000205

การจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยการวิเคราะห์สารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง

Investigation of Phytoplankton Population in Chon Buri Province (Laemtaen,Wornnapa, and Sriracha Areas) by Pigment Analysis using High Performance Liquid Chromatography

มาริษา ไชยโอสถ

MARISA CHAIOSOT

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

*BK0080462

0627

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2544

หัวข้อวิจัย	การจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยการวิเคราะห์สารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง
โดย	นางสาวมาริยา ไชยโอสถ
สาขาวิชา	วาริชศาสตร์
ภาควิชา	วาริชศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วิชญา กันบัว
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.สรวิศ เผ่าทองศุข

ภาควิชาวาริชศาสตร์ได้พิจารณาปัญหาพิเศษฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

.....หัวหน้าภาควิชา
(รองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์วิชญา กันบัว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สรวิศ เผ่าทองศุข)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตควร)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หัวข้อการวิจัย	การจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยการวิเคราะห์สารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง
Title	Investigation of Phytoplankton Population in Chon Buri Province (Laemtaen, Wornnapa, and Sriracha Areas) by Pigment Analysis using High Performance Liquid Chromatography
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวมาริษา ไชยโอสถ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วาริชศาสตร์
ภาควิชา	วาริชศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วิชญา กันบัว
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.สรวิส ผ่าทองสุข
ปีการศึกษา	2544

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

การศึกษาการจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยการวิเคราะห์สารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง ตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษาตั้งแต่เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 สามารถตรวจพบสารสี 10 ชนิด ในตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ Chlorophyll *c*1−*c*2 Peridinin Fucoxanthin Violaxanthin Dinoxanthin Diadinoxanthin Diatoxanthin Lutein Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *a* โดยได้พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอน จากการ bloom ของ *Ceratium* ในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2544 และ *Noctiluca* ในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 ส่วนการวิเคราะห์สารสีด้วยวิธี Stickland และ Parsons (1972) จำแนกสารสีได้ 3 ชนิด คือ Chlorophyll *a* Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *c* และจาก Regression Analysis ระหว่าง Chlorophyll *a* วิธี HPLC และ Chlorophyll *a* วิธี Strickland และ Parsons (1972) ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* ของทั้งสองวิธีนี้ ต้องมีความเข้มข้นไม่มากกว่า 10 mg m^{-3} และ ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* ต้องไม่มากกว่า 2 mg m^{-3} ทั้งนี้เพื่อให้ความแม่นยำของสมการ (R^2) สูงขึ้น และความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ พบว่าความเค็มและความเป็นกรดเป็นด่างมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae Dinophyceae และ Prymnesiophyceae อย่างมีนัยสำคัญ

Title	Investigation of Phytoplankton population in Chon Buri Province (Laemtaen, Wornnapa, and Sriracha Areas) by Pigment Analysis Using High Performance Liquid Chromatography
Name	Miss Marisa Chaiosot
Department	Aquatic Science
Advisor	Vichaya Gunbua
Co-Advisor	Dr.Sorawit Powtongsook
Academic Year	2001

Abstract

The study of phytoplankton population in Chon Buri Province (Laemtaen, Wornnapa, and Sriracha Areas) by pigment analysis using High Performance Liquid Chromatography was investigated. During June to November, 2000, phytoplankton pigment in water samples including Chlorophyll *c1*-*c2*, Peridinin, Fucoxanthin, Violaxanthin, Dinoxanthin, Diadinoxanthin, Diatoxanthin Chlorophyll *b* and Chlorophyll *a* were analyzed. Bloom of dinoflagellates, *Ceratium* and *Noctiluca* in August and September respectively could be detected in this study. Chlorophylls Analysis using Strickland and Parsons method was used to compare with HPLC results. By Regression Analysis, the concentration of Chlorophyll *a* was measured by HPLC and Strickland and Parsons method showed significantly correlation only at pigment concentration not exceed 10 mg/m^3. Correlations between phytoplankton and water quality showed that number of phytoplankton, in particular Bacillariophyceae, Dinophyceae, and Prymnesiophyceae, related with salinity and pH.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วิชญา กันมัว อาจารย์ที่ปรึกษาและ ดร.สรวิศ ผ่าทองสุข อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อีกทั้งคอยช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตควร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข ตลอดจนเพิ่มเติมข้อมูลในการเขียนรายงานฉบับนี้ให้สมบูรณ์และมีคุณค่าทางวิชาการมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวาริชศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการทำการทดลอง และขอบคุณเพื่อนร่วมห้อง พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกคนที่คอยช่วยเหลือในการทำการทดลองครั้งนี้

และท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องชาย และทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

มาริษา ไชยโอสถ

4 มีนาคม 2545

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญภาพ.....ฉ

บทที่

1 บทนำ.....1
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....14
4 ผลการทดลอง.....19
5 อภิปรายผลการทดลอง.....38

เอกสารอ้างอิง.....45

ภาคผนวก.....47

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. HPLC solvent system programs.....16
2. ค่า Relative response factor ของสารสีแต่ละชนิดที่ใช้ในการคำนวณความเข้มข้น.....18
3. แสดงสารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....19
4. ความเข้มข้นของสารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืช วิเคราะห์โดยใช้วิธี HPLC จากตัวอย่างน้ำบริเวณแหลมแท่น วอนนภาและศรีราชา ในระหว่างวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544.....20
5. ความเข้มข้นของสารสี (mg/m^3) ที่วิเคราะห์โดยใช้ HPLC จากตัวอย่างน้ำบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544.....23
6. ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland และParsons (1972) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....26
7. ความเข้มข้นของ Chlorophyll *b*จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....27
8. ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....28
9. การเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ สารสี Chlorophyll *a*, *b*, และ *c* ด้วยวิธี HPLC (Wright และคณะ 1991) กับผลจาก วิธี Strickland และ Parsons (1972) หน่วย mg/m^3 29
10. ชนิดแพลงก์ตอนพืชที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....36
11. การจำแนกกลุ่มแพลงก์ตอนพืชโดยใช้สารสี.....38

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. ส่วนประกอบสำคัญของ HPLC 10
2. แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง 14
3. ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารสีที่วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 สถานี (แหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา) ตลอดระยะเวลาการศึกษา 24
4. ปริมาณสารสีชนิดต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยการวิเคราะห์ด้วย HPLC 4ก. สถานีแหลมแท่น 4ข. สถานีวอนนภา 4ค. สถานีศรีราชา 25
5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *a* ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC กับปริมาณ Chlorophyll *a* ที่วิธีของ Strickland และ Parsons (1972) 31
6. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *c* ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC กับปริมาณ Chlorophyll *c* ที่วิธีของ Strickland และ Parsons (1972) 32

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1
บทนำ

ชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยบริเวณจังหวัดชลบุรี จัดได้ว่าเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันพื้นที่ชายฝั่งได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมาก เนื่องจากได้มีการก่อสร้างเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเป็นท่าเทียบเรือ และเป็นฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่สำคัญ ได้แก่ หอยนางรม ซึ่งทำการเพาะเลี้ยงกันตลอดแนวชายฝั่งตั้งแต่อ่างศิลา จนถึงแหลมแท่น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ส่งผลกระทบต่อปริมาณและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่สามารถบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ดี คือ แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของโซ่อาหารซึ่งอยู่ในฐานะผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary Producer) สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้

การตรวจวัดปริมาณสารสี (pigment) ในแพลงก์ตอนพืช โดยใช้สารสีเป็นหลักเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มประชากรของแพลงก์ตอนพืชครั้งนี้ใช้วิธีวิเคราะห์สารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography ;HPLC) เพราะสามารถแยกสารสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชัดเจน ได้ผลการศึกษาที่ถูกต้องแม่นยำสูงสุด อย่างไรก็ตามความผันแปรของการตรวจวัดปริมาณสารสีก็ขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บตัวอย่าง การสกัดสารสีจากตัวอย่างน้ำ และวิธีการวิเคราะห์

การศึกษาสารสีสามารถนำมาทดแทนวิธีการนับเซลล์ได้ในบางกรณี โดยเฉพาะเมื่อต้องการทราบเพียงปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักในบริเวณที่ทำการศึกษา ดังนั้นการศึกษาการจำแนกกลุ่มประชากรสารสีของแพลงก์ตอนพืช บริเวณชายฝั่ง จังหวัดชลบุรีตั้งแต่บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา โดยวิธี HPLC จึงเป็นแนวทางในการพิจารณาถึงการกระจายและการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการอธิบายถึงผลกระทบที่มีต่อคุณภาพน้ำชายฝั่งและในบริเวณใกล้เคียงได้ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านอื่น ๆ ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช โดยการวิเคราะห์สารสีในน้ำตัวอย่างจากบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยวิธี HPLC
2. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช โดยการวิเคราะห์สารสีโดยวิธี HPLC

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบผลการศึกษาการจำแนกแพลงก์ตอนพืชโดยใช้สารสีเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยใช้ HPLC
2. เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยใช้ HPLC
3. เพื่อทราบถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยใช้ HPLC

สมมติฐานในการค้นคว้า

1. ชนิดของสารสีในแพลงก์ตอนพืช บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีความแตกต่างกัน
2. มีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่สามารถตรวจวัดได้โดยการวิเคราะห์สารสีในน้ำ
3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน นำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชมาวิเคราะห์สารสีโดยใช้ HPLC ตามวิธีของ Wright และคณะ (1991)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) หมายถึง แพลงก์ตอนที่มีสารสีในเซลล์ทำให้สามารถดูดซับพลังงานแสง จะใช้พลังงานแสงร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง(Photosynthesis) และสร้างอินทรีย์ แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญของระบบนิเวศ เพราะเป็นอาหารเบื้องต้นของโซ่อาหาร (food chain) ในแหล่งน้ำ จึงจัดเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer)

การจำแนกหมวดหมู่แพลงก์ตอนพืช โดย T. Christensen อ้างตาม ลัดดา วงศ์รัตน์ (2542) ได้แบ่งแพลงก์ตอนพืชออกเป็น 3 ดิวิชัน ดังต่อไปนี้

Division 1 Cyanophyta (blue-green algae, cyanobacteria) : เป็นพืชชั้นต่ำ ลักษณะเซลล์เป็นโปรคาริโอต (procaryotic cell) มี Chlorophyll *a* และไฟโคบิโลโปรตีน (phycobiloproteins)

Class 1 Cyanophyceae

Division 2 Chlorophyta (green algae, chlorophytes) : เป็นพืชชั้นสูงลักษณะเซลล์เป็นยูคาริโอต (eucaryotic cell) มี Chlorophyll *a* และ Chlorophyll *b* คลอโรพลาสต์มีลาเมลลี (lamellae) หรือ grana structure

Class 1 Chlorophyceae : มีลักษณะเหมือนดิวิชัน ชนิดที่มีหนวดจะมีหนวดมากกว่า 1 เส้น ความยาวหนวดจะยาวเท่ากัน และเป็นชนิดหนวดเรียบ (acronematic หรือ whiplash flagella)

Class 2 Prasinophyceae : มีลักษณะเหมือนดิวิชัน หนวดมีขน (hair) และเกล็ดขนาดเล็กปกคลุมผิวเซลล์หุ้มด้วยเกล็ดที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ (organic scale)

Class 3 Eugienophyceae : มีลักษณะเหมือนดิวิชัน เซลล์มีหนวดจำนวน 1-2 เส้น ความยาวเซลล์ไม่เท่ากัน เซลล์มีกัลเลท (gullet) ไม่มีผนังเซลล์ แต่มีเพลลิเคิล (pellicle) หุ้ม อาหารสะสมได้แก่พารามัยลอน (paramylon 3-solid β - 1, 3 glucan)

Division 3 Chromophyta (chromophyte) :เซลล์มีคุณสมบัติของพืชชั้นสูง มี Chlorophyll *a* และ Chiorophyll *c*

Class 1 Bacillaiophyceae : ผนังเซลล์มีซิลิกา เซลล์มีลักษณะฝาสองฝาครอบกันพอดี เซลล์ปกติไม่มีหนวดยกเว้นเซลล์สืบพันธุ์ อาหารสะสมเป็นแป้งชนิด chrysolaminarin และน้ำมัน

Class 2 Chrysophyceae : มีจำนวนหนวด 1-2 เส้น หนวดยาวไม่เท่ากัน ชนิดหนวดเรียบหรือมีขนรอบแกนหนวด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Class 3 Dictyochophyceae : มีขนรอบแกนหนวด และหนวดมีปีก (winged flagellun) สมมาตรของเซลล์เป็นชนิดรัศมี (radial symmetry) มีโครงสร้างภายนอก (external skeleton) ที่ประกอบด้วยซิลิกา

Class 4 Prymnesiophyceae (Haptophyceae) : มีหนวดชนิดเรียบยาวเท่ากัน 2 เส้น อาจมีหรือไม่มีแฮพโตนีมา (haptonema)

Class 5 Dinophyceae : เซลล์แบ่งออกเป็น 2 ซีก มีหนวด 2 เส้นยาวไม่เท่ากัน ชนิดหนวดเป็นแบบแถบ (band-shaped) และหนวดเรียบมีนิวเคลียสขนาดใหญ่

Class 6 Cryptophyceae : มีสารสีประเภทไฟโคบิโลโปรตีน มีหนวด 2 เส้น ซึ่งเป็นแบบมีขนรอบแกนหนวด หนวดยาวไม่เท่ากัน ไม่มีผนังเซลล์ แต่หุ้มด้วยชั้นของเพริพลาสต์ (periplast)

Class 7 Raphidophyceae : มีคลอโรฟิลล์จำนวนมาก มีหนวด 2 เส้นซึ่งยาวไม่เท่ากัน และเป็นชนิดที่มีขนรอบแกนหนวด หนวดเส้นหนึ่งชี้ขึ้นด้านบน อีกเส้นหนึ่งชี้ลงด้านล่าง (anterior+posterior pointing falgella)

Class 8 Xanthophyceae : เซลล์มีสารสีเขียวแกมเหลือง สารสีประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ และ ซี บีตาแคโรทีน แอนเธราแซนธีน คลอโรพลาสต์ มักมี 2 อัน หรือมากกว่า มีหนวด 2 เส้นยาวไม่เท่ากัน หนวดเส้นยาวเป็นชนิดที่มีขนรอบแกนหนวด หนวดเส้นสั้นชี้ลงด้านล่างเป็นชนิดเรียบ ตา (eye spot) อยู่ในคลอโรพลาสต์ อาหารสะสมที่สำคัญคือ แป้งที่มีส่วนประกอบคล้ายพารามัยลอน สารสีประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ วิโอลาแซนธีน และ เธียราแซนธีน พบในน้ำจืดมากกว่าทะเล

Class 9 Eustigmatophyceae : ตาขนาดใหญ่และอยู่นอกคลอโรพลาสต์ รูปรี มักมี 1แผ่น มีหนวด 2 เส้นเส้นยาวเป็นชนิดที่มีขนรอบแกนหนวด และชี้ขึ้นด้านบน หนวดเส้นสั้นเป็นชนิดเรียบและชี้ลงด้านล่าง อาหารสะสมเป็นพารีนอยด์ ซึ่งมีก้านยื่นออกจากผนังด้านในของคลอโรพลาสต์

สารสี (pigment) แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ คลอโรฟิลล์ (Chlorophylls) แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และไฟโคบิโลโปรตีน (Phycobiloproteins) (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542)

1. **คลอโรฟิลล์** (Chlorophylls) เป็นสารสีเขียวที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสังเคราะห์แสง มี 4 ชนิด ได้แก่คลอโรฟิลล์เอ บี ซี และดี (Chlorophyll *a, b, c, d*) ชนิดของคลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชหรือสาหร่ายทุกชนิดคือ คลอโรฟิลล์ เอ ส่วนชนิดอื่นนั้นจะพบในแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดกันคลอโรฟิลล์ เอจัดว่าเป็นสารสีสำหรับสังเคราะห์แสงเบื้องต้น (primary photosynthetic pigment) คือ สามารถดูดแสงได้ด้วยตัวเอง ส่วนคลอโรฟิลล์ชนิดอื่น ๆ จัดว่าเป็นสารสีสำหรับสังเคราะห์แสงขั้นสอง (secondary photosynthetic pigment) หรือสารสีประกอบ คือ ทำหน้าที่

ดูดพลังงานจากแสง และส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ เอ

คลอโรฟิลล์มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ดังนั้น การสกัดคลอโรฟิลล์จากแพลงก์ตอนพืช จึงใช้เมทานอล (methanol) ร้อนหรือเย็น หรืออาจใช้สารละลายที่เป็นส่วนผสมของเมทานอลและปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) ในอัตรา 2:1 โดยปริมาตร

โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชมีประมาณ 0.5- 1.5 % ของน้ำหนักแห้ง แต่อาจมีปริมาณสูงถึง 6% ในแพลงก์ตอนพืชที่เลี้ยงในที่มีแสงอ่อน ๆ

2. **แคโรทีนอยด์** (Carotenoids) เป็นสารสีประกอบ (accessory pigment) มีสีเหลือง ส้ม จะดูดซึมแสงสีน้ำเงินและเขียว และปล่อยแสงสีเหลืองและแดงให้ผ่านออกมาจึงเห็นเป็นสีเหลือง ส้ม หรือแดง แคโรทีนอยด์ แบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

ก. แคโรทีน (carotenes) มีสีส้ม เป็นสารสีจำพวกไฮโดรคาร์บอน ที่ไม่ออกซิเจน (oxygen-free hydrocarbon) มี 3 ชนิด ได้แก่ แอลฟา เบตา และ แกมมีลอน (α-.β-.ε-carotene) ชนิดที่พบในแพลงก์ตอนพืชทุกชนิดคือ เบตา-แคโรทีน

ข. แซนโธฟิลล์ (xanthophylls หรือ ออกซีแคโรทีน (oxycarotene) มีสีเหลืองเป็นสารจำพวกอนุพันธุ์ ที่มีออกซิเจน (oxygenated derivative) ของแคโรทีน แบ่งออกได้หลายชนิด เช่น ลูเทอีน (lutein) ฟูโคแซนธิน (fucoxanthin) มิกโซแซนโธฟิลล์ (myxoxanthophyll) ไดอะไดโนแซนธิน (diadioxanthin) ไดอะโตแซนธิน (diatoxanthin) เพริดินิน (peridinin) เป็นต้น

