ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับชุมชนแพลงก์ตอนพืชที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ ชลบุรี

นางสาวปิยะรัตน์ เซ้าซี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-17-6158-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RELATIONSHIP BETWEEN BACTERIA AND PHYTOPLANKTON COMMUNITIES ASSOCIATED WITH RED TIDE IN COASTAL AREA OF BANGPRA, CHON BURI

Miss Piyarath Saosee

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science(Inter-department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Acadamic Year 2004
ISBN 974 -17-6158-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับชุมชนแพลงก์ตอนพืชที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ ชลบุรี
โดย	นางสาวปิยะรัตน์ เซ้าซี้
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ดร. เอกวัล ลือพร้อมชัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปิยะรัตน์ เช้าซี้: ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับชุมชนแพลงก์ตอนพืชที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ ชลบุรี (RELATIONSHIP BETWEEN BACTERIA AND PHYTOPLANKTON COMMUNITIES ASSOCIATED WITH RED TIDE IN COASTAL AREA OF BANGPRA, CHON BURI) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, 97 หน้า. ISBN 974-17-6158-9.

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ดำเนินการในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2546 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 โดยทำการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรีย หามวลชีวภาพของไมโครแพลงก์ตอน พร้อมทั้งตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อม ปริมาณสารอาหารจากข้อมูลทุติยภูมิที่ศึกษาในเวลาเดียวกัน และได้ดำเนินการทดลองเลี้ยงแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นร่วมกันเป็นประจำทุกเดือนและทุกสัปดาห์ในช่วงฤดูฝน

ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 กลุ่ม มี 52 สกุล พบ *Oscillatoria erythraeum* และ *Chaetoceros* spp. ทุกครั้งที่ทำการศึกษา พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีทั้งหมด 12 ครั้ง พบในช่วงฤดูฝนปี พ.ศ.2546 จำนวน 7 ครั้ง และในช่วงฤดูฝนปี พ.ศ. 2547 จำนวน 5 ครั้ง โดยเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวซึ่งเกิดจาก *Noctiluca scintillans* 6 ครั้ง และน้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวอมเหลืองเกิดจาก *N.scintillans* และ *Chaetoceros* spp. 1 ครั้ง นอกจากนี้พบน้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลแดงและสีแดง ซึ่งเกิดจากกลุ่มของไดอะตอมและ *Ceratium furca* 5 ครั้ง ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเซลล์อยู่ระหว่าง 6.19×10^4 ถึง 5.51×10^5 เซลล์ต่อลิตร โดยพิสัยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตลอดการศึกษาเป็น 1.20×10^4 ถึง 5.51×10^5 เซลล์ต่อลิตร และความหนาแน่นของแบคทีเรียในช่วงที่ทำการศึกษามีค่าระหว่าง 2.09×10^5 ถึง 1.24×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

ความหนาแน่นของแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในน้ำทะเลธรรมชาติ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้น่าจะมาจากแบคทีเรียใช้สารอินทรีย์ที่ได้รับโดยตรงจากแพลงก์ตอนพืช แต่ในฤดูฝนสารอินทรีย์ในน้ำจะได้รับจากการชะล้างของแผ่นดินด้วย จึงทำให้ไม่เห็นความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน การยับยั้งการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชโดยแบคทีเรียจากธรรมชาติในห้องปฏิบัติการไม่เห็นผลชัดเจน เนื่องจากความหลากหลายของแบคทีเรียและแหล่งที่มาของสารอาหารสำหรับแบคทีเรีย รวมทั้งการผันแปรของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในน้ำทะเล แต่ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียที่ได้จากการเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อกับแพลงก์ตอนพืชแสดงว่า แบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำทะเลทั้ง 3 ชนิด คือ *Bacillus* sp. ที่ระดับความเข้มข้น $\geq 1.53 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร *Pseudomonas* sp. ที่ระดับความเข้มข้น $\geq 2.89 \times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรและ Unidentified bacteria ที่ระดับความเข้มข้น $\geq 1.16 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชซึ่งได้แก่ *C. curvisetus* และ *S. costatum* ส่วนความเข้มข้นของแบคทีเรียที่ยับยั้งการเติบโตของ *N. scintillans* คือ แบคทีเรีย *Bacillus* sp.ที่ระดับความเข้มข้น 1.10×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แบคทีเรีย *Pseudomonas* sp.ที่ระดับความเข้มข้น 8.60×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตรและ Unidentified bacteria ที่ระดับความเข้มข้นแบคทีเรีย 8.80×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

4589110720: MAJOR SCIENCE IN ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: PHYTOPLANKTON / BACTERIA / RELATIONSHIP / REDTIDE / CHONBURI

PIYARATH SAOSEE: RELATIONSHIP BETWEEN BACTERIA AND PHYTOPLANKTON COMMUNITIES ASSOCIATED WITH RED TIDE IN COASTAL AREA OF BANGPRA, CHON BURI

THESIS ADVISOR: ASST. PROF. DR. AJCHARAPORN PIUMSOMBOON, 97 pp. ISBN 974-17-6158-9.

