

สำนักงานวิทยาและการสร้างพิษของโคโนเฟลกเจดเจดตฤถ *Alexandrium* บริเวณอ่าวไทยตอนบน

นางสาวชลรยา ทรงรูป



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-351-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**MORPHOLOGY AND TOXIN PRODUCTION OF DINOFLAGELLATE GENUS *Alexandrium*
IN THE UPPER GULF OF THAILAND**



MISS. CHOLTHAYA SONGROOP

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Marine Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998


ISBN 974-332-351-1

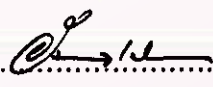
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ศัณฐานวิทยา และการสร้างพิษของโคโนเฟลกเจลเลตสกุล
 Alexandrium บริเวณอ่าวไทยตอนบน
โดย นางสาวชลธยา ทรงรูป
ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.อรรษา กังสุวรรณ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

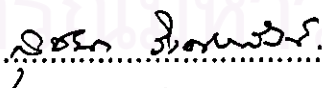

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

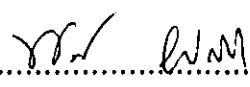
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สุคารา)


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


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.อรรษา กังสุวรรณ)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุชนา วิเศษสังข์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรศิลปี ผลพันธุ์)

นางสาวชลรथा ทรงรูป : ศัญฐานวิทยาศาสตร์และการสร้างพิษของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* บริเวณอ่าวไทยตอนบน (MORPHOLOGY AND TOXIN PRODUCTION OF DINOFLAGELLATE GENUS *Alexandrium* IN THE UPPER GULF OF THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : ผ.ศ. ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ : อ. ที่ปรึกษาร่วม : ดร.อัยยา กังสุวรรณ, 118 หน้า. ISBN 974-332-351-1

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ และบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตจังหวัดที่ติดต่อกับทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน รวมทั้งบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2539 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 รวม 17 ครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าในบริเวณดังกล่าวจะมีไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* อยู่มากน้อยเพียงไรและทดสอบความสามารถในการสร้างพิษของไดโนแฟลกเจลเลตสกุลดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังไดโนแฟลกเจลเลตที่สามารถสร้างพิษได้ในสกุลนี้ จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 17 ครั้ง พบ *Alexandrium* เพียง 2 ชนิด คือ *Alexandrium tamarense* และ *Alexandrium minutum* จากจุดเก็บ 8 แห่งในบริเวณ 6 จังหวัด โดยพบ *A. minutum* บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ ส่วน *A. tamarense* พบว่ามีการกระจายอยู่ทั่วไปรอบอ่าวไทยตอนบนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่อยู่ในบริเวณจังหวัดเพชรบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ระยอง และจันทบุรี รวมทั้งบริเวณปากแม่น้ำระยอง จังหวัดระยองด้วย เมื่อได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือกพบว่า *Alexandrium* ทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในลักษณะของแผ่นเปลือกแผ่นที่ 6 และแผ่น posterior sulcal plate นอกจากนี้ยังพบความผันแปรของแผ่นเปลือกทั้งในระหว่างชนิดที่เก็บจากที่เดียวกันและต่างสถานที่กัน โดยเฉพาะตำแหน่ง ventral pore ทั้งนี้ใน *A. tamarense* ยังพบอีกว่ามีแผ่นเปลือกในชุด epitheca เกินมาจากปกติ และรูปร่างของ posterior sulcal plate ต่างไปจากลักษณะประจำชนิดโดยมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า และขอบด้านล่างของแผ่นคัลตรง

คัดเลือกเซลล์ *Alexandrium* จากแต่ละบริเวณมาเพาะเลี้ยงเป็น clonal culture ได้ทั้งหมด 22 โคลนด้วยอาหารเลี้ยงสูตร T1 ที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ช่วงเวลาสว่าง : มืด เท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง จากนั้นศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตใน culture แต่ละโคลนที่คัดเลือกเป็นตัวแทนในแต่ละจุดเก็บ พบว่าสัมประสิทธิ์การเติบโตอยู่ในช่วง 0.40 ถึง 0.65 ต่อวัน โดยมีรูปแบบการเติบโตคล้ายคลึงกันคือเข้าสู่ระยะ log phase เมื่อ culture มีอายุ 2-3 วัน และเข้าสู่ระยะ late log phase เมื่อ culture มีอายุ 8-9 วัน หลังจากเริ่มเลี้ยง

