended Sediment in Limnocooral Experiments at Southern Indian Lake, Northern Manitoba", Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44 (1987), 1408-1417
- Harrison, P.J., Hu, M.H., Yang, Y.P. and Lu, X. 1990. "Phosphate Limitation in Estuarine and Coastal Waters of China", J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 140, 1-2 (1990), 79-87.
- Henry, R., Kino, K., Gentil, J.G. and Tundisi, J.G. 1985. "Primary Production and Effects of Enrichment with Nitrate and Phosphate on Phytoplankton in the Barra Bornita Reservoir (State of Sao Paulo, Brazil)", Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. 70,4 (1985), 561-573.
- Huang, L., Chen, Q., and Yuan, W. 1989. "Characteristics of Chlorophyll Distribution and Estimation of Primary Productivity in Daya Bay", Asian Marine Biology. 6 (1989), 115-128.
- Jacob, R.M. and Kumar, R.V. 1984. "Primary Productivity in the Nearshore Waters of Vizhinjam, Trivandrum", J. Mar. Biol. Assoc. India. 26, 1-2 (1984), 66-70
- Janekarn, V. and Hylleberg, J. 1989. "Coastal and Offshore Primary Production along the West Coast of Thailand (Andaman Sea) with notes on Physical-Chemical Variables", Phuket Marine Biological Center Research Bulletin. 51 (1989), 1-20.
- John Taylor and Sons. 1985. Songkhla Lake Basin Planning Study Sector Papers : Basin Water Resources. Thailand.
- Kennish, M.J. 1989. Practical Handbook of Marine Science. Boca Ration, Flo. : CRC Press.
- Khan, I.A., Khan, A.A. and Haque, N. 1988. "Primary Production in Sheikla Theel at Aligarh", Environ. Ecol. 6,4 (1988), 858-862.

- Khatavkar, S.D., Kulkarni, A.Y. and Goel, P.K. 1988. "Effect of Short Term Enrichment of Phosphorus on Phytoplanktonic Primary Production", Indian J. Ecol 15, 1 (1988), 92-98.
- Kilfe, D. and Belay, A. 1990. "Seasonal Variation in Phytoplankton Primary Production in Relation to Light and Nutrients in Lake Awasa Ethiopia", Hydrobiologia. 196, 3 (1990), 217-227.
- Kimmel, B.L. and Groeger, A.W. 1983. "Factors Controlling Primary Production in Lakes and Reservoirs : A Perspective", Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (1983), 1-22 .
- Kuenzler, E.J., Belensz, A.J. and Rudek, J. 1986. "Nutrients Cycling and Productivity of a North Carolina Piedmont Reservoir", Rep. N. C. Univ. Water Resour. Res. Inst. (Abstract)
- Levinton, J.S. 1982. Marine Ecology. Englewood Cliffs : Prentice-Hall Inc.
- Li, W., Guo, L., Wang, X., Hong, L. and Qiu, Y. 1989. "The Study of the Relationship between Primary Productivity and Factors in the Ecological Environment in Luoyuan Bay", J. Xiamen Univ. Nat. Sci. Xiamen Daxue Xuebao. 28 (1989), 71-77.
- Mallin, M.A. and Paerl, H.W. 1992. "The Effects of Variable Irradiance on Phytoplankton Productivity in Shallow Estuaries", Limnol. Oceanogr. 37, 1 (1992), 54-62.
- Millard, E.S. and Johnson, M.G. 1986. "Effect of Decreased Phosphorus Loading on Primary Production, Chlorophyll a, and Light Extinction in the Bay of Quinte, Lake Ontario, 1972-82", Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 86 (1986), 100-113.

- Nicklisch, A. and Kohl, J.G. 1989. "The Influence of Light on the Primary Production of Two Planktic Blue-Green Algae", In Proceedings of the International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality. no. 33. p 451-455.
- Okino, T. and Lim, R.P. 1982. "Primary Production. Photosynthetic Production. Phytoplankton", Monoge. Biol. 47 (1982), 256-258.
- Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Oxford : Pergamon Press.
- Parson, T.R., Takahashi, M. and Hargrave, B. 1984. Biological Oceanographic Processes. 3 rd ed. Oxford : Pergamon Press.
- Patra, A.K., Nayak, L.D. and Patnaik, E. 1984. "Seasonal Primary Production of River Mahanadi at Sambalpur in Orissa", Prop. Ecol. 25,2 (1984), 153-157.
- Robarts, R.D. 1984. "Factors Controlling Primary Production in a Hypertrophic Lake (Hartbeespoort Dam, South Africa)", J. Plankton Res. 61 (1984), 91-105.
- Ryan, P.A. 1991. "Environmental Effects of Sediment on New Zealand Streams : A Review", N.Z. J. Mar. Freshwat. Res. 25, 2 (1991), 207-22.
- Rybak, M. 1988. "The Effect of Agriculture on the Primary Production in Lake Beskic (Poland) as Recorded in the Stratigraphy of Fossil Pigments", Hydrobiologia. 157, 1 (1988), 21-26.
- Sandoval-Rojo, L.C., Flores-Verdugo, F.I. and Zaragosa-Araujo, U. 1988. "Phytoplankton Productivity in the Barra De Navidad Coastal Lagoon on the Pacific Coast of Mexico", Rev. Hydrobiol. Trop. 21, 2 (1988), 101-108.

- Schanz, F. and Kiefer, B. 1990. "Limnology of Prealpine Pump-storage Reservoir : 1 Influence of Water Management on Biomass Development and Primary Production", In Proceedings of the International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality. no 33. p. 947.
- Schmidt, G.W. 1982. "Primary Production of Phytoplankton in the Three Types of Amazonian Waters", Amazoniana. 7, 3 (1982), 335-348.
- Sen, N.S., Horo, P. and Mishra, V.K. 1992. "Physio-Chemistry, Nutrient Budget and the Factors Influencing Primary Production in a Tropical Lake", J. Freshwat. Biol. 4, 2 (1992), 141-153.
- Shaffer, G.P. and Sullivan, M.J. 1988. "Water Column Productivity Attributable to Displaced Benthic Diatoms in Well-mixed Shallow Estuaries", J. Phycol. 24, 2 (1988), 132-140.
- Shellito, G.A. and Decosta, J. 1981. "Primary Production in a Eutrophic Acid Lake", Water Air Soil Pollut. 16,4 (1981), 415-431.
- Shen, Z. 1993. "The Effects of the Physico-Chemical Environment on the Primary Productivity in the Yangtze River Estuary", Trans. Oceanol. Limnol. Haiyang Huzhao Tongbao. 1 (1993), 47-51
- Singh, R.H. 1984. "Observations on Primary Productivity and Fish Production in a Perennial Inland Freshwater Fish Pond", Matsya. 9-10 (1984), 90-92.
- Smayda, T.J. 1970. "The Suspension and Sinking of Phytoplankton in the Sea", Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 8, (1970), 353-414.

- Strickland, J.H. and Parsons, T.R. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd ed. Ottawa : Fisheries Research Board of Canada.
- Takamura, N., Iwakuma, T. and Yasuno, M. 1987. "Primary Production in Lake Kasumigaura, 1981-1985", Jap. J. Limnol./Rikusuizatsu. 48 (1987), s13-s38
- Valiela, I. 1984. Marine Ecological Processes. New York : Springer-Verlag.
- Vaquer, A. and El Hafa, M. 1991. "Primary Production of Phytoplankton in an Oligomesotrophic Lake", Arch. Hydrobiol. 121,2 (1991), 203-217.
- Verma, J.P. and Mohanty, R.C. 1994. "Primary Productivity and its Correlation with Certain Selected Physio-Chemical and Biocommunity Parameters", Environ. Ecol. 12,3 (1994), 625-629.
- Vijaykumar, K., Paul, R. and Kadadevaru, G. 1991. "Primary Production of Nuggikeri Tank at Dharwad", J. Nat. Conserv. 3,1 (1991), 38-41.
- Watanabe, T., Kumanó, S. and Ikusima, I. 1982. "Primary Production. Photosynthetic Production. Epiphytic Algae", Monogr. Biol. 47 (1982), 259-262.
- Weisberg, J. and Parish, H. 1974. Introductory Oceanography. New York : McGraw-Hill.
- Welch, H.E., Legault, J.A. and Kling, H.J. 1989. "Phytoplankton, Nutrients, and Primary Production in Fertilized and Natural Lakes at Saqvaqujac, N.W.T.", Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46, 1 (1989), 90-107.
- Werner, D. 1977. "Silicate Metabolism", In The Biology of Diatoms, 110. Werner, D., ed. Blackwell Scientific : Oxford.

Wetzel, R.G. 1975. Limnology. Philadelphia : W.B. Sauanders.

Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 1979. Limnological Analysis. Philadelphia : W.B. Sauanders.

Wium-Anderson, S. 1977. "Primary Production in Waters around Surin Islands off The West Coast of Thailand", Phuket Marine Biological Center Research Bulletin. 16 (1977), 1-4.

Zdanowski, B. 1988. "Long-term and Seasonal Changes in the Primary Production and Destruction in Heated Lakes Near Konin (Poland)", Ekol. Pol. 36,1-2 (1988), 79-95.

