# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

## บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

**ปริญญา**

วิทยาศาสตร์ทางทะเล — **สาขา**

วิทยาศาสตร์ทางทะเล — **ภาควิชา**

**เรื่อง** วิธีการย้ายปลูกปะการังเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Techniques of Coral Transplantation for Maximum Efficiency

**นามผู้วิจัย** นายปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D. )

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** .....

( อาจารย์นลินี ทองแถม, Ph.D. )

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** .....

( รองศาสตราจารย์พัฒนี จันทรโรทัย, Ph.D. )

**หัวหน้าภาควิชา** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D. )

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว**

.....

( รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr. )

**คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย**

**วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

# วิธีการย้ายปลูกปะการังเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

# Techniques of Coral Transplantation for Maximum Efficiency

โดย

นายปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต 2554: วิธีการย้ายปลูกปะการังเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D. 267 หน้า.

ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการย้ายปลูกปะการัง บริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 18 เดือน (เดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554) โดยใช้ปะการัง 2 ชนิด ได้แก่ ปะการังเขากวาง *Acropora formosa* (Dana, 1846) และปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) โดยมีวิธีการทั้งหมด 6 วิธี เพื่อใช้เปรียบเทียบการย้ายปลูกปะการังโดยตรง และการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก พบว่า วิธีการย้ายปลูกปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม รองลงมา ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม โดยมีอัตราการรอดร้อยละ 82.0, 64.7 และ 59.3 ตามลำดับ ส่วนวิธีการย้ายปลูกปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ได้แก่ การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม รองลงมา ได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball โดยมีอัตราการรอดร้อยละ 72.7, 64.0 และ 46.7 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต โดยใช้ปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกแต่ละวิธี พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังจากการนำกิ่งปะการังเขากวางออกจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง พบว่า กิ่งปะการังในแหล่งแม่พันธุ์ปะการังมีอัตราการรอดร้อยละ 100 และส่วนใหญ่งอกกิ่งใหม่ในระยะเวลา 33 สัปดาห์ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังที่ทำการย้ายปลูก ได้แก่ วิธีการย้ายปลูกปะการัง ชนิดของปะการัง และอัตราการตกตะกอน เมื่อนำอัตราการรอดมาวิเคราะห์ร่วมกับงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัย พบว่า การย้ายปลูกปะการังโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้ความคุ้มค่ามากที่สุด

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Piyawat Sujirachato 2011: Techniques of Coral Transplantation for Maximum Efficiency. Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Thon Thamrongnawasawat, Ph.D. 267 pages.

This study was conducted to compare the coral transplantation methods at Sungwan beach , Koh Laan, Pattaya City, Chonburi Province for 18 months; from September 2009 to Febraury 2011 in 2 coral species; the staghorn coral *Acropora formosa* (Dana, 1846) and the branching coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758). Six transplantation techniques were employed to compare between the direct transplantation of coral fragments and fragments grown in nurseries before transplantation. The study revealed that in *A. formosa*, the highest survival rate was found in those nursed on the mid-water nursery before transplanted on iron plate, followed by those directly transplanted on iron plate and those nursed on iron fish home nursery before transplanted on iron plate, which had survival rate of 82.0, 64.7 and 59.3%, respectively. In *P. damicornis*, the highest survival rate was found in those nursed on the iron fish home nursery before transplanted on iron plate, followed by those nursed on mid-water nursery before transplanted on coral ball and those directly transplanted on coral ball, which had survival rate of 72.7, 64.0 and 46.7%, respectively. When the growth rates in term of ecological volume of *A. formosa* and *P. damicornis* by different transplant methods are compared, it was revealed there was statistically significant difference ($p < 0.05$). After small part of staghorn coral fragments were taken from mother colony, it was revealed the survival rate of mother colonies were 100% and the budding period was within 33 weeks. In addition, the factors effect on survival rate and growth rate of fragment coral transplantation are coral transplantation method, coral species and sediment rate. According to survival rate, budget, time frame and manpower, the most effective method is directly transplantation on iron plate.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.นลินี ทองแถม และ รองศาสตราจารย์ ดร.พัฒนี จันทรโรทัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สและน้อย ประธานการสอบ และ รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มัณฑะจิตร ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบพระคุณ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย บริษัท ปตท. เคมิคอล จำกัด (มหาชน) โครงการ Red Bull Spirit ผลิตภัณฑ์ LA MER สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน จังหวัดภูเก็ต มูลนิธิเพื่อการอนุรักษ์-ฟื้นฟูปะการังและชายหาด ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนาม และกราบขอบพระคุณ ดร.สุชาย วรชนะนันท์ และ ดร.ภาสินี วรชนะนันท์ ที่ให้คำปรึกษาประกอบการทำวิทยานิพนธ์ และ คุณนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ นักวิชาการประมงระดับชำนาญการพิเศษ ที่ช่วยในการจำแนกชนิดปะการัง

ขอขอบคุณคณะทำงาน คุณวชิระ ใจงาม คุณนิษฐกานต์ เหมินทร์ คุณนุชจรีย์ อุ่นดี คุณกุลวิทย์ ลิ่มจุฬารัตน์ คุณสุนิสา ธรรมโม คุณเอกพันธ์ พจน์ดำรง คุณอานุภาพ คำทอง คุณณัฐาภรณ์ แสงนิล คุณพงศธร อัครกิตติกุล คุณชัยยุทธ แก้วชัยเจริญกิจ คุณปิยะพงศ์ ลำเจียก คุณกัลยารัตน์ พรหมอุปถัมภ์ คุณดำรงศักดิ์ วงษ์ใหญ่ คุณภาณุ คุณโฑ คุณทศพล สกุลเพชร และคุณพราวพร ภูนุช ที่ช่วยเก็บข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

สุดท้าย กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย และน้องสาว ผู้ซึ่งสร้างครอบครัวที่อบอุ่น ผู้เป็นความรัก และกำลังใจที่ยิ่งใหญ่ให้แก่ข้าพเจ้า และให้การสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา

ปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต

ธันวาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญ

หน้า


| | |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (5) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 3 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 54 |
| อุปกรณ์ | 54 |
| วิธีการ | 57 |
| ผลและวิจารณ์ | 80 |
| ผล | 80 |
| วิจารณ์ | 127 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ | 161 |
| สรุป | 161 |
| ข้อเสนอแนะ | 163 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 164 |
| ภาคผนวก | 215 |
| ภาคผนวก ก การตรวจเอกสาร อุปกรณ์และวิธีการ | 216 |
| ภาคผนวก ข ผลการทดลอง | 246 |
| ประวัติการศึกษา และการทำงาน | 267 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | การสืบพันธุ์ของปะการังแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ | 13 |
| 2 | ข้อดีและข้อจำกัดของการฟื้นฟูแนวปะการังแต่ละวิธี | 26 |
| 3 | ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณเกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี | 58 |
| 4 | ความลาดชันของพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณด้านนอกของแนวปะการัง หาดสังวาลย์ เกาะล้าน | 62 |
| 5 | ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณแนวปะการังและพื้นที่ทำการศึกษาก่อนทำการวิจัย | 80 |
| 6 | อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 82 |
| 7 | อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 84 |
| 8 | การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 89 |
| 9 | ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 91 |
| 10 | อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 93 |
| 11 | ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 94 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 12 | การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 96 |
| 13 | ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 98 |
| 14 | อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 100 |
| 15 | ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 101 |
| 16 | การเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 29 | 105 |
| 17 | อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เฉลี่ยรวม 29 สัปดาห์ | 106 |
| 18 | งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย | 107 |
| 19 | งบประมาณในการขนส่งและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย | 108 |
| 20 | งบประมาณและระยะเวลาในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลอง | 109 |
| 21 | งบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัยของการย้ายปลูกและอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนอุปกรณ์การวิจัยต่างๆ | 111 |
| 22 | เปรียบเทียบงบประมาณอุปกรณ์การวิจัยและอัตราการรอดของการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ | 112 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 23 | เปรียบเทียบระยะเวลาและจำนวนนักวิจัยของการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ | 113 |
| 24 | ข้อดีและข้อด้อยของอุปกรณ์การวิจัยต่างๆ | 114 |
| 25 | ค่าใช้จ่ายต่อปีในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลองในการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ | 150 |
| 26 | ค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ จำนวน 150 กิ่ง ต่อ 50 ตารางเมตร และติดตามผลการทดลองเป็นระยะเวลา 1 ปี | 151 |

**ตารางผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| ก1 | กิจกรรมฟื้นฟูทรัพยากรปะการังที่ดำเนินการในฝั่งอ่าวไทย | 217 |
| ก2 | กิจกรรมฟื้นฟูทรัพยากรปะการังที่ดำเนินการในฝั่งทะเลอันดามัน | 222 |
| ก3 | ค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังและการดูแลรักษาของกองทัพเรือ | 244 |
| ก4 | อัตราการตกตะกอนระดับต่างๆที่มีผลกระทบต่อปะการัง | 245 |
| ข1 | ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์การวิจัย | 247 |
| ข2 | อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย ( ˚C) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา | 250 |
| ข3 | อุณหภูมิน้ำทะเลสูงสุด - ต่ำสุด ( ˚C) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา | 252 |
| ข4 | ความเข้มแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00 น. (ลักซ์) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา | 254 |
| ข5 | ความเข้มแสงสูงสุด (ลักซ์) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา | 256 |
| ข6 | ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน) ของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาหาดสังวาลย์ เกาะล้าน | 258 |
| ข7 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) (Mean±SE) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา | 259 |
| ข8 | จำนวนปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ | 264 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | กายวิภาคของปะการัง | 5 |
| 2 | รูปทรงต่างๆของปะการัง | 12 |
| 3 | การย้ายปลูกปะการังบนแท่งเหล็กบนแท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม | 31 |
| 4 | แปลงอนุบาลกลางน้ำในต่างประเทศและในประเทศไทย | 35 |
| 5 | ปะการังเขากวาง *Acropora formosa* | 40 |
| 6 | วงจรชีวิตของปะการังเขากวาง | 41 |
| 7 | ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* | 43 |
| 8 | ปะการังฟอกขาวบริเวณเกาะสาก จังหวัดชลบุรี ปีพ.ศ.2553 | 47 |
| 9 | Reef Ball | 50 |
| 10 | แท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม รูปทรง hollow cubic | 52 |
| 11 | ลักษณะและโครงสร้างของแนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน | 58 |
| 12 | หาดสังวาลย์ เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี | 59 |
| 13 | การสำรวจลักษณะพื้นท้องทะเลบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน | 61 |
| 14 | ความลาดชันของพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณด้านนอกของแนวปะการัง หาดสังวาลย์ เกาะล้าน | 62 |
| 15 | ตำแหน่งอุปกรณ์การวิจัยจากแนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน | 63 |
| 16 | แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์การวิจัย | 64 |
| 17 | การเตรียมชิ้นส่วนปะการัง | 65 |
| 18 | แผนผังวิธีการศึกษา | 67 |
| 19 | การติดปะการังเขากวางและป้ายหมายเลขบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 68 |
| 20 | ปะการังเขากวางบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 68 |
| 21 | การติดปะการังดอกกะหล่ำและป้ายหมายเลขบนกระถางดินเผา | 69 |
| 22 | ปะการังดอกกะหล่ำบน Coral Ball | 69 |
| 23 | การติดปะการังเขากวางและป้ายหมายเลขบนแปลงอนุบาล | 70 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 24 | ปะการังเขากวางที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลแล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 71 |
| 25 | การติดปะการังดอกกะหล่ำและป้ายหมายเลขบนแปลงอนุบาล | 71 |
| 26 | ปะการังเขากวางที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา | 72 |
| 27 | ปะการังดอกกะหล่ำที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา | 73 |
| 28 | ปะการังดอกกะหล่ำที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 73 |
| 29 | ปะการังฟอกขาวซึ่งมีตัวโพลิปที่มีชีวิตอยู่ ถือว่าอยู่ในกลุ่มปะการังรอด | 74 |
| 30 | สาหร่ายและตะกอนปกคลุมปะการังที่ตาย | 74 |
| 31 | ความสูง (H) ความยาว (L) และความกว้าง (W) ที่วัดและใช้ในการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง | 75 |
| 32 | การติดป้ายหมายเลขบนกิ่งปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง | 76 |
| 33 | ตำแหน่งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงอัตโนมัติ และขวดดักตะกอน | 79 |
| 34 | อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) | 83 |
| 35 | อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 83 |
| 36 | อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) | 85 |
| 37 | อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 85 |
| 38 | อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิดที่อนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) | 87 |
| 39 | อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิดที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 87 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 40 | ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 89 |
| 41 | ความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 90 |
| 42 | ความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 90 |
| 43 | ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 91 |
| 44 | อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 93 |
| 45 | ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 94 |
| 46 | อัตราการรอดและปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 95 |
| 47 | ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 96 |
| 48 | ความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 97 |
| 49 | ความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 97 |
| 50 | ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33 | 98 |
| 51 | อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 100 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 52 | ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 101 |
| 53 | อัตราการรอดและปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 102 |
| 54 | ระยะเวลาการซ่อมแซมบาดแผลของปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง | 103 |
| 55 | อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ | 104 |
| 56 | การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 29 | 105 |
| 57 | อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เฉลี่ยรวม 29 สัปดาห์ | 106 |
| 58 | อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย (˚C) บริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 116 |
| 59 | อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 116 |
| 60 | อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณ Coral Ball ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 117 |
| 61 | อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 | 117 |
| 62 | อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณโครงเหล็กบ้านปลา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 | 118 |
| 63 | อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 118 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 64 | ความเข้มแสงเฉลี่ย (ลักซ์) บริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 119 |
| 65 | ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 120 |
| 66 | ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณ Coral Ball ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 120 |
| 67 | ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 | 121 |
| 68 | ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณโครงเหล็กบ้านปลา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 | 121 |
| 69 | ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 122 |
| 70 | ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน) บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา หาดสังวาลย์ เกาะล้าน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 | 123 |
| 71 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 | 124 |
| 72 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 | 124 |
| 73 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณ Coral Ball ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 | 125 |
| 74 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 | 125 |
| 75 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณโครงเหล็กบ้านปลา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 | 126 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 76 | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 | 126 |
| 77 | อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิด ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ หลังการเกิดปะการังฟอกขาว โดยเกิดการฟอกขาวในสัปดาห์ที่ 41 และปะการังเริ่มฟื้นตัวในสัปดาห์ที่ 45 | 156 |

**ภาพผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| ก1 | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Iron Plate) | 229 |
| ก2 | แท่งเหล็กแบบตะขอ (Iron Bar) | 230 |
| ก3 | Coral Ball | 231 |
| ก4 | กระถางดินเผาติดกับ Coral Ball | 231 |
| ก5 | กระถางดินเผาที่ใช้สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ | 232 |
| ก6 | ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว | 232 |
| ก7 | ฐานคอนกรีต และเชือกใยยัก | 233 |
| ก8 | สมอทราย | 234 |
| ก9 | แท่นรองรับแปลงอนุบาล | 234 |
| ก10 | ตะแกรงพลาสติก | 235 |
| ก11 | แปลงอนุบาล | 235 |
| ก12 | สายยางพลาสติก | 236 |
| ก13 | ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว | 237 |
| ก14 | แปลงอนุบาลกลางน้ำ (Mid-Water Nursery) | 237 |
| ก15 | โครงเหล็กบ้านปลา (Iron Fish Home) | 238 |
| ก16 | แบบโครงเหล็กบ้านปลา | 239 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพผนวกที่** **หน้า**


| | | |
|---|---|---|
| ก17 | เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ Pendant Temp-Light Data Logger ยี่ห้อ HOBO รุ่น UA-002-08 และเครื่องอ่านข้อมูล Optic USB Base Station ยี่ห้อ HOBO รุ่น Base-U-1 | 240 |
| ก18 | เครื่องมือวัดค่าความเค็ม (Refractometer) | 240 |
| ก19 | ขวดดักตะกอน (Sediment Trap) | 241 |
| ก20 | อุปกรณ์ในการหาน้ำหนักแห้งของตะกอน | 241 |
| ก21 | ทุ่นล้อมพื้นที่ทำการศึกษา | 242 |
| ข1 | ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบนโครงเหล็กบ้านปลา และแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 260 |
| ข2 | ปะการังโขด และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบน Coral Ball และที่จับ Coral Ball | 260 |
| ข3 | สิ่งมีชีวิตในทะเลลงเกาะบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 261 |
| ข4 | สิ่งมีชีวิตในทะเลลงเกาะบน Coral Ball | 261 |
| ข5 | สิ่งมีชีวิตในทะเลลงเกาะบนโครงเหล็กบ้านปลา | 262 |
| ข6 | สิ่งมีชีวิตในทะเลเข้ามาบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 263 |
| ข7 | จำนวนปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ | 264 |
| ข8 | ปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* | 265 |
| ข9 | สิ่งมีชีวิตในทะเลเข้ามาบริเวณ Coral Ball | 265 |
| ข10 | เม่นแต่งตัวสีเขียว *Salmacis sphaeroides* บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา | 266 |
| ข11 | สิ่งมีชีวิตในทะเลเข้ามาบริเวณโครงเหล็กบ้านปลา | 266 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# วิธีการย้ายปลูกปะการังเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

## Techniques of Coral Transplantation for Maximum Efficiency

## คำนำ

แนวปะการัง เป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ทั้งในแง่ของชนิดและปริมาณมากที่สุดระบบนิเวศหนึ่งของโลก มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลเป็นอย่างมาก เช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งหาอาหาร แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน แม้แต่มนุษย์ยังใช้ประโยชน์จากแนวปะการัง ทั้งทางตรง เช่น ใช้เป็นแหล่งอาหาร การท่องเที่ยว และทางอ้อม เช่น แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่มีศักยภาพในการเป็นยารักษาโรค แนวปะการังในประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 153 ตารางกิโลเมตร แบ่งออกเป็นฝั่งอ่าวไทย 75 ตารางกิโลเมตร และฝั่งทะเลอันดามัน 78 ตารางกิโลเมตร (หรรษา และคณะ, 2542ข) ประเทศไทยมีแนวปะการังที่มีความสวยงามและความหลากหลายมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก (ธรณ์ และ ศักดิ์อนันต์, 2548) ปัจจุบันแนวปะการังส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีความเสื่อมโทรมลงเป็นอย่างมาก ทั้งจากปัจจัยทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ แนวปะการังประมาณ 57 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 37 ของพื้นที่ปะการังทั้งหมด) อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมหรือเสื่อมโทรมมาก คิดเป็นมูลค่าการสูญเสียประมาณ 340 ล้านบาท (ธนาคารโลก, 2549)

แนวปะการังเสื่อมโทรมเกิดจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น พายุ คลื่นสึนามิ ปะการังฟอกขาว การระบาดของดาวมงกุฎหนาม โรคปะการัง และจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเหยียบย่ำปะการัง การทำประมง การทิ้งสมอเรือ การขนส่งทางเรือ การปกคลุมของตะกอนจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง น้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม แม้ว่ามีกิจกรรมอนุรักษ์และมาตรการในการระวังป้องกันแนวปะการัง แต่พบว่า มีการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังในลักษณะต่างๆเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยว ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราการเกิดของประชากรโลก (นฤมล, 2541; กิตติโชติ, 2543; กะวิ, 2545; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2549ก, 2552จ) โดยปกติแนวปะการังส่วนใหญ่มีศักยภาพในการฟื้นตัวได้เองตามธรรมชาติ แต่การฟื้นฟูโดยมนุษย์สามารถเร่งให้แนวปะการังบางแห่งมีการฟื้นตัวได้เร็วขึ้น หรือเพิ่มโอกาสให้ปะการังมีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตมากขึ้น (นลินี, 2551) การฟื้นฟูแนวปะการังนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีการมีข้อดีและข้อด้อย รวมถึงต้นทุนในการฟื้นฟูที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสาเหตุของการเสื่อมโทรมของแนวปะการังบริเวณนั้นๆ