แคโรทีนอยด์ มีส่วนในการสังเคราะห์แสง โดยเป็นตัวช่วยถ่ายทอดพลังงานรังสีที่ได้รับไปยังคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์เป็นสารสีที่ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ และละลายได้ดีในปิโตรเลียมอีเทอร์ ส่วนแซนโทฟิลล์ละลายได้ดีใน 90 % เมทานอล ดังนั้นเมื่อนำแคโรทีนอยด์ในน้ำยาปิโตรเลียมอีเทอร์มาเขย่าใน 90 % เมทานอล แซนโทฟิลล์จะละลายอยู่ในเมทานอล ส่วนแคโรทีนจะยังคงอยู่ในปิโตรเลียมอีเทอร์ตามเดิม อัตราส่วนของปริมาณแคโรทีน : ปริมาณแซนโทฟิลล์ในเซลล์แพลงก์ตอนพืช ประมาณ 3 : 2

3. **ไฟโคบิโลโปรตีน** (Phycobiloproteins) เป็นสารสีประกอบเช่นเดียวกับแคโรทีนอยด์แต่ไฟโคบิโลโปรตีนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนอยู่รวมกับโปรตีน ไฟโคบิโลโปรตีน มีโครงสร้างแบบ tetrapyloric structure คล้ายกับสารสีในน้ำดีของสัตว์ พบเฉพาะในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีแดงเท่านั้น

ไฟโคบิโลโปรตีนมี 3 ชนิด คือ ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) แอลโลไฟโคไซยานิน (allophycocyanin) และ ไฟโคอิริธริน (phycoerythrin) 2 ชนิดแรกพบเสมอในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีแดง ส่วน ไฟโคอิริธริน พบเฉพาะในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่าย

สีแดงบางชนิด ทั้งไฟโคไซยานิน และไฟโคอิริธริน จะมีอักษรนำหน้าเช่น ถ้าอักษรนำหน้าเป็น C-phycocyanin และ C-phycoerythrin หมายถึงสารสีพวกไฟโคบิโลโปรตีนที่พบในดิวิชัน Cyanophyta ตามคุณสมบัติของการดูดซึมแสงสเปกตรัม ดังนั้นความหมายของอักษรนำหน้าจึงเปลี่ยนไป โดยจะแสดงถึงคุณสมบัติการดูดซึมแสง

ไฟโคบิโลโปรตีน เป็นสารสีที่ทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายทอดพลังงานรังสีได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ โดย ไฟโคอิริธริน ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสง แล้วส่งต่อให้ไฟโคไซยานิน และไฟโคไซยานิน ส่งให้แก่คลอโรฟิลล์ ไฟโคบิโลโปรตีน ละลายได้ดีในน้ำ ดังนั้นการสกัดสารสีจำพวกนี้จึงต้องบดหรือขยี้ให้เซลล์สาหร่ายแตกออก เพื่อให้ไฟโคบิโลโปรตีนละลายออกมากับน้ำ

สารสีทุกชนิดที่อยู่ในเซลล์พืชจะรวมอยู่ใน ออร์กาเนลล์ ที่เรียกว่า พลาสติด (plastid) ซึ่งมีรูปร่างที่แน่นอน ยกเว้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งสารสีจะกระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม และพลาสติดมี 2 ชนิด คือ ลิวโตพลาสต์ (leucoplast) เป็นพลาสติดไม่มีสี ส่วนพลาสติดมีสีมีชื่อเรียก 2 ชื่อคือ ถ้ามีสีเขียวเรียกว่า คลอโรพลาสต์ ถ้ามีสีเหลือง ส้ม หรือแดง เรียกว่า โครโมพลาสต์ (chromoplast)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช

1. ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช ธาตุอาหารที่สำคัญที่สุดของแพลงก์ตอนพืชได้แก่ ไนเตรท และฟอสเฟต ในบางพื้นที่ซึ่งขาดแมกนีเซียม การเติมโดโลไมท์จะทำให้ได้รับธาตุนี้และน้ำจะเขียวขึ้นเร็ว

2. ฤดูกาลอิทธิพลของมรสุมเป็นตัวกำหนดการแพร่ขยายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งฤดูกาลมีผลต่อการนำพาธาตุอาหารจากพื้นน้ำขึ้นมา เดือนพฤษภาคม ได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีการเพิ่มจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชมากแน่น ในฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนในเช่น เพชรบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร เป็นต้น และในเดือนมกราคม ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแพลงก์ตอนพืชจะหนาแน่นทางฝั่งตะวันออก เช่น ชลบุรี ระยอง ตราด เป็นต้น (สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2527)

3. อุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชแพร่พันธุ์ได้ในช่วงอุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น ซึ่งอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการเคมีในทะเล การหายใจ และเมทาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการกระจายพันธุ์ และอุณหภูมิยังขึ้นอยู่กับภูมิอากาศหรือฤดูกาลด้วย อุณหภูมิจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง ถ้าปริมาณความเข้มของแสงมากก็จะทำให้อุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงขึ้น แพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดจะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เช่น

อุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียส จะพบไดอะตอมมากที่สุด

อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส จะพบสาหร่ายสีเขียวมากที่สุด

อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จะพบไดโนแฟลกเจลเลต และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุด (Hynes, 1970)

4. ความเค็ม ระดับความเค็มของน้ำที่แตกต่างกัน เช่น แหล่งน้ำกร่อยที่มีระดับความเค็มต่ำจนถึงทะเลเปิดซึ่งมีระดับความเค็มสูง ทำให้เกิดขีดจำกัดต่อการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถเติบโตและดำรงชีวิตในแหล่งน้ำที่มีช่วงความเค็มของน้ำในช่วงกว้าง เนื่องจากมีความสามารถพิเศษในการปรับปริมาตรของเซลล์เมื่อระดับความเค็มของน้ำลดต่ำลงถึง 5 ppt หรือเมื่อระดับความเค็มสูงขึ้นถึง 35 ppt แต่ไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถปรับตัวต่อแรงดันออสโมติคได้ เซลล์จะแตกโค้งงอหรือตายไป จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในทะเลสาบพบว่าความเค็มและอุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ซึ่งส่งผลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช เช่น แพลงก์ตอนพืชที่พบเฉพาะในมหาสมุทรแอนตาร์กติก อาจปรับตัวให้เหมาะกับการดำรงชีวิตในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำมากตั้งแต่ -1.8 ถึง 3.5 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำตั้งแต่ 32.6 ถึง 34.5 ppt นอกจากนี้ความเค็มของน้ำมีผลต่อการละลายของฟอสเฟต และการส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่ายบางกลุ่ม (ธิดา เพชรมณี และมาวิทย์ อัศวอารีย์, 2538)

5. ความขุ่นใสของน้ำ ความขุ่นใสของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้เพราะความขุ่นใสจะมีความสัมพันธ์กับแสงที่ส่องลงไปในน้ำที่แพลงก์ตอนพืชใช้ในการสังเคราะห์แสง ถ้าน้ำมีความขุ่นมากจะทำให้แสงไม่สามารถส่องลงไปได้ แพลงก์ตอนพืชก็จะสังเคราะห์แสงได้น้อยลง จำนวนแพลงก์ตอนพืชก็ลดลงด้วยถึงแม้ว่า แหล่งน้ำนั้นมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ก็ตาม (เฉลิมศรี พลพล, 2532)

6. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ความกดดันของอากาศ ความเร็วของกระแสน้ำ อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งออกซิเจนในน้ำมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (Maitlan, 1978) โดยปกติแล้วออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงนั้นเกิดขึ้นประมาณ 10 เท่าของปริมาณออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการหายใจจึงนับว่ามีความสำคัญในการผลิตออกซิเจนในแหล่งน้ำ หากแหล่งน้ำมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากเกินไปจะเกิดปรากฏการณ์การขาดออกซิเจนในน้ำตอนเช้า และมีมากเกินพอในตอนบ่าย เนื่องมาจากการสังเคราะห์แสง แพลงก์ตอนพืชจึงมีความต้องการปริมาณออกซิเจนแตกต่างกันไปในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด (สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2527)

7. ความเป็นกรด - ด่าง (pH) แพลงก์ตอนพืชต่าง ๆ เจริญในความเป็นกรด- ด่างต่างกัน

โดยทั่วไปแพลงก์ตอนเจริญได้ดีที่ความเป็นกรด - ด่าง 8.0- 8.2 ส่วนพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและสีเขียวจะเจริญได้ดีในช่วงความเป็นกรด - ด่าง 9 - 10 การสังเคราะห์แสงจะทำให้ความเป็นกรด - ด่างเพิ่มขึ้นส่วนการหายใจจะทำให้ความเป็นกรด- ด่าง ลดลง (ผุสดี สรีพยัตต์, 2529)

การตรวจวัดปริมาณสารสีที่แพลงก์ตอนพืชใช้ในการสังเคราะห์แสง

สามารถใช้เป็นตัวแทนหรือดัชนีบอกมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในน้ำหรือสามารถบอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในบริเวณนั้นได้

วิธีวิเคราะห์ที่ใช้หลัก ๆ มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

1. วิธี spectrophotometry เป็นเทคนิคที่ใช้วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) โดยเลือกความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับชนิดสารที่ต้องการวัด โดยใช้เครื่องมือ Spectophotometer

8. วิธี fluorometry เป็นเทคนิคที่ปล่อยพลังงานแสงลงในตัวอย่างเพื่อวัดพลังงานความยาวคลื่นที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากถูกกระตุ้นด้วยแสง

9. วิธี HPLC (High-Performance Liquid Chromatography)

โครมาโทกราฟี (Chromatography) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกสารออกจากกันโดยอาศัยความแตกต่างของการกระจายตัวของสารตัวอย่างไประหว่าง 2 เฟส คือเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) และเฟสคงที่ (stationary phase) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคงก์ประกอบหรือสารแต่ละชนิดที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง ซึ่งจะมีความจำเพาะเจาะจงต่อเฟสทั้งสองเฟส จากความแตกต่างนี้ทำให้สารแต่ละชนิดผ่านเฟสคงที่ในอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ทำให้มีการแยกเกิดขึ้น ระยะเวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านเฟสคงที่ คือ retention time

HPLC (High Performance Liquid Chromatography) เป็นเทคนิคโครมาโทกราฟีที่ใช้แยกสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวโดยต้องใช้เครื่องปั๊มที่แรงดันสูงเข้าช่วย HPLC เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์และแยกสารเกือบทุกชนิดเป็นเครื่องมือที่มีความไวสูงสามารถประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะสารที่ไม่ระเหยและไม่คงตัวต่อความร้อน (เพ็ญพรรณ อัศวกุล และโอทอง สวัสดิมงกล, 2539)

ในระยะเริ่มแรกของการทำโครมาโทรกราฟีแบบของเหลว นิยมใช้คอลัมน์แก้วยาว 50-500 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-5 เซนติเมตร ขนาดของอนุภาคที่เหมาะสมในการบรรจุภายในคอลัมน์จะอยู่ช่วง 150-200 ไมโครเมตร เพื่อให้เฟสเคลื่อนที่ไหลผ่านคอลัมน์นี้ไปได้ แม้กระนั้นอัตราการไหลผ่านค่อนข้างประมาณ ไม่เกิน 1 มิลลิลิตรต่อนาที การแยกจึงใช้เวลานานหลายชั่วโมง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

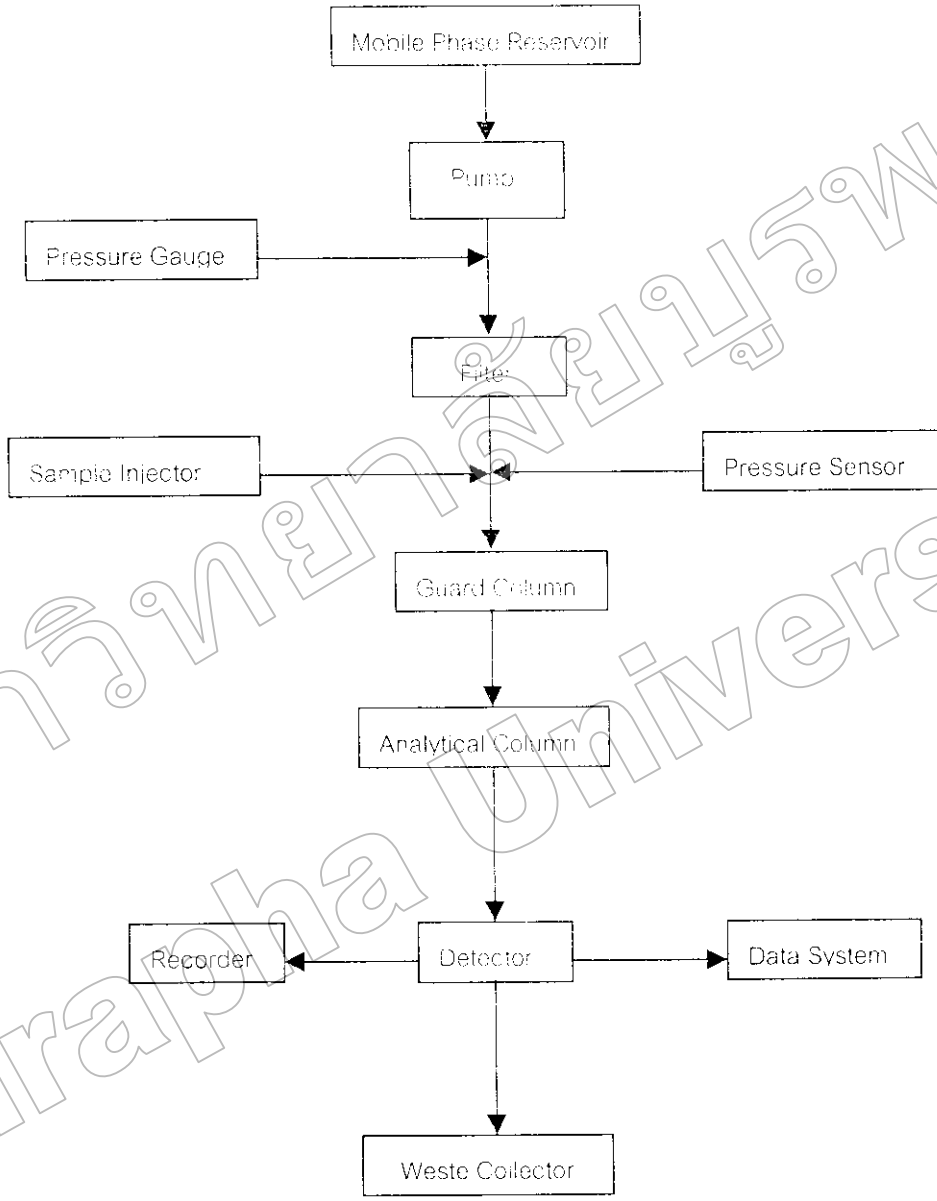
จึงมีความพยายามที่จะนำปั๊มหรือเครื่องสูบมาช่วยให้การไหลดีขึ้น แต่ก็ไม่เกิดผลดีเพราะเมื่ออัตราการไหลเร็วขึ้นประสิทธิภาพการแยกจะไม่ดี

การพัฒนาในช่วงแรกพบว่าการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการแยกนั้นทำได้โดยการลดขนาดของอนุภาคลง จนปลายปี ค.ศ. 1960 มีการคิดค้นเทคโนโลยีในการผลิตอนุภาคสำหรับบรรจุในคอลัมน์ที่มีขนาดเล็กในช่วง 3-10 ไมโครเมตร แต่ในการใช้งานต้องใช้กับเครื่องมือที่ซับซ้อนมากขึ้นไม่ง่ายเหมือนการใช้คอลัมน์แก้วแบบเดิมในโครมาโตกราฟีของเหลวแบบธรรมดา ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่าโครมาโตกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography: HPLC)

HPLC มีข้อดีเหนือกว่า liquid Chromatography ชนิดอื่น ๆ คือ มีประสิทธิภาพสูงในการแยกสารได้หลากหลาย ให้ผลถูกต้อง เที่ยงตรง มีความไวสูง ใช้เวลาน้อย ง่ายต่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณ กลไกการแยกเหมือน liquid chromatography แบบเดิม แตกต่างที่เครื่องมือและเทคนิคการปฏิบัติเท่านั้น chromatography ชนิดนี้ถูกนำมาใช้งานทั้งทางด้านวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (qualitative analysis) และเชิงปริมาณ (quantitative analysis) ในงานหลายสาขาเช่น ทางอุตสาหกรรม ทางเกษตรกรรม ทางวิทยาศาสตร์ เภสัชศาสตร์ และทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตัวอย่างของสารเหล่านี้เช่น กรดอะมิโน โปรตีน กรดนิวคลีอิก ไฮโดรคาร์บอน ยาฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ แอนตีไบโอติก สารโลหะอินทรีย์ และสารอนินทรีย์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบที่สำคัญของ HPLC (เพ็ญพรรณ อัศวกุล และโอทอง สวัสดีมงคล, 2539)



มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การศึกษาสารสีของแพลงก์ตอนพืช แบ่งการศึกษาได้หลายบริเวณดังนี้

Vernet และLorenxen (1987) ทำการศึกษาและวัดสารสีในแพลงก์ตอนพืชที่ทำการเลี้ยงและวิเคราะห์ของเสียใน *Calanus pacificus* ที่พบบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือ ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำชายฝั่ง Oregon และอ่าว Dabob พบการกระจายของสารสีในบริเวณ Euphotic zone โดยมีอิทธิพลต่อ fluormetric ของ phaeopigments ในน้ำ พบว่า Chlorophyll *a* ต่ำสุด โดยที่สัดส่วนของ Chlorophyll *b* : Chlorophyll *a* มากกว่า 0.3 และพบว่าบริเวณที่ลึกที่สุดจะพบ Chlorophyll *a* ต่ำสุด โดยที่ แพลงก์ตอนสัตว์สูง จะเป็นบริเวณที่ Chlorophyll *b* : Chlorophyll *a* ในธรรมชาติ เท่ากับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณที่พบของเสียของแพลงก์ตอนสัตว์สูง จะเป็นบริเวณที่ Chlorophyll *b* สูงและจุด Euphotic zone ต่ำสุด พบว่า มีความเข้มข้นของสารสีสูง แสดงว่าการพบ Chlorophyll *b* เป็นสาเหตุทำให้ปริมาณความเข้มข้นของ phaeopigments ที่ใช้เทคนิค Fluometric พบ 38% และที่ความลึก 0-200 เมตร ในตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือ Chlorophyll *b* มีปริมาณสูงที่ระดับความลึก 120-140 เมตร

