ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร

นาย ปฐพร เกื้อนุ้ย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE CORAL, *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) AT MU KO SAMAE SAN

Mr. Pataporn Kuanui

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science
Department of Marine Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร
โดย	นายปฐพร เกื้อนุ้ย
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(นายนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปฐพร เกื้อนุ้ย : ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร (REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE CORAL *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) AT MU KO SAMAE SAN) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร. สุชนา ชวนิชย์, 107 หน้า.

ศึกษาช่วงเวลาการปล่อย อัตราการปล่อย และพัฒนาการของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อการลงเกาะ อัตรารอด และอัตราการเติบโตภายหลังการลงเกาะทั้งในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ ผลการศึกษาช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *P. damicornis* ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึง เดือนธันวาคม 2550 พบว่าปะการังมีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงแรม 15 ค่ำ - ขึ้น 13 ค่ำ ของทุกเดือน โดยปล่อยตัวอ่อนมากที่สุดในช่วงวันขึ้น 2 - 5 ค่ำ ทั้งนี้ ปะการังปล่อยตัวอ่อนได้ทั้งกลางวันและกลางคืน แต่พบมากที่สุดในช่วงเวลา 1800 – 2000 น. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ปล่อยโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนต่อโคโลนีต่อวัน 214.1 ± 24.4 ตัว มีอัตราการปล่อยโดยเฉลี่ย 0.2 ± 0.05 ตัวต่อโพลิบ และมีอัตราการลงเกาะประมาณร้อยละ 60 ใน 24 ชั่วโมง พัฒนาการของตัวอ่อนปะการังระยะการลงเกาะ ตัวอ่อนเริ่มยึดติดกับพื้นผิวและหดตัวในชั่วโมงที่ 0.5 จากนั้นจึงเริ่มสร้างโพลิบ หนวด โครงร่างแข็ง และกลายเป็นปะการังมีโพลิบแรกเริ่มที่สมบูรณ์เมื่ออายุ 40 ชั่วโมง ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร ตัวอ่อนเริ่มทำการขยายขนาดเมื่อมีอายุประมาณ 4-10 วัน โดยการแตกหน่อ (budding) รอบโพลิบแรกเริ่ม เมื่ออายุประมาณ 6 เดือน จึงยกตัวในแนวดิ่ง สำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนปะการัง *P. damicornis* พบว่า ตัวอ่อนทำการลงเกาะมากที่สุดบนแผ่นกระเบื้องดินเผาที่มีสาหร่ายหินปูน ซึ่งแตกต่างกับพื้นผิวอื่น ($P<0.01$) และลงเกาะมากกว่าในสภาพที่มีแสง ($P=0.01$) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งในการลงเกาะกับอิทธิพลของแสงและอัตราการลงเกาะที่อุณหภูมิต่างๆ ทั้งนี้ อัตรารอดและการเติบโตของปะการังในระบบเลี้ยงเมื่อทำการเลี้ยงเป็นเวลา 6 เดือน อัตรารอดในระบบเลี้ยง (18.4 ± 8.76%) มีค่าสูงกว่าการเลี้ยงในธรรมชาติที่ไม่ใส่กระชัง แต่อัตราการเติบโตในธรรมชาติที่ไม่ใส่กระชัง (7.0 ± 0.61 มิลลิเมตร) มีค่าสูงกว่าการเลี้ยงในระบบเลี้ยง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต ปฐพร เกื้อนุ้ย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลัก สุชนา ชวนิชย์

ปีการศึกษา 2551

4872346923 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS : *Pocillopora damicornis* / CORAL / LUNAR PERIODICITY / LARVAL RELEASE / LARVAL DEVELOPMENT

PATAPORN KUANUI : REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE CORAL, *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) AT MU KO SAMAE SAN. ADVISOR : ASST. PROF. SUCHANA CHAVANICH, Ph.D., 107 pp.

In this study, the lunar periodicity of larval release and factors influencing settlement, survival rate, and growth rate of *Pocillopora damicornis* larvae were investigated at Ko Samae San, Chonburi Province. The results of the releasing period between January 2007 – December 2007 showed that *P. damicornis* released planulae monthly during the day and night. However, most were released at night times (0600 – 0800 p.m.) during the new moon to 13 days after the new moon. The highest numbers of larvae released were 2 to 5 days after the new moon. The numbers of larvae released were between 214.1 ± 24.4 larvae per colony per day, and the releasing rates were 0.2 ± 0.05 larvae per polyp. 24 hours after released, 60 % of the larvae settled. After settling on a substrate, larva depressed its body shape in 0.5 hour, and the polyp, tentacle, and hard structure were observed in 40 hours. The first polyp was approximately 1 mm in length. After 4-10 days, a juvenile coral (primary polyp) started budding and expanding its size. At the 6th month, the colony shape started uplifting. In addition, the results from the substrate preference experiments showed that larvae preferred settling on the tile substrate covered with coralline more than other types of substrates (p<0.01). Furthermore, larvae preferred settling under the light condition (P=0.01). However, the position of settlement was not related to the light direction. Moreover, there was no significant difference on the larval settlement rate between different temperatures. For the survival rates in the rearing system at 6 months old, the results showed that corals in the rearing system had higher survival rates (18.4 ± 8.76%) than ones in the sea. However, corals in the sea had larger size (7.0 ± 0.61 mm) in length compared to ones in the sea.

Department ..... Marine Science ..... Student's Signature .....

Field of Study ..... Marine Science ..... Advisor's Signature .....

Academic Year ..... 2008 .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์มากมาย ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล และคุณนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับคำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดในวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี(อพ.สธ.) และหน่วยสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ กองทัพเรือ ที่คอยอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยมาโดยตลอด ขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการ อพ.สธ. พันจ่าเอกสมพงศ์ สิงสุโต และเจ้าหน้าที่กองทัพเรือทุกท่าน ที่ช่วยให้การทำงานภาคสนามสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ดร.อุดมศักดิ์ ดรุมาศ คุณสุภาวดี จันทร์จุงจิตต์ คุณวิชญา กันบัว คุณเสธ์ ทรงพลอย คุณลลิตา ปัจฉิม คุณจิตติมา อุ้มอารีย์ คุณปิยะ โกยสิน ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ขอบคุณ คุณชโลทร รักษาทรัพย์ คุณเทพสุดา ลอยจิ้ว คุณศิริวรรณ อัศวอัจฉริยะกุล คุณเครือวัลย์ กำเนิดดี สำหรับคำแนะนำและความร่วมแรงร่วมใจในการทำงาน และขอขอบคุณ คุณขนิษฐา โรจนุตมะ สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่มีให้เสมอมา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับเงินทุนจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณย่า มารดา และขอบคุณน้องสาว ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้การทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ…… 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

1.2.1 ชีววิทยาของปะการัง..... 2

1.2.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์..... 3

1.2.3 พัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ปะการัง..... 6

1.2.4 ช่วงเวลาในการปล่อยตัวอ่อนปะการัง..... 7

1.2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยตัวอ่อนปะการัง..... 8

1.2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง..... 9

1.2.7 พัฒนาการของตัวอ่อนปะการังภายหลังการลงเกาะ..... 11

1.2.8 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว…… 12

1.2.9 การเพาะขยายพันธุ์และการอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงบนบก….. 15

1.3 วัตถุประสงค์…….. 15

1.4 ขอบเขตการวิจัย …… 16

2. การปล่อยและการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการของตัวอ่อนระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว…….. 17

2.1 วิธีดำเนินการวิจัย…….. 17

2.1.1 ชนิดปะการังที่ใช้ในการศึกษา…… 17

บทที่ หน้า

2.1.2 พื้นที่ศึกษา..... 18
2.1.3 ขั้นตอนการศึกษา..... 18
2.1.3.1 ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*..... 18
2.1.3.2 อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 20
2.1.3.3 อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ..... 20
2.1.3.4 พฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการระยะหลังการลงเกาะ..... 21
2.1.4 การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล..... 22
2.2 ผลการศึกษา..... 23
2.2.1 ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 23
2.2.2 อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 27
2.2.3 อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ..... 29
2.2.4 พฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการระยะหลังการลงเกาะ..... 29
2.3 วิจารณ์ผลการศึกษา..... 32
3. พฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* 40
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย..... 40
3.1.1 ชนิดปะการังที่ใช้ในการศึกษา..... 40
3.1.2 พื้นที่ศึกษา..... 40
3.1.3 ขั้นตอนการศึกษา..... 41
3.1.3.1 พื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 41

บทที่ หน้า

3.1.3.2 อิทธิพลของแสงจากแหล่งกำเนิดกับตำแหน่งการเลือกลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 42

3.1.3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 44

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 46

3.2 ผลการศึกษา..... 47

3.2.1 พื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*..... 47

3.2.2 อิทธิพลของแสงจากแหล่งกำเนิดกับตำแหน่งการเลือกลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* 48

3.2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* : กรณีการเหนี่ยวนำการลงเกาะด้วยแสงแตกต่างกัน..... 50

3.2.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* : กรณีการเหนี่ยวนำการลงเกาะด้วยอุณหภูมิ..... 51

3.3 วิจารณ์ผลการศึกษา..... 52

4. อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ..... 56

4.1 วิธีดำเนินการวิจัย..... 56

4.1.1 ชนิดปะการังที่ใช้ในการศึกษา..... 56

4.1.2 พื้นที่ศึกษา..... 56

4.1.3 ขั้นตอนการศึกษา..... 57

4.1.3.1 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล..... 57

4.1.3.2 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ..... 58

บทที่ หน้า

4.1.3.3 เปรียบเทียบอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล..... 59
4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 59
4.2 ผลการศึกษา..... 60
4.2.1 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล..... 60
4.2.2 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ..... 64
4.2.3 การเปรียบเทียบอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล..... 67
4.3 วิจารณ์ผลการศึกษา..... 69
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 73
5.1 สรุปผลการศึกษา..... 73
5.2 ข้อเสนอแนะ 75
เอกสารอ้างอิง..... 77
ภาคผนวก..... 94
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 107

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis*.....	8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	โครงร่างแข็งของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายหลังการลงเกาะบนพื้นผิว.....	12
2.1	ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*.....	17
2.2	พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา ตำบลแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี.....	18
2.3	ระบบที่ใช้ในการเก็บตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการังชั่วคราว เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี.	19
2.4	การย่อยสลายโครงร่างแข็งปะการัง *Pocillopora damicornis*	20
2.5	ลักษณะการแขวนแผ่นกระเบื้องดินเผาเพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ (A) และการทำความสะอาดแผ่นกระเบื้องใต้น้ำ (B).....	21
2.6	การศึกษาพฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	22
2.7	ช่วงเวลาและปริมาณการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ออกมาสู่มวลน้ำ ในรอบปี 2550 (n=84 โคโลนี)	24
2.8	จำนวนตัวอ่อนระยะว่ายน้ำโดยเฉลี่ย (± S.E.)ของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ ในรอบปี 2550 (n=84 โคโลนี)	24
2.9	ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ.....	25
2.10	จำนวนตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ปล่อยจากโคโลนีขนาดต่างๆ (n=54 โคโลนี)	25
2.11	โคโลนีของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่นำมาใช้ในการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ หลังจากนำกลับสู่ทะเล...	26
2.12	จำนวนโคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่มีการปล่อยตัวอ่อนซ้ำ.....	26
2.13	จำนวนโคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่มีการปล่อยตัวอ่อนต่อเนื่องกัน.....	27

รูปที่		หน้า
2.14	อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* โดยเฉลี่ย (± S.E.) (n=3 กิ่ง x 5 โคโลนี).....	28
2.15	ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำที่พบในโพลิบปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายหลังการย่อยสลายโครงร่างแข็ง.....	28
2.16	อัตราการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในรอบปี 2550 (*n*=20 แผ่น).....	29
2.17	พัฒนาการของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ขณะทำการลงเกาะบนพื้นผิวจนถึงระยะหลังการลงเกาะเป็นเวลา 18 เดือน.....	31
2.18	ปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่เลี้ยงในทะเล.....	32
3.1	การทดลองพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*	42
3.2	ทิศทางของแสงและลักษณะการวางแผ่นกระเบื้องเพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่หันทำมุมเข้าหาจุดกำเนิดแสง.....	43
3.3	ทิศทางของแสงและลักษณะการวางแผ่นกระเบื้องเพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยวิธีการให้แสงที่แตกต่างกัน.....	45
3.4	การศึกษาอัตรการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน.....	46
3.5	อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่แตกต่างกัน.....	47
3.6	อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่หันทำมุมเข้าหาจุดกำเนิดแสงแตกต่างกัน.....	49
3.7	อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยวิธีการให้แสงที่แตกต่างกัน.....	50

รูปที่		หน้า
3.8	อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (n = 100 ตัว x 3 ครั้ง x 5 ซ้ำ).....	51
4.1	ระบบอนุบาลตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยง.....	58
4.2	ระบบอนุบาลตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่นำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล.....	58
4.3	วิธีการวัดขนาดโดยความกว้างสูงสุดของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ด้วย เวอเนียร์ คาร์ลิบเปอร์.....	59
4.4	อัตรารอดเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล (n = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	61
4.5	อัตรารอดเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเลจนอายุ 24 สัปดาห์ (n = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	61
4.6	การเติบโตโดยความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล (n = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	62
4.7	อัตราการเติบโตโดยความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล (n = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	63
4.8	การเติบโตโดยความสูงเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล (n = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	63
4.9	อัตราการเติบโตโดยความสูงโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเลจนอายุ 24 สัปดาห์ (*n* = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	64

รูปที่		หน้า
4.10	อัตรารอดโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ (*n* = ตัวอ่อนปะการัง x 4 ชุด x 20 ซ้ำ).....	65
4.11	การเติบโตโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ (*n* = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)	66
4.12	อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ (*n* = 40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ).....	66
4.13	อัตรารอดโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติบนแผ่นกระเบื้องกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล (*n* = 40 ตัว x 4-7 ชุด x 5-20ซ้ำ).....	67
4.14	การเติบโตโดยความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติบนแผ่นกระเบื้องกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล (*n* = 40 ตัว x 4-7 ชุด x 5-20 ซ้ำ).....	68
4.15	การเติบโตโดยความสูงโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติบนแผ่นกระเบื้องกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล (*n* = 40 ตัว x 4-7 ชุด x 5-20 ซ้ำ).....	69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบนิเวศปะการังเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล ทั้งการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และแหล่งสืบพันธุ์วางไข่ แต่ในปัจจุบันพบว่า ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศปะการังเสื่อมถอยลง ทั้งจากกิจกรรมมนุษย์และจากธรรมชาติ เช่น การระเบิดปลา การทิ้งสมอเรือ การเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (coral bleaching) และอื่นๆ เป็นต้น ทั้งนี้ การเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวส่งผลกระทบต่อปะการังหลายชนิดและเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งพบว่าตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของปะการัง *Acropora* spp. และ *Pocillopora damicornis* ได้รับผลกระทบมากที่สุดในอ่าวไทย (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2541)

จากการที่ การฟื้นตัวของแนวปะการังตามธรรมชาติ (natural restoration) ใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ทำให้มนุษย์เข้ามามีบทบาทและมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูแนวปะการังทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งนิยมใช้วิธีการปลูกปะการังทดแทนโดยนำชิ้นส่วนของปะการังมาใช้ในการขยายพันธุ์ (fragmentation) โดยยึดติดกับพื้นผิวแข็งที่ทำมาจากวัสดุต่างๆ เช่น แท่นซีเมนต์ อิฐบล็อก เป็นต้น แล้วย้ายไปปลูกในที่ที่ต้องการฟื้นฟู วิธีการนี้ใช้หลักการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศซึ่งพบว่าปะการังมีอัตราการเติบโตและอัตรารอดสูง และนิยมทำในกลุ่มปะการังที่มีรูปร่างแบบกิ่ง เช่น Acroporidae และ Pocilloporidae เป็นต้น (Yap and Gomez, 1985; Clark and Edwards, 1995; Bowden-Kerby, 1997; Tamelander *et al*., 2000) อย่างไรก็ตาม การฟื้นฟูปะการังด้วยวิธีนำชิ้นส่วนของปะการังจากโคโลนีเดียวกันไปขยายพันธุ์นี้ ทำให้ปะการังที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเช่นเดียวกับโคโลนีตั้งต้น จึงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับปะการังทั้งหมดที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเดียวกันได้เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติของปัจจัยแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิน้ำทะเลที่ผิดปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ที่สามารถส่งผลให้เกิดความเสียหายกับปะการังทั้งแนวได้ ดังนั้น หากมีการเพาะขยายพันธุ์ปะการังที่อาศัยหลักการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ก่อนนำปะการังเหล่านี้ไปฟื้นฟูในพื้นที่ที่ต้องการ ทำให้ปะการังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ความสามารถในการทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงจึงสูงกว่าปะการังที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ต่ำ นอกจากนั้น การนำตัวอ่อนปะการังมาอนุบาลในระบบเลี้ยง รวมถึง การศึกษา

ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่สำคัญ เช่น ระดับความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเค็ม รวมถึงปริมาณและชนิดของอาหารที่เหมาะสม เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเพิ่มอัตรารอดและอัตราการเติบโตของปะการังให้เหมาะสม ก่อนนำกลับคืนสู่แนวปะการังธรรมชาติที่ต้องการฟื้นฟูต่อไป (เสาวภา สวัสดิ์พีระ, 2528; Rinkevich and Loya, 1984: Jokiel and Coles, 1990; Babcock and Mundy, 1996; Baird and Hughes, 2000; Stambler and Dubinsky, 2005; Hayashi and Iwase, 2006)

การศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาช่วงเวลาและอัตราการปล่อยตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* ซึ่งมีรูปแบบการสืบพันธุ์ที่เป็นการปฏิสนธิภายในโคโลนี (internal fertilization) โดยไข่ได้รับการปฏิสนธิและมีพัฒนาการเป็นตัวอ่อนภายในตัวแม่ ก่อนถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำในระยะที่เป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ (planula larva) นำตัวอ่อนระยะว่ายน้ำมาศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการลงเกาะ เช่น วัสดุที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นพื้นผิวในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง รวมถึง ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ซึ่งมีความสำคัญในการกระตุ้นให้ตัวอ่อนปะการังระยะดังกล่าวทำการลงเกาะ นอกจากนั้น ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมและพัฒนาการของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะ อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยง อันเป็นการหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเพาะขยายพันธุ์ปะการังในระบบอนุบาลก่อนนำกลับคืนสู่ธรรมชาติเพื่อฟื้นฟูแนวปะการังธรรมชาติที่ต้องการต่อไป

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ชีววิทยาของปะการัง

ปะการัง *Pocillopora damicornis* จัดอยู่ใน Phylum Cnidaria Class Anthozoa (Ehrenberg, 1834) Subclass Hexacorallia Order Scleractinia (Boume, 1900) Suborder Astrocoeniina (Vaughan and Wells, 1943) Family Pocilloporidae (Gray, 1842) Genus Pocillopora (Lamark, 1816) โดยเป็นปะการังแข็งที่มีรูปทรงแบบกิ่ง หลากหลายสี เช่น สีน้ำตาล เหลือง ชมพู เป็นต้น มีลักษณะเด่นที่ไม่มี verrucea ที่แท้จริง เนื่องจากบริเวณกิ่งหลักของปะการังมีกิ่งที่ไม่มีพัฒนาการที่คล้ายกับ verrucea ทั้งนี้ ปะการังชนิดนี้มี corallite ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.7-1.5 มิลลิเมตร ปะการัง *Pocillopora damicornis* เป็นปะการังที่พบได้ทั่วไปบริเวณแนวปะการังที่มีความลาดชันต่ำ (reef flat) และแนวปะการังที่มีความลาดชันสูง (reef

slope) ในมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย (Veron and Pichon, 1976; Chang *et al*., 1987; Richmond and Hunter, 1990)

ลักษณะของโครงสร้างโคโลนี แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ (type) คือ แบบ Y และ แบบ B ซึ่งแบบ Y มีลักษณะของปลายกิ่งที่มีขนาดใหญ่และมีสีเหลืองให้เห็นอย่างชัดเจน ขณะที่ แบบ B มีโคโลนีเป็นสีน้ำตาลและปลายกิ่งมีลักษณะที่เรียวเล็ก นอกจากนั้น ปะการังทั้ง 2 รูปแบบ มีช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อน ระยะเวลาในการลงเกาะ รวมถึง ขนาดของตัวอ่อนที่แตกต่างกัน โดยแบบ Y มีขนาดตัวอ่อนใหญ่กว่าแบบ B และมีความทนทานต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสูงกว่าแบบ B (Richmond and Jokiel, 1984; Jokiel, 1985) อย่างไรก็ตาม วิธีการจำแนกความแตกต่างของ 2 รูปแบบ โดยลักษณะดังกล่าวเป็นไปได้ยาก และไม่สามารถจำแนกได้ชัดเจนเช่นเดียวกับวิธีการศึกษาทางพันธุกรรม (Stoddart, 1983)

1.2.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์

ปะการังเป็นสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) และแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) โดยมีธรรมชาติเป็นตัวควบคุมรูปแบบการสืบพันธุ์ เช่น การเกิดน้ำผุด (upwelling) ที่ทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนเพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้ปะการังได้รับอาหารและพลังงานที่เพียงพอในการนำไปใช้ในกระบวนสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Glynn and Stewart, 1973) ในทางตรงข้าม การปรากฏของผู้ล่าเป็นจำนวนมากในระบบนิเวศปะการัง เช่น ฝูงปลาที่กัด แทะ เล็ม โพลิบปะการัง ซึ่งสามารถทำให้เกิดการแตกหักของชิ้นส่วนปะการัง ชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถเติบโตต่อไปได้เมื่อยึดติดกับพื้นผิวใหม่ ซึ่งจัดเป็นการเติบโตที่อาศัยการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Richmond, 1987)

1.2.2.1 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

เป็นการเกิดขึ้นใหม่ของปะการัง โดยที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนโคโลนีตั้งต้น สามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

(1) การแบ่งตัวหรือการแตกหน่อของโพลิบ (budding)

เป็นการเพิ่มขึ้นของจำนวนโพลิบปะการัง อันเป็นการขยายขนาดของโคโลนี แบ่งได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การแบ่งตัวภายในโพลิบเดิม (intratentacular budding) เช่น ปะการัง Faviidae และ การแบ่งตัวภายนอกโพลิบเดิม (extratentacular budding) เช่น ปะการัง Acroporidae และ

Pocilloporidae ทั้งนี้ ในกรณีของปะการัง *Goniastrea aspera* สามารถแบ่งตัวได้ทั้งแบบภายในและภายนอก ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของโพลิบบนโคโลนีปะการัง (Sakai, 1998)

(2) การแตกหักของชิ้นส่วนปะการัง (fragmentation)

เป็นกระบวนสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เกิดจากการแตกหักของชิ้นส่วนปะการัง และสามารถเติบโตต่อไปเป็นโคโลนีใหม่เมื่อชิ้นส่วนที่หักสามารถยึดติดกับพื้นผิวใหม่ได้ พบได้ทั่วไปในปะการังที่มีรูปทรงแบบกิ่งและแบบแผ่นแบน ทั้งนี้ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแตกหักของชิ้นส่วนปะการังอาจเป็นผลมาจากพายุ คลื่น หรือ ลมที่รุนแรง รวมถึง การกระทำของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น (Highsmith, 1982; Adjeroud and Tsuchiya, 1999)

(3) โพลิบเบลเอาท์ (polyp bail-out)

หมายถึง การที่โพลิบปะการังแยกตัวออกจากโครงร่างแข็ง โดยใช้ขน (cilia) โบกพัดให้เคลื่อนที่ในมวลน้ำ เพื่อหาพื้นที่ใหม่ที่เหมาะสมในการลงเกาะ (Sammacro, 1982) ทั้งนี้ ตะกอนที่ตกทับถมโคโลนีปะการังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้ได้ (Te, 1992)

(4) การผลิตตัวอ่อนจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสม (parthenogenesis)

เป็นกระบวนการที่เพศเมียมีการสร้างไข่และมีพัฒนาการเป็นตัวอ่อนโดยที่ไม่ได้รับการปฏิสนธิจากสเปิร์มของเพศผู้ ตัวอ่อนปะการังที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการนี้ จะมีลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมือนกับตัวแม่ทุกประการ การสืบพันธุ์แบบนี้พบในกรณีที่มีภาวะแวดล้อมไม่ปกติในปะการัง *Pocillopora damicornis* (Stoddart, 1983)

1.2.2.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

เป็นการเกิดขึ้นใหม่ของปะการัง โดยที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างหรือใกล้เคียงกับโคโลนีตั้งต้น สามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

(1) Hermaphroditic broadcaster

หมายถึง กลุ่มปะการังที่มีสองเพศภายในโพลิบเดียวกัน มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมียและเพศผู้ออกมาปฏิสนธิภายในมวลน้ำ (external fertilization) เช่น ปะการังวงศ์ Acroporidae และ Faviidae (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550; Babcock and Heyward, 1986)

(2) Gonochoric broadcaster

หมายถึง กลุ่มปะการังที่แต่ละโคโลนีมีเพศแตกต่างกัน และมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมียและเพศผู้ออกมาปฏิสนธิภายในมวลน้ำ เช่น ปะการังวงศ์ Fungiidae (Krupp, 1983)

(3) Hermaphroditic brooder

หมายถึง กลุ่มปะการังที่มีสองเพศภายในโพลิบเดียวกัน และเซลล์ไข่ได้รับการปฏิสนธิกับสเปิร์ม และมีพัฒนาการกลายเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำภายในตัวแม่ เช่น ปะการังวงศ์ Pocilloporidae และ Poritidae (Richmond and Jokiel, 1984; Jokiel, 1985; Szmant, 1986; Shlesiger *et al*., 1998)

(4) Gonochoric brooder

หมายถึง กลุ่มปะการังที่แต่ละโคโลนีมีเพศแตกต่างกัน แต่เซลล์ไข่ได้รับการปฏิสนธิจากสเปิร์มภายในโพลิบ (internal fertilization) และพัฒนาการกลายเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ (planula larva) ภายในตัวแม่ เช่น ปะการังวงศ์ Siderastreidae และ Dendrophyllidae (Babcock *et al*., 1986; Szmant, 1986)

ทั้งนี้ ปะการัง *Pocillopora damicornis* เป็นปะการังที่มีสองเพศภายในโพลิบเดียวกัน และมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้มาผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียภายในโคโลนี จึงถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Hermaphroditic brooders (Szmant, 1986) จากการที่ตัวอ่อนถูกปล่อยออกจากโคโลนีในระยะว่ายน้ำทำให้สามารถลงเกาะบนพื้นผิวได้ในระยะเวลาอันสั้นและรวดเร็ว ซึ่งเป็นข้อดีของปะการังกลุ่มนี้ที่มีระยะเป็นแพลงก์ตอนสั้น (Lewis, 1974) อย่างไรก็ตาม การที่ปะการังชนิดนี้มีการกระจายแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่จึงส่งผลให้รูปแบบการสืบพันธุ์แตกต่างกัน เช่น บริเวณเกาะ Rottnest และเกาะ Houtman Abrolhos ฝั่งตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย รวมทั้ง อ่าว Kaneohe รัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ปะการัง *Pocillopora damicornis* มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เป็น parthenogenesis (Stoddart, 1983) ขณะที่บริเวณเกาะ One Tree เกาะ Lizard และเกาะ Heron ซึ่งอยู่ฝั่งตะวันออก ในพื้นที่ Great Barrier Reefs ประเทศออสเตรเลีย พบว่าปะการังชนิดนี้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง แสดงให้เห็นว่าเป็นผลมาจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Benzie *et al*., 1995; Ayre *et al*., 1997; Ayre and Hughes, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของปะการังบริเวณเกาะโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Permata *et al*., 2000) อย่างไรก็ตาม Ward (1992, 1995) รายงานว่า พบปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่บริเวณเกาะ Rottnest ประเทศ

ออสเตรเลีย สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งการปล่อยตัวอ่อนจากวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์จากวิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทั้งนี้ การศึกษาด้านเนื้อเยื่อวิทยาที่บริเวณอ่าว Chiriqui และอ่าว Panama ในสาธารณรัฐปานามา รวมทั้งเกาะ Galapagos ในประเทศเอกวาดอร์ พบว่า มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมีย แต่ไม่พบการสร้างตัวอ่อนภายในโคโลนี และพบว่าเซลล์สืบพันธุ์ได้หายไปจากโคโลนีในช่วงหลังวันขึ้น 15 ค่ำ จึงคาดว่า มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำโดยตรง (Glynn *et al*., 1991) ทั้งนี้ การศึกษาดังกล่าว ไม่ได้ทำการติดตามการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในธรรมชาติ แต่ในกรณีที่บริเวณอ่าว Kapiolani Park และอ่าว Kaneohe ของรัฐฮาวาย และทางเหนือของเกาะ Japtan ในหมู่เกาะ Enewetok ประเทศสหรัฐอเมริกา พบทั้งเซลล์ไข่และตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายในโพลิบเดียวกัน (Stimson, 1978)

ดังนั้น การศึกษาชีววิทยาของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในแต่ละพื้นที่ ควรทำการตรวจสอบรูปแบบการสืบพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้วิธีการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างโคโลนีแม่และตัวอ่อน ทั้งนี้ ปะการังในกลุ่มที่ตัวอ่อนมีสาหร่ายซูแซนเทลลี่อยู่ภายใน ต้องทำการแยกสาหร่ายดังกล่าวออกจากเนื้อเยื่อปะการังเสียก่อน เพื่อความชัดเจนและถูกต้องของข้อมูล (Ayre and Resing, 1986)

1.2.3 **พัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ปะการัง**

พัฒนาการของเซลล์ไข่และสเปิร์มปะการังเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อ mesentery ที่ถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อ mesoglea และ gastrodermis ปะการัง 1 โพลิบ สามารถสังเกตเห็นเซลล์ไข่ขนาด 10 ไมโครเมตร จนถึง 100 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นระยะที่เซลล์ไข่พัฒนาเต็มที่ และสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของถุงสเปิร์มตั้งแต่ขนาดประมาณ 30 ไมโครเมตร จนถึงระยะที่มีพัฒนาเต็มที่ซึ่งมีขนาดมากกว่า 100 ไมโครเมตร อันเป็นระยะที่สามารถสังเกตเห็นสเปิร์มที่มีหางและสามารถเคลื่อนที่ได้ จากนั้นไข่และสเปิร์มมีการเคลื่อนเข้าสู่ gastrovascular cavity แต่ไม่พบการปล่อยสเปิร์มออกสู่ภายนอก (Stoddart and Black, 1985) ขณะที่ Permata *et al*. (2000) รายงานการพบทั้งเซลล์ไข่และสเปิร์มในเวลาเดียวกัน แต่สเปิร์มในระยะพร้อมผสมพันธุ์ได้หายไปก่อนที่ไข่ในโพลิบมีพัฒนาการเต็มที่ 1 สัปดาห์ หลังจากนั้น จึงพบว่า บางโพลิบพบทั้งเซลล์ไข่ขนาดเล็กและตัวอ่อนปะการัง บางโพลิบพบทั้งสเปิร์มและตัวอ่อนด้วย สำหรับการเข้ามาอยู่ร่วมอาศัยของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ภายในตัวอ่อนปะการัง พบว่า สาหร่ายเข้าสู่ตัวอ่อนปะการังในระยะ gastrula ผ่านทางช่องปาก (oral pore) เพื่อเข้าสู่ gastrovascular cavity และเนื้อเยื่อ endoderm ทั้งนี้

Glynn *et al*. (1991) รายงานว่า พบสาหร่ายซูแซนเทลลี่อยู่ภายในเนื่อเยื่อของเซลล์ไข่ตั้งแต่ในระยะที่ยังไม่ได้รับการปฏิสนธิ อย่างไรก็ตาม ตัวอ่อนปะการังที่มีพัฒนาการที่สมบูรณ์จะถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำเมื่อตัวอ่อนเข้าสู่ระยะว่ายน้ำ ซึ่งตัวอ่อนในระยะนี้มีขนาดประมาณ 600-800 ไมโครเมตร (Harriott, 1983) อนึ่ง ปะการังต้องใช้พลังงาน 0.6 แคลอรี่ ต่อการผลิตตัวอ่อน 1 ตัว (Richmond, 1981)

1.2.4 ช่วงเวลาในการปล่อยตัวอ่อนปะการัง

ปะการังกลุ่มที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาผสมกันในมวลน้ำ (broadcasting) หรือเป็นกลุ่มที่มีการปฏิสนธิภายนอก มีรูปแบบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ในช่วงเวลาเดียวกันพร้อมกันหลายโคโลนี (synchronous) (Fadlallah, 1983) โดยช่วงเวลาดังกล่าวมีการตรวจพบ estradiol-17ß ปริมาณสูงในน้ำทะเล ซึ่งเป็นสารที่มีส่วนในการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังให้เกิดขึ้นพร้อมกัน (Atkinson and Atkinson, 1992) ซึ่งมีความแตกต่างจากปะการังกลุ่มที่มีการปล่อยตัวอ่อนออกสู่มวลน้ำ (brooding) หรือกลุ่มที่มีการปฏิสนธิภายใน ส่วนใหญ่มีการปล่อยตัวอ่อนไม่พร้อมกัน (asynchronous) (Fadlallah, 1983) เนื่องจากระยะเวลาในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการพัฒนาเป็นตัวอ่อนแตกต่างกัน เช่น ในปะการัง *Pocillopora damicornis* (Stodart and black, 1985; Permata, 2000) ส่วนในกลุ่มที่มีการปฏิสนธิภายนอก เช่น ปะการัง *Porites porites*, *Porites astreoides*, *Acropora humilis*, *Acropora millepora* มีการสร้างและพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเวลาที่ยาวนานนับเดือน ก่อนการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียง 1 ครั้งต่อปี (ชโลทร รักษาทรัพย์ และคณะ, 2550; Kojis and Quinn, 1981) อย่างไรก็ตาม พบว่าปะการัง *Montipora digitata* และ *Montipora aequituberculata* บริเวณเกาะ Magnetic ประเทศออสเตรเลีย มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ถึง 2 ครั้งต่อปี (Stobart *et al*., 1992) ขณะที่ปะการังกลุ่มที่เป็น brooding สามารถสร้างและปล่อยตัวอ่อนได้ทุกเดือนตลอดปี เช่น ปะการัง *Pocillopora damicornis* ทั้งนี้ ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังกล่าวมาข้างต้นตามหัวข้อ 1.2.2.2 (4) ซึ่งแสดงในตารางที่ 1 แม้ว่าปะการังกลุ่มดังกล่าวนี้มีรอบการปล่อยตัวอ่อนที่ถี่กว่าปะการังกลุ่ม broadcasting แต่จำนวนตัวอ่อนที่ถูกปล่อยต่อครั้งมีจำนวนที่น้อยกว่าปะการังที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สู่มวลน้ำ (Hughes *et al*., 1999) นอกจากนั้น ตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำมีอัตราการลงเกาะบนพื้นผิวสูง (Carlon, 2002) และรวดเร็ว (Jokiel, 1985; Lewis, 1974; Isomura and Nishihira, 2001; Tioho *et al*., 2001) ทำให้มีการแพร่กระจายในพื้นที่ค่อนข้างแคบ ส่วนใหญ่อยู่ใกล้โคโลนีแม่ (Carlon and Olsen, 1993) ซึ่งแตกต่างกับปะการังในกลุ่ม broadcasting ที่เซลล์สืบพันธุ์ที่ถูกปล่อยออกมามีพัฒนาการในระยะที่ดำรงชีวิตในมวล

น้ำนาน ทำให้มีอัตรารอดต่ำจากการถูกล่า แต่มีขอบเขตการแพร่กระจายที่กว้างจากการพัดพาของกระแสน้ำ (Pineda, 2000)

ตารางที่ 1. ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis*

พื้นที่	ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อน	แหล่งที่มา
Kaneohe Bay, Hawaii	แรม 1 – 15 ค่ำ (type Y)	Richmond and Jokiel
	ขึ้น 1 ค่ำ – แรม 7 ค่ำ (type B)	(1984)
Kapiolani Park, Hawaii	ขึ้น 1 ค่ำ – แรม 7 ค่ำ	Stimson (1978)
Kaneohe Bay, Hawaii	ขึ้น 15 ค่ำ	Kuffner (2001)
Enewetok atoll,	ขึ้น 1 – 15 ค่ำ	Richmond and Jokiel
Marshall Island		(1984)
Enewetok atoll,	แรม 8 ค่ำ – ขึ้น 14 ค่ำ	Stimson (1978)
Marshall Island		
Okinawa, Japan	ขึ้น 1 - 8 ค่ำ	Permata *et al*. (2000)
Southern Taiwan	ขึ้น 1 - 8 ค่ำ	Fan *et al*. (2002)
Lizard Island (GBR)	แรม 15 ค่ำ (ฤดูร้อน),	Harriott (1983)
	ขึ้น 15 ค่ำ (ฤดูหนาว)	
Heron Island (GBR)	แรม 8 - 14 ค่ำ	Tanner (1996)
เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี	ขึ้น 15 ค่ำ	ธรรมศักดิ์ ยีมิน (2541)

1.2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปล่อยตัวอ่อนปะการัง

ปะการัง *Pocillopora damicornis* มีช่วงเวลาของการปล่อยตัวอ่อนที่มีความสัมพันธ์กับอิทธิพลของวิถีดวงจันทร์ (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2541; Stimson, 1978; Bothwell, 1981; Fadlallah, 1983; Richmond and Hunter, 1990; Tanner, 1996; Jokiel, 1998) โดยพบว่า ปะการังกลุ่มที่มีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงขึ้น 15 ค่ำ ซึ่งเป็นคืนจันทร์เพ็ญ สามารถปล่อยตัวอ่อนได้ในช่วงแรม 15 ค่ำ ที่เป็นคืนเดือนมืด เมื่อได้รับแสงเป็นการกระตุ้น (Jokiel *et al*., 1985) นอกจากนั้น การได้รับรังสีอัลตร้าไวโอเล็ตในปริมาณมากสามารถส่งผลให้ปะการังมีการปล่อยตัวอ่อนจำนวนมาก หรือการที่อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นและมีความเหมาะสมต่อการปล่อยตัวอ่อนปะการังขณะที่ตัวอ่อนปะการังยังไม่มีความพร้อมในการถูกปล่อยสู่มวลน้ำ ส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยออกมามีพัฒนาการที่ไม่สมบูรณ์ (Jokiel, 1985) ทั้งนี้ ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการปล่อยตัวอ่อน

ปะการังบริเวณเกาะฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา อยู่ที่ระดับ 26 – 27 องศาเซลเซียส การที่อุณหภูมิมีระดับสูงกว่าปกติ ส่งผลให้ความดกและอัตรารอดของตัวอ่อนปะการังลดลง (Jokiel and Guinther, 1978) ส่วนปะการังกลุ่ม broadcasting ซึ่งมีถิ่นอาศัยบริเวณละติจูดสูงมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ช้ากว่าปะการังบริเวณละติจูดต่ำ เช่น ปะการังบริเวณตอนเหนือของเกาะไต้หวัน (ละติจูด 25°N) มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ที่เร็วกว่าทางตอนใต้ของเกาะ (ละติจูด 22°N) ประมาณ 1 เดือน ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (Dai *et al*., 1992; Mendes and Woodley, 2002)

1.2.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง

ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* หลังจากถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำสามารถดำรงชีวิตเป็นตัวอ่อนในน้ำได้นานกว่า 100 วัน ในสภาพที่มีแสง เนื่องจากตัวอ่อนระยะว่ายน้ำปะการังดังกล่าวมีพลังงานสะสมในรูปของไขมัน : โปรตีน : คาร์โบไฮเดรต ที่ร้อยละ 70 : 17 : 13 รวมทั้ง มีสาหร่ายซูแซนเทลลี่อาศัยภายในเนื้อเยื่อ (Richmond, 1987) ซึ่งได้รับมาจากโคโลนีแม่โดยตรง (Hirose *et al*., 2000; Harii *et al*., 2002) อย่างไรก็ตาม ตัวอ่อนปะการังชนิดนี้สามารถลงเกาะบนพื้นผิวได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน โดยมีรายงานพบการแพร่กระจายเป็นจำนวนมากในรัศมี 8 เมตร จากโคโลนีแม่ (Tioho *et al*, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของปะการังดังกล่าวที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกันมีลักษณะทางพันธุกรรมที่คล้ายคลึงกัน (Ayre *et al*., 1997) นอกจากนั้น ปัจจัยทางกายภาพ เช่น ปริมาณของแสง อุณหภูมิ ความเค็ม รวมทั้งปัจจัยทางชีวภาพ เช่น สภาพพื้นผิว มีส่วนกำหนดพฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังด้วย (Harriott, 1983; Jokiel and Coles, 1990) เช่น ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* บริเวณเกาะฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา อยู่ที่ 26.5 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน (Jokiel and Guinther, 1978) ซึ่งบ่งบอกถึงระดับอุณหภูมิมีส่วนช่วยเร่งอัตราการลงเกาะของตัวอ่อน อย่างไรก็ตาม การที่อุณหภูมิมีค่าสูงกว่าระดับปกติส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังมีอัตราการตายสูงขึ้น (Edmunds *et al*., 2001) เช่นเดียวกับระดับความเค็มของน้ำทะเลที่มีค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่าระดับปกติสามารถส่งผลให้ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* มีอัตราการลงเกาะที่ลดลง และเมื่อระดับความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า 10 พีเอสยู ส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังมีการตายสูง (Palakai, 1998) ถึงแม้ว่าตัวอ่อนปะการังในระยะว่ายน้ำมีพฤติกรรมชอบแสง แต่พฤติกรรมดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นหนีแสงทันทีเมื่อพร้อมทำการลงเกาะบนพื้นผิว โดยส่วนใหญ่ทำการลงเกาะบนพื้นผิวในสภาพที่ค่อนข้างมืด ตามซอกมุมต่างๆ ทั้งนี้เพื่อหลบหลีกผู้ล่าและการทับถมของตะกอน (Wallace and Bull, 1981; Babcock and

Davies, 1991; Maida *et al*., 1994; Babcock and Mundy, 1996; Suzuki and Hayashibara, 2006)

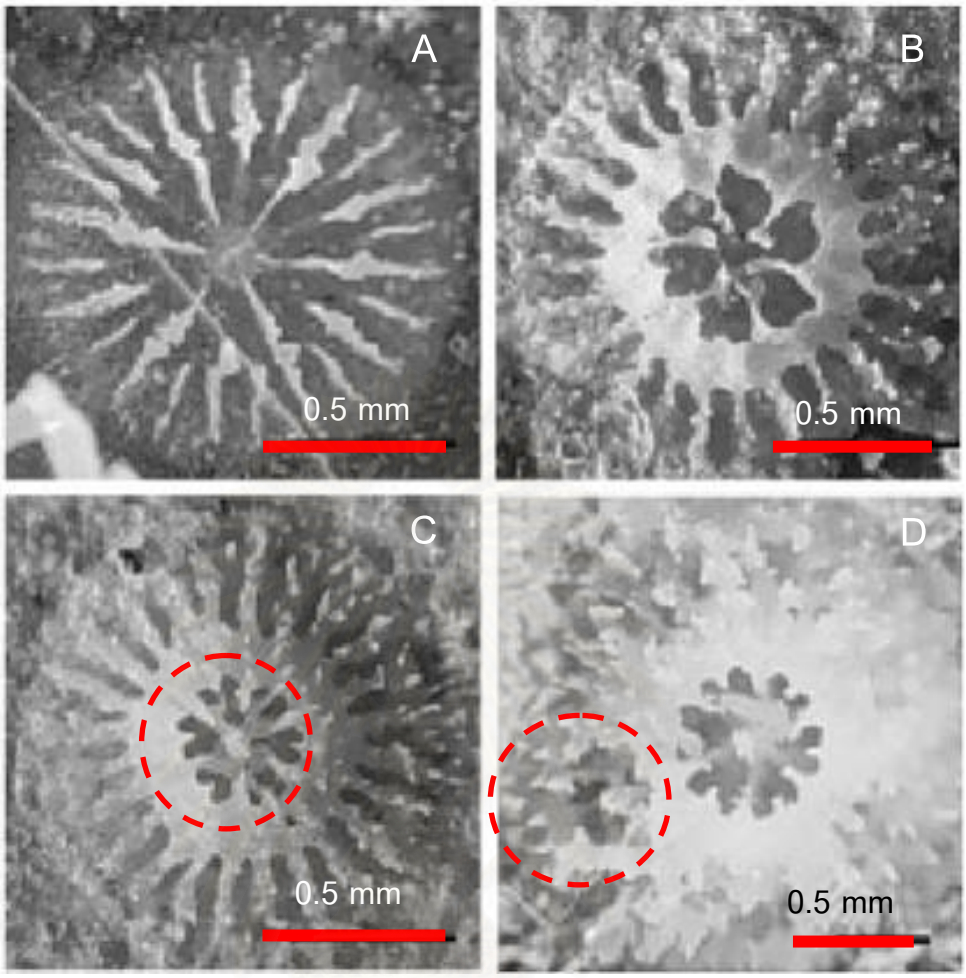
ปัจจัยสำคัญอื่นที่พบว่ามีผลต่ออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง รวมถึง ตัวอ่อนของสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด ได้แก่ สารเหนี่ยวนำจากธรรมชาติที่พบอยู่ในสาหร่ายหินปูน (coralline algae) (Morse and Morse, 1991; Morse *et al*., 1996) นอกจากนั้น ยังมีแบคทีเรียบางชนิดที่มีส่วนช่วยในการกระตุ้นการลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ของตัวอ่อนปะการัง (Keough and Raimondi, 1995; Negri *et al*., 2001; Baird and Morse, 2004; Webster *et al*., 2004) อย่างไรก็ตาม พื้นผิวที่มีสาหร่ายขึ้นปกคลุมเป็นจำนวนมากส่งผลยับยั้งต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังได้ เนื่องจากสาหร่ายเป็นส่วนสำคัญในการดักจับตะกอนในมวลน้ำ ทำให้บริเวณที่มีสาหร่ายปกคลุมสูง มีปริมาณตะกอนเป็นจำนวนมากด้วย ตัวอ่อนปะการังจึงไม่สามารถทำการลงเกาะได้เช่นกัน (Hodgson, 1990; Birrell *et al*., 2005) รวมถึง สารสกัดจากปะการัง *Goniopora tenuidens* ซึ่งมีส่วนผสมของเข็มพิษ (nematocyst) ที่สามารถยับยั้งการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ได้ (Fearon and Cameron, 1996) ทั้งนี้ ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย (Bassim and Sammarco, 2003) ยาฆ่าแมลง (Acevedo, 1991) นิเกิล (Goh, 1991) คราบน้ำมันจากเรือและแหล่งโรงงานงานอุตสาหกรรม (Te, 1991; Lane and Harrison, 2000; Negri and Heyward, 2000) ที่มีการปนเปื้อนในน้ำ มีส่วนสำคัญทำให้อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังลดลงหรือตายในที่สุด

การศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติบริเวณเกาะไต้หวัน พบว่า ตัวอ่อนปะการังที่มีการลงเกาะสูงสุด ได้แก่ ตัวอ่อนปะการังวงศ์ Pocilloporidae ซึ่งพบโคโลนีปะการังกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณนั้น (Soong *et al.,* 2003) สำหรับในน่านน้ำไทย บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และบริเวณอ่าวไทยตอนใน จังหวัดชลบุรี พบการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังวงศ์ Pocilloporidae มากเช่นกัน โดยเฉพาะตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* (ลลิตา ปัจฉิม, 2548; Amornsakchai, 1992) อย่างไรก็ตาม อัตรารอดของตัวอ่อนปะการังชนิดนี้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากตัวอ่อนเกิดการฟอกขาวได้ง่าย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อม (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2541)

1.2.7 พัฒนาการของตัวอ่อนปะการังภายหลังการลงเกาะ

การลงเกาะบนพื้นผิว (settlement) ของตัวอ่อนปะการังเกิดขึ้นหลังจากที่ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำที่ดำรงชีวิตในมวลน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง ลดพฤติกรรมจากการว่ายน้ำเป็นการจับยึดกับพื้นผิวและดำรงชีวิตต่อไปอย่างถาวร สามารถสังเกตได้จากตัวอ่อนระยะว่ายน้ำเริ่มคืบคลานบนพื้นผิวเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมนั้น การลงเกาะนั้น ตัวอ่อนปะการังใช้ด้านตรงข้ามกับส่วนปาก (aboral) ในการยึดกับพื้นผิว ทำการลดขนาดความยาวของลำตัวให้เป็นลักษณะแบนราบ และมีพัฒนาการต่อไปโดยการเปลี่ยนรูปร่าง สร้างโพลิบแรกเริ่ม (primary polyp) หนวด (tentacle) และโครงร่างแข็ง ตามลำดับ เริ่มจากการสร้างส่วนของฐาน (basal plate) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการยึดติดกับพื้นผิวของโครงสร้างปะการัง และพัฒนาโครงร่างแข็งที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 1) (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550; Babcock *et al.,* 2003; Baird and Morse, 2004) และเมื่อทำการลงเกาะบนพื้นผิวได้อย่างสมบูรณ์จึงถือว่าตัวอ่อนปะการังเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรใหม่ที่สมบูรณ์ (recruitment) (Hodgson, 1990) ภายหลังการลงเกาะบนพื้นผิวประมาณ 3 - 7 วัน ตัวอ่อนปะการังจึงเริ่มทำการแตกหน่อ (budding) ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเพื่อขยายขนาดของลำตัวโดยการสร้างโพลิบใหม่ (Sato, 1985) ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเช่นเดียวกับโพลิบแรกเริ่ม อย่างไรก็ตาม หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ตัวอ่อนปะการังอายุประมาณ 3 วันหลังจากได้ทำการลงเกาะและสร้างโครงร่างแข็งแล้ว สามารถแยกตัวออกจากโครงร่างแข็ง กลับเข้าสู่ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำอีกครั้ง เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการลงเกาะต่อไป (Richmond, 1985; Te, 1992) กระบวนการที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้ ได้พลังงานจากการกินอาหารของตัวอ่อนปะการัง รวมถึง พลังงานที่ได้มาจากสาหร่ายซูแซนเทลลี่ที่ร่วมอาศัยกับปะการังด้วย (Richmond, 1985, Babcock and Mundy, 1996)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1. โครงร่างแข็งของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายหลังการลงเกาะบนพื้นผิว (ที่มา: Babcock *et al*., 2003)

A: สร้างโครงร่างส่วนฐาน (basal plate) ชั่วโมงที่ 12; B: ผนัง corallite เชื่อมกับสันของส่วนฐาน (basal ridge) ชั่วโมงที่ 24; C: สังเกตเห็น septa อย่างชัดเจน อายุ 4 วัน ; D: โครงร่างที่มีการแตกหน่อ อายุ 1 เดือน

1.2.8 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว

ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อการเติบโตของตัวอ่อนปะการังโดยทั่วไป ประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพ เช่น ปริมาณหรือความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเค็ม กับปัจจัยทางชีวภาพ เช่น ปริมาณอาหาร ความหนาแน่นของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Coles and Jokiel, 1978; Stimson, 1997; Rodolfo-Metalpa *et al*., 2008)

1.2.8.1 แสง

ปริมาณแสงที่ปะการังได้รับส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ที่อาศัยภายในเซลล์ของปะการัง ซึ่งไม่เพียงแต่ปะการังแต่ละช่วงอายุมีความต้องการแสงที่แตกต่างกัน (Babcock and Mundy, 1996) เท่านั้น ตำแหน่งในการลงเกาะของปะการังซึ่งส่งผลต่อการรับแสงที่แตกต่างกันนั้น ทำให้อัตราการเติบโตและอัตรารอดของปะการังมีความแตกต่างเช่นกัน (Baird and Hughes, 2000) ปะการังบางชนิด เช่น *Stylopora pistillata* ในระบบอนุบาลมีความต้องการระดับความเข้มแสงที่ประมาณ 10,000 ลักซ์ (Rinkevich and Loya, 1984; Stambler and Dubinsky, 2005) นอกจากนั้น ปริมาณของแสงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำทะเล โดยการที่น้ำทะเลได้รับปริมาณแสงมากความต้องการในช่วงฤดูร้อน และเกิดการสูงขึ้นของอุณหภูมิน้ำขึ้น ส่งผลให้ปะการังอาจเกิดการฟอกขาวจากการที่สาหร่ายซูแซนเทลลี่ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปในตัวปะการังได้ (Jokiel and Coles, 1990; Chavanich *et al*., 2009)

1.2.8.2 อุณหภูมิ

ปะการังในเขตร้อน เช่น *Oculina arbuscula* มีอัตราการเติบโตดีในฤดูร้อน (Miller, 1995) ซึ่งแตกต่างจากปะการัง *Cladocora caespitosa* ที่มีอัตราการเติบโตดีในฤดูหนาวหรือเมื่ออุณหภูมิต่ำ เนื่องจากมีพฤติกรรมการกินอาหารที่สูงกว่าในช่วงฤดูร้อน ทั้งยังพบสาหร่ายซูแซนเทลลี่ในอัตราความหนาแน่นที่สูงเช่นกัน (Rodolfo-Metalpa *et al*., 2008) ในขณะที่ปะการัง *Siderastrea sidereal* ขณะที่อุณหภูมิลดต่ำลงจากระดับปกติ ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ลดลง (Muthiga and Szmant, 1987) ทั้งนี้ การลดลงของอุณหภูมิส่งผลด้านลบต่อปะการังมากกว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในระดับที่เท่ากัน (Jokiel and Coles, 1977)

1.2.8.3 ความเค็ม

การเพิ่มขึ้นของความเค็มจากระดับความเค็มปกติสามารถส่งผลให้ปะการัง *Pocillopora damicornis* มีอัตราการเติบโตลดลง (เสาวภา สวัสดิ์พีระ, 2528) เนื่องจากระดับความเค็มของน้ำทะเลส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ทำให้พลังงานที่ปะการังได้รับจากสาหร่ายซูแซนเทลลี่ลดลง (Manzell and Lirman, 2003) ทั้งนี้ ปะการังจำเป็นต้องชดเชยพลังงานที่ขาดไปได้ด้วยการกินอาหาร (Moberg *et al*., 1997)

1.2.8.4 อาหาร

โดยปกติ ปะการังได้รับพลังงานบางส่วนมาจากอาหาร (เหยื่อ) (Muller-Parker and D' Elia, 1996) ซึ่งทำให้ปะการังเหล่านี้มีปริมาณโปรตีน คลอโรฟิลล์ เอ และความหนาแน่นของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ในเนื้อเยื่อมากกว่าปะการังที่ไม่ได้รับอาหาร (Muller-Parker *et al*., 1994; Grover *et al*., 2002; Houlbreque *et al*., 2003) จากการศึกษาการอนุบาลปะการังในที่มืด พบว่า ปะการังมีการสูญเสียสาหร่ายซูแซนเทลลี่ที่มีความต้องการแสง และทำให้ปะการังมีความสามารถในการจับอาหารลดลงเนื่องจากได้รับพลังงานไม่เพียงพอ (Clayton and Lasker, 1982) โดยปกติสาหร่ายซูแซนเทลลี่สามารถดึงคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียจากการหายใจและการขับถ่ายของเสียของปะการัง รวมทั้ง ดึงธาตุอาหารจากมวลน้ำมาใช้เพื่อให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้น (Grottoli, 2002) และนำส่งผลผลิตที่ได้ เช่น คาร์โบไฮเดรต ออกซิเจน เข้าสู่เนื้อเยื่อของปะการัง ซึ่งพลังงานที่ปะการังได้รับผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการหายใจและการเติบโต ประมาณ ร้อยละ 78 - 90 ของพลังงานทั้งหมดที่สาหร่ายซูแซนเทลลี่ผลิตได้ (Davies, 1984; Edmunds and Davies, 1986) นอกจากนั้น การที่ปะการังมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งในการล่าเหยื่อเพื่อใช้เป็นอาหารในการดำรงชีวิต ปะการังจึงจำเป็นต้องได้รับพลังงานจากแหล่งอื่นเพิ่มเติมจากการกินอาหารในการนำไปใช้ล่าเหยื่อนั้น ลักษณะการกินอาหารของปะการังอาศัยหนวด จับแพลงก์ตอนหรือสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ (Wellington, 1982; Sebens *et al*., 1996; Ferrier-Pages *et al*., 2003; Palardy *et al*., 2005) และนำเข้าสู่กระเพาะอาหารผ่านส่วนปากของโพลิบ เพื่อทำการย่อยและใช้ประโยชน์ต่อไป

ชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปะการังตามธรรมชาติ ได้แก่ แพลงก์ตอนสัตว์ทั้งกลุ่มโคพีพอด นีมาโทด โพลีชีด อาร์ทีเมีย และ สัตว์น้ำระยะวัยอ่อนต่างๆ (Sebens *et al*., 1996; Houlbreque *et al*., 2004) นอกจากนั้น ยังพบกลุ่มแบคทีเรีย สารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ รวมถึง สารแขวนลอยต่างๆ ในมวลน้ำด้วย (Sorokin, 1973; Bak *et al*., 1998; Anthony, 1999) การที่ปะการังแต่ละชนิดมีอัตราการกินอาหารแตกต่างกัน อาจเป็นผลมาจากความต้องการของพลังงานที่แตกต่างกัน โดยปะการัง *Stylophora pistillata* มีการจับแพลงก์ตอนสัตว์ในธรรมชาติได้ในอัตราที่ต่ำกว่าปะการัง *Galaxea fascicularis* มาก (Ferrier-Pages *et al*., 2003) อีกทั้งอัตราการจับอาหารยังมีความผันแปรตามความหนาแน่นของเหยื่อในธรรมชาติ ทั้งชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในธรรมชาติได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางกายภาพต่างๆ เช่น แสง การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง (Clayton and Lasker, 1982; Palardy *et al*., 2006;

Hii *et al*., 2008) เป็นต้น นอกจากนั้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจับเหยื่อของปะการังยังมีความสัมพันธ์กับขนาดของเหยื่อและขนาดโพลิบปะการัง การพัดพาของมวลน้ำ และความสามารถในการหลบหนีของเหยื่อ (Wellington, 1982; Sebens and Johnson, 1991; Sebens *et al*., 1996; Piniak, 2002; Palardy *et al*., 2006) เป็นต้น

1.2.9 การเพาะขยายพันธุ์และการอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงบนบก

ปัจจุบัน การเพาะขยายพันธุ์ปะการัง รวมถึง การอนุบาลปะการังในระบบเลี้ยงบนบกยังไม่ได้รับความนิยมมากนัก เนื่องจากต้นทุนในการดำเนินการสูงกว่าการดำเนินการในแหล่งน้ำธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงบนบกส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังมีอัตรารอดสูงกว่าปะการังในธรรมชาติ (Hayashi and Iwase, 2006) เนื่องจากไม่มีปัจจัยอื่นๆ เช่น ผู้ล่า เข้ามารบกวน (Tanner, 1995; Hatta *et al*., 2004; Loya *et al*., 2004; Birrell *et al*., 2005) ดังนั้น การนำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลในแหล่งน้ำธรรมชาติจึงนิยมทำการอนุบาลในกระชังหรือในวัสดุที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันศัตรูเข้ามารบกวน เพื่อเพิ่มอัตรารอดของตัวอ่อนปะการังให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าวิธีการนี้สามารถป้องกันผู้ล่ากลุ่มที่กินปะการัง เช่น ปลา หรือ เม่นทะเล ได้ แต่วิธีการนี้ยังไม่สามารถป้องกันการลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์น้ำชนิดอื่น เช่น ตัวอ่อนของหอย เพรียง หรือสาหร่าย เป็นต้น เนื่องจากตัวอ่อนสัตว์น้ำเหล่านี้มีอัตราการแก่งแย่งพื้นที่ได้ดีกว่าปะการัง และมีอัตราการเติบโตที่รวดเร็ว นอกจากนี้ วิธีการนี้ไม่สามารถป้องกันการทับถมของตะกอนได้เช่นกัน (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2541: Fitzhardinge, 1988; Lirman, 2001)

1.3 วัตถุประสงค์

จากเหตุผลดังกล่าวเบื้องต้น จึงทำการศึกษาช่วงเวลาในการปล่อยตัวอ่อนและอัตราการปล่อยตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี รวมถึง ทำการศึกษาพฤติกรรมและพัฒนาการของตัวอ่อนปะการัง ควบคู่กับปัจจัยบางประการที่สามารถส่งผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง เพื่อหาแนวทางลดอัตราการสูญเสียของตัวอ่อนปะการัง และเป็นการเพิ่มอัตรารอดของตัวอ่อนปะการังให้สูงขึ้น สามารถย้ายปลูกหรือนำไปทดแทนปะการังในธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นแนวทางในการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ประกอบการเพาะขยายพันธุ์ปะการังด้วยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ อันเป็นทางเลือกใหม่ในการนำไปใช้วางแผนการจัดการปะการัง ตลอดจน การฟื้นฟูแนวปะการังต่อไป ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ในการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1) ศึกษาการปล่อยและการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการของตัวอ่อนระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว

2) ศึกษาพฤติกรรมของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* และปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิว

3) ศึกษาอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยเก็บโคโลนีปะการังที่พร้อมทำการปล่อยตัวอ่อนมาเลี้ยงในระบบเลี้ยงบนบก และนำตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยไปใช้ในการศึกษา พร้อมทั้งศึกษาอัตราการปล่อยและพัฒนาการของตัวอ่อนปะการังภายหลังการลงเกาะ ตลอดจน ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง อัตราการเติบโตและอัตรารอดของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในธรรมชาติ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะและเติบโตในธรรมชาติ โดยทำการศึกษารวม 18 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

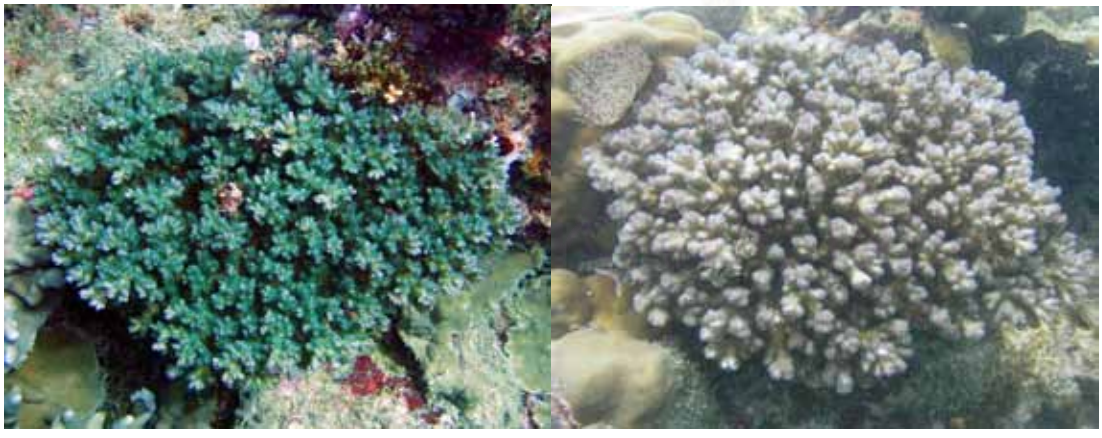
การปล่อยและการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ ของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการของตัวอ่อนระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว

ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* เป็นกลุ่มปะการังที่พบกระจายทั่วไปบริเวณเขตน้ำตื้น สามารถขยายพันธุ์ด้วยการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำออกสู่มวลน้ำได้ตลอดปี เนื่องจากช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปล่อยตัวอ่อนปะการังแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงทำการศึกษาช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* อัตราการปล่อย รวมถึง พัฒนาการของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงปะการังชนิดนี้ในระบบเลี้ยงต่อไป

2.1 วิธีดำเนินการวิจัย

2.1.1 ชนิดปะการังที่ใช้ในการศึกษา

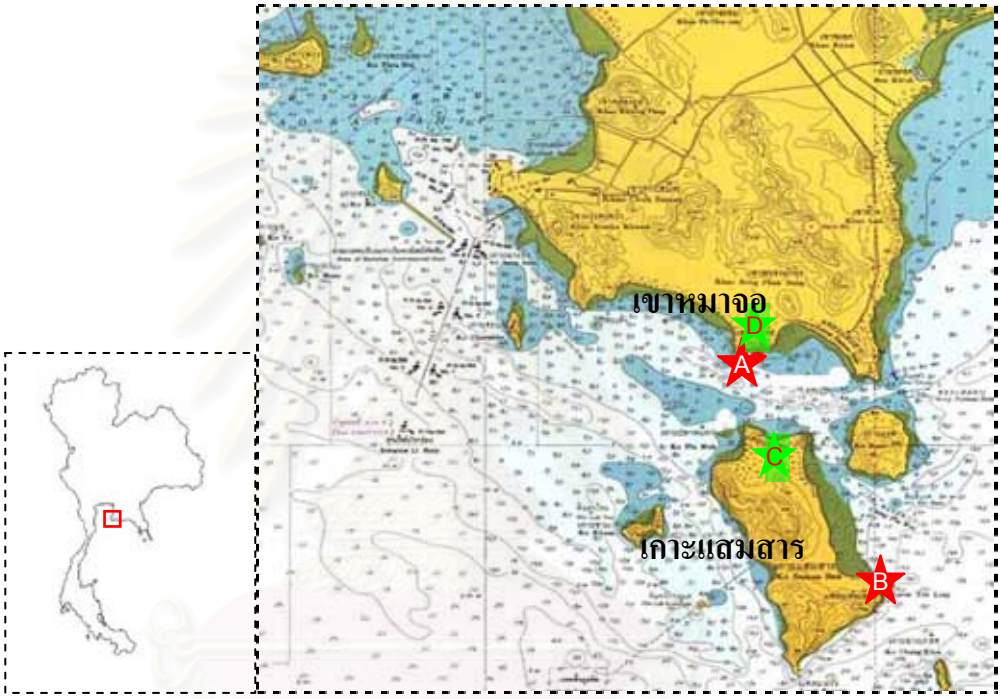
ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaues, 1758) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

2.1.2 พื้นที่ศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างปะการังที่พร้อมปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำจากแนวปะการัง 2 พื้นที่ ได้แก่ แนวปะการังเขาหมาจอ และ แนวปะการังหาดเทียน เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี จากนั้นนำมาศึกษาภายในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง เกาะแสมสาร และห้องปฏิบัติการ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย เขาหมาจอ ซึ่งอยู่ในพื้นที่ตำบลแสมสาร อำเภอสัตหีบ ภายใต้เขตรับผิดชอบของกองทัพเรือ ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา ตำบลแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
A: แนวปะการังเขาหมาจอ; B: แนวปะการังหาดเทียน เกาะแสมสาร; C: โรงเพาะขยายพันธุ์ปะการังเกาะแสมสาร; D: พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย เขาหมาจอ

2.1.3 ขั้นตอนการศึกษา

2.1.3.1 ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

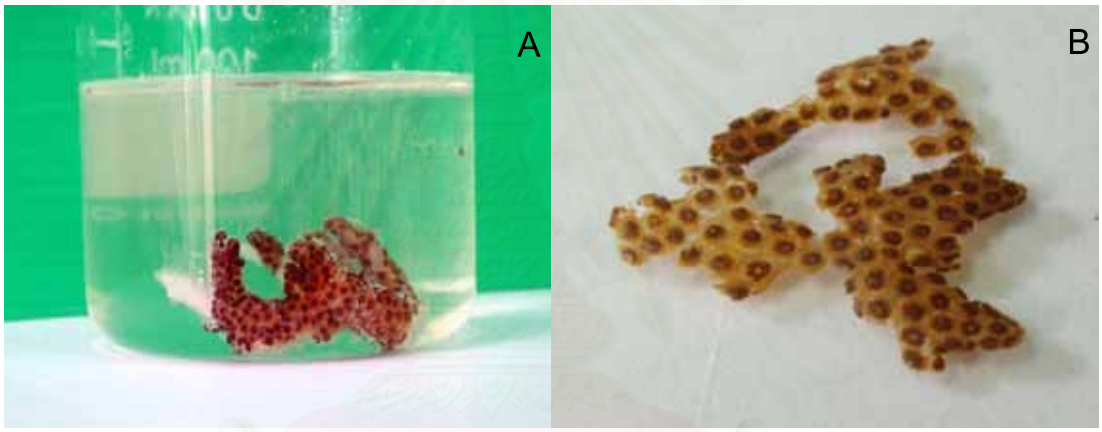
ทำการเก็บโคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* จากแนวปะการังในพื้นที่ศึกษา โดยเก็บปะการังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร (Tanner, 1996) และพร้อมทำการปล่อยตัวอ่อนปะการังระยะว่ายน้ำ จำนวน 10 โคโลนี ในวันข้างแรม 15 ค่ำ และ วันข้างขึ้น

15 ค่ำ เป็นประจำทุกเดือน ด้วยวิธีการดำน้ำแบบ SCUBA diving นำมาเลี้ยงในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง เกาะแสมสาร เพื่อศึกษาช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อน โดยแยกแต่ละโคโลนีใส่ถังเก็บตัวอ่อนปะการังที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร จัดระบบน้ำหมุนเวียนแบบเปิดที่อัตราการไหลของน้ำประมาณ 20 ลิตรต่อนาที ตลอดเวลา ทำการเจาะช่องระบายน้ำและติดถุงกรองขนาดตา 500 ไมโครเมตร บริเวณขอบถังเก็บตัวอ่อนปะการัง เพื่อให้น้ำล้นและป้องกันตัวอ่อนหลุดออกจากถังดังกล่าว (รูปที่ 2.3) บันทึกช่วงเวลาและวันที่ที่มีการปล่อยตัวอ่อนปะการัง พร้อมประเมินขนาดของโคโลนีที่ใช้ในการศึกษาและนับจำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่ถูกปล่อยออกมาจากทุกโคโลนี เพื่อหาอัตราการปล่อยตัวอ่อนต่อขนาดโคโลนีปะการัง โดยใช้หลอด Pasteur pipette ขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ตัดส่วนปลายออกเล็กน้อยในการนับจำนวนตัวอ่อน เมื่อตัวอ่อนปะการังถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำเรียบร้อยแล้ว จึงนำโคโลนีปะการังนั้นๆ กลับคืนสู่บริเวณที่นำปะการังขึ้นมาศึกษา โดย 6 เดือนแรก ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2549 เป็นการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนปะการัง จากนั้น จึงทำการนำโคโลนีปะการังมาศึกษาช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนเฉพาะในช่วงที่มีการปล่อยตัวอ่อนปะการัง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึงเดือนธันวาคม 2550 การสังเกตโคโลนีปะการังที่พร้อมปล่อยตัวอ่อน ตรวจสอบจากสีของโพลิบที่มีความเข้มกว่าปกติ ซึ่งเป็นสีของตัวอ่อนปะการังที่อยู่ในโพลิบมีความสมบูรณ์เต็มที่และพร้อมถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ (Stoddart and Black, 1985; Ward, 1995)

รูปที่ 2.3. ระบบที่ใช้ในการเก็บตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการังชั่วคราว เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี
A: โคโลนีปะการังที่นำขึ้นมาเพื่อเก็บตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ; B: การจัดระบบเก็บตัวอ่อนปะการัง

2.1.3.2 อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

ศึกษาอัตราการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* โดยสุ่มเลือกกิ่งปะการังจาก 5 โคโลนี โคโลนีละ 3 กิ่ง นำมาตัดบริเวณปลายกิ่งให้มีขนาดความยาวกิ่งละ 3-4 เซนติเมตร จากตำแหน่งที่ต่ำกว่าปลายกิ่ง 1 – 2 เซนติเมตร (Stimson, 1978) แยกกิ่งปะการังแต่ละกิ่งใส่ในตู้ทดลองขนาด 20x20x20 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) บันทึกจำนวนตัวอ่อนทั้งหมดที่ถูกปล่อยออกมาจากแต่ละกิ่งจนแล้วเสร็จ จากนั้น นำกิ่งปะการังทั้งหมดมาทำการย่อยสลายโครงร่างแข็ง (decalcification) ภายในห้องปฏิบัติการ ด้วยสารละลายกรดฟอร์มิค (formic acid solution) ที่ผสมกับโซเดียมซิเตรท (sodium citrate) ประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง เพื่อนำมานับจำนวนโพลิบปะการังภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป (รูปที่ 2.4)

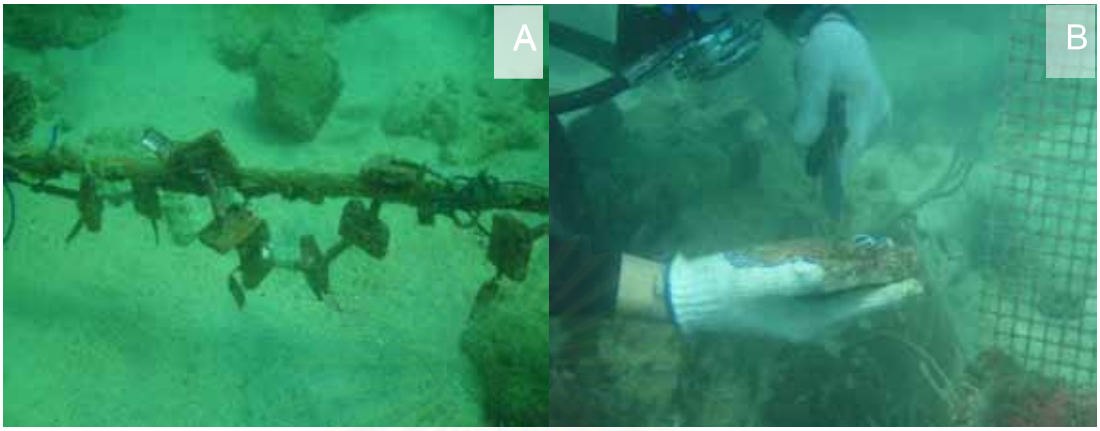


รูปที่ 2.4 การย่อยสลายโครงร่างแข็งของปะการัง *Pocillopora damicornis*
A: กิ่งปะการังขณะแช่ในสารละลายเพื่อย่อยสลายโครงร่างแข็งภายหลังการปล่อยตัวอ่อน; B: ลักษณะโพลิบภายหลังการย่อยสลายโครงร่างแข็ง

2.1.3.3 อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ

ทำการศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ โดยใช้แผ่นกระเบื้องดินเผาขนาด 5x5x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) ที่แช่ในทะเลจนเกิดสาหร่ายหินปูน (coralline algae) ซึ่งช่วยเหนี่ยวนำให้ตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติลงเกาะ (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550) แขวนแผ่นกระเบื้องให้อยู่ในแนวตั้ง โดยใช้ลวดสลิงยึดติดกับซากปะการัง (รูปที่ 2.5) ติดตามการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังทุกเดือน

เดือนละ 20 แผ่น เป็นระยะเวลา 1 ปี ณ บริเวณแนวปะการังเขาหมาจอที่ระดับความลึกประมาณ 3 เมตร พร้อมทั้งทำความสะอาดแผ่นพื้นผิวใต้น้ำทุกเดือน



รูปที่ 2.5 ลักษณะการแขวนแผ่นกระเบื้องดินเผาเพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ (A) และการทำความสะอาดแผ่นกระเบื้องใต้น้ำ (B)

2.1.3.4 พฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการระยะหลังการลงเกาะ

ทำการเก็บตัวอ่อนปะการังที่ได้จากการศึกษาช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนปะการัง (2.1.3.1) ในช่วงเช้า (0800 – 0900 น.) ศึกษาพฤติกรรมการลงเกาะบนพื้นผิว รวมถึง พัฒนาการของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะ โดยใช้แผ่นกระเบื้องดินเผาขนาด 5x5x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) ที่แช่ในทะเลจนเกิดสาหร่ายหินปูน วางแผ่นกระเบื้องดินเผาในแนวราบกับภาชนะพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ศึกษาพฤติกรรมและพัฒนาการของตัวอ่อนปะการังดังกล่าว ในแต่ละหน่วยการทดลอง 20 ตัว รวมทั้งสิ้น 10 ซ้ำ บันทึกรายละเอียดพร้อมบันทึกภาพของพฤติกรรมโดยการถ่ายรูปภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตลอดระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงจนเสร็จสิ้นการลงเกาะอย่างสมบูรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 2.6) จากนั้น ทำการย้ายแผ่นกระเบื้องที่มีตัวอ่อนปะการังลงเกาะมาอนุบาลในถังเลี้ยงขนาด 200 ลิตร ที่มีระบบน้ำหมุนเวียนแบบเปิดในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง บันทึกรายละเอียดพร้อมภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตลอดระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 6 เดือน

รูปที่ 2.6 การศึกษาพฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2.1.4 การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการคำนวณปริมาตรของโคโลนีปะการังและอัตราการปล่อยตัวอ่อนปะการัง โดยใช้สมการดังนี้

(1) ปริมาตรของโคโลนี (ลูกบาศก์เซนติเมตร) = ความกว้าง x ความยาว x ความสูง (เซนติเมตร)

(2) อัตราการปล่อยตัวอ่อน (ตัว/โพลิบ) = $\frac{\text{จำนวนตัวอ่อนปะการังทั้งหมดที่ถูกปล่อย (ตัว)}}{\text{จำนวนโพลิบทั้งหมดที่ใช้ในการปล่อยตัวอ่อนปะการัง (โพลิบ)}}$

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้ One Way ANOVA และ Tukey-Pairwise Mean Comparison เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนการปล่อยตัวอ่อนปะการังในแต่ละเดือน และอัตราการปล่อยตัวอ่อนปะการังต่อโพลิบ

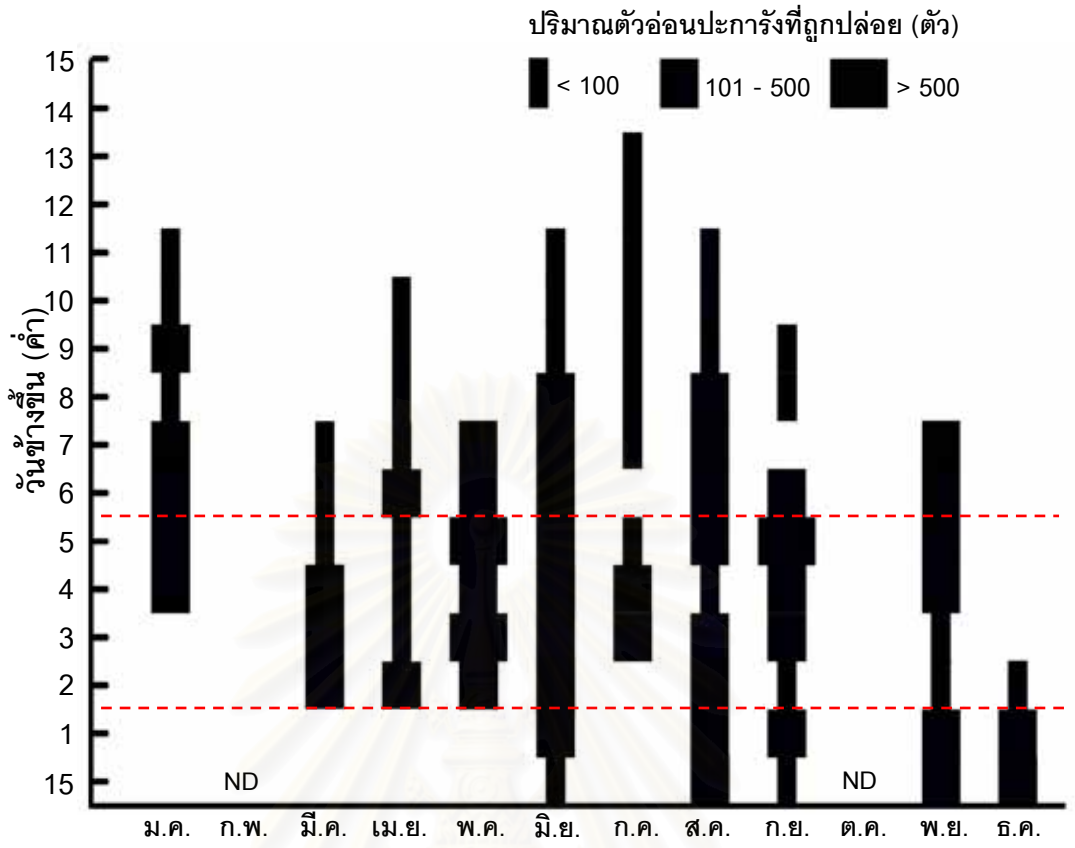
2.2 ผลการศึกษา

2.2.1 ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

จากการติดตามในช่วงเวลา 6 เดือนแรก ระหว่างเดือนกรกฎาคม – เดือนธันวาคม 2549 โดยนำโคโลนีปะการังในช่วงแรม 15 ค่ำ และขึ้น 15 ค่ำ มาทำการศึกษา พบว่า ตัวอ่อนปะการังถูกปล่อยออกมาเฉพาะในช่วงข้างขึ้น 4 – 7 ค่ำ เท่านั้น หลังจากนั้นจึงทำการนำโคโลนีปะการังเฉพาะในช่วงแรม 15 ค่ำ มาทำการศึกษา พบว่า ตัวอ่อนปะการังถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำในช่วงตั้งแต่แรม 15 ค่ำ ถึง ขึ้น 13 ค่ำ ทุกเดือน และพบตัวอ่อนปะการังถูกปล่อยออกมากที่สุด ระหว่างขึ้น 2 – 5 ค่ำ (รูปที่ 2.7) โดยปล่อยตัวอ่อนได้ทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน อย่างไรก็ตาม การปล่อยตัวอ่อนมีมากที่สุดในช่วงเวลากลางคืน ระหว่าง 1800 – 2000 น. จำนวนทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ปะการัง 10 โคโลนี) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำที่ถูกปล่อยในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 2.8) โดยตัวอ่อนปะการังระยะว่ายน้ำที่ถูกปล่อยมีลักษณะของสีที่เป็นสีขาวแถบสีน้ำตาล อย่างไรก็ตาม พบตัวอ่อนบางตัวที่มีสีขาวตลอด ถูกปล่อยออกมาจากโคโลนีเดียวกัน (รูปที่ 2.9)