การย้ายปลูกปะการัง เป็นหนึ่งในวิธีการฟื้นฟูแนวปะการังที่ใช้ในประเทศไทย (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552) การศึกษาครั้งนี้จึงนำวิธีการย้ายปลูกปะการังที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และประยุกต์ใช้ปะการังเทียมเป็นอุปกรณ์ในการอนุบาลและย้ายปลูกปะการัง เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการย้ายปลูกปะการัง โดยคำนึงถึงอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังแต่ละวิธี ข้อดีและข้อด้อยของวิธีการย้ายปลูกปะการังและอุปกรณ์การวิจัย งบประมาณ ระยะเวลา จำนวนนักวิจัย ความคุ้มค่า ตลอดจนความสะดวกของการดูแลรักษาทำความสะอาดแปลงอนุบาลและสถานที่ทำการย้ายปลูก รวมถึงการฟื้นตัวของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่นำมาใช้ในการย้ายปลูกและการอนุบาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของปะการังที่ย้ายปลูกโดยตรงและอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก

2. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการย้ายปลูกปะการัง โดยพิจารณาจากความคุ้มค่า ได้แก่ งบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัย ประกอบกับอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง

3. เพื่อศึกษาการฟื้นตัวของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวางหลังการแบ่งกิ่งปะการังไปใช้ในการย้ายปลูกและการอนุบาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# การตรวจเอกสาร

## อนุกรมวิธานของปะการังแข็ง

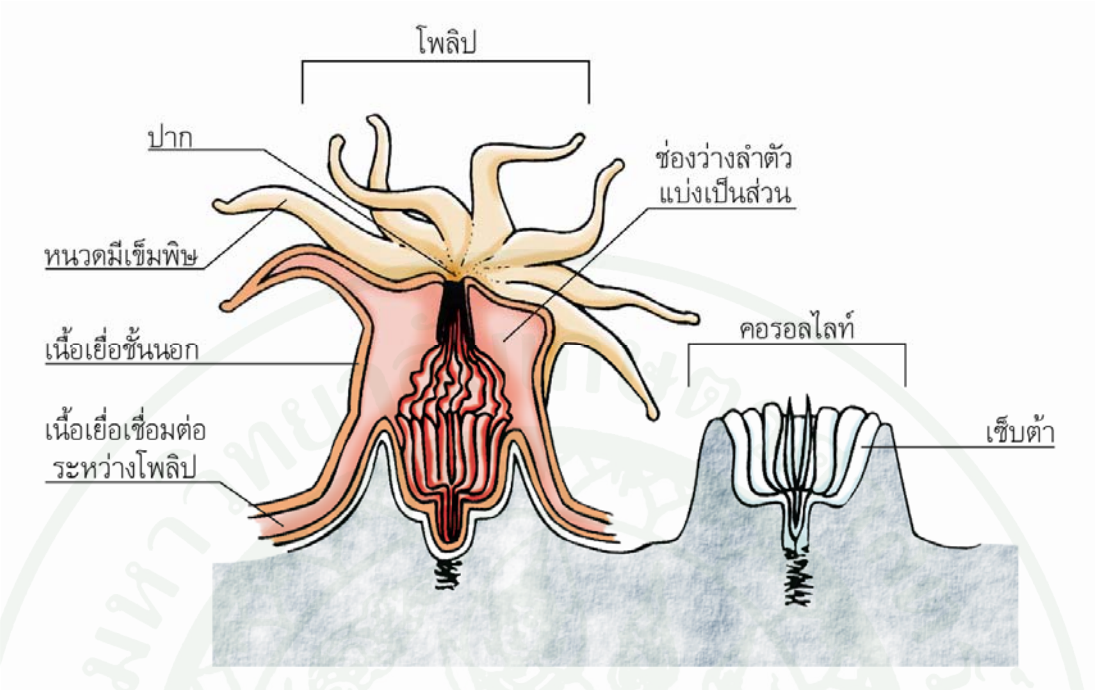
นักอนุกรมวิธานได้จัดลำดับอนุกรมวิธานของปะการังแข็ง (hard coral) (Veron, 2000a) ไว้ดังนี้

Kingdom Animalia
Phylum Cnidaria
Class Anthozoa
Subclass Zoantharia
Order Scleractinia

## ชีววิทยาของปะการังแข็ง

ปะการังแข็งเป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง (Marine Invertebrate) อยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Cnidaria) แตกต่างจากสัตว์อื่นๆในไฟลัมไนดาเรีย คือ วงจรชีวิตไม่มีระยะเมดูซา มีเพียงระยะที่เป็นโพลิป (polyp) เท่านั้น มีลักษณะเด่น คือ มีโพรงในลำตัว มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น (diploblaastic) ได้แก่ อิพิเดอมิส (epidermis) และแกสโตรเดอมิส (gastrodermis) ระหว่างเนื้อเยื่อทั้งสองมีลักษณะเป็นวุ้นเรียกว่า มีโซเกลีย (mesoglea) มีช่องปาก แต่ไม่มีทวารหนัก และไม่มีระบบหายใจ มีเข็มพิษ (nematocyst) เพื่อป้องกันตัวหรือใช้แทงเข้าไปในเนื้อเยื่อของเหยื่อหรือศัตรู เข็มพิษของปะการังมีลักษณะเป็นกระเปาะผนังชั้นเดียว น้ำสามารถซึมผ่านได้ ภายในมีเส้นใยเล็กๆขดไปมา เข็มพิษลักษณะดังกล่าวนี้ เรียกว่า สไปโรซีส (spirocyst) พบบริเวณหนวดเป็นส่วนใหญ่ ปะการังประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ โครงร่างแข็ง และส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 1** กายวิภาคของปะการัง

**ที่มา**: ธรณ์ และ ศักดิ์อนันต์ (2548)

โครงร่างแข็ง (skeleton) สร้างมาจากโครงร่างหินปูน (calcium carbonate : $CaCO_3$) มีสีขาว และมีความสัมพันธ์กับแร่ธาตุหินปูน (limestone) อิพิเดอมิสของผนังตัวที่แผ่นฐานสร้างหินปูนสะสมลงบนแผ่นฐาน และอิพิเดอมิสที่คอลัมน์ (column) สร้างเปลือกหินปูนบริเวณด้านข้าง ทำให้โครงร่างหินปูนมีลักษณะเป็นรูปถ้วย ดังนั้นส่วนฐานจึงไม่ได้เป็นแว่นกลมเรียบแบบดอกไม้ทะเล (sea anemone) แต่มีลักษณะเป็นลอนยื่นขึ้นส่วนบน ลอนเหล่านี้อยู่ระหว่างผนังและโครงร่าง ผนังตัวที่คลุมอยู่บนสันของแผ่นฐานสร้างหินปูนสะสมลงบนสัน ทำให้สันนูนสูงขึ้นเรื่อยๆ สันชุดแรกมี 6 สัน แล้วสร้างเพิ่มอีก 6 สันระหว่างคู่ของสันเดิม แว่นฐานถูกสันที่สูงขึ้นทำให้นูนขึ้นเป็นลอน และขอบด้านนอกของสันขยายออกไปติดกับผนังถ้วย สันหินปูนนี้ เรียกว่า สเคลียโรเซปทา (sclerosepta) ด้านนอกของผนังถ้วยในแนวของสเคลียโรเซปทา อาจมีแขนงยื่นออกไป เรียกว่า คอสที (costae) ส่วนขอบด้านในของสเคลียโรเซปทาเกาะรวมกันตอนกลางเป็นแท่งทรงกระบอก เรียกว่า คอลัมเมลลา (colummella) สเคลียโรเซปทาเกิดอยู่ระหว่างคู่ของเซ็ปต้า ซึ่งมีลักษณะของเซ็ปต้าแบบเดียวกันกับดอกไม้ทะเล ผนังโครงร่างที่ส่วนบนขยายกว้างออกเพื่อการเจริญเติบโตของโพลิป ส่วนตอนล่างซึ่งเป็นบริเวณเริ่มเกิดโพลิปเป็นส่วนที่สะสมหินปูนเอาไว้ ผนังทุติยภูมิอาจเกิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คลุมรอบผนังเดิม เรียกว่า อิพิธีคา (epitheca) และเชื่อมระหว่างกันด้วยคอสที โครงร่างแข็งทำหน้าที่ปกป้องและค้ำจุน เวลาถูกรบกวน โพลิปจะหดตัว หนวดและเนื้อเยื่อทั้งหมดถูกดึงเข้าไปอยู่ในช่องหินปูน

ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ เรียกว่า โพลิป (polyp) มีลักษณะคล้ายถุงนิ่มๆ ขนาดเล็ก ส่วนบนสุดของโพลิปแต่ละตัวมีปาก ซึ่งเป็นช่องเปิดเข้าไปในช่องว่างภายในลำตัว มีหนวดเรียงกันเป็นวงโดยรอบปาก 6 เส้น หรือทวีคูณของ 6 (hexamerous) แต่ละโพลิปฝังตัวอยู่ภายในช่องหินปูน ที่เรียกว่า คอรอลไลท์ (corallite) ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของปะการัง ซึ่งผนังของช่องหินปูนอาจยกสูงขึ้นมาเป็นกระบอก บนผนังภายในช่องมีแผ่นซี่หินปูน เรียกว่า เซ็ปต้า (septa) เรียงรายเป็นรัศมีเข้าหาจุดศูนย์กลางของช่อง ที่จุดศูนย์กลางนี้มักมีกลุ่มหนามหินปูนอยู่เป็นกระจุก จุดนี้อยู่ใต้ตำแหน่งปากของโพลิป ในปะการังแต่ละก้อนมีโพลิปเป็นจำนวนมาก โดยที่โพลิปมีเนื้อเยื่อเชื่อมโยงถึงกันหมด (connecting sheet) ทำให้สามารถถ่ายทอดความรู้สึกถึงกันได้ ถ้าโพลิปหนึ่งแสดงอาการตอบสนองต่อการรบกวนด้วยการหดตัว โพลิปอื่นๆข้างเคียงมักหดตัวตามไปด้วย การที่โพลิปอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า โคโลนี (colony) ในแผ่นเนื้อเยื่อมีแขนงจากช่องกลางตัวมาต่อเชื่อม เช่น ปะการังเขากวาง ปะการังโขด และพวกที่อาศัยอยู่แบบเดี่ยวๆ (solitary) คือ ทั้งก้อนปะการังมีโพลิปเดียว ได้แก่ ปะการังเห็ด ส่วนภายในโพลิปมีกระเพาะสำหรับย่อยอนุภาคอาหารที่ดักจับ โดยหนวดภายในกระเพาะอาหารเป็นผนังเนื้อเยื่อ เรียกว่า mesenteries เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสกัดออกมาจากเซลล์ที่บุอยู่รอบโพรงกระเพาะอาหาร เมื่ออาหารผ่านขบวนการย่อยแล้วถูกดูดซึมนำไปใช้ กากอาหารที่เหลือจากการย่อยถูกคายออกทางปาก กล้ามเนื้อของปะการังประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่จัดเรียงตัวกันตามความยาว เช่น กล้ามเนื้อที่หนวด และกล้ามเนื้อที่จัดเรียงตัวเป็นวงกลม เช่น บริเวณปาก คอหอย ผนังลำตัว และบริเวณฐานหนวด กล้ามเนื้อต่างๆทำงานโดยการหดตัวและคลายตัว ทำให้โพลิปยืดตัวหรือหดตัวลงไปในช่องหินปูน ปะการังบางชนิดยืดตัวและหนวดในเวลากลางวัน เช่น ปะการังดอกไม้ (*Goniopora* sp.) แต่โดยทั่วไปโพลิปปะการังยืดตัวในเวลากลางคืน โพลิปของปะการังแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกัน พวกที่อาศัยอยู่รวมกันเป็นโคโลนีส่วนใหญ่โพลิปมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เซนติเมตร แต่ขนาดของโคโลนีอาจมีขนาดกว้างถึง 3 เมตร ส่วนพวกที่อาศัยอยู่แบบเดี่ยวๆ เช่น ปะการังเห็ด โพลิปอาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 30 เซนติเมตร ปะการังเป็นสัตว์ที่มีการเจริญเติบโตช้ามาก ปะการังโขดอาจมีขนาดใหญ่ขึ้น 1-2 เซนติเมตรต่อปี ส่วนปะการังเขากวางบางชนิดอาจมีขนาดยาวขึ้น 5-6 เซนติเมตรต่อปี (ธรณ์ และ สกลพรรณ, 2541; บพิธ และ นันทพร, 2540, 2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**การกินอาหารของปะการัง**

กลไกการกินอาหารของปะการังมี 4 รูปแบบ (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง, 2550) ได้แก่

1. การกินอาหารโดยการล่าเหยื่อ

ใช้หนวดในการหาอาหาร หนวดของปะการังแต่ละชนิดมีจำนวนและขนาดที่แตกต่างกันไป บริเวณปลายหนวดมีเข็มพิษ ปะการังใช้เข็มพิษแทงเหยื่อแล้วใช้หนวดจับเข้าปาก หรือใช้วิธีปล่อยน้ำเมือกเหนียวออกมา การปล่อยน้ำเมือกและเข็มพิษนั้นมีความสัมพันธ์กันโดยถูกกระตุ้นจากโปรตีนที่เหยื่อปล่อยออกมา เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ การจับอาหารวิธีนี้ ขั้นแรกปะการังปล่อยเข็มพิษออกมาก่อน เมื่อเหยื่อดิ้นจึงปล่อยน้ำเมือกออกมา น้ำเมือกยังมีประโยชน์ต่อการกลืนอาหาร และการลำเลียงอาหารอีกด้วย ปะการังบางชนิดอาจมีหนวดสั้น ไม่สามารถจับเหยื่อและยื่นอาหารเข้าสู่ปากได้ ดังนั้นจึงต้องยื่นเส้นใยซึ่งมีลักษณะคล้ายท่อออกไป เส้นใยนี้มีต่อมปล่อยน้ำย่อยและน้ำเมือก การยื่นเส้นใยอาศัยปฏิกิริยาของเหยื่อเช่นเดียวกับการปล่อยเข็มพิษและน้ำเมือก หลังจากที่ปล่อยเส้นใยออกมาจับเหยื่อแล้วจึงทำการย่อยและดูดซึมอาหารโดยตรง โดยไม่มีการกลืนอาหาร

2. การกินอาหารแขวนลอยในน้ำ (suspension feeding)

ใช้หนวดในการหาอาหาร พบในปะการังที่อาศัยอยู่แบบเดี่ยวๆ ส่วนมากปะการังยื่นหนวดและโพลิปเพื่อหาอาหารในเวลากลางคืน เนื่องจากมีแพลงก์ตอนหรืออาหารมากกว่าในเวลากลางวัน

3. การกินโดยการดูดซึมอาหาร (osmotic feeding)

ปะการังได้รับอาหารจากการแพร่ซึมผ่านโดยตรง โดยอาศัยกระบวนการแรงตึงผิวของสารอินทรีย์จำพวกฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) และแคลเซียม (Ca) ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ปะการังดูดซึมสารไนโตรเจนจากโปรตีนที่ลอยอยู่ในน้ำ แล้วซึมผ่านเซลล์ปะการัง และขับออกในรูปของเสีย เช่น แอมโมเนีย ($NH_3$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การกินอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสง (autotrophic feeding)

ปะการังได้รับสารอาหารจากสาหร่ายเซลล์เดียว (zooxanthellae) ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากภายในเนื้อเยื่อของปะการัง ปะการังส่วนใหญ่มีสาหร่ายเซลล์เดียว เช่น *Symbiodinium microdriaticum* อาศัยอยู่ร่วมกับปะการัง จากการศึกษา DNA ในปัจจุบัน พบว่า สาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่ร่วมกับปะการังมีมากกว่า 80 ชนิด สาหร่ายเซลล์เดียวใช้ของเสียจากปะการัง เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ไนเตรท ($NO_3^-$) ฟอสเฟต ($PO_4^{3-}$) และแอมโมเนีย ($NH_3$) ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เพื่อสร้างอาหารและเพิ่มจำนวนเซลล์ รวมถึงซ่อมแซมบาดแผล (Hoogenboom *et al*., 2006) นอกจากนี้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายเซลล์เดียว ยังส่งผลให้อัตราการสร้างหินปูน (calcification) ของปะการังให้เกิดได้เร็วขึ้นอีกด้วย ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการสร้างหินปูน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และธาตุอาหารในน้ำทะเล (Marubini and Atkinson, 1999) ปะการังที่มีสาหร่ายเซลล์เดียวอาศัยอยู่จึงเจริญเติบโตก่อตัวเป็นแนวปะการังได้ เรียกว่า Hermatypic coral ปะการังขนาด 1 ตารางเมตร ผลิตหินปูนโดยเฉลี่ยวันละ 10-30 กรัม นอกจากนั้นมีปะการังบางชนิดที่อาจพบในบริเวณน้ำลึก แสงสว่างน้อย มีการสร้างหินปูนได้ช้า จึงไม่สามารถก่อตัวเป็นแนวปะการังได้ เรียกว่า Ahermatypic coral ปะการังที่มีสาหร่ายเซลล์เดียวอาศัยอยู่ด้วย สามารถสร้างโครงร่างแข็งได้มากกว่าปะการังที่ไม่มีสาหร่ายเซลล์เดียว 2-3 เท่า ความสัมพันธ์ระหว่างปะการังและสาหร่ายเซลล์เดียว เรียกว่า symbiosis คือ การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่ร่วมกันระหว่างสาหร่ายเซลล์เดียวกับปะการัง เช่น ธาตุอาหารในน้ำทะเล (Stimson and Kinizie III, 1991; Dubinsky and Jokiel, 1994; Hoegh-Guldberg, 1994; Jokiel *et al*., 1994; Stambler *et al*., 1994) จากการศึกษาสาหร่ายเซลล์เดียวอย่างต่อเนื่อง พบว่า สาหร่ายเซลล์เดียวแต่ละชนิดเลือกชนิดปะการังในการอาศัยอยู่ร่วมกัน เช่น สาหร่ายเซลล์เดียว *Symbiodinium kawaguti* อาศัยอยู่ร่วมกับปะการังผิวเกล็ดน้ำแข็ง *Montipora verrucosa* สาหร่ายเซลล์เดียว *Symbiodinium pilosum* อาศัยอยู่ร่วมกับปะการัง *Zoanthus sociatus* พลังงานจากสาหร่ายเซลล์เดียวโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 78-98 ส่งผ่านให้กับปะการัง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานแบบนี้ เรียกว่า translocation ผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกว่า photosynthate ได้แก่ แป้ง คาร์โบไฮเดรท (carbohydrate) ไขมัน (lipid) น้ำตาล (glucose) กรดอะมิโน (amino acid) และ ออกซิเจน ($O_2$) การศึกษาวิจัยในปัจจุบัน พบว่า มีการถ่ายเทคาร์โบไฮเดรทจากสาหร่ายเซลล์เดียวเข้าสู่เซลล์แกสโตรเดิร์มของปะการังโดยตรง ปะการังบางชนิดออกไข่ เมื่อนำไข่มาส่องดู พบว่า มีสาหร่ายเซลล์เดียวมาแต่กำเนิด เช่น ปะการังโขดสกุล *Porite*s ปะการังผิวเกล็ดน้ำแข็งสกุล *Montipora* ปะการังดอกกะหล่ำสกุล *Pocillopora* แต่โดยส่วนมากปะการังชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อื่นๆ ตัวอ่อนปะการังมักล่องลอยเป็นแพลงก์ตอนไปหาสาหร่ายเซลล์เดียวในมวลน้ำ (ธรณ์ และศักดิ์อนันต์, 2548) ส่วนสีของปะการังขึ้นอยู่กับความเข้มแสง รงควัตถุของสาหร่ายเซลล์เดียวและตัวปะการัง ปะการังที่ถูกแสงจัดมักมีสีซีดกว่าปะการังที่อยู่ในบริเวณที่มีแสงน้อย ถ้าสาหร่ายเซลล์เดียวออกจากตัวปะการัง ทำให้ปะการังมีสีขาว เรียกว่า ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (coral bleaching) ปัจจุบันพบว่า โครงร่างภายนอกของปะการังมักมีสาหร่ายหินปูน (coralline algae) อยู่ใต้แผ่นเนื้อเยื่อที่คลุมโครงร่างไว้ สาหร่ายหินปูนมีส่วนช่วยให้เกิดหินปูนบนโครงร่างปะการัง และทำหน้าที่คล้ายซีเมนต์เชื่อมต่อปะการังและพื้นที่แข็งอื่นๆในบริเวณนั้นให้ซับซ้อนต่อเนื่อง เกิดเป็นแนวปะการังที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