Zhu, M., Mao, X., Lu, R. and Sun, M. 1993. "Chlorophyll a and Primary Productivity in the Yellow Sea", J. Oceanogr. Huanghai Bohai Seas Huangbohai Haiyang. 11, 3 (1993), 38-51.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP) ต่อวันเฉลี่ยของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี (พฤษภาคม 2636 - เมษายน 2637)

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
D1=0.5m								
พ.ค. 36	815.86 a-d	842.56 b	883.86 b	358.36 e	388.77 d	851.92 a	917.23 a	450.88 ab
มิ.ย. 36	1207.27 a	1588.88 a	3793.40 a	627.44 de	1335.62 ab	701.78 abc	312.06 b	894.28 a
ก.ค. 36	612.29 b-e	746.72 b	711.33 bc	1275.53 bc	229.74 d	586.77 abc	318.26 b	386.20 ab
ส.ค. 36	305.93 de	163.21 cd	437.12 bc	552.90 de	920.04 bc	274.27 bc	150.29 b	160.32 b
ก.ย. 36	427.25 cde	802.85 b	550.11 bc	620.73 de	359.89 d	269.28 bc	270.06 b	274.11 b
ต.ค. 36	870.24 abc	1577.44 a	248.11 c	2252.09 a	1779.05 a	304.16 bc	301.68 b	268.77 b
พ.ย. 36	1023.43 ab	444.34 bcd	555.73 bc	559.68 de	649.65 cd	681.13 abc	544.79 ab	514.75 ab
ธ.ค. 36	92.78 e	59.86 d	305.44 c	229.87 e	290.43 d	161.90 c	186.32 b	162.59 b
ม.ค. 37	589.49 b-e	802.41 b	631.16 bc	987.31 cđ	529.34 cd	470.68 abc	171.68 b	616.73 ab
ก.พ. 37	694.18 a-d	662.44 bc	892.94 b	1203.71 bc	357.16 d	727.67 ab	320.94 b	188.97 b
มี.ค. 37	467.53 cde	338.20 bcd	576.85 bc	1638.40 b	107.68 d	244.16 bc	171.56 b	433.02 ab
เม.ย. 37	402.93 cde	555.25 bcd	490.00 bc	2220.86 a	309.80 d	464.40 abc	558.01 ab	482.40 ab
ค่าเฉลี่ย	625.77	715.34	839.67	1043.91	604.76	478.18	351.9	402.75
D2=1.0m								
พ.ค. 36	796.24 ab	713.07 a-d	1550.40 b	418.72 c	519.68 bc	788.14 a	1265.04 a	533.07 a
มิ.ย. 36	1164.83 a	950.27 ab	3378.23 a	517.63 bc	594.98 abc	658.21 ab	413.97 b	585.13 a
ก.ค. 36	694.55 abc	511.51 a-e	737.44 c	614.43 bc	417.43 bc	607.07 ab	260.13 b	354.77 a
ส.ค. 36	359.55 bcd	480.45 b-e	400.60 cd	375.63 c	704.82 ab	328.82 ab	225.66 b	110.27 a
ก.ย. 36	183.41 cd	754.57 abc	466.06 cd	310.23 c	340.22 bc	268.59 ab	184.22 b	338.41 a
ต.ค. 36	565.49 bcd	1029.43 a	247.91 cd	1202.98 a	1057.76 a	283.96 ab	229.96 b	285.56 a
พ.ย. 36	480.28 bcd	176.20 de	391.16 cd	179.86 c	458.82 bc	461.28 ab	272.84 b	210.13 a
ธ.ค. 36	92.78 d	59.86 e	122.18 d	125.32 c	145.22 c	138.90 b	161.90 b	122.18 a
ม.ค. 37	536.12 bcd	321.25 cde	685.95 c	550.25 bc	295.72 bc	415.64 ab	172.16 b	340.00 a
ก.พ. 37	569.61 bcd	594.93 a-e	669.88 c	629.23 bc	133.89 c	253.31 ab	142.25 b	148.15 a
มี.ค. 37	358.94 bcd	179.74 de	390.90 cd	552.48 bc	179.43 bc	142.72 b	152.93 b	415.07 a
เม.ย. 37	423.72 bcd	425.97 b-e	437.05 cd	957.75 ab	309.03 bc	292.53 ab	347.31 b	143.55 a
ค่าเฉลี่ย	518.79	516.44	789.81	536.21	429.75	388.59	319.7	298.86

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการศึกษาโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 2 ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ (NPP)ต่อวันเฉลี่ยของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี (พฤษภาคม 2536 - เมษายน 2537)

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
D1=0.5m								
พ.ค. 36	625.44 bc	679.14 b	539.18 bc	121.88 f	257.86 de	416.26 ab	477.32 a	286.94 e-d
มิ.ย. 36	899.62 a	1276.05 a	984.70 a	439.74 e	802.53 b	415.30 ab	176.70 bc	370.92 abc
ก.ค. 36	366.2 c-f	444.87 bc	543.65 bc	1161.30 c	104.46 e	424.73 ab	100.90 c	89.32 d
ส.ค. 36	151.08 fg	87.11 de	346.08 cde	201.56 f	643.64 bc	201.12 bc	60.64 c	97.81 d
ก.ย. 36	354.29 def	690.69 b	383.83 cd	465.52 e	280.00 de	202.38 bc	203.22 bc	177.38 bcd
ต.ค. 36	594.03 bcd	1183.80 a	133.78 de	1981.34 a	1567.82 a	182.01 bc	213.31 bc	167.99 cd
พ.ย. 36	786.54 ab	182.75 de	390.94 cd	459.77 e	458.24 cd	529.07 a	428.26 ab	438.60 ab
ธ.ค. 36	0.000 g	0.00 e	122.18 e	84.59 f	194.49 e	92.45 c	93.86 c	101.50 d
ม.ค. 37	455.33 cde	481.77 bc	378.27 cd	731.29 d	166.43 e	334.45 abc	76.57 c	511.31 a
ก.พ. 37	449.00 cde	435.36 bc	727.78 b	1084.69 c	245.53 de	551.02 a	218.06 bc	103.18 d
มี.ค. 37	377.31 c-f	278.29 cd	483.78 bc	1472.74 b	53.84 e	182.96 bc	114.13 c	381.09 abc
เม.ย. 37	314.08 ef	479.57 bc	437.52 c	1943.33 a	243.58 de	369.34 ab	474.49 a	392.51 abc
ค่าเฉลี่ย	447.74	518.22	455.970	845.64	418.2	325.09	219.79	259.88
D2=1.0m								
พ.ค. 36	474.56 b	488.52 ab	1011.21 a	149.83 efg	296.18 c	416.26 ab	245.30 a	205.45 ab
มิ.ย. 36	821.94 a	537.97 ab	915.42 a	406.45 cde	330.58 bc	369.79 ab	186.31 a	361.65 a
ก.ค. 36	369.13 bcd	320.24 bc	401.28 bcd	338.34 c-f	166.89 c	445.15 a	60.98 a	147.20 ab
ส.ค. 36	190.99 cde	59.39 cd	327.61 b-e	260.35 d-g	551.42 ab	255.68 abc	106.12 a	62.51 b
ก.ย. 36	109.70 de	642.45 a	365.83 b-e	77.63 fg	139.22 c	200.99 abc	100.01 a	209.53 ab
ต.ค. 36	324.77 bcd	396.91 ab	133.45 ef	948.70 a	775.41 a	163.51 bc	88.06 a	218.37 ab
พ.ย. 36	276.73 bcd	88.10 cd	226.36 def	79.95 fg	250.26 c	351.99 ab	214.44 a	114.39 ab
ธ.ค. 36	0.00 e	0.00 d	61.09 f	62.67 g	72.61 c	69.44 c	69.44 a	61.09 b
ม.ค. 37	428.70 bc	80.26 cd	507.11 bc	292.27 c-g	62.67 c	165.06 bc	76.23 a	223.47 ab
ก.พ. 37	427.54 bc	412.11 ab	587.98 b	531.86 bc	66.94 c	151.32 bc	60.54 a	68.69 b
มี.ค. 37	287.13 bcd	80.65 cd	316.57 cde	460.46 bcd	89.79 c	81.51 c	95.50 a	312.02 ab
เม.ย. 37	245.44 b-e	277.27 bc	367.13 b-e	679.27 b	219.94 c	195.25 abc	204.88 a	53.65 b
ค่าเฉลี่ย	329.72	281.99	435.09	357.31	251.82	238.83	125.65	169.83

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการศึกษาทดสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 3 ผลผลิตป้อนสัตว์รวม (GPP) ต่อหัวเนื้อสุกในแต่ละเดือน (พฤษภาคม 2536 - เมษายน 2537) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง (S)	เดือน (M)												
	พ.ค. 36	มิ.ย. 36	ก.ค. 36	ส.ค. 36	ก.ย. 36	ต.ค. 36	พ.ย. 36	ธ.ค. 36	ม.ค. 36	ก.พ. 36	เม.ค. 36	เม.ย. 36	
D1=0.5m													
S1	815.86 ab	1207.27 bc	612.29 b	305.93 b	427.26 a	870.24 c	1023.43 a	92.79 a	589.49 ab	694.18 bcd	467.53 b	402.93 b	
S2	842.56 ab	1588.88 b	746.71 b	163.21 b	802.85 a	1577.44 b	444.34 b	59.86 a	802.41 a	662.44 bcd	338.20 b	555.25 b	
S3	883.86 ab	3793.40 a	711.33 b	437.12 ab	550.11 a	248.11 d	555.73 ab	305.44 a	631.16 ab	892.94 ab	576.85 b	490.00 b	
S4	358.36 b	627.44 de	1275.53 a	552.90 ab	620.73 a	2252.09 a	559.68 ab	229.87 a	987.31 a	1203.71 a	1638.40 a	2220.86 a	
S5	388.77 ab	1335.62 bc	229.74 b	920.04 a	359.89 a	1779.05 b	649.65 ab	290.43 a	529.34 ab	357.16 cd	107.69 b	309.80 b	
S6	851.92 ab	701.78 de	586.77 b	274.27 b	269.28 a	304.16 d	681.13 ab	161.90 a	470.68 ab	727.67 abc	244.17 b	464.40 b	
S7	917.23 a	312.06 e	318.25 b	150.29 b	270.06 a	301.68 d	544.79 ab	186.32 a	171.68 b	320.93 cd	171.56 b	558.01 b	
S8	460.88 ab	894.28 cd	386.20 b	160.32 b	274.11 a	268.77 d	514.75 ab	162.59 a	616.73 ab	188.97 d	433.02 b	482.40 b	
ค่าเฉลี่ย	698.68	1307.59	608.35	370.51	446.79	950.19	621.69	186.15	599.85	631.00	497.18	685.46	
D2=1.0m													
S1	796.24 bc	1164.83 b	694.55 a	359.55 ab	183.42 b	565.49 b	480.28 a	92.79 a	536.12 a	569.61 a	358.94 a	423.73 b	
S2	713.07 c	950.27 bc	511.51 a	480.45 ab	754.57 a	1029.43 a	176.20 a	59.86 a	321.25 a	594.93 a	179.74 a	425.97 b	
S3	1550.40 a	3378.23 a	737.43 a	400.60 ab	466.06 ab	247.91 b	391.16 a	122.18 a	685.95 a	669.88 a	390.90 a	437.05 b	
S4	418.72 c	517.63 cd	614.43 a	375.63 ab	310.23 ab	1202.98 e	179.86 a	125.32 a	550.35 a	629.23 a	552.48 a	957.75 a	
S5	519.68 c	594.98 cd	417.43 a	704.82 a	340.22 ab	1057.76 a	458.82 a	145.22 a	295.72 a	133.89 a	179.43 a	309.03 b	
S6	788.14 bc	658.21 cd	607.07 a	328.82 ab	289.59 ab	283.96 b	461.28 a	138.90 a	415.64 a	253.31 a	142.72 a	292.53 b	
S7	1265.04 ab	413.97 d	260.13 a	225.65 ab	184.22 b	229.96 b	272.84 a	161.90 a	172.16 a	142.25 a	152.93 a	347.31 b	
S8	533.07 c	585.13 cd	354.77 a	110.27 b	338.41 ab	285.56 b	210.13 a	122.18 a	340.00 a	148.15 a	415.07 e	143.55 b	
ค่าเฉลี่ย	823.05	1032.91	524.67	373.23	355.71	612.88	328.82	121.04	414.61	392.66	296.53	417.11	