Wright และคณะ (1991) ศึกษาการหาปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์จากแพลงก์ตอนพืชในทะเลโดยวิธีวิเคราะห์ HPLC ระบบที่ใช้เป็นระบบ gradient พบว่า สามารถแยกสารสีทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ออกได้โดยสารสีที่ได้จะปรากฏบนโครมาโทแกรม ซึ่งวิเคราะห์ในสาหร่ายเซลล์เดียว 12 ชนิด จาก 10 class ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ได้กับการวิเคราะห์หาปริมาณสารสีได้ทั้งในแพลงก์ตอนพืชในทะเล

Riegman และRowe (1994) ทำการศึกษาการ bloom ของ Phaeocytis บริเวณชายฝั่งประเทศเนเธอร์แลนด์ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ และฤดูร้อน โดยสกัด Phaeocystis ด้วย acetone 90% ทำการวิเคราะห์ด้วยระบบ reverse phase HPLC ที่ 480-665 นาโนเมตร พบว่ามีการเพิ่มของธาตุอาหาร 100% เมื่อมีการ bloom ของ Phaeocystis บริเวณ Marsdiep ในฤดูร้อน และในระหว่างช่วงฤดูร้อนไนเตรทมีมากกว่าฟอสเฟต และพบว่าทั้งสรีรวิทยาและชนิดของ Phaecystis มีความสัมพันธ์ต่อการดูดกลืนแสง แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของการดูดกลืนแสงกับ Fucoxanthin และ Chlorophyll *a* นอกจากนี้พบ Chlorophyll *c*3 ใน Prymenesiophyceae มีความสัมพันธ์ต่อการดูดกลืนแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

McManus (1995) ได้ทำการศึกษาในฤดูร้อนบริเวณอ่าว Chesapeak พบว่ามีการเพิ่มของแพลงก์ตอนพืช ซึ่ง Fucoxanthin และ Peridinin เพิ่มขึ้นมากที่จะกล่าวได้ว่าเป็นการเพิ่มของกลุ่มไดอะตอม หรือ ไดโนแฟลกเจลเลต และกล่าวว่าจะพบ zeaxanthin ในกลุ่มพวก cocoid และในกลุ่ม Cyanobacteria และจากการดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าแพลงก์ตอนที่มีขนาดใหญ่จะมีการเจริญเติบโตของเซลล์ ส่วนแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กยังไม่ทราบแน่ชัดว่ามีการเจริญเติบโตของเซลล์ เพราะเซลล์มีขนาดเล็กมาก

Descy และArnaud (1996) ได้ทำการศึกษาในปี 1994 บริเวณแม่น้ำ Meuse ประเทศเบลเยี่ยม พบสารสีในแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ Chlorophyll *a*, Chlorophyll *b*, Fucoxanthin, Lutein, Alloxanthin และ echinerone โดยทุกสารสีมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และการจำแนกของสาหร่ายสีเขียว Cyanobacteria Cryptophyceae พบว่าสัมพันธ์ระหว่าง Chlorophyll *a* กับมวลชีวภาพ Fucoxanthin กับไดอะตอม, Lutein กับสาหร่ายสีเขียว, Chlorophyll *b* กับสาหร่ายสีเขียว อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Cyanobacteria และ Cryptopyheae กับสารสีชนิดใดเลย

Yacobi และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาบริเวณทะเลสาบ Kinneret ในเดือนพฤษภาคม ปี 1988 ถึงเดือนมิถุนายน 1989 และในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี 1993 ถึงเดือนพฤศจิกายน ปี 1994 โดยใช้ HPLC พบว่า สามารถจำแนกกลุ่มแพลงก์ตอนที่ bloom ได้ เช่น กลุ่ม Dinophyceae *Peridinium gatuense* จากการวิเคราะห์สามารถจำแนกกลุ่ม Chlorophyll ได้ และพบว่า Chlorophyllide *a* เป็นตัวหลักที่ทำให้ Chlorophyll *a* ลดลง โดย Chlorophyllide *a* ทำให้ Chlorophyll *a* ลดลง 1-9% ซึ่ง Chlorophyll *a* เป็นสารสีที่พบเป็นกลุ่มหลัก ส่วนสารสี Pheophytin ไม่พบในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

Ambarsari และคณะ (1997) ได้ทำการสกัดสารสีของแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ที่ผิวของปะการัง *Goniastrea aspera* จังหวัดภูเก็ต ใช้ปริมาณของแสงเป็นตัวแบ่งในการเก็บตัวอย่าง โดยแสงจะทำปฏิกิริยากับ Diatoxanthin ทำให้แสงผ่านน้ำ แสงแดดกับ Diatoxanthin ที่รวมกันเหมาะสมจะทำให้เกิดการฟอกตัวของเนื้อเยื่อปะการัง และพบว่าสารสีกลุ่มแซนโธฟิลล์ก็เพิ่มขึ้น และระดับปริมาณของ Chlorophylls โดยรวมเพิ่มขึ้นด้วย โดยแซนโธฟิลล์ จะสร้างกระบวนการป้องกันแสงขึ้นมา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เพื่อที่จะอยู่ร่วมกับปะการังต่อไปได้ และเมื่อมีการฟอกสีทำให้มีการลดลงของ Chlorophyll *a* 45% ถึง 62% ก็ทำให้กระบวนการป้องกันแสงลดลงไปด้วย

Llewellyn และMantoura (1997) ได้ทำการศึกษาการเกิด bloom ของแพลงก์ตอนพืช ในเดือนมิถุนายน ปี 1989 บริเวณผิวน้ำเกาะไอซ์แลนด์ จากการวิเคราะห์สารสีในแพลงก์ตอนพืช พบกลุ่มคลอโรฟิลล์ และกลุ่มแคโรทีนอยด์ โดยทำการวัดที่ 300-470 นาโนเมตร และพบปริมาณสูงสุดที่ 380 นาโนเมตร

Schluter และHavskum(1997) ได้ทำการศึกษาสารสีในแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติ ในประเทศเดนมาร์ก โดยใช้ HPLC เพื่อจำแนกองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชและจากการดูใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อจำแนกสปีชีส์และวัดปริมาณเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชโดยใช้ปริมาณคาร์บอน ทำให้ทราบถึงสภาวะของธาตุอาหารและปริมาณของตัวอ่อนหอย และพบว่าการลดลงของแสงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช

Breton และคณะ (2000) ทำการศึกษาสารสีในแพลงก์ตอนพืชโดยใช้วิธีวิเคราะห์ HPLC บริเวณรอบชายฝั่งช่องแคบอังกฤษ พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่าง Chlorophyll *c*3 Peridinin และมวลชีวภาพกับกลุ่ม Dinophyceae Fucoxanthin พบในสาหร่ายสีน้ำตาล (Prymnesiophyceae) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มไดอะตอม Raphidophyceae และ Chrysophyceae เซลล์ไดอะตอมมีขนาดใหญ่มากกว่า 200 ไมโครเมตร และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Chlorophyll *b* กับ สาหร่ายสีเขียว อาจเป็นเพราะขนาดของเซลล์มีขนาดเล็กประมาณ 5 ไมโครเมตร ยากที่จะจำแนกได้

Descy และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาสารสีของแพลงก์ตอนพืช บริเวณทะเลสาบทั้ง 9 ในตอนเหนือของ Wisconsin ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกันยายน ปี 1996 โดยทำการศึกษาช่วงหน้าร้อนบริเวณ Crystal lake และ Little lake พบว่าสามารถจำแนกและทราบมวลชีวภาพได้ดี และจากการสุ่มนับเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ยังสามารถทราบปริมาณมวลชีวภาพได้ และพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับสารสีทุกรั้ง นอกจากนี้พบว่าการเก็บตัวอย่างที่ผิวและที่น้ำลึกให้ผลแตกต่างกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงและมีความสัมพันธ์ระหว่าง photo protective pigment ของ Chlorophyll *a* กับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

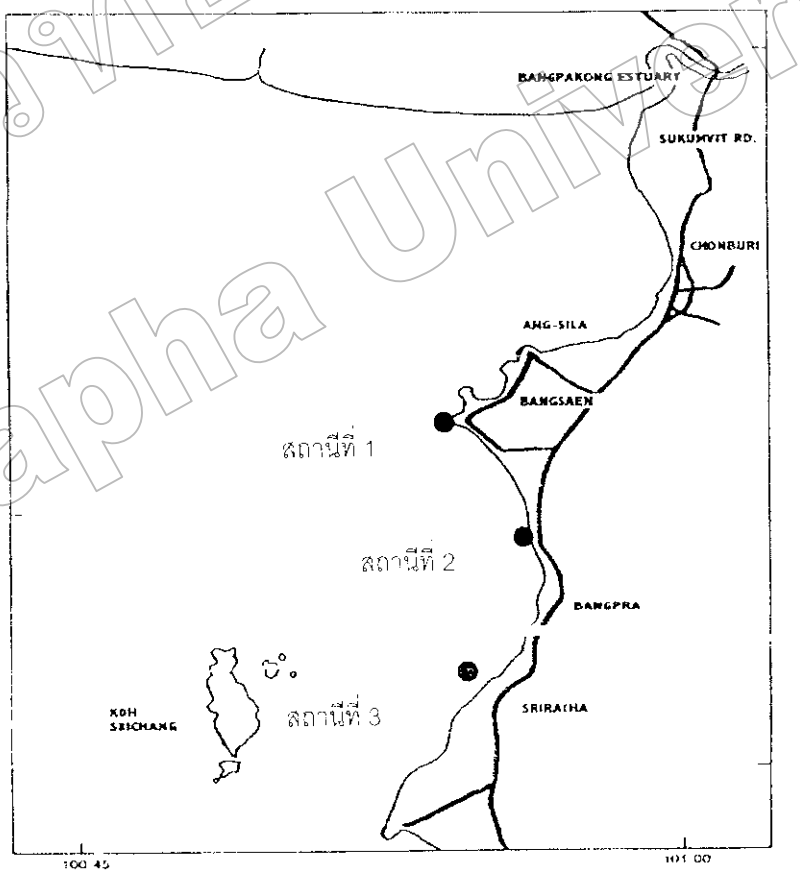
บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

การเก็บตัวอย่างและเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บตัวอย่าง 2 สัปดาห์ / ครั้ง เป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2544 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ทำการเก็บตัวอย่าง 3 สถานี บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี คือ ชายฝั่งบริเวณ

ท่าเรือแหลมแท่น ท่าเรือวอนนภา และท่าเรือศรีราชา เก็บตัวอย่างโดยวิธีการตวงน้ำใส่กระบอกเก็บน้ำขนาด 1 ลิตร ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ หลังจากนั้นทำการกรอง

ตัวอย่างน้ำทะเล (ขึ้นอยู่กับความขุ่นใสของน้ำ) ด้วยชุดกรองที่ต่อกับเครื่องปั๊มสูญญากาศ เมื่อกรองเรียบร้อยแล้วนำแผ่นกระดาษกรองห่อด้วยฟอยล์ นำตัวอย่างใส่ขวดสีชาที่บรรจุสารดูดความชื้น (silica gel) นำขวดตัวอย่างใส่ตู้แช่แข็งเพื่อรอทำการวิเคราะห์



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่าง

หมายเหตุ สถานีที่ 1 บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น สถานีที่ 2 บริเวณชายฝั่งวอนนภา
สถานีที่ 3 บริเวณชายฝั่งศรีราชา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อุปกรณ์

1. ชุดกรองน้ำ
2. กระดาษกรอง GF/F
3. เครื่องดูดสูญญากาศ (vacuum pump)
4. เครื่อง sonicator
5. เครื่อง HPLC (High Performance Liquid Chromatography) รุ่น Water 600 Controller, Water 996 Photodiode Array Detector, Water 600 Pump (Low Pressure), HPLC Column ของบริษัท Water ยี่ห้อ Nova Pak® ประเภท C 18 ขนาด 4 ไมโครเมตร ยาว 3.9 x 150 นาโนเมตร, Sample Loop ขนาด 100 ไมโครลิตร และ Syringe Driven Filter Unit ขนาด 0.20 ไมโครเมตร

สารเคมี

1. methanol
2. 0.5 M ammonium acetate
3. 2% ammonium acetate
4. acetronitrile
5. ethyl acetate

ขั้นตอนทำการทดลอง

1. ดำเนินการศึกษาตามวิธีของ Wright และคณะ (1991) โดยใช้ระบบ gradient elution แบบ low pressure mixing โดยมีเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) 3 ชนิด ได้แก่

Solvent A 80:20 methanol : 0.5 M ammonium acetate

Solvent B 90:10 acetronitrile : H_2O

Solvent C 100% ethyl acetate

วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้วออกจากขวดสีชา ในห้องที่แสงสว่างไม่มากนัก
2. นำกระดาษกรองใส่หลอดทดลอง เติม 95% methanol 3 ml
3. แช่ในตู้แช่แข็ง 10 นาที
4. หลังจากนั้นนำมาเข้าเครื่อง sonicate
5. หยด 2% ammonium acetate 1 หยด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6. ใช้เข็มฉีดดูดตัวอย่าง 0.2 ml ฉีดเข้าเครื่อง HPLC
7. ผลการทดลองจะถูกบันทึกออกมาในรูปของโครมาโตแกรม

ตารางที่ 1 HPLC solvent system programs

Time (min)	Flow rate (Ml min^{-1})	%A[1]	%B[2]	%C[3]	Condition
Analytical gradient protocol (Waters and Varian systems)					
0	1.0	100	0	0	Injection
4	1.0	0	100	0	Linear gradient
18	1.0	0	20	80	Linear gradient
21	1.0	0	100	0	Linear gradient
24	1.0	100	0	0	Linear gradient
29	1.0	100	0	0	Equilibration
Shut down protocol					
0	1.0	100	0	0	Analysis complete
3	1.0	0	100	0	Linear gradient
6	1.0	0	0	100	Linear gradient
16	1.0	0	0	100	Washing
17	0	0	0	100	Shut down; linear gradient

1. = 80:20 methanol : 0.5M ammonium acetate (pH 7.2, v/v)
2. = 90:10 acetonitrile : H_2O (v/v)
3. = ethyl acetate

2. การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์โดยวิธีของ Stickland และ Parsons (1972)

วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองแล้วออกจากขาดสีชา ในห้องที่มีแสงสว่างไม่มากนัก
2. นำกระดาษกรองใส่หลอดทดลองเติม 95% methanol 3 ml
3. วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 665, 645, 630 และ750 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (UV- visible GBC Instrument- 3127)
4. คำนวณความเข้มข้นจากสูตร หน่วย mg/L

Chlorophyll *a* = $11.6E_{665} - 0.14E_{630} - 1.31E_{645}$

Chlorophyll *b* = $20.7E_{645} - 4.34E_{665} - 4.42E_{630}$

Chlorophyll *c* = $55E_{630} - 16.3E_{645} - 4.64E_{665}$

การคำนวณความเข้มข้นของสารสีโดยใช้ Canthaxanthin เป็นสารมาตรฐาน

ละลาย Canthaxanthin ใน acetone 90%

1. วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (UV- visible GBC Instrument- 3127)
2. คำนวณหาความเข้มข้น (mg/L) (Jeffrey และคณะ 1997)
3. ฉีด Canthaxanthin ความเข้มข้นต่างๆเข้าเครื่อง HPLC
4. คำนวณหาความเข้มข้นของสารสีชนิดต่างๆโดยนำเข้าสมการดังนี้

$$y = 82107 * x1$$

โดย y = พื้นที่ของสารสีที่ได้จากการฉีดตัวอย่าง

และ x1 = ความเข้มข้น, เมื่อทราบความเข้มข้นนำไปแทนค่าในสมการ

$$x2 = x1 * F$$

โดย x1 = ความเข้มข้น

และ F = factor (ดังแสดงในตารางที่ 2)

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u> กำหนดให้พื้นที่ของ Chlorophyll *a* มีค่าเท่ากับ 1,000,000

$1{,}000{,}000 = 82107 * x1$

$x1 = 1.217$

$x2 = 1.217 * F.\text{Chlorophyll } a\ (2.89)$

$x2 = 3.52$

ตารางที่ 2 ค่า Relative response factor ของสารสีแต่ละชนิดที่ใช้ในการคำนวณความเข้มข้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Pigment	Relative response factor
Chlorophyll *c*3	0.55
Chlorophyll *c*1 · *c*2	0.63
Peridinin	1.49
19'-Butanoyloxyfucoxanthin	1.24
Fucoxanthin	1.09
19'-Haxanoyloxyfucoxanthin	1.26
Diadinoxanthin	0.86
Lutein	0.72
Zeaxanthin	0.86
Canthaxanthin	1.00
Chlorophyll *b*	2.51
Chlorophyll *a*	2.89
β,β-Carotene	0.77

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยการวิเคราะห์สารสี

สารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชที่ทำการศึกษา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ.2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2544 มีทั้งหมด 10 ชนิด ได้แก่ Chlorophyll *c*1+*c*2 (Bacillariophyceae Dinophyceae และ Prymnesiophyceae) Peridinin (Dinophyceae) Fucoxanthin (Bacillariophyceae และ Prymnesiophyceae) Violaxanthin (Chlorophyceae และ Prasinophyceae) Dinoxanthin (Dinophyceae) Diadinoxanthin (Bacillariophyceae และ Dinophyceae) Diatoxanthin (Bacillariophyceae, Dinophyceae และPrymnesiophyceae) Lutein (Chlorophyceae และ Prasinophyceae) Chlorophyll *b* (Chlorophyceae และ Prasinophyceae) และ Chlorophyll *a* (Cyanophyta, Chlorophyta และ Chomophyta) ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยพบสารสี ในแพลงก์ตอนพืชสูงสุด 9 ชนิด ในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 และพบสารสีในแพลงก์ตอนพืชต่ำสุด 4 ชนิด ในวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2544, วันที่ 24ตุลาคม พ.ศ. 2544 และวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

