

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรเพลงก่ต๋อนพีซบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงโดยการวิเคราะห์
รังควัตถุด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง

สรารุณ แสงสว่างโชติ

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวาริชศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

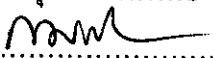
พฤษภาคม 2547

ISBN 974-3837-17-5

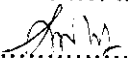
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สราวุธ แสงสว่างโชติ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

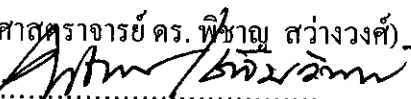
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จิตคอร)

.....กรรมการ

(ดร. สรวิศ เพ้าทองสุข)

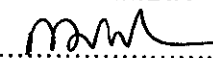
.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชายู สว่างวงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. คเชนทร เฉลิมวัฒน์)

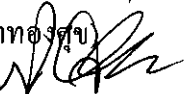
คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

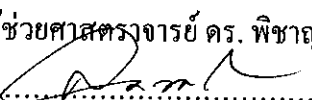
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จิตคอร)

.....กรรมการ

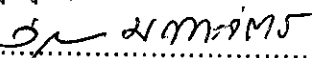
(ดร. สรวิศ เพ้าทองสุข)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชายู สว่างวงศ์)

.....กรรมการ

(นายสมภพ รุ่งสุภา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิญญิต มั่นทะจิตร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 13 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2545

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยลงได้ก็เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากหลาย ๆ ท่าน ผู้เขียนต้องกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จริตควร ประธานอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งคอยให้คำแนะนำทั้งในทางวิชาการ การแก้ไขสิ่งบกพร่องต่าง ๆ และการชักนำให้มีความมุ่งมั่นทำงานเมื่อยามที่งานมีข้อติดขัด ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างยิ่งต่อ ดร. สรวิศ เผ่าทองสุข อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยให้คำปรึกษา การชี้แนะทางวิชาการ การสนับสนุนอุปกรณ์ในการทำการทดลอง และการตรวจแก้ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาย สุว่างวงศ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. กเชนทร เฉลิมวัฒน์ อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยติดตาม สอบถามความก้าวหน้าอยู่เสมอ ขอขอบพระคุณ คุณสมภพ รุ่งสุภา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิญญิต มั่นทะจิตร ซึ่งเป็นคณะกรรมการร่วมสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและชี้แนะเพื่อการแก้ไข วิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ อาจารย์ วิชญา กันบัว หัวหน้าโครงการวิจัยฯ ที่ช่วยเหลือทั้งทางวิชาการ ทุนในการศึกษาวิจัยและการร่วมออกเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณ อาจารย์ เษชัญ โชค จินตเสนีย์ ที่ให้คำแนะนำทางวิชาการ และช่วยเหลือทางคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณ อาจารย์ อภิศักดิ์ ไชยโรจน์วัฒนา ที่ช่วยเหลือในการประมวลผลทางสถิติ ขอขอบคุณ คุณธนพัฒน์ บุญปาน ร.อ. ปิยะชาติ วงศ์จารีต คุณมงคล ผลทรัพย์ เพื่อนที่ช่วยในการเก็บตัวอย่าง และช่วยในการทำการทดลอง รวมทั้งรุ่นน้อง ได้แก่ น้อง น้ำ กู้ก ผึ้ง เอ อ้วน อ้อ อ้อฟ เอก ตูน ดี นิพนธ์ และแอม ที่มีส่วนร่วมในการช่วยทำงาน ขอขอบพระคุณภาควิชาวาริชศาสตร์ที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการทดลองโดยมี คุณประสาร อินทผล คุณเวสราวัช พรประเสริฐ และคุณสรนนท์ วัฒนพันธุ์ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวาริชศาสตร์ ที่คอยช่วยเหลือในการเบิกยืมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคุณรุ่งทิพย์ โพธิ์แสงเสริมฐิ คุณอรุณนีย์ เนื้อแก้ว และ คุณจิตรดา สุขสวัสดิ์ เจ้าหน้าที่จากโครงการบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกในการขอใช้ห้องเครื่องมือ ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนทุนงบประมาณวิจัยในโครงการครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณฉวีวรรณ สุว่างวัน ผู้ที่คอยสนับสนุนในทุกด้าน ทั้งในการศึกษา การเป็นผู้ช่วยทำการทดลอง การจัดพิมพ์รูปเล่ม และคอยให้กำลังใจในการทำงานอย่างต่อเนื่องจนงานแล้วเสร็จ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีส่วนสนับสนุนทุก ๆ ท่านที่ไม่ได้เอ่ยชื่อนามต้องขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ต้องขอกราบแทบเท้าคุณพ่อและคุณแม่ที่ให้การสนับสนุน ทุ่มเท ทั้งในด้านทุนทรัพย์ และสำคัญอย่างมากในด้านกำลังใจ รวมถึงน้องชายทั้งสองคน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สรารุณ แสงสว่างโชติ