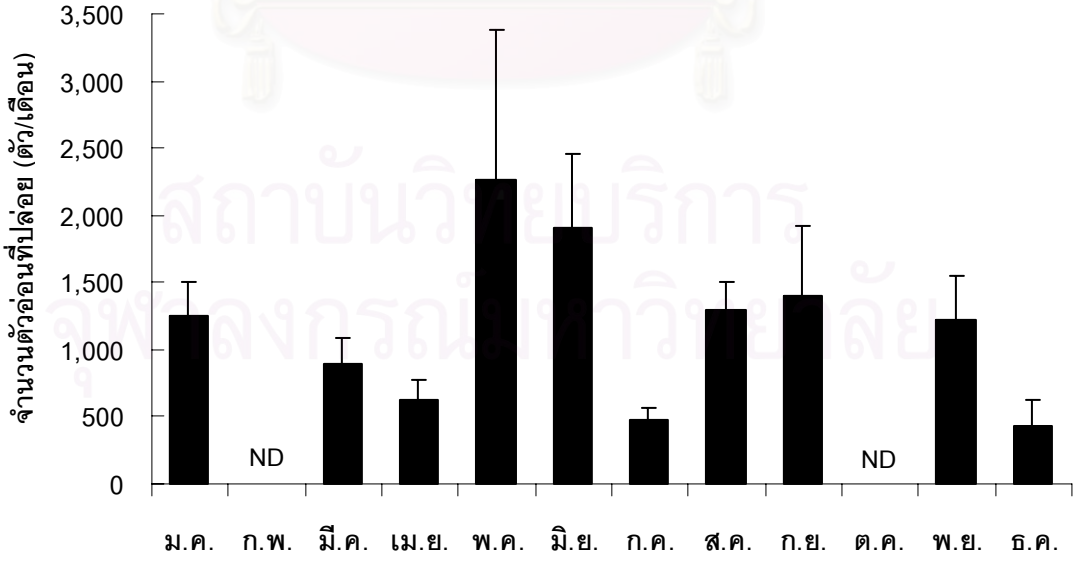
จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยทุกเดือนโดยเฉลี่ย (± S.E.) มีค่า 214.1 ± 24.4 ตัว/โคโลนี/วัน โดยไม่พบความแตกต่างของจำนวนตัวอ่อนที่ถูกปล่อยในแต่ละเดือน (ภาคผนวก ก) ทั้งนี้ เมื่อทำการเปรียบเทียบขนาดของโคโลนีปะการังกับจำนวนตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อย พบว่าขนาดของโคโลนีปะการังตั้งแต่ 680 – 5,712 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีการปล่อยตัวอ่อนปะการังที่เพิ่มขึ้นจากโคโลนีที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 2.10) นอกจากนั้นจากการนำโคโลนีปะการังบางโคโลนีที่มีการปล่อยตัวอ่อนแล้วนำกลับสู่ทะเลในบริเวณที่นำขึ้นมา (รูปที่ 2.11) แล้วนำกลับขึ้นมาเก็บตัวอ่อนปะการังอีก พบว่า ปะการังโคโลนีเดิมสามารถปล่อยตัวอ่อนได้ถึง 4 ครั้ง จากการเก็บขึ้นมา 4 เดือน และสามารถปล่อยตัวอ่อนติดต่อกันทุกเดือนได้สูงสุด 3 ครั้ง โดยที่มีจำนวนตัวอ่อนที่ปล่อยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 2.12-2.13)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



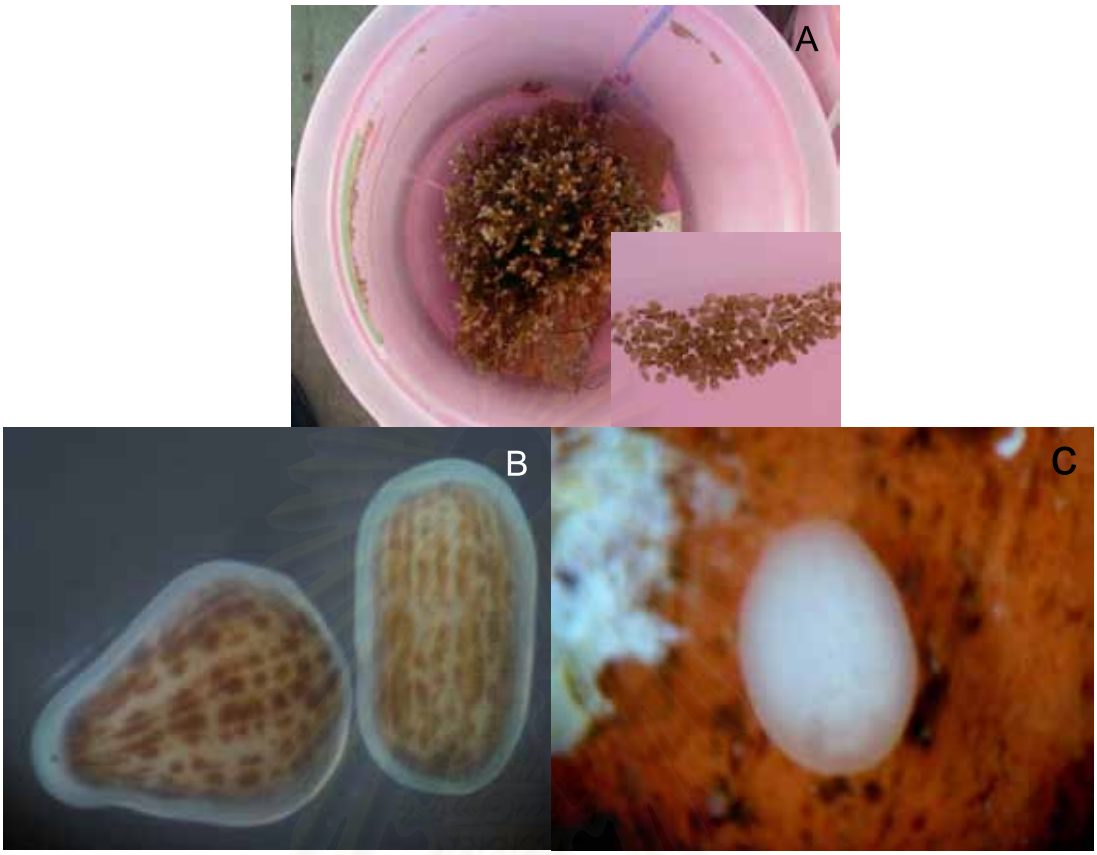
รูปที่ 2.7 ช่วงเวลาและปริมาณการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ออกมาสู่มวลน้ำ ในรอบปี 2550

(*n*=84 โคโลนี) ND: ไม่ได้ทำการศึกษา

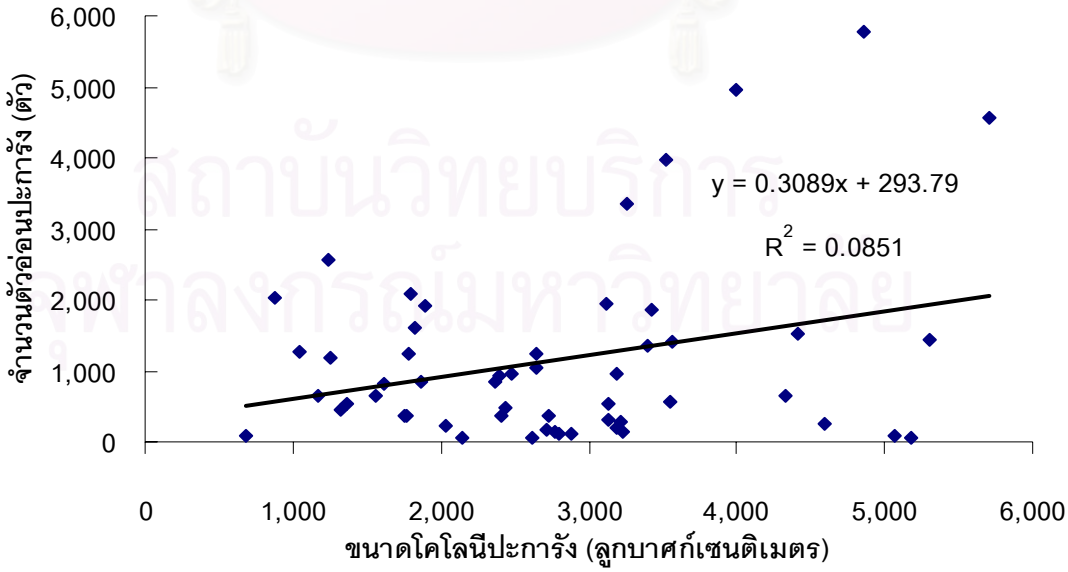


รูปที่ 2.8 จำนวนตัวอ่อนระยะว่ายน้ำโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกมาสู่มวลน้ำในรอบปี 2550

(*n*=84 โคโลนี) ND: ไม่ได้ทำการศึกษา

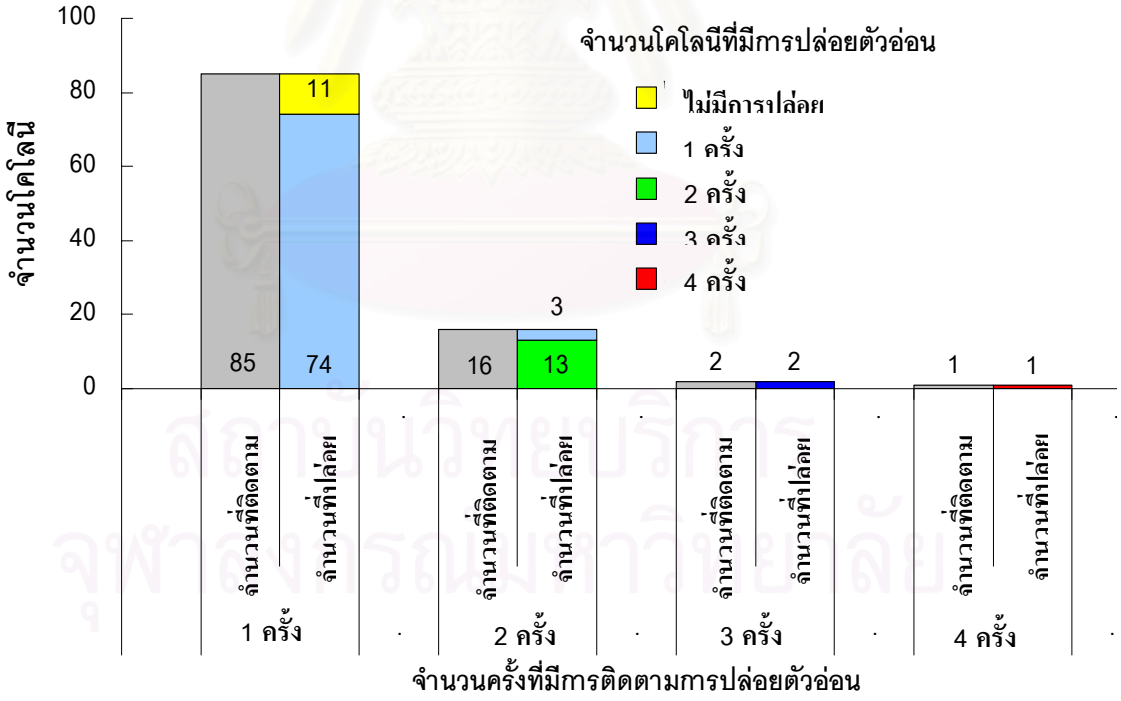


รูปที่ 2.9 ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ A: โคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* ขณะปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำออกสู่มวลน้ำ; B: ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำที่มีสีขาวแถบน้ำตาล; C: ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำที่มีสีขาว

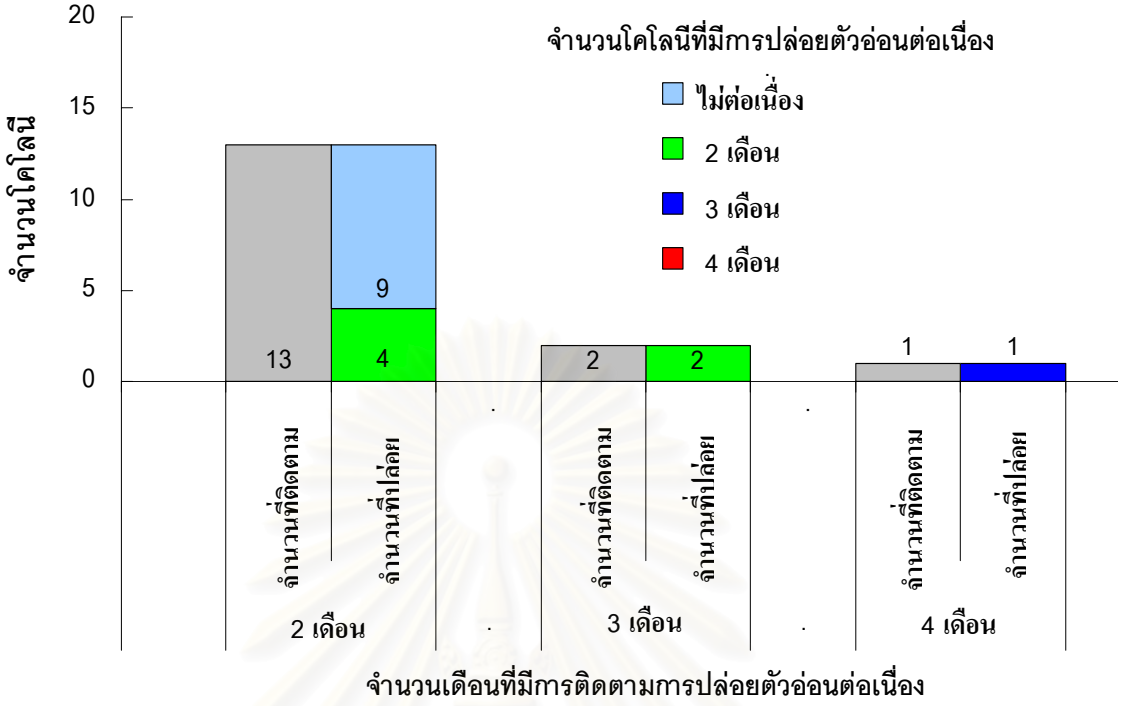


รูปที่ 2.10 จำนวนตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ปล่อยจากโคโลนีขนาดต่างๆ (n = 54 โคโลนี)

รูปที่ 2.11 โคโลนีของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่นำมาใช้ในการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ หลังจากนำกลับสู่ทะเล



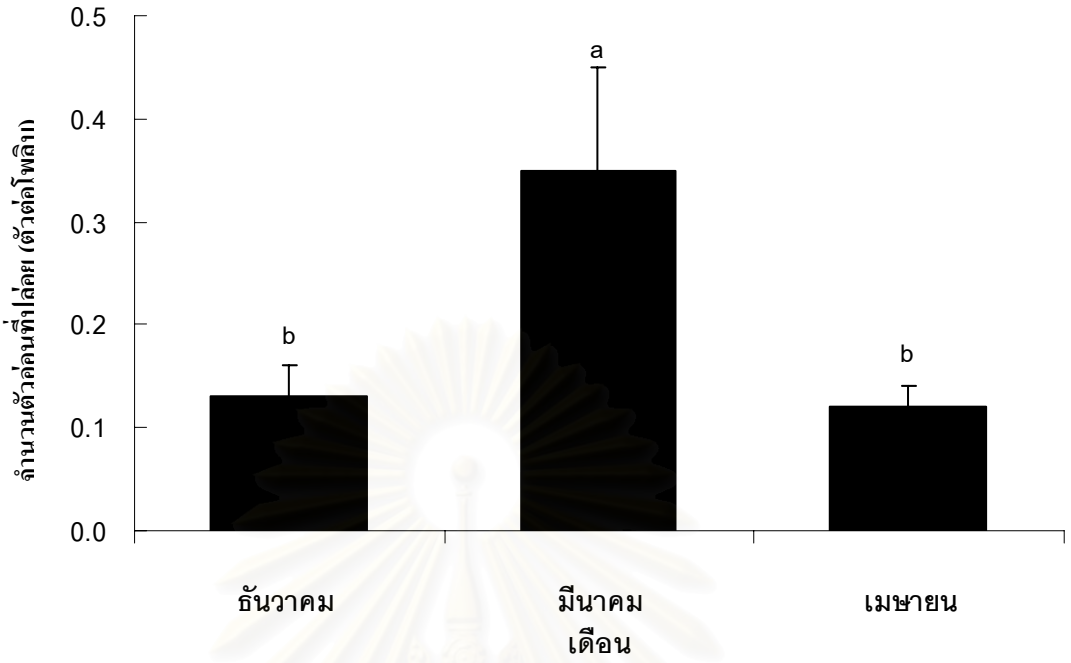
รูปที่ 2.12 จำนวนโคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่มีการปล่อยตัวอ่อนซ้ำ



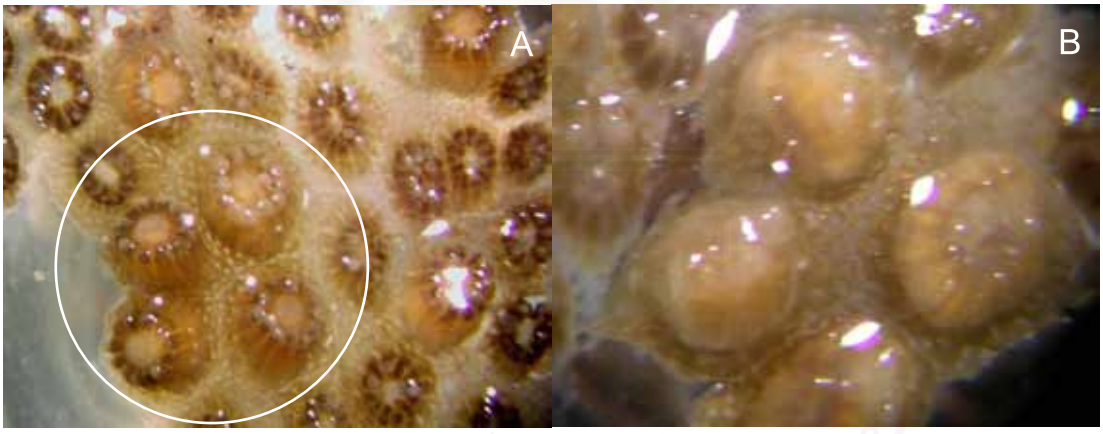
รูปที่ 2.13 จำนวนโคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่มีการปล่อยตัวอ่อนต่อเนื่องกัน

2.2.2 อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

ผลการศึกษาอัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* (ภาคผนวก ข) พบว่า อัตราการปล่อยตัวอ่อนโดยเฉลี่ยของปะการังมีค่า 0.2 $\pm$ 0.05 ตัว/โพลิบ โดยอัตราการปล่อยตัวอ่อนมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม 2550 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.009) กับอัตราการปล่อยในเดือนธันวาคม 2549 และเมษายน 2550 ที่มีอัตราการปล่อยตัวอ่อนไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 2.14) ทั้งนี้ เมื่อนำกิ่งปะการังที่ไม่มีการปล่อยตัวอ่อนมาทำการย่อยสลายโครงร่างแข็งพบว่า มีตัวอ่อนปรากฏอยู่โพลิบละ 1 ตัว ในบางโพลิบ (รูปที่ 2.15)



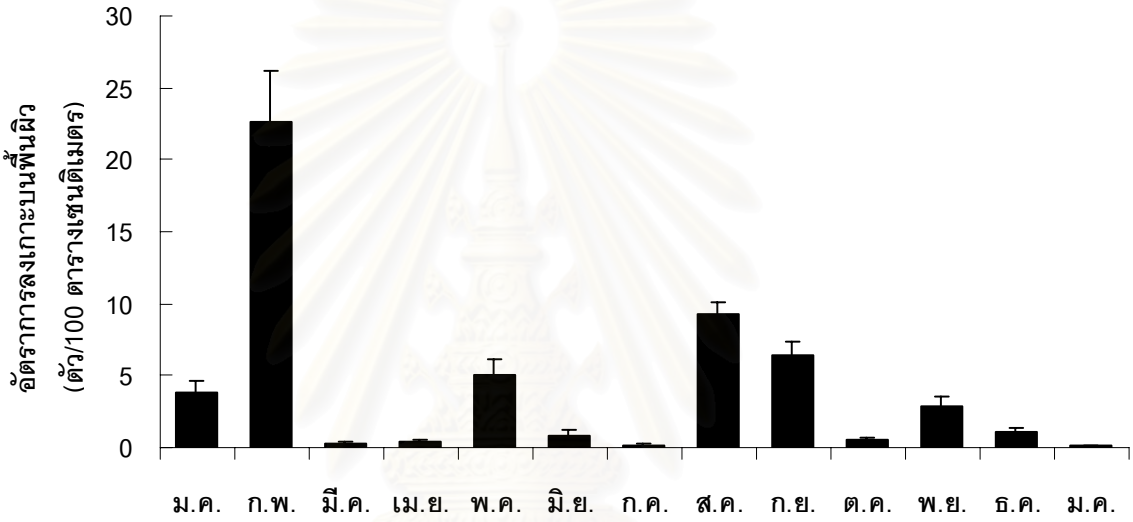
รูปที่ 2.14 อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* โดยเฉลี่ย (± S.E.) (*n*= 3 กิ่ง x 5 โคโลนี)



รูปที่ 2.15 ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำที่พบในโพลิบปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายหลังการย่อยสลายโครงร่างแข็ง A: ภาพจากด้านบนของเนื้อเยื่อปะการัง; B: ภาพจากด้านล่าง

2.2.3 อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ

ผลการศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติ แสดงในรูปที่ 2.16 พบตัวอ่อนปะการังมีการลงเกาะบนพื้นผิวทุกเดือนตลอดปี (ภาคผนวก ค) โดยในเดือนกุมภาพันธ์พบอัตราการลงเกาะมากกว่าช่วงเดือนอื่น รองลงมาได้แก่ ช่วงเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



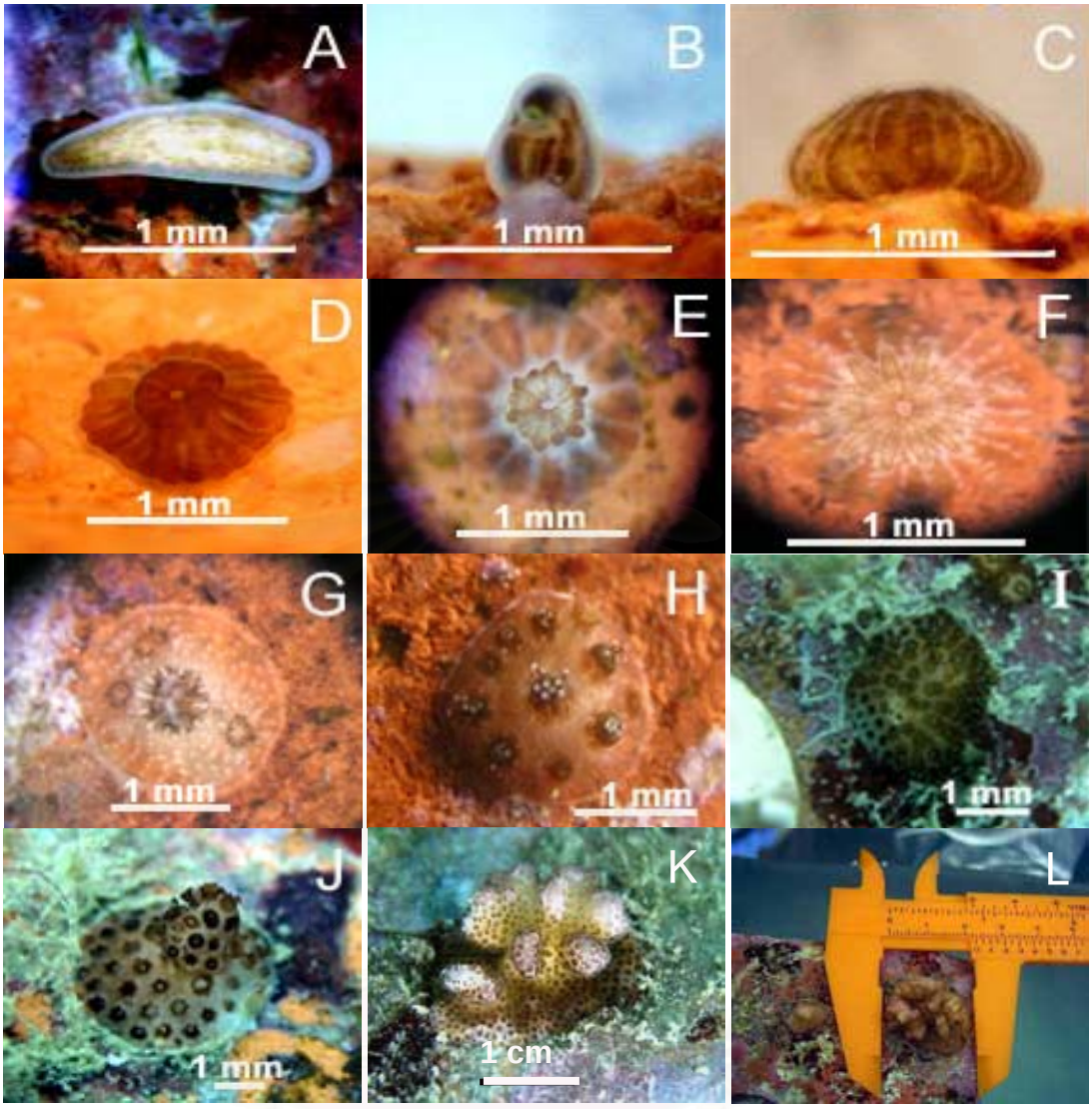
รูปที่ 2.16 อัตราการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในรอบปี 2550 (*n*= 20 แผ่น)

2.2.4 พฤติกรรมการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* และพัฒนาการระยะหลังการลงเกาะ

ผลการศึกษาพฤติกรรมการลงเกาะและพัฒนาการระยะหลังการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* หลังจากที่ตัวอ่อนปะการังลดพฤติกรรมการว่ายน้ำในมวลน้ำ เปลี่ยนเป็นการว่ายน้ำใกล้บริเวณพื้นผิว จึงทำการวางวัสดุเป็นพื้นผิวในการลงเกาะของตัวอ่อน ตัวอ่อนปะการังมีพฤติกรรมการคืบคลานอยู่บนพื้นผิวเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการลงเกาะ (รูปที่ 2.17A) โดยอัตราการเกาะของตัวอ่อนปะการังภายใน 24 ชั่วโมง มีค่าประมาณร้อยละ 60 ปะการังส่วนใหญ่เลือกลงเกาะในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับสาหร่ายหินปูน และทำการยึดติดกับพื้นผิวภายใน 30 นาที (รูปที่ 2.17B) จากนั้น ตัวอ่อนปะการังเริ่มลดขนาดโดยการหดตัวให้สั้นและ

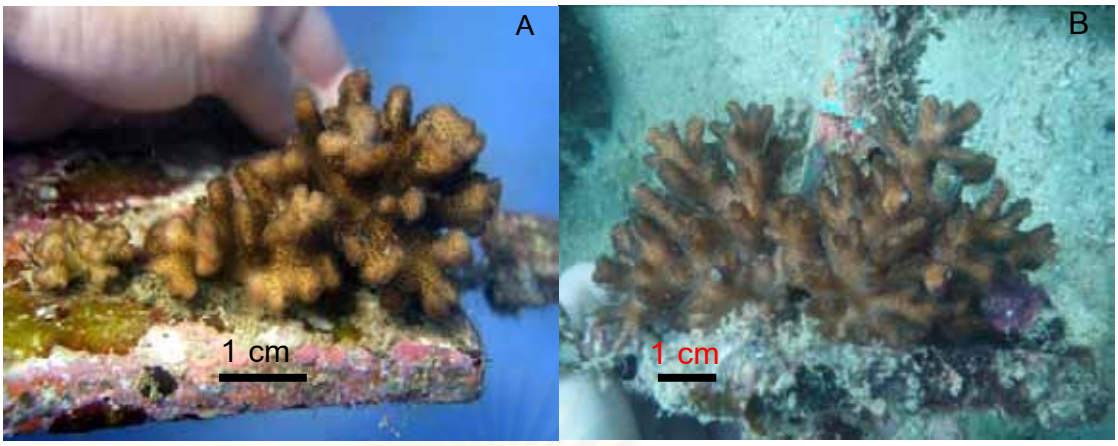
แบนลงสู่พื้นผิว (รูปที่ 2.17C) และดำเนินการสร้างโพลิบที่เป็นโพลิบแรกเริ่ม หนวด และโครงร่างแข็งที่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต บริเวณส่วนที่เป็นฐานของการยึดเกาะนั้น สามารถมองเห็นการสร้างผนังโครงร่างแข็งในชั่วโมงที่ 20 (รูปที่ 2.17D–E) ในชั่วโมงที่ 40 ปรากฏโพลิบแรกเริ่มที่สมบูรณ์ ตัวอ่อนปะการังระยะนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร สามารถยื่นหนวดออกมาใช้ในการจับอาหารได้ และปรากฏโครงร่างแข็งส่วนที่เป็นหนามซึ่งสามารถสังเกตได้ (รูปที่ 2.17F) เมื่อตัวอ่อนปะการังมีอายุประมาณ 4 – 10 วัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 – 2.0 มิลลิเมตร พบการขยายขนาดของโพลิบในแนวระนาบด้วยการแตกหน่อ (budding) โดยรอบของโพลิบแรกเริ่ม ปรากฏเป็นโคโลนีที่มีจำนวนโพลิบโดยเฉลี่ยประมาณ 7 โพลิบ (รูปที่ 2.17G) จากนั้น จึงมีการขยายขนาดโคโลนีออกไปเรื่อยๆ ด้วยการแตกหน่อในแนวราบ (รูปที่ 2.17H–I) จนเมื่ออายุประมาณ 6 เดือน ปรากฏการยกตัวในแนวดิ่ง โดยมีความสูงประมาณ 1.5 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 – 7 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.17J)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.17 พัฒนาการของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ขณะทำการลงเกาะบนพื้นผิวจนถึงระยะหลังการลงเกาะเป็นเวลา 18 เดือน

A: ตัวอ่อนปะการังมีพฤติกรรมการว่ายน้ำหรือคืบคลานบริเวณพื้นถังเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการเกาะบนพื้นผิว; B: เริ่มยึดเกาะกับพื้นผิว โดยใช้ด้านตรงข้ามกับส่วนปาก (30 นาที); C: ลดขนาดของความยาวลำตัวเป็นลักษณะแบนราบกับพื้นผิว (ชั่วโมงที่ 1.5); D: สร้างโพลิบแรกเริ่ม (ชั่วโมงที่ 5); E: สร้างหนวดและโครงร่างแข็ง (ชั่วโมงที่ 20); F: ปรากฏหนวดและโครงร่างแข็งที่ชัดเจน (ชั่วโมงที่ 40); G: ปรากฏการแตกหน่อ (อายุ 4 วัน); H: เริ่มขยายขนาดโคโลนี (อายุ 1 เดือน); I: ขยายขนาดโคโลนีในแนวระนาบ (อายุ 3 เดือน); J: เริ่มการขยายขนาดในความสูง (อายุ 6 เดือน); K: ปะการังอายุ 12 เดือน; L: ปะการังอายุ 18 เดือน



รูปที่ 2.18 ปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่เลี้ยงในทะเล
A: ปะการังอายุ 2 ปี; B: ปะการังอายุ 3 ปี

2.3 วิจารณ์ผลการศึกษา

การปล่อยตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในบริเวณหมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี เกิดขึ้นในช่วงข้างขึ้นของวิถีดวงจันทร์ สอดคล้องกับการปล่อยตัวอ่อนของแนวปะการังบริเวณอ่าว Nanwan ทางตอนใต้ของเกาะไต้หวัน ที่อยู่ระหว่าง ขึ้น 1 – 8 ค่ำ (Fan *et al*., 2002) และที่เกาะโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งพบในช่วง 5 - 6 วัน ก่อนขึ้น 8 ค่ำ (Permata *et al*., 2000) ขณะที่แนวปะการัง ประเทศสิงคโปร์ พบการปล่อยตัวอ่อนตั้งแต่แรม 12 หรือ 13 ค่ำ ถึง ขึ้น 8 ค่ำ (Chou and Quek, 1992) แสดงถึงความเหลื่อมล้ำในช่วงข้างขึ้นที่ปะการังพื้นที่เหล่านี้มีช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ขณะที่แนวปะการังของประเทศออสเตรเลียและหมู่เกาะฮาวายมีช่วงเวลาในการปล่อยตัวอ่อนแตกต่างกัน โดยการศึกษาที่ประเทศออสเตรเลียบริเวณเกาะ Lizard ทางตอนเหนือของ Great Barrier Reefs พบการปล่อยตัวอ่อนของปะการังในช่วงขึ้น 15 ค่ำ ของช่วงฤดูหนาว และแรม 15 ค่ำ ของช่วงฤดูร้อน (Harriott, 1983) ขณะที่แนวปะการังเกาะ Rottnest ฝั่งตะวันตกของประเทศมีการปล่อยตัวอ่อนตั้งแต่ขึ้น 13 ค่ำ ถึง ขึ้น 1 ค่ำ ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อน (Stoddart and Black, 1985) แต่ปะการังในบริเวณเกาะ Heron ทางตอนใต้ของ Great Barrier Reef มีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงแรม 8 – 14 ค่ำ (Tanner, 1996) สำหรับแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะฮาวายประเทศสหรัฐอเมริกา พบการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเดือน (Stimson, 1978) โดยปะการังบริเวณอ่าว Kaneohe มีการปล่อยตัวอ่อนแรม 1 – 15 ค่ำ ในปะการังแบบ Y ซึ่งแตกต่างจากปะการัง Type B ที่มีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงขึ้น 1 – แรม 7

ค่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zakai *et al*. (2000) ที่ทำการศึกษาปะการังในอ่าว Kaneohe รัฐฮาวาย มีช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนในช่วงขึ้น 13 ค่ำ ถึง แรม 4 ค่ำ สำหรับปะการังบริเวณ Enewetok atoll เกาะ Marshall มีการปล่อยตัวอ่อนแรม 8 ค่ำ ถึงขึ้น 14 ค่ำ (Richmond and Jokiel, 1984; Stimson, 1978) สรุปได้ว่า ปะการัง *Pocillopora damicornis* บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี มีการปล่อยตัวอ่อนช่วงแรม 15 ค่ำ ถึง ขึ้น 13 ค่ำของทุกเดือนตลอดปี ซึ่งรูปแบบไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ ธรรมศักดิ์ ยีมิน (2541); Bothwell (1981); Fadlallah (1983); Richmond (1988); Richmond and Hunter (1990); Tanner (1996); Jokiel (1998)

สำหรับช่วงเวลาที่มีการปล่อยตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* มากที่สุดจากการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเป็นระยะเวลา 4 คืน ในช่วงขึ้น 2 – 5 ค่ำ นั้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นมีความคล้ายคลึงและแตกต่างกัน เช่น กรณีศึกษาที่แนวปะการัง บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี พบเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียมีขนาดใหญ่ที่สุดในวันแรม 15 ค่ำ และมีการสร้างขึ้นใหม่หลังจากนั้นตั้งแต่ขึ้น 10 ค่ำ เป็นต้นไป (สุรีรัตน์ จันทร์เกษม, 2536) การศึกษานี้เป็นการติดตามจากเนื้อเยื่อวิทยา ซึ่งหมายถึง ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนเกิดขึ้นหลังจากขึ้น 1 ค่ำ เป็นต้นไป ส่วนปะการังที่อ่าว Nanwan ทางตอนใต้ของเกาะไต้หวัน มีการปล่อยตัวอ่อนสูงในวันขึ้น 5 ค่ำ (Fan *et al*., 2002) อย่างไรก็ตาม ธรรมศักดิ์ ยีมิน (2541) รายงานว่า ปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี นั้น มีการปล่อยตัวอ่อนปะการังเป็นจำนวนมากในช่วงขึ้น 15 ค่ำ ซึ่งเร็วกว่าปะการังที่อ่าว Kaneohe เกาะฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการปล่อยตัวอ่อนมากในวันแรม 2 – 4 ค่ำ (Zakai *et al*., 2000) เล็กน้อย ขณะที่การปล่อยตัวอ่อนปะการังชนิดเดียวกันบริเวณแนวปะการัง ประเทศสิงคโปร์ เกิดขึ้นในช่วงแรม 15 ค่ำ (Chou and Quek, 1992) และเป็นไปในทิศทางเดียวกับบริเวณ เกาะ Rottnest ประเทศออสเตรเลียและ Enewetok atoll ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการปล่อยตัวอ่อนมากในช่วงแรม 13 และ 15 ค่ำ ตามลำดับ (Stimson, 1978; Stoddart and Black, 1985) อย่างไรก็ตาม ช่วงเวลาที่มีการปล่อยตัวอ่อนมากที่สุดเกิดขึ้นเพียง 1 – 2 วัน ของช่วงเวลาที่มีการปล่อยเท่านั้น (Tanner,1996)

ถึงแม้ว่าสามารถพบการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ได้ตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน แต่การปล่อยตัวอ่อนที่พบมากที่สุดอยู่ระหว่าง 1800 – 2000 น. ทั้งนี้ Kuffner (2001) ได้รายงานการปล่อยตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ทั้งกลางวันและกลางคืนเช่นกัน ขณะที่ Vandermeulen (1974); Harriott (1983); Tanner (1996) รายงานว่าปะการังดังกล่าวในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีการปล่อยตัวอ่อนเฉพาะเวลากลางคืนเท่านั้น

โดยปะการัง *Stylopora pistillata* ซึ่งเป็นปะการังในวงศ์เดียวกับ *Pocillopora damicornis* ที่บริเวณอ่าว Eilat ในทะเลแดง พบการปล่อยตัวอ่อนในเวลากลางคืนที่ 2200 – 2300 น.นอกจากนั้นพบว่า ปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่มีถิ่นอาศัยในเขตน้ำตื้น มีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงที่น้ำลง (low tide) เพื่อให้ตัวอ่อนทำการลงเกาะและดำรงชีวิตอยู่บริเวณนั้น (Stimson, 1978) เช่นเดียวกับปะการัง *Goniastrea* cf. *favulus* ที่เซลล์สืบพันธุ์ที่ถูกปล่อยมีประสิทธิภาพในการลอยน้ำต่ำ สำหรับ กลุ่มปะการังที่ปฏิสนธิภายนอกซึ่งปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาปฏิสนธิในมวลน้ำ เช่น ปะการัง *Favites abdita*, *Leptoria phrygia, Acropora millepora* และ *Acropora humilis* ส่วนใหญ่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำตาย (neap tide) เพื่อเพิ่มโอกาสในการผสมระหว่างของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย ก่อนที่กระแสน้ำจะนำพาไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิและพัฒนาการเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำกระจายสร้างถิ่นอาศัยใหม่ตามทิศทางของกระแสน้ำนั้นต่อไป (ลลิตา ปัจฉิม และคณะ, 2549; ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550; Kojis and Quinn, 1982) ทั้งนี้ การศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้ติดตามการปล่อยตัวอ่อนของปะการังในธรรมชาติ เนื่องจากเป็นการนำปะการังจากธรรมชาติขึ้นมาศึกษาในระบบเลี้ยงโดยตรง

ขนาดของโคโลนีปะการังที่นำมาใช้ในการศึกษามีผลต่อการจำนวนตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ โดยอัตราการปล่อยตัวอ่อนปะการังจากการศึกษาครั้งนี้ที่นำปะการังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี ประมาณ 15 เซนติเมตร อยู่ที่ 217.1 $\pm$ 24.4 ตัว/โคโลนี/วัน ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกับการศึกษาของ Tanner (1996) ที่ใช้ปะการังซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร พบการปล่อยตัวอ่อนโดยเฉลี่ย 200 ตัว/โคโลนี/วัน และมีอัตราการปล่อยตัวอ่อนสูงสุดที่ 765 ตัว/โคโลนี/วัน ขณะที่ปะการังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร สามารถปล่อยตัวอ่อนโดยเฉลี่ยได้ 76 ตัว/โคโลนี/วัน (Fan *et al*., 2002) สำหรับปะการัง *Pocillopora damicornis* แบบ Y ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร สามารถปล่อยตัวอ่อนเพียง 220 ตัว/โคโลนี/เดือนเท่านั้น (Jokiel, 1985)

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการนำปะการังจากธรรมชาติขึ้นมาทำการเก็บตัวอ่อนในโรงเพาะขยายพันธุ์ที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบเปิดแทนวิธีการที่ใช้อุปกรณ์เก็บเซลล์สืบพันธุ์ (gamete collector) ตามวิธีของ ชโลธร รักษาทรัพย์ (2550) ที่ประยุกต์มาจาก Kitada (2002) เนื่องจากตัวอ่อนที่ถูกปล่อยออกมาเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ ซึ่งสามารถว่ายออกไปได้ทุกทิศทุกทางและสามารถเล็ดลอดออกจากอุปกรณ์เก็บเซลล์สืบพันธุ์ได้ ทำให้ยากต่อการเก็บรวบรวมตัวอ่อนปะการังเพื่อใช้ในการทดลอง อย่างไรก็ตาม ได้มีการตรวจสอบการปล่อยตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติเป็น

ระยะ ขณะที่นำปะการังดังกล่าวมาทำการศึกษาการปล่อยตัวอ่อนในระบบเลี้ยงด้วย นอกจากนั้น การศึกษาครั้งนี้ได้หลีกเลี่ยงการเก็บข้อมูลการปล่อยตัวอ่อนปะการังจากโคโลนี ปะการังที่นำขึ้นมาศึกษาและมีการปล่อยตัวอ่อนทันที รวมถึง โคโลนีที่มีลักษณะขาวซีด ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากภาวะเครียดของปะการังที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็ว (เสาวภา สวัสดิ์พีระ, 2528; Rinkevich and Loya, 1979; Richmond, 1981) ตลอดจน ระวังการปล่อยตัวอ่อนปะการังที่อาจเกิดจากคุณภาพของน้ำมีปริมาณออกซิเจนต่ำ (Sammarco, 1982) อย่างไรก็ตาม โคโลนีปะการังที่นำขึ้นมาศึกษาแล้วมีการปล่อยตัวอ่อนทันที แต่หลังจากวันนั้นปะการังยังสามารถปล่อยตัวอ่อนต่อเนื่องไปอีกหลายวันและมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่ปะการังมีการปล่อยตัวอ่อนจริง