The relationship between bacteria and phytoplankton communities associated with red tide at Bangpra coastal area, Chonburi province was studied every month from February 2003 to June 2004 and at weekly period during the rainy season between July to October 2003, which is the period of red tide phenomenon in this area. Density of phytoplankton and bacteria was determined from water samples. Chlorophyll biomass of phytoplankton was also determined in laboratory while physico-chemical parameters were measured in situ. Besides, secondary data on inorganic nutrients from the same time were also available for the discussion.

Five groups of total of 52 genera of microplankton were recorded. *Oscillatoria erythraeum* and *Chaetoceros* spp. were frequently found in this area. Red tide occurred 12 times during this study, 7 times in rainy of 2003 and 5 times in rainy of 2004. Green tide of *Noctiluca scintillans* was recorded for 6 times and yellow-green-colored water from *Noctiluca scintillans* and *Chaetoceros* spp. occurred only one time. Diatoms and *Ceratium furca* caused red tide phenomenon for 5 times during the study period. Density of phytoplankton ranged from 1.20×10^4 to 5.51×10^5 cell per liter but during phytoplankton blooms, the density ranged from 6.19×10^4 to 5.51×10^5 cell per liter. Density of bacterial varied from 2.09×10^5 to 1.24×10^6 cell per milliliter.

Relationship between bacteria density and phytoplankton density in sea water occurred in dry season because of bacteria uptake on dissolve organic matter released from phytoplankton. But in rainy, season dissolve organic matter also increases from run off, so relationship between bacteria and phytoplankton were not clear. Natural population of bacteria did not show an adversed effect on phytoplankton growth. This may due to the diversity of bacteria and variability of sources of nutrient for bacteria in seawater. Bacteria isolated from seawater and identified using DNA sequencing technique inhibited growths of *C. curvisetus* and *S. costatum* at the densities of *Bacillus* sp. $\geq 1.53 \times 10^5$ cell per milliliter, *Pseudomonas* sp. concentrations 2.89×10^4 cell per milliliter and unidentified bacteria concentrations $\geq 1.16 \times 10^5$ cell per milliliter. For *N. scintillans*, bacteria that affected growth of this dinoflagellate were *Bacillus* sp. at concentrations 1.10×10^5, *Pseudomonas* at concentrations 8.60×10^4 cell per milliliter and unidentified bacteria at concentrations 8.80×10^4 cell per milliliter.

Field of study Environmental Science Student's signature .....

Academic year 2004 Advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยได้รับความเมตตากรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตร์จารย์ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำด้านวิชาการและแนวทางในการทำงานวิจัย รวมทั้งแนะนำเอกสารและแนวคิดที่เป็นประโยชน์ ติดต่อจัดหาแหล่งทุนและประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งให้ความกรุณาและเป็นกำลังใจเสมอมา ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จเรียบร้อย จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ศานิต ปิยพัฒนากร ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในการหาลำดับเบสในดีเอ็นเอของแบคทีเรีย รวมทั้ง ดร. เอกวัล ลือพร้อมชัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณสมภพ รุ่งสุภา ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและให้ข้อมูลสารอาหารในน้ำ และคุณชลธยา ทรงรูป ในการอนุเคราะห์เซลล์แพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในการทดลอง ทั้งยังให้คำปรึกษา คำแนะนำและกำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการนับจำนวนแบคทีเรีย รวมทั้งแนะนำเอกสารที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ อาจารย์ กรณ์รวี เอี่ยมสมบรูณ์ คุณชำนาญ มณีวรรณ คุณคมกริช เอี่ยมละออ คุณพงษ์วิทิต จือเหลียง คุณพรเทพ พรรณรักษ์ คุณชาตรี ฤทธิ์ทอง คุณปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย คุณฤทัยรัตน์ วิศาลสุวรรณกร กลุ่มพี่ เพื่อนและน้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง การจัดทำวิทยานิพนธ์และความช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในชุมชนแพลงก์ตอนพืชและประชากรแบคทีเรียที่มีอิทธิพลต่อแพลงก์ตอนพืชในบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย น้องๆ และน้องไปปท์ ที่ให้ความรัก ความห่วงใยและการสนับสนุนทุกด้านตลอดมา รวมทั้งครู-อาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนและให้ความรู้จนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 การสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา..... 25