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแถวซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 4 ผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ (NPP) ต่อไร่เฉลี่ยในแต่ละเดือน (พฤษภาคม 2536 - เมษายน 2537) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง (S)	เดือน (M)																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	พ.ค. 36	มิ.ย. 36	ก.ค. 36	ส.ค. 36	ก.ย. 36	ต.ค. 36	พ.ย. 36	ธ.ค. 36	ม.ค. 36	ก.พ. 36	มี.ค. 36	เม.ย. 36																																																																																																																																																																																																																																																																											
D1=0.5m														S1	625.44 ab	699.62 b	366.20 b	151.08 bc	354.29 bc	594.03 d	786.54 a	0.00 a	455.33 b	449.00 cd	377.31 bc	314.08 b		S2	679.14 a	1276.05 a	444.87 b	87.11 bc	690.69 a	1183.80 c	182.75 c	0.00 a	481.77 b	435.36 cd	278.29 bcd	479.57 b		S3	539.18 ab	984.70 b	543.65 b	346.08 b	333.83 bc	133.78 e	390.94 bc	122.18 a	378.27 bc	727.78 b	483.78 b	437.52 b		S4	121.88 d	439.74 c	1161.30 a	201.56 bc	485.52 ab	1981.34 a	459.77 b	84.59 a	731.29 a	1084.69 a	1472.74 a	1943.33 a		S5	257.96 cd	802.53 b	104.46 c	643.64 a	280.00 bc	1567.82 b	458.24 b	194.49 a	166.43 cd	245.53 de	53.84 d	243.58 b		S6	416.26 bc	415.30 cd	424.73 b	201.12 bc	202.38 c	182.01 e	523.07 b	92.45 a	334.45 bc	551.02 bc	182.96 cd	369.34 b		S7	477.32 abc	176.70 d	100.90 c	60.64 c	203.22 c	213.31 e	428.25 b	93.86 a	76.57 d	218.06 de	114.13 d	474.49 b		S8	286.94 cd	370.92 cd	89.32 c	97.81 bc	177.38 c	167.99 e	438.60 b	101.50 a	511.31 ab	103.18 e	381.09 bc	392.51 b		ค่าเฉลี่ย	425.5	670.79	404.43	223.63	344.66	753.01	459.27	86.13	391.93	478.83	418.02	581.8		D2=1.0m														S1	474.56 b	821.94 a	369.13 ab	190.99 bc	109.70 bc	324.77 bc	276.73 ab	0.00 a	428.70 ab	427.54 a	287.13 ab	245.44 bc		S2	488.52 b	537.97 b	320.24 ab	59.39 c	642.45 a	396.91 b	88.10 ab	0.00 a	80.26 c	412.11 a	80.65 b	277.27 bc		S3	1011.21 a	915.42 a	401.28 ab	327.61 ab	365.83 b	133.45 c	226.36 ab	61.09 a	507.11 a	587.98 a	316.57 ab	367.13 b		S4	149.83 d	406.45 bc	338.34 ab	260.35 bc	77.63 c	948.70 a	79.95 b	62.67 a	292.27 abc	531.86 a	480.46 a	679.27 a		S5	296.18 bcd	330.58 bc	166.89 bc	551.42 a	139.22 bc	775.41 a	250.26 ab	72.61 a	62.67 c	66.94 b	89.79 b	219.94 bc		S6	416.26 bc	369.79 bc	445.15 a	255.68 bc	200.99 bc	163.51 bc	351.98 a	69.44 a	165.06 c	151.32 b	81.51 b	195.25 bc		S7	245.3 bcd	186.31 c	60.98 c	106.12 bc	100.01 c	88.06 c	214.44 ab	69.44 a	76.23 c	60.54 b	95.50 b	204.88 bc		S8	205.45 cd	361.55 bc	147.20 bc	62.51 c	209.53 bc	218.37 bc	114.39 ab	61.09 a	223.47 bc	68.69 b	312.02 ab	53.65 c		ค่าเฉลี่ย	410.91	491.25	281.15	226.76	230.76	381.15	200.26	49.54	229.47	288.37	215.45	280.36	
S1	625.44 ab	699.62 b	366.20 b	151.08 bc	354.29 bc	594.03 d	786.54 a	0.00 a	455.33 b	449.00 cd	377.31 bc	314.08 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S2	679.14 a	1276.05 a	444.87 b	87.11 bc	690.69 a	1183.80 c	182.75 c	0.00 a	481.77 b	435.36 cd	278.29 bcd	479.57 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S3	539.18 ab	984.70 b	543.65 b	346.08 b	333.83 bc	133.78 e	390.94 bc	122.18 a	378.27 bc	727.78 b	483.78 b	437.52 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S4	121.88 d	439.74 c	1161.30 a	201.56 bc	485.52 ab	1981.34 a	459.77 b	84.59 a	731.29 a	1084.69 a	1472.74 a	1943.33 a																																																																																																																																																																																																																																																																											
S5	257.96 cd	802.53 b	104.46 c	643.64 a	280.00 bc	1567.82 b	458.24 b	194.49 a	166.43 cd	245.53 de	53.84 d	243.58 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S6	416.26 bc	415.30 cd	424.73 b	201.12 bc	202.38 c	182.01 e	523.07 b	92.45 a	334.45 bc	551.02 bc	182.96 cd	369.34 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S7	477.32 abc	176.70 d	100.90 c	60.64 c	203.22 c	213.31 e	428.25 b	93.86 a	76.57 d	218.06 de	114.13 d	474.49 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S8	286.94 cd	370.92 cd	89.32 c	97.81 bc	177.38 c	167.99 e	438.60 b	101.50 a	511.31 ab	103.18 e	381.09 bc	392.51 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
ค่าเฉลี่ย	425.5	670.79	404.43	223.63	344.66	753.01	459.27	86.13	391.93	478.83	418.02	581.8																																																																																																																																																																																																																																																																											
D2=1.0m														S1	474.56 b	821.94 a	369.13 ab	190.99 bc	109.70 bc	324.77 bc	276.73 ab	0.00 a	428.70 ab	427.54 a	287.13 ab	245.44 bc		S2	488.52 b	537.97 b	320.24 ab	59.39 c	642.45 a	396.91 b	88.10 ab	0.00 a	80.26 c	412.11 a	80.65 b	277.27 bc		S3	1011.21 a	915.42 a	401.28 ab	327.61 ab	365.83 b	133.45 c	226.36 ab	61.09 a	507.11 a	587.98 a	316.57 ab	367.13 b		S4	149.83 d	406.45 bc	338.34 ab	260.35 bc	77.63 c	948.70 a	79.95 b	62.67 a	292.27 abc	531.86 a	480.46 a	679.27 a		S5	296.18 bcd	330.58 bc	166.89 bc	551.42 a	139.22 bc	775.41 a	250.26 ab	72.61 a	62.67 c	66.94 b	89.79 b	219.94 bc		S6	416.26 bc	369.79 bc	445.15 a	255.68 bc	200.99 bc	163.51 bc	351.98 a	69.44 a	165.06 c	151.32 b	81.51 b	195.25 bc		S7	245.3 bcd	186.31 c	60.98 c	106.12 bc	100.01 c	88.06 c	214.44 ab	69.44 a	76.23 c	60.54 b	95.50 b	204.88 bc		S8	205.45 cd	361.55 bc	147.20 bc	62.51 c	209.53 bc	218.37 bc	114.39 ab	61.09 a	223.47 bc	68.69 b	312.02 ab	53.65 c		ค่าเฉลี่ย	410.91	491.25	281.15	226.76	230.76	381.15	200.26	49.54	229.47	288.37	215.45	280.36																																																																																																																																													
S1	474.56 b	821.94 a	369.13 ab	190.99 bc	109.70 bc	324.77 bc	276.73 ab	0.00 a	428.70 ab	427.54 a	287.13 ab	245.44 bc																																																																																																																																																																																																																																																																											
S2	488.52 b	537.97 b	320.24 ab	59.39 c	642.45 a	396.91 b	88.10 ab	0.00 a	80.26 c	412.11 a	80.65 b	277.27 bc																																																																																																																																																																																																																																																																											
S3	1011.21 a	915.42 a	401.28 ab	327.61 ab	365.83 b	133.45 c	226.36 ab	61.09 a	507.11 a	587.98 a	316.57 ab	367.13 b																																																																																																																																																																																																																																																																											
S4	149.83 d	406.45 bc	338.34 ab	260.35 bc	77.63 c	948.70 a	79.95 b	62.67 a	292.27 abc	531.86 a	480.46 a	679.27 a																																																																																																																																																																																																																																																																											
S5	296.18 bcd	330.58 bc	166.89 bc	551.42 a	139.22 bc	775.41 a	250.26 ab	72.61 a	62.67 c	66.94 b	89.79 b	219.94 bc																																																																																																																																																																																																																																																																											
S6	416.26 bc	369.79 bc	445.15 a	255.68 bc	200.99 bc	163.51 bc	351.98 a	69.44 a	165.06 c	151.32 b	81.51 b	195.25 bc																																																																																																																																																																																																																																																																											
S7	245.3 bcd	186.31 c	60.98 c	106.12 bc	100.01 c	88.06 c	214.44 ab	69.44 a	76.23 c	60.54 b	95.50 b	204.88 bc																																																																																																																																																																																																																																																																											
S8	205.45 cd	361.55 bc	147.20 bc	62.51 c	209.53 bc	218.37 bc	114.39 ab	61.09 a	223.47 bc	68.69 b	312.02 ab	53.65 c																																																																																																																																																																																																																																																																											
ค่าเฉลี่ย	410.91	491.25	281.15	226.76	230.76	381.15	200.26	49.54	229.47	288.37	215.45	280.36																																																																																																																																																																																																																																																																											