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโคโลนีปะการัง *Pocillopora damicornis* สามารถปล่อยตัวอ่อนได้ติดต่อกันทุกเดือน โดยสุ่มเลือกโคโลนีปะการังบางโคโลนีที่นำกลับสู่ทะเลหลังการปล่อยตัวอ่อนแล้วกลับขึ้นมาติดตามการปล่อยตัวอ่อนอีกครั้งในเดือนถัดไป พบว่า โคโลนีเดียวกันสามารถปล่อยตัวอ่อนปะการังติดต่อกันได้ถึง 3 ครั้ง (เดือนละครั้ง) โดยจำนวนตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยออกมาในแต่ละเดือนมีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Permata *et al.* (2000) ศึกษาบริเวณเกาะโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งพบว่าโคโลนีปะการังที่นำกลับขึ้นมาศึกษาในเดือนถัดไปมีการปล่อยตัวอ่อนด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากปะการังโคโลนีเดียวกันมีระยะพัฒนาการของไข่แตกต่างกันในแต่ละโพลิบ (Harriott, 1983) ซึ่งเป็นสาเหตุของการปล่อยตัวอ่อนที่ไม่พร้อมกัน (asynchronized) ของปะการัง *Pocillopora damicornis* อย่างไรก็ตาม การที่เซลล์สืบพันธุ์ของปะการัง *Pocillopora damicornis* มีพัฒนาการเข้าสู่ระยะพร้อมผสมครั้งใหม่หลังจากที่มีการปล่อยตัวอ่อนแล้วประมาณ 1 เดือน (Permata *et al.*, 2000) การปล่อยตัวอ่อนต่อเนื่องควรเกิดขึ้นอย่างเร็วที่สุดได้ทุกเดือนเว้นเดือน ซึ่งไม่สอดคล้องกับเหตุผลข้างต้น จึงอาจเป็นไปได้ที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไม่ทั้งหมดเป็นแค่ส่วนหนึ่งของโคโลนีปะการังทั้งหมด นอกจากนั้น การศึกษาด้วยวิธีการนำโคโลนีปะการังขึ้นมาติดตามในระบบเลี้ยงบนบกจำเป็นต้องมีการตอกปะการังให้หลุดออกจากพื้นผิว วิธีการเหล่านี้ทำให้ปะการังอาจได้รับผลกระทบ รวมถึงมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานอย่างมากในการซ่อมแซมร่างกายส่วนที่ถูกทำลายเสียก่อนที่จะทำการสืบพันธุ์ครั้งต่อไป หรือบางโคโลนีที่ได้รับความเสียหายมากอาจตายได้หลังจากทำการปล่อยตัวอ่อนแล้ว (Zakai *et al.*, 2000)

การศึกษาอัตราการปล่อยตัวอ่อนของปะการังที่ทำการเลือกตัดบริเวณต่ำลงมาจากปลายกิ่ง 1 – 2 เซนติเมตร ลงมานั้น เนื่องจาก บริเวณปลายกิ่งเป็นส่วนของโพลิบที่มีพัฒนาการไม่เต็มที่และยังไม่สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ (Stimson, 1978; Richmond, 1988; Tanner, 1996) สำหรับผลการศึกษาที่พบการปล่อยตัวอ่อนปะการังโดยเฉลี่ย 0.19 $\pm$ 0.05 ตัว/โพลิบ (0.03 – 0.67 ตัว/โพลิบ) ซึ่งมีจำนวนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Tanner (1996) ที่ระดับ 1 – 2 ตัว/โพลิบ แต่พบการปล่อยตัวอ่อนเฉพาะบางโพลิบเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการย่อยสลายโครงร่างแข็งปะการังในช่วงก่อนการปล่อยตัวอ่อน พบว่า มีตัวอ่อนอยู่ภายในโพลิบเพียงบางโพลิบเท่านั้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Richmond (1988) ที่พบการปล่อยตัวอ่อน 1 – 5 ตัว/โพลิบ หรือ 15 ตัว/โพลิบ/ปี ซึ่งมีการปล่อยตัวอ่อนปะการังไม่ทุกโพลิบเช่นกัน สำหรับการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของปะการังชนิดนี้บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี พบว่า จำนวนของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียมีช่วงค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ที่ 1 – 4 เซลล์/โพลิบ (สุรีรัตน์ จันทร์เกษม, 2536) ทั้งนี้ Stoddart and Black (1985) รายงานว่า พบตัวอ่อนปะการังภายในโพลิบในระยะที่พร้อมปล่อยออกสู่มวลน้ำ 2 – 3 ตัว/โพลิบ โดยที่พบมากที่สุดถึง 6 ตัว โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของปะการัง คือ พลังงาน ซึ่งได้มาจาก 2 แหล่ง ได้แก่ พลังงานจากสาหร่ายซูแซนเทลลี่ (Davies, 1984; Edmunds and Davies, 1986) และพลังงานจากอาหารที่ปะการังจับกิน (Muller-Parker and D' Elia, 1996) ซึ่งความสามารถในการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายซูแซนเทลลี่มีปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพ เช่น ปริมาณหรือความเข้มแสง (Rinkevich and Loya, 1984; Stambler and Dubinsky, 2005) อุณหภูมิ (Muthiga and Szmant, 1987; Rodolfo-Metalpa *et al*., 2008) ความเค็ม (เสาวภา สวัสดิ์พีระ, 2528; Manzell and Lirman, 2003) ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ส่วนพลังงานจากการจับกินอาหารขึ้นอยู่กับความสามารถของปะการัง (Ferrier-Pages *et al*., 2003) และความหนาแน่นของอาหารในมวลน้ำ (Clayton and Lasker, 1982; Palardy *et al*., 2006; Hii *et al*., 2008)

ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกมาในการศึกษาครั้งนี้ มีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Fan *et al*. (2002) ที่ 1.442 $\pm$ 0.03 มิลลิเมตร แถบสีน้ำตาลที่พาดตามยาวลำตัว ซึ่งมีสีขาวเป็นส่วนของสาหร่ายซูแซนเทลลี ซึ่งได้รับโดยตรงจากโคโลนีแม่ (Lewis, 1974 b; Glynn *et al*., 1991) ซึ่งแตกต่างจากปะการังบางชนิดที่ได้รับสาหร่ายซูแซนเทลลี่จากภายนอกในระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว (Krupp, 1983; Hayashibara *et al*., 1997) สำหรับตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกมามีสีขาวตลอด อาจเป็นเพราะโคโลนีปะการังเกิดสภาวะเครียดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทำให้มีการปล่อยตัวอ่อนที่มีพัฒนาการไม่สมบูรณ์ออกสู่มวลน้ำแต่อย่างไรก็

ตาม ตัวอ่อนปะการังที่ถูกปล่อยออกมาในระยะนี้สามารถว่ายน้ำแบบควงสว่าน (gliding) โดยใช้ซีเลีย (cilia) จำนวนมากช่วยในการเคลื่อนไหว และสามารถว่ายน้ำด้วยความเร็วสูงถึง 15 เซนติเมตร/นาที ในตู้ทดลอง (Hodgson, 1985) ทั้งนี้ ตัวอ่อนปะการังใช้ด้านตรงข้ามกับส่วนปาก (aboral axis) เป็นส่วนหน้าในการเคลื่อนที่ ประกอบด้วยเซลล์สำคัญ 3 เซลล์ ได้แก่ 1) nematocytes cell 2) secretory cell และ 3) flagellated cell ซึ่งทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่ รับความรู้สึก และตรวจสอบหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการลงเกาะ รวมทั้งช่วยในการยึดเกาะกับพื้นผิว (Vandermeulen, 1974) การศึกษาครั้งนี้ พบตัวอ่อนปะการังเริ่มยึดจับกับพื้นผิวได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที และมีอัตราการลงเกาะสูงถึง ร้อยละ 60 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นอัตราการลงเกาะจึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jokiel (1985) ที่รายงานว่าปะการัง *Pocillopora damicornis* แบบ Y มีการลงเกาะอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมงหลังการปล่อยออกสู่มวลน้ำ ซึ่งแตกต่างกับปะการังแบบ B ที่ใช้เวลาล่องลอยอยู่ในมวลน้ำนานกว่า 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นจุดเด่นของกลุ่มปะการังที่ปล่อยตัวอ่อนออกสู่มวลน้ำที่ตัวอ่อนมีความสามารถในการลงเกาะบนพื้นผิวภายในระยะที่รวดเร็ว (Lewis, 1974 b; Rinkevich and Loya, 1979) ต่างกับกลุ่มปะการังที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำ เช่น ปะการัง *Acropora* sp. หรือ *Platygyra sinensis* ซึ่งใช้เวลาถึง 4 – 7 วัน ภายหลังการปฏิสนธิ จึงสามารถลงเกาะได้ (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550; Krupp, 1983; Babcock and Heyward, 1986; Hayashibara *et al*., 1997) อย่างไรก็ตาม ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* นี้ สามารถดำรงชีวิตในมวลนานได้นานกว่า 100 วัน ในสภาพที่มีแสง (Richmond, 1987) ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นานกว่าปะการังในวงศ์เดียวกัน รวมถึงกลุ่มปะการังที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำด้วย (Rinkevich and Loya, 1979; Harriott, 1983; Wilson and Harrison, 1998; Harii *et al*., 2001)

จากการนำแผ่นพื้นผิวแขวนให้ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ทำการลงเกาะตามธรรมชาติในครั้งนี้ พบการปล่อยตัวอ่อนปะการังทั้งในธรรมชาติและระบบเลี้ยงในช่วงเวลาเดียวกัน และพบอัตราการลงเกาะเป็นประจำทุกเดือน แต่อัตราการลงเกาะแตกต่างกัน โดยอัตราการลงเกาะสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงเวลาการปล่อยพร้อมกับปะการังกลุ่ม Acroporidae ที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในบริเวณหมู่เกาะแสมสาร (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550) ทั้งนี้อัตราการลงเกาะในธรรมชาติที่พบบนแผ่นพื้นผิวไม่สูงนัก อาจเป็นผลมาจากผู้ล่า รวมถึง ความหลากหลายของพื้นผิวอื่นในธรรมชาติโดยรอบ อีกประการหนึ่ง ตัวอ่อนปะการังที่พบลงเกาะบนแผ่นพื้นผิวส่วนมากคือ ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* และปะการังวงศ์ Pocilloporidae สอดคล้องกับการสำรวจในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของปะการังกลุ่มนี้สูง จากการที่ตัวอ่อนปะการังส่วนใหญ่ทำการลงเกาะในตำแหน่งที่มีโอกาสถูกล่าจากสัตว์ที่ครูดกิน โดยลงเกาะ

ที่ด้านล่างหรือด้านข้างของแผ่นพื้นผิว (Harriott, 1985; Wallace, 1985; Fisk and Harriott, 1992; Maida *et al*., 1994; Banks and Harriott, 1996; Smith, 1997; Dunstan and Johnson, 1998; Mundy, 2000; Abelson *et al*., 2005; Lundgren and Minton, 2006; Perkol-Finkel and Benayahu, 2007) การศึกษาครั้งนี้ จึงดัดแปลงลักษณะการวางแผ่นพื้นผิวในทะเลเพื่อให้ตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติลงเกาะในแนวตั้ง นอกจากเป็นการหลีกเลี่ยงสัตว์ที่มีพฤติกรรมครูดกินแล้ว ยังเป็นการหลีกเลี่ยงตะกอนแขวนลอยที่มีปริมาณสูงในบริเวณนั้น ที่มีโอกาสตกลงมาทับถมแผ่นพื้นผิว และส่งผลให้อัตราการรอดของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะด้านบนลดลง อีกทั้งเป็นการเปิดโอกาสให้ตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะทั้งสองด้านมีโอกาสได้รับแสงเท่ากัน (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550)

พัฒนาการระยะหลังการลงเกาะกับพื้นผิวของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นไปตามลักษณะทั่วไปที่มีการศึกษา ตัวอ่อนปะการังเริ่มเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายหลังการลงเกาะ โดยการลดขนาดความยาวตัว สร้างเนื้อเยื่อของส่วนโพลิบและหนวด (Vandermeulen, 1975) ขณะที่การเปลี่ยนแปลงของโครงร่างแข็งภายในที่สามารถสังเกตพบแคลเซียมได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 20 ทั้งนี้ Le Tissier (1988) แบ่งระยะการสร้างโครงร่างแข็ง ออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ 1) การสะสมของแคลเซียมบริเวณฐาน 2) การสร้างส่วนของ septa, costae และหนาม 3) การสร้างผนัง corallite และ 4) การสร้างโครงร่างแข็งและเนื้อเยื่อของปะการังจนสมบูรณ์ ซึ่งตัวอ่อนปะการังเริ่มสร้างส่วนฐาน (basal plate) และ primary septa ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 จนแล้วเสร็จภายใน 12 ชั่วโมง (Richmond, 1985; Baird and Babcock, 2000; Babcock *et al*., 2003) โดยพัฒนาการของเนื้อเยื่อ รวมถึง โครงร่างแข็งของตัวอ่อนปะการังระยะนี้จนเสร็จสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง (Vandermeulen and Watabe,1973) ซึ่งรวดเร็วกว่าปะการัง *Stylophora pistillata* ที่ใช้เวลาถึง 72 ชั่วโมง (Frank, 1997) อย่างไรก็ตาม กลุ่มปะการังที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำ เช่น *Acropora secale* เริ่มสร้างโครงร่างแข็งในชั่วโมงที่ 78 หลังการลงเกาะเท่านั้น (Hayashibara *et al*., 1997) หลังจากพัฒนาการในระยะนี้เสร็จสิ้น กลายเป็นโพลิบแรกเริ่มที่มีลักษณะเหมือนปะการังโดยทั่วไป ตัวอ่อนของปะการังระยะนี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร จากนั้น วันที่ 4 หลังการลงเกาะ จึงเริ่มการแตกหน่อ เพื่อเพิ่มจำนวนโพลิบให้มากขึ้น เป็นการขยายขนาดของโคโลนีในแนวราบต่อไป สอดคล้องกับการศึกษาอื่นที่พบว่าตัวอ่อนปะการังวงศ์นี้ สามารถขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อตั้งแต่ วันที่ 2 – 14 ของระยะหลังการลงเกาะ (Richmond, 1985; Sato, 1985; Frank, 1997) แต่การแตกหน่อของปะการัง *Acropora secale* เริ่มขึ้นภายหลังการลงเกาะประมาณ 2 เดือน (Hayashibara *et al*., 1997) ส่วนการยกตัวของโคโลนี หรือการขยายขนาดของโคโลนีในแนวดิ่ง (ความสูง) ในการศึกษาครั้งนี้

พบว่า ปะการังมีการยกตัวสูงขึ้น เมื่ออายุ 6 เดือน ซึ่งใกล้เคียงกับตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะในธรรมชาติบริเวณอ่าว Kaneohe เกาะฮาวาย ซึ่งพบการยกตัวดังกล่าว เมื่อมีอายุประมาณ 7 – 8 เดือน (Fitzhardinge, 1988)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

พฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis*

จากการที่ตัวอ่อนปะการังระยะว่ายน้ำ (planula larva) สามารถลงเกาะบนพื้นผิวได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงทำการศึกษาพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และพฤติกรรมในการเลือกตำแหน่งการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นการเพิ่มการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาประยุกต์ใช้กับการเพาะเลี้ยงปะการังต่อไป

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ชนิดปะการังที่ใช้ในการศึกษา

ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* เช่นเดียวกับการศึกษาในหัวข้อ 2.1.1 (รูปที่ 2.1)

3.1.2 พื้นที่ศึกษา

แนวปะการังที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างปะการัง การทดลองในห้องปฏิบัติการและโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง ดำเนินการในพื้นที่ตำบลแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เช่นเดียวกับการศึกษาในหัวข้อ 2.1.2 (รูปที่ 2.2)

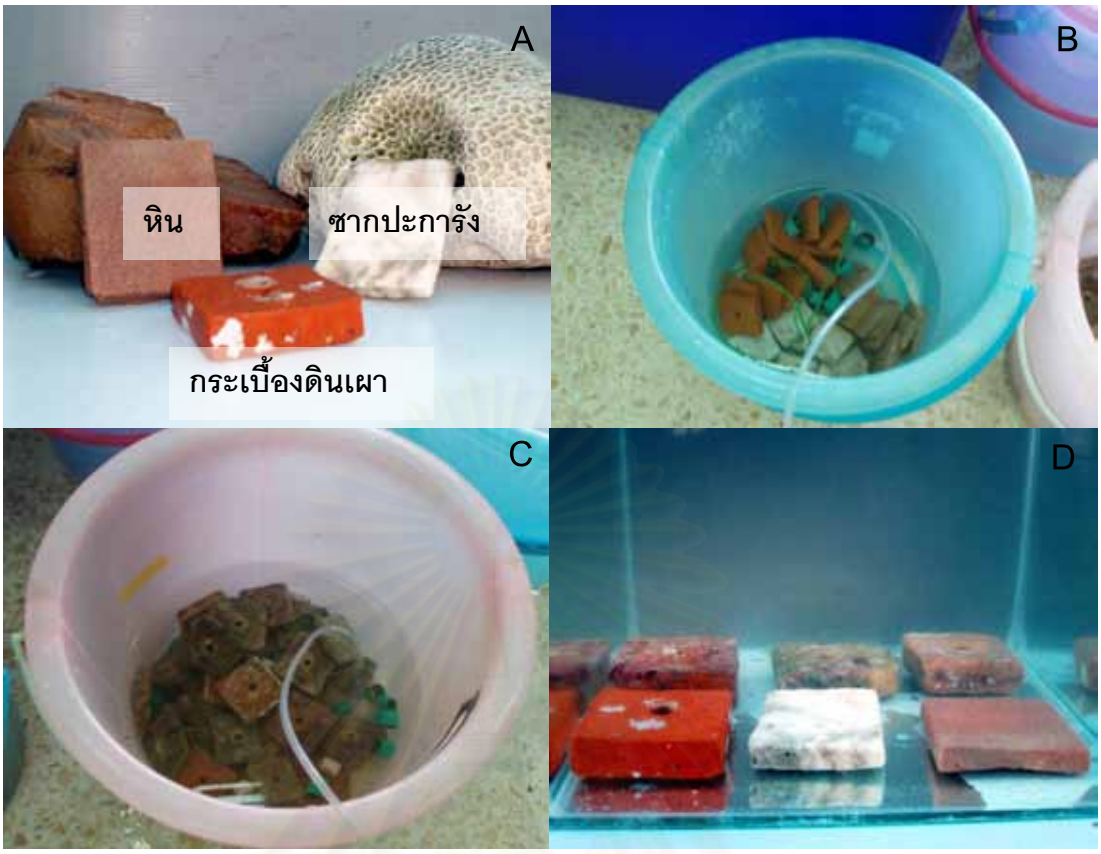
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.3 ขั้นตอนการศึกษา

3.1.3.1 พื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

ทำการศึกษาพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* โดยใช้วัสดุที่เป็นพื้นผิวขนาด 5x5x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวx หนา) ที่แตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ 1) กระเบื้องดินเผา 2) ซากปะการัง และ 3) หิน (รูปที่ 3.1A) ซึ่งทั้งหมดถูกนำไปแช่ในน้ำทะเลเป็นระยะเวลาแตกต่างกัน ที่ 1) 1 ชั่วโมง เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกที่เคลือบอยู่บนแผ่นพื้นผิวดังกล่าวก่อนนำไปใช้ในการทดลอง (รูปที่ 3.1B) และ 2) 2 เดือน เพื่อให้เกิดสาหร่ายหินปูนเคลือบบนพื้นผิว (รูปที่ 3.1C) ทำการสุ่มวางแผ่นพื้นผิวทั้ง 6 แบบ (พื้นผิว 3 ประเภท x ระยะเวลาในการแช่น้ำทะเล 2 รูปแบบ) ในแนวราบบนพื้นตู้กระจกทดลองขนาด 20x20x20 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ทั้งนี้ ทำการศึกษา 5 ซ้ำ โดยใช้ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง 50 ตัว/ตู้ และเปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะบนแผ่นพื้นผิวแต่ละพื้นผิว พื้นผิวละ 1 แผ่น ทุกวัน ที่ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน ทำการทดลองเช่นเดียวกันอีก 2 ครั้ง แต่เปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะในแต่ละพื้นผิวที่ 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง โดยใช้ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ 100 ตัว/ตู้ ทั้งนี้ลักษณะการวางพื้นผิวในตู้ทดลองแสดงในรูปที่ 3.1D

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



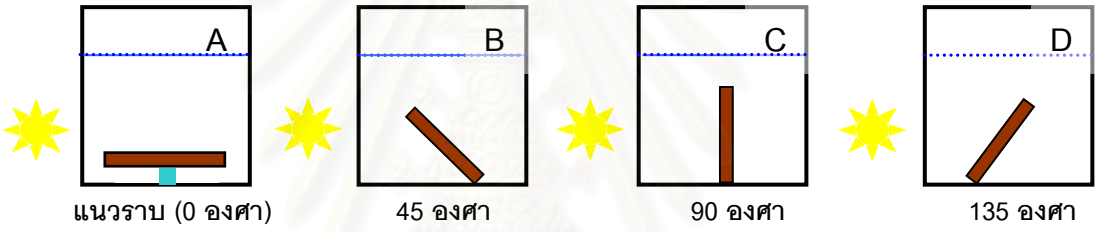
รูปที่ 3.1 การทดลองพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

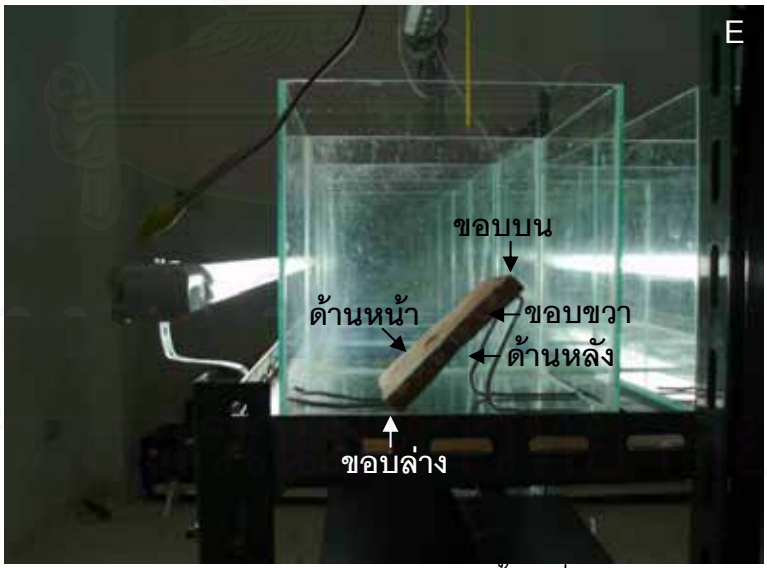
A: วัสดุและแผ่นพื้นผิวที่ทำจากวัสดุในการศึกษา; B: แผ่นพื้นผิวภายหลังการแช่ในน้ำทะเลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้ในการศึกษา; C: แผ่นพื้นผิวภายหลังการแช่ในน้ำทะเลเป็นเวลา 2 เดือน ก่อนนำมาใช้ในการศึกษา; D: ลักษณะการสุ่มวางแผ่นพื้นผิวขณะทำการศึกษา

3.1.3.2 อิทธิพลของแสงจากแหล่งกำเนิดกับตำแหน่งการเลือกลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

ศึกษาอิทธิพลของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีต่อตำแหน่งในการเลือกการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* โดยใช้แผ่นกระเบื้องดินเผาขนาด 10x10x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) ที่ผ่านการแช่ในน้ำทะเลจนมีสาหร่ายหินปูนเคลือบบนพื้นผิวเป็นพื้นผิวในการลงเกาะ จัดชุดการทดลองตามลักษณะการวางแผ่นพื้นผิวกับพื้นตู้ทดลองขนาด 20x20x20 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ดังนี้ 1) วางแนวราบ ยกขอบสูง 1 เซนติเมตร 2) วางแนวเอียง ทำมุม 45 องศา 3) วางแนวตั้งฉาก ทำมุม 90 องศา และ 4) วางแนวเอียง ทำมุม 135 องศา โดยทั้งหมดทำมุมเข้าหาจุดกำเนิดแสง (รูปที่ 3.2) ทั้งนี้ ชุดกำเนิดแสงคือหลอดไฟนีออน (fluorescent tube) กำลังไฟ 60 วัตต์ ซึ่งมีความเข้มแสงประมาณ

1,700 ลักซ์ วางในตำแหน่งที่ให้แสงในแนวตั้งฉากกับด้านหน้าตู้ทดลอง กำหนดระยะเวลาการให้แสงสว่าง 24 ชั่วโมง โดยทดลองเช่นเดียวกัน 2 ครั้ง ครั้งละ 5 ซ้ำ ใช้ตัวอ่อนปะการัง 100 ตัว/ตู้ เปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะบนพื้นผิวที่ 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้กำหนดพื้นผิวของแผ่นกระเบื้องที่ได้รับแสงดังนี้ 1) ด้านหน้า: ด้านของแผ่นกระเบื้องดินเผาที่หันเข้าหาแสง; 2) ด้านหลัง: ด้านของแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่หาแสง; 3) ขอบบน: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ด้านบน; 4) ขอบล่าง: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ด้านล่าง; 5) ขอบซ้าย: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ด้านซ้าย; 6) ขอบขวา: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ด้านขวา ยกเว้น ชุด A ที่ด้านหน้าหมายถึง: ด้านบนของแผ่นกระเบื้องดินเผา; ด้านหลัง: ด้านล่างของแผ่นกระเบื้องดินเผา; ขอบล่าง: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่รับแสง; ขอบบน: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ตรงข้ามกับขอบล่าง; ขอบซ้าย: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ด้านซ้าย; ขอบขวา: ด้านของขอบแผ่นกระเบื้องดินเผาที่อยู่ด้านขวา





รูปที่ 3.2 ทิศทางของแสงและลักษณะการวางแผ่นกระเบื้องเพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่หันทำมุมเข้าหาจุดกำเนิดแสง

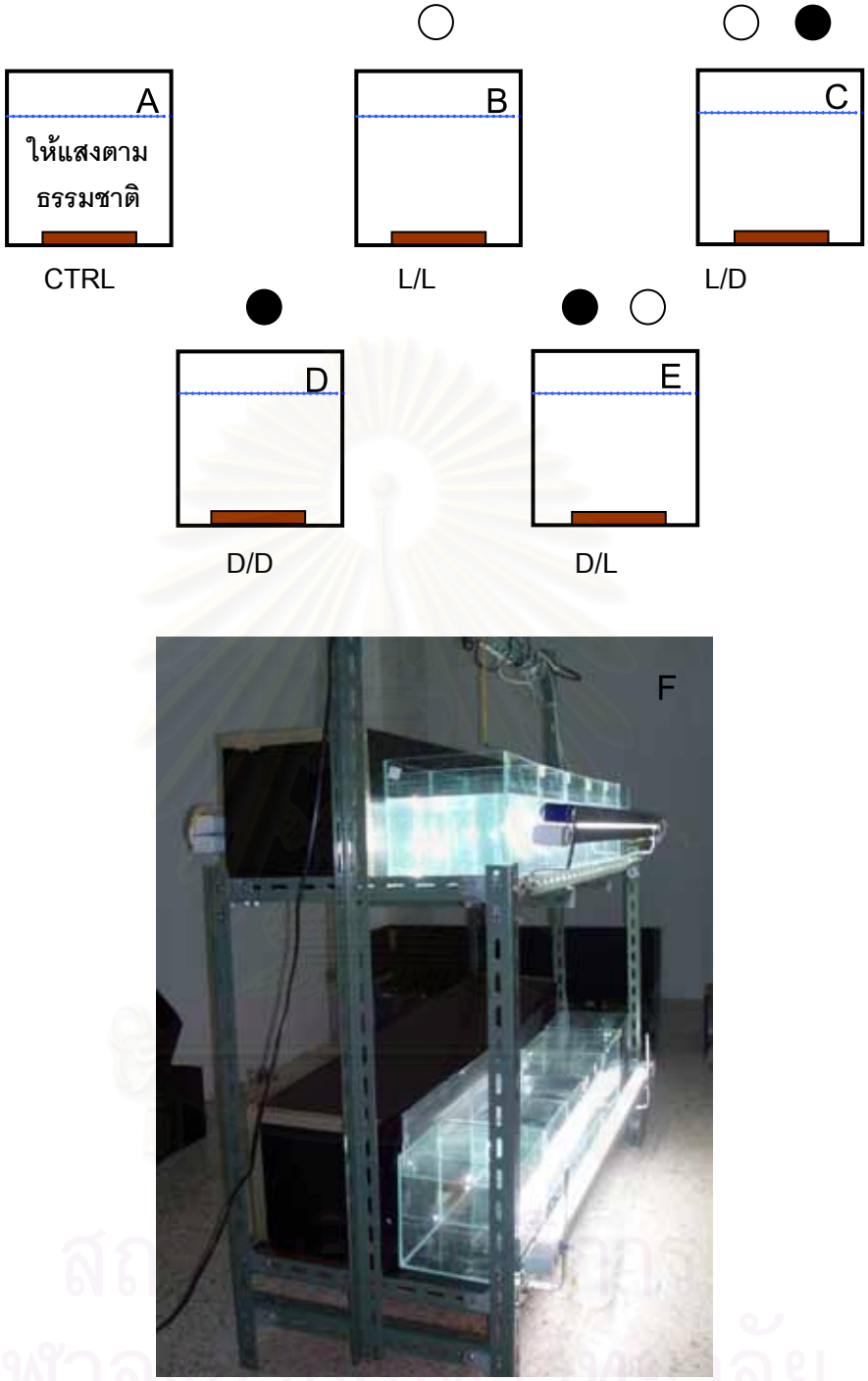
A: วางแนวราบ ยกขอบสูง 1 เซนติเมตร; B: วางแนวเอียง ทำมุม 45 องศา; C: วางแนวตั้งฉาก ทำมุม 90 องศา; D: วางแนวเอียง ทำมุม 135 องศา; E: สภาพการทดลองจริง

3.1.3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

(1) การเหนี่ยวนำการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังด้วยแสงในเวลาที่ต่างกัน

ศึกษาการเหนี่ยวนำการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ด้วยแสง โดยใช้แผ่นกระเบื้องดินเผาขนาด 10x10x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) ที่ผ่านการแช่ในน้ำทะเลจนมีสาหร่ายหินปูนเคลือบบนพื้นผิวเป็นพื้นผิวในการลงเกาะ จัดชุดการทดลองโดยวางแผ่นพื้นผิวในแนวราบกับพื้นตู้ทดลองขนาด 20x20x20 ลูกบากศ์เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ออกเป็น 5 ชุด ได้แก่ 1) ชุดควบคุมที่ให้แสงตามธรรมชาติ (CTRL) 2) ชุดที่ให้แสง 6 ชั่วโมง (L/L) 3) ชุดที่ให้แสง 3 ชั่วโมง และไม่ให้แสง 3 ชั่วโมง (L/D) 4) ชุดที่ไม่ให้แสง 6 ชั่วโมง (D/D) และ 5) ชุดที่ไม่ให้แสง 3 ชั่วโมง และให้แสง 3 ชั่วโมง (D/L) (รูปที่ 3.3) ทำการทดลองเช่นเดียวกัน รวม 3 ครั้ง ครั้งละ 5 ซ้ำ โดยใช้ตัวอ่อนปะการัง 100 ตัว/ตู้ ทั้งนี้ ใช้หลอดนีออนที่มีกำลังไฟและความเข้มแสงเป็นชุดกำเนิดแสงเช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 3.1.3.2 แต่ตำแหน่งการให้แสงอยู่ในแนวตั้งฉากกับด้านข้างของตู้ทดลอง เปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะบนพื้นผิวที่ 3 และ 6 ชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

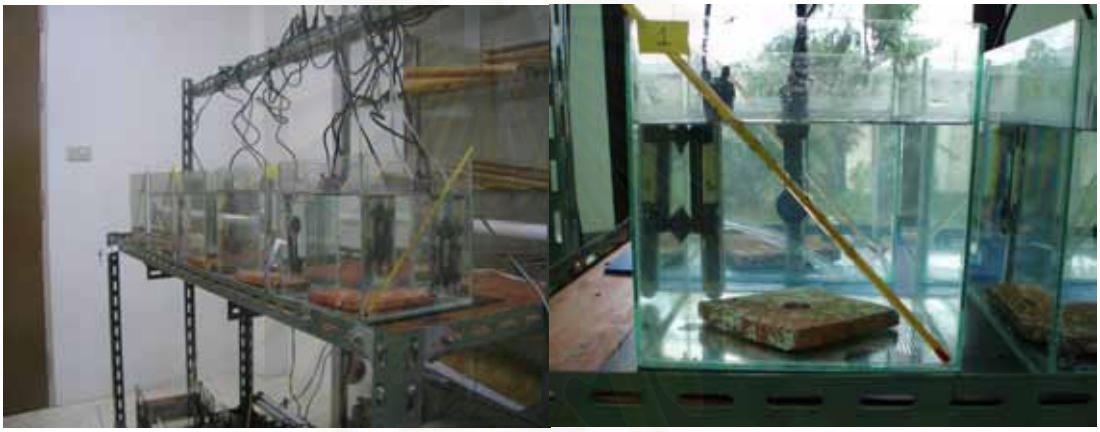


รูปที่ 3.3 ทิศทางของแสงและลักษณะการวางแผ่นกระเบื้องเพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยวิธีการให้แสงที่แตกต่างกัน

A: ชุดควบคุม; B: ให้แสง 3 ชั่วโมงแรก และให้แสง 3 ชั่วโมงหลัง; C: ชุดให้แสง 3 ชั่วโมง แล้วจึงไม่ให้แสง 3 ชั่วโมง; D: ชุดไม่ให้แสง 6 ชั่วโมง; E: ชุดไม่ให้แสง 3 ชั่วโมง แล้วจึงให้แสง 3 ชั่วโมง; F: สภาพการทดลองจริง

(2) การเหนี่ยวนำการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังด้วยอุณหภูมิ

ศึกษาการเหนี่ยวนำการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ด้วยอุณหภูมิ โดยใช้อุปกรณ์และวิธีการเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.1.3.3 (1) แต่เปลี่ยนปัจจัยการศึกษาเป็นอุณหภูมิ (รูปที่ 3.4) จัดชุดการทดลองโดยวางแผ่นพื้นผิวในแนวราบกับพื้นตู้ทดลองออกเป็น 3 ชุด ที่ระดับอุณหภูมิ 25, 29 และ 33 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวอ่อนปะการัง 100 ตัว/ตู้ ทั้งนี้ กำหนดเวลาการให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง สลับกับการไม่ให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง จนสิ้นสุดการทดลอง เปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะบนพื้นผิวที่ 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง



รูปที่ 3.4 การศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

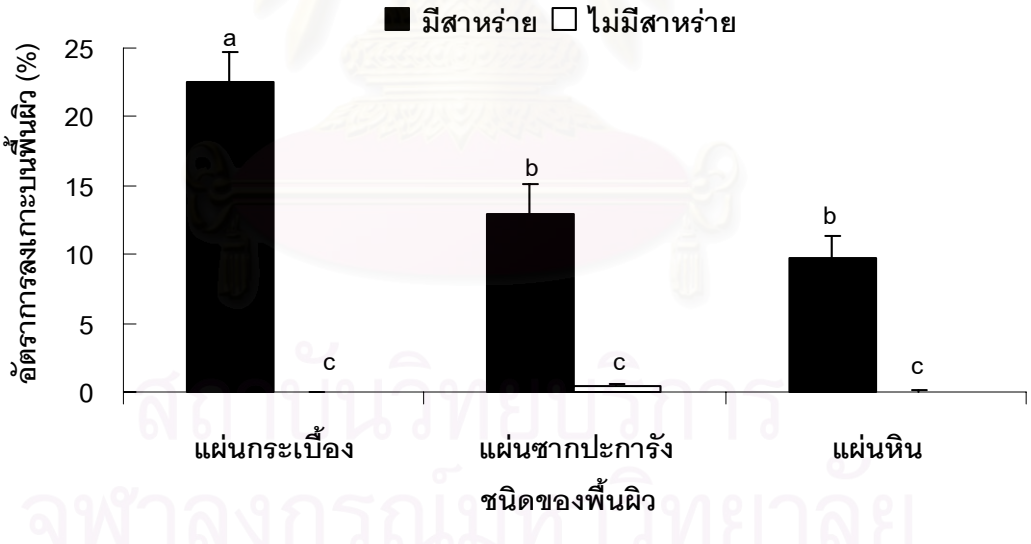
3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ One Way ANOVA และ Tukey-Pairwise Mean Comparison เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนตัวอ่อนปะการังที่ทำการลงเกาะในแต่ละพื้นผิว และตำแหน่งการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในแต่ช่วงเวลา รวมทั้ง การเหนี่ยวนำการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังด้วยแสงและอุณหภูมิ

3.2 ผลการศึกษา

3.2.1 พื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

ผลการเลือกวัสดุที่ใช้เป็นพื้นผิวในการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายใน 24 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 3.5 ตัวอ่อนปะการังมีอัตราการลงเกาะสูงบนพื้นผิวที่มีแช่ในน้ำทะเลเป็นระยะเวลา 2 เดือน เพื่อให้เกิดสาหร่ายหินปูนเคลือบบนพื้นผิว และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการลงเกาะบนพื้นผิวที่แช่ในน้ำทะเลเพียง 1 ชั่วโมง ($p<0.01$) ทั้งนี้ พบอัตราเลือกการลงเกาะสูงสุดบนแผ่นกระเบื้องดินเผาที่เคลือบด้วยสาหร่ายหินปูน ($p<0.01$) ซึ่งแตกต่างกับอัตราการลงเกาะบนแผ่นซากปะการังและแผ่นหินที่ไม่มีความแตกต่างกัน อนึ่ง อัตราเลือกการลงเกาะบนแผ่นพื้นผิวทุกชนิดที่ไม่ถูกเคลือบด้วยสาหร่ายหินปูน(แช่น้ำทะเล 1 ชั่วโมง)มีค่าต่ำ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (รูป 3.5) สำหรับผลการศึกษาการเลือกวัสดุที่ใช้ในการลงเกาะทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน และผลการลงเกาะจำแนกตามชั่วโมงที่ 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง แสดงในภาคผนวก ง

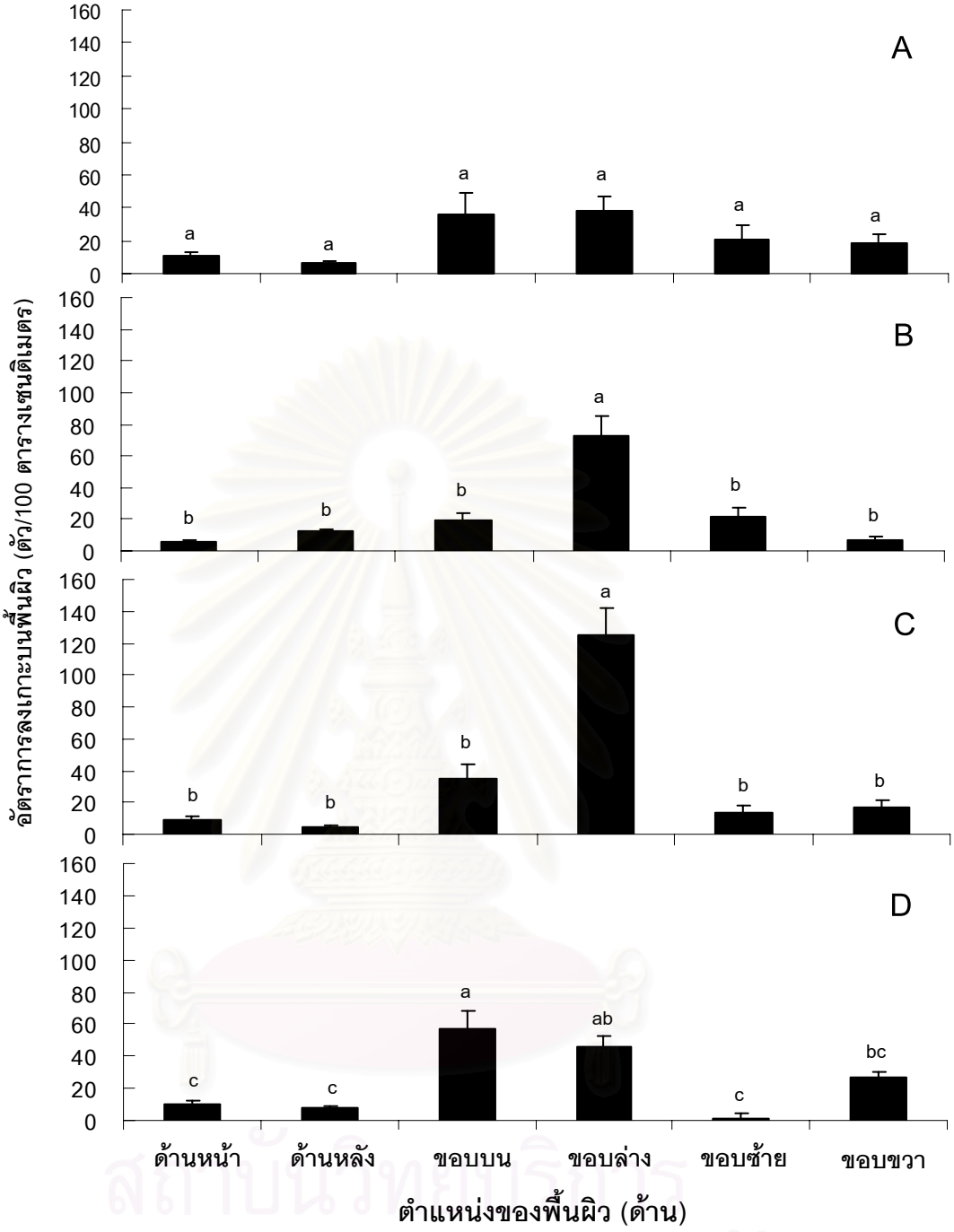


รูปที่ 3.5 อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่แตกต่างกัน
(n=50–100 ตัว x 3 ครั้ง x 5 ซ้ำ) ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2.2 อิทธิพลของแสงจากแหล่งกำเนิดกับตำแหน่งการเลือกลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis*