หลังจากปะการังได้รับอาหาร ขนาดของอาหารที่ได้รับมักมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ที่ทำการย่อยอาหาร ดังนั้นจึงมีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ให้มีขนาดเล็กลงก่อน จากนั้นอาหารถูกนำเข้าเซลล์โดยวิธีการกลืนแล้วไปย่อยอีกครั้งโดยน้ำย่อยหลายชนิดภายในเซลล์ย่อย การย่อยอาหารนี้โปรตีนจากอาหารไปกระตุ้นให้น้ำย่อยโปรเตสหลั่งออกมาภายนอกเซลล์เพื่อย่อยอาหารให้มีขนาดเล็กลงเป็นโพลีเปปไทด์ (polypeptide) หลังจากนั้นเข้าสู่ภายในเซลล์ และมีการย่อยภายในเซลล์น้ำย่อยชนิดอื่นที่มีส่วนร่วมในการย่อยอาหารของปะการัง ได้แก่ ไลเปส (Lipases) และไกลโคจีเนส (Glycogenes) ส่วนของเสียที่ถูกกำจัดออกมานั้น เป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการย่อยโปรตีน เช่น แอมโมเนีย

**รูปทรงของปะการัง**

ปะการังสามารถจัดจำแนกตามรูปทรงของปะการังได้ 7 รูปทรง (สุรพล และคณะ, 2535) (ภาพที่ 2) ได้แก่

1. แบบก้อน หรือโขด (massive)

มีลักษณะเป็นก้อนตันคล้ายก้อนหิน พบอยู่ทั่วไปในแนวปะการัง สามารถอยู่ได้ทั้งบริเวณน้ำขุ่นและน้ำใส แม้กระทั่งในพื้นที่ที่มีคลื่นลมรุนแรง มีการเจริญเติบโตช้ามากประมาณ 1-4 เซนติเมตรต่อปี เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ขุดเจาะและสัตว์เกาะติด เช่น หนอนฉัตร หอยสองฝา หนอนดอกไม้ ขุดเจาะเพื่อฝังตัวในเนื้อหินปูน ขยายกลายเป็นซอกโพรง เกิดกระบวนการสึกกร่อนที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต (bio-erosion) ในพื้นที่บางแห่งของประเทศไทย เช่น เกาะพะงัน เกาะสิมิลัน อาจพบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปะการังก้อนขนาดใหญ่สูงกว่า 10 เมตร มีอายุหลายร้อยปี ปะการังก้อนลักษณะนี้มักมีสัตว์อื่นมาเกาะ เช่น ปะการังอ่อน หรืออาศัยอยู่ตามรูหรือใต้ก้อนปะการัง เช่น ปลาเก๋า กุ้งมังกร ลักษณะดังกล่าวมีประโยชน์มากทั้งในด้านระบบนิเวศและการใช้ประโยชน์ เช่น ที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ แหล่งหาปลา จุดดำน้ำ

2. แบบกิ่งก้อน หรือพุ่ม (submassive)

มีลักษณะเป็นแท่งรวมกันเป็นกระจุก โดยไม่ติดกันเป็นเนื้อเดียวกันทั้งก้อน แตกแขนงกิ่งก้านเพื่อให้รับแสงได้มากขึ้น เป็นปะการังกลุ่มหลักที่พบอยู่ทั่วไป ทั้งบริเวณน้ำตื้นและน้ำลึก น้ำขุ่นและน้ำใส แม้แต่กองหินใต้น้ำ ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและแรงกระแทกของมวลน้ำ มีการเจริญเติบโตเร็ว เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ขนาดเล็ก เช่น กุ้งปะการัง ปลาบู่ปะการัง อาศัยอยู่ในปะการังพุ่มเกือบตลอดชีวิต (ยกเว้นตอนวัยอ่อนซึ่งดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน) สัตว์เกาะติดบางชนิดสามารถฝังตัวอยู่ได้

3. แบบเคลือบ (encrusting)

มีลักษณะคล้ายปะการังก้อน แต่เคลือบอยู่บนก้อนหินหรือปะการังตาย สร้างหินปูนไว้เป็นชั้นบางๆ มักขยายขนาดลามออกด้านข้างมากกว่าสร้างตัวให้สูงขึ้นจนเป็นก้อนปะการังขนาดใหญ่เหมือนปะการังโขด ช่วยเคลือบปะการังตายไว้ไม่ให้ย่อยสลายกลายเป็นทรายละเอียด พบอยู่ทั่วไป แม้กระทั่งในพื้นที่ที่มีคลื่นลมรุนแรง แต่บนพื้นทรายอาจพบน้อย เพราะปัจจัยจำกัด คือ ต้องมีพื้นแข็งหรือปะการังตายเพื่อขึ้นเคลือบ ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี แต่มีการเจริญเติบโตช้า

4. แบบกิ่งก้าน หรือเขากวาง (branching)

มีลักษณะเป็นกิ่งก้าน แตกแขนงสาขาออกไปรอบด้าน ชอบพื้นที่ที่มวลน้ำหมุนเวียนได้ดี สามารถขึ้นอยู่บนพื้นทรายได้โดยอาศัยการสานต่อเกี่ยวพันไปมา มักอาศัยอยู่รวมกันเป็นดงกว้างในบริเวณน้ำตื้นพบบริเวณที่มีคลื่นลมสงบ เช่น อ่าว บางครั้งอาจพบในบริเวณน้ำลึก บอบบางกว่าปะการังก้อน ถ้าแตกหักจากคลื่นลมแล้วตกลงบนพื้นที่ที่เหมาะสม กิ่งปะการังที่หักจะพยายามหาพื้นที่แข็งยึดเกาะ ปลายที่หักจะงอกใหม่และงอกได้เร็ว มีการเจริญเติบโตเร็วมากอาจถึงปีละ 10-15 เซนติเมตร แต่ไม่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงหรือการใช้ประโยชน์จากมนุษย์ รูปทรงของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปะการังเขากวางไม่เหมาะกับการอาศัยของสัตว์เกาะติดหรือเจาะฝัง แต่เหมาะสำหรับสัตว์ที่ชอบปีนป่ายขึ้นมากรองกินแพลงก์ตอน เช่น ดาวขนนก มักพบปลาสวยงามอาศัยอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก เช่น ปลาสลิดหิน ปลาผีเสื้อ

5. แบบแผ่นตั้ง (foliaceous)

ช่วงเวลาเช้าและบ่าย แสงแดดเข้ามาในมุมเฉียง ปะการังแบบแผ่นตั้งจึงได้รับแสงแดดในลักษณะดังกล่าว มีการเจริญเติบโตเร็วแต่เปราะบาง สามารถเจริญเติบโตขึ้นด้านบน แตกต่างจากปะการังส่วนใหญ่ ไม่ต้องการพื้นที่กว้าง มักแพร่กระจายเป็นหย่อมปนกับปะการังรูปทรงอื่น พบอยู่ทั่วไปทั้งบริเวณน้ำขุ่นและน้ำใส บางแห่งพบอยู่เป็นดงปกคลุมแนวปะการังเกือบทั้งหมด มีตั้งแต่ขนาดเล็กคล้ายผักกาดจนถึงขนาดใหญ่ ช่องระหว่างแผ่นปะการังกลายเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์นานาชนิด เช่น กุ้ง ปู

6. แบบแผ่นนอน หรือโต๊ะ (tabulate)

มีลักษณะขยายออกในแนวราบคล้ายโต๊ะ อาจซ้อนกันเป็นชั้นๆ มีการเจริญเติบโตเร็วแต่เปราะบาง โดยมีการเจริญเติบโตแผ่ขยายขนาดออกด้านข้าง รับแสงแดดได้ดี จึงเป็นปะการังที่ชนะสงครามในการแก่งแย่งพื้นที่ในแนวปะการัง ใต้ปะการังเหล่านี้จึงไม่พบปะการังชนิดอื่น เป็นที่อยู่อาศัย และที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น กุ้ง ปู ปลาจิ้มฟันจระเข้ ปลาปักเป้า ปะการังแผ่นนอนแตกหักได้ง่าย และเมื่อคลื่นลมรุนแรงพัดผ่าน ปะการังตกลงบนพื้นทราย โอกาสฟื้นตัวเหมือนปะการังเขากวางเป็นไปได้ยาก มักพบในบริเวณน้ำนิ่ง

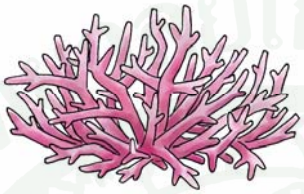
7. แบบเดี่ยว (solitary)

มีลักษณะเป็นปะการังก้อนเดี่ยวๆ มี 1 ชีวิตต่อ 1 ก้อน เป็นปะการังกลุ่มเดียวที่สามารถเคลื่อนที่ได้แต่ช้ามาก เพียงแค่ 5-10 เซนติเมตรต่อวัน โดยใช้ตัวปะการังยื่นออกมา ขยับโครงร่างหินปูนไปตามพื้นทราย บางบริเวณพบรวมกันอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น ปะการังเห็ด (mushroom coral) (ธรณ์ และ ศักดิ์อนันต์, 2548; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2549ข)

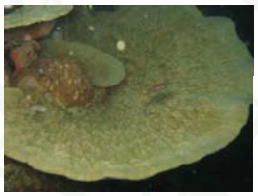
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก้อน หรือโขด (massive)

กิ่งก้อน หรือพุ่ม (submassive)

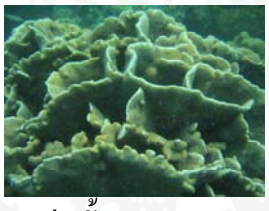


กิ่งก้าน หรือเขากวาง (branching)



แผ่นนอน หรือโต๊ะ (tabulate)

เคลือบ (encrusting)



แผ่นตั้ง (foliaceous)

เดี่ยว (solitary)

**ภาพที่ 2** รูปทรงต่างๆของปะการัง

รูปร่างภายนอกของปะการังนั้น ส่วนมากเกิดจากพันธุกรรม แต่ปัจจัยที่มีผลต่อรูปร่างของปะการัง คือ สภาพแวดล้อมที่ปะการังอาศัยอยู่ โดยปะการังชนิดเดียวกันสามารถมีรูปร่างแตกต่างกันได้ถ้าอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปะการังบางชนิดสามารถเจริญเติบโตมีรูปร่างที่แตกต่างกันได้มากกว่าปะการังชนิดอื่น ซึ่งปะการังเหล่านี้มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อรูปร่างของปะการัง คือ คลื่นและแสง โดยแสงนั้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของปะการัง บริเวณน้ำลึกปะการังได้รับแสงน้อยกว่าบริเวณน้ำตื้น ส่วนบริเวณด้านล่างของแนวปะการังที่ลาดชันนั้น ปะการังที่มีรูปร่างที่สามารถรับแสงได้ดีจึงสามารถมีชีวิตอยู่ได้ รูปร่างที่ว่านี้มักมีลักษณะแบน หรือเนื้อเยื่อของปะการังโผล่มารับแสงได้ ด้วยเหตุนี้ปะการังรูปร่างแบนหรือเป็นแผ่นจึงมีการเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณน้ำลึก รูปร่างที่ดักแสงได้ดีเป็นประโยชน์มากกว่ารูปร่างที่สามารถทนพลังงานคลื่น ในแนวปะการังน้ำตื้น น้ำมักขุ่น ช่วงที่ฝนตกหนัก ตะกอนจากแผ่นดินถูกชะล้างลงสู่แนวปะการัง ดังนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปะการังที่มีรูปร่างดักตะกอนจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมดังกล่าว ส่วนพายุอาจก่อให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่พัดเข้าสู่แนวปะการัง แนวปะการังบางบริเวณเป็นแนวที่ได้รับคลื่นขนาดใหญ่หรือลมแรง ปะการังที่มีรูปร่างและขนาดที่มั่นคงจึงสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในแนวปะการังน้ำตื้น แต่หากปะการังมีรูปร่างเป็นกิ่งก้านและตั้งตรง ทำให้เกิดการแตกหักง่าย นอกจากปัจจัยทางกายภาพแล้ว ความสัมพันธ์กับปะการังที่อยู่ใกล้กันหรือกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อรูปร่างของปะการัง ความสัมพันธ์ที่กล่าวมานี้ คือ การแข่งขันกัน (competition) รูปร่างภายนอกของปะการังสามารถบอกสภาพแวดล้อมทางกายภาพบริเวณนั้นได้ ชนิดของปะการังเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในที่อยู่อาศัยซึ่งรูปร่างของปะการังเป็นตัวออกแบบไว้ การแพร่กระจายตัวในแนวปะการังนั้นอาจขึ้นอยู่กับรูปร่างของปะการัง อย่างไรก็ตาม ปะการังบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้หลายรูปร่าง ดังนั้นปะการังเหล่านี้จึงอาศัยในแนวปะการังที่แตกต่างกันทางด้านสภาพแวดล้อมได้

**การสืบพันธุ์ของปะการัง**

การสืบพันธุ์ของปะการัง แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ แบบอาศัยเพศ และแบบไม่อาศัยเพศ (ตารางที่ 1) ปะการังมีทั้งชนิดที่เป็นกระเทย (hermaphrodite) คือ แต่ละโพลิปในโคโลนีหนึ่งๆ มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (สเปิร์ม) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (ไข่) อยู่ในตัวเดียวกัน และชนิดที่แยกเพศกัน (dioecious) คือ มีโคโลนีเพศผู้ และโคโลนีเพศเมียแยกออกจากกัน

**ตารางที่ 1** การสืบพันธุ์ของปะการังแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ

| ลักษณะ | แบบอาศัยเพศ | แบบไม่อาศัยเพศ |
|---|---|---|
| พันธุกรรม | แตกต่างกัน | เหมือนเดิม |
| ช่วงเวลาของการสืบพันธุ์ | ใช้เวลามากกว่า | สืบพันธุ์ได้ทันที ใช้เวลาน้อย |
| ผลผลิต | เป็นฤดูกาล | ต่อเนื่อง |
| อัตราการตาย | มากกว่าร้อยละ 50 | ต่ำกว่าร้อยละ 50 |
| การกระจายตัว | กระจายตัวได้บริเวณกว้าง | กระจายอยู่ใกล้พ่อแม่ |

**ที่มา**: ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

ประมาณ 3 ใน 4 ของปะการังที่มีสาหร่ายเซลล์เดียวอาศัยอยู่ด้วย (zooxanthellae coral) เป็นปะการังที่มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียอยู่ในตัวเดียวกัน (hermaphrodite) (Veron, 2000c) ลักษณะการสืบพันธุ์อาจแตกต่างกันไปในปะการังแต่ละชนิด เช่น การปฏิสนธิแบบ cross fertilization ระหว่างโคโลนี ปะการังบางชนิดปล่อยสเปิร์มและไข่ปฏิสนธิกันภายนอกมวลน้ำ (exofertilization, broadcast spawning) เมื่อถึงเวลาผสมพันธุ์ ปะการังปล่อยถุงไข่ที่มีสเปิร์มอยู่ด้วย (bundle of egg) เมื่อลอยไปถึงผิวน้ำ ถุงไข่จึงแตกออก สเปิร์มว่ายน้ำไปหาไข่ที่มาจากโคโลนีอื่นๆ ไข่ล่องลอยเพื่อรอสเปิร์มจากอีกโคโลนีมาผสมพันธุ์ ปะการังวางไข่ในช่วงหลังพระจันทร์เต็มดวง 2-7 วัน ในช่วงระยะเวลาใกล้พลบค่ำ ส่วนช่วงที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำขึ้นน้ำลงพบน้อย ระยะเวลาที่วางไข่ต้องพอดีกับระยะเวลาที่ปล่อยสเปิร์ม ซึ่งเป็นรูปแบบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แบบ spawning พบว่า ร้อยละ 85 ของปะการังในน่านน้ำต่างๆมีรูปแบบการสืบพันธุ์แบบนี้ ปะการังบางชนิดปล่อยสเปิร์มผสมกับไข่ที่อยู่ในช่องว่างกลางลำตัวเพศเมีย (endofertilization) และมีการพัฒนาตัวอ่อนภายในลำตัวของเพศเมีย (brooding) ระยะหนึ่ง แล้วจึงถูกขับออกมาทางช่องปาก เช่น ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* และปะการังวงแหวน *Favia fragum* ไข่และสเปิร์มผสมภายในปะการังจนได้ตัวอ่อน แล้วปล่อยตัวอ่อนทุกๆเดือนในช่วงวันจำเพาะซึ่งขึ้นกับข้างขึ้นข้างแรม ในขณะที่ปะการัง *Pocillopora verrucosa* ปล่อยตัวอ่อนเพียงปีละครั้ง ขนาดของโคโลนีเป็นตัวกำหนดวัยเจริญพันธุ์ พบว่า โคโลนีของปะการังรังผึ้ง *Goniastrea favulus* ต้องมีขนาดที่มีจำนวนของโพลิปประมาณมากกว่า 30 ตัวขึ้นไป จึงสามารถสืบพันธุ์ได้ ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วพัฒนาเป็นตัวอ่อนปะการัง เรียกว่า พลานูลา (planula) มีขนาดประมาณ 1-3 มิลลิเมตร รอบตัวมีขนสั้นๆ (cilia) ช่วยในการว่ายน้ำไปตามกระแสน้ำ และคลื่นลม ได้เป็นระยะเวลาแตกต่างกันไปตามชนิดของปะการัง และดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวก่อนการลงเกาะ (settle) ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมและพื้นผิวที่เหมาะสม โดยใช้ส่วนฐานยึดเกาะกับพื้นผิว แล้วสร้างแผ่นหินปูนแผ่นฐาน เรียกว่า basal plate และสร้างหินปูนขึ้น ซึ่งมีสันของหินปูนเกิดขึ้นในแนวรัศมี 6 สันเรียงรอบจุดศูนย์กลาง ในระยะแรกโพลิปมีหนวดเพียง 6 เส้น หลังจากนั้นจึงมีรูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ คือ มีการแบ่งตัวโดยการแตกหน่อ (budding) จากโพลิปเดิมจนกลายเป็นโคโลนีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ยกเว้นปะการังบางชนิดที่มีการดำรงชีวิตแบบเดี่ยวไม่มีการแตกหน่อ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการังบางชนิดอาจเกิดเฉพาะบางช่วงของปี หรือในช่วงที่มีความสัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม เช่น ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ปัจจุบันพบว่า ปะการังจำนวนมากปล่อยไข่ในช่วงระยะเวลาเดียวกันเพียงไม่กี่วันของแต่ละปี การปล่อยไข่ออกมาพร้อมกันนี้ ทำให้มีเซลล์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สืบพันธุ์ของปะการังลอยอยู่ในมวลน้ำจำนวนมาก ซึ่งสเปิร์มและไข่มีโอกาสผสมพันธุ์กันง่ายขึ้นและมากขึ้น และยังลดอัตราการตายจากการถูกกินโดยศัตรูอีกด้วย ส่งผลให้มีอัตราการรอดมากขึ้น

ช่วงเวลาในการสืบพันธุ์ของปะการังแตกต่างไปในแต่ละชนิด ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับข้างขึ้นข้างแรมของดวงจันทร์ อุณหภูมิน้ำทะเล รวมถึงขนาดโคโลนี โดยโคโลนีต้องมีขนาดใหญ่พอที่รวบรวมพลังงานส่วนหนึ่งมาใช้ในการผลิตเซลล์สืบพันธุ์ แม้ว่าการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการังต้องอาศัยเวลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และตัวอ่อนปะการังต้องใช้ระยะเวลานานในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างแนวปะการังต่อไป แต่มีข้อดี คือ ตัวอ่อนที่เกิดขึ้นมีลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อและแม่ ทำให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากขึ้น ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรปะการังแต่ละชนิดในพื้นที่ ช่วยให้ประชากรบางส่วนสามารถอยู่รอดในพื้นที่ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นๆ เช่น อุณหภูมิน้ำทะเลสูงขึ้นทำให้เกิดปะการังฟอกขาว (coral bleaching)

2. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น การเกิดโพลิปใหม่ โดยการแบ่งตัวหรือการแตกหน่อของโพลิปเดิมออกไปทางด้านข้าง (budding) โดยหน่อไม่หลุดออกจากตัวแม่ ได้แก่ ปะการังแบบก้อน แบบกิ่งก้อน แบบกิ่งก้าน แบบแผ่นตั้ง แบบแผ่นนอน และแบบเคลือบ ส่วนปะการังอีกพวกหนึ่งเมื่อแตกหน่อแล้วตัวลูกหลุดออกไปจากตัวแม่ในภายหลัง ทำให้ไม่เกิดเป็นโคโลนี ปะการังพวกนี้อาศัยอยู่แบบเดี่ยวๆ (solitary) ได้แก่ ปะการังเห็ด การแตกหน่อโดยโพลิปใหม่ เริ่มเกิดจากช่องปากและคอหอยบนเนื้อเยื่อส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างโพลิป และโครงร่างแข็งค้ำจุนถูกสร้างขึ้นบริเวณฐานอาจเกิดขึ้นภายในวงของโพลิปเดิมหรือเกิดขึ้นบริเวณภายนอกวงของโพลิปเดิม การสืบพันธุ์โดยการแบ่งตัวนี้อาจเป็นได้ทั้งเพื่อเพิ่มขนาดหรือเพิ่มจำนวนโคโลนี กระบวนการ fragmentation หรือการหักกิ่ง (branch-breakage) เป็นอีกวิธีที่พบเห็นบ่อยในแนวปะการัง ปะการังกิ่งที่บอบบางนั้นง่ายต่อการแตกหักจากแรงคลื่น สัตว์น้ำ หรือจากการกระทำของมนุษย์ ชิ้นส่วนปะการังที่แตกหักนั้นประกอบด้วย ตัวปะการังจำนวนมาก ซึ่งถ้าหากสภาพแวดล้อมเหมาะสม ปะการังที่แตกหักเหล่านี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แม้อยู่ห่างจากแหล่งพ่อแม่พันธุ์ (Bothwell, 1981; Lirman, 2000) และเป็นการหลีกเลี่ยงอัตราการตายสูงของตัวอ่อนปะการัง (Highsmith, 1982) กระบวนการ fragmentation เป็นการสืบพันธุ์ที่สำคัญในการฟื้นฟูแนวปะการัง (Epstein and Rinkevich, 2001) นอกจากนี้ในกรณีที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมจนปะการังเกิดความเครียด (stress) โพลิปของปะการังบางชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถเคลื่อนตัวออกจากโครงร่างแข็งได้ โดยใช้ขนสั้นๆที่ปกคลุมอยู่รอบตัวล่องลอยไปตามกระแสน้ำ จนกระทั่งลงเกาะในที่ใหม่ (polyp bailout) ซึ่งไม่ค่อยปรากฏให้เห็นบ่อยนัก และในบางกรณี ตัวอ่อนปะการังอาจพัฒนาได้โดยตรงจากไข่ซึ่งไม่ได้รับการผสมของสเปิร์ม (parthenogenesis) เช่น ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis*

ทนงศักดิ์ (2544) ทำการศึกษาแนวปะการังบริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2543 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2544 โดยศึกษาปะการังทั้งหมด 3 วงศ์ 12 ชนิด ประกอบด้วย ปะการังวงศ์ Acroporidae 3 ชนิด ได้แก่ *Acropora aspera*, *A. formosa* และ *A. austera* วงศ์ Faviidae 7 ชนิด ได้แก่ *Goniastrea aspera*, *G. pectinata*, *G. retiformis*, *Favites halicora*, *F. abdita*, *Platygyra sinensis* และ *Favia pallida* และวงศ์ Pectinidae 2 ชนิด ได้แก่ *Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus* โดยทำการเก็บตัวอย่างจากแนวปะการังในธรรมชาติมาตรวจสอบความสุกของไข่ ช่วงระยะเวลา และพฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในตู้ทดลอง พบว่า ลักษณะการสืบพันธุ์ของปะการังที่มีเพศเป็นกระเทย มีการผสมพันธุ์ภายนอก (hermaphrodite broadcaster) ของปะการังทั้ง 12 ชนิด และช่วงระยะเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละชนิด โดยปะการัง *G. aspera*, *G. pectinata*, *G. retiformis*, *F. halicora*, *F. abdita*, *P. sinensis* และ *F. pallida* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปะการัง *A. aspera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ปะการัง *A. formosa* และ *A. austera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนพฤศจิกายน และปะการัง *P. paeonia* และ *M. elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนธันวาคมเพียงเดือนเดียวเท่านั้น โดยปะการังทุกชนิดที่ศึกษามีความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งในช่วงข้างขึ้นและข้างแรม ซึ่ง *A. aspera*, *A. formosa* และปะการังชนิดอื่นๆมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ในช่วงแรม 5-8 ค่ำ มีเพียง *A. austera* ชนิดเดียวที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงข้างขึ้น ปะการังทุกชนิดปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 2-3 ชั่วโมง และจากการศึกษาของ มณฑิรา (2532) พบว่า ปะการังโขด *P. lutea* บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี มีฤดูกาลสืบพันธุ์ในปลายฤดูหนาวถึงฤดูร้อน มีวงจรสืบพันธุ์แบบทั้งปี และมีช่วงปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนี้ มักเป็นการสร้างกลุ่มประชากรหลักของปะการังขึ้นมา ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็ว การกระจายตัวของปะการังที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมักกระจายเป็นกลุ่มๆ ส่วนปะการังที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมักกระจายอยู่ทั่วไปและกระจายตัวได้ไกลกว่า ขึ้นอยู่กับกระแสน้ำ (ลลิตา, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ข้อมูลทั่วไป**

แนวปะการังเกิดมาบนโลกมากกว่า 450 ล้านปี (Hutchinson and Hawkins, 2004) ทั่วโลกมีปะการังแข็งเกือบ 800 ชนิด ที่พบอยู่ทั่วไปในเขตอินโด-แปซิฟิกมีมากกว่า 500 ชนิด (Allen and Steene, 2002) ประเทศไทยพบประมาณ 240 ชนิด (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2547) ฝั่งทะเลอันดามันมีความหลากหลายมากกว่าฝั่งอ่าวไทย จากการศึกษาของ สุนัดดา (2541) เปรียบเทียบการกระจายของปะการังตามระดับความลึกระหว่างอ่าวไทยและทะเลอันดามัน พบว่า ปะการังในทะเลอันดามันมีการกระจายตามระดับความลึกได้ลึกกว่าอ่าวไทย โดยพบปะการังบนแนวลาดชันที่ระดับความลึก 5-30 เมตร ส่วนอ่าวไทยพบปะการังบนแนวลาดชันที่ระดับความลึก 3-16 เมตร ปะการังเขากวางมีการกระจายได้กว้างที่สุดทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตามระดับความลึก ได้แก่ แสงและความโปร่งแสงของน้ำทะเล แนวปะการังบริเวณหมู่เกาะสุรินทร์ และหมู่เกาะสิมิลันเป็นแนวปะการังที่มีความสมบูรณ์ที่สุดในประเทศไทย และพบว่า มีปะการังแปรงล้างขวด *Acropora echinata* ก่อตัวอยู่เป็นบริเวณกว้างซึ่งไม่พบในบริเวณอื่นเลย แนวปะการังลึกที่สุดของอ่าวไทย คือ กองหินโลซิน อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 40 เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับหมู่เกาะสิมิลันที่อยู่ในทะเลอันดามัน และ ทรงวุฒิ (2545) พบว่า ปะการังแข็งบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทยมี 65 ชนิด จาก 6 พื้นที่

ในการจำแนกชนิดปะการัง นักสัตววิทยาพิจารณาจากลักษณะ ขนาด และรูปร่างของโครงร่างหินปูนที่รองรับแต่ละโพลิป (corallite) เป็นเกณฑ์หลัก และหากโครงร่างรองรับโพลิปนั้นมีผนังกั้น (theca) คล้ายกำแพง เรียกว่า แคลไลซ์ (calice) และเรียกโครงร่างหินปูนทั้งโคโลนีว่า คอรอลลัม (corallum) นอกจากนี้ยังพิจารณาจากลักษณะของเซ็ปต้า ซึ่งเป็นสันที่จัดเรียงตัวในแนวรัศมีของแต่ละคอรอลไลท์หรือแต่ละแคลไลซ์ (สุรินทร์, 2547) อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในการจำแนกชนิดปะการังสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านอนุกรมวิธาน คือ ความหลากหลายของรูปทรงและสีสันของโคโลนีปะการังชนิดเดียวกัน ซึ่งสามารถแปรผันไปตามปัจจัยสภาพแวดล้อมได้ เช่น ปะการังบางชนิดมีกิ่งก้านสั้นและหนาในบริเวณน้ำตื้นหรือคลื่นจัด แต่ถ้าหากอยู่ในบริเวณน้ำลึกหรือบริเวณที่กำบังจากคลื่นลม จะมีกิ่งเล็กและเรียว รูปทรงบอบบางขึ้น หรือในบางกรณีอาจเปลี่ยนรูปทรงจากแบบก้อนไปเป็นแบบแผ่แบน เพื่อให้ได้รับแสงในบริเวณที่ลึกได้มากขึ้น เช่น ปะการังโขด *Porites rus* (ธรณ์, 2538; สุรินทร์ และ สมสุข, 2539; สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543; Byatt *et al.*, 2001; Levinton, 2001; Spalding, 2004; Karleskint *et al.*, 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ของปะการังนอกจากเป็นแนวปะการังให้สิ่งมีชีวิตอยู่อาศัยแล้ว ตัวปะการังเองยังเป็นที่อยู่ให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ด้วย (Holmes *et al*., 2000) เช่น ปู *Cryptochirus coralliodytes* อาศัยโดยการเจาะปะการังสกุล *Favia*, *Favites*, *Goniastrea* และ *Platygyra* (Blecher and Achituv, 1997) และสามารถนำไปใช้ยับยั้งเอนไซม์ topoisomerase I และ II ที่ทำให้เกิดเนื้องอกจากเมือกของปะการัง *Galaxea fascicularis* (Fung and Ding, 1998) และสารจากปะการัง *Montipora capitala*, *Porites lobata* และ *Pocillopora meandrina* สามารถยับยั้งแบคทีเรีย 9 ชนิด (Gochfeld and Aeby, 2008) นอกจากนี้ปะการังมีศัตรูมากมายที่กินปะการังเป็นอาหาร แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ศัตรูต่อไข่และตัวอ่อนปะการัง เช่น สิ่งมีชีวิตที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร และศัตรูต่อโคโลนีปะการัง เช่น ดาวมงกุฎหนาม หอยที่กินปะการัง (drupes) หนอนที่เจาะปะการัง ปลานกแก้ว ปลาผีเสื้อ (Allen and Steene, 2002)

**สาเหตุการเสื่อมโทรมของแนวปะการัง**

แนวปะการังที่เสื่อมโทรม เกิดจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์

ปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น การเกิดโรคในปะการัง (Sutherland *et al*., 2004; Raymundo *et al*., 2008) ซึ่งมีผลต่อการลงเกาะของปะการัง (Edmunds, 2000) ปัจจุบันพบโรคปะการังทั่วโลกมากกว่า 35 ชนิด (Lesser *et al*., 2007) โดยปกติแล้วปะการังมีกลไกในการปรับตัวและป้องกันตัวเองจากการติดเชื้อ ได้แก่ การสร้างระบบภูมิคุ้มกันภายในเซลล์ปะการัง การผลิตสารเคมีเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสร้างชั้นเมือก (mucous layer) เพื่อป้องกันการลุกลามของโรค ซึ่งกลไกการป้องกันตัวเองของปะการังนี้มีขีดความสามารถจำกัดและขึ้นอยู่กับชนิดของปะการัง (Rosenberg and Loya, 2004) และพบว่า แบคทีเรียจากของเสียของมนุษย์ทำให้เกิดโรคในปะการังเขากวางด้วย (ศรีสกุล, 2545) การเกิดพายุ (Gardner *et al*., 2005) การเกิดคลื่นรุนแรง (Sheppard *et al*., 2005) การเกิดคลื่นสึนามิ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2548; สุเมธ, 2549; ชัยพิชิต, 2550; Department of Marine and Coastal Resources, 2005; Worachananant *et al*., 2007) และควรปิดบริเวณนั้นไม่ให้นักท่องเที่ยวเข้าไปใช้ประโยชน์เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี เพื่อให้แนวปะการังฟื้นตัวขึ้นมาใหม่ (สุชนา และ วรณพ, 2552) การเกิดปะการังฟอกขาว (coral bleaching) (Grimsditch and Salm, 2006; Marshall and Schuttenberg, 2006; Obura and Grimsditch, 2009) และยังส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในทะเล เช่น ปลานกขุนทอง *Labrichthys unilineatus* และปลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผีเสื้อ *Chaetodon baronessa* ที่กินปะการังเป็นอาหาร (Cole *et al.*, 2009) และอุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงขึ้นมีผลต่อสาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่ในปะการังด้วย (Hill *et al*., 2005; Nesa and Hidaka, 2009) ผู้ล่าปะการัง (Rotjan and Lewis, 2008) เช่น การแพร่ระบาดของดาวมงกุฎหนาม (Pratchett *et al*., 2009) สภาวะโลกร้อน (สุชาย, 2550) ปรากฏการณ์ทะเลเป็นกรด (ocean acidification) (Kleypas *et al.,* 2006; Muehllehner and Edmunds, 2008; Suwa *et al*., 2010)

กิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic factors) ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม (Hodgson, 1999; Burke *et al*., 2002) และก่อให้เกิดมลพิษทางทะเลและชายฝั่ง (สุวัจน์, 2549; Todd *et al*., 2010) เช่น จากการท่องเที่ยว (ชินพรรณ, 2544; ศุภวรรณ, 2545) การดำน้ำตื้น (snorkeling) และการดำน้ำลึก (SCUBA) (Hawkins and Roberts, 1992; Medio *et al*., 1997; Rouphael and Inglis, 1997, 2001; Tratalos and Austin, 2001; Zakai and Chadwick-Furman, 2002; Hasler and Ott, 2008; Meyer and Holland, 2008) การเหยียบย่ำปะการัง (Neil, 1990; Rodgers and Cox, 2003) จากการศึกษาของ เฉลิมเกียรติ (2548) ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นในการประกอบกิจกรรมดำน้ำ พบว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสปะการังอยู่ในระดับความลึก 1-3 เมตร ซึ่งเป็นระดับความลึกที่นักท่องเที่ยวสามารถยืนได้ ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น คือ ร่องรอยการแตกหักและบาดแผลที่เกิดขึ้นบนปะการัง โดยนักท่องเที่ยวทำให้เกิดการแตกหักของปะการัง 11.08 ชิ้นต่อคน กิ่งปะการังที่แตกหักส่วนใหญ่มีขนาด 0.5-2.0 เซนติเมตร และทำให้เกิดบาดแผล 6.73 แผลต่อคน รอยแผลส่วนใหญ่มีขนาด 0.5 ตารางเซนติเมตร ดังนั้นควรมีการจัดการกิจกรรมท่องเที่ยว (นิพนธ์ และคณะ, 2548) และกิจกรรมดำน้ำ (Treeck and Schuhmacher, 1998; Barker and Roberts, 2004; Worachananant *et al.*, 2008) หากมีการจัดการที่ดี ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากแนวปะการังได้อย่างยั่งยืน (ยุวดี, 2547) การขนส่งทางเรือก่อให้เกิดตะกอน ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปะการัง (Crabbe and Carlin, 2007) สีที่ใช้ในการทาเรือมีสารโลหะหนักผสมอยู่ (Negri *et al.*, 2002; Saphier and Hoffmann, 2005; Turner, 2010) ซึ่งโลหะหนักมีผลกระทบต่อการลงเกาะและการสืบพันธุ์ของปะการัง (Goh, 1991; Lane and Harrison, 2000; Negri and Heyward, 2001; Cox and Ward, 2002) การตรวจปริมาณโลหะหนักสามารถตรวจวัดจากโครงร่างแข็งของปะการังได้ (ธันยธรณ์, 2545) การรั่วไหลของน้ำมัน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548ข; Te, 1991) สารกำจัดศัตรูพืช (Acevedo, 1991) การใช้ระเบิดในการจับปลา (Riegl and Luke, 1998; Fox *et al.*, 2005; Raymundo *et al*., 2007) การทำเหมืองแร่ (สุพัตรา, 2528) น้ำทิ้ง (Pastorok and Bilyard, 1985; Coles and Ruddy, 1995; McKenna *et al*., 2001; Fabricius, 2005; Meng *et al*., 2008) เช่น จากชุมชน (นลินี, 2539) โรงงานอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Reopanichkul *et al*., 2009, 2010) การพัฒนาชายฝั่งทะเล (แววตา และคณะ, 2539) ขยะใต้ทะเล (วิภูษิต, 2535) แนวปะการังที่เสื่อมโทรมมีผลกระทบต่อการกัดเซาะชายฝั่ง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) และความสัมพันธ์ของปลาที่อาศัยอยู่ด้วย (วิภูษิต, 2541)

แม้ว่ามีกิจกรรมอนุรักษ์และมาตรการในการระวังป้องกันแนวปะการัง (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ, 2541; กะวิ, 2545; กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2546; ประวีณ, 2546; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 จังหวัดชลบุรี, 2547; สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ และศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย, 2548; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2548, 2549ก, 2552ข, 2552ค, 2552ง, 2552จ, 2553ก; กรมประมง, 2552) แต่พบว่า มีการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังในลักษณะต่างๆเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยว (นฤมล, 2541; กิตติโชติ, 2543) ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราการเกิดของประชากรโลก ดังนั้นอาจต้องศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวในด้านต่างๆ เพื่อทำให้ทราบถึงทัศนคติ ความรู้สึก ความต้องการของนักท่องเที่ยวเพื่อนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในการบริหารจัดการ (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2553) ซึ่งมาตรการทางกฎหมายที่ใช้ในการจัดการและการพิทักษ์รักษาแนวปะการังในปัจจุบันยังมีข้อบกพร่อง และไม่ครอบคลุมการแก้ไขปัญหาบางประการ ตลอดจนกระบวนการในการบังคับใช้กฎหมายไม่มีประสิทธิภาพมากพอ ทั้งองค์กรภาครัฐและภาคเอกชนและขาดการประสานงานร่วมกัน นอกจากนี้ประชาชนส่วนใหญ่ไม่ได้มีส่วนร่วมกับภาครัฐ โดยเฉพาะประชาชนในท้องถิ่นมีการรับรู้ข่าวสารอยู่ในระดับต่ำ (จรัสพงศ์, 2540; ธีราพร, 2548; ธิปชัย, 2550; Chulaphant, 2004) โดยปกติแนวปะการังส่วนใหญ่มีศักยภาพในการฟื้นตัวได้เองตามธรรมชาติ แต่การฟื้นฟูโดยมนุษย์สามารถเร่งให้แนวปะการังบางแห่งมีการฟื้นตัวได้เร็วขึ้น หรือเพิ่มโอกาสให้ปะการังมีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตมากขึ้น (นลินี, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## การฟื้นฟูแนวปะการัง

Edwards and Gomez (2007) ให้ความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูระบบนิเวศ (รวมถึงระบบนิเวศแนวปะการัง) ดังนี้

Restoration หมายถึง การดำเนินการให้ระบบนิเวศกลับไปสู่สภาพเดิม หรือใกล้เคียงกับสภาพเดิมให้มากที่สุด

Rehabilitation หมายถึง การแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบนิเวศที่สูญเสียหรือเสื่อมโทรมลง ให้กลับมามีคุณค่าทางสังคมเศรษฐกิจ และนิเวศวิทยามากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในขณะเสื่อมโทรม ซึ่งวิธีการนี้อาจทำให้สภาพของระบบนิเวศแตกต่างไปจากเดิม

Remediation หมายถึง กระบวนการรักษาซ่อมแซมระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมลง

เมื่อพิจารณาถึงการฟื้นฟูแนวปะการังที่มีการดำเนินการอยู่ในประเทศไทย มักเป็นลักษณะของการ rehabilitation เนื่องจากหลายวิธีเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้กับแนวปะการังที่มีชีวิต และส่งเสริมให้มีการฟื้นตัวของแนวปะการังตามธรรมชาติ แต่เป็นการยากที่ทำให้สภาพแนวปะการังที่ทำการฟื้นฟูกลับมามีสภาพเหมือนเดิม ทั้งในแง่ของโครงสร้างและหน้าที่ของแนวปะการัง (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552)

การฟื้นฟูแนวปะการังในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ค.ศ.1994-2004) มีหลายวิธีการ (Rinkevich, 2005) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ฟื้นฟูเองตามธรรมชาติ