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 5 จุดหนีจลเยีย(C)ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	29.3 a	29.0 b	29.7 b	28.5 a	29.7 ab	29.17 a	28.67 ab	28.50 bc
มิ.ย. 36	29.7 a	30.3 a	31.0 a	28.8 a	29.5 a	29.2 a	29.5 a	30.2 a
ก.ค. 36	27.7 b	28.2 b	28.3 c	29.3 a	28.3 b	28.0 b	28.0 bc	29.3 ab
ส.ค. 36	26.7 c	26.0 cd	27.3 de	26.5 bcd	25.8 e	26.2 c	25.3 de	26.2 de
ก.ย. 36	26.2 c	26.7 cd	26.0 f	26.3 cd	26.7 de	26.2 c	25.7 d	26.3 d
ต.ค. 36	26.5 c	26.8 cd	26.8 fg	26.3 cd	25.3 ef	25.5 cde	25.3 de	26.0 de
พ.ย. 36	26.3 c	25.5 d	25.7 fg	26.8 d	25.3 ef	25.2 de	26.0 d	26.0 de
ธ.ค. 36	26.0 d	25.3 d	26.0 gh	23.3 f	23.7 g	26.0 cd	26.0 d	26.3 ef
ม.ค. 37	26.0 d	26.3 d	24.3 h	24.7 e	24.8 f	24.7 e	24.7 e	24.7 f
ก.พ. 37	26.3 c	26.5 c	25.8 fg	26.8 bc	26.7 de	25.7 de	25.8 d	26.0 de
มี.ค. 37	26.8 bc	26.5 c	26.5 ef	27.2 bc	27.0 cd	26.3 c	26.2 d	26.8 d
เม.ย. 37	27.0 bc	26.8 cd	28.0 cd	27.3 b	27.7 c	26.3 c	27.2 c	28.2 c
ค่าเฉลี่ย	26.9	26.7	26.9	26.7	26.5	26.5	26.5	26.9

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 6 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	6.86 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	7.06 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
ค่าเฉลี่ย	7.50	7.35	7.59	7.56	7.41	7.62	7.32	7.37

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 7 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
ค่าเฉลี่ย	22.97	19.50	16.26	9.72	11.53	12.69	8.33	6.06

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 8 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 ab	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
ค่าเฉลี่ย	1.62	1.43	1.44	1.48	1.52	1.39	1.25	1.56

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 9 ปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย(mg.l⁻¹) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในรอบปี

เดือน (M)	จุดเก็บตัวอย่าง (S)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
พ.ค. 36	57.67 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	65.67 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	28.00 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	69.00 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	62.67 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	65.33 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	25.00 def	41.00 cd
ค่าเฉลี่ย	55.67	58.08	43.25	32.08	34.14	46.06	48.22	42.22

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 10 ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย ($\mu\text{g-at}(\text{NO}_2^- \cdot \text{N})$) 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	0.895 e
ก.ค. 36	0.477 cd	0.533 cd	0.028 f	0.249 ef	0.125 ef	0.035 e	0.388 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	1.462 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
ค่าเฉลี่ย	0.615	0.896	0.736	0.843	0.705	0.874	1.077	1.562

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 11 ปริมาณไนเตรทเฉลี่ย ($\mu\text{g-atNO}_3\text{-N/l}$) 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	1.162 c
ก.ย. 36	0.741 b	0.846 d	1.047 bc	1.998 f	0.955 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	1.485 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
ค่าเฉลี่ย	1.552	3.551	1.536	4.793	1.725	1.420	2.023	2.930

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 12 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ย ($\text{mgPO}_4\text{-}^3\text{-P.l}^{-1}$) 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
ค่าเฉลี่ย	0.206	0.321	0.161	0.174	0.160	0.185	0.239	0.272

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 13 ปริมาณซิลิกาละลาย ($\mu\text{g-at SiO}_2^{-2}\text{-Si.}^{-1}$) 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	66.615 f	13.918 f	29.204 g	66.351 e	87.948 e
มิ.ย. 36	15.238 ef	38.731 d	58.048 e	78.013 e	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	27.736 e	23.958 g	34.133 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	125.264 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	18.699 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
ค่าเฉลี่ย	38.734	51.678	54.063	87.483	73.918	70.208	81.928	99.811

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) 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	7.355 e	6.911 d	10.044 c	11.051 c
ค่าเฉลี่ย	6.915	7.245	7.832	11.462	8.612	8.531	8.525	9.137

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวก 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตเบื้องต้นรวม (GPP)ต่อวัน

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	191	135659584.16	710259.60	8.52 **
DEPTH (D)	1	3610826.55	3610826.55	43.33 **
STATION(S)	7	16780209.84	2397172.83	28.77 **
MONTH (M)	11	34758520.82	3159865.53	37.92 **
DXS	7	2907784.33	415397.76	4.99 **
DXM	11	2581023.66	234638.51	2.82 **
SXM	77	69128130.01	897767.92	10.77 **
DXSXM	77	5893088.96	76533.62	<1
ERROR	384	31996742.65	83324.85	
TOTAL	575	167656326.81		

cv = 52.1%

** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตเบื้องต้นสุทธิ (NPP)ต่อวัน

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	191	58966157.33	308723.34	14.77**
DEPTH (D)	1	3804624.17	3804624.17	182.07**
STATION(S)	7	9412209.47	1344601.35	64.35**
MONTH (M)	11	10302888.05	936626.19	44.82**
DXS	7	2689088.90	384155.56	18.38**
DXM	11	1728833.14	157166.65	7.52**
SXM	77	25410824.80	330010.71	15.79**
DXSXM	77	5617688.81	72957.00	3.49**
ERROR	384	8024151.71	20896.23	
TOTAL	575	66990309.04		

cv = 40.7%

** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตาราง ภาคผนวก 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิ

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	733.5825	7.7219	26.63 **
STATION(S)	7	9.5338	1.3619	4.70 **
MONTH (M)	11	653.0512	59.3683	204.77 **
SXM	77	70.9974	0.9220	3.18 **
ERROR	192	55.6667	0.2899	
TOTAL	287	789.2491		

cv = 2.0%

** = แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-เบส

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	45.8019	0.4821	9.72 **
STATION(S)	7	3.3969	0.4853	9.79 **
MONTH (M)	11	11.4217	1.0383	20.94 **
SXM	77	30.9833	0.4024	8.12 **
ERROR	192	9.5194	0.0496	
TOTAL	287	55.3213		

cv = 3.0%

** = แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเค็ม

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	38333.3190	403.5086	769.61 **
STATION(S)	7	8427.5417	1203.9345	2296.25 **
MONTH (M)	11	25583.3194	2325.7563	4435.88 **
SXM	77	4322.4583	56.1358	107.07 **
ERROR	192	100.6667	0.5243	
TOTAL	287	38433.9861		

cv = 5.4%

** = แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความลึก

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	20.4103	0.2148	28.17 **
STATION(S)	7	3.2586	0.4655	61.04 **
MONTH (M)	11	12.9738	1.1794	154.65 **
SXM	77	4.1779	0.0542	7.11 **
ERROR	192	1.4643	0.0076	
TOTAL	287	21.8746		

cv = 6.0%

** = แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งแขวนลอย

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	365743.6528	3849.9332	35.48 **
STATION(S)	7	21312.7639	3044.6806	28.06 **
MONTH (M)	11	137684.6528	12516.7866	115.35 **
SXM	77	206746.2361	2685.0161	24.74 **
ERROR	192	20834.0000	108.5104	
TOTAL	287	386577.6528		

cv = 23.2%

** = แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจน

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	387.5204	4.0792	85.29 **
STATION(S)	7	22.2595	3.1799	66.49 **
MONTH (M)	11	229.5619	20.8693	436.35 **
SXM	77	135.6991	1.7623	36.85 **
ERROR	192	9.1828	0.0478	
TOTAL	287	396.7033		

cv = 23.9%

** = แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนเตรท

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	3798	40	94.32 **
STATION(S)	7	372	53	126.52 **
MONTH (M)	11	1780	162	391.82 **
SXM	77	1645	21	50.41 **
ERROR	192	81	0	
TOTAL	287			

cv = 26.7%

** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสเฟต

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	13.2	0.1	33.70 **
STATION(S)	7	0.8	0.1	29.49 **
MONTH (M)	11	6.4	0.6	141.05 **
SXM	77	5.9	0.1	18.75 **
ERROR	192	0.8	0.0	
TOTAL	287	13.9		

cv = 29.9%

** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณซิลิกเกต

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	569085	5980	312.68 **
STATION(S)	7	105073	15010	784.87 **
MONTH (M)	11	365447	33222	1737.15 **
SXM	77	97564	1267	66.25 **
ERROR	192	3672	19	
TOTAL	287	571757		