ผลการศึกษาการเลือกตำแหน่งในการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายในเวลา 24 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 3.6 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการวางแผ่นพื้นผิวเข้าหาจุดกำเนิดแสง จากส่วนของพื้นผิวที่แตกต่างกัน 6 ด้าน จากรูปที่ 3.6 พบว่า ตัวอ่อนปะการังมีการเลือกลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องที่วางแนวราบยกขอบสูง 1 เซนติเมตร ในตำแหน่งพื้นผิวขอบบนและขอบล่าง แต่ไม่แตกต่างกับด้านอื่นอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อยกพื้นผิวให้ทำมุม 45 องศา เป็นแนวเฉียงเข้าหาจุดกำเนิดแสง พบว่า การลงเกาะบนพื้นผิวด้านขอบล่างติดกับพื้นพื้นตู้ มีการลงเกาะสูงสุด และแตกต่างกับด้านอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) และเมื่อเพิ่มมุมของแผ่นพื้นผิวเป็นตั้งฉากกับพื้นตู้ทดลอง ปรากฏว่า ตัวอ่อนปะการังมีการลงเกาะที่ขอบกระเบื้องด้านล่างสูงสุด แตกต่างกับด้านอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) สำหรับการวางเอียง 135 องศา เข้าหาจุดกำเนิดแสง พบตัวอ่อนมีอัตราเลือกลงเกาะที่บริเวณพื้นผิวด้านขอบบนสูงสุด ($p<0.01$) รองลงมาเป็นพื้นผิวด้านขอบล่างและขอบด้านขวา แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้ผลการศึกษาในแต่ละครั้งจำแนกตามชั่วโมงที่ 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง แสดงใน ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



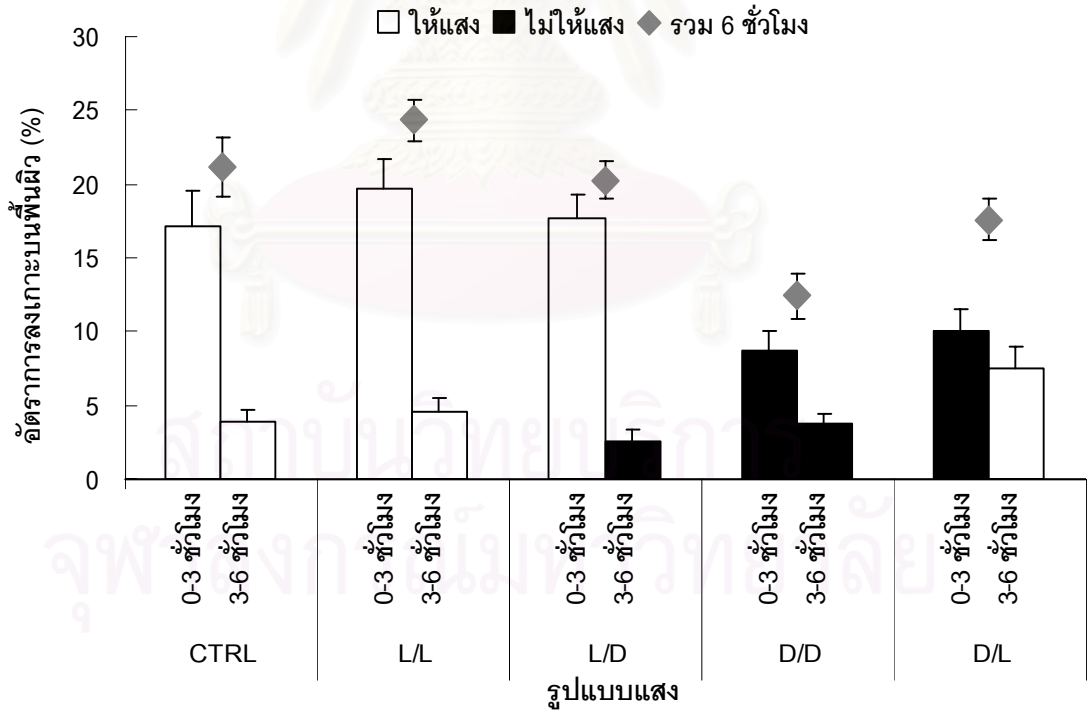
รูปที่ 3.6 อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่หันทำมุมเข้าหาจุดกำเนิดแสงแตกต่างกัน

A: วางแนวราบ ยกขอบสูง 1 เซนติเมตร; B: วางแนวเอียง ทำมุม 45 องศา; C: วางแนวตั้งฉาก ทำมุม 90 องศา; D: วางแนวเอียง ทำมุม 135 องศา (n=50–100 ตัว x 3 ครั้ง x 5 ซ้ำ)

ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* : กรณีการเหนี่ยวนำการลงเกาะด้วยแสงแตกต่างกัน

ผลการศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายในเวลา 6 ชั่วโมง โดยการเหนี่ยวนำด้วยแสง แสดงในรูปที่ 3.7 พบว่า อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมีค่าสูง ที่ 0–3 ชั่วโมง โดยชุดการทดลองที่ให้แสงมีอัตราการลงเกาะสูงกว่าชุดที่ไม่ให้แสงอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.00) หลังจากนั้นอีก 3 ชั่วโมง (ชั่วโมงที่ 3–6 ชั่วโมง) พบว่า ชุดการทดลองที่ให้แสงใน 3 ชั่วโมงแรก (CRTL, L/L, L/D) มีอัตราการลงเกาะใน 3 ชั่วโมงต่อมา ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.00) ขณะที่ชุดการทดลองที่ไม่ให้แสงใน 3 ชั่วโมงแรก แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นให้แสงใน 3 ชั่วโมงต่อมา (D/L) มีอัตราการลงเกาะที่สูงกว่า ชุดการทดลองที่ยังคงไม่ให้แสงต่อไป (D/D) อย่างมีนัยสำคัญ (p=0.01) ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลองใน 6 ชั่วโมง พบว่า ชุดที่ไม่ให้แสงทั้ง 6 ชั่วโมง (D/D) ตัวอ่อนปะการังมีอัตราการลงเกาะต่ำกว่าชุดควบคุมและชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.01) อนึ่ง ผลการศึกษาจำแนกตามครั้งของการทดลองแสดงในภาคผนวก ฉ

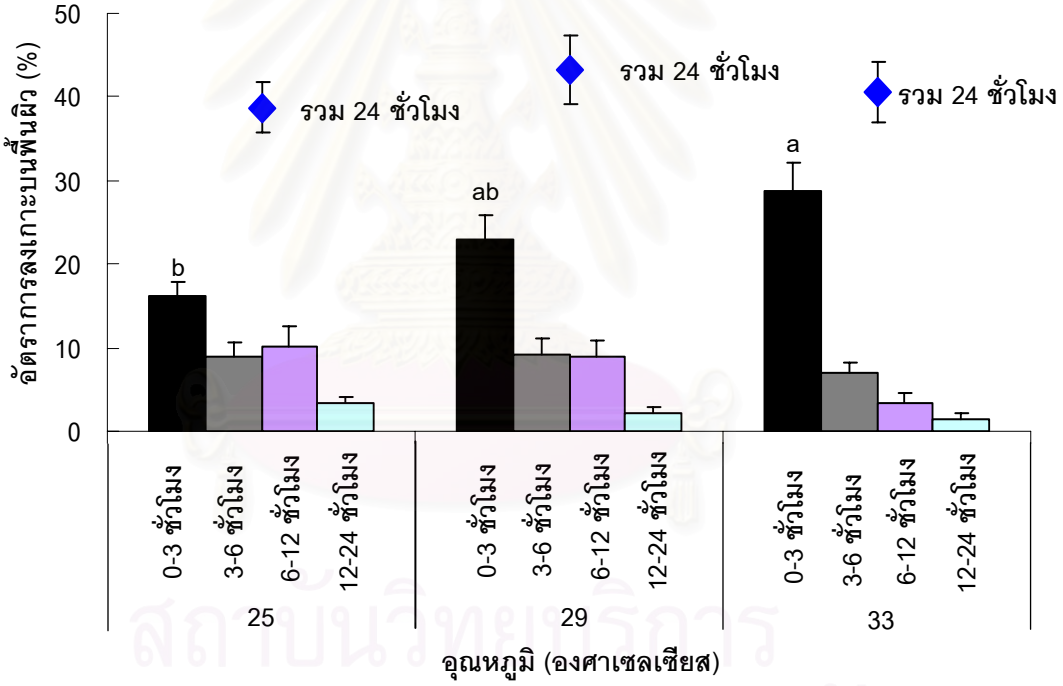


รูปที่ 3.7 อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยวิธีการให้แสงที่แตกต่างกัน

CTRL: ชุดควบคุม; L/L: ชุดให้แสง 6 ชั่วโมง; L/D: ชุดให้แสง 3 ชั่วโมง และ ไม่ให้แสง 3 ชั่วโมง; D/D: ชุดไม่ให้แสง 6 ชั่วโมง; D/L: ชุดไม่ให้แสง 3 ชั่วโมง และ ให้แสง 3 ชั่วโมง (n=50 ตัว x 3 ครั้ง x 5 ซ้ำ)

3.2.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* : กรณีการเหนี่ยวนำการลงเกาะด้วยอุณหภูมิ

ผลการศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยการเหนี่ยวนำด้วยอุณหภูมิ แสดงในรูปที่ 3.8 พบว่า อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในแต่ละระดับของอุณหภูมิมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ผลการศึกษาจำแนกตามชั่วโมงที่ 0-3 ชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส มีการลงเกาะสูงกว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ (p=0.01) ส่วนชั่วโมงที่ 3-6, 6 12 และ 12-24 พบว่าอัตราการลงเกาะไม่มีความแตกต่างกัน อนึ่ง ผลการศึกษาจำแนกตามครั้งของการทดลอง แสดงในภาคผนวก ช



รูปที่ 3.8 อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (n=100 ตัว x 3 ครั้ง x 5 ซ้ำ) ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3 วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* พบว่า ตัวอ่อนปะการังเลือกทำการลงเกาะบนพื้นผิวที่มีสาหร่ายหินปูนมากกว่าพื้นผิวที่ไม่มีสาหร่ายหินปูนดังกล่าวอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ปะการังวงศ์ Pocilloporidae มีความสามารถในการลงเกาะบนพื้นผิวโดยไม่มีความจำเพาะต่อชนิดของสาหร่ายและสามารถลงเกาะได้แม้พื้นผิวมีสาหร่ายหินปูนเพียงเล็กน้อย (Baird and Morse, 2004) การเหนี่ยวนำให้มีอัตราการลงเกาะสูงเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการที่สาหร่ายหินปูนมีแบคทีเรียบางชนิดอาศัย และแบคทีเรียเหล่านี้มีส่วนกระตุ้นในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง (Lewis, 1974b; Heyward and Negri, 1999) การที่ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* เลือกทำการลงเกาะบนพื้นผิวที่มีสาหร่ายหินปูนสูงถึง ร้อยละ 60 ของตัวอ่อนทั้งหมด ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้อัตราการลงเกาะหลังจากนั้นลดน้อยลงอย่างชัดเจน จากการสังเกตพบตัวอ่อนปะการังส่วนใหญ่ทำการลงเกาะในบริเวณที่ใกล้เคียงกับสาหร่ายหินปูน ซึ่งการลงเกาะบนสาหร่ายโดยตรงอาจส่งผลต่อการถูกสาหร่ายปกคลุมหรือสาหร่ายเคลือบทับได้ เนื่องจากสาหร่ายมีอัตราการเติบโตที่เร็วกว่าปะการัง (Harriott, 1983; Szmant and Miller, 2006) การอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงจึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณของสาหร่ายด้วย ทั้งนี้ จากการศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Montastrea* sp. และ *Acropora* sp. พบว่ามีการลงเกาะบนสาหร่ายหินปูน ร้อยละ 25 เท่านั้น (Szmant and Miller, 2006) นอกจากนั้น ในกรณีที่พื้นผิวถูกปกคลุมด้วยสาหร่ายขนาดใหญ่ สาหร่ายเหล่านี้เป็นทั้งตัวยับยั้งการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง รวมถึงเป็นตัวดักจับตะกอนในมวลน้ำให้มาทับถมหากปะการังมีการลงเกาะในบริเวณนั้นด้วย (Birrell *et al*., 2005; Petersen *et al*., 2005)

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำแผ่นพื้นผิวในการลงเกาะไปแช่ในน้ำทะเลมีความแตกต่างกัน Harriott (1983) รายงานว่า การนำแผ่นพื้นผิวไปแช่ในทะเลเป็นเวลา 4 เดือน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำทะเลเพียง 1 ชั่วโมง พบอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากบนพื้นผิวที่แช่เป็นเวลา 4 เดือน ระยะเวลาที่นานกว่ามีผลต่อการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กกลุ่มแบคทีเรียบนสาหร่ายหินปูน ซึ่งมีส่วนสำคัญในการกระตุ้นการลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อนปะการัง (Webster *et al*., 2004) และการแยกแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวออกจากสาหร่ายหินปูนส่งผลให้สัตว์กลุ่มไนดาเรียไม่ทำการลงเกาะและไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Johnson and Sutton, 1994) ทั้งนี้ ชนิดของแบคทีเรียที่ลงเกาะบนสาหร่ายหินปูนมีความจำเพาะเจาะจงกับชนิดของสาหร่ายหินปูนด้วย (Johnson *et al*., 1991) ในการศึกษาครั้งนี้ นำผลการศึกษาของชโลทร

รักษาทรัพย์ (2550) ที่รายงานผลอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังกลุ่ม Acroporidae มีค่าสูงเมื่อนำแผ่นพื้นผิวแช่ในน้ำทะเลเป็นเวลา 2–3 เดือน โดยศึกษาในพื้นที่หมู่เกาะแสมสาร ซึ่งเป็นพื้นที่เดียวกับการศึกษาครั้งนี้ จึงทำการแช่แผ่นพื้นผิวเป็นระยะเวลา 2 เดือน เช่นกัน ขณะที่การแช่ในน้ำทะเลเพียง 1 ชั่วโมงนั้น เพื่อทำการชะล้างสิ่งสกปรกก่อนนำไปใช้ในการศึกษาเท่านั้น ถึงแม้ว่าตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* มีความสามารถในการลงเกาะได้อย่างรวดเร็วภายหลังถูกปล่อยออกจากโคโลนีแม่ แต่ยังคงมีพฤติกรรมที่ถูกเหนี่ยวนำให้ลงเกาะบนแผ่นพื้นผิวที่มีสาหร่ายหินปูนเช่นกัน ทั้งนี้ระยะเวลาแช่แผ่นพื้นผิวในทะเลเพื่อให้เกิดการลงเกาะของสาหร่ายหินปูนที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของพื้นที่

ชนิดของแผ่นพื้นผิวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* มีอัตราการลงเกาะสูงบนแผ่นกระเบื้องและแตกต่างกับแผ่นซากปะการังและแผ่นหินอย่างมีนัยสำคัญ และแผ่นกระเบื้องที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแผ่นกระเบื้องดินเผาที่มีผิวเรียบสามารถจัดหาได้ง่าย และสะดวกกว่าการนำซากปะการังหรือก้อนหินตามธรรมชาติมาตัดเป็นแผ่นเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง ทั้งนี้ ปะการังกลุ่ม Pocilloporidae มีการลงเกาะบนกระเบื้องดินเผาที่มีผิวเรียบมากกว่าที่มีผิวขรุขระ (Harriott and Fisk, 1987; Field *et al.,* 2007)

อิทธิพลของแสงที่มีต่อตำแหน่งในการลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนปะการังระยะว่ายน้ำจากการที่ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ในการศึกษาครั้งนี้มีการลงเกาะบนพื้นผิวบริเวณด้านหลังของจุดกำเนิดแสง รวมทั้งลงเกาะบริเวณขอบของแผ่นกระเบื้องที่อยู่ด้านล่างและด้านบน ที่ได้รับแสงมากและน้อยเช่นกัน อาจเนื่องมาจากปะการัง *Pocillopora damicornis* มีการแพร่กระจายในเขตน้ำตื้นซึ่งมีระดับความเข้มแสงสูง จึงสามารถทำการลงเกาะได้ทั้งบริเวณที่ได้รับแสงมากและบริเวณที่ได้รับแสงน้อย (Babcock and Mundy, 1996; Mundy and Babcock, 1998; Szmant and Miller, 2006) สอดคล้องกับโคโลนีของปะการังชนิดนี้ที่นำขึ้นมาเก็บตัวอ่อนที่ถูกปล่อยออกมา พบกระจายในเขตน้ำตื้น (ประมาณ 2 เมตร) อย่างไรก็ตาม การที่ปะการังส่วนใหญ่ในธรรมชาติมีพฤติกรรมชอบแสงภายหลังจากถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ และเปลี่ยนพฤติกรรมนั้นเป็นหนีแสงเมื่อถึงระยะการลงเกาะบนพื้นผิว โดยลงเกาะในพื้นที่มืด เป็นซอกมุม หรือด้านล่างของพื้นผิว ซึ่งมีอัตราสูงถึงร้อยละ 50 (Lewis, 1974b) ซึ่งเมื่อพิจารณาการลงเกาะบริเวณขอบของแผ่นกระเบื้องด้านล่างแล้ว พบว่ามีการลงเกาะที่ด้านล่างเมื่ออยู่ด้านตรงข้ามของแสงสูงกว่าเมื่อที่ได้รับแสง แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมที่เป็นปัจจัยควบคุมการหลบหลีกศัตรูเข้ามาเกี่ยวข้องเช่นกัน ทั้งนี้ ในส่วนของพื้นผิวด้านหน้าและด้านหลังที่หันเข้าสู่จุดกำเนิดแสงมีอัตราการลงเกาะไม่ชัดเจน

อาจเป็นเพราะแหล่งกำเนิดแสงที่ค่อนข้างกระจาย ทำให้ด้านหลังของพื้นผิวที่ไม่ได้รับแสงโดยตรงยังคงมีความสว่างอยู่เช่นกัน

นอกจากนั้น การที่ปะการังที่แพร่กระจายตามธรรมชาติในเขตน้ำตื้นส่วนใหญ่ มีพฤติกรรมเลือกทำการลงเกาะบริเวณด้านล่างหรือด้านขอบของพื้นผิวต่างๆ ในธรรมชาติมากกว่าด้านบน มีสาเหตุหลักจากการที่พื้นผิวด้านบนมีการตกทับถมของตะกอนค่อนข้างสูง อีกทั้งมีผู้ล่าที่เป็นทั้งปลา รวมถึงสัตว์กลุ่มที่ครูดกินอีกเป็นจำนวนมาก (Babcock and Davies, 1991; Maida *et al*., 1994; Smith, 1997; Gilmour, 1999) ขณะที่เมื่อระดับความลึกเพิ่มมากขึ้น ตัวอ่อนปะการังมีการเลือกลงเกาะด้านบนของพื้นผิวมากขึ้นเช่นกัน (Smith, 1997) ดังนั้น นอกจากความเข้มแสงและปริมาณของแสงที่เป็นปัจจัยอันสำคัญในการควบคุมการแพร่กระจายของปะการังแล้ว แต่ยังมีปัจจัยของตำแหน่งของพื้นผิว รวมถึง ปัจจัยจากผู้ล่า ที่เข้ามามีความเกี่ยข้องในการลงเกาะของปะการัง เช่นกัน (Maida *et al*., 1994; Mundy and Babcock, 1998)

การศึกษาอิทธิพลของแสงเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* พบว่า ตัวอ่อนปะการังเลือกลงเกาะในภาวะที่มีแสงมากกว่าภาวะที่ไม่มีแสงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ เมื่อจัดภาวะที่ให้แสงในช่วงเวลาแรก อัตราการลงเกาะจะเกิดขึ้นค่อนข้างสูง และเมื่อเปลี่ยนภาวะเป็นให้แสงต่อไปหรือไม่ให้แสงก็ตาม อัตราการลงเกาะจะลดลงอย่างชัดเจน เนื่องจากตัวอ่อนปะการังส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในการลงเกาะอย่างรวดเร็ว (Tioho *et al*., 2001) เนื่องจากไม่ได้รับแสงในระยะแรก อัตราการลงเกาะจะเพิ่มขึ้นทันทีเมื่อได้รับแสงในช่วงเวลาต่อมาซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ การลงเกาะของปะการัง *Pocillopora damicornis* ส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นในภาวะที่มีแสง ซึ่งแตกต่างจากปะการัง *Favia fragum* ที่มีอัตราการลงเกาะในสภาพที่ไม่มีแสงสูงกว่าสภาพที่มีแสง ทั้งนี้ การที่ปะการัง *Pocillopora damicornis* มีความต้องการแสงในการลงเกาะนั้น อาจเนื่องมาจากปะการังชนิดนี้ได้รับสาหร่ายซูแซนเทลลีจากโคโลนีแม่แล้ว จึงต้องการแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายเพื่อให้ตัวปะการังได้รับพลังงานในการดำรงชีวิตด้วย ซึ่งตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะในสภาพที่ไม่มีแสงไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นาน แม้มีการให้อาหารก็ตาม (Lewis, 1974a) อาจเนื่องมาจากพลังงานที่ได้จากอาหารเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต จึงจำเป็นต้องได้รับพลังงานจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายดังกล่าวข้างต้น

จากการศึกษาของ Richmond (1985) ในการเลี้ยงตัวอ่อนปะการัง *Pocillopra damicornis* ในสภาพที่มีแสงน้อย พบว่า ตัวอ่อนปะการังที่ทำการลงเกาะแล้ว 3 วัน เปลี่ยนรูปร่างกลับมาเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำอีกครั้งเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการลงเกาะใหม่ อย่างไรก็ตาม สำหรับตัวอ่อนปะการัง *Acropora digitifera* ซึ่งเป็นปะการังกลุ่ม broadcast spawning ไม่มีสาหร่ายซูแซนเทลลี่ภายในตัวอ่อน มีการเลือกทำการลงเกาะสูงสุดในชุดการทดลองที่ไม่ให้แสง และไม่พบการลงเกาะในชุดการทดลองที่ให้ความเข้มแสงสูงสุดที่ 25,000 ลักซ์ เนื่องจากระดับความเข้มของแสงที่สูงส่งผลต่อการสูญเสียความสามารถในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังได้ (Suzuki and Hayashibara, 2006) ในทางตรงข้าม สำหรับตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะนั้น ที่ระดับความเข้มแสงมากกว่า 25,000 ลักซ์ ช่วยให้สาหร่ายซูแซนเทลลี่ภายในเนื้อเยื่อปะการังมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สูง (Houlbreque *et al*., 2004)

กรณีการเหนี่ยวนำการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopra damicornis* ด้วยอุณหภูมิในการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของอัตราการลงเกาะในทุกระดับอุณหภูมิ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอุณหภูมิที่ทำการศึกษามีความแตกต่างจากระดับปกติ 4 องศาเซลเซียสเท่านั้น Coles (1985) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจากปกติถึง 8–10 องศาเซลเซียส สามารถส่งผลให้อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นจากระดับปกติเพียง 5 องศาเซลเซียสนั้นไม่ทำให้อัตราการลงเกาะเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากกว่าระดับปกติ 2–3 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Diploria strigosa* มีอัตราการตายสูงถึงร้อยละ 50–70 เมื่อเทียบกับระดับอุณหภูมิปกติ แต่มีอัตราการลงเกาะที่สูงกว่า (Bassim and Sammarco, 2003) นอกจากนั้น อัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการังก้อน *Siderastrea siderea* ภายหลังการลงเกาะ ซึ่งแพร่กระจายอยู่ในเขตน้ำลึกและมีอุณหภูมิที่ต่ำ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น (Muthiga and Szmant, 1987) ขณะที่ปะการังในวงศ์ Pocilloporidae ที่มีการเพิ่มของอุณหภูมิสูงจากปกติถึง 6 องศาเซลเซียส สามารถส่งผลให้เกิดการฟอกขาวเพียงบางส่วนได้ภายใน 7 ชั่วโมง (Hoegh-Guldberg and Smith, 1989)

บทที่ 4

อัตรารอดและอัตราการเติบโตของ ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ

ระยะหลังการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังนับเป็นช่วงเวลาที่สำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นระยะที่ตัวอ่อนปะการังมีพัฒนาการในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อสร้างส่วนต่างๆ ของร่างกาย รวมถึง การเพิ่มจำนวนของโพลิบเพื่อขยายขนาดของโคโลนีให้ใหญ่ขึ้น ตัวอ่อนปะการังในระยะนี้มีอัตรารอดที่ต่ำ ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยหลายประการ เช่น ผู้ล่า ปริมาณตะกอน และกระแสน้ำ เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวทั้งในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ จึงเป็นแนวทางสำคัญในการศึกษาวิธีการอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติให้มีอัตรารอดและอัตราการเติบโตสูงสุด รวมทั้ง ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะในการอนุบาลตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ในระบบเลี้ยง ก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเลให้มีอัตรารอดสูง และนำไปปลูกทดแทนในพื้นที่แนวปะการังเสื่อมโทรมต่อไป

4.1 วิธีดำเนินการวิจัย

4.1.1 ชนิดปะการังที่ใช้ในการศึกษา

ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* เช่นเดียวกับการศึกษาในหัวข้อ 2.1.1 และ 3.1.1 (รูปที่ 2.1)

4.1.2 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาในระบบเลี้ยงดำเนินการที่โรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง เขาหมาจอ และการศึกษาในธรรมชาติ ดำเนินการ ณ แนวปะการังเขาหมาจอ (รูปที่ 2.2)

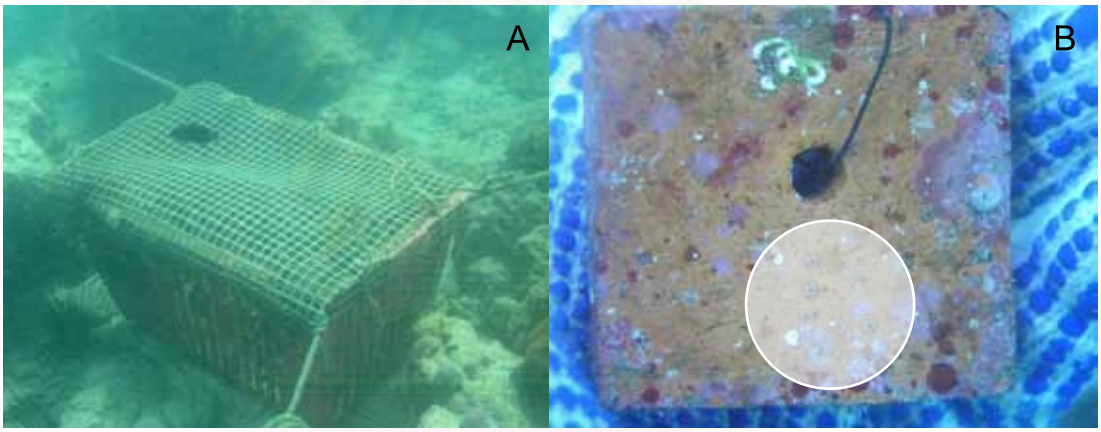
4.1.3 ขั้นตอนการศึกษา

4.1.3.1 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

ศึกษาอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล โดยใช้พื้นผิวขนาด 5x5x1 ลูกบากศ์เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) จำนวน 35 แผ่น ที่มีการลงเกาะอย่างสมบูรณ์ของตัวอ่อนปะการังมาอนุบาลในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง โดยเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 30x60x30 ลูกบากศ์เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) มีระบบน้ำหมุนเวียนแบบเปิดตลอดเวลา จัดชุดการทดลองออกเป็น 7 ชุด ชุดการทดลองละ 5 แผ่น (รูปที่ 4.1) จำแนกตามระยะเวลาที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล ดังนี้ เมื่อทำการอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงจนมีอายุครบ 1 สัปดาห์ ทำการบันทึกจำนวนพร้อมวัดขนาดและจัดทำแผนที่ระบุตำแหน่งการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังแต่ละแผ่น จากนั้นจึงสุ่มแผ่นพื้นผิวจำนวน 5 แผ่น (ชุดที่ 1) เพื่อนำไปอนุบาลต่อในทะเล ทำเช่นเดียวกันในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 8 และ 12 โดยสุ่มแผ่นพื้นผิวที่อนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงครั้งละ 5 แผ่น (ชุดที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ) เพื่อนำไปอนุบาลต่อในทะเลเช่นกัน โดยชุดการทดลองสุดท้าย เป็นชุดควบคุมซึ่งอนุบาลในระบบเลี้ยงตลอดระยะการศึกษา ทั้งนี้สถานที่ที่นำไปอนุบาลในทะเลได้แก่ ที่ระดับความลึกประมาณ 3 เมตร บริเวณแนวปะการังเขาหมาจอ โดยนำแผ่นพื้นผิวนั้นใส่ในกระชังที่มีตาข่ายปิดทุกด้านสำหรับป้องกันศัตรูหรือผู้ล่าอื่น (รูปที่ 4.2) ทำการประเมินอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงและที่นำไปอนุบาลต่อในทะเลทุกสัปดาห์ ในระยะเวลา 1 เดือนแรก จากนั้น จึงติดตามผลทุกเดือน จนมีอายุรวม 6 เดือน อนึ่ง การวัดอัตราการเติบโตใช้เวอเนียร์คาร์ลิบเปอร์ ตรวจวัดความกว้างสูงสุด (รูปที่ 4.3) นอกจากนั้น ทุกครั้งที่ทำการติดตามผลการศึกษา กำหนดให้ทำความสะอาดแผ่นพื้นผิวและกระชังทุกครั้ง

รูปที่ 4.1 ระบบอนุบาลตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยง

A: รูปแบบการจัดระบบอนุบาล; B: รูปแบบการอนุบาลตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะในตู้ทดลอง



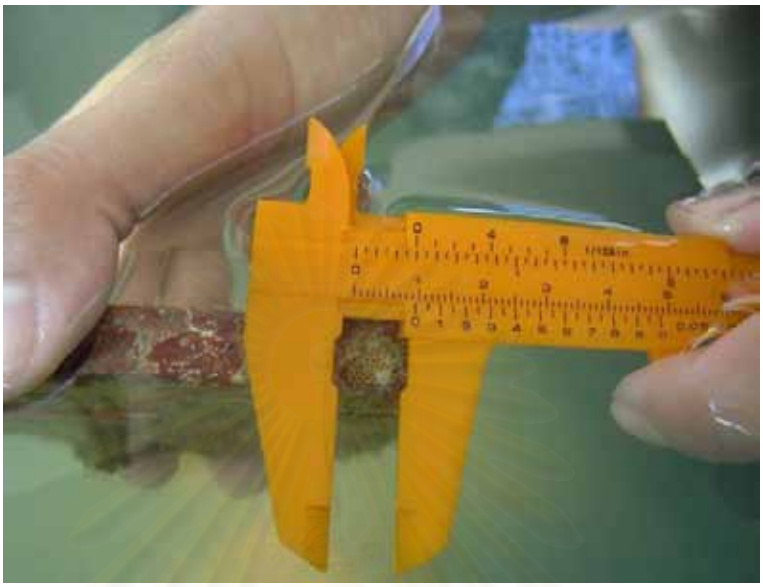
รูปที่ 4.2 ระบบอนุบาลตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่นำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล

A: ลักษณะของกระชังที่ใช้ในการอนุบาลปะการัง; B: ตัวอ่อนปะการังอายุ 1 เดือน ที่อนุบาลในกระชัง

4.1.3.2 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ

ทำการศึกษาอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ โดยใช้ตัวอย่างปะการังที่ได้จากการลงเกาะบนพื้นผิวในรอบปี จากการศึกษาหัวข้อ 2.1.3.3 โดยสุ่มเลือกชุดการทดลองเพื่อติดตามและประเมินผล

4 ชุด (เดือน) เพื่อประเมินอัตรารอดและอัตราการเติบโตทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 1 เดือน และประเมินผลทุกเดือน จนครบระยะเวลา 6 เดือน



รูปที่ 4.3 วิธีการวัดขนาดโดยความกว้างสูงสุดของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ด้วยเวอเนียร์ คาร์ลิบเปอร์

4.1.3.3 เปรียบเทียบอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

ทำการเปรียบเทียบอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ โดยใช้ตัวอย่างปะการังจากการศึกษาหัวข้อ 4.1.3.2 เปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่นำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 2 สัปดาห์ (ชุดที่ 2) ของการศึกษาหัวข้อ 4.1.3.1 ทำการประเมินผลทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน

4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ One Way ANOVA และ Tukey-Pairwise Mean Comparison เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงและในทะเล รวมถึง ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล นอกจากนี้ เปรียบเทียบอัตรารอด และอัตราการเติบโตของ

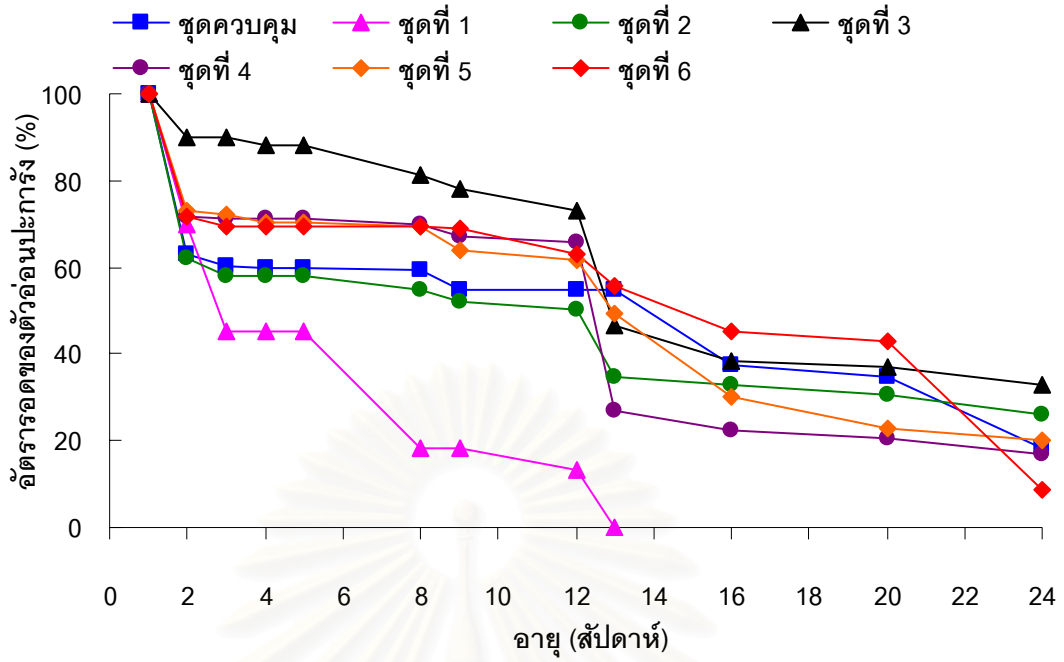
ตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ ตลอดจนเปรียบเทียบอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

4.2 ผลการศึกษา

4.2.1 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

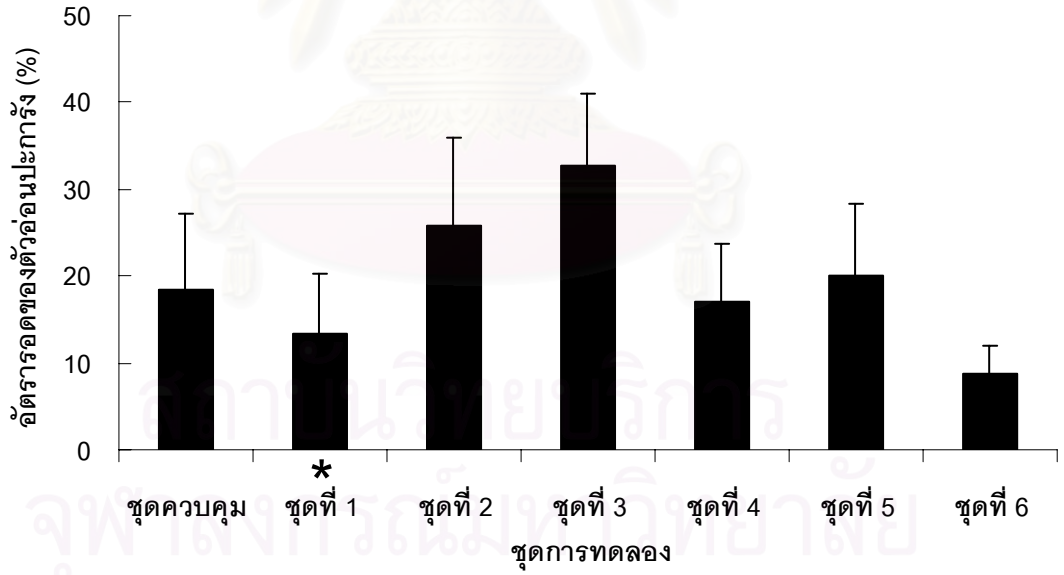
(1) อัตรารอด

ผลการศึกษาอัตรารอดของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวทั้งในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ แสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5 ตัวอ่อนปะการังมีอัตรารอดในระยะ 2 สัปดาห์แรกไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้น ชุดการทดลองที่นำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 1 สัปดาห์ (ชุดที่ 1) มีอัตรารอดต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 และตายทั้งหมดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไป สำหรับชุดการทดลองอื่น พบว่ามีแนวโน้มของการลดลงเป็นไปในทำนองเดียวกัน โดยสัปดาห์แรกของการอนุบาลที่อยู่ในระบบเลี้ยงทั้งหมดมีอัตรารอดที่แตกต่างกัน จากนั้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ถึง 12 ทุกชุดการทดลองมีอัตรารอดลดลงเล็กน้อยแต่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยชุดการทดลองที่มีการนำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ (ชุดที่ 3) มีอัตรารอดสูง ขณะที่ชุดการทดลองที่นำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 2 สัปดาห์ (ชุดที่ 2) และชุดการทดลองที่อนุบาลในระบบเลี้ยง (ชุดควบคุม) มีอัตรารอดต่ำ จากนั้น อัตรารอดของชุดการทดลองเหล่านี้ลดลงอย่างชัดเจนอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 13 ที่ทุกชุดการทดลองถูกนำไปอนุบาลในทะเล ยกเว้นชุดควบคุม และมีอัตรารอดลดลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการทดลองที่ 24 สัปดาห์ ยกเว้นชุดการทดลองที่นำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ (ชุดที่ 6) ที่มีอัตรารอดลดต่ำลงหลังจากอนุบาลเป็นเวลา 20 สัปดาห์ ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอดในทุกชุดการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 16 ยกเว้น ชุดที่ 1 ซึ่งตัวอ่อนปะการังทั้งหมดตายใน 13 สัปดาห์



รูปที่ 4.4 อัตรารอดเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)



รูปที่ 4.5 อัตรารอดเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเลจนอายุ 24 สัปดาห์

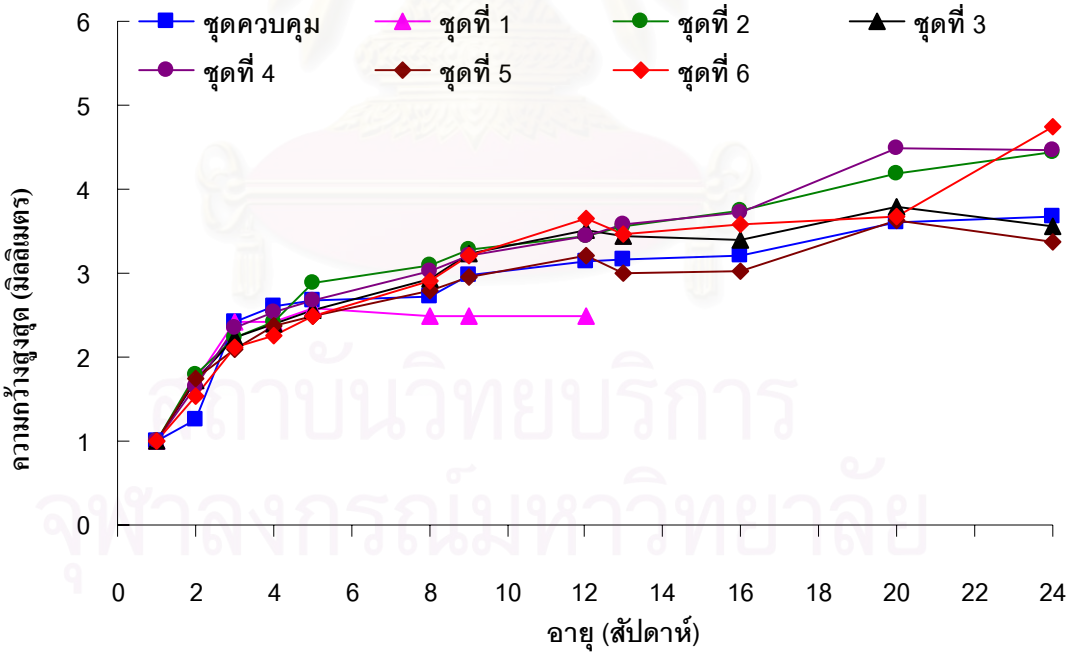
(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)