การฟื้นฟูแนวปะการังเองตามธรรมชาติ อาศัยการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ เช่น การเจริญเติบโตของโคโลนี (vegetative growth) โดยการแตกหน่อ (budding) การหักออกจากโคโลนีเดิมทั้งส่วนของหินปูนและเนื้อเยื่อแล้วพัฒนาเป็นโคโลนีใหม่ (fragmentation) การหลุดออกมาเฉพาะส่วนของเนื้อเยื่อของโคโลนีเดิมแล้วพัฒนาเป็นโคโลนีใหม่ (polyp bail-out) การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลุดออกมาเฉพาะส่วนเนื้อเยื่อและหินปูนแล้วลงเกาะเป็นโคโลนีใหม่ (polyp expulsion) การสร้างตัวอ่อนแบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) และปฏิสนธิแบบอาศัยเพศ (รัตนติกา, 2549)

2. จากการกระทำของมนุษย์

การฟื้นฟูแนวปะการังจากการกระทำของมนุษย์ แบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

2.1 การป้องกันและลดปัจจัยอันเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นกับแนวปะการัง (passive restoration) ได้แก่ การจัดการแบ่งเขตการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง การผูกทุ่นเพื่อจอดเรือแทนการทิ้งสมอ การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเล การวางมาตรการอนุรักษ์แนวปะการัง ฯลฯ นับเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในกระบวนการฟื้นฟูแนวปะการัง และเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้การฟื้นฟูแนวปะการังประสบความสำเร็จ

2.2 การดำเนินการฟื้นฟูแนวปะการัง แบบเข้าดำเนินการกับแนวปะการังโดยตรง (active restoration) แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

2.2.1 การฟื้นฟูทางกายภาพ (physical restoration) เป็นการปรับปรุงสภาพพื้นที่ให้เหมาะสมต่อการฟื้นตัวของปะการัง ได้แก่

2.2.1.1 การปรับพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไปให้เหมาะสมต่อการฟื้นตัวเองตามธรรมชาติของปะการัง เช่น กรณีการเกิดคลื่นสึนามิ ทำให้มีการพลิกของปะการัง การหลุดของพื้นแข็งที่เป็นพื้นที่ลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง หรือมีขยะที่สร้างความเสียหายให้แก่แนวปะการัง การที่นักดำน้ำร่วมกันพลิกปะการัง ให้กลับสู่สภาพที่ปะการังสามารถเจริญเติบโตต่อไปตามธรรมชาติ การเก็บขยะใต้ทะเล และการปรับพื้นที่ให้มีความมั่นคงมากขึ้น นับเป็นการฟื้นฟูรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ปะการังสามารถยึดเกาะและเจริญเติบโตต่อไปได้

2.2.1.2 การสร้างพื้นที่ลงเกาะให้แก่ปะการัง เช่น ปะการังเทียมรูปแบบต่างๆ (artificial reef) โดยใช้วัสดุต่างๆ ได้แก่ หินธรรมชาติ เซรามิค (EcoReefs®) (Okamoto *et al*., 2008) คอนกรีต (แท่งคอนกรีตรูปทรงต่างๆ Reef Ball) การใช้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำให้เกิดโครงสร้างหินปูนบนโครงเหล็กเพื่อใช้เป็นที่ลงเกาะของปะการัง (Treeck and Schuhmacher, 1997; Biorock,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2010) จากการศึกษาของ ศิริวรรณ (2551) พบว่า ปะการังที่ถูกกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า มีอัตราการลงเกาะ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Ferse and Romatzki (2006) และ Borell *et al*. (2010) ที่พบว่า พื้นที่ที่มีการปล่อยกระแสไฟฟ้า ทำให้ปะการังมีอัตราการเจริญเติบโตสูง และ นลินี (2548) ศึกษาการลงเกาะของปะการังบนแท่งคอนกรีต บริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต ในระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 1, 6, 18, 36, 84 เดือน ตามลำดับ พบว่าปะการังที่ขึ้นบนแท่งคอนกรีตมีมากกว่า 16 สกุล และ Okamoto *et al*. (2005) ทดลองล่อตัวอ่อนปะการังบนแท่งหินแบบพิเศษทั้งหมด 131 แท่ง ที่ประเทศญี่ปุ่น วางในรูขนาดเล็กในแนวปะการังเพื่อป้องกันการถูกกิน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 3 เดือน พบว่า แท่งหินแบบพิเศษ 61 แท่ง มีปะการัง 71 ชนิดลงเกาะ หลังจากนั้นเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า ปะการัง 3 ชนิด มีการเจริญเติบโตดี และเจริญเติบโตออกนอกพื้นที่ การทดลองนี้เหมาะสมสำหรับการย้ายปลูกปะการังบริเวณที่มีขนาดใหญ่ เช่น ในประเทศเขตร้อนชื้น

2.2.2 การฟื้นฟูทางชีวภาพ (biological restoration) เป็นการฟื้นฟูที่ตัวปะการังโดยตรง ซึ่งวิธีที่ดำเนินการในปัจจุบัน ได้แก่ การย้ายปลูกปะการัง ทั้งที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศไปในแนวปะการังที่ต้องการฟื้นฟู โดยมีหลักสำคัญ คือ ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่บริเวณที่เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง (donor reef area) ซึ่งการฟื้นฟูวิธีนี้มีวิธีดำเนินการหลากหลายรูปแบบ เช่น การเพาะเลี้ยงปะการังในทะเลเปิด (Okamoto *et al*., 2005; Omori, 2005) การเพาะพันธุ์ปะการังในที่กักขังและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ (aquarium) (นรินทร์, 2548; Aqua Biz, 2009) การเพาะเลี้ยงปะการังแล้วนำตัวอ่อนปะการังไปปล่อยในแนวปะการัง (Heyward *et al*., 2002; Peterson *et al*., 2008) จากการศึกษาของ ชโลทร และคณะ (2549) นำเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังเขากวาง *Acropora* spp. จากธรรมชาติ บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี มาเพาะและขยายพันธุ์ในระบบเพาะเลี้ยง พบว่า หลังจากไข่ปฏิสนธิ มีการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในระยะเวลา 58 ชั่วโมง และลงเกาะภายในระยะเวลา 4 วัน มีอัตราการรอดร้อยละ 55.00±23.58 จากนั้นนำตัวอ่อนปะการังมาอนุบาลบนกระชังในทะเลก่อนนำไปปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ และชโลทร (2550) นำเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังเขากวาง *Acropora* spp. จากธรรมชาติ บริเวณอ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มาปฏิสนธิและอนุบาลต่อในระบบเพาะเลี้ยงบนบก เป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่าอัตราการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังทุกชนิดมีค่าสูงกว่าร้อยละ 90 ภายหลังจากการปฏิสนธิมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำในชั่วโมงที่ 36-40 หลังการปฏิสนธิแล้วลงเกาะบนพื้นผิวเมื่ออายุ 4 วันหลังการปฏิสนธิ โดยแผ่นกระเบื้องที่แช่ในทะเลเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีการลงเกาะมากที่สุด การย้ายปะการังจากพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบไปฟื้นฟูบริเวณแนว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปะการังที่เสื่อมโทรม (Seguin *et al*., 2008) จากการศึกษาของ สุรพล และคณะ (2540) ทำการย้ายปลูกปะการังจากเกาะเตาหม้อ ไปยังบริเวณเกาะขาม ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เพื่อช่วยชีวิตปะการังจากบริเวณที่มีการขุดลอกร่องน้ำ เพื่อใช้เป็นเส้นทางในการเดินเรือของเรือรบ และซ่อมแซมชุมชนปะการังในบริเวณเขตของฐานทัพเรือสัตหีบให้มีสภาพดีขึ้น การนำชิ้นส่วนปะการังจากปะการังที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไปยึดติดกับพื้น (substrate) และวิธีอื่นๆที่ดัดแปลงหรือพัฒนาจากเทคนิคข้างต้นให้มีความเหมาะสม (รัตนติกา, 2549) จากการศึกษาของ Ammar *et al.* (2000) ทำการทดลองโดยใช้ชีวโมเลกุลของปะการัง ในการประเมินสถานภาพของปะการัง เพื่อเลือกพื้นที่ในการฟื้นฟูแนวปะการังโดยวิธีแบบไม่อาศัยเพศ ประเทศอียิปต์ พบว่า การลงเกาะแบบไม่อาศัยเพศเป็นวิธีที่เหมาะสมในการฟื้นฟูแนวปะการัง

ส่วนการฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากภัยธรรมชาติ ศักดิ์อนันต์ (2548) ได้อธิบายการตัดสินใจเลือกวิธีการฟื้นฟูแนวปะการังที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นสึนามิ 5 แนวทาง ได้แก่

1. การค้นหาสาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม และแก้ไขปัญหา
2. การพลิกฟื้นปะการังที่ได้รับผลกระทบ
3. การปล่อยให้ธรรมชาติฟื้นตัวเอง
4. การให้โครงสร้างหรือพื้นแข็ง
5. การย้ายปลูกปะการัง เมื่อไม่พบตัวอ่อนปะการังในมวลน้ำ

หลังจากเกิดเหตุการณ์คลื่นสึนามิ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งร่วมกับหลายมหาวิทยาลัยและองค์กรต่างๆ ฟื้นฟูแนวปะการังที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นสึนามิ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การพลิกปะการัง การยึดติดปะการังและกัลปังหากับอิฐบล็อก หิน และซากปะการัง การวางปะการังเทียม (Department of Marine and Coastal Resources, 2006)

ในบางครั้ง การดำเนินการฟื้นฟูทางกายภาพเพียงอย่างเดียวเพียงพอที่ทำให้กระบวนการฟื้นตัวของแนวปะการังเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยไม่จำเป็นต้องมีการดำเนินการฟื้นฟูทางชีวภาพ (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552) Yap (2000) สรุปการฟื้นฟูแนวปะการังให้ประสบความสำเร็จ ต้องอาศัยประชาชนที่อยู่ในท้องถิ่นร่วมกับรัฐบาลบริหารจัดการร่วมกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนกิจกรรมฟื้นฟูทรัพยากรปะการังที่ดำเนินการในประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีทั้งฝั่งอ่าวไทย (ตารางผนวกที่ ก1) และฝั่งทะเลอันดามัน (ตารางผนวกที่ ก2)

**การย้ายปลูกปะการัง**

การย้ายปลูกปะการัง เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ นับเป็นการฟื้นฟูทางชีวภาพวิธีแรกที่ดำเนินการในประเทศไทยในหลายพื้นที่ ทั้งทางฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน ในอ่าวไทยเริ่มดำเนินการประมาณพ.ศ.2532 โดยภาควิชาวาริชศาสตร์ และสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา รวมทั้งการทดลองของนักศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งที่ทดลองย้ายปลูกปะการังชนิดต่างๆ เช่น ปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ปะการังแผ่น *Montipora* spp. และปะการังโขด *Porites lutea* บนอิฐบล็อกบริเวณแนวปะการังจังหวัดชลบุรี โดยศึกษาความเหมาะสมของวัสดุยึดเกาะ ชนิด และความลึกที่มีผลต่อชนิดปะการังที่ย้ายปลูก (วุฒิพงษ์, 2533; ศรีสกุล, 2535; น้องนุช, 2536; สิทธิพันธ์, 2537) ต่อมากองทัพเรือได้ดำเนินการย้ายปลูกปะการังชนิดต่างๆบริเวณเกาะเตาหม้อ ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการขุดลอกร่องน้ำไปไว้ในแนวปะการังบริเวณเกาะขาม จังหวัดชลบุรี นับเป็นการย้ายปะการังในบริเวณกว้างๆครั้งแรกของประเทศไทย (ธนิษฐา และคณะ, 2540) นลินี และคณะ (2546) เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการย้ายปลูกปะการัง และการเพิ่มพื้นที่ลงเกาะ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการเลือกใช้วิธีการฟื้นฟูแนวปะการัง (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 2** ข้อดีและข้อจำกัดของการฟื้นฟูแนวปะการังแต่ละวิธี

| วิธีการ | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|---|
| ย้ายปลูกปะการัง | 1. ง่าย ประหยัดเวลา เห็นผลรวดเร็ว<br>2. สามารถเลือกชนิดปะการังที่ย้ายและกำหนดพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟูได้<br>3. ใช้ในการย้ายปะการังออกจากพื้นที่ที่ได้รับการรบกวน<br>4. ง่ายต่อการดัดแปลงวัสดุที่ใช้ได้ตามความเหมาะสม | 1. มีอัตราการตายของปะการังที่ย้ายสูงหากทำโดยขาดความระมัดระวัง<br>2. เป็นการทำลายแนวปะการังในแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ในกรณีที่ทำการย้ายปะการังออกจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังมากเกินไป<br>3. มักใช้ปะการังที่เจริญเติบโตเร็วและทนต่อการย้าย จึงทำให้ขาดความหลากหลายตามธรรมชาติของชนิดปะการังในบริเวณที่ทำการฟื้นฟู<br>4. ง่ายต่อการเสื่อมโทรม หากมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปะการังชนิดที่ย้ายปลูก เนื่องจากขาดความหลากหลายทางพันธุกรรมและมีปะการังเพียงไม่กี่ชนิด |
| เพิ่มพื้นที่ลงเกาะ | 1. ไม่ทำลายแหล่งปะการังอื่นๆ<br>2. มีความหลากหลายของชนิดปะการังตามธรรมชาติ<br>3. ทนต่อปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรม เนื่องจากมีปะการังหลายชนิดลงเกาะเองตามธรรมชาติ ซึ่งปะการังแต่ละชนิดมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไป | 1. ค่าใช้จ่ายสูง ใช้แรงงานมาก<br>2. ใช้เวลานานกว่าจะเห็นผล<br>3. ถ้าทำโดยไม่ระวัง วัสดุที่วางอาจทำลายแนวปะการังใกล้เคียงที่ยังมีชีวิต<br>4. ต้องมีข้อมูลพื้นที่ในบริเวณที่ทำมากพอสมควร เนื่องจากง่ายต่อการสูญเสีย |

**ที่มา**: นลินี และคณะ (2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วุฒิพงษ์ (2533) ย้ายปลูกปะการังเขากวาง *A. formosa* ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* และปะการังแผ่น *Montipora* sp. บริเวณเกาะจุ่น หน้าอ่าวพัทยา จังหวัดชลบุรี ที่ระดับความลึก 2 ระดับ ได้แก่ 1 เมตร และ 3 เมตร โดยยึดกิ่งปะการังกับอิฐบล็อกและใช้อวนหุ้ม พบว่า ที่ระดับความลึก 1 เมตร ปะการังทั้ง 3 ชนิด ตายหมด แต่ที่ระดับความลึก 3 เมตร ปะการังทั้ง 3 ชนิด รอดชีวิต โดยปะการังที่มีอัตราการรอดมากที่สุด คือ ปะการังเขากวาง *A. formosa* มีอัตราการรอดร้อยละ 33.33

ศรีสกุล (2535) ศึกษาความลึกที่มีผลต่อปะการังที่ทำการย้ายปลูก 5 ชนิด บริเวณเกาะครก ด้านตะวันตก จังหวัดชลบุรี ที่ระดับความลึก 2 ระดับ ได้แก่ 6 เมตร และ 10 เมตร โดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : ทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 ติดปะการังลงบนอิฐบล็อก พบว่า ปะการังลายดอกไม้ *Pavona decussata* มีอัตราการรอดสูงสุด ร้อยละ 100 ทั้ง 2 ระดับความลึก รองลงมา ได้แก่ ปะการังโขด *P. lutea* ที่ระดับความลึก 6 เมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 70.00 และที่ระดับความลึก 10 เมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 60.00 ปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ระดับความลึก 6 เมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 58.33 และที่ระดับความลึก 10 เมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 70.00 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ น้องนุช (2536) ศึกษาการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *Acropora* sp. ที่ย้ายปลูกบริเวณเกาะครก และเกาะจวง จังหวัดชลบุรี พบว่า ปะการังที่ย้ายไปเกาะครก ที่ระดับความลึก 21 ฟุต มีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปะการังที่ย้ายไปเกาะจวง ที่ระดับความลึก 10 ฟุต

สิทธิพันธ์ (2537) ศึกษาเทคนิคการย้ายปลูกปะการัง บริเวณเกาะสาก และเกาะครก เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี โดยใช้วัสดุหลายชนิดยึดชิ้นส่วนปะการังขนาดเล็กกับแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ เส้นเอ็นไนลอน ตาข่าย และกาวอีป๊อกซี่ผสมกับปูนซีเมนต์ พบว่า กาวอีป๊อกซี่ผสมกับปูนซีเมนต์ใช้ยึดติดปะการังได้ดี แต่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสูงมาก ไม่เหมาะกับการปลูกปะการังในปริมาณมากๆ จึงได้ทดลองใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : ทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 แทน พบว่า ปะการังโขด *P. lutea* มีอัตราการรอดร้อยละ 95.00 ปะการังเขากวาง *Acropora* sp. มีอัตราการรอดร้อยละ 83.00 และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีอัตราการรอดร้อยละ 42.00 ตามลำดับ

สุรพล และคณะ (2540) ทำการย้ายปลูกปะการังจากเกาะเตาหม้อ ไปยังบริเวณเกาะขามฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เพื่อช่วยชีวิตปะการังจากบริเวณที่มีการขุดลอกร่องน้ำเพื่อใช้เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เส้นทางในการเดินเรือของเรือรบ และซ่อมแซมชุมชนปะการังในบริเวณเขตของฐานทัพเรือสัตหีบให้มีสภาพดีขึ้น โดยย้ายปะการังก้อน จำนวน 242 โคโลนี ปะการังกิ่ง จำนวน 40 กิ่ง ปะการังอ่อน จำนวน 3 โคโลนี ติดลงบนแผ่นซีเมนต์บล็อกขนาด 18.5 x 39.0 x 6.5 เซนติเมตร ด้วยซีเมนต์ชนิดพิเศษที่แข็งตัวเร็ว วางลงในรูตรงกลางของแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด 50.0 x 50.0 x 6.5 เซนติเมตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 เดือน พบว่า ปะการังก้อนรอด 238 โคโลนี โดยอัตราการรอดของปะการังแข็งและปะการังอ่อนรวมทั้งสิ้นร้อยละ 99.52

นอกจากนี้ มีการฟื้นฟูปะการังเขากวางจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่แตกหักเสียหายโดยใช้ท่อพลาสติกพีวีซีเป็นตัวยึดกิ่งปะการังติดกับพื้นทะเล บริเวณบ้านแสมสาร จังหวัดชลบุรี ซึ่งต่อมามีการดำเนินการย้ายปลูกปะการังเขากวางด้วยวิธีนี้ในหลายพื้นที่บริเวณอ่าวไทย

ส่วนการย้ายปลูกปะการังทางฝั่งทะเลอันดามัน เริ่มดำเนินการประมาณพ.ศ.2537 โดยสถาบันวิจัยชีววิทยาทางทะเล ภูเก็ต กรมประมง (ปัจจุบันคือ สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง) ในระยะแรกเป็นการย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยตรง โดยตัดกิ่งปะการังยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร มาผูกติดกับแกนเหล็กที่ตอกลงบนพื้นทรายปนเศษปะการังตาย ที่ระดับความลึกประมาณ 4-8 เมตร บริเวณเกาะไม้ท่อนและเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต พบว่า อัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมของแต่ละบริเวณที่ทำการย้ายปลูก

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ย้ายปะการังเขากวางที่มีขนาดเหมาะสมจากแปลงอนุบาล บริเวณเกาะพีพีเล จังหวัดกระบี่ ที่อนุบาลเป็นระยะเวลา 1 ปีเศษ มาใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการังเสื่อมโทรมซึ่งอยู่ห่างจากแปลงอนุบาลประมาณ 50-100 เมตร ที่ระดับความลึก 6-8 เมตร โดยใช้วิธีการย้ายปลูกปะการัง 2 วิธี ได้แก่