ตารางที่ 3 แสดงสารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	Chl-*c*1+*c*2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Diato	Lut	Chl-*b*	Chl-*a*
22 มิ.ย.44	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+
4 ก.ค.44	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
20 ก.ค.44	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+
3 ส.ค.44	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+
17 ส.ค.44	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+
31 ส.ค.44	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+
14 ก.ย.44	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
28 ก.ย.44	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
14 ต.ค.44	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
24 ต.ค.44	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+
8 พ.ย.44	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+

หมายเหตุ + พบ - ไม่พบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ความเข้มข้นของสารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี

สารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชของแต่ละเดือนมีความเข้มข้นของสารสีแตกต่างกัน โดยพบว่า ความเข้มข้นของสารสีสูงสุด 42.4 mg/m^{3}ในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2544 และ ความเข้มข้นต่ำสุด 5.6 mg/m^{3}ในวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2544 โดยสารสีที่พบว่ามีความเข้มข้นมากที่สุดคือ Peridinin 36.8 mg/m^{3}และความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ Chlorophyll *b* 0.063 mg/m^3 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืช วิเคราะห์โดยใช้วิธี HPLC จากตัวอย่างน้ำบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา ในระหว่างวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

สารสี	ค่าสูงสุด (mg/m^3)	ค่าต่ำสุด (mg/m^3)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Chlorophyll *c*1+*c*2 (Chl-*c*1+*c*2)	6.595	0.477	1.685 ± 1.872
Peridinin (Perid)	20.971	N.D.	3.313 ± 6.564
Fucoxantin (Fuco)	3.520	0.763	1.950 ± 0.792
Violaxantin (Viola)	0.206	N.D.	0.019 ± 0.030
Dinoxantin (Dino)	0.334	N.D.	0.030 ± 0.101
Diadinoxantin (Diadino)	3.375	0.039	0.917 ± 1.066
Diatoxantin (Diato)	0.494	N.D.	0.124 ± 0.186
Lutein (Lut)	0.090	N.D.	0.008 ± 0.027
Chlorophyll *b* (Chl-*b*)	0.063	N.D.	0.006 ± 0.019
Chlorophyll *a* (Chl-*a*)	11.385	2.539	5.138 ± 2.797

หมายเหตุ N.D. = NON DETECTED

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ปริมาณสารสีในแพลงก์ตอนพืช บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี

บริเวณชายฝั่งวอนนภา และศรีราชา พบจำนวนชนิดของสารสี 8 ชนิดเท่ากัน โดยสถานีชายฝั่งวอนนภาพบ Chlorophyll *c*1+*c*2 Peridinin Fucoxantin Dinoxantin Diadinoxantin Diatoxantin Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *a* และชายฝั่งศรีราชาพบ Chlorophyll *c*1+*c*2 Peridinin Fucoxantin Violaxantin Diadinoxantin Diatoxantin Lutein และ Chlorophyll *a* ส่วนบริเวณชายฝั่งแหลมแท่นพบชนิดของสารสีน้อยที่สุดคือ 6 ชนิดได้แก่ Chlorophyll *c*1+*c*2 Peridinin Fucoxantin Diadinoxantin Diatoxantin และ Chlorophyll *a* ดังแสดงในตารางภาคผนวก ดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 3

บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น พบว่าความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1+*c*2 สูงสุดอยู่ในช่วง 0.247-7.595 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Peridinin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-23.117 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Fucoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0.618-3.486 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Violaxanthin ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ความเข้มข้นของ Dinoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.213 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Diadinoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-4.163 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Diatoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.716 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Lutein ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ และความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* สูงสุดอยู่ในช่วง 1.230-14.974 mg/m^3 การเปลี่ยนแปลงของสารสีของสถานีแหลมแท่น ตลอดระยะเวลา 6 เดือน แสดงในภาพที่ 4ก

บริเวณชายฝั่งวอนนภา พบว่าความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1+*c*2 สูงสุดอยู่ในช่วง 0.174-11.743 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Peridinin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-38.612 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Fucoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0.266-5.643 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Violaxanthin ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ความเข้มข้นของ Dinoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.788 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Diadinoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-5.665 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Diatoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.694 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Lutein ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.190 mg/m^3 และความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* สูงสุดอยู่ในช่วง 1.098-8.498 mg/m^3 การเปลี่ยนแปลงของสารสีของสถานีวอนนภา ตลอดระยะเวลา 6 เดือน แสดงในภาพที่ 4ข

บริเวณชายฝั่งศรีราชา พบว่าความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1+*c*2 สูงสุดอยู่ในช่วง 0-6.443 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Peridinin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-18.145 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Fucoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0.077-3.973 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Violaxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.619 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Dinoxanthin ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ความเข้มข้นของ Diadinoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง 0-4.029 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Diatoxanthin สูงสุดอยู่ในช่วง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0-0.519 mg/m^3 ความเข้มข้นของ Lutein สูงสุดอยู่ในช่วง 0-0.269 mg/m^{3}ความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ และความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* สูงสุดอยู่ในช่วง 1.736-17.738 mg/m^{3}การเปลี่ยนแปลงของสารสีของสถานีศรีราชา ตลอดระยะเวลา 6 เดือน แสดงในภาพที่ 4ค

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

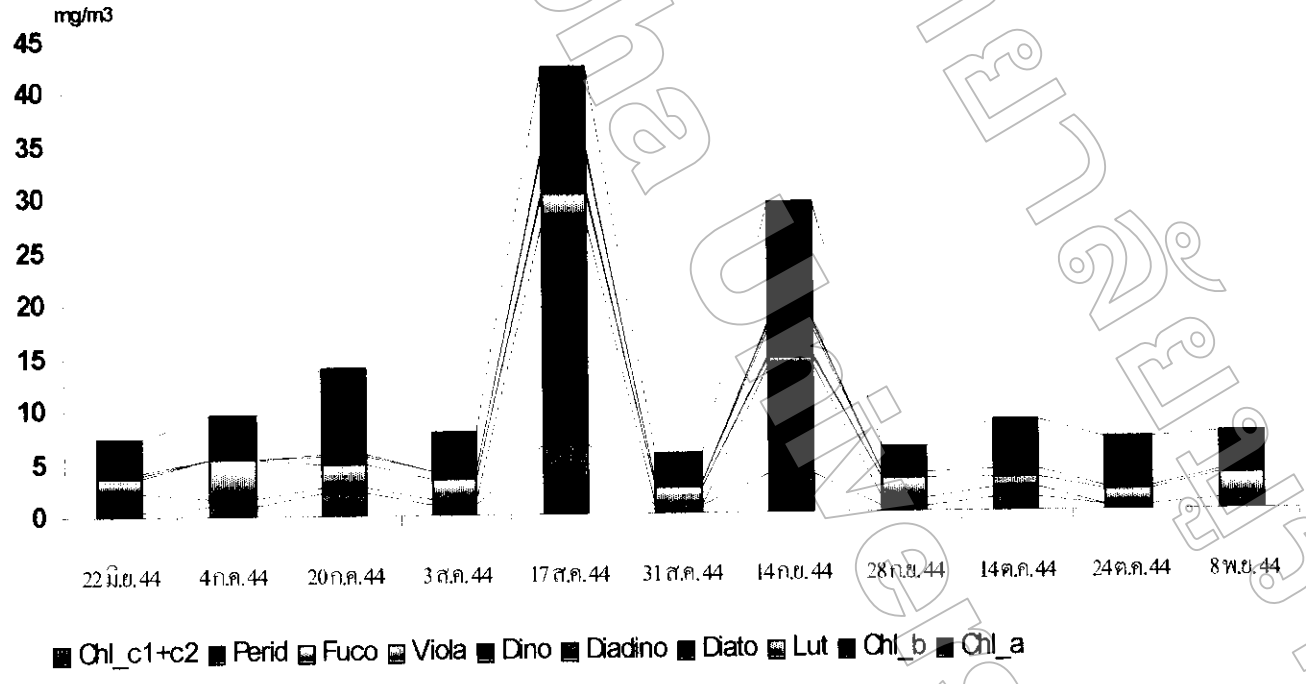
ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของสารสี (mg/m^3) ที่วิเคราะห์โดยใช้ HPLC จากตัวอย่างน้ำบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึง วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

	Chl-c1+c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Diato	Lut	Chl-*b*	Chl-*a*
22	0.520	1.622	1.504	0.000	0.000	0.336	0.239	0.000	0.000	3.027
มิ.ย. 44	±0.524	±1.759	±0.853	±0.000	±0.000	±0.327	±0.414	±0.000	±0.000	±0.656
4	0.876	0.956	3.520	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	4.096
ก.ค. 44	±0.619	±1.140	±1.852	±0.000	±0.000	±0.067	±0.000	±0.000	±0.000	±2.145
20	2.193	0.395	2.238	0.000	0.000	0.768	0.173	0.000	0.000	8.207
ก.ค. 44	±2.254	±0.684	±1.122	±0.000	±0.000	±0.211	±0.299	±0.000	±0.000	±8.422
3	0.920	0.505	2.039	0.000	0.000	0.741	0.034	0.000	0.000	3.697
ส.ค.44	±0.416	±0.875	±0.688	±0.000	±0.000	±0.266	±0.059	±0.000	±0.000	±1.092
17	6.595	20.971	2.856	0.206	0.344	3.375	0.494	0.000	0.000	7.782
ส.ค.44	±5.715	±18.806	±2.524	±0.000	±0.407	±2.770	±0.164	±0.000	±0.000	±5.722
31	0.662	0.000	1.871	0.000	0.000	0.395	0.000	0.000	0.000	2.686
ส.ค.44	±0.577	±0.000	±1.845	±0.000	±0.000	±0.206	±0.000	±0.000	±0.000	±1.509
14	3.574	10.309	0.763	0.000	0.000	2.627	0.426	0.090	0.063	11.385
ก.ย. 44	±3.167	±9.136	±0.463	±0.358	±0.000	±1.987	±0.331	±0.155	±0.110	±8.376
28	0.593	0.740	1.826	0.000	0.000	0.508	0.000	0.000	0.000	2.539
ก.ย. 44	±0.321	±1.282	±1.016	±0.000	±0.000	±0.408	±0.000	±0.000	±0.000	±1.133
14	1.166	0.929	1.052	0.000	0.000	0.664	0.000	0.000	0.000	4.709
ต.ค. 44	±1.166	±0.871	±0.167	±0.000	±0.000	±0.142	±0.000	±0.000	±0.000	±4.525
24	0.477	0.000	1.417	0.000	0.000	0.406	0.000	0.000	0.000	4.668
ต.ค. 44	±0.141	±0.000	±0.333	±0.000	±0.000	±0.154	±0.000	±0.000	±0.000	±3.802
8	0.956	0.000	2.365	0.000	0.000	0.232	0.000	0.000	0.000	3.721
พ.ย. 44	±0.106	±0.000	±0.474	±0.000	±0.000	±0.215	±0.000	±0.000	±0.000	±0.987

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mg/m^3)

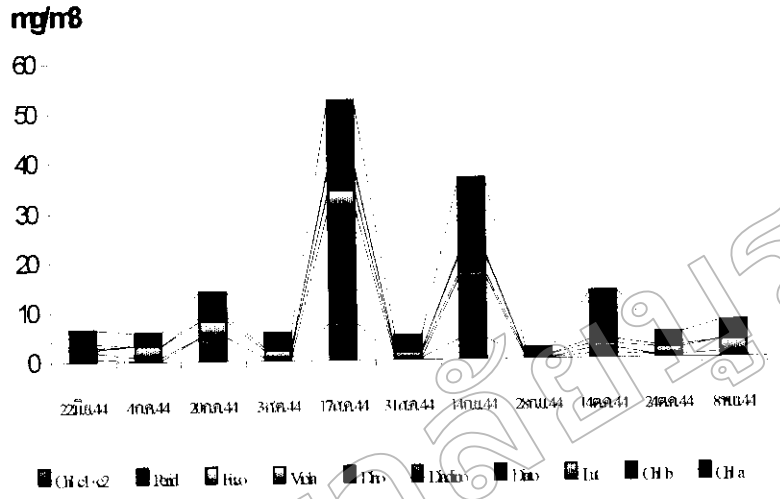
0627

ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารสีที่วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 สถานี (แหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา) ตลอดระยะเวลาการศึกษา 6 เดือน

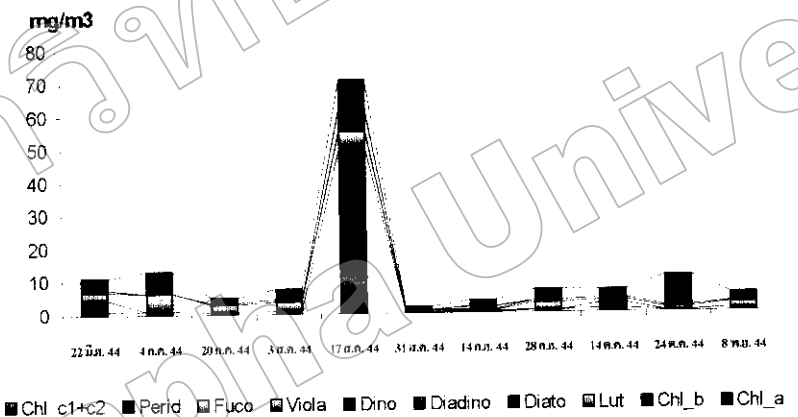


Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

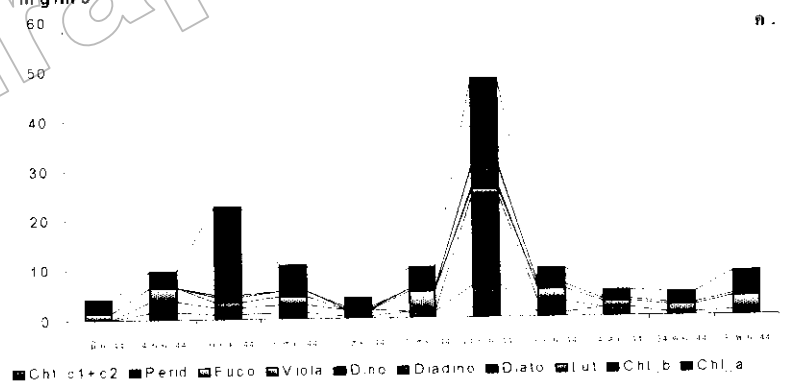
ก



ข.



ค.



ภาพที่ 4 ปริมาณสารสีชนิดต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ด้วยวิธีวิเคราะห์ HPLC

ก. สถานีแหลมแท่น ข. สถานีวอนนภา ค. สถานีศรีราชา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. การวิเคราะห์สารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรีด้วยวิธี Strickland และ Parsons (1972)

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารสีตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาโดยวิธี Strickland และ Parsons (1972) สามารถวิเคราะห์สารสีได้ 3 ชนิด คือ Chlorophyll *a* Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *c* สารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชของแต่ละเดือนมีความเข้มข้นของสารสีแตกต่างกัน โดยพบว่าความเข้มข้นของสารสีสูงสุด 15.736 mg/m^3 ในวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 และความเข้มข้นต่ำสุด 9.634 mg/m^3 ในวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2544 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6 - 8

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	ค่าสูงสุด Chlorophyll *a* (mg/m^3)	ค่าต่ำสุด Chlorophyll *a* (mg/m^3)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mg/m^3)
22 มิ.ย. 44	15.016	3.973	8.505 ± 5.781
4 ก.ค. 44	39.843	12.424	28.187 ± 14.163
20 ก.ค. 44	11.773	9.524	10.678 ± 1.126
3 ส.ค. 44	13.307	7.042	11.081 ± 3.504
17 ส.ค. 44	M.V.	M.V.	M.V.
31 ส.ค. 44	38.199	7.024	17.475 ± 17.948
14 ก.ย. 44	33.879	3.877	19.476 ± 15.037
28 ก.ย. 44	22.807	1.932	11.519 ± 10.541
14 ต.ค. 44	10.376	5.267	8.557 ± 2.905
24 ต.ค. 44	7.609	3.880	5.505 ± 1.910
8 พ.ย. 44	24.191	5.356	13.313 ± 9.751

หมายเหตุ M.V. = MISSING VALUE

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 7 ความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	ค่าสูงสุด Chlorophyll *b* (mg/m^3)	ค่าต่ำสุด Chlorophyll *b* (mg/m^3)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mg/m^3)
22 มิ.ย. 44	0.127	0.020	0.078 ± 0.054
4 ก.ค. 44	0.798	0.334	0.532 ± 0.239
20 ก.ค. 44	0.000	0.000	0.000 ± 0.133
3 ส.ค. 44	0.186	0.046	0.103 ± 0.074
17 ส.ค. 44	M.V.	M.V.	M.V.
31 ส.ค. 44	1.718	0.000	0.145 ± 1.490
14 ก.ย. 44	0.000	0.000	0.000 ± 0.592
28 ก.ย. 44	0.125	0.000	0.000 ± 0.181
14 ต.ค. 44	11.608	0.000	3.970 ± 6.621
24 ต.ค. 44	11.429	0.000	3.772 ± 6.6323
8 พ.ย. 44	0.233	0.000	0.040 ± 0.200

หมายเหตุ M.V. = MISSING VALUE

(ค่า Chlorophyll *b* = 0.000 ในตาราง หมายถึง วัดจริงได้ค่าความเข้มข้นเป็นค่าติดลบ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	ค่าสูงสุด Chlorophyll *c* (mg/m^3)	ค่าต่ำสุด Chlorophyll *c* (mg/m^3)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mg/m^3)
22 มิ.ย. 44	6.353	1.425	3.428 ± 2.590
4 ก.ค. 44	14.842	4.645	10.961 ± 5.517
20 ก.ค. 44	5.117	3.936	4.417 ± 0.620
3 ส.ค. 44	6.008	2.788	4.552 ± 1.632
17 ส.ค. 44	M.V.	M.V.	M.V.
31 ส.ค. 44	14.684	2.386	7.860 ± 6.259
14 ก.ย. 44	21.563	0.000	10.226 ± 12.265
28 ก.ย. 44	11.579	0.934	5.680 ± 5.415
14 ต.ค. 44	6.521	0.000	2.220 ± 6.729
24 ต.ค. 44	4.250	0.000	0.5357 ± 5.659
8 พ.ย. 44	12.637	3.070	7.532 ± 4.816