4 ผลการศึกษา..... 31

5 อภิปรายผลการศึกษา..... 66

6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 75

รายการอ้างอิง..... 78

ภาคผนวก..... 83

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลำดับเหตุการณ์การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในรอบปี พ.ศ. 2543.....	4
2.2	การปรากฏของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอันตรายต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณชายฝั่งตะวันออกของเกาะสีชังในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 และเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนพ.ศ. 2546.....	6
2.3	ระดับความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่มีพิษและผลกระทบที่เกิดขึ้น.....	7
2.4	ความหนาแน่นของแบคทีเรียในน้ำทะเลในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	12
4.1	ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชสกุลต่างๆ ที่พบในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547.....	32
4.2	ดรรชนีความหลากหลาย (H′) ของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละเดือนในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี.....	36
4.3	การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณจุดเก็บตัวอย่างชายฝั่งทะเลบางพระในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา.....	44
4.4	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของแบคทีเรีย ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นและคลอโรฟิลล์_เอ กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี.....	52
4.5	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Skeletonema costatum* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 16 พฤษภาคม 2546 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	54
4.6	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Skeletonema costatum* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 12 มิถุนายน 2546 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	54
4.7	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Skeletonema costatum* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 3 กรกฎาคม 2546 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	55
4.8	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Chaetoceros curvisetus* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 3 กรกฎาคม 2546 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Skeletonema costatum* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 16 กรกฎาคม 2546 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	56
4.10	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Skeletonema costatum* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 25 มิถุนายน 2547 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	57
4.11	ผลการเลี้ยงแบคทีเรียจากธรรมชาติกับ *Chaetoceros curvisetus* โดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในวันที่ 25 มิถุนายน 2547 และนับผลหลังจากเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	57
5.1	ความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสี.....	68
5.2	ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณจุดเก็บตัวอย่างชายฝั่งทะเลบางพระ.....	69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี.....	5
2.2	แบคทีเรียรูปร่างต่างๆ ที่อยู่เป็นโคโลนี จากทะเล Baltic.....	8
2.3	รูปร่างของแบคทีเรียที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ ย้อมด้วย DAPI มีรูปร่างกลม รูปแท่ง และ เซลล์ขนาดเล็กแบบโค้ง เซลล์ขนาดใหญ่รูปซีและเอส.....	9
2.4	การกระจายของแบคทีเรียทั้งหมด (TBC) และ จำนวนแบคทีเรียจากการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ (Saprophyte count; SC) ตามความลึก ในบริเวณตะวันตกของช่องแคบ Gibraltar.....	10
2.5	การกระจายของแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม ความเข้มของแสง (เป็นร้อยละของแสงที่ผิวน้ำ) และอุณหภูมิ ตามความลึก บริเวณนอกฝั่ง California.....	10
2.6	เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์เอกับจำนวนแบคทีเรียจากการนับแบบ Saprophyte ในบริเวณอ่าว Kiel.....	11
2.7	แบคทีเรียเกาะติดไดอะตอม (*Thalassiosira* sp.) ภาพถ่าย electron micrograph....	12
2.8	แบคทีเรียเกาะติดกับสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่อยู่ผิวหน้าดิน.....	13
2.9	แนวคิดเรื่อง Microbial loop ของ Ducklow (1983).....	15
2.10	ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารคาร์บอนอินทรีย์ (DOC) และความเข้มข้นของ DOC จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงคลื่น 280 นาโนเมตรกับความหนาแน่นและผลผลิตของแบคทีเรียบริเวณผิวหน้าน้ำทะเลในอ่าว Shimada.....	16
2.11	การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นกลุ่มเด่นและผลของแบคทีเรียในน้ำทะเลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช.....	17