cv = 6.3%

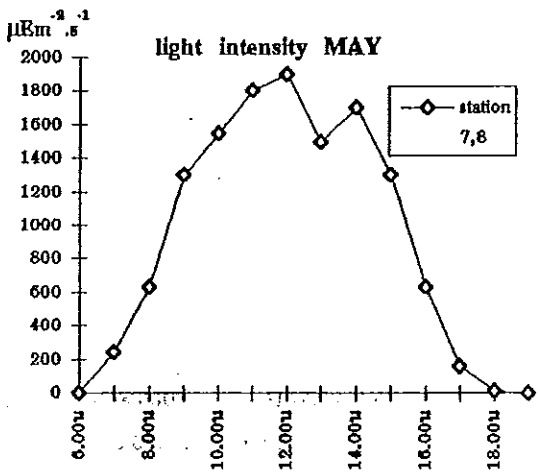
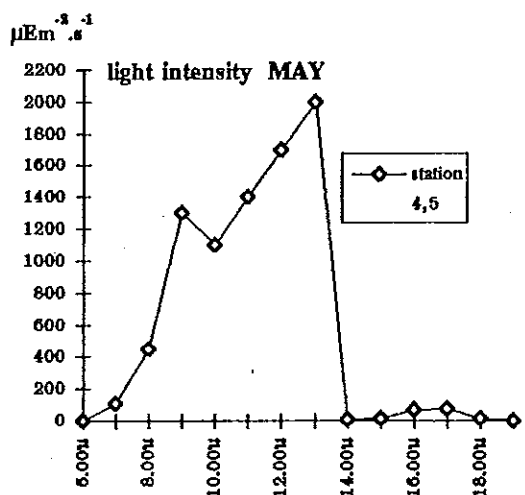
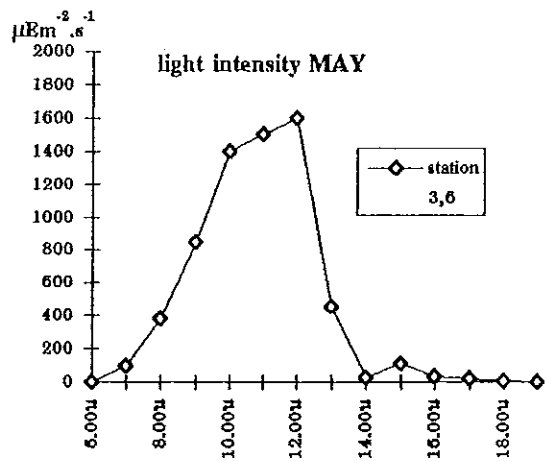
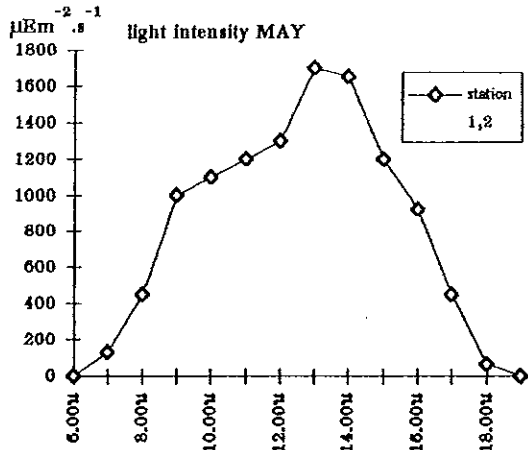
** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

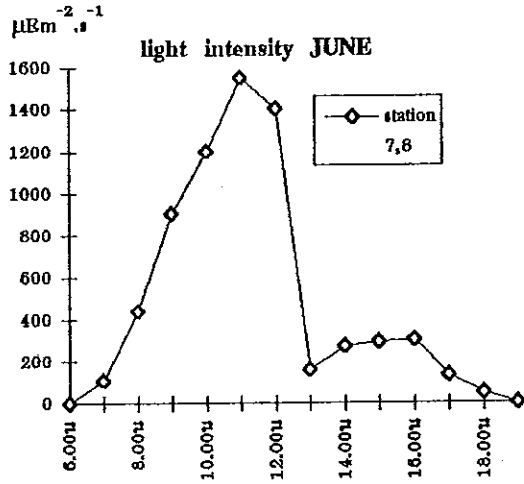
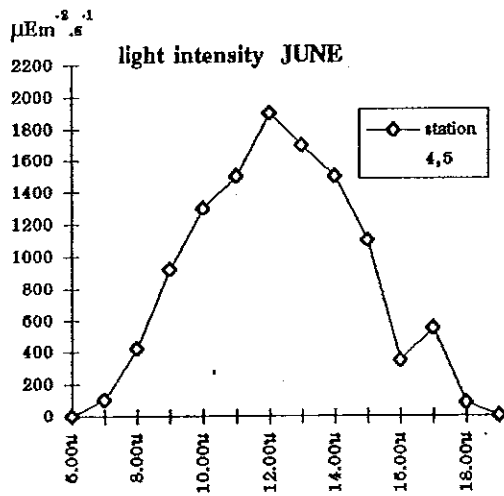
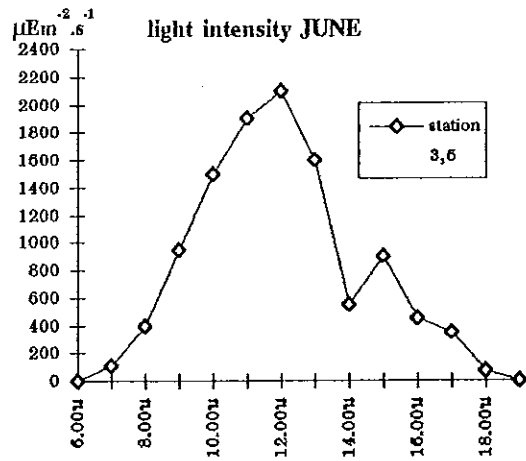
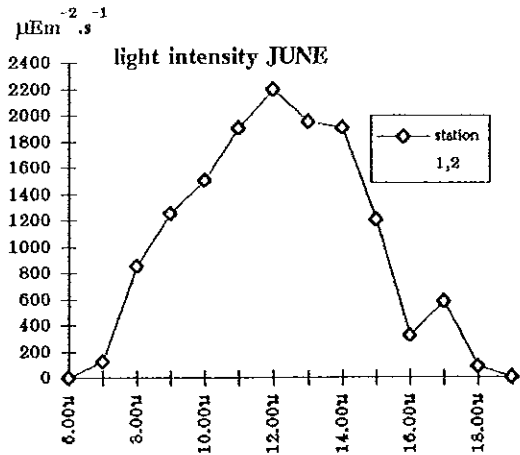
SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	95	20871	220	136.16 **
STATION(S)	7	494	71	43.72 **
MONTH (M)	11	15179	1380	855.24 **
SXM	77	5189	68	41.84 **
ERROR	192	310	2	
TOTAL	287	21181		

cv = 14.9%

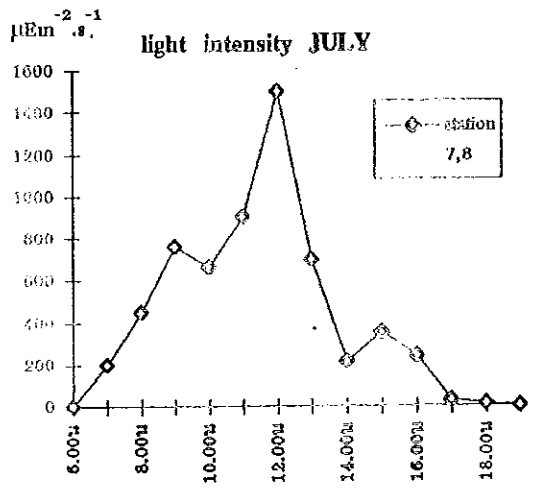
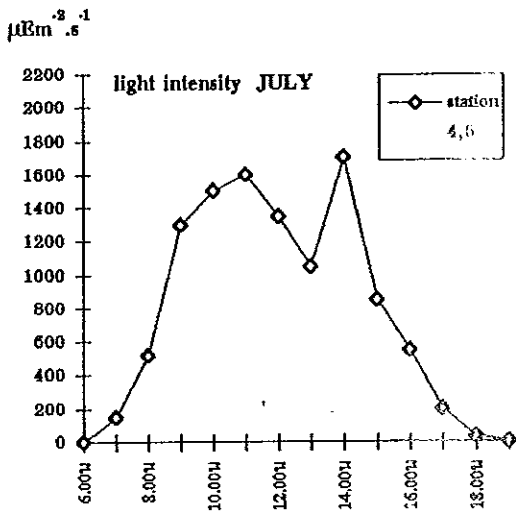
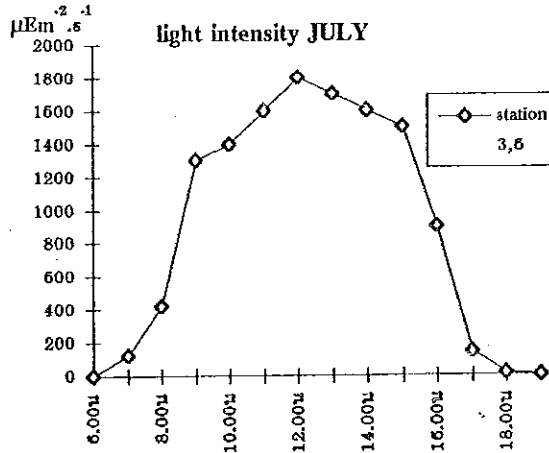
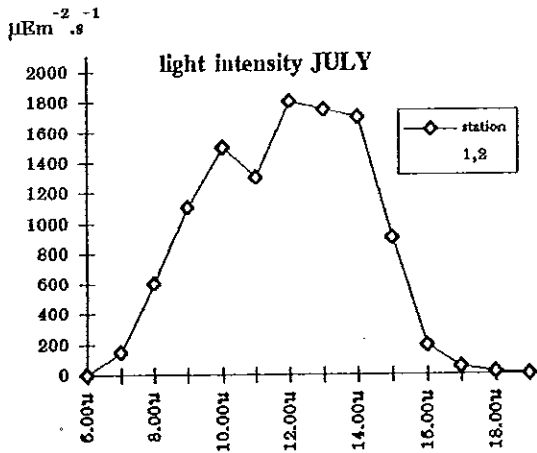
** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