ทดสอบความเป็นพิษจากสารสกัดเซลล์ของ *A. tamarense* และ *A. minutum* จำนวน 12 โคลน และ 4 โคลน ตามลำดับ ด้วยวิธี mouse bioassay และวิเคราะห์องค์ประกอบพิษด้วย HPLC พบว่ามีเพียง *A. minutum* เท่านั้นที่สร้างพิษได้ โดยมีความเป็นพิษอยู่ในพิสัย 1.12×10^{-4} ถึง 1.53×10^{-3} MU/เซลล์ และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบพิษพบว่าประกอบด้วย GTX₁ ซึ่งมี GTX₁ เป็นองค์ประกอบหลัก และพบ GTX₂ รองลงมา ส่วน GTX₃ และ GTX₄ พบในปริมาณน้อย ยกเว้นบางโคลนที่พบว่ามี GTX₂ เป็นองค์ประกอบหลัก โดยในแต่ละโคลนมีความเป็นพิษไม่ต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามหากพิจารณาถึงความเข้มข้นของพิษต่อความหนาแน่นเซลล์ของ *A. minutum* ที่พบในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาพบว่ามีค่าความเป็นพิษต่ำและต่ำกว่าระดับที่จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำหรือเป็นอันตรายต่อมนุษย์มาก

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล.....
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิติกร ชลรथा ทรงรูป
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา :
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อัยยา กังสุวรรณ

C825907 : MAJOR MARINE SCIENCE
KEY WORD: DINOFLAGELLATE, *Alexandrium*

CHOLTHAYA SONGROOP : MORPHOLOGY AND TOXIN PRODUCTION OF
DINOFLAGELLATE GENUS *Alexandrium* IN THE UPPER GULF OF
THAILAND. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. AJCHARAPORN
PIUMSOMBOON, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : ATTAYA KUNGSUWAN, Ph.D.
118 pp. ISBN 974-332-351-1

Alexandrium-liked-cells were isolated from plankton samples collected from aquaculture ponds, riverine estuaries and the coastal areas from May 1995 to March 1998. In order to investigate the distribution of dinoflagellate *Alexandrium* in the Upper Gulf of Thailand, cell morphology as well as thecal plate structure and arrangement were examined in both natural and clonal cells to identify these samples to species level. From clonal cultures of *Alexandrium* collected from 8 different locations, only two species, *Alexandrium minutum* and *Alexandrium tamarense*, were distinguished from the characterized 6th precingular plate and posterior sulcal plate. *A. minutum* was isolated from Chao Phraya river mouth while *A. tamarense* was widely distributed from aquaculture ponds in Petchaburi, Samut Songkram, Samut Sakorn, Chantaburi and Rayong Province as well as from Rayong river mouth. However, the shape of posterior sulcal plate of *A. tamarense* differed from typical character in which the width is longer than the length and flattened at the posterior part. Furthermore, the intra and interspecific variation of plates morphology were discussed.

Clonal cultures of *Alexandrium* were maintained in T1 medium at $30 \pm 1^\circ\text{C}$, 12:12 hrs LD cycle and at light intensity of 3,000 lux. Representative clones from all eight sites were selected for growth pattern study. All clone with the initial cell concentration about 500 cells/ml showed the lag growth phase for 2 - 3 days followed by the exponential phase with the growth rate of 0.40 to 0.65 division per day until day 8 or day 9.

Mouse bioassay method and reversed - phase HPLC analysis were employed to determine toxicity and toxin composition of *Alexandrium* extracts. Only extracts from 4 clonal cultures of *A. minutum* were toxic. The toxicity varied from 1.12×10^{-4} to 1.53×10^{-3} MU/cell. The toxin profile composed of GTX_{1,4}. GTX₁ was the dominant component compared to GTX₄, while GTX₂ and GTX₃ were found in trace amount. This result suggested that *A. tamarense* did not produce toxin. Furthermore, the density of *A. minutum*, the toxin producing species, found in the study area was extremely low that it could not threaten the aquatic lives and human health.

ภาควิชา..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล

สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... *ชอลทยา สงกรูป*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *อ. อ. อ.*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *อ. อ. อ.*

กิตติกรรมประกาศ



ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และ ดร. อธิยา กังสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำด้านวิชาการและ แนวทางในการทำงานวิจัย ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งติดต่อจัดหาทุนและประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย อีกทั้งให้ความกรุณาและกำลังใจในการทำงานตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรศิตปี ผลพันธิน ที่กรุณาให้คำปรึกษาทางวิชาการ เกี่ยวกับการจัดจำแนกชนิด *Alexandrium* และรองศาสตราจารย์ สุชนา วิเศษสังข์ที่ให้คำแนะนำทาง วิชาการเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชทะเลและให้ความกรุณาอันเป็นกำลังใจอย่างดีแก่ข้าพเจ้า มาแต่เริ่มเข้าศึกษา ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา จันทองจีน ที่ให้การสนับสนุน อนุเคราะห์สารพิษมาตรฐานกลุ่ม saxitoxin และ gonyautoxin รองศาสตราจารย์ ดร. จริยา บุญญวัฒน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ สัตยาลัย ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ในการถ่ายภาพ