43910874: สาขาวิชา: วาริชศาสตร์; วท.ม. (วาริชศาสตร์)

คำสำคัญ: แพลงก์ตอนพืช/ รงควัตถุ/ วิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง

สราวุธ แสงสว่างโชติ: ศึกษาการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงโดยการวิเคราะห์รงควัตถุด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง

(INVESTIGATION ON PHYTOPLANKTON COMMUNITY IN THE BANGPAKONG

ESTUARY USING PIGMENT ANALYSIS BY HIGH PERFORMANCE LIQUID

CHROMATOGRAPHY) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สมถวิล จริตควร, Ph.D.,

สรวิศ เผ่าทองสุข, Ph.D., พิชายู สว่างวงศ์, Ph.D., กเชนทร เฉลิมวิวัฒน์, Ph.D. 156 หน้า.

ปี พ.ศ. 2547. ISBN 974-3837-17-5

การเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชและรงควัตถุในแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 แพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดได้แก่ไดอะตอมโดยชนิดที่พบเด่นคือ *Skeletonema* sp. จากการศึกษาพบรงควัตถุที่จำแนกได้ 7 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี คลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 ฟูโคแซนธิน เพริดีนิน ไดอะไดโนแซนธิน และลูเทออิน โดยชนิดและปริมาณรงควัตถุมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($r=0.25-0.47$, $p<0.05$) กับกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่ได้จากการนับจำนวนได้กล้องจุลทรรศน์ โดยเฉพาะฟูโคแซนธินและเพริดีนินมีความสัมพันธ์กับไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลต ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน ทำได้ค่อนข้างยาก ในขณะที่การวัดรงควัตถุด้วยเครื่อง HPLC สามารถวัดได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยสามารถวัดรงควัตถุจากแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน ได้เกือบถึงร้อยละ 20 ของปริมาณรงควัตถุทั้งหมด ดังนั้นการวัดรงควัตถุด้วยเครื่อง HPLC จึงเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ดีในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำได้อย่างเหมาะสม

43910874: MAJOR: AQUATIC SCIENCE; M.S. (AQUATIC SCIENCE)

KEYWORDS: PLANKTON/ PIGMENT/ HIGH PERFORMANCE LIQUID
CHROMATOGRAPHY (HPLC)

SARAWUT SANGSAWANGCHOT: INVESTIGATION ON PHYTOPLANKTON
COMMUNITY IN THE BANGPAKONG ESTUARY USING PIGMENT ANALYSIS BY
HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY. THESIS ADVISOR: SOMETAWIN
JARITKHUAN, Ph.D., SORAWIT POWTONGSOOK, Ph.D., PICHAN SAWANGWONG,
Ph.D., KASHANE CHALOEMWAT, Ph.D. 156 P. 2004.
ISBN 974-3837-17-5