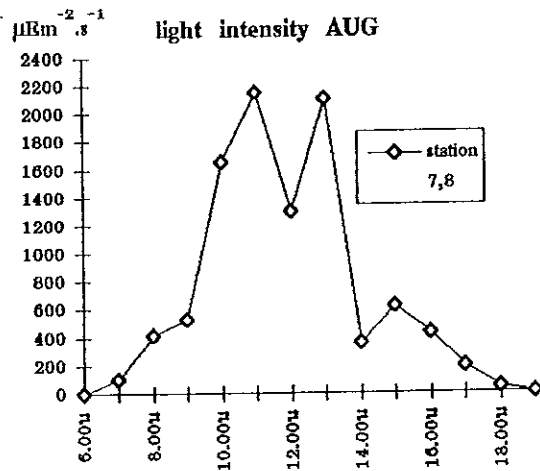
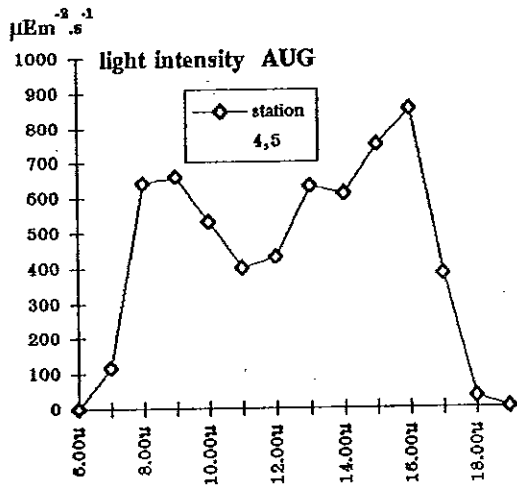
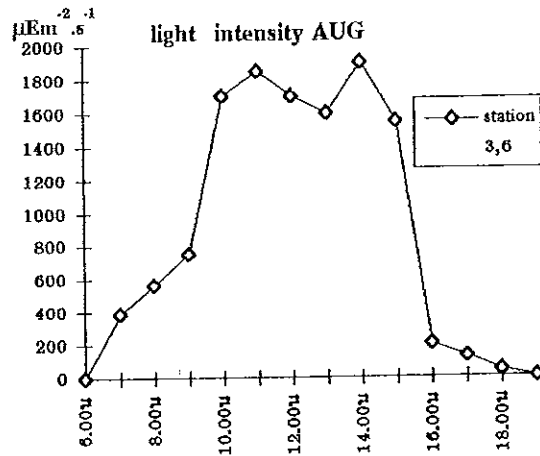
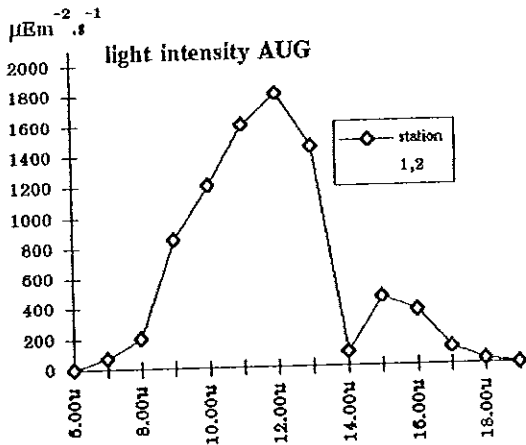
ภาพประกอบภาคผนวก 1 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนพฤษภาคม



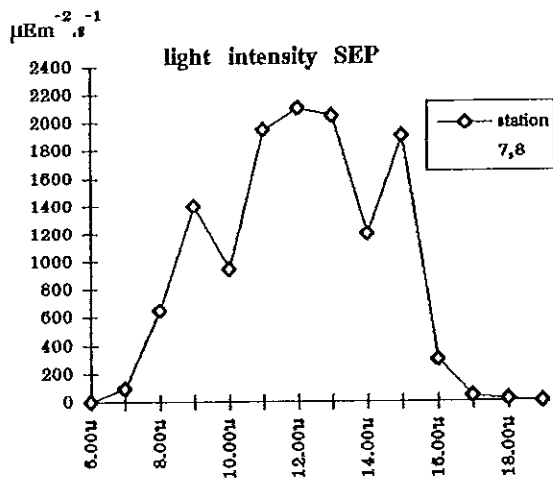
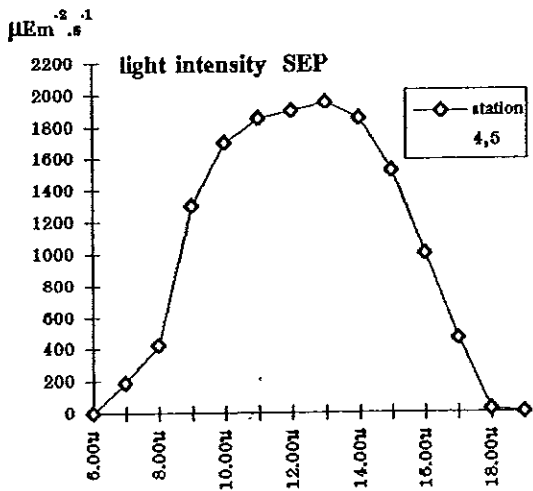
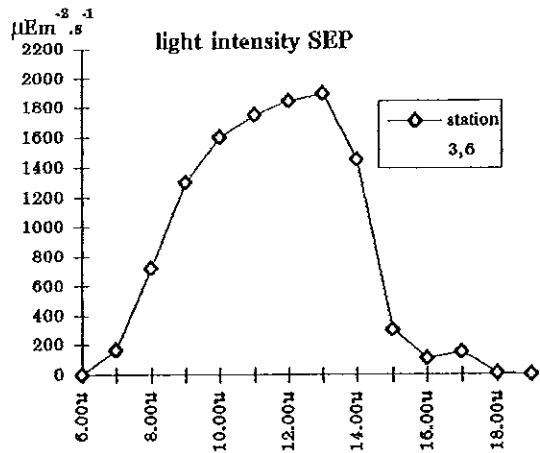
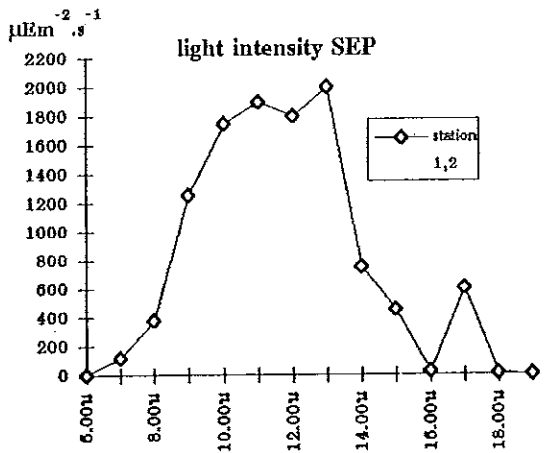
ภาพประกอบภาคผนวก 2 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่ามลพิษเมืองต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนมิถุนายน



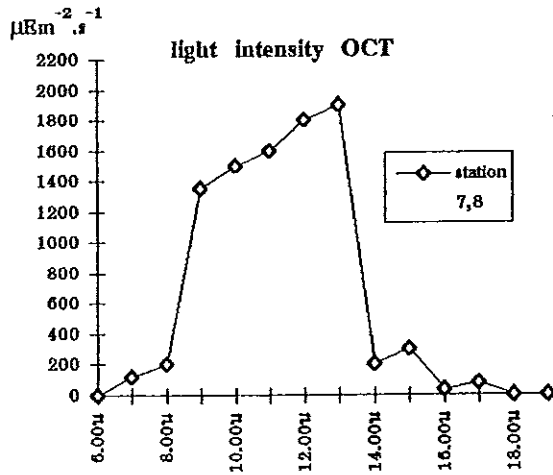
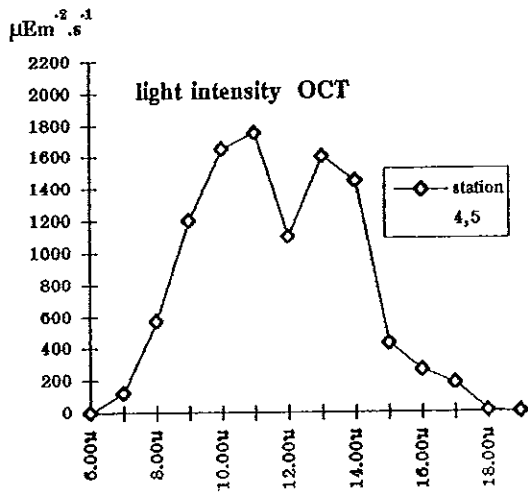
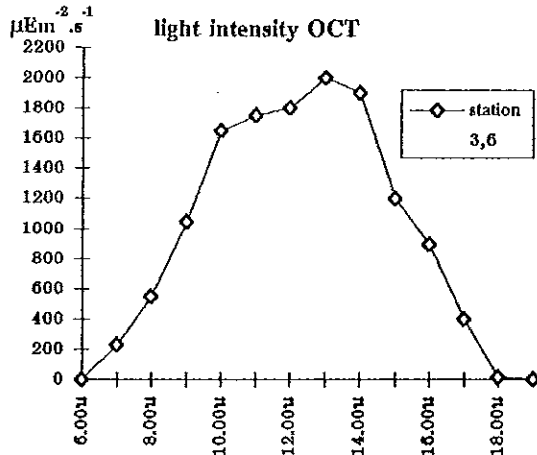
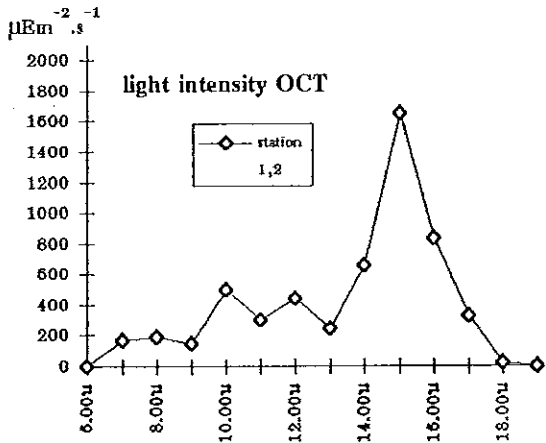
ภาพประกอบภาคผนวก 3 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนกรกฎาคม



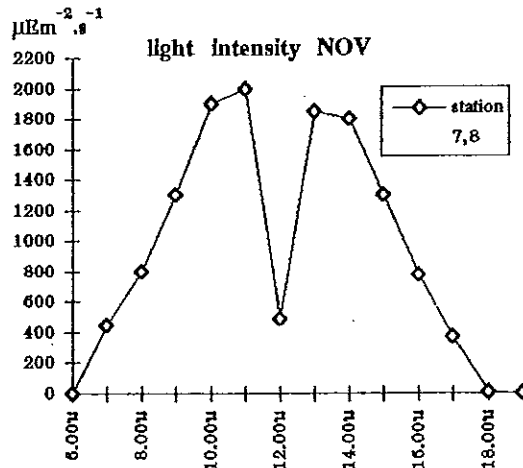
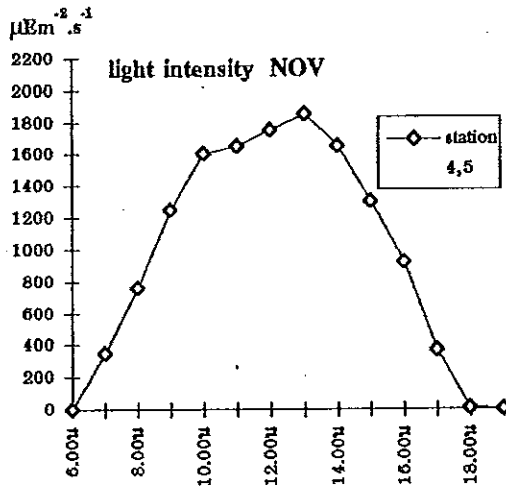
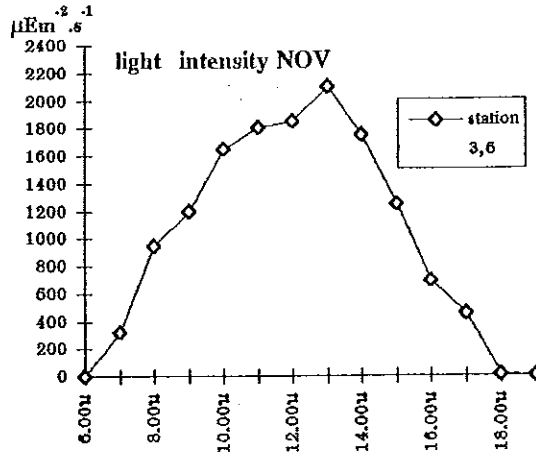
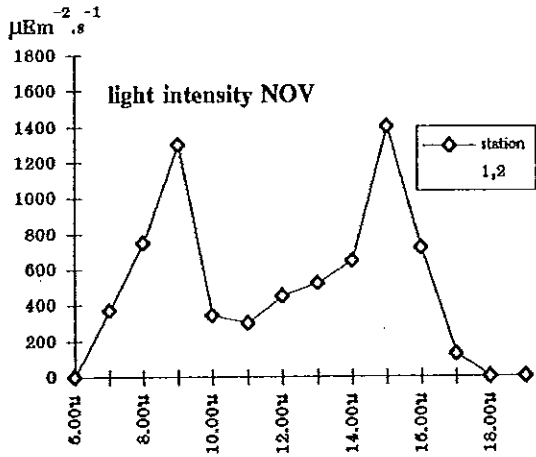
ภาพประกอบภาคผนวก 4 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ
ตัวอย่าง ในเดือนสิงหาคม



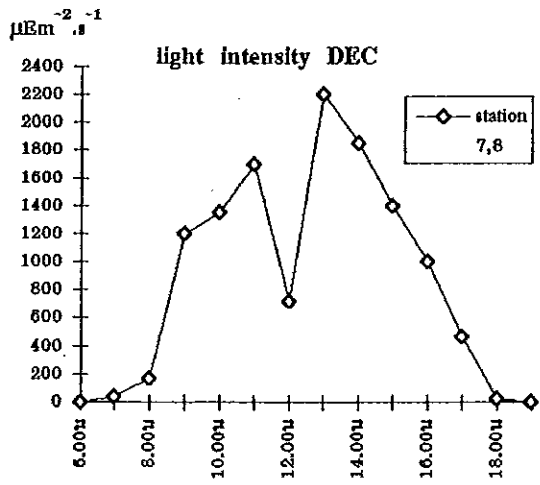
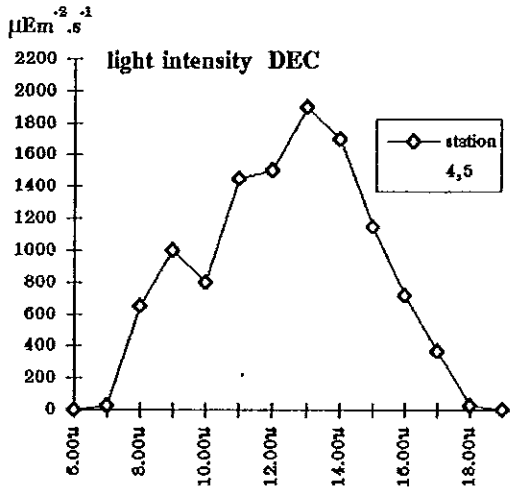
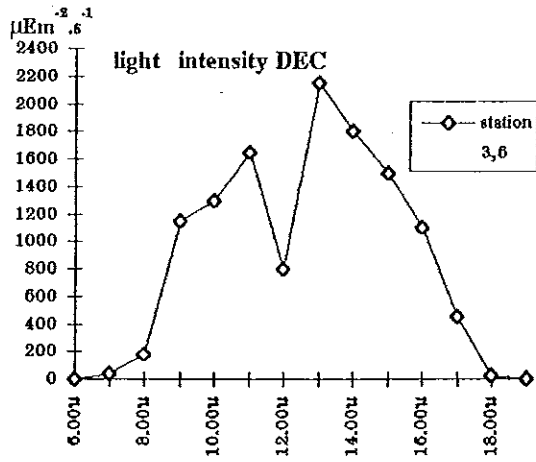
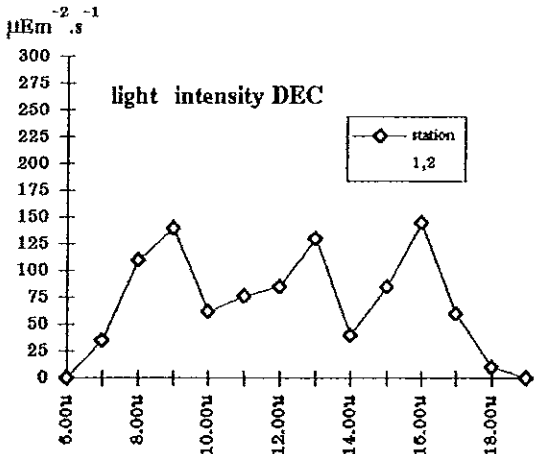
ภาพประกอบภาคผนวก 5 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ
ตัวอย่าง ในเดือนกันยายน



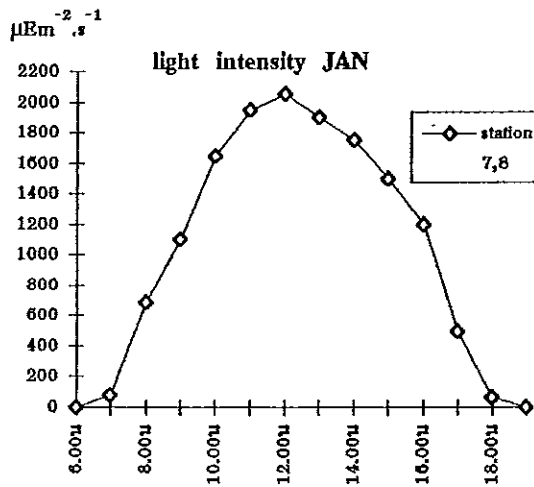
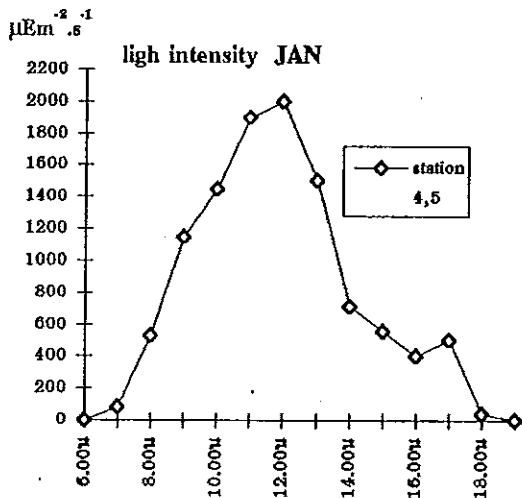
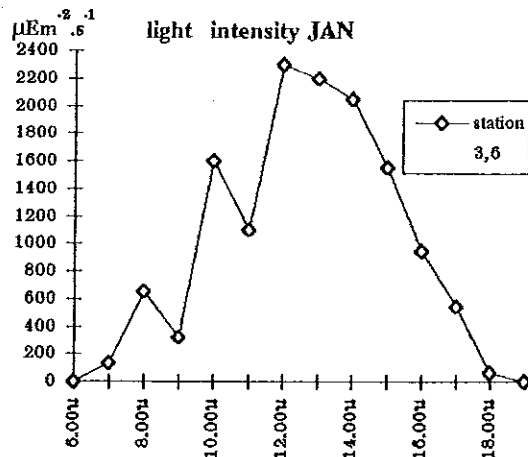
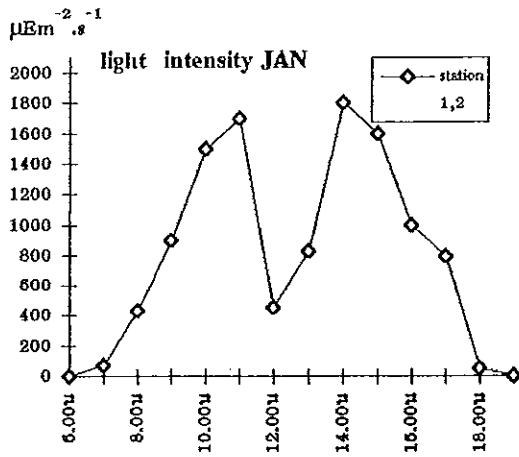
ภาพประกอบภาคผนวก 6 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนตุลาคม



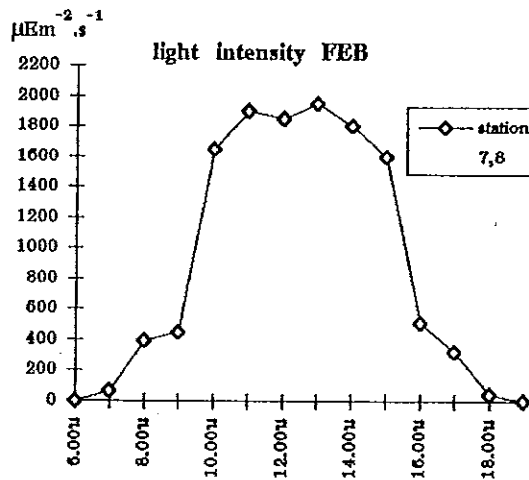
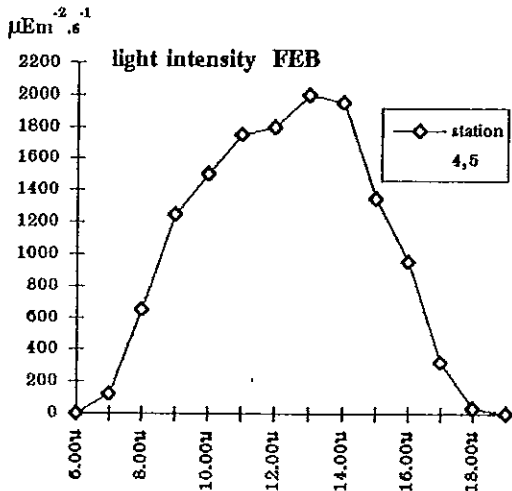
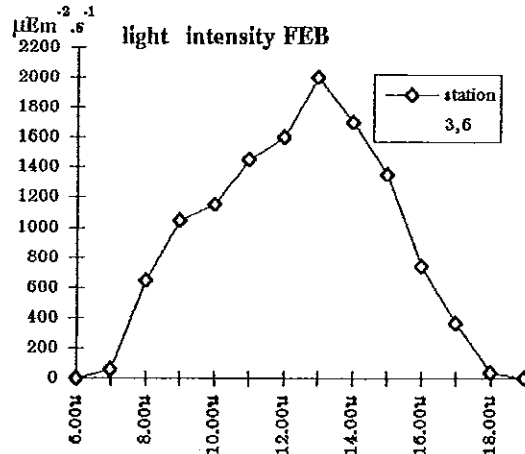
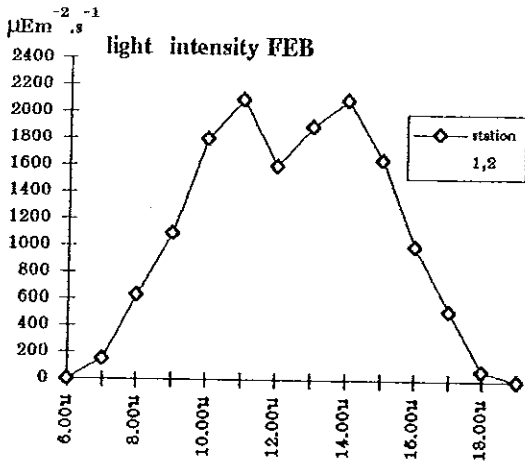
ภาพประกอบภาคผนวก 7 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนพฤศจิกายน



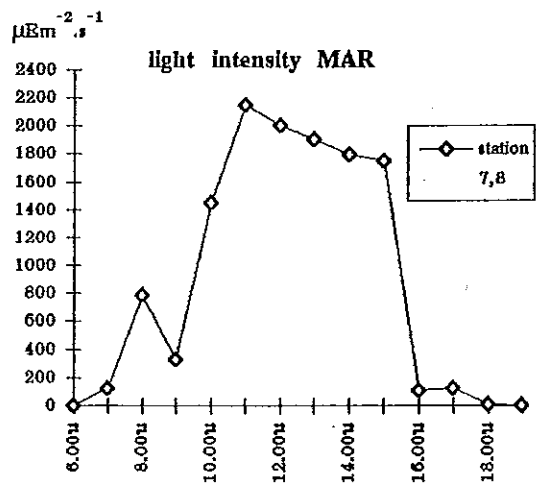
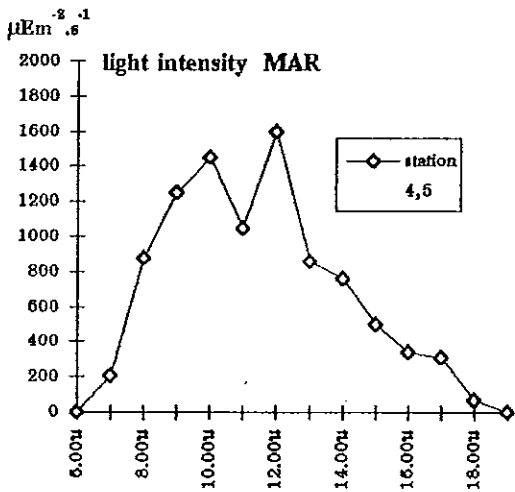
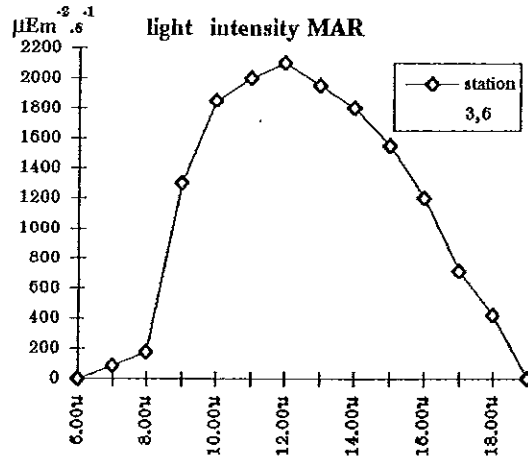
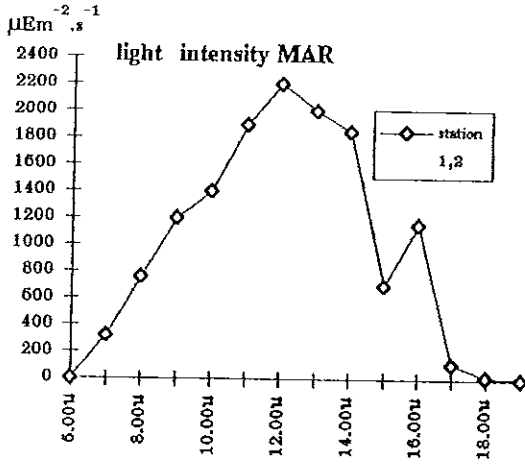
ภาพประกอบภาคผนวก 8 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนธันวาคม



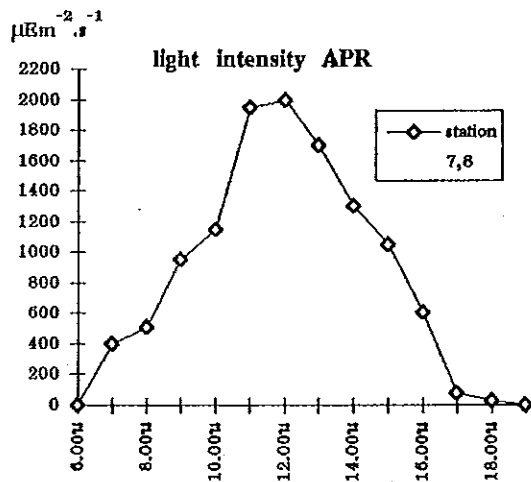
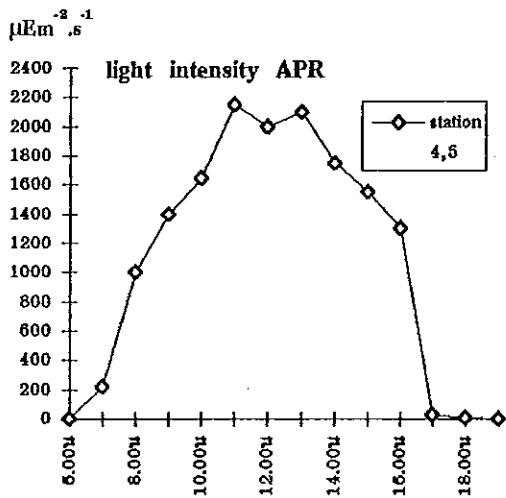
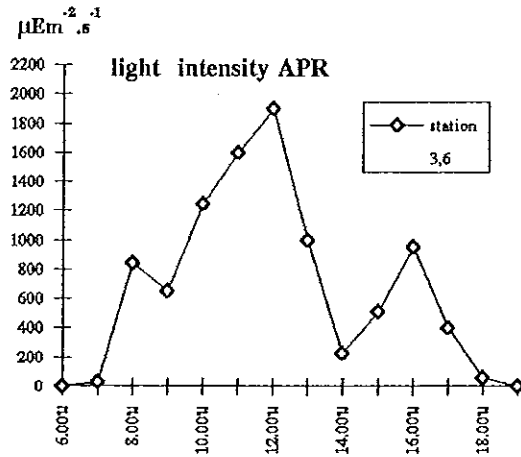
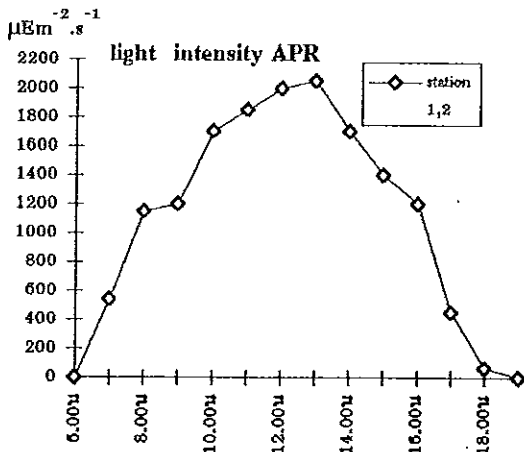
ภาพประกอบภาคผนวก 9 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ
ตัวอย่าง ในเดือนมกราคม



ภาพประกอบภาคผนวก 10 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพประกอบภาคผนวก 11 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ในเดือนมีนาคม



ภาพประกอบภาคผนวก 12 ความเข้มของแสงในวันที่วัดค่าผลผลิตเบื้องต้น ทุกจุดเก็บ
ตัวอย่าง ในเดือนเมษายน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายธีรพล ทองเพชร

วัน เดือน ปีเกิด 17 มกราคม 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วท.บ. (เกษตรศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2	มหาวิทยาลัย	2525
สาขาส่งเสริมการเกษตร	เกษตรศาสตร์	
นศ.บ. (การประชาสัมพันธ์) เกียรตินิยมอันดับ 2	มหาวิทยาลัย	2531
	สุโขทัยธรรมมาธิราช	

ตำแหน่งหน้าที่และสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 1 ระดับ 5 วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84000