หมายเหตุ M.V. – MISSING VALUE

(ค่า Chlorophyll *c* = 0.000 ในตาราง หมายถึง วัดจริงได้ค่าความเข้มข้นเป็นค่าติดลบ)

<u>การเปลี่ยนแปลงสถานที่ต่อการพบสารสีในแพลงก์ตอนพืช</u>

บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา พบจำนวนชนิดสารสีเท่ากัน 3 ชนิด คือ Chlorophyll *a* Chlorophyll *b* และChlorophyll *c* บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น พบว่าความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* สูงสุดเท่ากับ 20.671 mg/m^3ในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 บริเวณชายฝั่งวอนนภา พบว่าความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* สูงสุดเท่ากับ 39.843 mg/m^3 ในวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ.2544 บริเวณชายฝั่งศรีราชาพบว่าความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* สูงสุดเท่ากับ 38.199 mg/m^3 ในวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2544

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สารสีของแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธี HPLC และ วิธีของ Strickland และ Parsons (1972)

จากการวิเคราะห์ HPLC พบว่า Chlorophyll *a* มีความเข้มข้นสูงสุดที่ศรีราชาเท่ากับ 17.738 mg/m^3 ส่วนวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) Chlorophyll *a* มีความเข้มข้นสูงสุดที่วอนนภาเท่ากับ 39.843 mg/m^3 แสดงผลในตารางที่ 9

จากการวิเคราะห์ HPLC พบว่า Chlorophyll *b* มีความเข้มข้นสูงสุดที่วอนนภาเท่ากับ 0.190 mg/m^3 ส่วนวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) Chlorophyll *b* มีความเข้มข้นสูงสุดที่แหลมแท่นเท่ากับ 11.608 mg/m^3 แสดงผลในตารางที่ 9

จากการวิเคราะห์ HPLC พบว่า Chlorophyll *c* มีความเข้มข้นสูงสุดที่วอนนภาเท่ากับ 11.743 mg/m^3 ส่วนวิธีของ Strickland และ Parsons (1972) Chlorophyll *c* มีความเข้มข้นสูงสุดที่ศรีราชาเท่ากับ 21.563 mg/m^3 แสดงผลในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ สารสี Chlorophyll *a*, *b*, และ *c* ด้วยวิธี HPLC (Wright และคณะ, 1991) กับผลจาก วิธี Strickland และ Parsons (1972) หน่วย mg/m^3

	สูงสุด HPLC	สูงสุด S & P	ต่ำสุด HPLC	ต่ำสุด S & P	เฉลี่ย ± SD HPLC	เฉลี่ย ± SD S & P
Chl-*a* แหลมแท่น	14.974 14 ก.ย. 44	20.671 14 ก.ย. 44	1.230 28 ก.ย. 44	1.932 28 ก.ย. 44	5.668 ±4.732	8.043 ±5.506
Chl-*a* วอนนภา	9.053 24 ต.ค. 44	39.843 4 ก.ค. 44	1.098 31 ส.ค. 44	3.877 14 ก.ย. 44	3.985 ±2.765	12.295 ±10.313
Chl-*a* ศรีราชา	17.738 20 ก.ค. 44	38.199 31 ส.ค. 44	1.736 17 ส.ค. 44	6.527 22 มิ ย. 44	5.760 ±5.928	19.951 ±11.853
Chl-*b* แหลมแท่น	0.000	11.608 14 ต.ค. 44	0.000	-0.673 14 ก.ย. 44	0.000 ±0.000	1.282 ±3.684
Chl-*b* วอนนภา	0.190 14 ก.ย. 44	11.429 24 ต.ค. 44	0.000	-1.530 14 ก.ย. 44	0.017 ±0.057	1.059 ±3.690
Chl-*b* ศรีราชา	0.000	0.434 14 ต.ค. 44	0.000	-1.246 31 ส.ค. 44	0.000 ±0.000	-0.082 ±0.473

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Chl-*c*	7.595	11.909	0.227	-5.534	1.896	3.290
แหลมแท่น	17 ส.ค. 44	14 ก.ย. 44	28 ก.ย. 44	14 ต.ค. 44	±2.465	±4.405
Chl-*c*	11.743	14.842	0.174	-6.134	1.682	4.138
วอนนภา	17 ส.ค. 44	4 ก.ค. 44	14 ก.ย. 44	24 ต.ค. 44	±3.351	±5.677
Chl-*c*	6.443	21.563	0.000	2.507	1.476	9.741
ศรีราชา	14 ก.ย. 44	14 ก.ย. 44	22 มิ.ย. 44	22 มิ.ย. 44	±1.719	±5.997

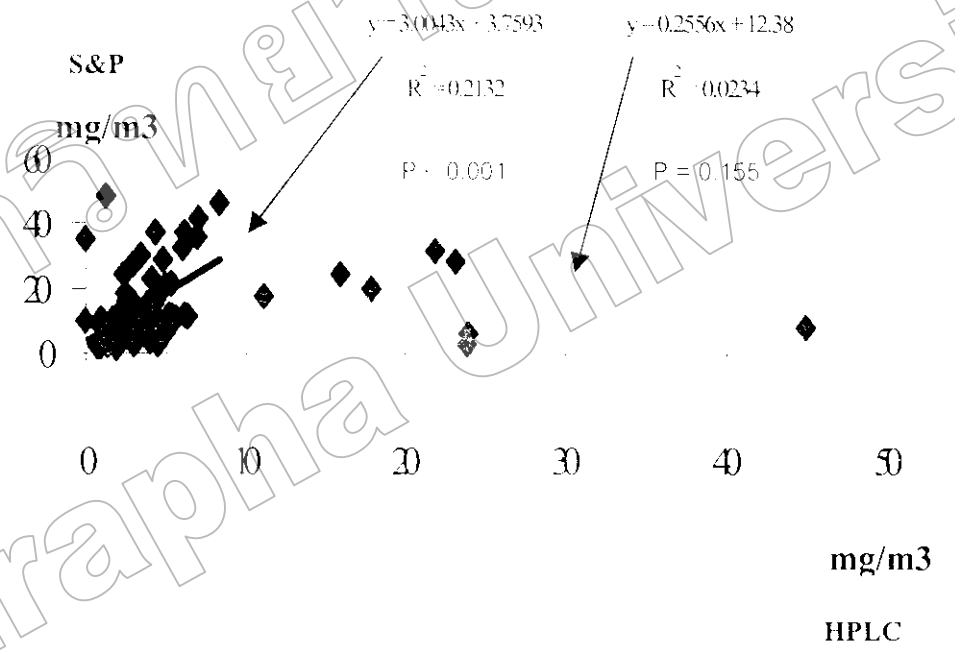
หมายเหตุ S&P – วิธีของ Strickland และ Parsons (1972)

ความเข้มข้นสารสีมีหน่วยเป็น mg/m^3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *a* ที่วิเคราะห์โดยใช้ HPLC กับ Chlorophyll *a* ที่วิเคราะห์โดยวิธี Strickland และ Parsons (1972)

จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *a* (HPLC) กับ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972) เพื่อหาความสัมพันธ์ด้วย Regression Analysis ซึ่งผลจาก Regression Analysis ทำให้ทราบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.155) โดยมีสมการเส้นตรง $y = 0.2556x + 12.38$ ($R^2 = 0.0234$) แต่เมื่อตัดข้อมูลที่มากกว่า 10 mg/m^3 แล้วหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีRegression Analysis อีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่าปริมาณทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) และได้ค่าสมการ $y = 3.0043x - 3.7593x$ ($R^2 = 0.2132$) แสดงภาพที่ 5

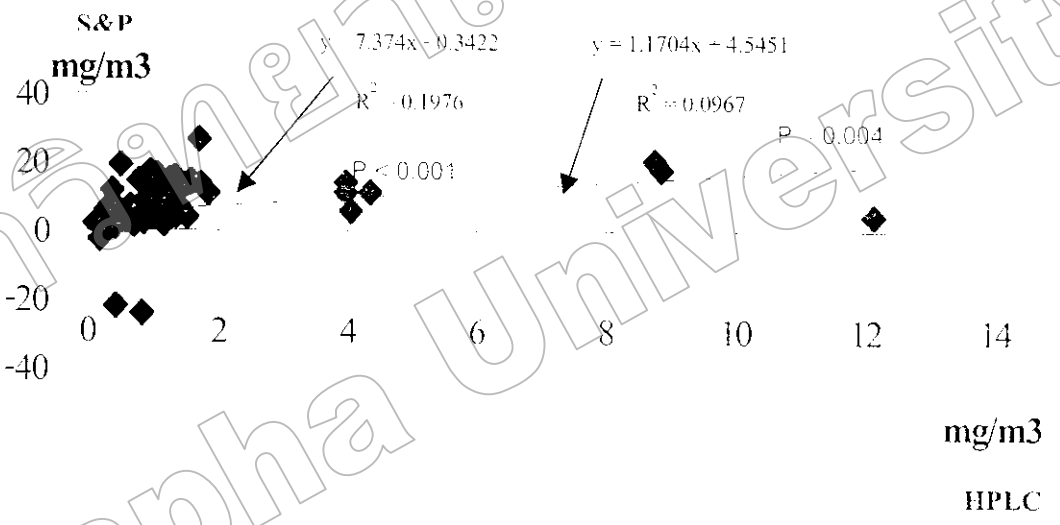


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *a* ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC กับปริมาณ Chlorophyll *a* ที่วิธีของ Strickland และ Parsons (1972)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *c* ที่วิเคราะห์โดยใช้ HPLC กับ Chlorophyll *c* ที่วิเคราะห์โดยวิธี Strickland และ Parsons (1972)

จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *c* (HPLC) กับ Chlorophyll *c* (Strickland และ Parsons 1972) เพื่อหาความสัมพันธ์ด้วย Regression Analysis ซึ่งผลจาก Regression Analysis ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.004) โดยมีสมการเส้นตรง $y = 1.1704x + 4.5451$ ($R^2 = 0.0967$) แต่เมื่อตัดข้อมูลที่มากกว่า 2 mg/m^3 แล้วหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีRegression Analysis อีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่าปริมาณทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัย สำคญ ($P<0.001$) และได้ค่าสมการ $y = 7.374x - 0.3422$ ($R^2 = 0.1976$) แสดงภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Chlorophyll *c* ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC กับปริมาณ Chlorophyll *c* ที่วิธีของ Strickland และ Parsons (1972)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

Analysis of Variance

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารสีในแพลงก์ตอนพืชกับอิทธิพลของเวลา พบว่า ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1 + *c*2 Peridinin Diadinoxanthin Chlorophyll *a* และ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972) Chlorophyll *c* (Strickland และ Parsons 1972) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับเวลา

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารสีในแพลงก์ตอนพืชกับอิทธิพลของสถานที่ พบว่า ความเข้มข้นของ Peridinin Chlorophyll *a* (Strickland & Parsons 1972) และ Chlorophyll *c* (Strickland & Parsons 1972) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับสถานที่

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารสีในแพลงก์ตอนพืชกับอิทธิพลร่วมเวลาและสถานที่ พบว่า ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1+ *c*2 Peridinin Diadinoxanthin Chlorophyll *a* Chlorophyll *a* (Strickland & Parsons 1972) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับอิทธิพลร่วมเวลาและสถานที่

Correlations

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารสีในแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นเบส และสารอาหาร ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิกา พบว่า

ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1 + *c*2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับความเค็มและความเป็นกรดเป็นเบส และพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ Chlorophyll *c*1 + *c*2 กับคุณภาพน้ำอื่นๆ

ความเข้มข้นของ Peridinin มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับความเค็มและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) กับความเป็นกรดเป็นเบส และพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ Peridinin กับคุณภาพน้ำอื่นๆ

ความเข้มข้นของ Fucoxanthin ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำใดๆ เลย

ความเข้มข้นของ Diadinoxanthin มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับความเค็มและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) กับความเป็นกรดเป็นเบส และพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ Diadinoxanthin กับคุณภาพน้ำอื่นๆ

ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำใดๆ เลย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972) ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำใดๆ เลย

ความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* (Strickland และ Parsons 1972) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)กับแอมโมเนียและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และฟอตเฟต และพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* (Strickland และ Parsons 1972) กับคุณภาพน้ำอื่นๆ

ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* (Strickland และ Parsons 1972) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นเบส และไนเตรตและพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ Chlorophyll *b* (Strickland และ Parsons 1972) กับคุณภาพน้ำอื่นๆ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. การตรวจนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

แพลงก์ตอนพืชที่ทำการศึกษา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ.2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2544 มีทั้งหมด 2 Division คือ Division Cyanophyta พบ 2 ชนิด ได้แก่ *Anabaena* sp. *Oscillatoria* sp. Division Chomophyta กลุ่ม Bacillariophyceae พบ 27 ชนิด ได้แก่ *Amphora* sp. *Asterinella* sp. *Bacillaria* sp. *Bacteriastrum* sp. *Certualina* sp. *Chaetoceros* sp. *Cosinodiscus* sp. *Cyclotella* sp. *Ditylum* sp. *Eucampia* sp. *Goeotirichia* sp.*Guinadia* sp. *Hemiaulus* sp. *Hemidiscus* sp. *Lauderia* sp. *Melosira* sp. *Navicula* sp. *Nitzchia sp. Odontella* sp. *Pleurosigma* sp. *Paeudonitzchia* sp. *Rhizosolenia* sp. *Skeletonema sp. Thalassiosira* sp. *Thalassionema* sp. *Tharlassiotrix* sp. *Triceratium*sp. Division Chomophyta กลุ่ม Dinophyceae พบ 4 ชนิด ได้แก่ *Ceratium*sp. *Noctiluca* sp. *Plurocentrum* sp. และ *Protoperidinium* sp. ดังแสดงในตารางที่ 10

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Melosira	M.V.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Navicula	M.V.	++++	++	+	-	-	-	+	+	-	-
Nitzchia	M.V.	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Odontella	M.V.	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-
Pleurosigma	M.V.	+	+	-	-	+	+	-	++	-	-
Pseudonitzchia	M.V.	-	++	-	-	-	-	-	+	-	-
Rhizosolenia	M.V.	-	+	+++	-	-	-	-	+	++	-
Skeletonema	M.V.	-	+++	++	++	+	-	-	-	-	-
Thalassionema	M.V.	-	-	-	-	-	-	+	+	++	-
Thalassiosira	M.V.	-	+	-	-	-	-	+	++	-	-
Tharlassiotrix	M.V.	-	++	+	-	-	-	++	+++	++	-
Triceratium	M.V.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Ceratium	M.V.	-	+	++	++	++	-	++	++	++	++
Noctiluca	M.V.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Pharocentrum	M.V.	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Protoperidinium	M.V.	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ M.V. = MISSING VALUE , - = 100-1,000 เซลล์ ++ = 1,001-10,000 เซลล์ +++ = 10,001-100,000 เซลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 10 ชนิดแพลงก์ตอนพืชที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	22มิ.ย.44	4ก.ค.44	20ก.ค.44	3ส.ค.44	17ส.ค.44	31ส.ค.44	14ก.ย.44	28ก.ย.44	14ต.ค.44	24ต.ค.44	8พ.ย.44
Anabaena	M.V.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscillatoria	M.V.	+++-	++++	++-	-+--	++++	-	- - -	-	-	-
Amphora	M.V.	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+
Asterinella	M.V.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Bacillaria	M.V.	-	-	++	-	-	-+	+ +	++	++-	-
Bacteriastrum	M.V.	-	-	-	-	-	+	+-	--	+--	-+-+
Certualina	M.V.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Chaetoceros	M.V.	+	+	-	-	+	++ +	-+-	--	+-+	+ +++
Cosinodiscus	M.V.	+	+	++	-	-	-	+	-	- -	- -
Cyclotella	M.V.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ditylum	M.V.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	- -
Eucampia	M.V.	-	-	-	-	-	+-	-	++	-	- +
Coeotirichia	M.V.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Guinadia	M.V.	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+-
Hemiaulus	M.V.	-	+	-	-	-	-	-	+	-	++
Hemidiscus	M.V.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Lauderia	M.V.	-	-		-	-	+	-	+	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5
อภิปราย สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณชายฝั่งแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยการวิเคราะห์สารสี

สารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 10 ชนิด ซึ่งสารสีแต่ละชนิดสามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชได้ ดังนี้

ตารางที่ 11 การจำแนกกลุ่มแพลงก์ตอนพืชโดยการวิเคราะห์สารสีโดยใช้ HPLC ในการศึกษาครั้งนี้

	Chlorophyceae	Prasiophyceae	Bacillariophyceae	Dinophyceae	Prymnesiophyceae
Chlorophyll c1+c2			+	+	+
Peridinin				+	
Fucoxanthin			+		+
Violaxanthin	+	+			
Dinoxanthin				+	
Diadinoxanthin			+	+	+
Diatoxanthin			+	+	+
Lutein	+	+			
Chlorophyll *b*	+	+			
Chlorophyll *a*	+	+	+	+	+