The composition and pigment profiles of phytoplankton assemblages in the Bangpakong Estuary during September 2001-September 2002 were studied. The results showed that diatom was the dominant group in which *Skeletonema* sp. was a major species. Seven pigments were identified using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). They were chlorophyll-*a*, chlorophyll-*b*, chlorophyll- *c*1+*c*2, fucoxanthin, peridinin, diadinoxanthin and lutein. The significant ($r=0.32-0.47$, $p < 0.05$) relationship between the taxon-specific pigment concentrations and the taxon-specific cell numbers was observed. Fucoxanthin and peridinin were related to diatoms and dinoflagellates, respectively. It was found that the sizes of phytoplankton of less than 20 μm were rather difficult to identify while the pigment analysis using HPLC was faster and more accurate. The result revealed that the pigment concentration from 20 μm phytoplankton in size was almost 20 % of the total. Therefore, the pigment analysis technique using HPLC could be a valuable tool to monitor the composition and dynamics of phytoplankton.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ลักษณะทั่วไปของแม่น้ำบางปะกง.....	4
การจำแนกหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืช.....	6
ชนิดของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง.....	6
แหล่งของรงควัตถุภายในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช.....	10
ประโยชน์ของแพลงก์ตอนพืช.....	19
ปัจจัยในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช.....	21
การประเมินค่าผลผลิตเบื้องต้น.....	23
มลพิษที่เกิดจากแพลงก์ตอนพืช.....	24
เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography,HPLC).....	25
เทคนิคโครมาโทกราฟี.....	26
การจำแนกวิธีการของโครมาโทกราฟี.....	26
หลักการของHPLC.....	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	34
อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....	34
วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
พื้นที่ทำการศึกษา.....	35
การเก็บตัวอย่าง.....	37
การวิเคราะห์รังกวัดดูในเพลงก่ตอนพีช.....	39
การจำแนกชนิดและปริมาณเพลงก่ตอนพีช.....	44
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.....	44
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	45
4 ผลการวิจัย.....	46
ผลการวิเคราะห์รังกวัดดูในเพลงก่ตอนพีช.....	46
ผลการนับจำนวนและจำแนกชนิดของเพลงก่ตอนพีชภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	59
ความสัมพันธ์ปริมาณของรังกวัดดูกับกลุ่มของเพลงก่ตอนพีช.....	69
คุณภาพน้ำในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	72
ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....	88
5 อภิปรายและสรุปผล.....	91
การศึกษารังกวัดดูในเพลงก่ตอนพีช และคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง...	91
รังกวัดดูในเพลงก่ตอนพีช.....	91
ความสัมพันธ์ระหว่างเพลงก่ตอนพีชกับคุณภาพน้ำ.....	97
สรุปผลการศึกษา.....	102
ข้อเสนอแนะ.....	103
รายการอ้างอิง	104
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก.....	113
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค.....	127

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ง.....	129
ภาคผนวก ง-1 วิธีการวิเคราะห์แอมโมเนีย.....	130
ภาคผนวก ง-2 วิธีการวิเคราะห์ฟอสเฟต.....	132
ภาคผนวก ง-3 วิธีการวิเคราะห์ซิลิกา.....	134
ภาคผนวก ง-4 วิธีการวิเคราะห์ไนเตรทและไนไตรท์.....	136
ภาคผนวก ง-5 วิธีการวิเคราะห์คลอไรด์.....	139
ภาคผนวก จ.....	141
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	156

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 การแบ่งเพลงก่ตอนตามขนาด.....	12
2-2 เปรียบเทียบการจัดหมวดหมู่ของเพลงก่ตอนพืช.....	13
2-3 รงควัตถุที่พบในกลุ่มหลักของเพลงก่ตอนพืชที่พบในทะเล.....	17
2-4 ชนิดของเพลงก่ตอนพืชที่วัดตามขนาด.....	18
3-1 พิกัดตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่าง.....	36
3-2 การจำแนกตัวอย่างเพลงก่ตอนผ่านการกรองแยกขนาดเพื่อนำไปวิเคราะห์ รงควัตถุ.....	37
3-3 ค่าแก้ของรงควัตถุชนิดต่าง ๆ.....	42
4-1 ปริมาณเฉลี่ยของรงควัตถุในเพลงก่ตอนพืชของทุกสถานีในแต่ละเดือน.....	48
4-2 ปริมาณรงควัตถุในเพลงก่ตอนพืชจากตัวอย่างน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	49
4-3 ปริมาณสูงสุดและต่ำสุดของรงควัตถุในเพลงก่ตอนพืชที่พบในแต่ละขนาดตลอด ระยะเวลาการศึกษาจากตัวอย่างน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา...	55
4-4 ร้อยละของรงควัตถุในเพลงก่ตอนพืชขนาดแตกต่างกัน 4 ขนาด.....	56
4-5 ชนิดของกลุ่มเพลงก่ตอนพืชที่เด่น ๆ ในแต่ละเดือน.....	60
4-6 เพลงก่ตอนพืชที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	65
4-7 ร้อยละของเพลงก่ตอนพืชแยกตามขนาด.....	69
4-8 ปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำเฉลี่ยในรอบปี.....	84
4-9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของรงควัตถุ เพลงก่ตอนพืช และคุณภาพน้ำ.....	90
5-1 การศึกษารงควัตถุในเพลงก่ตอนพืช.....	93
5-2 เพลงก่ตอนพืชที่พบใน 6 สถานี.....	99
ภาคผนวก ข ปริมาณรงควัตถุในแต่ละสถานีในรอบปี.....	125
ภาคผนวก ค ปริมาณเพลงก่ตอนพืชในสถานีที่ 1-6.....	128
ภาคผนวก จ-1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ ซี1+ซี2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิด เป็นร้อยละของรงควัตถุ.....	142
ภาคผนวก จ-2 ปริมาณเพริคติน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิดเป็นร้อยละ ของรงควัตถุ.....	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก จ-3 ปริมาณฟูโโคแซนธิน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิดเป็น ร้อยละของรงควัตถุ.....	146
ภาคผนวก จ-4 ปริมาณไดอะไดโนแซนธิน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิด เป็นร้อยละของรงควัตถุ.....	148
ภาคผนวก จ-5 ปริมาณลูเทออิน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิดเป็นร้อยละของ รงควัตถุ.....	150
ภาคผนวก จ-6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิดเป็น ร้อยละของรงควัตถุ.....	152
ภาคผนวก จ-7 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC และคิดเป็น ร้อยละของรงควัตถุ.....	154