ขอขอบพระคุณ คุณกุลวรา แสงรุ่งเรือง นักวิชาการศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอัน เนื่องมาจากพระราชดำริ คุณปิยนุช จุฬพันธ์ นักวิชาการของบริษัทยูนิโคกภัณฑ์ จำกัด เจ้าของบ่อ เลี้ยงกุ้ง 1 และ 2 จังหวัดระยอง และเจ้าของบ่อเลี้ยงกุ้งบ้านบางกุกา ที่ให้ความช่วยเหลือในการส่ง ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและให้ความสะดวกในการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่นำมาใช้ในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณบดินทร์ อิทธิพงษ์ คุณมนูน พรหมเดช นักวิชาการและเจ้าหน้าที่ของ สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการทดสอบความ เป็นพิษด้วยวิธี Mouse Bioassay และการใช้เครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบพิษ HPLC

ขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพใน ประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ แห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ผ่านทุนที่ BRT 540042

ขอขอบคุณ คุณสมบัติ อินทร์คง คุณชัตนารี มีสุขใจ คุณวิบูลย์ รักเสรี คุณศรัณยา รักเสรี คุณวิชาญ กั้นบัว คุณประเสริฐ ทองหนูน้อย คุณศิริลักษณ์ ช่วยพั่ง คุณอิชมิกา พรหมทอง ที่ได้ให้ กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือในทุกขั้นตอนของงานวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ ขอกราบเท้าขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการศึกษา ตลอดจนครู- อาจารย์ทุกท่านที่เคยสั่งสอนมาจนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฅ

บทที่

1. บทนำ.....	1
2. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย.....	30
3. ผลการวิจัย.....	38
4. วิจัยผลการศึกษา.....	84
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	97
รายการอ้างอิง	100
ภาคผนวก	111
ประวัติผู้วิจัย.....	118

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การจัดกลุ่มของ <i>Alexandrium</i>	11
2 การแพร่กระจายของ <i>Alexandrium</i>	13
3 ชนิดของ <i>Alexandrium</i> ที่สร้างพิษ PSP ในบริเวณเขตอบอุ่น และเขตร้อน	19
4 องค์ประกอบของพิษ PSP ที่สร้างโดย <i>Alexandrium</i> ชนิดต่าง ๆ	21
5 ลักษณะของ <i>Alexandrium</i> ที่พบในน่านน้ำไทย.....	24
6 การกระจายของ <i>Alexandrium</i> ในประเทศไทย	26
7 ความเป็นพิษของ <i>Alexandrium</i> ในประเทศไทย	29
8 สภาวะของเครื่อง HPLC ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบพิษ PSP	37
9 คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารบางชนิดในน้ำจากบริเวณที่เก็บตัวอย่าง และน้ำทะเลที่ใช้ เพาะเลี้ยง <i>Alexandrium</i>	40
10 รายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง <i>Alexandrium</i>	44
11 สัมประสิทธิ์การเติบโตของ <i>Alexandrium</i> ที่เพาะเลี้ยง	77
12 ความเป็นพิษ และองค์ประกอบพิษของ <i>Alexandrium</i> ที่ศึกษา (ระยะ stationary phase)	78
13 ความเป็นพิษในแต่ละองค์ประกอบพิษของ <i>Alexandrium minutum</i> โคลนต่าง ๆ	83
14 ขนาดของเซลล์ และลักษณะแผ่นเปลือกที่สำคัญของ <i>Alexandrium tamarense</i> ในบริเวณต่างๆกัน	91
15 ขนาดของเซลล์ และลักษณะแผ่นเปลือกที่สำคัญของ <i>Alexandrium minutum</i> ในบริเวณต่างๆกัน	94