หมายเหตุ + พบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการศึกษาพบสารสีในกลุ่มคลอโรฟิลล์ และกลุ่มแคโรทีนอยด์โดยจำนวนชนิดของสารสีที่ตรวจพบในแต่ละครั้งนั้นแตกต่างกัน ซึ่งทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช โดยทั่วไปแล้วเรามักจะพบกลุ่มไดนะฟลาเจลเลตเป็นหลักของแพลงก์ตอนพืชในทะเล สอดคล้องกับการศึกษาของ Llewellyn และMantoura (1997) ที่ได้ทำการศึกษาการเกิด bloom ของแพลงก์ตอนพืช ในบริเวณผิวน้ำประเทศไอซ์แลนด์ พบกลุ่มคลอโรฟิลล์ และกลุ่มแคโรทีนอยด์โดยทำการวัดที่ 300-470 นาโนเมตร และในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 มีจำนวนชนิดของสารสีมากที่สุด 9 ชนิด สามารถจำแนกกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชได้ 5 กลุ่มได้แก่ Chlorophyceae Prasiophyceae Bacillariophyceae Dinophyceae และ Prymnesiophyceae สาเหตุที่พบกลุ่มของ Chlorophyceae เนื่องมาจากเกิดการ bloom ของกลุ่มแพลงก์ตอนกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต คือ *Noctiluca* ซึ่งภายในเซลล์ของ *Noctiluca* จะมีสาหร่าย *Pedinomonas noctiluceae* ซึ่งอยู่ในกลุ่ม Chlorophyceae อาศัยอยู่ร่วมกันในลักษณะของ Symbiosis จึงส่งผลให้การวิเคราะห์พบสารสี Violaxanthin Lutein และ Chlorophyll *b* (Chlorophyceae) ขึ้น

2. ความเข้มข้นของสารสีที่พบในแพลงก์ตอนพืช บริเวณชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา Chlorophyll *a* มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.138 mg/m^3 เนื่องจาก Chlorophyll *a* เป็นสารสีกลุ่มหลักที่พบในแพลงก์ตอนพืชทุกกลุ่ม นอกจากนั้น Chlorophyll *a* ยังสามารถบ่งบอกถึงปริมาณของแพลงก์ตอนพืชโดยรวมได้ กล่าวคือเมื่อพบว่า Chlorophyll *a* มีความเข้มข้นสูงสุดในครั้งใด แสดงว่าในครั้งนั้นมีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Yacobi และคณะ (1996) ที่ศึกษาการ bloom ของ *Peridium gatunense* ซึ่งพบ Chlorophyll *a* เป็นสารสีกลุ่มหลักตลอดการศึกษา

จากการศึกษายังพบว่า Chlorophyll *b* มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด 0.006 mg/m^3 เนื่องจาก Chlorophyll *b* เป็นสารสีที่พบเฉพาะแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของ Chlorophyceae และ Prasinophyceae ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่าวไทยส่วนใหญ่แล้วไม่ใช่กลุ่มของ Chlorophyceae และ Prasinophyceae แต่เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae และ Dinophyceae

ในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2544 พบว่า มีความเข้มข้นของสารสีสูงสุดถึง 42.407 mg/m^3 เป็นผลมาจากเกิดการ bloom ของไดโนแฟลกเจลเลต *Ceratium* ทำให้สารสีชนิด Peridinin ที่พบในกลุ่มของ Dinophyceae มีความเข้มข้นสูงถึง 20.971 mg/m^3 ส่วนสารสีตัวอื่นกลับมีความเข้มข้นลดลง โดยตลอดระยะเวลาที่ศึกษา Peridinin มีความเข้มข้นเฉลี่ยเพียง 3.313 mg m^3 เท่านั้น ส่วนความเข้มข้นของสารสีต่ำสุดในวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2544 เท่ากับ 5.614 mg m^3 เป็นผลมาจากไม่เกิดการ

bloom ของแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dinophyceae โดยไม่พบความเข้มข้นของ Peridinin อีกเลย และเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* พบว่าในครั้งนี้ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* ต่ำสุดเพียง 2.686 mg/m^3 ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา Chlorophyll *a* มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.138 mg/m^3

ส่วนความเข้มข้นของสารสีตัวอื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในทางที่สอดคล้องเช่นกัน ที่เห็นได้ชัดเจนคือ เมื่อมีการ bloom ของแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dinophyceae ความเข้มข้นของ Perdinin จะเพิ่มขึ้นแทนที่ Fucoxanthin ซึ่งเป็นสารสีหลัก

3. การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช บริเวณชายฝั่งบริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ในระหว่างวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ.2544 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2544 พบประชากรกลุ่มไดอะตอมเป็นหลัก และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการตรวจนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่พบไดอะตอมเป็นกลุ่มประชากรหลักตลอดช่วงการศึกษา และสอดคล้องกับ Desey. J. P. และคณะ (2000) ที่ได้ทำการศึกษาสารสีของแพลงก์ตอนพืช บริเวณทะเลสาบในตอนเหนือของ Wisconsin เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกันยายน ปี 1996 พบว่าจากการสุ่มนับเซลล์ภายใต้กล้อง

การเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับสารสี (ดังแสดงในตารางภาคผนวก) จนกระทั่งในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ.2544 พบความเข้มข้นของ Peridinin (Dinophyceae) สูงถึง 20.971 mg/m^3 ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดในการตรวจพบ Peridinin ของทุกครั้ง สอดคล้องกับการตรวจนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่พบจำนวนเซลล์ของ *Ceratium ferca* จัดเป็นกลุ่ม Dinophyceae จำนวนมาก (ดังแสดงในตารางภาคผนวก) ส่วน Fucoxanthin ที่เป็นกลุ่มหลักของไดอะตอม พบว่ามีความเข้มข้นใกล้เคียงกับช่วงระหว่างวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2544 ที่ไม่เกิดการ bloom ของ *Ceratium* ต่อมาในวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ.2544 ไม่สามารถวิเคราะห์ความเข้มข้นของ Peridinin ได้ แสดงให้เห็นว่าแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นกลุ่มไดอะตอมเหมือนเดิม จนกระทั่งในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 พบความเข้มข้นของ Peridinin (Dinophyceae) สูงเท่ากับ 10.309 mg/m^3 สอดคล้องกับการตรวจนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่พบ *Noctiluca* กลุ่มของ Dinophyceae จำนวนมาก (ดังแสดงในตารางภาคผนวก) ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวยังมีค่าต่ำกว่าครั้งที่ตรวจพบว่ามีการ bloom ของ *Ceratium* ส่วน Fucoxanthin ยังคงพบความเข้มข้นใกล้เคียงกับช่วงระหว่างวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ.2544 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2544 เช่นเดียวกัน และในครั้งนี้เป็นครั้งเดียวที่พบ Chlorophyll *b* เนื่องมาจากในเซลล์ของ *Noctiluca* มี *Pedinomonas noctiluceae* เป็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กลุ่มของ Chlorophyceae อาศัยอยู่ ส่งผลให้พบ Chlorophyll *b* มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.063 mg.m^{3} นอกจากพบ Chlorophyll *b* แล้ว ยังเป็นครั้งเดียวที่พบ Fucien มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.090 mg.m^{3} หลังจากนั้นในระหว่างวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ความเข้มข้นของ Peridinin เริ่มลดต่ำลง และมีค่าต่ำจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2544 และวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ประชากรกลุ่มหลักที่พบในช่วงนี้จึงกลับมาเป็นกลุ่มของไดอะตอมอีกครั้ง

การวิเคราะห์สารสีโดยวิธี HPLC ไม่พบ zeaxanthin (Cyanophyceae) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่จากการตรวจนับเจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบจำนวนเซลล์ *Oscillatoria* จำนวนมาก เนื่องจาก *Oscillatoria* จัดอยู่ในกลุ่ม Cyanophyceae ซึ่งมีผนังเซลล์หนาหุ้มอยู่ สามารถทนอยู่ได้ทุกสภาวะแม้กระทั่งที่ถูกเก็บรักษาด้วยฟอร์มาลิน 95% เป็นระยะเวลานาน จึงทำให้มีการตรวจพบ *Oscillatoria* จำนวนมากโดยที่ลักษณะเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นมีการเปลี่ยนแปลงไป และอาจเนื่องมาจาก *Oscillatoria* มีผนังเซลล์หนา ทำให้มีผลต่อการสกัดด้วย methanol 95% แล้วไม่พบสารสี Zeaxanthin (Cyanophyceae) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC อย่างไรก็ตามจากการตรวจนับยังพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมขนาดเล็กจำนวนมากซึ่งไม่สามารถจำแนกชนิดได้ซึ่งอาจส่งผลให้การตรวจนับคลาดเคลื่อนไป โดยคล้ายกับการศึกษาของ Breton และคณะ (2000) ที่ทำการศึกษาสารสีในแพลงก์ตอนพืช บริเวณรอบชายฝั่งพบว่า ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Chlorophyll *b* กับ สาหร่ายสีเขียว(Chlorophyceae) อาจจะเป็นเพราะขนาดของเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่ตรวจนับมีขนาดเล็กประมาณ 5 ไมโครเมตร ทำให้ยากต่อการจำแนกชนิด

4. การเปรียบเทียบความเข้มข้นสารสีของแพลงก์ตอนพืชวิธี HPLC กับวิธี Strickland และ Parsons (1972)

จากการหาความสัมพันธ์ด้วย Regression Analysis ระหว่าง Chlorophyll *a* วิธี HPLC และ Chlorophyll *a* วิธี Strickland และ Parsons (1972) ถ้าต้องการให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* (HPLC) และความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972) ต้องไม่มากกว่า 10 mg/m^{3} การตัดข้อมูลจะทำให้ค่าความแม่นยำของสมการ (R^2) สูงขึ้น แสดงว่า Chlorophyll *a* (HPLC) และ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) $R^2 = 0.2132$ และได้สมการเส้นตรง $y = 3.0043x + 3.7593$

จากการหาความสัมพันธ์ด้วย Regression Analysis ระหว่าง Chlorophyll *c* วิธี HPLC และ Chlorophyll *c* วิธี Strickland และ Parsons (1972) ถ้าต้องการให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* (HPLC) และความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* Strickland และ Parsons 1972)

ต้องไม่มากกว่า 2 mg/m^3 การตัดข้อมูลจะทำให้ค่าความแม่นยำของสมการ (R^2) สูงขึ้น แสดงว่า Chlorophyll *c* (HPLC) และ Chlorophyll *c* (Strickland และ Parsons 1972) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) $R^2 = 0.1976$ และได้สมการเส้นตรง $y = 7.374x - 0.3422$

อย่างไรก็ตามยังพบว่า ความแตกต่างของปริมาณ Chlorophyll ที่วิเคราะห์ได้ด้วยวิธีใช้ HPLC และ วิธีของ Strickland และ Parsons (1972) โดยปริมาณน้ำวัดได้ด้วยวิธี Strickland และ Parsons (1972) จะสูงกว่าปริมาณที่วัดได้โดยใช้วิธี HPLC แสดงว่า จะต้องมีการปรับปรุงสภาวะของการวิเคราะห์ให้ได้ค่าที่แม่นยำกว่านี้ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ column water ยี่ห้อ Nova Pak® C – 18 ขนาด 4 ไมโครเมตร ซึ่งแตกต่างจากวิธีดั้งเดิมของ Wright และคณะ (1991) ใช้ column C – 18 ขนาด 5 ไมโครเมตร หรืออาจเกิดความผิดพลาดได้ทั้งจากวิธี Strickland และ Parsons (1972) ที่มีสูตรการคำนวณอ้างอิงจากแหล่งน้ำในเขตร้อนชื้นของไทย หรือความผิดพลาดของวิธี HPLC จากการทดลองในครั้งนี้ก็เป็นได้

5. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าความเข้มข้น Chlorophyll *c*1 + *c*2 Peridinin และ Diadinoxanthin มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับความเค็ม และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) กับความเป็นกรดเป็นเบส โดย Chlorophyll *c*1 + *c*2 Peridinin และ Diadinoxanthin เป็นสารสีหลักที่พบในกลุ่มของ Bacillariophyceae Dinophyceae และ Prymnesiophyceae แสดงให้เห็นว่าความเค็มและความเป็นกรดเป็นเบสมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช พบว่าเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นทำให้ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมีมากขึ้น และความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชอาจเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ความเค็มลดต่ำลง เนื่องมาจากช่วงที่ทำการศึกษามีฝนตกชุกทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มน้ำ แต่ในช่วงที่ฝนตกน้ำฝนสามารถพัดพาธาตุอาหารจากแผ่นดินลงสู่ทะเลได้ ทำให้ในทะเลมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารสูง แพลงก์ตอนพืชจึงเจริญและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ยกตัวอย่างเช่นในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ.2544 เกิดการ bloom ของ *Ceratium* และในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ.2544 เกิดการ bloom ของ *Noctiluca* ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Reiegman และRowe (1994) กล่าวว่า เมื่อมีการเพิ่มของธาตุอาหารขึ้นจะเกิดการ bloom ของ Pheaeocystis บริเวณชายฝั่ง และเมื่อความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมีมากขึ้นการสังเคราะห์แสงและการหายใจของแพลงก์ตอนพืชจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นเบสในน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยการสังเคราะห์แสงทำให้ความเป็นกรดเป็นเบสสูงขึ้น และการหายใจทำให้ความเป็นกรดเป็นเบสลดลง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสารสีของแพลงก์ตอนพืช บริเวณแหลมแท่น วอนนภา และศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. พบว่าพบสารสีแพลงก์ตอนพืช 10 ชนิด ได้แก่ Chlorophyll *c*1 +*c*2 Peridinin Fucoxanthin Violaxanthin Dinoxanthin Diadinoxanthin Diatoxanthin Lutein Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *a* โดยพบสูงสุด 9 ชนิดในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 และพบต่ำสุด 4 ชนิดในวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2544 และวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

2. ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า สารสีที่มีความเข้มข้นมากที่สุดคือ Peridinin เท่ากับ 20.971 mg/m^3 ในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2544

3. การเปลี่ยนแปลงของสถานีมีผลต่อการพบสารสีในแพลงก์ตอนพืช โดยบริเวณวอนนภา และศรีราชา พบสารสี 8 ชนิด ได้แก่ Chlorophyll *c*1 +*c*2 Peridinin Fucoxanthin Dinoxanthin Diadinoxanthin Diatoxanthin Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *a* และบริเวณแหลมแท่นพบสารสีน้อยที่สุดจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ Chlorophyll *c*1+*c*2 Peridinin Fucoxanthin Diadinoxanthin Diatoxanthin และ Chlorophyll *a*

4. การเปลี่ยนแปลงกลุ่มของประชากรเนื่องมาจากเกิดการ bloom ของ *Ceratium* ในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2544 และเกิดการ bloom ของ *Noctiluca* ในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2544 ส่งผลให้ตรวจพบ Chlorophyll *b*

5. การวิเคราะห์สารสีด้วยวิธี Stickland และ Parsons (1997) สามารถวิเคราะห์สารสีได้เพียง 3 ชนิด คือ Chlorophyll *a* Chlorophyll *b* และ Chlorophyll *c* พบว่าความเข้มข้นของสารสีสูงสุด 15.736 mg/m^3 ในวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 และความเข้มข้นต่ำสุด 9.634 mg/m^3 ในวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2544 จากRegression Analysis ระหว่าง Chlorophyll *a* วิธี HPLC และ Chlorophyll *a* วิธี Strickland และ Parsons (1972) ความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* (HPLC) และความเข้มข้นของ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972) ต้องไม่มากกว่า 10 mg/m^3 ส่วน Regression Analysis ระหว่าง Chlorophyll *c*วิธี HPLC และ Chlorophyll *c* วิธี Strickland และ Parsons (1972) ความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* (HPLC) และความเข้มข้นของ Chlorophyll *c* (Strickland และ Parsons 1972) ต้องไม่มากกว่า 2 mg/m^3

6. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ พบว่าความเค็มและความเป็นกรดเป็นเบสมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae Dinophyceae และ Prymnesiophyceae

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์สารสีของแพลงก์ตอนพืชได้เพียงกลุ่มของประชากรเท่านั้น

ไม่ได้ศึกษาถึงการจำแนกระดับสกุล ทำให้ไม่สามารถบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ของจำนวนชนิดได้

2. ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างของแพลงก์ตอนพืชห่างกันเกินไป ทำให้ไม่ทราบการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชได้อย่างต่อเนื่อง

3. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยน้ำขึ้นน้ำลง ความขุ่นใสของน้ำและตะกอนในแหล่งน้ำบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ว่ามีผลต่อการพบปริมาณแพลงก์ตอนหรือไม่ อย่างไร

4. หลังจากทำการเก็บตัวอย่างควรนำมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ก่อนที่ลักษณะเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไป เพื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสารสีที่พบจากการวิเคราะห์ HPLC

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมศรี พลพล. 2532. **องค์ประกอบของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพ.

ธิดา เพชรมณี และมาวิทย์ อัศวอารีย์. 2538. **การตกตะกอนคลอเรลลาน้ำเค็มเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา. กรมประมง. 8 หน้า.

ผุสดี ศรีพยัตต์. 2529. **การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนเพื่อเป็นอาหารลูกสัตว์น้ำ**. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 29. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 290 หน้า.

เพ็ญพรรณ อัศวกุล และโอทอง สวัสดิมงคล. 2539. **Liquid Chromatography ในงานวิเคราะห์**. มหาวิทยาลัยมหิดล : กรุงเทพ . 114 หน้า.

สัดดา วงศ์รัตน์. 2542. **แพลงก์ตอนพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพ. 851 หน้า.

วราภรณ์ ลีพิพัฒไพบูลย์. 2538. **คู่มือหลักสูตรเข้มข้นการวิเคราะห์ โดยใช้ HPLC**.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพ. 171 หน้า.

สุนีย์ สุวภีพันธ์. 2527. **แพลงก์ตอนพืชในทะเล**. สถานีวิจัยประมงทะเล. กองประมงทะเล. กรมประมง. กรุงเทพ. 125 หน้า.

Amvarsari, I., Brown, B. E., Barlow. R. G., Britton, G., Cummings D., 1997. Fluctuations in algal chlorophyll and carotenoid pigments during solar bleaching in the coral *Goniastrea aspera* at Phuket, Thailand. **Mar.Ecol. Progr. Ser.** 159 : 303- 307 pp.

Breton, E., Brunet, C., Brylinski. J. M., 2000. Annual variations of phytoplankton biomass in the Eastern English Channel: Comparison by pigment signatures and microscopic counts. **J. Plankton Res.** 22 : 1423-1439 pp.

Descy, J. P., Arnaud M.,1996. Biomass-Pigment relationships in potamoplankton. **J. Plankton Res.** 18 : 1556-1566 pp.