2.12	การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของเซลล์ *Gymnodinium nagasakiense* และแบคทีเรีย 5N-3 เมื่อใช้ความเข้มข้นของเซลล์แบคทีเรียเริ่มต้นแตกต่างกัน.....	18
2.13	ผลของแบคทีเรีย 5N-3 ต่อการเติบโตของ *Skeletonema costatum*, *Heterosigma akashiwo* และ *Chattonella antiqua*.....	18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.14	ผลของแบคทีเรีย JS และ JE ต่อการเติบโตของ *Heterosigma akashiwo* และ *Skeletonema costatum*	19
2.15	แบบจำลองแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในชุมชนของแพลงก์ตอนพืชจาก *Skeletonema costatum* เป็น *Heterosigma akashiwo*	20
2.16	การยับยั้งการเติบโตของ *Heterosigma akashiwo* โดยแบคทีเรีย MC10 และ GY 14	20
3.1	จุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งทะเลตำบลบางพระอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี	25
3.2	แบคทีเรียในทะเล เมื่อย้อมสีด้วย DAPI	26
4.1	องค์ประกอบระดับคลาสของแพลงก์ตอนพืชและความหนาแน่นทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	38
4.2	องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	39
4.3	ไมโครแพลงก์ตอนที่พบเป็นสกุลเด่นในบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	40
4.4	ปริมาณคลอโรฟิลล์_เอ ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2546 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547	43
4.5	ความหนาแน่นของแบคทีเรียกลุ่ม Heterotrophs ในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	46
4.6	ความหนาแน่นของแบคทีเรียโดยแบ่งตามลักษณะรูปร่างเซลล์ในรอบหนึ่งปีครึ่ง บริเวณชายฝั่ง ทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	46
4.7	แบคทีเรียรูปร่างแตกต่างกันย้อมสีด้วยสารละลาย DAPI ที่พบในน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	47
4.8	ความลึกและความโปร่งแสงของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรีในรอบหนึ่งปีครึ่ง	49
4.9	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี ในรอบหนึ่งปีครึ่ง	50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.10	ปริมาณสารอาหารในน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรีในรอบหนึ่งปีครึ่ง	50
4.11	ปริมาณน้ำฝนจังหวัดชลบุรีในปี 2546 จนถึงเดือนมิถุนายน ปี 2547	51
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแบคทีเรียกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาทั้งหมด	53
4.13	ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดจากการเพาะเลี้ยง และลักษณะเซลล์ของแบคทีเรียจากโคโลนีทั้ง 3 ชนิดที่ย้อมด้วย DAPI ซึ่งได้จากน้ำทะเลบริเวณจุดเก็บชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี	58
4.14	ความหนาแน่นของเซลล์ *Skeletonema costatum* และ *Chaetoceros curvisetus* ที่เลี้ยงโดยเติมแบคทีเรียที่มีโคโลนีสีขาวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน	60
4.15	ความหนาแน่นของเซลล์ *Skeletonema costatum* และ *Chaetoceros curvisetus* ที่เลี้ยงโดยเติมแบคทีเรียที่มีโคโลนีสีเหลืองอ่อนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน	60
4.16	ความหนาแน่นของเซลล์ *Skeletonema costatum* และ *Chaetoceros curvisetus* ที่เลี้ยงโดยเติมแบคทีเรียที่มีโคโลนีสีเหลืองเข้มที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน	60
4.17	การเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชที่ระยะเวลาต่างๆเมื่อเลี้ยงโดยเติมแบคทีเรียสีเหลืองอ่อนที่ระดับความเข้มข้น 1.16×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรและเติมแบคทีเรียสีขาวที่ความเข้มข้น 1.53×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	61
4.18	ความหนาแน่นของเซลล์ *Noctiluca scintillans* เมื่อเติมแบคทีเรียที่มีโคโลนีสีขาวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน	62
4.19	ความหนาแน่นของเซลล์ *Noctiluca scintillans* เมื่อเติมแบคทีเรียที่มีโคโลนีสีเหลืองอ่อนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน	62
4.20	ความหนาแน่นของเซลล์ *Noctiluca scintillans* เมื่อเติมแบคทีเรียที่มีโคโลนีสีเหลืองเข้มที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน	63
4.21	ลักษณะเซลล์ของ *Noctiluca scintillans* จากชุดควบคุม และเมื่อเติมแบคทีเรียสีเหลืองอ่อนที่ระดับความเข้มข้น 8.80×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตรระยะเวลา 1 วัน	63
4.22	การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอด้วยการทำเจลอิเลคโตโฟรีสิสของแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด	64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.1	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียในรอบปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเล บางพระ จังหวัดชลบุรี.....	73
5.2	ความหนาแน่นของแบคทีเรียรูปทรงกลมรวมกับรูปแท่งและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช *S. costatum*, *Chaetoceros* spp. และ *N. scintillans*.....	74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย