ผลของแสงและความเค็มต่อการเติบโตและการผลิตสาร Ecteinascidins ของเพรียงหัวหอม *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891

นางสาวจิตติมา อุ้มอารีย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF LIGHT AND SALINITY ON GROWTH AND ECTEINASCIDINS PRODUCTION OF THE TUNICATE *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891

Miss Jittima Aumaree

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science
Chulalongkorn University
Acadamic Year 2006

491521

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของแสงและความเค็มต่อการเติบโตและการผลิตสาร Ecteinascidins ของเพรียงหัวหอม *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891
โดย	นางสาวจิตติมา อุ้มอารีย์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

จิตติมา อุ้มอารีย์: ผลของแสงและความเค็มต่อการเติบโตและการผลิตสาร Ecteinascidins ของเพรียงหัวหอม *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891 (EFFECTS OF LIGHT AND SALINITY ON GROWTH AND ECTEINASCIDINS PRODUCTION OF THE TUNICATE *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891). อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. สุชนา ชวนิชย์, อ. ที่ปรึกษาร่วม: อ. ดร. วรณพ วิยกาญจน์ 68 หน้า.

ศึกษาผลของแสงและความเค็มต่อการเติบโตและการผลิตสาร ecteinascidins (ET) ของเพรียงหัวหอม *Ecteinascidia thurstoni* โดยแบ่งการศึกษาปัจจัยของแสง ออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ที่ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของระดับความเข้มแสงปกติในธรรมชาติตามลำดับ และแบ่งการศึกษาปัจจัยความเค็มออกเป็น 5 ชุดการทดลองเช่นกัน ที่ระดับความเค็ม 26, 29, 32, 35 และ 38 พีเอสยู ตามลำดับ ทุกชุดการทดลองให้แพลงก์ตอนพืช *Chaetoceros* sp. เป็นอาหาร ทำการตรวจวัดความยาว นับจำนวนซูออยด์ และวัดพื้นที่ปกคลุมโคโลนีของเพรียงหัวหอมเป็นระยะในการเลี้ยงในระบบเลี้ยงจนครบสองวงชีวิต แล้วนำเพรียงหัวหอมมาสกัดแยกและวิเคราะห์ปริมาณสาร ET ที่เพรียงหัวหอมผลิต ผลการศึกษาพบว่า การเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ทั้งในส่วนของความยาวสูงสุดของซูออยด์ต่อโคโลนี จำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนี และพื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุดของทั้งสองวงชีวิต ในทุกชุดการทดลองของแสงและความเค็มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามความยาวของซูออยด์สูงสุดในวงชีวิตที่หนึ่งและสอง (10.9±0.8 และ 11.1±4.2 มิลลิเมตร) พบในกลุ่มที่ได้รับแสง 75 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนจำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีในวงชีวิตที่หนึ่งและสอง (122±27 และ 56±23 ซูออยด์) พบในกลุ่มที่ได้รับแสง 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้พื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุดในวงชีวิตที่หนึ่งและสอง (19.7±6.7 และ 13.4±8.9 เปอร์เซ็นต์) พบในกลุ่มที่ได้รับแสง 25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองวงชีวิต ปริมาณสาร ET 770 ที่เพรียงหัวหอมผลิตมีปริมาณมาก (0.193 – 0.167 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของเพรียงหัวหอม) ในกลุ่มที่ได้รับแสง 25, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปัจจัยด้านความเค็มนั้น พบความยาวสูงสุดของซูออยด์ในวงชีวิตที่หนึ่งและสอง (11.6±0.6 และ 10.6±0.9 มิลลิเมตร) ในกลุ่มที่ได้รับความเค็ม 38 และ 35 พีเอสยู ตามลำดับ ส่วนจำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีในวงชีวิตที่หนึ่งและสอง (88±29 และ 37±19 ซูออยด์) พบในกลุ่มที่ได้รับความเค็ม 38 และ 32 พีเอสยู ตามลำดับ นอกจากนี้พื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุดในวงชีวิตที่หนึ่งและสอง (19.0±6.2 และ 9.7±2.8 เปอร์เซ็นต์) พบในกลุ่มที่ได้รับความเค็ม 38 และ 35 พีเอสยู ตามลำดับ ปริมาณสาร ET 770 ที่เพรียงหัวหอมผลิตมีปริมาณมาก (0.155 – 0.135 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของเพรียงหัวหอม) ในกลุ่มที่ได้รับความเค็ม 26, 29 และ 32 พีเอสยู สรุปได้ว่า เพรียงหัวหอมมีแนวโน้มเติบโตได้ดีที่ระดับแสง 25 และ 75 เปอร์เซ็นต์ และผลิตสาร ET 770 ได้สูงที่ระดับแสง 25, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และเพรียงหัวหอมมีแนวโน้มที่จะเติบโตได้ดีที่ระดับความเค็มสูง 35 และ 38 พีเอสยู และสามารถผลิตสาร ET 770 ได้สูงที่ระดับความเค็มต่ำ (26, 29 และ 32 พีเอสยู)