1. การใช้โครงเหล็กเส้น เป็นฐานยึดปะการัง ใช้ในพื้นที่ที่เป็นเศษปะการังปนทราย ซึ่งพื้นที่ในลักษณะนี้ พบว่า มีปะการังเขากวางตามธรรมชาติขึ้นเป็นหย่อมๆ กระจายอยู่ทั่วไป การฟื้นฟูแบบนี้จึงไม่แตกต่างกับสภาพธรรมชาติมากนัก การย้ายปลูกปะการังทำโดยใช้เหล็กเส้นเชื่อมเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1 x 1 เมตร ยึดมุมทั้งสี่ให้ติดแน่นกับพื้นโดยใช้เหล็กเส้นรูปตัวยู (U) สูง 40 เซนติเมตร ตอกยึดมุมทั้งสี่ของโครงเหล็กเข้ากับพื้นทะเล โครงเหล็กนี้มีแกนสูง 10 เซนติเมตร สำหรับยึดกิ่งปะการังที่ย้ายปลูกจำนวน 12 แกน ห่างกัน 25-30 เซนติเมตร วางโครง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหล็กห่างกัน 30-50 เซนติเมตร เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับปะการังเจริญเติบโตในระยะยาว เมื่อยึดโครงเหล็กกับพื้นท้องทะเลในบริเวณที่ต้องการแล้ว นำกิ่งปะการังจากแปลงอนุบาลมายึดให้แน่นกับแกนเหล็กโดยใช้พลาสติกรัดสายไฟขนาด 5-10 นิ้ว จำนวน 1-2 เส้น แล้วแต่ขนาดของกิ่งปะการังที่ย้ายปลูก ข้อดีของวิธีนี้คือ เป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน สามารถติดปะการังกับพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟูได้อย่างรวดเร็วและคงทน ใช้จำนวนแรงงานนักดำน้ำน้อย โดยพบว่า นักดำน้ำ 5 คน และผู้ช่วยลำเลียงอุปกรณ์บนเรือยาง 3 คน ทำตามขั้นตอนที่กล่าวข้างต้น สามารถย้ายปลูกปะการังได้ 100 กิ่งได้ในระยะเวลา 2 ชั่วโมงเศษ นอกจากนี้สามารถกำหนดและคำนวณพื้นที่ที่ทำการฟื้นฟูได้ง่าย และใช้ในพื้นที่ที่เป็นพื้นเศษปะการังปนทรายในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม เนื่องจากปะการังสามารถยึดเกาะกับแกนเหล็กก่อนที่แตกกิ่งก้านขยายโคโลนีต่อไป และหากปะการังที่ใช้ย้ายปลูกมาจากโคโลนีแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเดียวกัน (mother colony) ปะการังแต่ละกิ่งสามารถเชื่อมติดกันได้เป็นโคโลนีขนาดใหญ่ ส่วนข้อด้อยคือ มีค่าใช้จ่ายในการจัดทำโครงเหล็ก มีการใช้วัสดุแปลกปลอมซึ่งไม่สามารถย่อยสลายได้ลงทะเล แม้ว่าโครงสร้างเหล่านี้ถูกปะการังหรือทรายคลุมทับในระยะเวลาอันสั้น นอกจากโครงเหล็กรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้ว ในพื้นที่ขนาดเล็กอาจดัดแปลงรูปแบบของโครงเหล็กเป็นแท่งเหล็กยาว 1.2 เมตร เชื่อมปลายทั้งสองข้างเป็นขายาวประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อใช้ฝังยึดแท่งเหล็กให้ติดกับพื้นท้องทะเล ส่วนบนแท่งเหล็กมีแกนเชื่อมจากเหล็กเส้นสูง 10 เซนติเมตร สำหรับยึดกิ่งปะการังจำนวน 6-7 แกน แล้วแต่ความเหมาะสม

2. การใช้ไม้ไผ่ เป็นวัสดุยึดกิ่งปะการังเข้ากับพื้นแข็งในทะเล ใช้ในบริเวณที่เป็นพื้นแข็งซึ่งมักเป็นหินปูนที่เกิดจากซากปะการังโขด หรือปะการังโต๊ะขนาดใหญ่ที่มีรูพรุนตามธรรมชาติ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.5 เซนติเมตร และพื้นที่ต้องไม่แข็งมากนัก เพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์ในการเจาะหรือขยายขนาดรูเหล่านี้ได้ ซึ่งพื้นที่ในลักษณะนี้ในบริเวณเกาะพีพีเล เป็นพื้นที่ที่แนวปะการังเสื่อมโทรม เนื่องจากคลื่นสึนามิที่มีการลงเกาะของปะการังตามธรรมชาติอยู่บ้าง การฟื้นฟูรูปแบบนี้จึงเป็นการส่งเสริมการฟื้นตัวตามธรรมชาติ การย้ายปลูกปะการังทำโดยนักดำน้ำใช้กิ่งปะการังเสียบลงในรูที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งโดยมากต้องเจาะหรือขยายรูดังกล่าว โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ค้อน สว่านมือ ตะปู แท่งเหล็ก เพื่อให้มีขนาดรูใหญ่พอที่สอดส่วนฐานของปะการังเข้าไปให้ลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากนั้นจึงใช้ไม้ไผ่ขนาดประมาณ 1 x 20 เซนติเมตร สอดเข้าไปด้านข้างของกิ่งปะการังที่ย้ายปลูก ควรห่างกันอย่างน้อย 20 เซนติเมตร เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับปะการังเจริญเติบโตในระยะยาว ข้อดีและข้อด้อยของวิธีนี้ค่อนข้างตรงข้ามกับวิธีการแรกคือ ใช้อุปกรณ์ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน สามารถทำในพื้นที่เล็กๆ เพื่อส่งเสริมในพื้นที่ที่มีการฟื้นตัวของปะการังตามธรรมชาติ ใช้วัสดุที่ย่อยสลายได้ในการย้ายปลูกปะการัง โดยไม้ไผ่ที่ใช้ คือ ไม้สำหรับหนีบไก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ย่างที่มีขายทั่วไป สามารถย่อยสลายได้ในระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่ปะการังสร้างหินปูนเชื่อมติดกับพื้นแข็งได้ การใช้ไม้ไผ่ยาวยังช่วยในการแยกปะการังที่ย้ายปลูกออกจากปะการังที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในการติดตามผลระยะแรก ส่วนข้อด้อยคือ มีความเฉพาะของพื้นที่ที่ใช้ เนื่องจากพื้นที่ที่มีรูตามธรรมชาติที่มีขนาดพอเหมาะที่สอดกิ่งปะการังเข้าไปได้มีจำกัด จึงต้องใช้การเจาะหรือขยายขนาดเพิ่มเติม ซึ่งบางครั้งทำได้ยากและใช้ระยะเวลานาน นักดำน้ำต้องมีความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของปะการัง และมีทักษะในการปฏิบัติงานใต้น้ำเป็นอย่างดี รวมทั้งต้องมีความประณีตในการยึดปะการังเข้ากับพื้นที่อย่างแน่นหนา จึงต้องใช้จำนวนแรงงานนักดำน้ำมาก พบว่า โดยเฉลี่ยนักดำน้ำแต่ละคน ทำตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถย้ายปลูกปะการังได้ 6-15 กิ่ง ในระยะเวลา 2 ชั่วโมงเศษ ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่และความประณีตของนักดำน้ำ โดยพบว่า ระยะเวลา 2 เดือนหลังย้ายปลูก มีปะการังประมาณร้อยละ 40 หลุดออกจากพื้นที่ แต่ในจำนวนนี้ ปะการังกว่าครึ่งสามารถเจริญเติบโตต่อไปแม้ไม่สามารถยึดเกาะกับพื้นแข็ง

นอกจากวิธีการที่กล่าวมา ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการย้ายปลูกปะการังได้ตามความเหมาะสม ภายใต้พื้นฐานความรู้ด้านชีววิทยาของปะการัง ประกอบกับปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะของพื้นที่ สภาพแวดล้อม ระยะเวลา จำนวนกิ่งปะการังที่ใช้ในการย้ายปลูก ทักษะและความรู้ของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงงบประมาณในการดำเนินงาน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552)

นลินี และคณะ (2546) ทำการย้ายปลูกปะการังเขากวาง *A. formosa* ยึดติดกับแท่งเหล็กบริเวณแหลมพันวา และเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต พบว่า ภายในระยะเวลา 2 ปี ปะการังเขากวาง *A. formosa* มีความยาวของกิ่งเฉลี่ยกิ่งละ 0.8 เซนติเมตรต่อเดือน และแตกกิ่งใหม่เพิ่มโดยเฉลี่ย 1.4 กิ่งต่อเดือน และย้ายปลูกปะการังโขด *P. lutea* บริเวณเกาะไม้ท่อน โดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : ทราย ในอัตราส่วน 3:1:1 ยึดติดกับอิฐบล็อกคอนกรีต พบว่า ในระยะเวลา 4 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยปีละ 4 เซนติเมตร และมีความสูงของโคโลนีเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยปีละ 2 เซนติเมตร และได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการขนย้ายปะการังเขากวาง 3 วิธี ใช้ระยะเวลาประมาณ 90 นาที พบว่า ปะการังที่ย้ายโดยการแช่น้ำทะเลตลอดเวลามีอัตราการรอดสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ไว้ในที่แห้งโดยใช้น้ำทะเลรดเป็นระยะ และการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ชุบน้ำทะเลห่อกิ่งปะการังไว้ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัตนติกา (2549) นำชิ้นส่วนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ยึดติดกับซีเมนต์บล็อกและซากปะการัง บริเวณเกาะไผ่ จังหวัดกระบี่ พบว่า มีอัตราการรอดสูง (ร้อยละ 64-95) ซึ่งในระยะเวลา 3 เดือนแรก ชิ้นส่วนปะการังที่ยึดติดบนซากปะการัง มีอัตราการรอดร้อยละ 94.60 ซึ่งสูงกว่าการยึดติดบนซีเมนต์บล็อก มีอัตราการรอดร้อยละ 78.90 แต่ในระยะยาว ชิ้นส่วนปะการังที่ยึดติดบนซากปะการัง มีอัตราการรอดลดลงเหลือร้อยละ 64.30 เนื่องจากชิ้นส่วนปะการังมีขนาดไม่เหมาะสมกับซากปะการัง จึงทำให้หักหลุด และการยึดติดชิ้นส่วนปะการังไม่แน่นเพียงพอ ตลอดจนการขึ้นปกคลุมของสาหร่าย

นลินี (2551) ศึกษาอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของกิ่งปะการังเขากวาง *A. formosa* และ *A. grandis* ที่นำมาอนุบาลในแปลงอนุบาลปะการัง บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า ปะการังเขากวาง *A. formosa* และ *A. grandis* มีอัตราการรอดร้อยละ 94.80 และ 95.70 ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปะการังเขากวาง *A. formosa* เท่ากับ 0.23±0.20 เซนติเมตรต่อเดือน ส่วน *A. grandis* มีอัตราเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.41±0.21 เซนติเมตรต่อเดือน หลังจากอนุบาลเป็นระยะเวลา 6 เดือน ย้ายปะการังปลูกลงบนแท่งคอนกรีต (ภาพที่ 3) และแนวปะการังธรรมชาติ พบว่า ในเดือนแรก ปะการังที่ย้ายปลูกลงบนแท่งคอนกรีต และแนวปะการังธรรมชาติ มีอัตราการรอดร้อยละ 98.40 และ 99.20 ตามลำดับ และระยะเวลา 1 ปี หลังจากการย้ายปลูก พบว่า ปะการังที่ย้ายปลูกลงบนแท่งคอนกรีต มีอัตราการรอดร้อยละ 59.00 และการย้ายปลูกลงบนแนวปะการังธรรมชาติ มีอัตราการรอดร้อยละ 74.00 ส่วนอัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยในระยะเวลา 1 ปี หลังการย้ายปลูกของปะการังทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปะการังที่ย้ายปลูกลงบนแท่งคอนกรีต 2 ปี หลังจากการย้ายปลูก

**ภาพที่ 3** การย้ายปลูกปะการังบนแท่งเหล็กบนแท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม

**ที่มา**: สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ได้ศึกษาหาวิธีที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายปะการังเขากวาง *A. formosa* การฟื้นตัวของปะการังเขากวางในบริเวณที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง รวมถึงการทดลองย้ายปลูกปะการังในพื้นที่อื่นๆ พบว่า หากไม่ย้ายปะการังทั้งโคโลนีออกในปริมาณมากเกินไป แหล่งแม่พันธุ์ปะการังสามารถฟื้นตัวได้ในระยะเวลาไม่นาน (นลินี และคณะ, 2546) ส่วนการขนย้ายกิ่งปะการังเพื่อทำการย้ายปลูก สามารถนำกิ่งปะการังมาวางในที่ร่มบนเรือได้ โดยไม่ต้องแช่กิ่งปะการังในน้ำทะเลตลอดเวลา เพียงแต่ใช้น้ำทะเลรดกิ่งปะการังเป็นระยะ (นลินี และ ไพทูล, 2541) และศึกษาการย้ายปลูกปะการังโขด *P. lutea* ซึ่งเป็นปะการังชนิดเด่นที่พบบริเวณแนวปะการังในประเทศไทย มีความทนทานต่อคลื่นลม และทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดปะการังฟอกขาวได้ดีเมื่อเทียบกับปะการังเขากวาง จึงเหมาะในการใช้เป็นโครงสร้างหลักสำหรับแนวปะการังที่ดำเนินการฟื้นฟู มีการศึกษาขนาดที่เหมาะสมของปะการังโขดสำหรับการย้ายปลูก โดยตัดแบ่งชิ้นปะการังขนาดต่างๆ จากโคโลนีที่เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง พบว่า ชิ้นปะการังโขดที่มีขนาดประมาณ 3.5 x 3.5 เซนติเมตร มีอัตราการรอดสูงสุด และมีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่างกับการใช้ชิ้นปะการังโขดขนาด 5.0 x 5.0 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังรวบรวมโคโลนีของปะการังโขดที่ไม่มีที่ลงเกาะ ที่พบกระจายบริเวณพื้นทราย ซึ่งมีอัตราการรอดต่ำ เนื่องจากสาเหตุต่างๆ (corals of opportunity) โดยเฉพาะการถูกทับถมโดยทราย มาติดกับฐานอิฐบล็อก พบว่า ปะการังที่กระจายอยู่ตามพื้นท้องทะเลสามารถใช้ในการย้ายปลูกได้ทุกขนาด เพื่อเพิ่มโอกาสในการรอดให้กับปะการังเหล่านี้ และพบว่า โคโลนีปะการังขนาดเล็กโตเร็วกว่าขนาดใหญ่ ทำให้ปะการังมีขนาดใกล้เคียงกันมากหลังจากย้ายปลูกเป็นระยะเวลาประมาณ 1 ปี และพบว่า บริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต ปะการังโขดที่ย้ายปลูกโดยวิธีการนี้สามารถกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมภายในระยะเวลา 7 ปี (Thongtham and Chansang, 2008)

นอกจากการศึกษาวิจัยแล้ว มีการนำผลจากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ เช่น ใช้ในการฟื้นฟูปะการังเขากวางที่แตกหักเสียหายจากคลื่นสึนามิในปีพ.ศ.2547 บริเวณอ่าวป่าตอง จังหวัดภูเก็ต และอ่าวโล๊ะดาลัม เกาะพีพีดอน จังหวัดกระบี่ มีปะการังเขากวางจำนวนมากที่แตกหักเสียหาย ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้จะถูกทับถมโดยทรายจนตายในที่สุด การฟื้นฟูทำโดยใช้นักดำน้ำอาสาสมัครรวบรวมกิ่งปะการังเหล่านี้มาติดบนอิฐบล็อกซีเมนต์โดยใช้ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว แล้วนำกลับไปวางบนพื้นทรายบริเวณขอบแนวปะการัง โดยใช้เหล็กยึดอิฐบล็อกให้ติดกับพื้นท้องทะเล ที่ระดับความลึกประมาณ 6-10 เมตร พบว่า ปะการังสามารถรอดชีวิตและมีการเจริญเติบโตต่อไปได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yap *et al.* (1992) ศึกษาการเจริญเติบโตและการตายของปะการัง 3 ชนิดที่ได้รับผลกระทบจากการย้ายปลูกที่เกาะ Cangaluyan ประเทศฟิลิปปินส์ โดยใช้กาวอีป๊อกซี่ (epoxy) ยึดติดปะการัง พบว่า ปะการัง *Pavona frondifera* มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด และไม่มีการตายเลย

Kaly (1995) ทำการทดลองย้ายปะการัง บริเวณแนวปะการัง Great Barrier Reef ประเทศออสเตเลีย ด้วยวิธีต่างกัน 2 วิธี คือ การผูกยึดชิ้นส่วนปะการังกับเหล็กสกัดที่ใช้ในการก่อสร้าง และการใช้ชิ้นส่วนปะการังยึดติดกับฐานซีเมนต์ด้วยกาวอีป๊อกซี่ซีเมนต์ พบว่า การย้ายปะการังโดยการยึดติดปะการังกับฐานซีเมนต์ให้ผลดีที่สุด และการเคลื่อนย้ายโดยไม่ให้ปะการังสัมผัสกับอากาศให้อัตราการรอดสูงกว่าการให้ปะการังสัมผัสอากาศ

Cros and McClanahan (2003) ย้ายปลูกปะการัง *Porites palmata* และ *P. lutea* ใน 3 พื้นที่ของ Mombasa Marine National Park ประเทศเคนย่า ติดตามผลการทดลองเป็นระยะเวลามากกว่า 57 วัน พบว่า *P. palmata* เป็นปะการังแตกกิ่งก้าน มีความรู้สึกไวต่อการรบกวนมากกว่า *P. lutea* ซึ่งเป็นปะการังโขด และไม่มีความแตกต่างของอัตราการตายทั้ง 3 บริเวณ และพบว่า การย้ายปลูกปะการังในบริเวณที่จำกัดการตกปลามีอัตราการรอดสูงที่สุดมากกว่าบริเวณอื่น

Lindahl (2003) ย้ายปลูกปะการังเขากวาง *Acropora muricata* และ *Acropora vaughani* บริเวณ Tutia Reef ใกล้เกาะ Mafia ประเทศแทนซาเนีย บริเวณน้ำตื้น โดยยึดกับพื้นที่ลงเกาะที่ไม่ถาวร พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปะการังที่มีชีวิต เป็นระยะเวลามากกว่า 1 ปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 56 และอัตราการรอดมีความสัมพันธ์กับขนาดปะการัง

Soong and Chen (2003) ย้ายปลูกปะการังเขากวาง *Acropora pulchra* ทางตอนใต้ของประเทศไต้หวัน ระหว่างปีค.ศ.1996-1998 โดยผูกติดกับสายเบ็ดตกปลาบนตะแกรงที่สร้างมาจากเหล็กและพลาสติก พบว่า แหล่งที่มาของปะการัง และขนาดปะการัง มีผลต่อการเจริญเติบโตของปะการัง

Yap and Molina (2003) เปรียบเทียบปะการัง *Porites cylindrical* และ *P. rus* ที่ย้ายปลูกบริเวณ reef flat และแทงก์เพาะเลี้ยง (culture tank) ประเทศฟิลิปปินส์ โดยแทงก์เพาะเลี้ยงควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อม พบว่า อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดใน reef flat สูงกว่าในแทงก์เพาะเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การย้ายปะการังนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของปะการังภายหลังจากการย้าย (รัตนติกา, 2549; Harriot and Fisk, 1988) ดังนี้

1. บริเวณที่ย้ายปะการัง ควรเป็นพื้นที่ที่ให้ผลคุ้มค่าในการย้าย

2. ขอบเขตของการกระจายของปะการัง (zonation) และองค์ประกอบชนิดของปะการัง (species composition) ทั้งในบริเวณที่อยู่เดิมและบริเวณที่ย้ายปะการังไป

3. การกำหนดชนิดปะการังที่ย้าย รวมทั้งขนาดของพื้นที่ที่ทำการย้ายปะการังออกไป

4. ขนาดและรูปทรงของปะการังที่ทำการย้าย (shape of colony of fragments)

5. ความขุ่นใสของน้ำ อุณหภูมิน้ำทะเล ระดับความลึก และผลกระทบที่มีต่อสรีระของปะการัง (physiological stress) ที่มีผลกระทบต่อปะการัง

6. การตรึงปะการังที่ย้ายให้ติดอยู่กับฐานอย่างมั่นคง (attachment) ซึ่งการติดปะการังกับฐานให้มั่นคงนั้น ช่วยให้ปะการังมีอัตราการรอดสูงหลังจากการย้าย (Kaly, 1995) การยึดติดปะการังสามรถทำได้หลายวิธี เช่น

6.1 การนำกิ่งปะการังเชื่อมติดลงในกระถางต้นไม้ด้วยซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างและการฝังกระถางต้นไม้ที่มีปะการังติดอยู่ลงในพื้นท้องทะเล (Auberson, 1982)