* : ค่าเฉลี่ยที่ 12 สัปดาห์

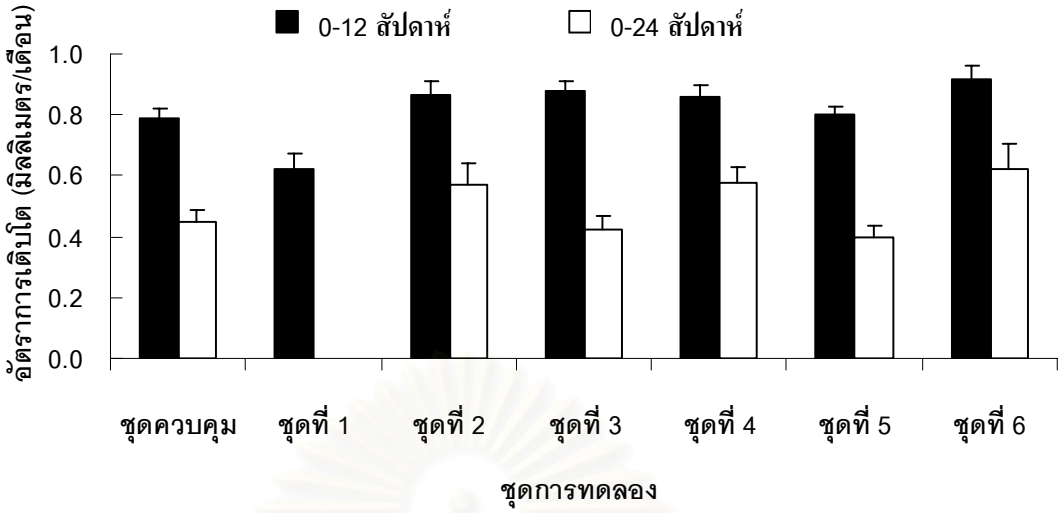
(2) การเติบโต

ผลการศึกษาการเติบโตโดยความกว้างสูงสุดของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวทั้งในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ แสดงในรูปที่ 4.6 ตัวอ่อนปะการังในทุกชุดการทดลองทั้งที่อนุบาลในระบบเลี้ยงและในทะเลมีอัตราการเติบโตไม่แตกต่างกัน โดยในช่วงอายุ 3 สัปดาห์แรก ตัวอ่อนปะการังมีการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากสัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป การเติบโตเพิ่มขึ้นทีละน้อย สำหรับชุดการทดลองที่นำตัวอ่อนปะการังไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 1 สัปดาห์ (ชุดที่ 1) นั้น การเติบโตเริ่มคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นมา และต่ำกว่าการเติบโตของชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ การเติบโตของชุดการทดลองนี้สิ้นสุด ณ สัปดาห์ที่ 12 เนื่องจากตัวอ่อนปะการังตายทั้งหมด นอกจากนั้น ยังพบว่าตัวอ่อนปะการังจากชุดการทดลองบางชุดมีการเติบโตที่ลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 12–13 อนึ่ง เมื่อสิ้นสุดการอนุบาล พบการเติบโตออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่มีความกว้างสูงสุดต่ำกว่า 4 มิลลิเมตร และกลุ่มที่มีความกว้างสูงสุดสูงกว่า 4 มิลลิเมตร

นอกจากนั้น ส่วนอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง (รูปที่ 4.7) พบว่า อัตราการเติบโตแนวราบโดยเฉลี่ยต่อเดือน ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



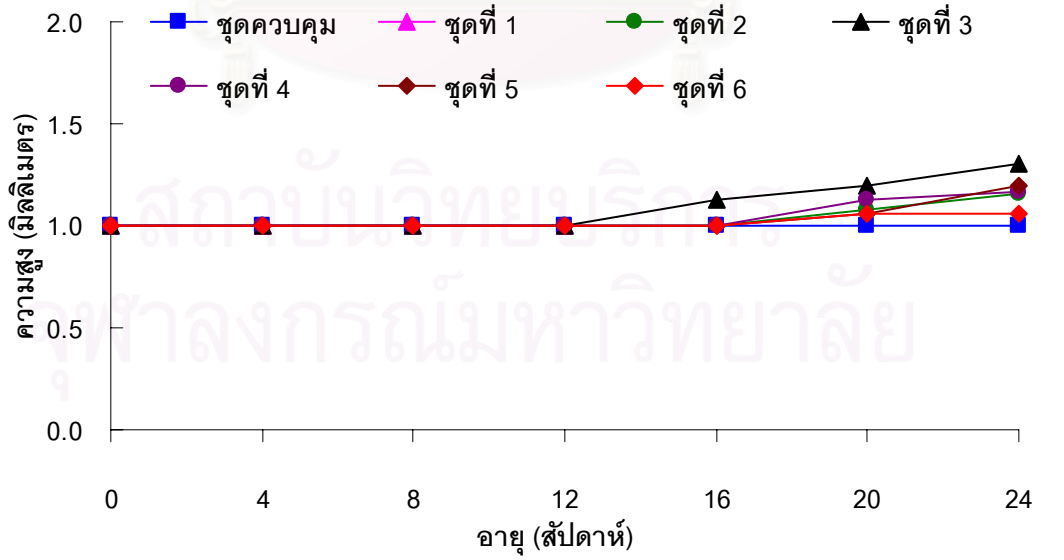
รูปที่ 4.6 การเติบโตโดยความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล
(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)



รูปที่ 4.7 อัตราการเติบโตโดยความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

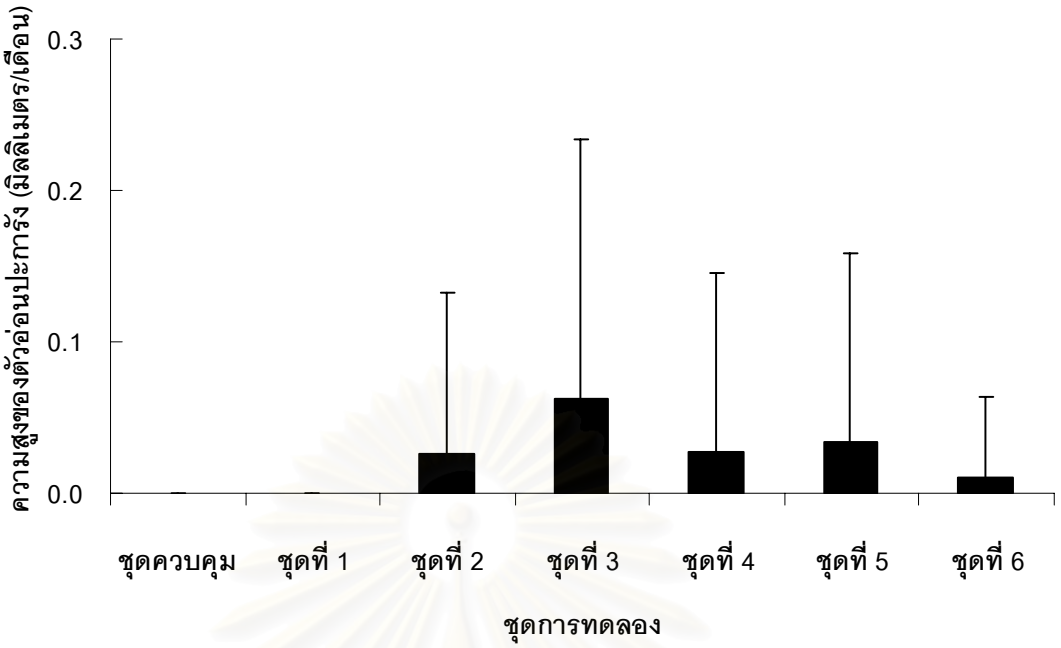
(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)

สำหรับการเติบโตโดยความสูงหรือการยกตัวของตัวอ่อนปะการังนั้น พบว่า ตัวอ่อนปะการังมีการเติบโตโดยความสูงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 16 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกชุดการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (รูปที่ 4.8) ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเติบโตโดยความสูงโดยเฉลี่ยต่อเดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองเช่นกัน (รูปที่ 4.9)



รูปที่ 4.8 การเติบโตโดยความสูงเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)



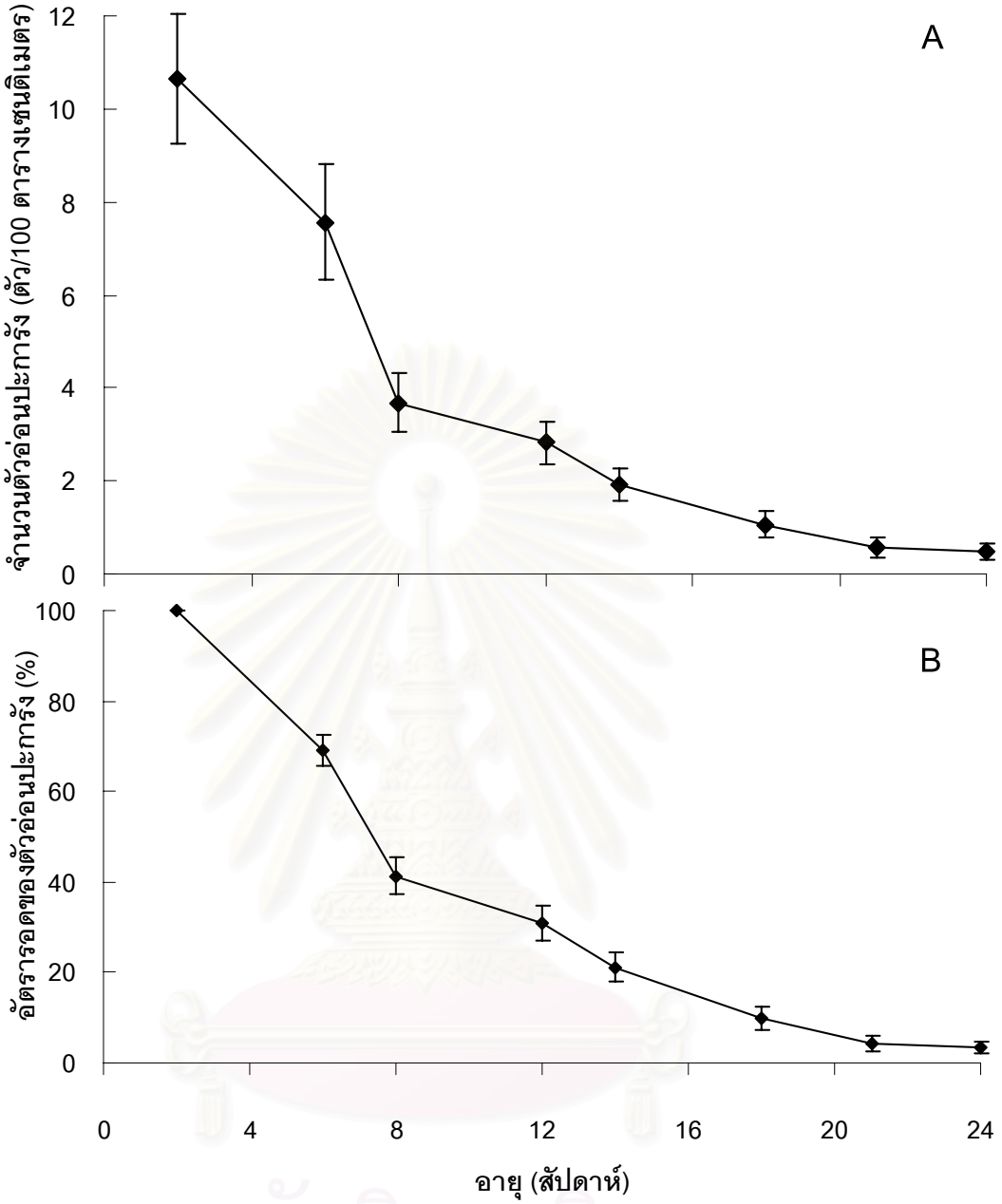
รูปที่ 4.9 อัตราการเติบโตโดยความสูงโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเลจนอายุ 24 สัปดาห์

(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)

4.2.2 อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ

(1) อัตรารอด

ผลการศึกษาอัตรารอดในธรรมชาติของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะแสดงในรูปที่ 4.10 พบจำนวนตัวอ่อนที่ดำรงชีวิตและอัตรารอดลดลงอย่างรวดเร็วในระยะ 8 สัปดาห์แรก เหลือเพียง ร้อยละ 41.4 ± 4.26 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่สัปดาห์ที่ 24 คงเหลืออัตรารอดของตัวอ่อนปะการังที่ ร้อยละ 3.3 ± 1.29 เท่านั้น ส่วนผลการศึกษาในแต่ละครั้งแสดงภาคผนวก ซ



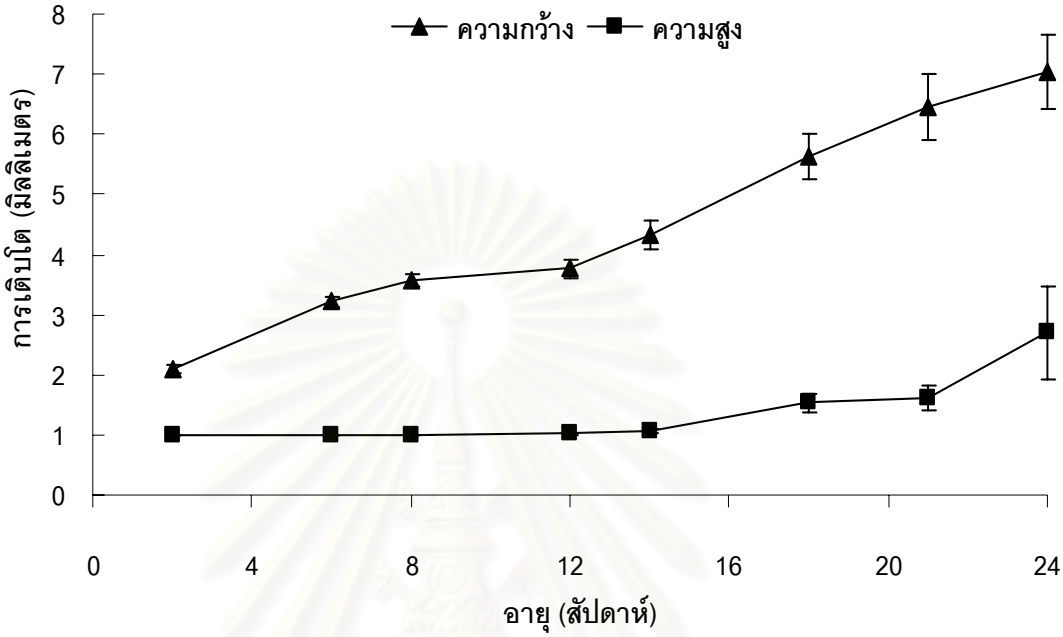
รูปที่ 4.10 อัตรารอดโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ

A: จำนวนตัวอ่อนปะการังที่มีชีวิต; B: อัตรารอดของตัวอ่อนปะการัง (*n*=ตัวอ่อนปะการัง x 4 ชุด x 20 ซ้ำ)

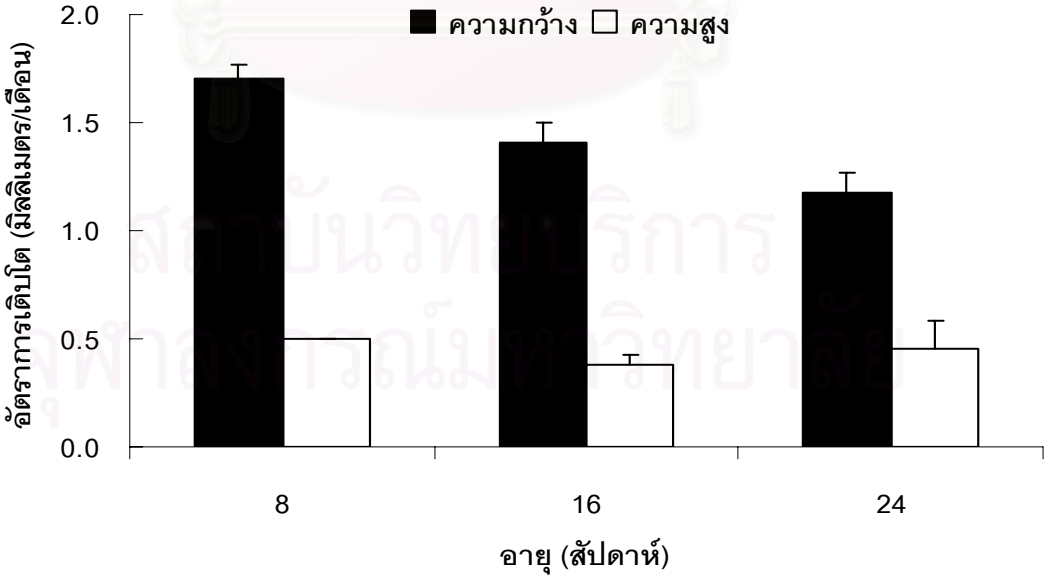
(2) การเติบโต

ผลการศึกษาการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะแสดง ทั้งความกว้างสูงสุดและความสูง แสดงในรูปที่ 4.11 โดยมีความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ยที่ 7.0 ± 0.61 มิลลิเมตร และมีความสูงโดยเฉลี่ยที่ 2.7 ± 0.78 มิลลิเมตร ทั้งนี้ พบการยกตัวของโคโลนีปะการังเริ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14

สำหรับ อัตราการเติบโตความกว้างสูงสุดและความสูง ณ สิ้นสุดการทดลอง แสดงในรูปที่ 4.12 โดยมีค่า 1.2 ± 0.10 มิลลิเมตร/เดือน และ 0.5 ± 0.13 มิลลิเมตร/เดือน ตามลำดับ ส่วนผลการศึกษาในแต่ละครั้ง แสดงในภาคผนวก ซ



รูปที่ 4.11 การเติบโตโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ
(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)

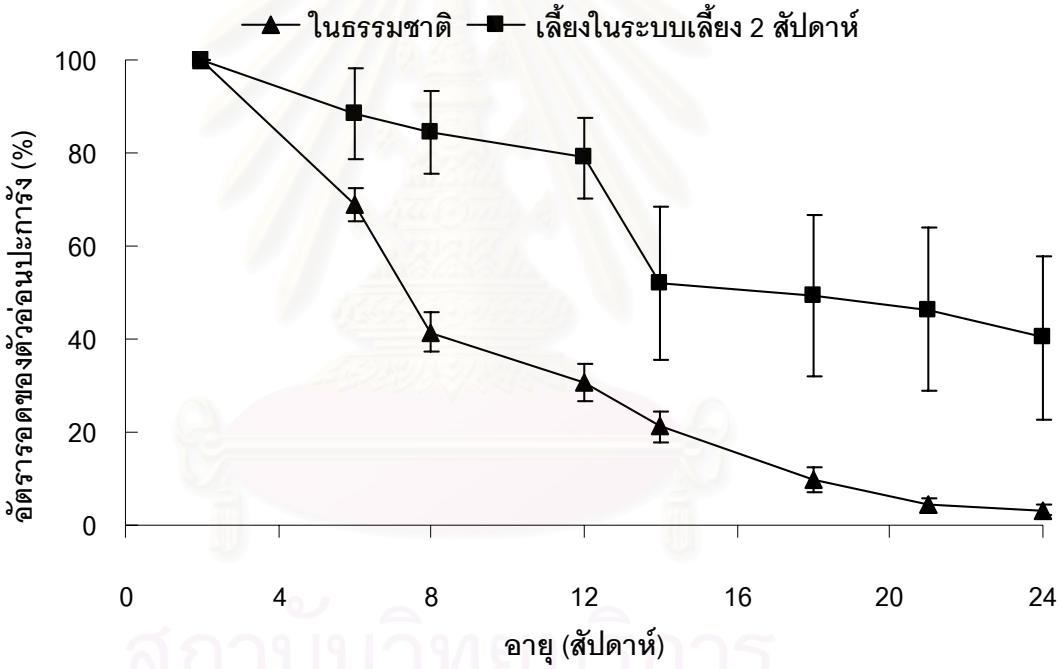


รูปที่ 4.12 อัตราการเติบโตโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ
(*n*=40 ตัว x 7 ชุดการทดลอง x 5 ซ้ำ)

4.2.3 การเปรียบเทียบอัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ในธรรมชาติกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำมาอนุบาลต่อในทะเล

(1) อัตรารอด

จากการเปรียบเทียบอัตรารอดของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังใต้ทะเล กับตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามธรรมชาติและอนุบาลในทะเลโดยไม่ใช้กระชัง พบว่า อัตรารอดของตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในกระชังมีอัตรารอดสูงกว่าตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามธรรมชาติและอนุบาลในทะเลโดยไม่ใช้กระชังอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีอัตรารอดเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 24 ร้อยละ 40.3 $\pm$ 17.66 และ 3.3 $\pm$ 1.29 ตามลำดับ (รูปที่ 4.13)

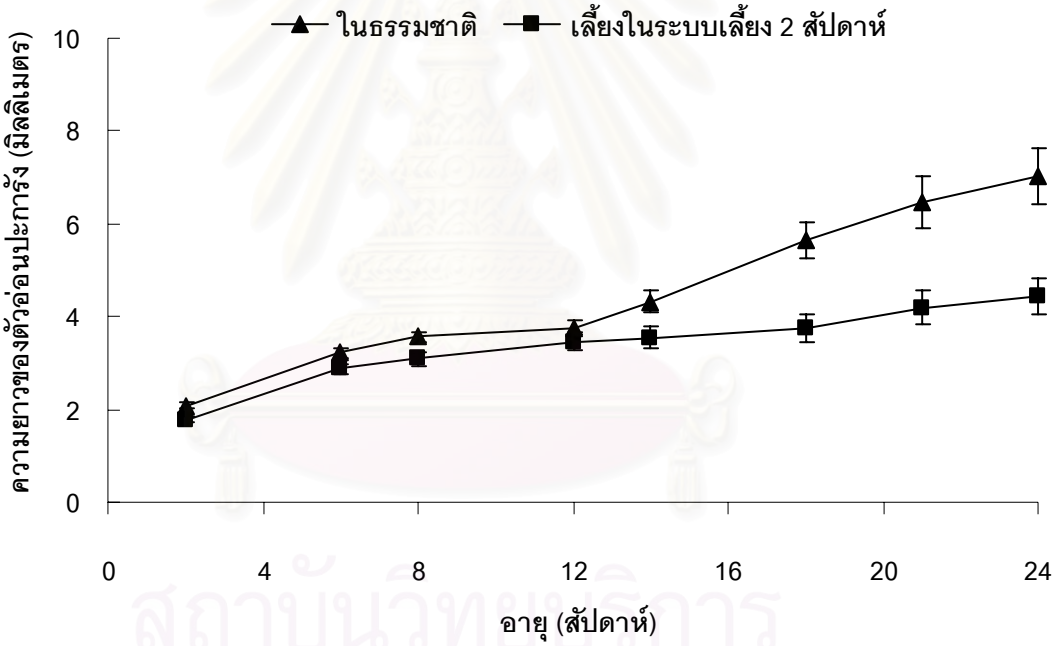


รูปที่ 4.13 อัตรารอดโดยเฉลี่ย ($\pm$ S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติบนแผ่นกระเบื้องกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล

(*n*=40 ตัว x 4-7 ชุด x 5-20 ซ้ำ)

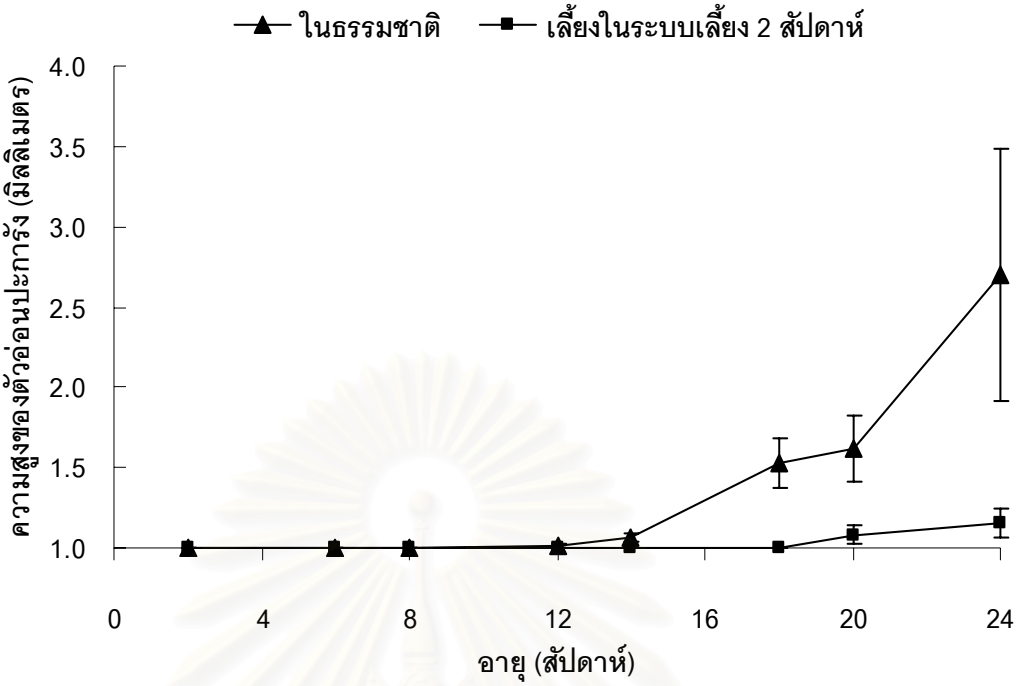
(2) การเติบโต

สำหรับการเปรียบเทียบการเติบโตโดยความกว้างสูงสุดนั้น พบว่า ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติมีการเติบโตสูงกว่าตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล โดยพบความแตกต่างเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 24 ตัวอ่อนที่ลงเกาะตามธรรมชาติมีความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ยที่ 7.0 $\pm$ 0.61 มิลลิเมตร ขณะที่ตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล มีความกว้างสูงสุดที่ 4.4 $\pm$ 0.40 มิลลิเมตร เท่านั้น (รูปที่ 4.14) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการการเติบโตในแนวดิ่ง ที่พบว่า ตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามธรรมชาติเริ่มทำการยกตัวตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 ขณะที่ ตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล เริ่มทำการยกตัวในสัปดาห์ที่ 20 ทั้งนี้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความสูงโดยเฉลี่ยที่ 2.7 $\pm$ 0.78 และ 1.2 $\pm$ 0.09 มิลลิเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.15)



รูปที่ 4.14 การเติบโตโดยความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ย ($\pm$ S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติบนแผ่นกระเบื้องกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล

(*n*=40 ตัว x 4-7 ชุด x 5-20 ซ้ำ)



รูปที่ 4.15 การเติบโตโดยความสูงโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ลงเกาะตามธรรมชาติบนแผ่นกระเบื้องกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำมาอนุบาลต่อภายในกระชังในทะเล
(*n*=40 ตัว x 4-7 ชุด x 5-20 ซ้ำ)

4.3 การวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า อัตรารอดของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล มีอัตรารอดประมาณ ร้อยละ 70 สอดคล้องกับการศึกษาของ Raymundo et al (1999) ที่รายงานอัตรารอดภายหลังการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงมีอัตรารอดสูง ถึงร้อยละ 69.3 ± 14.2 แต่เมื่อนำตัวอ่อนไปอนุบาลต่อในทะเล อัตรารอดลดลงอย่างรวดเร็ว และตายหมดในที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sato (1985); Szmant and Miller (2006); Petersen et al (2008) การย้ายตัวอ่อนปะการังภายหลังการลงเกาะอายุต่ำกว่า 1 เดือน ลงไปเลี้ยงในทะเล มีอัตรารอดต่ำ ขณะที่ชุดการทดลองที่อนุบาลในระบบเลี้ยงนานกว่า 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล พบว่า อัตรารอดไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมที่อนุบาลในระบบเลี้ยงตลอดการทดลอง เนื่องจากตัวอ่อนปะการังภายหลังการลงเกาะประมาณสองสัปดาห์เป็นช่วงที่ปะการังมีการแตกหน่อ เพื่อเพิ่มจำนวนโพลิบ และขยายขนาดตัว ซึ่งขนาดตัวอ่อนปะการังที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตรารอดของตัวอ่อนปะการังเพิ่มขึ้น

(Raymundo *et al*., 1999) โดยจำนวนโพลิบที่เพิ่ม ทำให้ปะการังมีความสามารถในการจับอาหารหรือกำจัดตะกอนที่ทับถมบนตัวได้ดี (Clayton and Lasker, 1982) อีกทั้ง พื้นที่ผิวปะการังที่เพิ่มขึ้น ทำให้สาหร่ายซูแซนเทลลี่สามารถสังเคราะห์แสงได้เพิ่ม ส่งผลให้ปะการังได้รับอาหารเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Jokiel, 1998)

เมื่อเปรียบเทียบตัวอ่อนปะการังที่นำไปอนุบาลต่อในทะเลในกระชังปิดเพื่อป้องกันศัตรูบางชนิด กับตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามธรรมชาติและติดตามอัตรารอดในทะเลโดยไม่มีการป้องกันศัตรูภายนอก พบว่า มีอัตรารอดที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นผลจากตัวอ่อนปะการังไม่สามารถป้องกันผู้ล่าที่กินปะการัง เช่น ปลา เม่นทะเล ได้ (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2541; Raymundo *et al*., 1999) อย่างไรก็ตาม การอนุบาลตัวอ่อนปะการังในกระชังไม่สามารถป้องกันการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น หอยนางรม เพรียงหัวหอม สาหร่ายขนาดใหญ่ รวมถึง การทับถมของตะกอนได้ทำให้อัตรารอดของปะการังลดลง (Fitzhardinge, 1988; Lirman, 2001; Birrell *et al*., 2005)

ลักษณะการวางแผ่นพื้นผิวในทะเลเพื่อให้ตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติลงเกาะ โดยทำการวางในแนวตั้งในการศึกษาครั้งนี้นั้น เพื่อหลีกเลี่ยงการที่ตะกอนตกทับถมแผ่นพื้นผิว ซึ่งส่งผลให้อัตรารอดของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะด้านบนลดลง นอกจากนั้น การวางแผ่นพื้นผิวในลักษณะดังกล่าวทำให้ตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะทั้งสองด้านมีโอกาสได้รับแสงเท่ากัน (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550) ทั้งนี้ การทำความความสะอาดแผ่นพื้นผิวเป็นประจำมีส่วนในการช่วยลดการปกคลุมของสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น หอยนางรม เพรียง หรือ สาหร่ายขนาดใหญ่ (ชโลทร รักษาทรัพย์, 2550) ซึ่งนอกจากเป็นการแก่งแย่งพื้นที่แล้ว ยังเป็นตัวดักจับตะกอนแขวนลอยในน้ำที่ดีด้วย (Sato, 1985; Oren and Benayahu, 1997; Birrell *et al*., 2005) สำหรับพื้นที่ที่นำไปอนุบาลต่อในทะเลนั้นจำเป็นต้องเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม เนื่องจากปะการังส่วนใหญ่ รวมถึง ปะการัง *Pocillopora damicornis* ไม่สามารถเติบโตได้ในพื้นที่ที่เป็นทรายและน้ำขุ่น การพัดพาของคลื่นส่งผลให้เกิดการฟุ้งกระจายของทรายและตะกอนขึ้นมาทับถมและกัดกร่อนเนื้อเยื่อปะการังได้ (Ammar *et al*., 2000) ซึ่งอาจส่งผลให้เกิด polyp bail-out ต่อไป (Te, 1992)

การเติบโตของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่อนุบาลในระบบเลี้ยงในระยะเวลาที่แตกต่างกันก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ทั้งขณะอนุบาลในระบบเลี้ยง หรือแม้กระทั่งนำไปอนุบาลต่อในทะเลแล้ว อย่างไรก็ตาม ตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ชุดที่ 1) ก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเล มีการเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น ก่อนที่จะไม่พบการเติบโตและตายในที่สุด การศึกษาในสัปดาห์ที่ 12–13 ที่ตัวอ่อนปะการัง

ได้รับผลกระทบทั้งหมดนั้น เป็นผลมาจากปัจจัยคลื่นลมภายนอกที่รุนแรง ปะการังบางส่วนได้รับความเสียหาย ทำให้การเติบโตลดต่ำลง จากนั้น การเติบโตของปะการังจึงเข้าสู่ภาวะปกติ และมีการเติบโตที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Sato (1985) ซึ่งทำการอนุบาลตัวอ่อนปะการังในกระชังใต้ทะเลเช่นกัน

เมื่อนำตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นพื้นผิวในธรรมชาติ มาทำการศึกษาอัตรารอดและอัตราการเติบโตเปรียบเทียบกับตัวอ่อนปะการังที่ได้จากการเก็บตัวอ่อนและนำมาอนุบาลในระบบเลี้ยง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเลนั้น การที่เลือกตัวอ่อนปะการังที่นำมาอนุบาลในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (ชุดที่ 2) เนื่องมาจาก เป็นระยะเดียวกับที่ปะการังในธรรมชาติทำการลงเกาะบนพื้นผิว จึงสามารถเปรียบเทียบไปพร้อมกันได้ ผลการเปรียบเทียบเป็นการยืนยันว่า อัตราการเติบโตของปะการังในธรรมชาติไม่ว่าจะดีเพียงใด (7.0 ± 0.61 มิลลิเมตร) แต่อัตรารอดนั้นค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 3.3 ± 1.29) เนื่องมาจากตัวอ่อนปะการังที่ทำการลงเกาะบนพื้นผิวนั้น ยังมีศัตรูผู้ล่ามากมาย รวมถึง ปัจจัยจากการทับถมของตะกอน หรือการแก่งแย่งพื้นที่กับสิ่งมีชีวิตอื่นที่มาลงเกาะบนพื้นผิวเดียวกัน (Harriott, 1983; Sato, 1985; Dunstan and Johnson, 1998; Szmant and Miller, 2006) ขณะที่ ตัวอ่อนปะการังที่นำมาอนุบาลในระบบเลี้ยงก่อนนำไปอนุบาลต่อในทะเลมีอัตรารอดสูง (ร้อยละ 40.3 ± 17.66) ซึ่งเป็นผลมาจากกระชังปิดที่ป้องกันผู้ล่า เช่น ปลา เม่นทะเล เป็นต้น แต่กระชังเหล่านี้ไม่ได้มีส่วนช่วยในการป้องกันการทับถมของตะกอนหรือการแก่งแย่งพื้นที่กับสิ่งมีชีวิตอื่น เนื่องมาจากขนาดตาของกระชังที่ใหญ่กว่าขนาดของตะกอนและใหญ่กว่าขนาดของตัวอ่อนสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่มาลงเกาะบนพื้นผิวนั้น บ่งบอกถึงศัตรูที่สำคัญของตัวอ่อนปะการังในพื้นที่อ่าวสัตหีบ ได้แก่ กลุ่มผู้ล่าที่เป็นปลาหรือสัตว์อื่น ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่กลุ่มปะการังในพื้นที่ของหมู่เกาะแสมสารมีความสมบูรณ์มาก แต่พบกลุ่มปะการังที่มีขนาดเล็กที่เข้ามาทดแทนจำนวนประชากรค่อนข้างน้อย นอกจากนั้น การที่ปะการังที่อนุบาลในกระชังมีอัตราการเติบโตที่ต่ำกว่า (4.4 ± 0.40 มิลลิเมตร) ปะการังที่อนุบาลโดยไม่มีกระชัง อาจเป็นผลมาจากขนาดตาของกระชังมีผลต่อการพัดผ่านของมวลน้ำในกระชัง (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2541: Fitzhardinge, 1988; Gilmour, 1999; Lirman, 2001; Birrell *et al*., 2005) ซึ่งรวมถึง อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายที่อยู่ร่วมกับปะการัง (Babcock and Davies, 1991) และการพัดพาของอาหารเข้ามาภายในกระชังให้ปะการังลดลง ซึ่งโดยปกติปะการังสามารถใช้หนวดจับสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำเพื่อเป็นอาหาร (Wellington, 1982; Sebens *et al*., 1996; Ferrier-Pages *et al*., 2003; Nakamura and Yamasaki, 2005; Palardy *et al*., 2005) ด้วย ดังนั้น ปัจจัยจากผู้ล่า การแก่งแย่งพื้นที่กับสิ่งมีชีวิตอื่น ตะกอน รวมถึง อาหาร จึงมีความสำคัญในผลิตตัวอ่อนปะการังที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะตัวอ่อนปะการังที่มาจากการเพาะขยายพันธุ์แบบอาศัย

เพศที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง การอนุบาลตัวอ่อนในระบบเลี้ยงอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากเป็นการป้องกันผู้ล่าแล้ว การมีระบบไหลเวียนของน้ำที่ดี มีการเสริมอาหารให้กับตัวอ่อน ปะการังเพิ่มขึ้น เพื่อให้ตัวอ่อนปะการังมีการเติบโตที่รวดเร็ว สามารถแข่งขันกับสิ่งมีชีวิตอื่นเมื่อนำไปอนุบาลต่อในธรรมชาติได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

(1) ปะการัง *Pocillopora damicornis* มีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงแรม 15 ค่ำ ถึงขึ้น 13 ค่ำ ของทุกเดือน โดยปล่อยตัวอ่อนมากในช่วงวันขึ้น 2 - 5 ค่ำ โดยปะการังสามารถปล่อยตัวอ่อนได้ทั้งกลางวันและกลางคืน แต่พบการปล่อยตัวอ่อนมากที่สุดในเวลากลางคืนช่วงเวลา 1800 - 2000 น.