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล	ลายมือชื่อนิสิต จิตติมา อุ้มอารีย์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4672228323: MAJOR MARINE SCIENCE

KEY WORD: TUNICATE / *Ecteinascidia thurstoni*/ AQUACULTURE/ LIGHT/ SALINITY

JITTIMA AUMAREE: EFFECTS OF LIGHT AND SALINITY ON GROWTH AND ECTEINASCIDINS PRODUCTION OF THE TUNICATE *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SUCHANA CHAVANICH, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: VORANOP VIYAKARN, Ph.D. 68 pp.

The effects of light and salinity on growth and ecteinascidins (ET) productions of the tunicate *Ecteinascidia thurstoni* were investigated. Five treatments of light experiment (0, 25, 50, 75 and 100% of the light in the natural habitat) and five treatments of salinity (26, 29, 32, 35 and 38 psu) were used. During the experiment, tunicates were fed with *Chaetoceros* sp., and then the zooids were measured in length, the number of zooids were counted, and the percent covers of colony were evaluated. After two life cycle rearing, the concentrations of ecteinascidins in the tunicates were also analyzed. The results showed that there were no significant differences in the maximum length of zooids, number of zooids, and percent covers of zooids between treatments in both light and salinity assays. However, the maximum lengths of zooids in the first and second life cycles (10.9±0.8 and 11.1±4.2 mm.) were found at 75% and 25% of natural light intensity respectively. The highest numbers of zooids in the first and second life cycles (122±27 and 56±23 zooids) were detected at 75% and 100% of natural light intensity respectively. In addition, the highest percent covers of zooids in each colony in both first and second life cycles (19.7±6.7% and 13.4±8.9%) were found at 25% of natural light. In the light experiment, the highest concentrations of ET 770 (0.193 – 0.167 g per 100 g of tunicate dry weight) were detected at 25% of natural light. For the salinity experiments, the maximum lengths of zooids in the first and second life cycles (11.6±0.6 and 10.6±0.9 mm.) were found at 38 and 35 psu respectively. The highest numbers of zooids in the first and second life cycles (88±29 and 37±19 zooids) were detected at 38 and 32 psu respectively. In addition, the highest percent covers of zooids in each colony in the first and second life cycles (19.0±6.2% and 9.7±2.8%) were found at 38 and 35 psu respectively. The highest concentrations of ET 770 (0.155 – 0.135 g per 100 g of tunicate dry weight) were detected at 26, 29, and 32 psu. Therefore, tunicates in the light intensity at 25 and 75% of natural light tended to grow better and tunicates in the light intensity at 25, 75 and 100% of natural light produced higher concentrations of ET 770 while tunicates at the salinity of 35 and 38 psu tended to grow better and tunicates at the salinities of 26, 29, and 32 tended to produce higher concentrations of ET 770.

Department	Marine Science	Student's signature	จิตติมา อ้ามอารีย์
Field of study	Marine Science	Advisor's signature	
Academic year	2006	Co-advisor's signature	

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และรองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจแก้ข้อผิดพลาดในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. คณิต สุวรรณบริรักษ์ ภาควิชาเภสัชเวท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณ คุณชุติมา เพชรประยูรและคุณสุภาพร บุญศิริลักษณ์ ที่คอยแนะนำช่วยเหลือในห้องปฏิบัติการเภสัชเวท

ขอขอบคุณ อาจารย์วิชญา กันบัว ที่คอยแนะนำช่วยเหลือการใช้เครื่องมือ HPLC อาจารย์อุดมศักดิ์ ดารุมาศ คุณสุภาวดี จันทร์จุงจิตต์ คุณศิริมาศ สุขประเสริฐ คุณปวีณา ตปนียวรวงศ์ ตลอดจนพี่ เพื่อน และน้องๆ ร่วมอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือ แนะนำ และให้กำลังใจ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_348008 และ ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ขอบคุณน้องสาว สำหรับกำลังใจและกำลังทรัพย์ที่มีให้ตลอดมา ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การใช้ประโยชน์จากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากทะเล 4