6.2 การผูกกิ่งหรือก้อนปะการังกับแท่งเหล็ก ไม้ หรือก้อนหิน (Kaly, 1995)

6.3 การติดก้อนหรือกิ่งปะการังลงบนฐานคอนกรีตด้วยกาวอีป๊อกซี่ซีเมนต์ (Kaly, 1995)

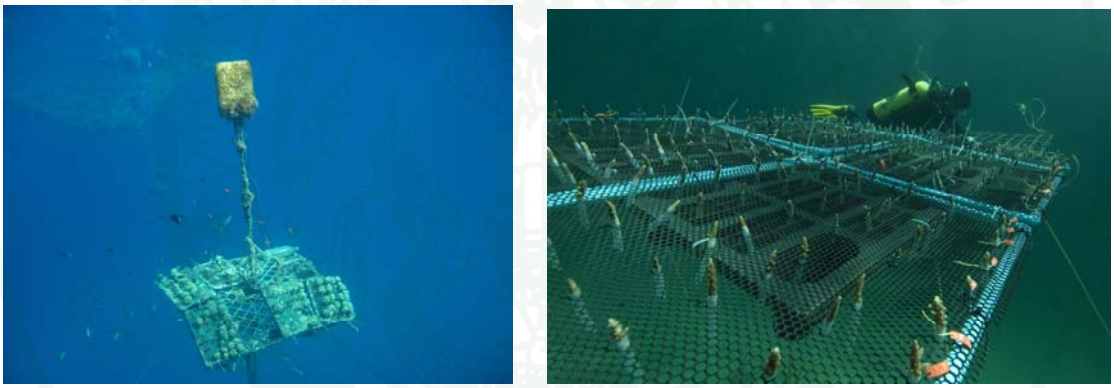
6.4 การติดปะการังก้อนและปะการังกิ่ง โดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : ทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 ลงบนซีเมนต์บล็อก (สิทธิพันธ์, 2537)

**แปลงอนุบาลปะการัง**

การจัดทำแปลงอนุบาลปะการัง (coral nursery) เป็นวิธีที่นักวิจัยจาก National Institute of Oceanography ประเทศอิสราเอล นำแนวคิดการเพาะพันธุ์กล้าไม้สำหรับการปลูกป่า (silviculture) (Epstein *et al*., 2003) มาใช้กับการฟื้นฟูแนวปะการังและประสบความสำเร็จอย่างสูงในระดับการศึกษาที่ทะเลแดง ประเทศอิสราเอล (ภาพที่ 4) หลักการคือ การนำกิ่งปะการังจากธรรมชาติที่มีขนาดเล็ก (<1 เซนติเมตร) มาอนุบาลในแปลงอนุบาลกลางน้ำเพื่อให้มีขนาดใหญ่ และแข็งแรง ก่อนนำไปย้ายปลูกในบริเวณที่ต้องการฟื้นฟูต่อไป โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ได้นำแนวคิดที่ได้จากการดำเนินงานร่วมกับนักวิจัยอิสราเอล ภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศด้านการฟื้นฟูปะการัง (Developing Ubiquitous Practices for Restoration of Indo-Pacific Reefs, REEFRES) ซึ่งได้รับความสนับสนุนด้านงบประมาณจากสหภาพยุโรป (EU) ระหว่างปีพ.ศ.2548-2551 มาศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงเทคนิคดังกล่าวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งมีความแตกต่างกับทะเลแดงอย่างสิ้นเชิง ทั้งในเรื่องของชนิดและขนาดของกิ่งปะการังที่เหมาะสมทั้งในแปลงอนุบาลและหลังย้ายปลูกในพื้นที่ฟื้นฟู ความรุนแรงของคลื่นลม ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลง (tidal range) ปริมาณตะกอนในน้ำทะเล ระดับความลึก ทัศนวิสัยใต้น้ำ และลักษณะพื้นท้องทะเล โดยเริ่มดำเนินการบริเวณแหลมพันวา และเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต จากนั้นได้นำวิธีการที่ได้พัฒนาแล้วไปใช้ในบริเวณเกาะพีพี จังหวัดกระบี่ (ภาพที่ 4) และถ่ายทอดเทคนิคไปยังศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและอ่าวไทยตอนกลาง เพื่อศึกษาความเหมาะสมของวิธีนี้ในพื้นที่อื่นๆของประเทศไทยต่อไป



ทะเลแดง ประเทศอิสราเอล หมู่เกาะพีพี จังหวัดภูเก็ต

**ภาพที่ 4** แปลงอนุบาลกลางน้ำในต่างประเทศและในประเทศไทย

**ที่มา**: นลินี ทองแถม (ติดต่อส่วนตัว)

ข้อดีของการอนุบาลปะการังในแปลงอนุบาลกลางน้ำก่อนทำการย้ายปลูก คือ ใช้กิ่งปะการังขนาดเล็ก จึงไม่รบกวนแหล่งแม่พันธุ์ปะการังในธรรมชาติมากจนเกินไป คือ ใช้ขนาดกิ่งปะการังประมาณ 3-5 เซนติเมตร ในขณะที่การย้ายปลูกโดยใช้กิ่งปะการังไปไว้ในพื้นที่ฟื้นฟูโดยตรง ควรใช้กิ่งปะการังที่มีความยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร จึงมีอัตราการรอดสูง (นลินี และคณะ, 2546; Edwards and Gomez, 2007) จากการติดตามแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง พบว่า กิ่งปะการังที่ถูกตัดเริ่มงอกส่วนปลายกิ่งใหม่ได้ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ และมีการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามปกติจนไม่เห็นร่องรอยที่ถูกตัดภายในระยะเวลา 2-3 เดือน นอกจากนี้แปลงอนุบาลปะการังกลางน้ำยังช่วยลดปัญหาเรื่องการตกทับของตะกอนลงบนปะการัง เนื่องจากการแกว่งตัวของแปลงอนุบาลที่อยู่กลางน้ำ ทำให้ตะกอนไม่ตกทับบนปะการัง และทำให้ปะการังมีโอกาสได้รับออกซิเจนและสารอาหารในน้ำทะเลได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการหลีกเลี่ยงการทำลายปะการังโดยสัตว์ทะเลบางชนิด เช่น ดาวมงกุฎหนาม หอย *Drupella* sp. ซึ่งเป็นศัตรูของปะการัง (Shafir *et al.*, 2006a) การเตรียมปะการังลงในแปลงอนุบาล สามารถใช้แรงงานจากอาสาสมัครจำนวนมากที่ไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญเฉพาะทาง แต่ต้องมีความเข้าใจในกระบวนการและปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและฟื้นตัวของปะการัง นอกจากนี้การเลือกพื้นที่ในการจัดทำแปลงอนุบาล การติดตั้งและรวบรวมกิ่งปะการัง ยังต้องอยู่ในความควบคุมของนักวิชาการ ที่ต้องเลือกบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปะการัง อยู่ไม่ห่างจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังและบริเวณที่ดำเนินการฟื้นฟู

Shafir *et al.* (2006a) อนุบาลชิ้นส่วนปะการัง 7,119 ชิ้น จากปะการัง 11 ชนิด และปะการังก้อน *Favia favus* 21 โคโลนี ที่ระดับความลึก 6 เมตร เหนือพื้นท้องทะเล 14 เมตร บริเวณทะเลแดงประเทศอิสราเอล พบว่า อัตราการตายในช่วงอนุบาล เป็นระยะเวลา 10 เดือน มีค่าต่ำมาก (น้อยกว่าร้อยละ 10) และมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ส่วนปะการังก้อน *Favia favus* ไม่พบอัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 159 ระหว่างการอนุบาลเป็นระยะเวลา 270 วัน และชิ้นส่วนปะการังจากปะการังกิ่ง 5 ชนิด 10 โคโลนี จำนวน 6,813 ชิ้น (ความสูงประมาณ 0.5-3 เซนติเมตร) ยึดติดกับ Plastic Pin เสียบลงในตะแกรงพลาสติกบนแปลงอนุบาลลอยน้ำ ที่ระดับความลึก 6 เมตร เหนือพื้นท้องทะเล 14 เมตร หลังจากการอนุบาลเป็นระยะเวลา 144 วัน พบว่าจำนวนชิ้นส่วนปะการังร้อยละ 13.10 ตาย และร้อยละ 21.20 หลุดหายจากคลื่นและกระแสน้ำ และพบว่า โคโลนีขนาดเล็กพร้อมสำหรับการย้ายปลูกภายในระยะเวลา 144-200 วัน (Shafir *et al.*, 2006b)

Forsman *et al.* (2006) อนุบาลปะการัง *Porites lobata* และ *Porites compressa* บนแปลงอนุบาล 2 แบบที่แตกต่างกันในเรื่องของต้นทุน การออกแบบที่ซับซ้อน และความหนาแน่น โดยแบบที่ 1 อนุบาลโดยใช้ถังน้ำขนาดใหญ่ มีการเคลื่อนที่ของมวลน้ำสูง และมีการทำความสะอาดเพื่อเอาสาหร่ายออก เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 เดือน ย้ายปะการังไปถังน้ำที่มีการเคลื่อนที่ของมวลน้ำต่ำบรรจุเม่น *Tripneustes gratilla* ลงไป และลดการทำความสะอาด (แบบที่ 2) พบว่า การอนุบาลแบบที่ 1 *P. lobata* มีอัตราการรอดร้อยละ 92.00 และ *P. compressa* มีอัตราการรอดร้อยละ 73.00 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดชิ้นส่วนปะการัง อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างโคโลนีแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง แต่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการตายของขนาดชิ้นส่วนปะการังโดยเฉพาะ ส่วนการอนุบาลแบบที่ 2 พบว่า เม่นทะเลทำลายชิ้นส่วนปะการังขนาดเล็ก มีความเสียหายสูง *P. lobata* มีอัตราการรอดร้อยละ 78.00 และ *P. compressa* มีอัตราการรอดร้อยละ 76.00 และพบว่า ชิ้นส่วนปะการังที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 ตารางเซนติเมตร ไม่เกิดความเสียหาย และมีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตสูง

Shaish *et al.* (2008) อนุบาลชิ้นปะการังที่ระดับความลึก 2 เมตร โดยใช้แปลงอนุบาล 2 วิธี ได้แก่ แปลงอนุบาลลอยน้ำ (suspended nursery) และแปลงอนุบาลที่มีขาตั้งบนพื้นทราย (leg-fixed nursery) ประเทศฟิลิปปินส์ โดยใช้ชิ้นส่วนปะการัง 6,824 ชิ้น จากปะการัง 7 ชนิดที่มีความแตกต่างของรูปทรงปะการังและอัตราการเจริญเติบโต ในระยะเวลา 1 ปี เปรียบเทียบอัตราการรอด การฟอกขาว และอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังระหว่างแปลงที่แตกต่างกัน ชนิดปะการัง และพันธุกรรม พบว่า มีอัตราการรอดสูงทั้งแปลงอนุบาล 2 วิธี (มากกว่าร้อยละ 85) และชิ้นส่วนปะการังกิ่งมีขนาดเหมาะสมเพื่อรอทำการย้ายปลูกต่อไป

ข้อด้อยของการจัดทำแปลงอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก คือ ใช้ระยะเวลา งบประมาณ และจำนวนแรงงานมากในการดำเนินการ เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาอนุบาลปะการังเป็นระยะเวลา 6-9 เดือน จนกระทั่งปะการังมีขนาดใหญ่และแข็งแรงพอที่ทำการย้ายปลูกในบริเวณที่ต้องการฟื้นฟู นอกจากนี้ระหว่างการอนุบาล ต้องกำจัดสาหร่าย เพรียง และสัตว์เกาะติดอื่นๆ ที่แก่งแย่งพื้นที่การเจริญเติบโตของปะการังในแปลงอนุบาล รวมทั้งซ่อมแซมแปลงอนุบาลกรณีมีการแตกหักเสียหาย (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552) จากการศึกษาของ Shafir *et al.* (2009) ศึกษาการใช้สาร Aqua-quard M250 ซึ่งใช้เป็นสารยับยั้งการลงเกาะในอุตสาหกรรมฟาร์มปลา และไม่เป็นพิษต่อการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปะการังในระยะมากกว่า 2 เซนติเมตร พบว่า หากใช้สารยับยั้งการลงเกาะในปริมาณน้อยบนแปลงอนุบาล ช่วยลดการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตในทะเลได้ถึงร้อยละ 90

**ที่มาของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่ใช้ในการย้ายปลูก**

การฟื้นฟูแนวปะการังส่วนใหญ่ มักใช้วิธีนำปะการังที่มีอยู่ในธรรมชาติมาเป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เช่น การนำกิ่งปะการังหรือโคโลนีขนาดเล็ก มาติดกับโครงสร้างต่างๆที่สร้างขึ้น หรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำมาใช้ย้ายปลูกโดยตรง ซึ่งการนำปะการังจากธรรมชาติมาใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการังในปริมาณที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่แนวปะการังนั้นๆได้ คือ ลดพื้นที่แนวปะการังที่มีความสมบูรณ์ตามธรรมชาติลง และอาจมีผลต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังเหล่านี้ได้ ซึ่งส่งผลต่อประชากรปะการังในระยะยาว นอกจากนี้ยังมีโอกาสสูญเสียกิ่งปะการังจากการตายขณะย้ายและหลังการย้ายปลูกอีกด้วย โดยเฉพาะหากพื้นที่ฟื้นฟูอยู่ห่างไกลจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังหรือมีสภาพแวดล้อม เช่น ระดับความลึก ความใสของน้ำ ความรุนแรงของคลื่นลม ลักษณะพื้นท้องทะเล ต่างจากบริเวณที่เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ดังนั้นการฟื้นฟูแนวปะการังควรคำนึงถึงที่มาของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่ใช้ด้วย

การเก็บเศษปะการังที่แตกหักเสียหายด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น พายุ เรือชน หรือปะการังที่หลุดจากพื้นที่ลงเกาะซึ่งเสี่ยงต่อการถูกพัดพาโดยลม หรือถูกทรายกลบทับ (corals of opportunity) มาใช้แทนการหักจากแนวปะการังธรรมชาติ เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดความสูญเสียของแนวปะการังที่ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการังได้

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาปริมาณของปะการัง ที่สามารถแบ่งออกมาใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการังโดยไม่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการังตามธรรมชาติ เท่าที่มีรายงานไว้ คือ การแบ่งกิ่งปะการังออกมาจากแนวปะการังธรรมชาติ ควรทำด้วยความระมัดระวัง และไม่ควรแบ่งออกไปมากกว่าร้อยละ 10 ของปริมาณปะการังที่เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง และหากเป็นปะการังรูปทรงแบบก้อน ควรตัดแบ่งที่ด้านขอบโคโลนีเท่านั้น ไม่ควรเจาะตรงส่วนกลางของโคโลนีปะการัง (Edwards and Gomez, 2007)

จากการทดลองย้ายปะการังเขากวางเพื่อเป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง สำหรับการฟื้นฟูแนวปะการังที่ดำเนินการโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน พบว่า หากมีการย้ายปะการังทั้งโคโลนีในปริมาณร้อยละ 25 ของพื้นที่ พบว่า ปะการังมีการฟื้นตัวได้ช้ามาก แต่หากเป็นการตัดเพียงปลายกิ่งปะการังที่มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร จากโคโลนีที่มีขนาดใหญ่พอสมควร โดยตัดออกมาประมาณร้อยละ 5 ของกิ่งปะการังที่มีอยู่ กิ่งปะการังที่ถูกตัดเริ่มงอกใหม่ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ และเริ่มแตกกิ่งก้านใหม่จนไม่เห็นร่องรอยถูกตัดภายในระยะเวลา 3 เดือน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ข้อควรพิจารณาในการย้ายปลูกปะการัง**

การย้ายปลูกปะการัง สามารถใช้ย้ายปะการังในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การสร้างสะพาน ท่าเทียบเรือ นอกจากนี้เป็นการย้ายปะการังจากบริเวณที่มีแหล่งแม่พันธุ์ปะการังสมบูรณ์ ซึ่งโดยทั่วไปมีปะการังเพียงไม่กี่ชนิดที่มีความทนทานต่อการย้ายและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วลงในพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟู บริเวณที่ย้ายปลูกต้องมีสภาพพื้นท้องทะเลที่แข็งพอที่ปะการังสามารถยึดเกาะได้ รวมทั้งมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของปะการัง การย้ายปลูกปะการังเพื่อฟื้นฟูในประเทศไทยที่ดำเนินการในปัจจุบัน มักทำในปะการังเขากวาง เนื่องจากหาแหล่งแม่พันธุ์ปะการังได้ง่าย และมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ทำให้เห็นผลการดำเนินงานชัดเจนในระยะเวลาอันสั้น แต่ปะการังกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีโครงสร้างเปราะบาง ง่ายต่อการแตกหักเสียหาย รวมถึงไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิน้ำทะเล และปริมาณตะกอน ทำให้เสี่ยงต่อการสูญเสียหากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

การย้ายปะการังเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง ทำให้สังคมปะการังที่เกิดขึ้นประกอบด้วยปะการังที่ทำการย้ายเพียงไม่กี่ชนิด แตกต่างกับแนวปะการังที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยปะการังหลายชนิดขึ้นอยู่รวมกัน ก่อให้เกิดเป็นสังคมปะการังที่ซับซ้อน การดำเนินการย้ายปลูกปะการังจึงควรศึกษาถึงความเหมาะสมในเชิงนิเวศวิทยา สภาพแวดล้อม และต้องคำนึงถึงความหลากหลายทางชีวภาพตามธรรมชาติ รวมทั้งจำนวนแหล่งแม่พันธุ์ปะการังตามธรรมชาติที่ใช้ในการย้ายปลูก โดยให้มีการสูญเสียน้อยที่สุด

จากการศึกษาของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ร่วมกับนักวิจัยจากประเทศอิสราเอล ภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศด้านการฟื้นฟูปะการัง (REEFRES) พบว่า พันธุกรรมมีผลอย่างยิ่งต่อปะการังที่ย้ายปลูก แม้เป็นปะการังชนิดเดียวกันแต่มาจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังต่างโคโลนีกัน มีการเจริญเติบโต และความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป และพบว่า ปะการังชนิดเดียวกันที่มาจากต่างโคโลนีไม่สามารถเชื่อมกิ่งรวมเป็นโคโลนีเดียวกันได้ ส่วนการย้ายปลูกปะการังต่างชนิดในบริเวณใกล้เคียงกัน อาจทำให้มีการปล่อยเซลล์เข็มพิษมายับยั้งการเจริญเติบโต เพื่อแก่งแย่งพื้นที่กัน ดังนั้นการย้ายปลูกปะการังต่างชนิด หรือต่างแหล่งแม่พันธุ์ปะการังในบริเวณเดียวกัน จึงควรพิจารณาถึงปัจจัยข้อนี้ด้วย (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ชีววิทยาของปะการังที่นำมาใช้ในการศึกษา

1. ปะการังเขากวางก้านยาว

ชื่อสามัญ: Long-Branched Staghorn Coral

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Acropora formosa* (Dana, 1846)