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 การสืบพันธุ์ของไดโนแฟลกเจลเลต <i>Alexandrium tamarense</i>	4
2 ลักษณะรูปร่างของไดโนแฟลกเจลเลต.....	5
3 ลักษณะที่ใช้ช่วยในการจัดจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่มีเปลือกแข็งหุ้ม.....	6
4 การจำแนกแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลต.....	7
5 การจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลตสกุลที่สำคัญ ในวงศ์ Gonyaulacaceae	8
6 ลักษณะแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล <i>Alexandrium</i>	9
7 รูปร่างแผ่นเปลือกสามแผ่นที่ใช้ในการจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลต ในสกุล <i>Alexandrium</i>	12
8 การแพร่กระจายของเหตุการณ์พิษอัมพาตในหอยเนื่องจาก <i>A. catenella</i> และ <i>A. tamarense</i> ในปี 1970 และ 1990	16
9 โครงสร้างของพิษอัมพาตในหอย	17
10 การกระจายของ <i>Protogonyaulax</i> ในอ่าวไทย	27
11 บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง	30
12 พารามิเตอร์ทางสัณฐานวิทยาที่ใช้วัดขนาดของเซลล์	32
13 พารามิเตอร์ทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือกต่าง ๆ ที่ศึกษา.....	34
14 ขั้นตอนการวิเคราะห์พิษด้วยวิธี Mouse Bioassay และ HPLC	37
15 พิษัยความยาวของเซลล์ <i>Alexandrium</i> ที่เพาะเลี้ยง	42
16 พิษัยความกว้างของเซลล์ <i>Alexandrium</i> ที่เพาะเลี้ยง	43
17 รูปร่างลักษณะของ <i>A. tamarense</i> โคลนต่าง ๆ	46
18 ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> ในโคลน SS960529A ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้งอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรสาคร	50
19 ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน SS960529A ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้งบางพลี จังหวัดสมุทรสาคร	51
20 ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> โคลน SK970423B ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงปลากระบอก อำเภอมะกอก จังหวัดสมุทรสงคราม	52
21 ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน SK970423B ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงปลากระบอก อำเภอมะกอก จังหวัดสมุทรสงคราม	53

22	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> โคลน RY01970522 ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 1 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง.....	54
23	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน RY01970522 ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 1 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง.....	55
24	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> โคลน RY02970606B ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำระยอง จังหวัดระยอง.....	56
25	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน RY02970606B ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำระยอง จังหวัดระยอง.....	57
26	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> โคลน RY03970606A ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง.....	58
27	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน RY03970606A ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง.....	59
28	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> โคลน CR970909B ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้งอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี.....	60
29	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน CR970909B ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้งอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี.....	61
30	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. tamarense</i> โคลน PR980221 ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้งอำเภอเมือง จังหวัด เพชรบุรี.....	62
31	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน PR980221 ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้งอำเภอเมือง จังหวัด เพชรบุรี.....	63
32	ความผันแปรของจำนวนแผ่นเปลือกใน epitheca ของ <i>A. tamarense</i> โคลน RY01970522 ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 1 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง	64
33	รูปร่างลักษณะของ <i>A. minutum</i> โคลนต่าง ๆ ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	66
34	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. minutum</i> โคลน SP980112A ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	68
35	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน SP980112A ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	69
36	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. minutum</i> โคลน SP980112B ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	70

37	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน SP980112B ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	71
38	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. minutum</i> โคลน SP980112C ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	72
39	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน SP980112C ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	73
40	ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ <i>A. minutum</i> โคลน SP980112D ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	74
41	ลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญในโคลน SP980112D ที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ.....	75
42	โครมาโตแกรมผลการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบพิษประเภท gonyautoxin ในสารสกัด เซลล์ <i>A. minutum</i> โคลนต่าง ๆ เทียบกับสารพิษมาตรฐาน gonyautoxin.....	80
43	โครมาโตแกรมผลการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบพิษประเภท gonyautoxin ในสารสกัด เซลล์ <i>A. minutum</i> โคลน SP980112D เทียบกับสารพิษมาตรฐาน gonyautoxin	81
44	โครมาโตแกรมผลการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบพิษประเภท saxitoxin ในสารสกัด เซลล์ <i>A. minutum</i> โคลนต่าง ๆ เทียบกับสารพิษมาตรฐาน saxitoxin.....	82
45	ลักษณะความแตกต่างของการเชื่อมต้อแผ่นเปลือก 5 ^{'''} กับแผ่น S.p. ระหว่างโคโนแฟลกเจลเลตสกุล <i>Alexandrium</i> (A) กับ <i>Gonyaulax</i> (B) และ <i>Lingulodinium</i> (C).....	87
46	ลักษณะความแตกต่างของแผ่นเปลือกที่ 1' ระหว่าง <i>A. tamarense</i> (A) กับ <i>A. leei</i> (B).....	89
47	ลักษณะความแตกต่างของแผ่น S.a. และ V.p. ระหว่าง <i>A. minutum</i> (A) กับ <i>A. lusitanicum</i> (B) และ <i>A. angustitabulatum</i> (C).....	90
48	ความผันแปรของแผ่นเปลือก <i>Alexandrium tamarense</i> ที่เพาะเลี้ยง.....	93