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ลักษณะโครงสร้างของคลอโรฟิลล์.....	7
2-2 ลักษณะโครงสร้างของเบตา-แคโรทีน.....	8
2-3 ลักษณะโครงสร้างของแซนโทฟิลล์ชนิดต่าง ๆ.....	8
2-4 ส่วนประกอบสำคัญของ HPLC.....	29
3-1 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 6 สถานีบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง.....	35
3-2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์รงควัตถุ และคุณภาพน้ำ.....	38
3-3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่างรงควัตถุ.....	40
4-1 ปริมาณรงควัตถุที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC (ก.-ฉ.).....	51
4-2 ลักษณะการแพร่กระจายของรงควัตถุ (ก.-ข.).....	57
4-3 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1-6 (ก.-ฉ.).....	63
4-4 ลักษณะการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช (ก.-ฉ.).....	70
4-5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละสถานี.....	73
4-6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มในแต่ละสถานี.....	74
4-7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละสถานี.....	75
4-8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแต่ละสถานี.....	76
4-9 การเปลี่ยนแปลงค่าความโปร่งแสงในแต่ละสถานี.....	77
4-10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งละลายน้ำในแต่ละสถานี.....	78
4-11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟอสเฟตในแต่ละสถานี.....	79
4-12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารซิลิเกตในแต่ละสถานี.....	80
4-13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแอมโมเนียในแต่ละสถานี.....	81
4-14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไนโตรเจนในแต่ละสถานี.....	82
4-15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไนเตรทในแต่ละสถานี.....	83
4-16 ลักษณะการกระจายของคุณภาพน้ำ.....	85
5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ ซี1 + ซี2 กับ ไคโอะแซนธิน.....	95
5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ ซี1 + ซี2 กับ ฟูโคแซนธิน.....	96
5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ ซี1 + ซี2 กับ เพรดิทิน.....	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาคผนวก ก-1 สเปกตรัมของคลอโรฟิลล์ เอ.....	114
ภาคผนวก ก-2 สเปกตรัมของคลอโรฟิลล์ บี.....	115
ภาคผนวก ก-3 สเปกตรัมของคลอโรฟิลล์ ซี1.....	116
ภาคผนวก ก-4 สเปกตรัมของคลอโรฟิลล์ ซี2.....	117
ภาคผนวก ก-5 สเปกตรัมของไคอะไดโนแซนธิน.....	118
ภาคผนวก ก-6 สเปกตรัมของไคอะโดแซนธิน.....	119
ภาคผนวก ก-7 สเปกตรัมของฟูโคแซนธิน.....	120
ภาคผนวก ก-8 สเปกตรัมของไดโนแซนธิน.....	121
ภาคผนวก ก-9 สเปกตรัมของลูเทอิน.....	122
ภาคผนวก ก-10 สเปกตรัมของเพริดีนิน.....	123