(2) จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ปล่อยโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนต่อโคโลนีต่อวัน 214.1 ± 24.4 ตัว ส่วนอัตราการปล่อยตัวอ่อนโดยเฉลี่ย 0.2 ± 0.05 ตัวต่อ 1 โพลิบ ต่อเดือน

(3) จากการศึกษาการปล่อยตัวอ่อนปะการังต่อเนื่องทุกเดือน พบว่า ปะการังโคโลนีเดิมสามารถปล่อยตัวอ่อนได้ถึง 4 ครั้ง และปล่อยตัวอ่อนติดต่อกันทุกเดือนได้สูงสุด 3 ครั้ง

(4) อัตราการการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะว่ายน้ำในธรรมชาติ เฉลี่ยเดือนละ 4.1 ± 0.72 ตัวต่อ 100 ตารางเซนติเมตร โดยในเดือนกุมภาพันธ์มีการลงเกาะของตัวอ่อนมากที่สุด 22.57 ± 3.66 ตัวต่อ 100 ตารางเซนติเมตร

(5) พัฒนาการของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะว่ายน้ำ เริ่มต้นจากการลงเกาะในชั่วโมงที่ 0.5 เริ่มสร้างโพลิบ หนวด และโครงร่างแข็ง (แคลเซียมคาร์บอเนต) ในชั่วโมงที่ 20 เมื่ออายุ 40 ชั่วโมง กลายเป็นโพลิบแรกเริ่ม (primary polyp) ที่สมบูรณ์ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร และเริ่มมีการขยายขนาดตัว โดยการแตกหน่อรอบโพลิบแรก เมื่อตัวอ่อนมีอายุประมาณ 4-10 วัน จนอายุประมาณ 6 เดือน จึงเริ่มยกตัวในแนวดิ่ง

(6) ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* เลือกทำการลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องดินเผาที่มีสาหร่ายหินปูนสูงสุด ซึ่งเป็นพื้นผิวที่สามารถเตรียมได้ง่ายกว่าพื้นผิวอื่นๆ

(7) ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* เลือกทำการลงเกาะบนพื้นผิวโดยไม่มีปัจจัยของแสงเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่เลือกลงเกาะบริเวณขอบของแผ่นกระเบื้องที่อยู่ด้านล่างติดกับพื้นพื้นตู้ทั้งที่ได้รับแสงมากและน้อย อาจเป็นผลมาจากการหลบเลี่ยงศัตรู

(8) ตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* เลือกลงเกาะในภาวะที่มีแสงมากกว่าภาวะที่ไม่มีแสง เนื่องจากปะการังชนิดนี้มีสาหร่ายซูแซนเทลลี่อยู่ภายในเนื้อเยื่อ ทำให้จำเป็นต้องใช้แสงเพื่อการสร้างแหล่งพลังงานให้กับสาหร่ายและตัวปะการังเอง

(9) อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ไม่พบความแตกต่างของอุณหภูมิที่ 25, 29 และ33 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากความแตกต่างของระดับอุณหภูมิต่ำเกินไป อย่างไรก็ตาม พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตัวอ่อนปะการังมีอัตราการลงเกาะมากขึ้น

(10) อัตรารอดของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในระบบเลี้ยงและในธรรมชาติ พบว่า อัตรารอดในชุดการทดลองที่นำตัวอ่อนลงไปอนุบาลต่อในทะเลเมื่ออายุ 1 สัปดาห์ มีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นและตายทั้งหมดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 13 สำหรับชุดการทดลองที่เลี้ยงในระบบเลี้ยงตลอดการทดลองจนอายุ 24 สัปดาห์ และชุดการทดลองที่มีอายุตั้งแต่ 2-12 สัปดาห์ นำลงไปอนุบาลต่อในทะเล พบว่า มีอัตรารอดไม่ต่างกัน

(11) การเติบโตของปะการังทั้งที่อนุบาลในระบบเลี้ยงและในทะเลในทุกชุดการทดลองมีอัตราการเติบโตไม่แตกต่างกัน โดยช่วงอายุ 3 สัปดาห์แรก มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยการเติบโตในแนวราบและแนวดิ่งของชุดการทดลองที่เลี้ยงในระบบเลี้ยงตลอดการทดลองและชุดการทดลองที่มีอายุตั้งแต่ 2-12 สัปดาห์ แล้วเอาลงทะเล จนอายุ 24 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งการเติบโตโดยความสูงเริ่มตั้งแต่สัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป

(12) อัตรารอดและการเติบโตของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ (ไม่ใส่กระชัง) ตัวอ่อนปะการังมีอัตรารอดเพียงร้อยละ 3.3 ± 1.29 ในสัปดาห์ที่ 24 ส่วนอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการัง พบว่า ปะการังเริ่มยกตัวตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 มีความสูงเฉลี่ย 2.7 ± 0.78 มิลลิเมตร และมีความกว้างสูงสุดโดยเฉลี่ย 7.0 ± 0.61 มิลลิเมตร ซึ่งตรงกันข้ามกับตัวอ่อนปะการังที่อนุบาลในระบบเลี้ยงที่มีอัตรารอดมาก แต่อัตราการเติบโตต่ำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) การเก็บโคโลนีปะการังตามธรรมชาติและนำมาเลี้ยงในระบบเลี้ยง เพื่อเก็บตัวอ่อนที่ถูกปล่อยออกมาเป็นวิธีการที่ค่อนข้างสะดวก เป็นวิธีการที่ง่ายในการนับจำนวนตัวอ่อนที่

(2) ควรเลือกเก็บโคโลนีปะการังในขนาดที่ต้องการ การตอกปะการังและการนำโคโลนีปะการังขึ้นมามากเกินความจำเป็นเพื่อทำการศึกษาเพียงบางส่วน ส่งผลให้เนื้อเยื่อปะการังเกิดความเสียหายซึ่งอาจตายได้ในที่สุด อีกทั้ง การเก็บโคโลนีปะการังที่มีสิ่งมีชีวิตอื่นอาศัยอยู่ร่วมอาจส่งผลให้ระบบน้ำเกิดการเน่าเสียได้

(3) การติดตามการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติ พบว่าประเมินผลได้ยาก เนื่องจากปัจจัยอื่น เช่น คลื่น กระแสน้ำ

(4) ควรทำความสะอาดแผ่นกระเบื้องที่ใช้ในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังเป็นระยะ เพื่อลดการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง

(5) ควรทำการแช่แผ่นพื้นผิวที่ใช้ในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากกว่า 1 เดือน และควรทำความสะอาดก่อนนำมาใช้

(6) การศึกษาปัจจัยของแหล่งกำเนิดแสงที่มีต่อตำแหน่งในการเลือกลงเกาะบนพื้นผิวของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ควรหาแนวทางที่ทำให้เกิดความแตกต่างของด้านที่ได้รับแสงและด้านที่ไม่ได้รับแสงให้ชัดเจน

(7) การเหนี่ยวนำการลงเกาะด้วยแสง ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองการให้แสงและไม่ให้แสง โดยแสงที่ใช้มีความเข้มแสงเพียง 1700 ลักซ์ ซึ่งในการให้แสงสามารถทดลองเพิ่มเติม โดยการเพิ่มระดับความเข้มแสง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้ตัวอ่อนลงเกาะมากที่สุด

(8) การเหนี่ยวนำการลงเกาะด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ควรเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำให้แตกต่างกันมากกว่า 4 องศาเซลเซียส

(9) การอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงแบบปิด ควรระวังเรื่องการควบคุมคุณภาพของน้ำ อุณหภูมิน้ำ และความเข้มแสง ในกรณีเลี้ยงด้วยระบบเปิดการหมุนเวียนของน้ำจากภายนอกเข้ามาสู่ระบบ อาจนำศัตรูปะการังเข้าสู่ระบบได้

(10) การนำกระชังปิดมาใช้ในอนุบาลตัวอ่อนปะการังโดยตรงในทะเล สามารถลดปัญหาคุณภาพของน้ำได้ อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถป้องกันศัตรูขนาดเล็กหรือตะกอนที่สามารถตกทับถมตัวอ่อนปะการังได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ชโลทร รักษาทรัพย์. 2550. อัตรารอดและอัตราการเติบโตของตัวอ่อนปะการังเขากวาง Acropora spp. ในระบบเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชโลทร รักษาทรัพย์ วรณพ วิยกาญจน์ และ สุชนา ชวนิชย์. 2550. การเพาะขยายพันธุ์ปะการังและการฟื้นฟูแนวปะการังด้วยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ-1: ฤดูกาลปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบางชนิดบริเวณหมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี. เอกสารการประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ 3 ชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. "ทรัพยากรไทย : ประโยชน์แท้แก่มหาชน", 31 ตุลาคม - 2 พฤศจิกายน 2550, พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. 127-134.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2541. การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงาน กองทุนสนับสนุนการวิจัย. 177 หน้า.

ลลิตา ปัจฉิม. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายตัวของตัวอ่อนปะการังกับกระแสน้ำ จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลลิตา ปัจฉิม สุชนา ชวนิชย์ ศุภิชัย ตั้งใจตรง วรณพ วิยกาญจน์ และ ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2549. การแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังบริเวณเกาะคราม จังหวัดชลบุรี. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ 5 (1): 35-37.

สุรีรัตน์ จันทร์เกษม. 2536. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเซลล์สืบพันธุ์ของปะการัง *Acropora* sp., *Pocillopora* sp. และ *Pavona* sp. โดยวิธีเนื้อเยื่อวิทยา (Histology) บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี. ปัญหาพิเศษนิสิตปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวภา สวัสดิ์พีระ. 2528. อิทธิพลของความเค็มที่มีต่ออัตราการลงเกาะ อัตรารอด และอัตราการเจริญ ของปะการังพุ่มไม้, *Pocillopora damicornis* Linn. รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิทยาศาสตร์ ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 48 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Abelson, A., Olinky, R., and Gaines, S. 2005. Coral recruitment to the reefs of Eilat, Red Sea: temporal and spatial variation, and possible effects of anthropogenic disturbance. Marine Pollution Bulletin 50: 576-582.

Acevedo, R. 1991. Preliminary observations on effects of pesticides carbary1, naphthol, andchlorpyrifos on planulae of the hermatypic coral *Pocillopora damicornis*. Pacific Science 45 (3): 287-289.

Adjeroud, M. and Tsuchiya, M. 1999. Genetic variation and clonal structure in the scleractinian coral *Pocillopora damicornis* in the Ryukyu Archipelago, Southern Japan. Marine Biology 134: 753-760.

Ammar, M.S.A., Amin, E.M., Gundaker, D., and Mueller, W.E.G. 2000. One rational strategy for restoration of coral reefs: Application of molecular biological tools to select sites for rehabilitation by asexual recruits. Marine Pollution Bulletin 40 (7): 618-627.

Amornsakchai, S. 1992. Recruitment of corals at Pha-ngan Island, Tao Island and Nang-yuan Island, Gulf of Thailand. Special Problem. Department of Marine Science, Chulalongkorn University.

Anthony, K.R.N. 1999. Coral suspension feeding on the particulate matter. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 232: 85-106.

Atkinson, S. and Atkinson, M. J. 1992. Detection of estradiol-17ß during a mass coral spawn. Coral reefs 11: 33-35.

Ayre, D.J. and Hughes, T.P. 2000. Genotypic diversity and gene flow in brooding and spawning corals along the Great Barrier Reef, Australia. Evolution 54 (5): 1590-1605.

Ayre, D.J., Hughes, T.P., and Standish, R.J. 1997. Genetic differentiation, reproductive mode and gene flow in the brooding coral *Pocillopora damicornis* along the Great Barrier Reef, Australia. Marine Ecology Progress Series 159: 175-187.

Ayre, D.J. and Resing, J.M. 1986. Sexual and asexual production of planulae in reef corals. Marine Biology 90: 187-190.

Babcock, R.C., Baird, A.H., Piromvaragorn, S., Thomson, D.P., and Willis, B.L. 2003. Identification of scleractinian coral recruits from Indo-Pacific Reefs. Zoological Studies 42 (1): 211-226.

Babcock, R.C., Bull, G.D., Harrison, P.L., Heyward, A.J., Oliver, J.K., Wallace, C.C., and Willis, B.L. 1986. Synchronous spawning of 105 scleractinian coral species on the Great Barrier Reef. Marine Biology 90: 379-394.

Babcock, R.C. and Heyward, A.J. 1986. Larval development of certain gamete-spawning scleractinian corals. Coral Reefs 5: 111-116.

Babcock, R. and Davies, P. 1991. Effects of sedimentation on settlement of *Acropora millepora*. Coral Reefs 9: 205-208.

Babcock, R. and Mundy, C. 1996. Coral recruitment: consequences of settlement choice for early growth and survivorship in two scleractinians. Journal of Experiment Marine Biology and Ecology 206: 179-201.

Baird, A.H. and Babcock, R.C. 2000. Morphological differences among three species of newly settled pocilloporid coral recruits. Coral reefs 19: 179-183.

Baird, A.H. and Hughes, T.P. 2000. Competitive dominance by tabular corals: an experimental analysis of recruitment and survival of understorey assemblages. Journal of Experiment Marine Biology and Ecology 251: 117-132.

Baird, A.H. and Morse, A.N.C. 2004. Induction of metamorphosis in larvae of the brooding corals *Acropora palifera* and *Stylophora pistillata*. Marine and Freshwater Research 55: 469-472.

Bak, R.P.M., Joenje, M., Jong, I.D., Lambrechts, D.Y.M., and Nieuwland, G. 1998. Bacterial suspension feeding by coral reef benthic organisms. Marine Ecology Progress Series 175: 285-288.

Banks, S.A., and Harriott, V.J. 1996. Patterns of coral recruitment at the Gneering Shoals, southeast Queensland, Australia. Coral Reefs 15: 225-230.

Bassim, K.M. and Sammarco, P.W. 2003. Effects of temperature and ammonium on larval development and survivorship in a scleractinian coral (*Diploria strigosa*). Marine Biology 142: 241-252.

Benzie, J.A.H., Haskell, A., and Lehman, H. 1995. Variation in the genetic composition of coral (*Pocillopora damicornis* and *Acropora palifera*) Populations from different reef habitats. Marine Biology 121: 731-739.

Birrell, C.L., McCook, L.J., and Willis, B.L. 2005. Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. Marine Pollution Bulletin 51: 408-414.

Bothwell, A.M. 1981. Fragmentation, a means of asexual reproduction and dispersal in the coral genus A*cropora* (scleractinia: Astrocoeniida: Acroporidae) – a preliminary report. Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila 2: 137-144.

Bowden-Kerby, A. 1997. Coral transplantation in sheltered habitats using unattached fragments and cultured colonies. Proceedings of the 8th International Coral Reef symposium, Panama 2: 2063-2068.

Carlon, D.B. 2002. Production and supply of larvae as determinants of zonation in a brooding tropical coral. Journal of Experiment Marine Biology and Ecology 268: 33-46.

Carlon, D.B. and Olsen, R.R. 1993. Larval dispersal distance as an explanation for adult spatial pattern in two Caribbean reef corals. Journal of Experiment Marine Biology and Ecology 173 (2): 247-263.

Chang, K.H., Chen, Y.S., and Chen, C.P. 1987. Xanthid crabs in the corals, *Pocillopora damicornis* and *P. verrucosa* of Southern Taiwan. Bulletin of Marine Science 41 (2): 214-220.

Chavanich, S., Viyakarn, V., Loyjiw, T., Pattaratamrong, P., and Chankong, A. 2009. Mass bleaching of soft coral, *Sarcophyton* sp. in Thailand and the role of temperature and salinity stress. ICES Journal of Marine Science (in press).

Chou, L.M. and Quek, S.T. 1992. Planulation in the scleractinian coral, *Pocillopora damicornis* in Singapore Waters. Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Guam 1: 500.

Clark, S. and Edwards, A.J. 1995. Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: evaluation of a case study in the Maldive Islands. Coral Reefs 14 (4): 201-213.

Clayton, W.S. Jr. and Lasker, H.R. 1982. Effects of light and dark treatments on feeding by the reef coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 63: 269-279.

Coles, S.L. 1985. The effects of elevated temperature on reef coral planula settlement as related to power station entrainment. Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti 4: 171-176.

Coles, S.L. and Jokiel, P.L. 1978. Synergistic effects of temperature, salinity and light on the hermatypic coral *Montipora verrucosa*. Marine Biology 49: 187-195.

Dai, C.F., Soong, K., and Fan, T.Y. 1992. Sexual reproduction of corals in Northern and Southern Taiwan. Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Guam 1: 448-455.

Davies, P.S. 1984. The role of zooxanthellae in the nutritional energy requirements of *Pocillopora eydouxi*. Coral Reefs 2: 181-186.

Dunstan, P.K. and Johnson, C.R. 1998. Spatio-temporal variation in coral recruitment at different scales on Heron Reef, southern Great Barrier Reef. Coral Reefs 17: 71-81.

Edmunds, K.E., Gates, R.D., and Gleason, D.F. 2001. The biology of larvae the reef coral *Porites astreoides* and their response to temperature disturbances. Marine Biology 139: 981-989.

Edmunds, P.J. and Davies, P.S. 1986. An energy budget for *Porites porites* (Scleratinia). Marine Biology 92: 339-347.

Fadlallah, Y.H. 1983. Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. Coral Reefs 2: 129-150.

Fan, T.Y., Li, J.J., Ie, S.X., and Fang, L.S. 2002. Lunar periodicity of larval release by Pocilloporids corals in Southern Taiwan. Zoological Studies 41 (3): 288-294.

Fearon, R.J. and Cameron, A.M. 1996. Larvotoxic extracts of the hard coral *Goniopora tenuidens*: allelochemicals that limit settlement of potential competitor. Toxicon 34 (3): 361-367.

Ferrier-Pages, C., Witting, J., Tambutte, E., and Sebens, K.P. 2003. Effect of natural zooplankton feeding on the tissue and skeletal growth of the scleractinian coral *Stylophora pistillata*. Coral reefs 22: 229-240.

Field, S.N., Glassom, D., and Bythell, J. 2007. Effects of artificial settlement plate material and methods of deployment on the sessile epibenthic community development in a tropical environment. Coral Reefs 26: 279-289.

Fisk, D.A. and Harriott, V.J. 1992. Are understorey coral communities recruitment limited. Proceedings of the 7th International Coral reef Symposium, Guam 1: 517-520.

Fitzhardinge, R.C. 1988. Coral recruitment: The importance of interspecific differences in juvenile growth and mortality. Proceeding of the 6th International Coral Reef Symposium, Australia 2: 673-678.

Frank, U., Oren, U., Loya, Y., and Rinkevish, B. 1997. Alloimmune maturation in the coral *Stylophora pistillata* is achieved through three distinctive stages, 4 months post-metamorphosis. Proceedings of the Royal Society of London Biological 264: 99-104.

Gilmour, J. 1999. Experimental investigation into the effects of suspended sediment on fertilisation, larval survival and settlement in a scleractinian coral. Marine Biology 135: 451-462.

Glynn, P.W., Gassman, N.J., Eakin, C.M., Cortes, J., Smith, D.B., and Guzman, H.M. 1991. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador). Marine Biology 109: 355-368.

Glynn, P.W. and Stewart, R.H. 1973. Distribution of coral reefs in the Pearl Isaland (Gulf of Panama) in relation to thermal conditions. Limnology and Oceanography 18 (3): 367-379.

Goh, B.P.L. 1991. Mortality and settlement success of *Pocillopora damicornis* planula larvae during recovery from low levels of Nickel. Pacific Science 45 (3): 276-286.

Grottoli, A.G. 2002. Effect of light and brine shrimp on skeletal δ^{13}C in the Hawaiian coral *Porites compressa*: a tank experiment. Geochimica et Cosmochimica Acta 66: 1955-1967.

Grover, R., Maguer, J.F., Reynaud-Vaganay, S., and Ferrier-Pages, C. 2002. Uptake of ammonium by the scleractinian coral *Stylophora pistillata* – effect of feeding, light, and ammonium concentrations. Limnology and Oceanography 47: 782-790.

Harii, S., Kayanne, H., Takigawa, H., Hayashibara, H., and Yamamoto, M. 2002. Larval survivorship, competency periods and settlement of two brooding corals, *Heliopora coerulea* and *Pocillopora damicornis*. Marine Biology 141: 39-46.

Harriott, V.J. 1983. Reproductive seasonality, settlement and post-settlement mortality of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus), at Lizard Island, Great Barrier Reef. Coral Reefs 2: 151-157.

Harriott, V.J. 1985. Recruitment patterns of scleractinian corals at Lizard Island, Great Barrier Reef. Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti 4: 367-372.

Harriott, V.J. and Fisk, D.A. 1987. A comparison of settlement plate types for experiments on the recruitment of scleractinian corals. Marine Ecology Progress Series 37: 201-208.

Hatta, M., Iwao, K., Taniguchi, H., and Omori, M. 2004. Restoration technology using sexual reproduction. *In* Omori, M. and Fujiwara, S. (eds.), Manual for restoration and remediation of coral reefs, pp. 14-28. Nature Conservation Bureau. Ministry of the Environment. Japan.

Hayashi, T. and Iwase, F. 2006. Artificial breeding method of *Acropora hyacinthus* (Scleractinia, Cnidaria). Preceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa :1684-1688.

Hayashibara, T., Ohike, S., and Kakinuma, Y. 1997. Embryonic and larval development and planula metamorphosis of four gamete-spawning *Acropora* (Anthozoa, Scleractinia). Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panama 2: 1231-1236.

Heyward, A.J. and Negri, A.P. 1999. Natural inducers for coral larval metamorphosis. Coral Reefs 18: 273-279.

Highsmith, R.C. 1982. Reproductive by fragmentation in corals. Marine Ecology Progress Series 7: 207-226.

Hii, Y.S., Soo, C.L., and Liew, H.C. 2008. Feeding of scleractinian coral, *Galaxea fascicularis*, on *Artemia salina* nauplii in captivity. Aquaculture International. DOI 10.1007/s10499-008-9208-4.

Hirose, M., Kinzie, R.A., and Hidaka, M. 2000. Early development of zooxanthella-containing eggs of the corals *Pocillopora verrucosa* and *P. eydouxi* with special reference to the distribution of zooxanthellae. Biology Bulletin 199: 68-75.

Hodgson, G. 1985. Vertical distribution of planktonic larvae of the reef coral *Pocillopora damicornis* in Kaneohe Bay (Oahu, Hawaii). Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti 4: 349-354.

Hodgson, G. 1990. Sediment and the settlement of larvae of the reef coral *Pocillopora damicornis*. Coral reefs 9: 41-43.

Hoegh-Guldberg, O. and Smith, G.H. 1989. The effect of sudden changes in temperature, light and salinity on the population density and export of zooxanthellae from the reef corals *Stylophora pistillata* Esper and *Seriatopora hystrix* Dana. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 129: 279-303.

Houlbreque, F., Tambutte, E., Allemand, D., and Ferrier-Pages, C. 2004. Interactions between zooplankton feeding, photosynthesis and skeletal growth in the scleractinian coral *Stylophora pistillata*. The Journal of Experimental Biology 207: 1461-1469.

Houlbreque, F., Tambutte, E., and Ferrier-Pages, C. 2003. Effect of zooplankton availability on the rates of photosynthesis, and tissue and skeletal growth in the scleractinian coral *Stylophora pistillata*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 296: 145-166.

Hughes, T.P., Baird, A.H., Dinsdale, E.A., Moltschaniwskyj, N.A., Pratchett, M.S., Tanner, J.E., and Willis, B.L. 1999. Patterns of recruitment and abundance of corals along the Great Barrier Reef. Nature 397: 59-61.

Isomura, S. and Nishihira, M. 2001. Size variation of planulae and its effect on the lifetime of planulae in the three pocilloporid corals. Coral Reefs 20: 309-315.

Johnson, C.R., Muir, D.G., and Reysenbach, A.L. 1991. Characteristic bacteria associated with surfaces of coralline algae: a hypothesis for bacterial induction of marine invertebrate larvae. Marine Ecology Progress Series 74: 281-294.

Johnson, C.R. and Sutton, D.C. 1994. Bacteria on the surface of crustose coralline algae induce metamorphosis of the crown-of-thorns starfish *Acanthaster planci*. Marine Biology 120: 305-310.

Jokiel, P.L. 1985. Lunar periodicity of planula release in the reef coral *Pocillopora damicornis* in relation to various environmental factors. Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti 4: 307-312.

Jokiel, P.L. 1998. Energetic cost of reproduction in the coral *Pocillopora damicornis*: a synthesis of published data. *In* Cox, E.F., Krupp, D.A., and Jokiel, P.L. (eds.), Reproduction in Reef Corals Results of the 1997 Edwin W. Pauley Summer Program in Marine Biology, pp. 38-41.

Jokiel, P.L. and Coles, S.L. 1977. Effects of temperature on the mortality and growth of Hawaiian reef corals. Marine Biology 43: 201-208.

Jokiel, P.L. and Coles, S.L. 1990. Response of Hawaiian and other Indo-Pacific reef corals to elevated temperature. Coral Reefs 8: 155-162.

Jokiel, P.L. and Guinther, E.B. 1978. Effects of temperature on reproduction in the hermatypic coral *Pocillopora damicornis*. Bulletin of Marine Science 28 (4): 786-789.

Jokiel, P.L., Ito, R.Y., and Liu, P.M. 1985. Night irradiance and synchronization of lunar release of planula larvae in the reef coral *Pocillopora damicornis*. Marine Biology 88: 167-174.

Keough, M.J. and Raimondi, P.T. 1995. Responses of setting invertebrate larvae to bioorganic films: effects of different types of films. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 185: 235-253.

Kitada, H. 2000. Fecundity of *Acropora tenuis* at Akajima island. Midoriishi 13: 26-29. (in Japanese)

Kojis, B.L. and Quinn, N.J. 1981. Reproductive strategies in four species of *Porites* (Scleractinia). Proceeding of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila 2: 145-151.

Krupp, D.A. 1983. Sexual reproduction and early development of the solitary coral *Fungia scutaria* (Anthozoa: Scleractinia). Coral Reefs 2: 159-164.

Kuffner, I.B. 2001. Effects of ultraviolet (UV) radiation on larval settlement of the reef coral *Pocillopora damicornis*. Marine Ecology Progress Series 217: 251-261.

Lane, A. and Harrison, P.L. 2000. Effects of oil contaminants on survivorship of larvae of the scleractinian reef corals *Acropora tenuis*, *Goniastrea aspera* and *Platygyra sinensis* from the Great Barrier Reef. Proceedings 9th International Coral Reef Symposium, Indonesia 1: 403-408.

Le Tissier, M.D'A.A. 1988. Patterns of formation and the ultrastructure of the larval skeleton of *Pocillopora damicornis*. Marine Biology 98: 493-501.

Lewis, J. 1974 a. The importance of light and food upon the early growth of the reef coral *Favia fragum* (Esper). Journal of Experiment Marine Biology and Ecology 15: 299-304.

Lewis, J. 1974 b. The settlement behavior of planulae larvae of the hermatypic coral *Favia fragum* (Esper). Journal of Experiment Marine biology and Ecology 15: 165-172.

Lirman, D. 2001. Competition between macroalgae and corals: effects of herbivore exclusion and increased algal biomass on coral survivorship and growth. Coral Reefs 19: 392-399.

Loya, Y., Lubinevsky, H., Resenfeld, M., and Kramarsky-Winter, E. 2004. Nutrient enrichment caused by in situ fish farms at Eilat, Red sea is detrimental to coral reproduction. Marine Pollution Bulletin 49: 344-353.

Lundgren, I. and Minton, D. 2006. Is coral recruitment limited by sedimentation at War in the Pacific National Historical Park. *In* People, Place, and Parks: Proceeding of the 2005 George Wright Society Conference on Parks, Protected Areas, and Cultural Sites. Edited by Harmon, D. Hancock, Michigan: The George Wright Society, pp. 379-384.

Maida, M., Coll, J.C., and Sammarco, P.W. 1994. Shedding new light on scleractinian coral recruitment. Journal of Experiment Marine biology and Ecology 180: 189-202.

Manzell, D. and Lirman, D. 2003. The photosynthetic resilience of *Porites furcata* to salinity disturbance. Coral reefs 22: 537-540.

Mendes, J.M. and Woodley, J.D. 2002. Timing of reproduction in *Montastraea annularis*: relationship to environmental variables. Marine Ecology Progress Series 227: 241-251.

Miller, M.W. 1995. Growth of a temperate coral: effect of temperature, light, depth and heterotrophy. Marine Ecology Progress Series 122: 217-225.

Moberg, F., Nystrom, M., Kautsky, N., Tedengren, M., and Jarayabhand, P. 1997. Effects of reduced salinity on the rates of photosynthesis and respiration in the hermatypic corals *Porites lutea* and *Pocillopora damicornis*. Marine Ecology Progress Series 157: 53-59.

Morse, A.N.C., Iwao, K., Baba, M., Shimoike, K., Hayashibara, T., and Omori, M. 1996. An ancient chemosensory mechanism brings new life to coral reefs. Biological Bulletin 191: 149-154.

Morse, D.E. and Morse, A.N.C. 1991. Enzymatic characterization of the morphogen recognized by *Agaricia humilis* (scleractinian coral) larvae. Biological Bulletin 181: 104-122.

Muller-Parker, G. and D' Elia, C.F. 1996. Interactions between corals and their symbiotic algae. *In* Birkeland, C. (ed.), Life and death of coral reefs, pp. 96-112. New York: Chapman & Hall.

Muller-Parker, G., McCloskey, L.R., Hoeegh-Guldberg, O., and McAuley, P.J. 1994. Effect of ammonium enrichment on animal and algal biomass of the coral *Pocillopora damicornis*. Pacific Science 48: 273-283.

Mundy, C.N. and Babcock, R.C. 1998. Role of light intensity and spectral quality in coral settlement: Implications for depth-dependent settlement. Journal of Experiment Marine Biology and Ecology 223: 235-255.

Muthiga, N.A. and Szmant, A.M. 1987. The effect of salinity stress on the rates of aerobic respiration and photosynthesis in the hermatypic coral *Siderastrea sidereal*. Biology Bulletin 173: 539-551.

Nakamura, T. and Yamasaki, H. 2005. Requirement of water-flow for sustainable growth of *Pocilloporid* corals during high temperature periods. Marine Pollution Bulletin 50: 1115-1120.

Negri, A.P. and Heyward, A.J. 2000. Inhibition of fertilization and larval metamorphosis of the coral *Acropora millepora* (Ehrenberg, 1834) by petroleum products. Marine Pollution Bulletin 41: 420-427.

Negri, A.P., Webster, N.S., Hill, R.T., and Heyward, A.J. 2001. Metamorphosis of broadcast spawning corals in response to bacteria isolated from crustose algae. Marine Ecology Progress Series 223: 121-131.

Oren, U. and Benayahu, Y. 1997. Transplantation of juvenile corals: a new approach for enhancing colonization of artificial reefs. Marine biology 127: 499-505.

Palaki, A. 1998. The effect of salinity on fertilization and larval survivorship and settlement in *Fungia scutaria* and *Pocillopora damicornis*. *In* Cox, E.F., Krupp, D.A., and Jokiel, P.L. (eds.), Reproduction in Reef Corals Results of the 1997 Edwin W. Pauley Summer Program in Marine Biology, pp. 68-77.

Palardy, J.E., Grottoli, A.G., and Matthews, K.A. 2005. Effects of upwelling, depth, morphology and polyp size on feeding in three species of Panamanian corals. Marine Ecology Progress Series 300: 70-89.

Palardy, J.E., Grottoli, A.G., and Matthews, K.A. 2006. Effect of naturally changing zooplankton concentrations on feeding rates of two coral species in the Eastern Pacific. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 331: 91-107.

Perkol-Finkel, S. and Benayahu, Y. 2007. Differential recruitment of benthic communities on neighboring artificial and natural reefs. Journal of Experiment Marine biology and Ecology 340: 25-39.

Permata, W.D., Kinzie, R.A., and Hidaka, M. 2000. Histological studies on the origin of planulae of the coral *Pocillopora damicornis*. Marine Ecology Progress Series 200: 191-200.

Petersen, D., Laterveer, M., and Schuhmacher, H. 2005. Spatial and temporal variation in larval settlement of reefbuilding corals in mariculture. Aquaculture 249: 317-327.

Petersen, D., Wietheger, A., and Laterveer, M. 2008. Influence of different food sources on the initial development of sexual recruits of reef building corals in aquaculture. Aquaculture 277: 174-178.

Pineda, J. 2000. Linking larval settlement to larval transport: assumptions, potentials, and pitfalls. Oceanography of the Eastern Pacific 1: 84-105.

Piniak, G.A. 2002. Effects of symbiotic status, flow speed and prey type on prey capture by the facultatively symbiotic temperate coral *Oculina arbuscula*. Marine Biology 141: 449-455.

Raymundo, L.J.H., Maypa, A.P., and Luchavez, M.M. 1999. Coral seeding as a technology for recovering degraded coral reefs in the Philippines. Phuket Marine Biological Center Special Publication 20: 81-92.

Richmond, R.H. 1981. Energetic considerations in the dispersal of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus) planulae. Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila 2: 153-156.

Richmond, R.H. 1985. Reversible metamorphosis in coral planula larvae. Marine Ecology Progress Series 22: 181-185.

Richmond, R.H. 1987. Energetic relationships and biogeographical differences among fecundity, growth and reproduction in the reef coral *Pocillopora damicornis*. Bulletin of Marine Science 41 (2): 594-604.

Richmond, R.H. 1988. Competency and dispersal potential of planula larvae of a spawning versus a brooding coral. Proceedings 6th International Coral Reef Symposium, Australia 2: 827-831.

Richmond, R.H. and Hunter, C.L. 1990. Reproduction and recruitment of corals: comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. Marine Ecology Progress Series 60: 185-203.

Richmond, R.H. and Jokiel, P.L. 1984. Lunar periodicity in larva release in the reef coral *Pocillopora damicornis* at Enewetak and Hawaii. Bulletin of Marine Science 34 (2): 280-287.

Rinkevich, B. and Loya, Y. 1979. The reproduction of the Red Sea coral *Stylopora pistillata*. I. Gonads and planulae. Marine Ecology Progress Series 1: 133-144.

Rinkevich, B. and Loya, Y. 1984. Does light enhance calcification in hermatypic corals. Marine Biology 80: 1-6.

Rodolfo-Metalpa, R., Peirano, A., Houlbreque, F., Abbate, M., and Ferrier-Pages, C. 2008. Effect of temperature, light and heterotrophy on the growth rate and budding of the temperate coral *Cladocora caespitosa*. Coral Reefs 27: 17-25.

Sakai, K. 1998. Effect of colony size, polyp size, and budding mode on egg production in a colonial coral. Biology Bulletin 195: 319-325.

Sammarco, P.W. 1982. Polyp bail-out: an escape response to environmental stress and a new means of reproduction in corals. Marine Ecology Progress Series 10: 57-65.

Sato, M. 1985. Mortality and growth of juvenile coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). Coral Reefs 4: 27-33.

Sebens, K.P. and Johnson, A.S. 1991. The effects of water movement on prey capture and distribution of reef corals. Hydrobiologia 226: 91-101.

Sebens, K.P., Vandersall, K.S., Savina, L.A., and Graham, K.R. 1996. Zooplankton capture by two scleractinian corals, *Madracis mirabilis* and *Montastrea cavernosa*, in a field enclose. Marine Biology 127: 303-317.

Shlesiger, Y., Goulet, T.L., and Loya, Y. 1998. Reproductive patterns of scleractinian corals in the Northern Red Sea. Marine Biology 132: 691-701.

Smith, S.R. 1997. Patterns of coral settlement, recruitment and juvenile mortality with depth at Conch Reef, Florida. Proceedings of the 8th International coral reef Symposium, Panama 2: 1197-1202.

Soong, K., Chen, M., Chen, C., Dai, C., Fan, T., Li, J., and Fan, H. 2003. Spatial and temporal variation of coral recruitment in Taiwan. Coral Reefs 22: 224-228.

Sorokin, Y.I. 1973. On the feeding of some scleractinian corals with bacteria and dissolved organic matter. Limnology and Oceanography 18: 380-385.

Stambler, N. and Dubinsky, Z. 2005. Corals as light collectors: an integrating sphere approach. Coral Reefs 24: 1-9.

Stimson, J.S. 1978. Mode and timing of reproduction in some common hermatypic corals of Hawaii and Enewetak. Marine Biology 48: 173-184.

Stimson, J.S. 1997. The annual cycle of density of zooxanthellae in the tissues of field and laboratory-held *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 214: 35-48.

Stobart, B., Babcock, R.C., and Willis, B. 1992. Biannual spawning of three species of slceractinian coral from the Great Barrier Reef. Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Guam 1: 494-499.

Stoddart, J.A. 1983. Asexual reproduction of planulae in the coral *Pocillopora damicornis*. Marine Biology 76: 279-284.

Stoddart, J.A. and Black, R. 1985. Cycles of gametogenesis and planulation in the coral *Pocillopora damicornis*. Marine Ecology Progress Series 23: 153-164.

Suzuki, G. and Hayashibara, T. 2006. Inhibition of settlement and metamorphosis in *Acropora* (Anthozoa, Sleceractinia) larvae by high-intensity light. Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa 4: 1627-1630.

Szmant, A.M. 1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. Coral Reefs 5: 43-54.

Szmant, A.M and Miller, M.W. 2006. Settlement preferences and post-settlement mortality of laboratory cultured and settled larvae of the Caribbean hermatypic corals *Montastrea faveolata* and *Acropora palmate* in the Florida Keys, USA. Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa 2: 43-49.

Tamelander, J., Visram, S., and Obura, D. 2000. Prospects for coral recovery through transplantation and natural recruitment, Kenya. Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali 2: 991-996

Tanner, J.E. 1995. Competition between scleractinian corals and macroalgae: an experiment investigation of coral growth, survival and reproduction. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 190: 151-168.

Tanner, J.E. 1996. Seasonality and lunar periodicity in the reproduction of Pocilloporids corals. Coral reefs 15: 59-66.

Te, F.T. 1991. Effects of two petroleum products on *Pocillopora damicornis* planulae. Pacific Science 45: 290-298.

Te, F.T. 1992. Response to higher sediment loads by *Pocillopora damicornis* planulae. Coral reefs 11: 131-134.

Tioho, H., Tokeshi, M., and Nojima, S. 2001. Experimental analysis of recruitment in a scleractinian coral at high latitude. Marine Ecology Progress Series 213: 79-86.

Vandermeulen, J.H. 1974. Studies on reef corals. II. Fine structure of planktonic planula larva of *Pocillopora damicornis*, with emphasis on the aboral epidermis. Marine Biology 27: 239-249.

Vandermeulen, J.H. 1975. Studies on reef corals. III. Fine structural changes of calicoblast cells in *Pocillopora damicornis* during settling and calcification. Marine Biology 31: 69-77.

Vandermeulen, J.H. and Watabe, N. 1973. Studies on reef corals. I. Skeleton formation by newly settled planula larva of *Pocillopora damicornis*. Marine Biology 23: 47-57.

Veron, J.E.N. and Pichon, M. 1976. Scleractinia of Eastern Australia Part I: Families Thamnasteriidae, Astrocoeniidae, Pocilloporidae. Australian Institute of Marine Science Monograph Series Vol 1, 86 pp.

Wallace, C.C. 1985. Seasonal peaks and annual fluctuations in recruitment of juvenile scleractinian corals. Marine Ecology Progress Series 21: 289-298.

Wallace, C.C. and Bull, G.D. 1981. Patterns of juvenile coral recruitment on a reef front during a spring-summer spawning period. Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila 2: 345-350.

Ward, S. 1992. Evidence for broadcast spawning as well as brooding in the scleractinian coral *Pocillopora damicornis*. Marine Biology 112: 641-646.

Ward, S. 1995. Two patterns of energy allocation for growth, reproduction and lipid storage in the scleractinian coral *Pocillopora damicornis*. Coral Reefs 14: 87-90.

Webster, N.S., Smith, L.D., Heyward, A.J., Watt, J.E.M., Webb, R.I., Blackall, L.L., and Negri, A.P. 2004. Metamorphosis of scleractinian coral in response to microbial biofilms. Applied and Environmental Microbiology 70 (2): 1213-1221.

Wellington, G.M. 1982. An experimental analysis of the effects of light and zooplankton on coral zonation. Oceanologia 52: 311-320.

Willson, J.R. and Harrison, P.L. 1998. Settlement-competency periods of larvae of three species of scleractinian corals. Marine Biology 131: 339-345.

Yap, H.T. and Gomez, E.D. 1985. Growth of *Acropora pulchra* III. Preliminary observations on the effects of transplantation and sediment on the growth and survival of transplants. Marine Biology 87: 203-209.