2.2 ข้อจำกัดในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากทะเล 6

2.3 ถิ่นที่อยู่ และผลของปัจจัยทางกายภาพ 6

2.3.1 แสง 7

2.3.2 อุณหภูมิ และความเค็ม 8

2.4 การเพาะเลี้ยงเพรียงหัวหอมเพื่อผลผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 9

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง สถานที่วิจัย และระบบการเลี้ยง 14

3.2 ขั้นตอนการวิจัย รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล 15

3.2.1 ผลของแสงต่อการเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 15

3.2.2 ผลของความเค็มต่อการเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 16

3.2.3 ผลของแสงและความเค็มต่อการผลิตสาร Ecteinascidins ของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 16

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 18

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลของแสงต่อการเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 19

4.1.1 ผลของแสงต่อการเติบโตของความยาวซูออยด์ 19

4.1.2 ผลของแสงต่อจำนวนซูออยด์ 21

4.1.3 ผลของแสงต่อพื้นที่ปกคลุมของโคโลนี 24

หน้า

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดการเติบโตของเพรียงหัวหอม 26
4.1.5 ผลการเปรียบเทียบการเติบโตของเพรียงหัวหอมในสองวงชีวิต 26
4.2 ผลของความเค็มต่อการเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 27
4.2.1 ผลของความเค็มต่อการเติบโตของความยาวซูออยด์ 27
4.2.2 ผลของความเค็มต่อจำนวนซูออยด์ 29
4.2.3 ผลของความเค็มต่อพื้นที่ปกคลุมของโคโลนี 32
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดการเติบโตของเพรียงหัวหอม 34
4.2.5 ผลการเปรียบเทียบการเติบโตของเพรียงหัวหอมในสองวงชีวิต 34
4.3 ผลของแสงและความเค็มต่อการผลิตสาร Ecteinascidins
ของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 35
4.3.1 ผลของแสงต่อการผลิตสาร ET 770 35
4.3.2 ผลของความเค็มต่อการผลิตสาร ET 770 36
5. วิจารณ์ สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ
วิจารณ์ผลการศึกษา 37
5.1 ผลของแสงต่อการเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 37
5.2 ผลของความเค็มต่อการเติบโตของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 38
5.3 ผลของแสงและความเค็มต่อการผลิตสาร Ecteinascidins
ของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 39
สรุปผลการศึกษา 43
ข้อเสนอแนะ 43
รายการอ้างอิง 45
ภาคผนวก 50
ภาคผนวก ก 51
ภาคผนวก ข 54
ภาคผนวก ค 66
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 68

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3-1 สภาวะของเครื่อง High Performance Liquid Chromatograhpy ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสาร ecteinascidins จากเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* 18

4-1 อายุของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* เปรียบเทียบกับความยาวสูงสุดของซูออยด์ ต่อโคโลนีในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 19

4.2 อายุของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* เปรียบเทียบกับจำนวนซูออยด์สูงสุด ต่อโคโลนีในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 22

4.3 อายุของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* เปรียบเทียบกับพื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุด ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 24

4.4 ผลการเปรียบเทียบการเติบโตของเพรียงหัวหอมที่เลี้ยง ในระดับแสงที่แตกต่างกันในสองรอบวงชีวิต 26

4.5 อายุของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* เปรียบเทียบกับความยาวสูงสุดของซูออยด์ ต่อโคโลนีในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 27

4.6 อายุของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* เปรียบเทียบกับจำนวนซูออยด์สูงสุด ต่อโคโลนีในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 30

4.7 อายุของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* เปรียบเทียบกับพื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุด ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 32

4.8 ผลการเปรียบเทียบการเติบโตของเพรียงหัวหอมที่เลี้ยง ในระดับความเค็มที่แตกต่างกันในสองรอบวงชีวิต 34