Descy, J. P., Higgins, J. W., Markey, D. J., Hurley, J. P., Frost, T. M., 2000.Pigment ratio and Phytoplankton Assessment in northern Wisconsin lake. **J. Phycol.** 36 :174-286 pp.

Hynes H.B.N., 1970. The Ecology of Running Water. University of Toronto Press. 535 pp.

Jeffrey, S. W. Mantoura, R. F. C., Wright, S. W., 1997. **Phytoplankton pigment in oceanography.** UNESCO : Paris. 661 pp.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Liewillym, C. A., Mantoura, R. F. C., 1997. AUV absorbing compound in HPLC pigment chromatograms obtained from Icelandic Basin phytoplankton. **Mar.Ecol. Progr. Ser.** 158 : 283-287 pp.

Maitlan P.S., 1987. **Biology Fresh Water**. Blankie Son.Ltd : London. 243 pp.

McManus. G. B., 1995. Phytoplankto abundance and pigment changes during simulated in *situ* dilution experiments in estuarine waters: possible artifacts caused by algal light adaptation.**J. Plankton Res.** 17 : 1705-1716 pp.

Riegman, R. and Rowe, A., 1994. Nutritional status and pigment composition of phtoplankton during springs and summer Phaeocystis blooms in Dutch coastal waters (Marsdiep area) **J. SEA-RES.** 32 : 13-21 pp.

Schluter, L., Kavskum, H., 1997. Phytoplankton pigments in relation to carbon content in phytoplankton communities. **Mar.Ecol. Progr. Ser.** 155 : 55-65 pp.

Strickland, J.D.H. and Parsons T.R., 1972 **A Practical handbook of Seawater Analysis**. Fisheries Research : Ottawa.

Vernet M., Lorenzen, C. J., 1987. The Presence of Chlorophyll b and the estimation of Phaeopigment in marine phytoplankton. **J. Plankton Res.** 9 : 255-265 pp.

Wright, S. W., Jeffrey. S. W., Mantoura, R. F. C., Llewellyn, C. A., Bjornland. T., Repera, D. J., Welschmeyer, N.,1991. Improved HPLC method for the analysis of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. **Mar. Ecol. Progr. Ser.** 77 : 183-196 pp.

Yacobi, Y. Z., Pollingher U., Gonen, Y., Gerhardt V., Sukenik A., 1996. HPLC analysis of phytoplankton pigments from Lake Kinnerer with special reference to the bloom-forming dinoflagellate *Peridinium gatunense* (Dinophyceae) and Chlorophyll degradation products. **J. Plankton Res.** 18 : 1781-1794 pp.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

Pigment abbreviations

Pigment	Abbreviations
Chlorophyll	
Chlorophyll *a*, *b*, *c*1, *c*2,…	Chl *a*, *b*, *c*1, *c*2,…
Carotenoids	
Diadinoxanthin	Diadino
Diatoxanthin	Diato
Dinoxanthin	Dino
Fucoxanthin	Fuco
Lutein	Lut
Peridinin	Perid
Violaxanthin	Viola
Zeaxanthin	Zea

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของสารสีในแต่ละสถานีวิธี HPLC และวิธี Strickland และ Parsons (1972)

ครั้งที่ 1 22-06-01

		วิธี HPLC										วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Diato	Lut	Chl_b	Chl_a	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86		0.72	2.51	2.89			
L1	500	0.707	1.510	0.820	0.000	0.000	0.534	0.951	0.000	0.000	4.020	3.756	0.081	1.307
L2	500	0.431	1.048	0.387	0.000	0.000	0.288	0.323	0.000	0.000	1.378	2.615	0.004	1.005
L3	500	0.400	1.568	0.648	0.000	0.000	0.239	0.875	0.000	0.000	3.231	5.548	-0.023	1.963
W1	250	1.366	5.664	3.176	0.000	0.000	0.904	0.000	0.000	0.000	4.269	12.020	0.125	5.072
W2	250	1.121	3.614	2.460	0.000	0.000	0.685	0.000	0.000	0.000	4.355	18.638	0.186	7.165
W3	500	0.658	1.196	1.323	0.000	0.000	0.372	0.000	0.000	0.000	2.611	16.390	0.070	6.823
S1	250	0.000	0.000	1.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.842	6.791	0.125	2.953
S2	250	0.000	0.000	1.378	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.196	4.914	0.041	1.797
S3	500	0.000	0.000	0.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.338	7.875	0.095	2.770

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 2 04-07-01							วิธี HPLC					วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Diato	Lut	Chl_b	Chl_a	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86		0.72	2.51	2.89			
L1	500	0.413	0.633	1.847	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.978	10.475	0.478	3.829
L2	250	0.326	1.321	1.381	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.999	7.186	0.319	4.069
L3	250	0.000	0.000	3.488	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.959	15.610	0.598	6.037
W1	250	0.832	0.000	5.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.372	37.367	0.895	14.141
W2	250	0.903	0.000	53.472	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.960	39.890	0.531	13.301
W3	250	0.957	0.000	6.132	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.338	46.273	0.967	17.086
S1	250	1.739	2.497	3.316	0.000	0.000	0.349	0.000	0.000	0.000	6.029	32.418	0.314	13.411
S2	250	1.373	2.004	2.352	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.291	29.067	0.397	11.477
S3	250	1.338	2.150	2.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.393	0.330	15.297

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 3 20-07-01

		วิธี HPLC										วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Diato	Lut	Chl_b	Chl_a	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86		0.72	2.51	2.89			
L1	500	12.114	0.000	3.636	0.000	0.000	0.644	0.000	0.000	0.000	6.326	11.483	-0.313	4.333
L2	500	1.350	0.000	3.829	0.000	0.000	0.662	0.000	0.000	0.000	5.593	10.870	-0.355	3.934
L3	500	0.878	0.000	2.604	0.000	0.000	1.034	0.000	0.000	0.000	3.416	12.968	-0.430	4.327
W1	500	0.726	0.000	2.111	0.000	0.000	1.163	0.000	0.000	0.000	1.780	7.307	-0.198	2.588
W2	500	0.991	0.000	2.969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	-0.155	3.443
W3	500	0.273	0.000	1.653	0.000	0.000	0.491	0.000	0.000	0.000	3.530	11.147	72.566	-51.436
S1	500	0.654	0.000	0.835	0.000	0.000	0.479	0.000	0.000	0.000	2.110	12.268	-0.118	6.358
S2	500	1.235	1.652	1.386	0.000	0.000	1.338	1.556	0.000	0.000	6.180	11.885	-0.157	5.321
S3	500	1.515	1.900	1.118	0.000	0.000	1.102	0.000	0.000	0.000	44.924	8.057	-0.098	3.672

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 4 03-08-01

		วิธี HPLC										วิธี S&P		
Pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Diato	Lut	Chl_b	Chl_a	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86		0.72	2.51	2.89			
L1	500	0.620	0.000	1.680	0.000	0.000	0.483	0.000	0.000	0.000	3.770	6.615	0.250	2.770
L2	500	0.238	0.000	1.248	0.000	0.000	0.425	0.000	0.000	0.000	1.905	6.224	0.158	2.508
L3	500	0.669	0.000	1.870	0.000	0.000	0.496	0.000	0.000	0.000	3.553	8.288	0.150	3.086
W1	500	0.865	0.000	2.753	0.000	0.000	1.186	0.000	0.000	0.000	2.784	5.952	-0.101	2.242
W2	500	1.058	0.000	3.239	0.000	0.000	0.636	0.000	0.000	0.000	3.880	15.375	0.038	5.626
W3	500	0.802	0.000	2.504	0.000	0.000	0.450	0.000	0.000	0.000	2.507	18.593	0.295	6.708
S1	500	1.277	1.403	1.633	0.000	0.000	1.538	0.000	0.000	0.000	5.411	11.447	0.060	5.216
S2	500	1.355	1.390	1.670	0.000	0.000	0.701	0.307	0.000	0.000	5.198	11.871	-0.001	5.693
S3	500	1.392	1.755	1.752	0.000	0.000	0.758	0.000	0.000	0.000	4.262	15.365	0.079	7.115

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หรั้งที่ 5 17-08-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
Pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl_b	Chl_a	BB-Car	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	6.061	20.725	2.624	0.000	0.640	2.624	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.847	0.000	M.V.	M.V.	M.V.
L2	500	8.856	24.940	3.751	0.000	0.000	5.471	0.000	0.852	0.000	0.000	0.000	21.532	0.000	M.V.	M.V.	M.V.
L3	500	7.868	23.686	4.081	0.000	0.000	4.395	0.000	0.709	0.000	0.000	0.000	10.956	0.000	M.V.	M.V.	M.V.
W1	500	11.666	43.794	4.744	0.000	1.188	6.324	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	4.369	0.000	M.V.	M.V.	M.V.
W2	500	11.168	33.872	4.254	0.000	0.632	5.056	0.000	0.696	0.000	0.000	0.000	10.811	0.000	M.V.	M.V	M.V.
W3	500	12.396	38.170	6.019	0.000	0.542	5.616	0.000	0.535	0.000	0.000	0.000	10.314	0.000	M.V.	M.V.	M.V.
S1	500	0.668	1.874	0.231	0.000	0.000	0.438	0.000	0.289	0.000	0.000	0.000	1.913	0.000	M.V.	M.V	M.V
S2	500	0.353	0.913	0.000	0.000	0.000	0.259	0.000	0.320	0.000	0.000	0.000	1.610	0.000	M.V.	M.V	M.V.
S3	500	0.318	0.765	0.000	0.000	0.000	0.189	0.000	0.345	0.000	0.000	0.000	1.684	0.000	M.V	M.V	M.V

หมายเหตุ M.V. = MISSING VALUE

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 6 31-08-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
Pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl_b	Chl_a	BB-Car	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
F		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	0.782	0.000	1.312	0.000	0.000	0.869	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.954	0.000	8.722	5.322	14.402
L2	500	0.250	0.000	1.071	0.000	0.000	0.571	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.898	0.000	3.830	[illegible]	[illegible]
L3	500	0.299	0.000	0.977	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.731	0.000	8.527	[illegible]	3.371
W1	500	0.188	0.000	0.480	0.000	0.000	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.087	0.000	7.547	-0.018	2.514
W2	500	0.111	0.000	0.280	0.000	0.000	0.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.183	0.000	6.128	-0.039	1.943
W3	500	0.376	0.000	0.798	0.000	0.000	0.204	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.920	0.000	7.931	-0.054	2.791
S1	500	1.855	0.000	5.966	0.000	0.000	0.882	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.845	0.000	28.770	-1.050	10.719
S2	500	1.582	0.000	4.752	0.000	0.000	0.754	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.153	0.000	37.334	-1.111	14.316
S3	500	0.511	0.000	1.201	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.302	0.000	48.493	1.578	19.018

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สถานี 7 14-09-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
Pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl_b	Chl_a	BB-Car	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	4.359	14.235	1.259	0.000	0.000	4.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	17.865	0.000	19.817	-0.649	11.027
L2	500	3.974	12.207	1.267	0.000	0.000	3.974	0.600	1.585	0.000	0.000	0.000	15.927	0.000	24.395	-0.730	13.739
L3	500	3.978	11.083	0.000	0.000	0.000	2.497	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.131	0.000	17.800	-0.640	10.960
W1	500	0.184	0.317	0.000	0.000	0.000	0.487	0.000	0.748	0.000	0.000	0.000	2.901	0.000	3.877	-1.530	-2.794
W2	1000	0.151	0.254	0.448	0.000	0.000	0.410	0.000	0.581	0.000	0.000	0.570	1.225	0.000	N.D.	N.D.	N.D.
W4	1000	0.187	0.253	0.350	0.000	0.000	0.165	0.000	0.753	0.000	0.000	0.000	1.312	0.000	N.D.	N.D.	N.D.
S1	500	8.761	24.999	1.824	0.000	0.000	6.454	0.000	0.170	0.349	0.000	0.000	21.896	0.000	31.698	0.293	20.205
S2	500	8.853	24.432	1.721	0.812	0.000	5.633	0.000	0.000	0.458	0.000	0.000	23.180	0.000	28.444	-0.178	17.836
S3	500	1.715	5.005	0.000	1.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.032	0.000	41.496	-0.713	26.646

หมายเหตุ N.D. = NON DETECTED

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 8 28-09-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl_b	Chl_a	BB-Car	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	0.237	0.000	1.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.963	0.000	1.590	0.048	0.724
L2	500	0.207	0.000	0.418	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.932	0.000	2.196	-0.018	0.914
L3	500	0.238	0.000	0.462	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.795	0.000	2.009	-0.015	1.165
W1	500	0.730	0.000	2.137	0.000	0.000	0.885	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.549	0.000	9.064	-0.258	4.175
W2	500	0.681	0.000	2.328	0.000	0.000	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.857	0.000	9.169	-0.086	3.950
W3	500	0.753	0.000	2.122	0.000	0.000	0.902	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.136	0.000	11.226	-0.149	5.456
S1	500	0.967	0.465	3.425	0.000	0.000	0.943	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.243	0.000	16.641	0.756	9.393
S2	500	1.149	6.197	3.138	0.000	0.000	0.691	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.971	0.000	27.360	-0.626	13.756
S3	500	0.374	0.000	1.255	0.000	0.000	0.426	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.400	0.000	24.421	0.244	11.588

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 9 14-10-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl_b	Chl_a	BB-Car	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	0.832	1.405	0.896	0.000	0.000	0.973	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.028	0.000	2.819	35.074	-24.186
L2	500	0.931	0.156	1.017	0.000	0.000	0.657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.961	0.000	6.142	-0.342	3.555
L3	500	0.884	1.615	0.845	0.000	0.000	0.814	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.776	0.000	6.658	-0.108	4.030
W1	500	1.161	2.155	1.006	0.000	0.000	0.737	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.284	0.000	8.947	-0.087	5.914
W2	500	0.949	1.805	1.151	0.000	0.000	0.832	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.230	0.000	10.598	-0.177	6.744
W3	500	0.790	1.225	0.833	0.000	0.000	0.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.723	0.000	10.717	-0.138	6.935
S1	500	0.433	0.000	1.369	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.811	0.000	10.564	0.286	5.319
S2	500	4.051	0.000	1.059	0.000	0.000	0.708	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.358	0.000	9.379	0.478	5.592
S3	500	0.465	0.000	1.291	0.000	0.000	0.887	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.012	0.000	11.184	0.539	6.112

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่ 10 24-10-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl_b	Chl_a	BB-Car	CHL_a (mg/m3)	CHL_b (mg/m3)	CHL_c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	0.577	0.000	1.568	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.375	0.000	4.350	-0.051	2.736
L2	500	0.523	0.000	1.372	0.000	0.000	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.870	0.000	5.387	-0.609	3.230
L3	500	0.600	0.000	1.660	0.000	0.000	0.632	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.728	0.000	5.338	-0.033	2.699
W1	500	0.209	0.000	0.854	0.000	0.000	0.381	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.395	0.000	4.155	0.387	1.885
W2	500	0.297	0.000	1.150	0.000	0.000	0.677	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.869	0.000	4.037	0.142	1.736
W3	500	0.436	0.000	1.117	0.000	0.000	0.619	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.895	0.000	2.649	33.757	-22.034
S1	500	0.568	0.000	1.698	0.000	0.000	0.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.197	0.000	6.054	0.129	3.213
S2	500	0.525	0.000	1.529	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.317	0.000	7.105	-0.036	3.827
S3	500	0.559	0.000	1.787	0.000	0.000	0.433	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.367	0.000	9.667	0.159	5.110

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

ตารางที่ I (ต่อ)

ครั้งที่ 11 08-11-01

		วิธี HPLC													วิธี S&P		
pigment	VF(ml)	Chl_c1 +c2	Perid	Fuco	Viola	Dino	Diadino	Allo	Diato	Lut	Zea	Chl b	Chl a	BB-Car	CHL a (mg/m3)	CHL b (mg/m3)	CHL c (mg/m3)
f		0.63	1.49	1.09			0.86			0.72	0.86	2.51	2.89	0.77			
L1	500	1.170	0.000	2.979	0	0	0	0	0	0	0	0	4.487	0	2.776	0.025	1.795
L2	500	1.046	0	2.540	0	0	0	0	0	0	0	0	4.966	0	6.534	0.062	3.537
L3	500	0.733	0	1.917	0	0	0	0	0	0	0	0	2.256	0	6.757	0.075	3.879
W1	500	0.648	0	1.419	0	0	0.267	0	0	0	0	0	2.168	0	3.017	0.126	2.344
W2	500	0.616	0	1.341	0	0	0.188	0	0	0	0	0	1.850	0	5.241	0.213	3.447
W3	500	1.252	0	2.776	0	0	0.356	0	0	0	0	0	4.149	0	22.921	0.595	13.240
S1	500	1.009	0	2.726	0	0	0.491	0	0	0	0	0	5.348	0	21.467	-0.118	11.307
S2	500	1.061	0	2.705	0	0	0.466	0	0	0	0	0	5.011	0	20.938	-0.350	10.360
S3	500	1.066	0	2.886	0	0	0.314	0	0	0	0	0	3.453	0	30.169	0.023	16.245

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 จำนวนแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	4-Jul-44			20-Jul-44			3-Aug-44			17-Aug-44		
	L	W	S	L	W	S	L	W	S	L	W	S
Anabaena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oscillatoria	250000	750000	1194444	27777.78	55555.56	277777.8	27777.78	111111.1	138888.9	0	27777.78	444444.4
Amphora	0	0	555.5556	0	0	0	1111.111	1666.667	0	0	0	0
Asterionella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillaria	0	0	0	0	0	0	0	0	40555.56	0	0	0
Bacteriastrum	0	0	0	0	0	0	0	0	555.5556	0	0	0
Certaulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros	0	555.5556	555.5556	1111.111	0	0	0	0	0	0	0	0
Coscinodiscus	0	0	555.5556	1111.111	0	0	2222.222	2222.222	555.5556	0	0	1111.111
Cyclotella	0	0	0	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	0
Ditylum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucampia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gioeotirichia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guinardia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemiaulus	0	0	0	0	0	1111.111	2777.778	0	0	0	0	0
Hemidiscus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Lauderia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melosira	0	0	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	0	0
Navicula	536111.1	1111.111	555.5556	20555.56	1111.111	0	555.5556	555.5556	555.5556	0	0	0
Nitzchia	0	0	0	0	0	0	0	0	555.5556	0	0	0
Odontella	2222.222	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleurosigma	0	0	1111.111	0	555.5556	0	0	0	0	0	0	0
Paeudonitzschia	0	0	0	0	0	4444.444	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia	0	0	0	0	555.5556	1666.667	27222.22	4444.444	555.5556	0	0	0
Skeletonema	0	0	0	58888.89	16666.67	16666.67	5555.556	2777.778	0	4444.444	8333.333	0
Thalassionema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassiosira	0	0	0	0	0	111.111	0	0	0	0	0	1
Thalassiothrix	0	0	0	0	3888.889	3888.889	0	555.5556	0	0	0	0
Triceratium	0	0	0	0	0	0	111.111	0	0	555.5556	0	0
Ceratium	0	0	1111.111	0	2222.222	555.5556	28333.33	555.5556	0	9444.444	16111.11	2222.222
Noctiluca	0	0	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium	0	0	0	0	0	27777.78	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