ZaKai, D., Levy, O., and Chadwick-Furman, N.E. 2000. Experimental fragmentation reduces sexual reproductive output by the reef-building coral *Pocillopora damicornis*. Coral reefs 19: 185-188.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

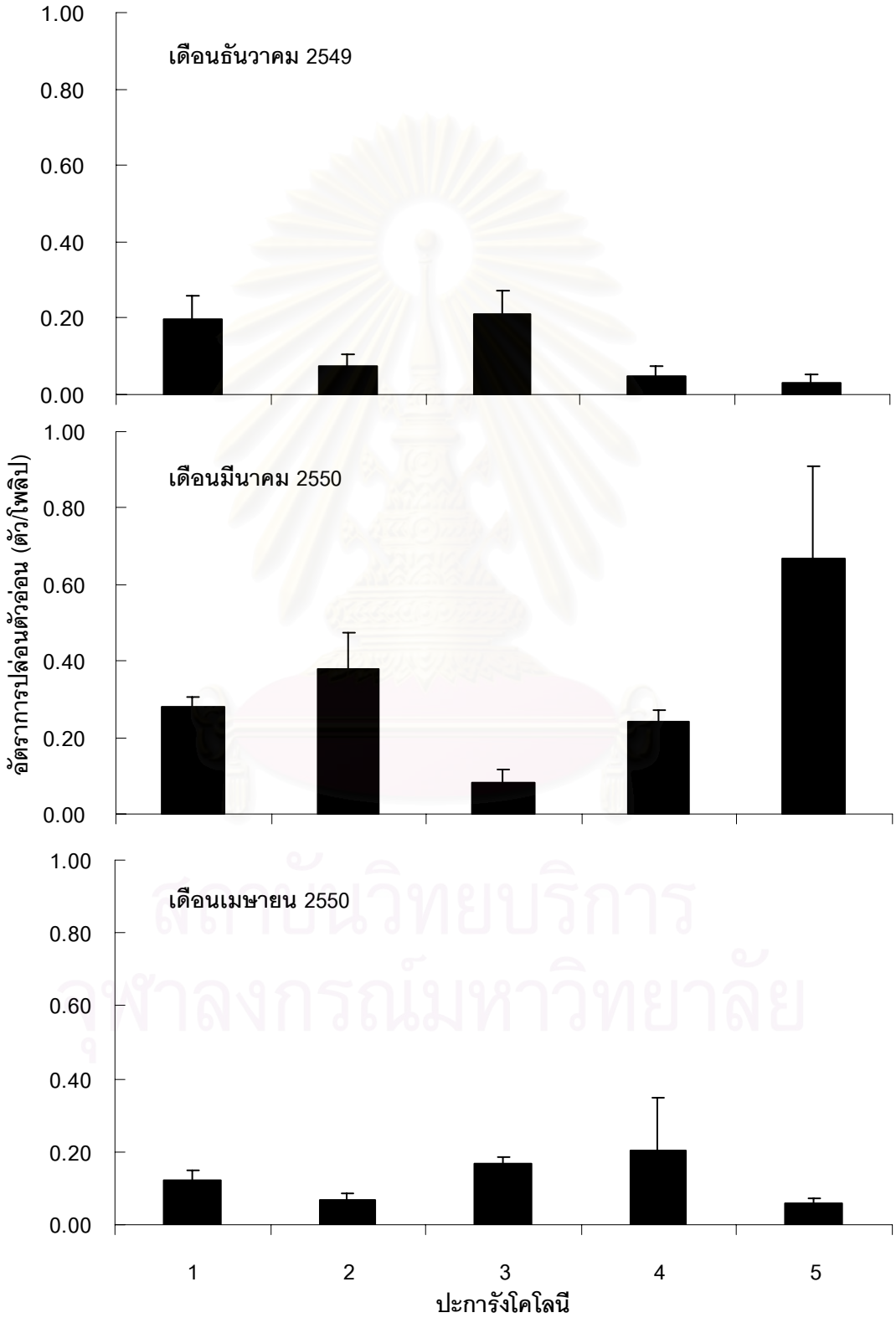
ช่วงเวลาและจำนวนตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ที่ถูกปล่อยออกสู่วลน้ำ เดือนกรกฎาคม 2549 – เดือนธันวาคม 2550

เดือน	ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อน	อัตราการปล่อยตัวอ่อน (เปอร์เซนต์โคโลนี)				จำนวนตัวอ่อนที่ปล่อยต่อโคโลนี (±S.E.)
		โคโลนีใหม่	(n)	โคโลนีเก่า	(n)	
ก.ค./1 2549	ขึ้น 5-7 ค่ำ	40	5	50	4	110.42 ± 32.00
ก.ค./2 2549	ขึ้น 4-7 ค่ำ	75	4	40	5	225.08 ± 91.10
ส.ค. 2549	ขึ้น 4-6 ค่ำ	100	5	100	4	250.06 ± 90.59
ก.ย. 2549	ขึ้น 4-6 ค่ำ	77.77	9			315.43 ± 132.79
ต.ค. 2549	-					
พ.ย. 2549	ขึ้น 5-7 ค่ำ	100	1	100	3	175.63 ± 90.38
ธ.ค. 2549	ขึ้น 4-5 ค่ำ	100	6			218.13 ± 87.77
ม.ค. 2550	ขึ้น 4-11 ค่ำ	80	10			168.11 ± 37.35
ก.พ. 2550	-					
มี.ค. 2550	ขึ้น 2-7 ค่ำ	100	6	100	2	230.03 ± 52.20
เม.ย. 2550	ขึ้น 2-10 ค่ำ	77.77	9			153.57 ± 86.29
พ.ค. 2550	ขึ้น 2-7 ค่ำ	75	12	0	1	457.17 ± 243.83
มิ.ย. 2550	แรม 15-ขึ้น 11 ค่ำ	100	8	50	4	164.87 ± 49.18
ก.ค. 2550	ขึ้น 3-13 ค่ำ	77.77	9	50	2	107.22 ± 37.07
ส.ค. 2550	แรม 15-ขึ้น 11 ค่ำ	83.33	6	50	4	243.11 ± 63.39
ก.ย. 2550	แรม 15-ขึ้น 9 ค่ำ	100	7	33.33	3	244.18 ± 87.79
ต.ค. 2550	-					
พ.ย. 2550	แรม 15-ขึ้น 7 ค่ำ	100	5	100	2	182.02 ± 40.13
ธ.ค. 2550	แรม 15-ขึ้น 2 ค่ำ	100	6	100	1	191.93 ± 95.31
ค่าเฉลี่ย (±S.E.)		86.67 ± 4.17		64.44 ± 9.88		216.68 ± 82.32

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

อัตราการปล่อยตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* โดยเฉลี่ย (±S.E.) (*n*= 3 กิ่ง x 3 โคโลนี)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

อัตราการลงเกาะบนพื้นผิวโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* ในรอบปี 2550

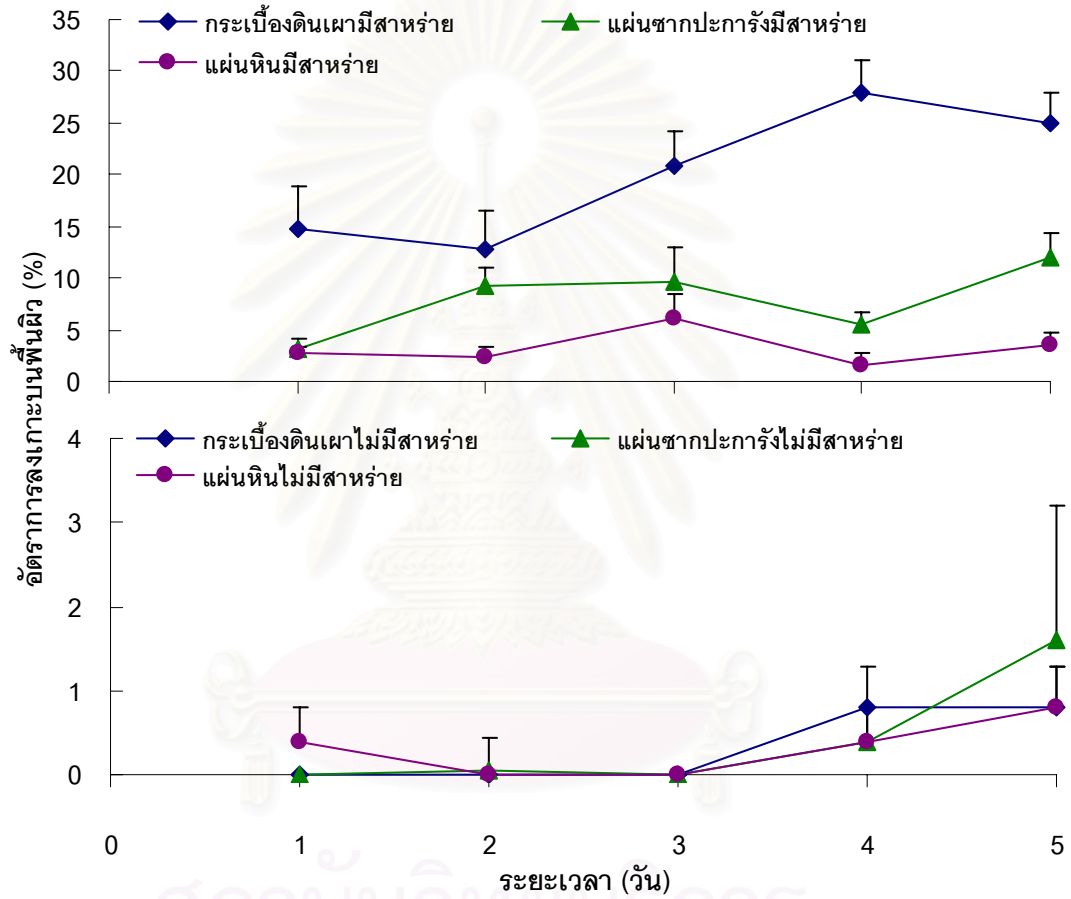
ช่วงวันที่มีการวางพื้นผิว	จำนวนวันที่วางพื้นผิว (วัน)	จำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะทั้งหมด (ตัว)	อัตราการลงเกาะเฉลี่ยต่อพื้นผิว (ตัว/แผ่น)
30 มกราคม - 11 กุมภาพันธ์ 2550	12	53	2.65±0.63
17 กุมภาพันธ์ - 14 มีนาคม 2550	26	316	15.80±2.56
17-29 มีนาคม 2550	12	3	0.15±0.11
1-27 เมษายน 2550	26	5	0.25±0.12
30 เมษายน - 3 มิถุยายน 2550	34	70	3.50±0.79
6-25 มิถุนายน 2550	19	9	0.45±0.18
28 มิถุนายน - 28 กรกฎาคม 2550	30	16	0.80±0.25
31 กรกฎาคม - 24 สิงหาคม 2550	24	139	6.95±0.63
5 - 27 กันยายน 2550	16	90	4.50±0.65
30 กันยายน - 22 ตุลาคม 2550	19	8	0.40±0.11
25 ตุลาคม - 1 ธันวาคม 2550	32	48	2.40±0.42
3 - 21 ธันวาคม 2550	17	8	0.40±0.18
24 ธันวาคม 2550 - 23 มกราคม 2551	29	1	0.05±0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

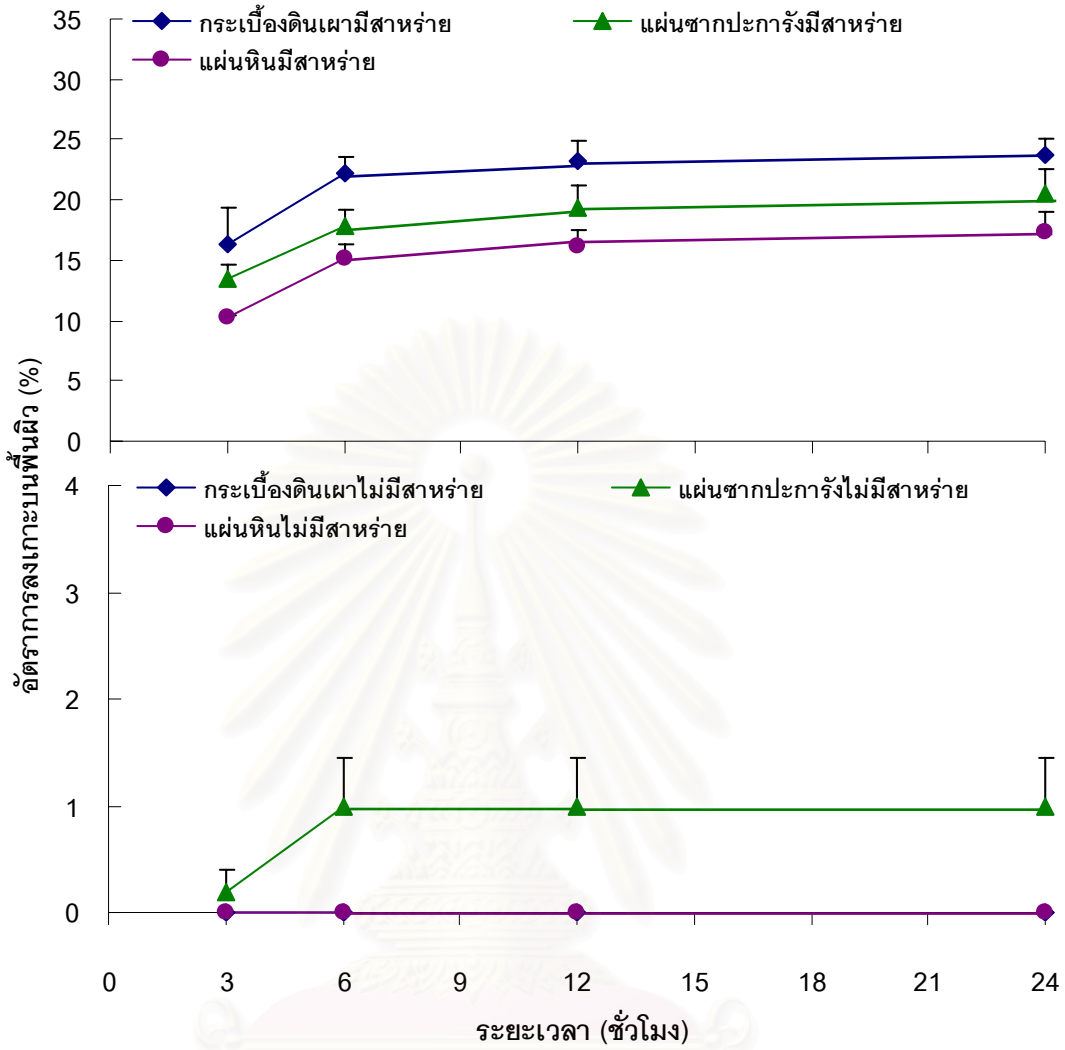
อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

(ง-1) ในเดือนเมษายน 2550 (*n*= 50 ตัว x 5 ซ้ำ)



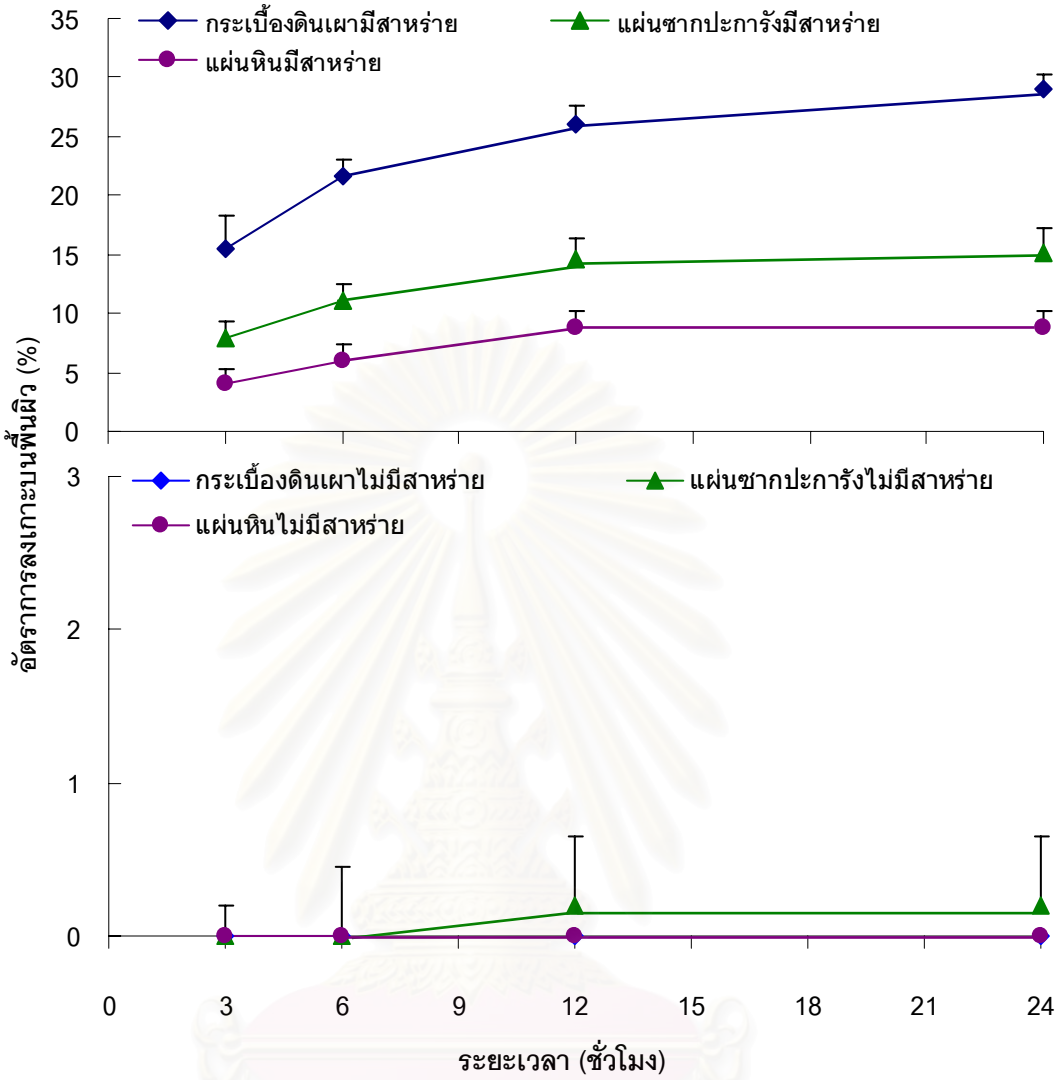
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ง-2) เดือนสิงหาคม 2550 (*n*= 100 ตัว x 5 ซ้ำ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ง-3) เดือนกันยายน 2550 (*n*= 100 ตัว x 5 ซ้ำ)

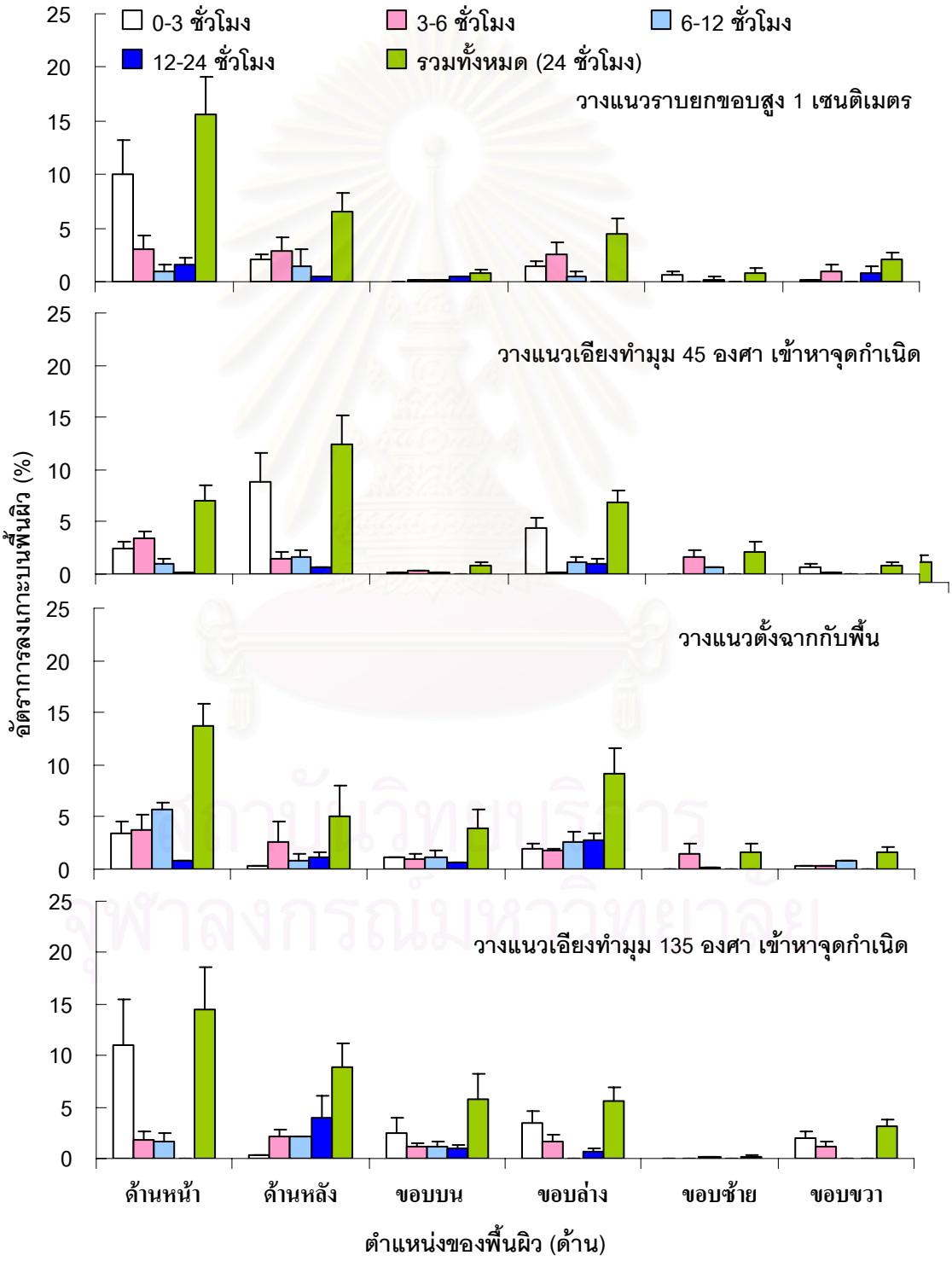


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

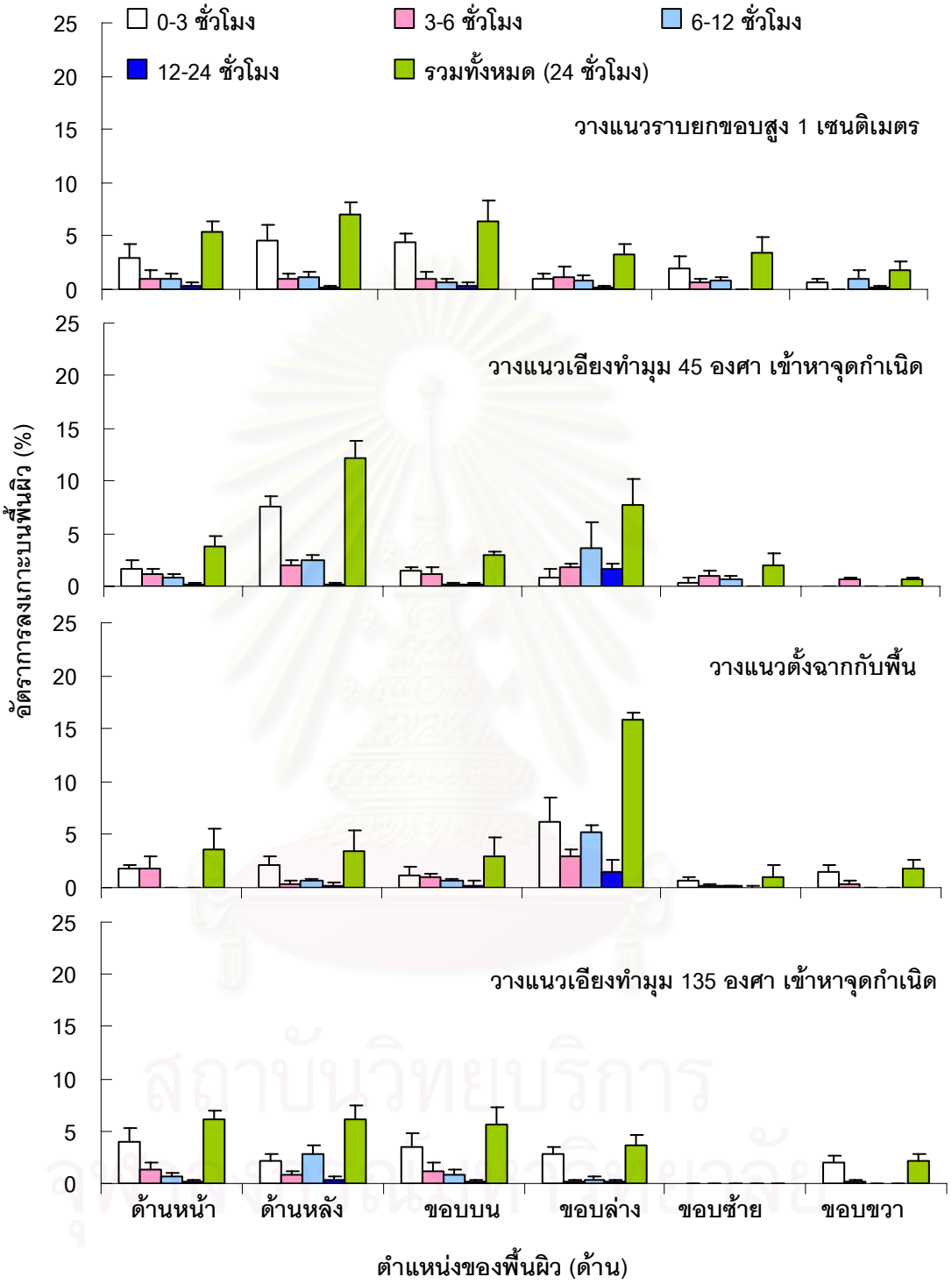
ภาคผนวก จ

อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่หันทำมุมเข้าหาจุดกำเนิดแสงที่ต่างกัน

(จ-1) เดือนพฤศจิกายน 2550 (*n*= 100 ตัว x 5 ซ้ำ)

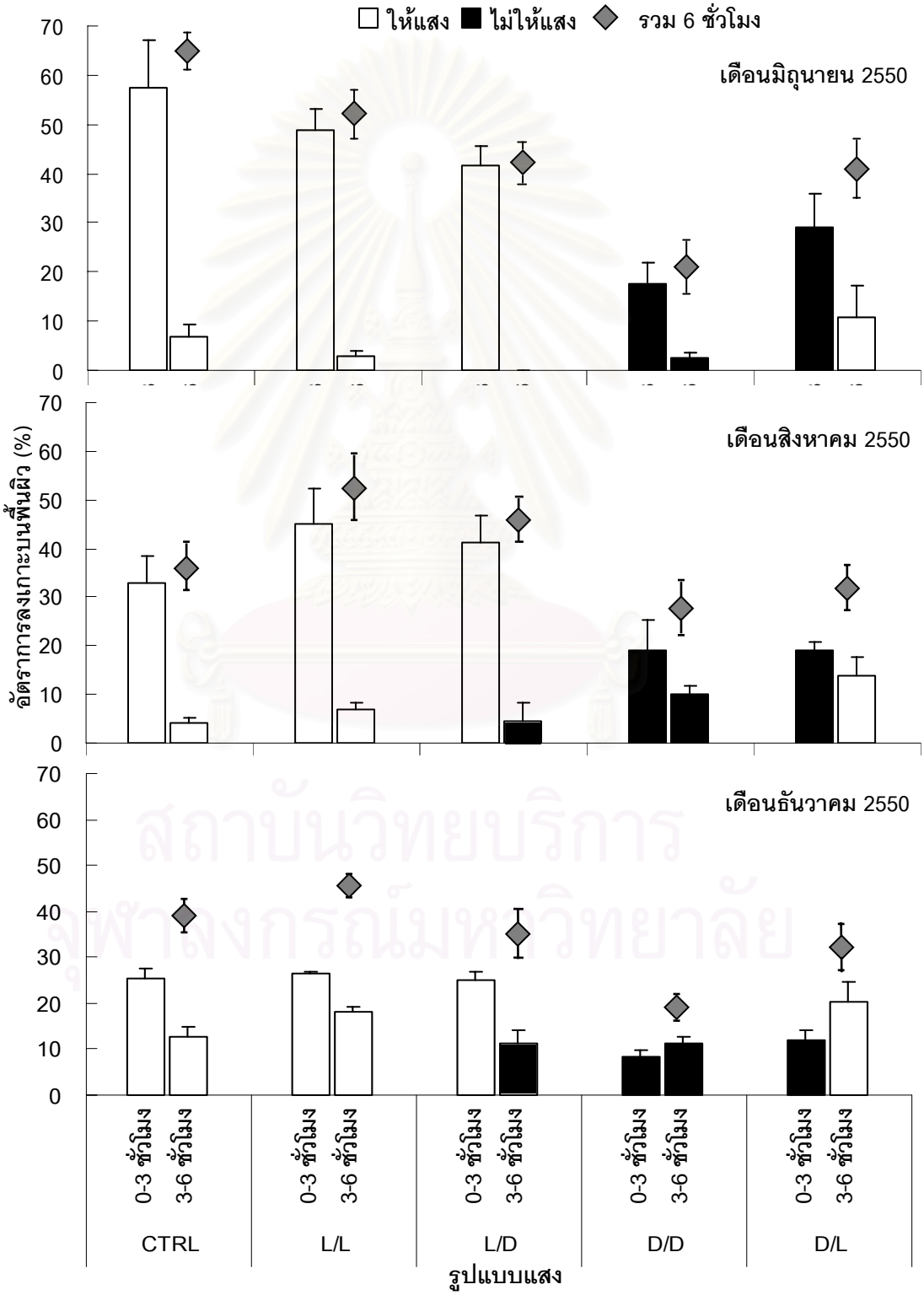


(จ 2) เดือนธันวาคม 2550 (*n*= 100 ตัว x 5 ซ้ำ)



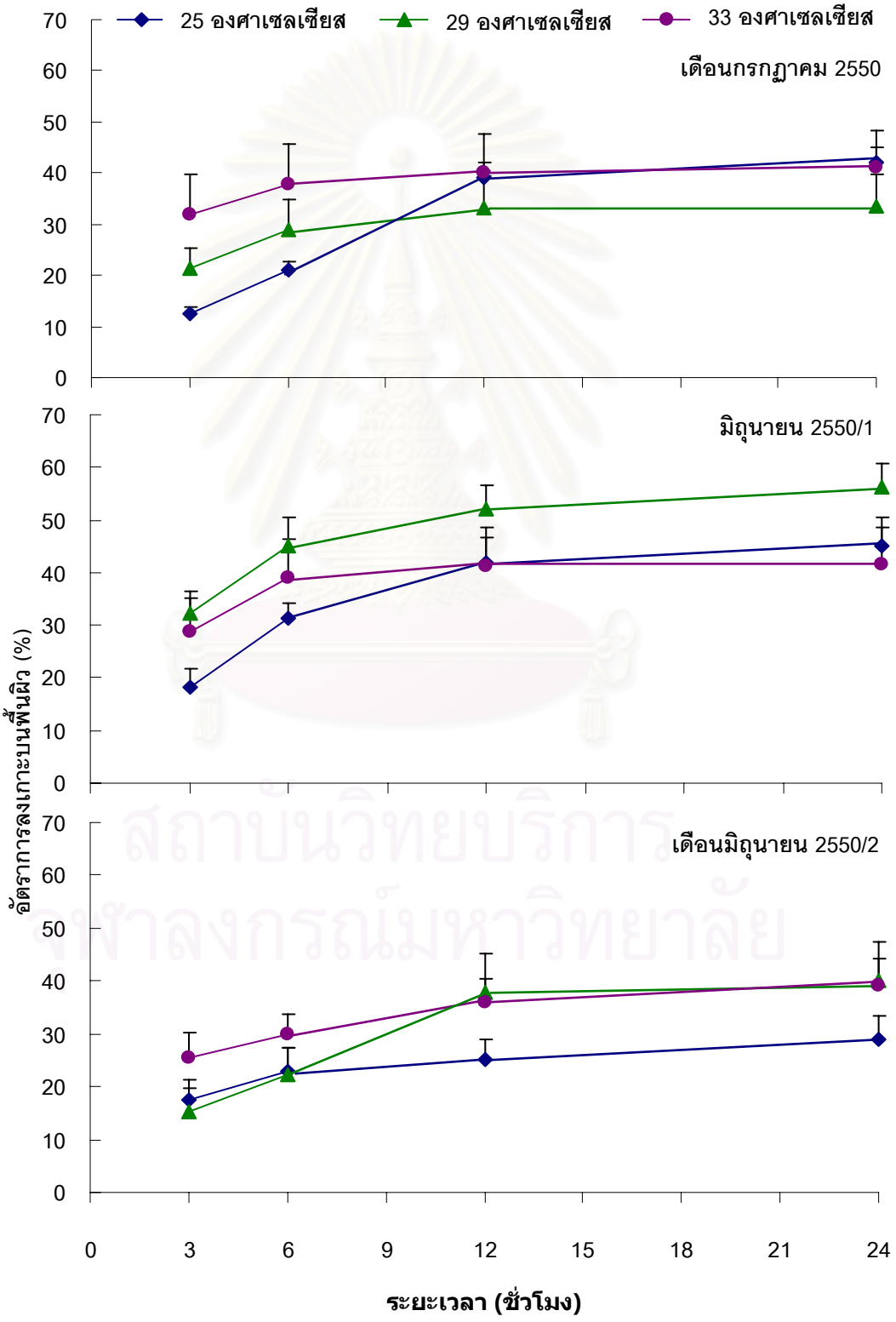
ภาคผนวก ฉ

อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยวิธีการให้แสงที่แตกต่างกัน
(*n*= 50 ตัว x 5 ซ้ำ)



ภาคผนวก ช

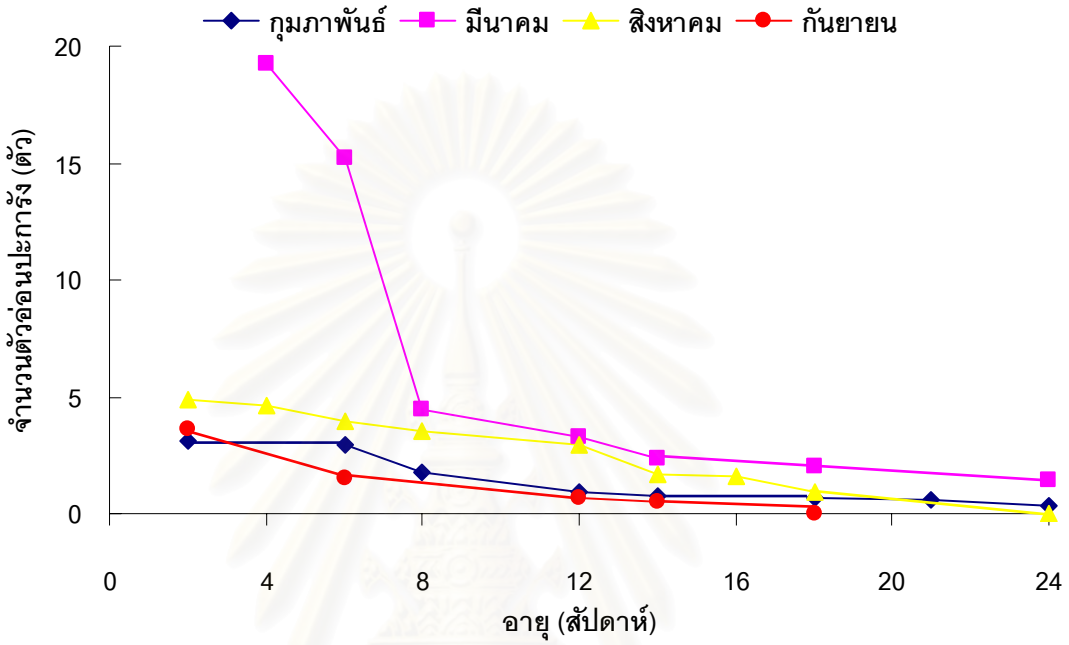
อัตราเลือกการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนระยะว่ายน้ำของปะการัง *Pocillopora damicornis* บนแผ่นพื้นผิวที่เหนี่ยวนำด้วยระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (*n*= 100 ตัว x 5 ซ้ำ)



ภาคผนวก ซ

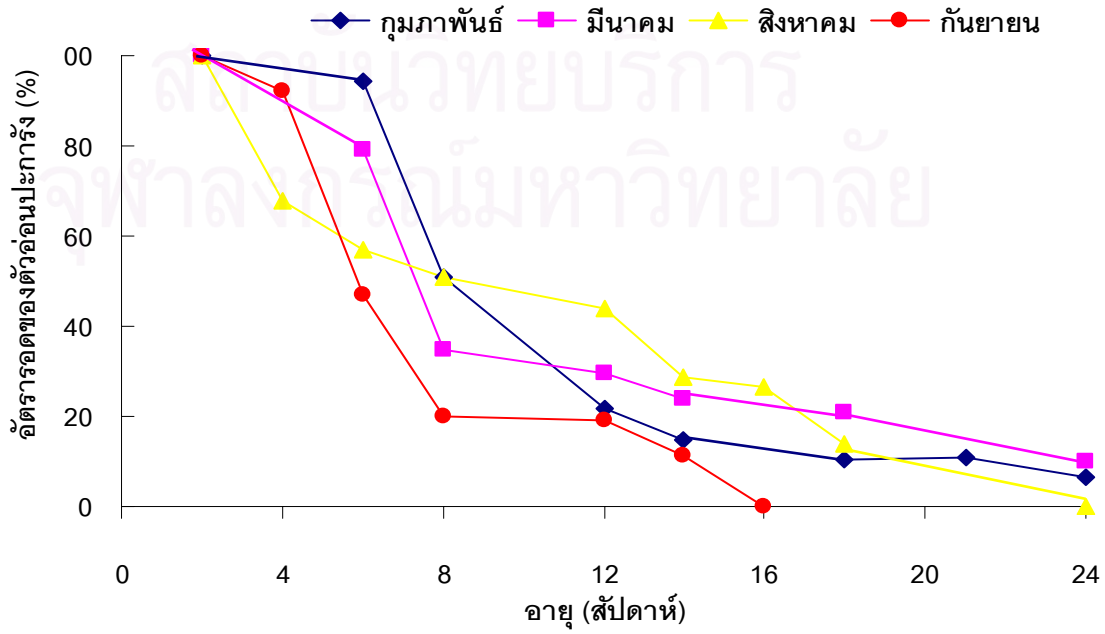
จำนวนโดยเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ

(ซ-1) (*n*= 20 แผ่น x 4 ซ้ำ)



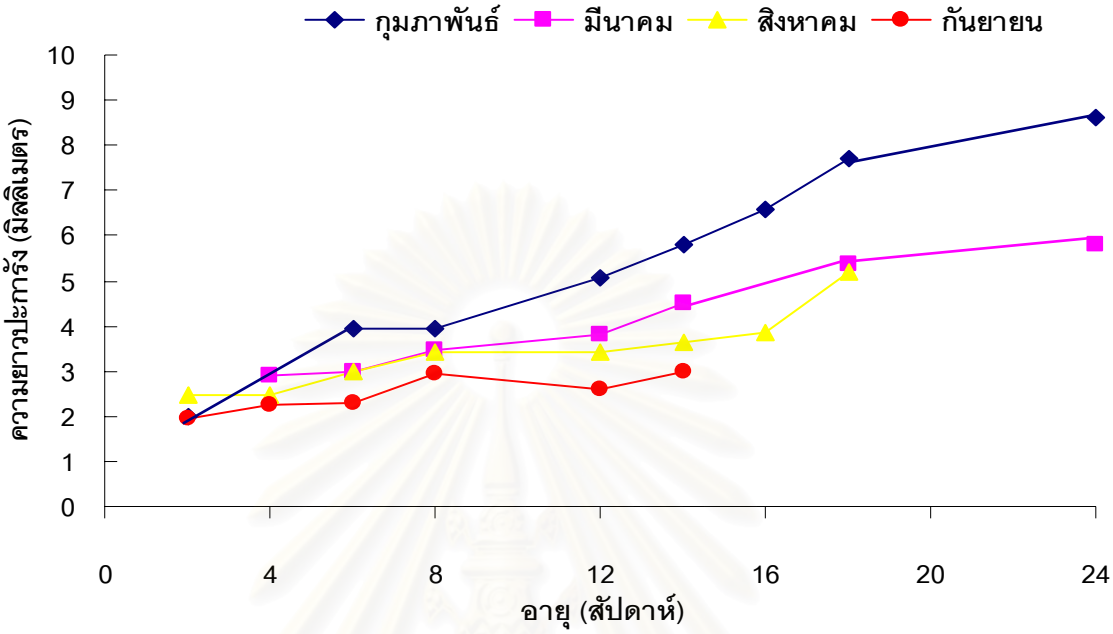
อัตรารอดโดยเฉลี่ยของตัวอ่อนปะการัง *Pocillopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ

(ซ-2) (*n*= 20 แผ่น x 4 ซ้ำ)



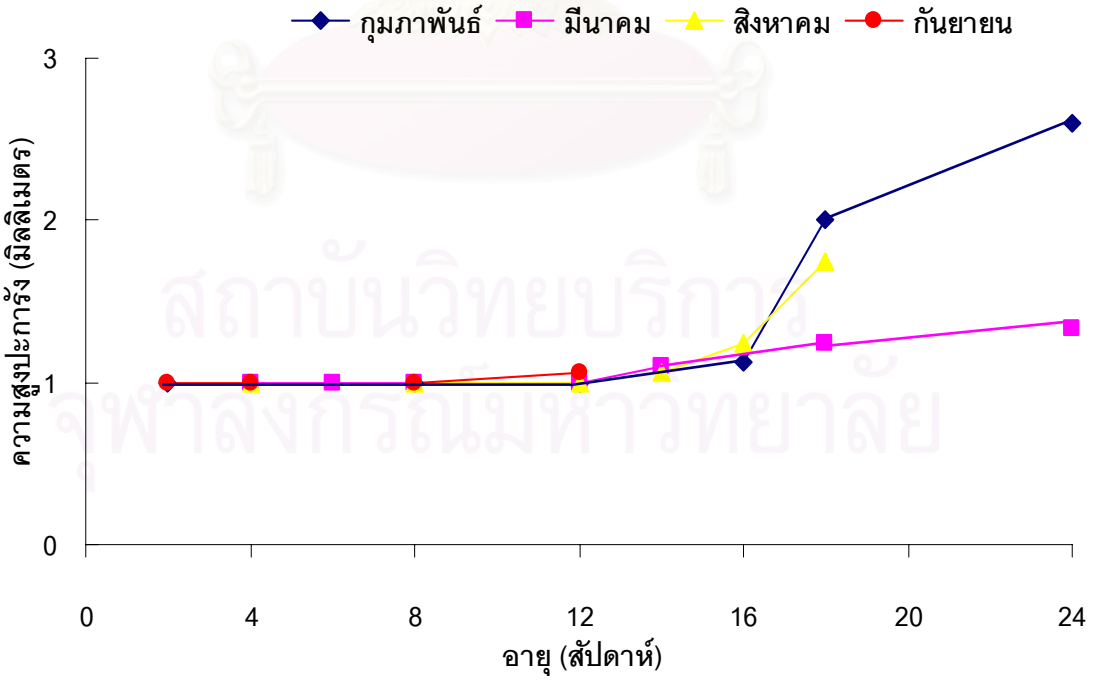
การเติบโตโดยเฉลี่ยในแนวราบของตัวอ่อนปะการัง *Pociilopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวนะรรมชาติ

(ซ-3) (*n*= 20 แผ่น x 4 ซ้ำ)



การเติบโตโดยเฉลี่ยในแนวดิ่งของตัวอ่อนปะการัง *Pociilopora damicornis* ระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิวในธรรมชาติ

(ซ-4) (*n*= 20 แผ่น x 4 ซ้ำ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปฐพร เกื้อนุ้ย เกิดวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548 ระหว่างศึกษา ได้รับทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550

การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการโดยการตีพิมพ์บทความ รวมถึงการนำเสนอทางวาจาและโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการดังรายละเอียดต่อไปนี้

<u>บทความทางวิชาการ</u>

ปฐพร เกื้อนุ้ย สุชนา ชวนิชย์ ชโลทร รักษาทรัพย์ และ วรณพ วิยกาญจน์. 2550. การเพาะขยายพันธุ์ปะการังและการฟื้นฟูแนวปะการังด้วยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ-2: ช่วงเวลาการปล่อยตัวอ่อนปะการังดอกกระหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี. การประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ 3 ชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. “ทรัพยากรไทย : ประโยชน์แท้แก่มหาชน”, 31 ตุลาคม - 2 พฤศจิกายน 2550, พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. 135-140.

Kuanui, P., Chavanich, S., Raksasab, C., and Viyakarn, V. 2009. Lunar periodicity of larval release and larval development of *Pocillopora damicornis* in Thailand. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, 7-11 July 2008, Ft. Lauderdale, Florida. (in press)

<u>การนำเสนอผลงานทางวิชาการ</u>

ปฐพร เกื้อนุ้ย สุชนา ชวนิชย์ และวรณพ วิยกาญจน์. 2551. ช่วงเวลาการปล่อยและพัฒนาการของตัวอ่อนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2551 วันที่ 25 – 27 สิงหาคม 2551 โรงแรมเมโทรโพล จังหวัดภูเก็ต. 24. (ภาคบรรยาย)