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	ลักษณะโครงสร้างของเพรียงหัวหอม	3
2-2	กระบวนการ metamorphosis ของเพรียงหัวหอม	4
2-3	โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม Ecteinascidins	5
2-4	ระบบเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และถังรวบรวมตัวอ่อนเพรียงหัวหอม *E. turbinata* บนบก	11
2-5	ระบบเลี้ยงเพรียงหัวหอม *E. turbinata* ในทะเล	11
2-6	แบบจำลองในการเลี้ยงเพรียงหัวหอม *E. turbinata* บนตารางไนล่อน	12
3-1	เพรียงหัวหอม *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891	14
3-2	โรงเพาะเลี้ยง สถานีวิจัยสัตว์ทะเล อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี	14
3-3	ลักษณะการเลี้ยงเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในถังเลี้ยง	15
3-4	การสกัดแยกสาร Ecteinascidins จากเพรียงหัวหอม *E. thurstoni*	17
4-1	ความยาวสูงสุดของซูออยด์ต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	20
4-2	การเติบโตต่อวันของซูออยด์ของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	20
4-3	อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวสูงสุดของซูออยด์ต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ระหว่างสองวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	21
4-4	จำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	22
4-5	การเพิ่มขึ้นต่อวันของจำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	23
4-6	อัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ระหว่างสองวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	23
4-7	พื้นที่ปกคลุมสูงสุดต่อโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	25
4-8	การเพิ่มขึ้นต่อวันของพื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุดของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	25
4-9	อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปกคลุมสูงสุดต่อโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ระหว่างสองวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน	26

รูปที่ หน้า

4-10 ความยาวสูงสุดของซูออยด์ต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 28

4-11 การเติบโตต่อวันของซูออยด์ของเพรียงหัวหอม*E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 28

4-12 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวสูงสุดของซูออยด์ต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ระหว่างสองวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 29

4-13 จำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 30

4-14 การเพิ่มขึ้นต่อวันของจำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม*E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 31

4-15 อัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนซูออยด์สูงสุดต่อโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ระหว่างสองวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 31

4-16 พื้นที่ปกคลุมสูงสุดต่อโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 33

4-17 การเพิ่มขึ้นต่อวันของพื้นที่ปกคลุมโคโลนีสูงสุดของเพรียงหัวหอม*E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 33

4-18 อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปกคลุมสูงสุดต่อโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ระหว่างสองวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 34

4-19 ปริมาณสาร ET 770 ที่สกัดได้จากเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในธรรมชาติ และจากการเลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกันในสองรอบวงชีวิต 35

4-20 ปริมาณสาร ET 770 ที่สกัดได้จากเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในธรรมชาติ และจากการเลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกันในสองรอบวงชีวิต 36

5-1 เพรียงหัวหอมตัวเดี่ยวบนพื้นผิวเดียวกับ *E. thurstoni* 41

5-2 เซลล์สืบพันธุ์ของเพรียงหัวหอมที่สร้างขึ้นในระหว่างการทดลองเลี้ยง 42

ก-1 ค่ามาตรฐานสาร ET 770 52

ก-2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน ET 770 52

ก-3 โครมาโทแกรมของสาร ET 770 มีค่า retention time เท่ากับ 7.6 นาที 53

รูปที่ หน้า

ข-1 ความยาวเฉลี่ยของซูออยด์เพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 54

ข-2 ความยาวซูออยด์ของโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 55

ข-3 ความยาวเฉลี่ยของซูออยด์เพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 56

ข-4 ความยาวซูออยด์ของโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 57

ข-5 จำนวนซูออยด์เฉลี่ยของโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 58

ข-6 จำนวนซูออยด์ต่อโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 59

ข-7 จำนวนซูออยด์เฉลี่ยของโคโลนีเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 60

ข-8 จำนวนซูออยด์ต่อโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 61

ข-9 พื้นที่ปกคลุมโคโลนีเฉลี่ยของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 62

ข-10 พื้นที่ปกคลุมโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 63

ข-11 พื้นที่ปกคลุมโคโลนีเฉลี่ยของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 64

ข-12 พื้นที่ปกคลุมโคโลนีของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ในแต่ละวงชีวิตที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 65

รูปที่ หน้า

ค-1 ผลผลิตรวมของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 66

ค-2 ผลผลิตรวมของสาร ET 770 จากเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ที่เลี้ยงภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน 66

ค-3 ผลผลิตรวมของเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 67

ค-4 ผลผลิตรวมของสาร ET 770 จากเพรียงหัวหอม *E. thurstoni* ที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 67