	31-Aug-44			14-Sep-44			28-Sep-44			14-Oct-44		
	L	W	S	L	W	S	L	W	S	L	W	S
Anabaena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20000	0	0
Oscillatoria	250000	250000	84444.44	0	111111.1	166666.7	83333.33	0	138888.9	0	0	0
Amphora	0	0	0	0	0	0	1666.667	0	555.5556	1111.111	555.5556	0
Asterionella	0	0	2777.778	0	0	0	0	0	1666.667	0	0	0
Bacillaria	0	0	0	0	0	0	0	0	3333.333	3888.889	0	25555.56
Bacteriastrum	0	0	555.5556	0	0	0	2222.222	1111.111	2222.222	15555.56	8333.333	0
Certaulina	0	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros	0	0	3333.333	0	2777.778	555.5556	56111.11	209444.4	149444.4	206111.1	91666.67	18333.33
Coscinodiscus	0	0	555.5556	0	555.5556	0	555.5556	1666.667	0	2222.222	0	0
Cyclotella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ditylum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucampia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8333.333	0	0
Gloeotirichia	0	0	0	1111.111	0	0	0	0	0	0	0	0
Guinardia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1666.667	0	0
Hemiaulus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1111.111
Hemidiscus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Lauderia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2222.222	0	0
Melosira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Navicula	0	0	0	0	555.5556	0	0	555.5556	0	0	555.5556	0
Nitzchia	0	0	0	0	0	0	555.5556	1666.667	555.5556	1111.111	0	0
Odontella	0	0	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	0	555.5556
Pleurosigma	555.5556	0	0	555.5556	0	0	0	0	0	2777.778	555.5556	1111.111
Paeudonitzschia	0	0	0	0	0	0	555.5556	6111.111	44444.44	0	0	1666.667
Rhizosolenia	0	0	0	0	0	0	3888.889	3333.333	5000	7222.222	1111.111	0
Skeletonema	0	0	2777.778	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassionema	0	0	0	0	0	0	1666.667	2222.222	0	3888.889	20555.56	18333.33
Thalassiosira	0	0	0	0	0	0	1666.667	555.5556	0	0	0	21111.11
Thalassiothrix	0	0	1111.111	555.5556	0	1666.667	1111.111	3888.889	8333.333	391111.1	116666.7	55000
Triceratium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratium	555.5556	1111.111	1666.667	12222.22	0	21666.67	1111.111	555.5556	2222.222	2222.222	3333.333	0
Noctiluca	0	0	0	0	0	1666.667	555.5556	0	0	0	0	0
Prorocentrum	0	0	555.5556	0	0	555.5556	1111.111	0	0	0	0	0
Protoperidinium	0	0	0	0	0	1111.111	0	0	555.5556	0	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

	24-Oct-44			8-Nov-44		
	L	W	S	L	W	S
Anabaena	0	0	0	0	0	0
Oscillatoria	0	0	0	0	0	1111.111
Amphora	1666.667	555.5556	0	0	0	555.5556
Asterionella	0	0	0	0	0	0
Bacillaria	0	0	63333.33	0	0	0
Bacteriastrum	15555.56	6111.111	32222.22	178888.9	125000	2222.222
Cerataulina	0	1666.667	1111.111	0	0	0
Chaetoceros	157222.2	69444.44	39444.44	397777.8	456111.1	138333.3
Coscinodiscus	10000	7777.778	3333.333	0	1111.111	8333.333
Cyclotella	0	0	0	0	0	0
Ditylum	555.5556	555.5556	555.5556	2222.222	1111.111	0
Eucampia	0	0	0	12777.78	0	1666.667
Gioeotirichia	0	0	0	0	0	0
Guinardia	0	0	555.5556	3888.889	555.5556	0
Hemiaulus	0	0	0	5000	3333.333	1666.667
Hemidiscus	0	0	0	10555.56	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Lauderia	0	0	0	0	0	0
Melosira	0	0	0	0	0	0
Navicula	555.5556	555.5556	1666.667	0	0	555.5556
Nitzchia	555.5556	555.5556	1666.667	555.5556	0	0
Odontella	0	555.5556	0	0	0	0
Pleurosigma	0	0	0	2222.222	3888.889	3333.333
Pseudonitzschia	0	1111.111	0	0	0	2222.222
Rhizosolenia	5555.556	4444.444	2777.778	9444.444	11666.67	23333.33
Skeletonema	0	0	0	0	0	0
Thalassionema	0	0	5555.556	2222.222	0	5000
Thalassiosira	1666.667	0	0	2777.778	0	0
Thalassiothrix	3888.889	14444.44	12777.78	0	555.5556	11666.67
Triceratium	0	0	0	0	0	0
Ceratium	6111.111	0	0	0	1666.667	4444.444
Noctiluca	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium	0	0	0	0	0	0

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

ตารางที่ 3 จำนวนของแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยแต่ละชนิดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

	4-Jul-44	20-Jul-44	3-Aug-44	17-Aug-44	31-Aug-44	14-Sep-44	28-Sep-44	14-Oct-44	24-Oct-44	8-Nov-44
Anabaena	0	0	0	0	0	0	0	6666.667	0	0
Oscillatoria	731481.5	120370.4	92592.59	157407.4	194814.8	0	74074.07	0	0	370.3704
Amphora	185.1852	0	925.9259	0	0	555.5556	740.7407	555.5556	740.7407	185.1852
Asterionella	0	0	0	0	925.9259	0	555.5556	0	0	0
Bacillaria	0	0	13518.52	0	0	9814.815	1111.111	9814.815	21111.11	0
Bacteriastrum	0	0	185.1852	0	185.1852	7962.963	1851.852	7962.963	17962.96	102037
Certaulina	0	0	0	0	0	0	0	0	925.9259	0
Chaetoceros	370.3704	370.3704	0	0	1111.111	105370.4	138333.3	105370.4	88703.7	330740.7
Coscinodiscus	185.1852	370.3704	1666.667	370.3704	185.1852	740.7407	740.7407	740.7407	7037.037	3148.148
Cyclotella	0	185.1852	0	0	0	0	0	0	0	0
Ditylum	0	0	0	0	0	0	0	0	555.5556	1111.111
Eucampia	0	0	0	0	0	2777.778	0	2777.778	0	4814.815
Gloeotirichia	0	0	0	0	0	370.3704	0	0	0	0
Guinardia	0	0	0	0	0	555.5556	0	555.5556	185.1852	1481.481
Hemiaulus	0	370.3704	925.9259	0	0	370.3704	0	370.3704	0	3333.333
Hemidiscus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3518.519

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Lauderia	0	0	0	0	0	740.7407	0	740.7407	0	0
Melosira	0	185.1852	0	0	0	0	0	0	0	0
Navicula	179259.3	7222.222	555.5556	0	0	185.1852	185.1852	185.1852	925.9259	185.1852
Nitzchia	0	0	185.1852	0	0	370.3704	925.9259	370.3704	925.9259	185.1852
Odontella	740.7407	185.1852	0	0	0	185.1852	0	185.1852	185.1852	0
Pleurosigma	370.3704	185.1852	0	0	185.1852	1481.481	0	1481.481	0	3148.148
Paeudonitzschia	0	1481.481	0	0	0	555.5556	17037.04	555.5556	370.3704	740.7407
Rhizosolenia	0	740.7407	10740.74	0	0	2777.778	4074.074	2777.778	4259.259	14814.81
Skeletonema	0	30740.74	2777.778	4259.259	925.9259	0	0	0	0	0
Thalassionema	0	0	0	0	0	14259.26	1296.296	14259.26	1851.852	2407.407
Thalassiosira	0	370.3704	0	0	0	7037.037	740.7407	7037.037	555.5556	925.9259
Thalassiothrix	0	2592.593	185.1852	0	370.3704	187592.6	4444.444	187592.6	10370.37	4074.074
Triceratium	0	0	370.3704	185.1852	0	0	0	0	0	0
Ceratium	370.3704	925.9259	9629.63	9259.259	1111.111	1851.852	1296.296	1851.852	2037.037	2037.037
Noctiluca	0	185.1852	0	0	0	0	185.1852	0	0	0
Prorocentrum	0	0	0	0	185.1852	0	370.3704	0	0	0
Protoperidinium	0	9259.259	0	0	0	0	185.1852	0	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเปรียบเทียบ Regression ระหว่าง Chlorophyll *a* (HPLC) กับ Chlorophyll *a* (Strickland และ Parsons 1972)

Regression Statistics	
Multiple R	0.1534
R Square	0.023421
Adjusted R Square	0.012066
Standard Error	6.518958
Observarions	88

ANOVA

	df	ss	ms	F	Sig.F P<0.05
Regression	1	87.65464	87.65164	2.062546	0.154585456
Residual	86	3654.726	42.49682		
Total	87	3742.378			

Regression ของ Chlorophyll *a* (HPLC) หลังจากตัดข้อมูลที่มากกว่า 10 mg/m^3

Regression Statistics	
Multiple R	0.461722
R Square	0.213188
Adjusted R Square	0.2031
Standard Error	1.505032
Observations	80

ANOVA

	df	ss	ms	F	Sig.F P<0.05
Regression	1	47.8716	47.87146	21.13418	1.62528E-05
Residual	78	176.6794	2.26512		
Total	79	224.5509			

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเปรียบเทียบ Regression ระหว่าง Chlorophyll *c* (HPLC) กับ Chlorophyll *c* (Strickland และ Parsons 1972)

Regression Statistics	
Multiple R	0.310913
R Square	0.096667
Adjusted R Square	0.085651
Standard Error	1.80065
Observations	84

ANOVA

	df	ss	ms	F	Sig.F P<0.05
Regression	1	28.43291	28.43291	8.774955	0.003994713
Residual	82	265.6992	3.240234		
Total	83	294.1321			

Regression ของ Chlorophyll *c* (HPLC) หลังจากตัดข้อมูลที่มากกว่า 2 mg/m^3

Regression Statistics	
Multiple R	0.444558
R Square	0.197632
Adjusted R Square	0.186934
Standard Error	0.379014
Observations	37

ANOVA

	df	ss	ms	F	Sig.F P<0.05
Regression	1	2.653726	2.653726	18.4733	5.1113E-05
Residual	75	10.7739	0.143652		
Total	76	13.42762			

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subject Effects

Dependent Variable : Chlorophyll c1+c2

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Chlorophyll c1 + c2 กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	610.716[a]	32	19.085	9.597	.000
Intercept	280.956	1	280.956	141.284	.000
MONTH	315.252	10	31.525	15.853	.000
STATION	2.901	2	1.450	.729	.486
MONTH* STATION	292.563	20	14.628	7.356	.000
Error	131.247	66	1.989		
Total	1022.919	99			
Corrected Total	741.963	98			

[a] R Squared = .823 (Adjusted R Squared = .737)

Dependent Variable : Peridinin

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Peridinin กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6548.155[a]	32	204.630	37.229	.000
Intercept	1085.716	1	1085.716	197.526	.000
MONTH	3877.160	10	387.716	70.538	.000
STATION	44.559	2	22.279	4.053	.022
MONTH* STATION	2626.436	20	131.322	23.892	.000
Error	362.774	66	5.497		
Total	7996.645	99			
Corrected Total	6910.929	98			

[a] R Squared = .948 (Adjusted R Squared = .922)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Dependent Variable : **Fucoxanthin**

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Fucoxanthin กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1249.920[a]	32	39.060	1.653	.043
Intercept	585.794	1	585.794	24.786	.000
MONTH	436.704	10	43.670	1.848	.069
STATION	81.368	2	40.684	1.721	.187
MONTH* STATION	731.848	20	36.592	1.548	.095
Error	1559.822	66	23.634		
Total	3395.536	99			
Corrected Total	2809.742	98			

[a] R Squared = .445 (Adjusted R Squared = .176)

Dependent Variable : **Diadinoxanthin**

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Diadinoxanthin กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	175.142[a]	32	5.473	10.188	.000
Intercept	83.318	1	83.318	155.096	.000
MONTH	102.262	10	10.226	19.036	.000
STATION	676	2	.338	.629	.536
MONTH* STATION	72.205	20	3.610	6.720	.000
Error	35.455	66	.537		
Total	293.915	99			
Corrected Total	210.597	98			

[a] R Squared = .832 (Adjusted R Squared = .759)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Dependent Variable : Chlorophyll *a*

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Chlorophyll *a* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2021.211[a]	32	63.163	1.935	.012
Intercept	2613.353	1	2613.353	80.077	.000
MONTH	704.146	10	70.415	2.158	.032
STATION	65.892	2	32.946	1.010	.370
MONTH* STATION	1251.174	20	62.559	1.917	.026
Error	2153.935	66	32.635		
Total	6788.499	99			
Corrected Total	4175.146	98			

a. R Squared = .484 (Adjusted R Squared = .234)

Dependent Variable : Chlorophyll *a* (วิธี Strickland และ Parsons 1972)

ตารางที่ 9 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Chlorophyll *a* (วิธี Strickland และ Parsons 1972) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9482.092[a]	29	326.969	9.597	.000
Intercept	15217.315	1	15217.315	141.284	.000
MONTH	3447.058	9	383.006	15.853	.000
STATION	2178.312	2	1089.156	.729	.486
MONTH* STATION	3328.900	18	184.939	7.356	.000
Error	955.701	58	16.478		
Total	26826.204	88			
Corrected Total	10437.793	87			

a. R Squared = .908 (Adjusted R Squared = .863)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Dependent Variable : Chlorophyll *b* (วิธี Strickland และ Parsons 1972)

ตารางที่ 10 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Chlorophyll *b* (วิธี Strickland และParsons 1972) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2322.834[a]	29	80.098	.907	.604
Intercept	205.349	1	205.349	2.325	.133
MONTH	594.484	9	66.054	.748	.664
STATION	174.347	2	87.174	.987	.379
MONTH* STATION	1515.722	18	84.096	.952	.524
Error	5123.011	58	88.328		
Total	7679.733	88			
Corrected Total	7445.845	87			

a. R Squared = .312 (Adjusted R Squared = -.032)

Dependent Variable : Chlorophyll *c* (วิธี Strickland และ Parsons 1972)

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง Chlorophyll *c* (วิธี Strickland และParsons 1972) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4234.539[a]	29	146.019	2.628	.001
Intercept	2183.876	1	2183.876	39.304	.000
MONTH	1322.407	9	146.934	2.644	.012
STATION	948.254	2	474.127	8.533	.001
MONTH* STATION	1677.032	18	92.613	1.667	.073
Error	3222.704	58	55.564		
Total	9898.164	88			
Corrected Total	7457.243	87			

a. R Squared = .568 (Adjusted R Squared = .352)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Correlations ตารางที่ 12 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างสารสีกับคุณภาพน้ำและสารอาหาร

		Chl-c1+c2	Perid	Fuco	Diadino	Chl-*a*	Chl-*a* (S&P)	Chl-*b* (S&P)	Chl-*c* (S&P)
Temp	Pearson Correlation	.195	.123	-.118	.247	.299	.142	.067	.199
	Sig. (2-tailed)	.276	.494	.512	.166	.091	.453	.726	.291
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
Salinity	Pearson Correlation	-3.99*	-4.13*	.088	-.427*	-.178	.058	.249	.000
	Sig. (2-tailed)	.022	.017	.627	.013	.322	.760	.185	.998
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
DO	Pearson Correlation	.035	.037	-0.39	.068	.246	-.098	.569**	-.297
	Sig. (2-tailed)	.845	.839	.828	.708	.167	.606	.001	.111
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
pH	Pearson Correlation	.387*	.556**	-.039	.495**	.098	.125	-.047	.137
	Sig. (2-tailed)	.026	.001	.827	.003	.588	.511	.804	.472
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
NH^3	Pearson Correlation	.013	.099	-.106	.053	-.052	.064	.376*	-.057
	Sig. (2-tailed)	.942	.584	.558	.771	.755	.736	.040	.766
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
NO^2	Pearson Correlation	.135	.066	-0.46	.194	.223	.220	-.122	.259
	Sig. (2-tailed)	.453	.713	.799	.279	.213	.243	.522	.167
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
NO^3	Pearson Correlation	-.076	-.095	-.117	.007	.099	-.062	.157	-.019
	Sig. (2-tailed)	.676	.600	.515	.967	.584	.747	.408	.920
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
PO^4	Pearson Correlation	-.238	-.289	-2.10	-.188	.234	-.348	.472**	-.396**
	Sig. (2-tailed)	.182	.103	.242	.294	.190	.059	.008	.030
	N	33	33	33	33	33	30	30	30
Si	Pearson Correlation	.264	.224	.056	.141	-.075	-.061	-.154	-.052
	Sig. (2-tailed)	.137	.209	.756	.433	.680	.750	.417	.784
	N	33	33	33	33	33	30	30	30

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

หมายเหตุ S&P = วิธีการวิเคราะห์ของ Strickland และ Parsons (1972)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0627

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวมาริยา [illegible]

เกิด 20 มีนาคม พ.ศ.2523 ณ โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร จังหวัดปราจีนบุรี

การศึกษา ปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนอนุบาล ปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี

ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนปราจีน กัลยาณี จังหวัดปราจีนบุรี

ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียน ปราจิณราษฎรอำรุง จังหวัดปราจีนบุรี

ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชา วาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University