สกุล: *Acropora*

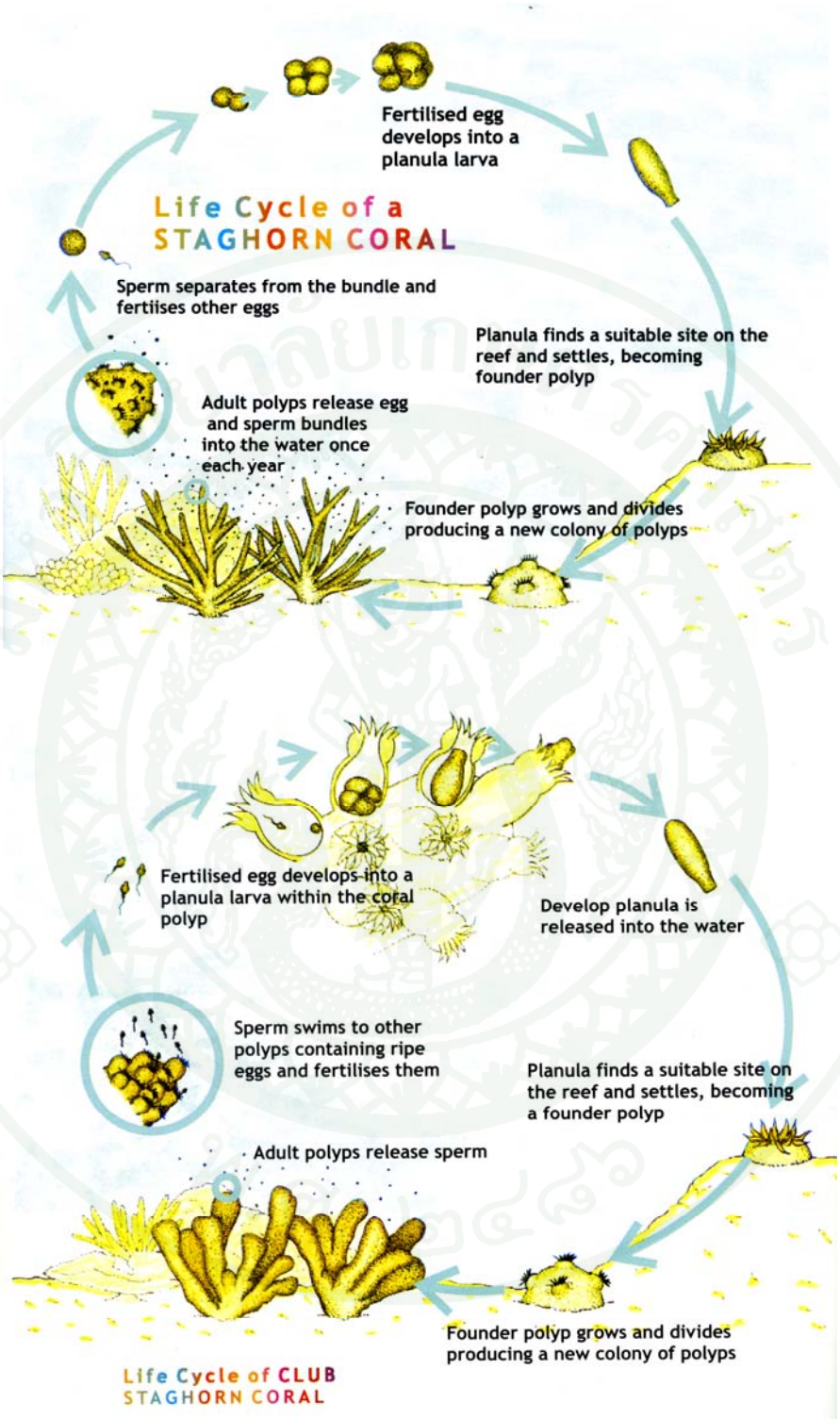
วงศ์: Acroporidae

**ภาพที่ 5** ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

ปะการังวงศ์ Acroporidae มีลักษณะเด่น คือ มีคอรอลไลท์ขนาดเล็ก เซ็ปต้ามี 2 ขนาดหรือน้อยกว่า มีการพัฒนาของคอลัมเมลลาดี โพลิปมักมีขนาดเล็กประมาณ 1-5 มิลลิเมตร ส่วนมากตัวที่อยู่ตามปลายกิ่งก้านมักเป็นตัวที่มีขนาดใหญ่สุด ซึ่งแตกหน่อแบ่งตัวสร้างตัวใหม่ออกทางด้านข้าง และทำให้ปะการังเขากวางยืดยาวขึ้นเรื่อยๆ (ภาพที่ 6) (สุรินทร์, 2540) เป็นรูปทรงปะการังที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด (Veron, 2000a)

ปัจจุบันภายหลังจากปีค.ศ.1999 ได้มีการเปลี่ยนชื่อปะการังชนิดนี้จาก *Acropora formosa* เป็น *Acropora muricata* (Veron, 2000a)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 6** วงจรชีวิตของปะการังเขากวาง

**ที่มา**: Wallace and Aw (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*Acropora formosa* มีโคโลนีเป็นทรงกระบอกหนา คอรอลลัมแตกกิ่งก้านยื่นยาวออกไปและเรียวเล็กลงตรงปลาย และมีปลายแหลม ยกตัวตั้งขึ้น แต่ละช่อปะการังกินเนื้อที่กว้าง 30-60 เซนติเมตร ผนังกั้นคอรอลไลท์ด้านข้างเจริญเติบโตดีเพียงด้านเดียว และมีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ส่วนคอรอลไลท์ที่อยู่ปลายยอดมีขนาดใหญ่กว่าและมักมีสีชมพูอ่อน ในเขตน้ำตื้นมีกิ่งปะการังสั้น ส่วนในเขตน้ำลึกมีกิ่งปะการังโปร่ง

ปะการังเขากวางชนิดนี้ พบอยู่ในแนวปะการังทั่วไปของประเทศไทย และแถบอินโด-แปซิฟิก (สุรินทร์, 2547; คณะประมง และ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548) จากการศึกษาของ อัญชลี (2549) พบปะการังสกุล *Acropora* จาก 30 เกาะ ในอ่าวไทยทั้งหมด 37 ชนิด มีพื้นที่ครอบคลุมเฉลี่ยในอ่าวไทย ร้อยละ 14.90 ของพื้นที่ศึกษา และมีแนวโน้มกำลังฟื้นตัวหลังการเกิดปะการังฟอกขาวเมื่อปีพ.ศ.2541 และ อรวรรณ (2542) พบ ปะการังสกุล *Acropora* 21 ชนิด ในจังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง

การสืบพันธุ์ของปะการังเขากวาง *Acropora* spp. พบว่า 12 ชนิด ปล่อยไข่หลังจากพระจันทร์เต็มดวงในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน และ 4 ชนิด ปล่อยไข่หลังจากพระจันทร์เต็มดวง 9-13 คืน ในช่วงเดือนกันยายน (Carroll *et al*., 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ปะการังดอกกะหล่ำ

ชื่อสามัญ: Cauliflower Coral

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758)

สกุล: *Pocillopora*

วงศ์: Pocilloporidae

**ภาพที่ 7** ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

ปะการังวงศ์ Pocilloporidae มีลักษณะเด่น คือ โคโลนีเป็นแบบทรงกลมหรือแบบกิ่ง เซ็ปต้ามี 2 ขนาดหรือน้อยกว่า คอลัมเมลลามีการพัฒนาไม่เต็มที่ คอรอลไลท์เล็ก แต่มีการพัฒนาดี มีการสร้างเซ็ปต้า 1-2 วง มีบางเซ็ปต้าเชื่อมอยู่กับคอลัมเมลลา ส่วน ceonosteum ถูกปกคลุมด้วยหนามเล็กๆ และมีสาหร่ายเซลล์เดียวอาศัยอยู่มาก (Veron, 2000b)

*Pocillopora damicornis* มีคอรอลลัมเป็นช่อคล้ายกิ่งก้านของพุ่มไม้ ตามปกติกิ่งก้านที่แตกแขนงออกมีลักษณะกลมหรือแบนเล็กน้อย กิ่งมีปุ่มกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ก้านที่แตกออกมาดูไม่ออกว่าเป็นปุ่มหรือกิ่งที่แตกออกมาใหม่ กิ่งแขนงยกตัวสูงเท่าๆกัน เมื่อตัดตามขวาง แคลไลซ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 มิลลิเมตร เป็นรูปสี่ถึงหกเหลี่ยม คล้ายลายตาข่าย ขนาดช่อโคโลนีกว้างประมาณ 20-30 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปะการังดอกกะหล่ำชนิดนี้ พบอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงจนถึงขอบด้านนอกของแนวปะการัง และเป็นปะการังที่พบได้บ่อยในแนวปะการังทั่วไป นอกจากนี้ระหว่างกิ่งก้านของปะการัง มักพบปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* อาศัยอยู่ด้วยเสมอ (สุรินทร์, 2547; คณะประมง และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548)

การสืบพันธุ์ของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีการปล่อยตัวอ่อนปะการังในช่วงแรม 15 ค่ำ - ขึ้น 13 ค่ำของทุกเดือน โดยปล่อยตัวอ่อนมากที่สุดในช่วงวันขึ้น 2-5 ค่ำ สามารถปล่อยตัวอ่อนได้ทั้งกลางวันและกลางคืน แต่พบมากที่สุดในช่วงระยะเวลา 18.00-20.00 น. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ปล่อยโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือน 214.1±24.4 ตัวต่อโคโลนีต่อวัน และมีอัตราการปล่อยโดยเฉลี่ย 0.2±0.05 ตัวต่อโพลิป และมีอัตราการลงเกาะประมาณร้อยละ 60 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีการพัฒนาตัวอ่อนตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0.5 ของการลงเกาะ และกลายเป็นปะการังที่มีโพลิปแรกสมบูรณ์เมื่ออายุ 40 ชั่วโมง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร และเริ่มทำการขยายขนาดเมื่อมีอายุประมาณ 4-10 วัน โดยการแตกหน่อรอบโพลิปแรกเริ่ม เมื่ออายุประมาณ 6 เดือน จึงยกตัวในแนวดิ่ง (ปฐพร, 2551) ที่ประเทศฟิลิปปินส์ พบว่า ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีการปล่อยตัวอ่อนในช่วงเวลากลางคืน สูงสุดในช่วงเวลา 02.30 น. ช่วงที่มีการปล่อยตัวอ่อนมากที่สุดอยู่ในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม) และน้อยที่สุดอยู่ในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม) (Villanueva *et al*., 2008)

เหตุผลที่เลือกปะการัง 2 ชนิดนี้ในการศึกษาวิจัย เพราะว่า ปะการังเขากวาง *Acropora formosa* มีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตสูง (Alcala *et al*., 1982) จึงมักเป็นที่นิยมในการเลือกใช้เพื่อฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรม ส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปสูง อีกทั้งปะการังทั้ง 2 ชนิด มีปริมาตรเชิงนิเวศสูงซึ่งเป็นปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างกิ่งปะการัง ที่สิ่งมีชีวิตสามารถเข้าไปอาศัยอยู่ได้ เช่น หอยฝาเดียว (Zvuloni *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในประเทศไทย

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Coral Bleaching) คือ ปรากฏการณ์ที่ปะการังชนิดต่างๆ รวมถึงสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังบางชนิด มีสีซีดลง จนเห็นเป็นเพียงสีขาวของหินปูน ซึ่งเป็นโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ เนื่องจากปะการังอาศัยอยู่ร่วมกับสาหร่ายเซลล์เดียว (zooxanthellae) ปะการังได้อาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายเซลล์เดียว ส่วนสาหร่ายเซลล์เดียวได้รับธาตุอาหารจากการขับของเสีย และคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของปะการัง มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเรียกความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันว่า symbiosis สาหร่ายเซลล์เดียวยังช่วยสร้างสีสันและหินปูนให้แก่ปะการังด้วย

ปะการังฟอกขาว เกิดได้ 2 ลักษณะ คือ ปะการังสูญเสียสาหร่ายเซลล์เดียวจากเนื้อเยื่อของปะการัง (Douglas, 2003) หรือสาหร่ายเซลล์เดียวสูญเสียรงควัตถุในตัวเองไป การฟอกขาวเกิดขึ้นเนื่องจากปะการังเกิดความเครียด โดยมีหลายสาเหตุ เช่น อุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลง ความเข้มแสงที่มากเกินไป ความเค็มลดต่ำ การเกิดโรคปะการัง สาหร่ายเซลล์เดียวจะผลิตอนุมูลอิสระของออกซิเจน (free radical oxygen) ซึ่งเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของปะการังขึ้น ปะการังจึงขับเอาสาหร่ายเซลล์เดียวออกจากเซลล์ เราจึงเห็นปะการังกลายเป็นสีขาว เนื่องจากสามารถมองผ่านตัวใสๆของปะการังผ่านลงไปถึงโครงร่างหินปูนที่รองรับตัวปะการังอยู่ด้านล่าง โดยปกติปะการังสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ในระดับหนึ่ง แต่หากเกินจุดที่ปะการังรับได้ ทำให้เกิดปะการังฟอกขาว มีการศึกษาพบว่า ถ้าอุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงมากกว่า 30.11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานานต่อเนื่องเกิน 3 สัปดาห์ ทำให้ปะการังเกิดการฟอกขาวขึ้น (Brown, 1997) หากอยู่ในสภาพนี้นานๆ ปะการังจะตายในที่สุด แต่หากสภาพแวดล้อมกลับมาเป็นปกติในระยะเวลาไม่นานนัก สาหร่ายเซลล์เดียวสามารถกลับเข้ามาอยู่ร่วมกับปะการังได้เหมือนเดิม และปะการังกลับมามีชีวิตอยู่ได้ ทั้งนี้ปะการังแต่ละชนิดมีความต้านทาน (resistance) หรือทนทาน (tolerance) ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไป กลุ่มที่มีความต้านทานต่อการฟอกขาว คือ ปะการังที่ไม่เกิดการฟอกขาว ส่วนกลุ่มที่ทนทานต่อการฟอกขาว คือ ปะการังที่เกิดการฟอกขาวแต่สามารถฟื้นตัวได้หลังจากที่สภาพแวดล้อมกลับสู่ภาวะปกติ และพบว่า ปะการังเขากวาง *Acropora* spp. มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิน้ำทะเลค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับปะการังชนิดอื่นๆ ดังนั้นปะการังเขากวางจึงเกิดการฟอกขาวได้เร็ว รุนแรง และมีโอกาสตายสูง และมีการศึกษาพบว่า 1 วัน ก่อนการเกิดปะการังฟอกขาว ความหนาของชั้นเนื้อเยื่อปะการังลดลง และมีการตายของเซลล์ในแกสโตรเดอมิส (Ainsworth *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และแนวปะการังบริเวณที่ตื้นมีการฟอกขาวน้อยกว่าบริเวณที่ลึก เนื่องจากแนวปะการังบริเวณที่ตื้นมีการปรับสภาพให้ทนต่อการฟอกขาว ซึ่งมีความผันผวนของสภาพแวดล้อมในแต่ละวัน (Grimsditch *et al*., 2008)

ในช่วงยี่สิบกว่าปีที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ได้รายงานว่า อุณหภูมิน้ำทะเลสูงผิดปกติ เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปะการังฟอกขาวเป็นพื้นที่กว้างและรุนแรง ซึ่งในบางปีสามารถเกิดครอบคลุมพื้นที่ระดับภูมิภาค เช่น ในปีพ.ศ.2541 เกิดปะการังฟอกขาวทั่วเขตมหาสมุทรอินโด-แปซิฟิก (Baker *et al*., 2008) สำหรับในประเทศไทย เกิดปะการังฟอกขาวรุนแรง เนื่องจากอุณหภูมิน้ำทะเลสูงผิดปกติ ในปีพ.ศ.2534, 2538, 2541 (Yeemin *et al*., 2009) ส่วนปีต่อๆมา คือ ปีพ.ศ. 2546, 2548 และ 2550 เกิดไม่รุนแรงมากนัก

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในประเทศไทย ในปีพ.ศ.2553 เกิดจากอุณหภูมิน้ำทะเลสูงผิดปกติ (อุณหภูมิน้ำทะเลปกติประมาณ 28-29 องศาเซลเซียส) โดยพบว่า อุณหภูมิน้ำทะเลสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2553 เป็นต้นมา และอุณหภูมิน้ำทะเลเริ่มขึ้นถึง 31 องศาเซลเซียส เมื่อต้นเดือนเมษายน พ.ศ.2553 การฟอกขาวของปะการังในครั้งนี้ เริ่มเกิดในช่วงประมาณสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนเมษายน นอกจากประเทศไทยแล้ว ยังมีรายงานการเกิดปะการังฟอกขาวทั่วภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย กล่าวคือ แถบตอนใต้ของอินเดีย ศรีลังกา มัลดีฟส์ ซีเชลส์ พม่า มาเลเซีย และอินโดนีเซีย แนวปะการังในทุกจังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน เกิดการฟอกขาวมากกว่าร้อยละ 70 ของปะการังมีชีวิตที่มีอยู่ และพบว่า หลังจากระยะเวลา 1 เดือน ปะการังที่ฟอกขาวเริ่มมีการตายร้อยละ 5-40 (ขึ้นกับสถานที่) สำหรับทางฝั่งอ่าวไทย พบการฟอกขาวรุนแรงเช่นเดียวกับทางฝั่งทะเลอันดามัน โดยที่บริเวณกลุ่มเกาะตอนบนของจังหวัดชลบุรี (เกาะสีชัง เกาะนก เกาะสาก เกาะครก เกาะจุ่น) พบการฟอกขาวช้ากว่าจุดอื่นๆ (ภาพที่ 8)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพที่ 8** ปะการังฟอกขาวบริเวณเกาะสาก จังหวัดชลบุรี ปีพ.ศ.2553

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว เกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเล เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับภูมิภาค และระดับโลก ดังนั้นมนุษย์จึงไม่สามารถจัดการใดๆในระยะสั้นเพื่อเป็นการป้องกันหรือลดการฟอกขาวได้ อย่างไรก็ตาม ปะการังที่เกิดการฟอกขาวสามารถฟื้นตัวได้หากสภาพแวดล้อมกลับมาเป็นปกติในระยะเวลาไม่นานนัก ลักษณะการฟื้นตัวอาจเกิดได้ 2 รูปแบบ คือ

1. ปะการังที่ฟอกขาวสามารถทนสภาพอ่อนแอได้เป็นระยะเวลาประมาณ 1.5 เดือน ดังนั้นหากอุณหภูมิน้ำทะเลลดลง สาหร่ายเซลล์เดียวสามารถกลับเข้าสู่เนื้อเยื่อปะการัง และสามารถฟื้นตัวให้มีสีสันดังเดิม กระบวนการฟื้นตัวของแนวปะการังแบบนี้สามารถเกิดขึ้นได้เร็วภายในระยะเวลา 2-3 เดือน เมื่ออุณหภูมิน้ำทะเลลดลงสู่ภาวะปกติ (อุณหภูมิน้ำทะเลลดลงได้ เนื่องจากลมมรสุมเข้าหรือมีเมฆฝนมาก) แต่หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเป็นระยะเวลานาน ปะการังบางชนิดจะเริ่มตายลง โดยสามารถสังเกตได้จากเริ่มเห็นสาหร่ายและตะกอนขึ้นปกคลุมปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กรณีปะการังที่ฟอกขาวได้ตายไป พื้นที่แนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากการตายของปะการังเนื่องจากการฟอกขาวยังสามารถฟื้นตัวได้ โดยมีตัวอ่อนปะการังเข้ามาลงเกาะในพื้นที่ หรือปะการังบางชนิดที่เหลืออยู่ค่อยๆเจริญเติบโตครอบคลุมแนวปะการัง กระบวนการนี้อาจใช้ระยะเวลาประมาณ 3-4 ปี เป็นอย่างน้อย แนวปะการังจึงกลับมามีสภาพดีดังเดิม ทั้งนี้พื้นที่นั้นต้องมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม มีคุณภาพน้ำทะเลดี เช่น น้ำใสสะอาด ปราศจากการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ มีพื้นแข็งสำหรับตัวอ่อนปะการังลงเกาะเพื่อเจริญเติบโต รวมทั้งมีระบบนิเวศที่ยังอยู่ในสภาพสมดุล ไม่มีการจับปลาหรือสัตว์ที่กินสาหร่ายออกจากพื้นที่มากเกินไป (เนื่องจากสาหร่ายที่ปกคลุม ทำให้ตัวอ่อนปะการังไม่สามารถลงเกาะได้ รวมทั้งแก่งแย่งพื้นที่การเจริญเติบโตของปะการัง) ในทางตรงกันข้าม หากพื้นที่นั้นมีตะกอนจำนวนมาก หรือได้รับผลกระทบจากน้ำเสีย มีการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์อย่างต่อเนื่อง มีการให้อาหารปลาโดยนักท่องเที่ยว หรือทำการประมงจนทำให้สมดุลของระบบนิเวศสูญเสียไป การฟื้นตัวของแนวปะการังจะเกิดขึ้นได้ช้ามาก หรือไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย

สำหรับระยะเวลาการฟื้นตัวของแนวปะการังแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ ขึ้นกับความรุนแรงของการฟอกขาวที่เกิดขึ้น ปริมาณปะการังและความหลากหลายของชนิดปะการังที่เหลืออยู่ในบริเวณนั้นๆ การกระจายตัวอ่อนปะการังจากบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการฟื้นตัวและเจริญเติบโตของปะการัง (นิพนธ์, 2553; สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2553; Marshall and Schuttenberg, 2006) มีการศึกษาเพิ่มเติมว่า การวางยาเบื่อปลาในแนวปะการังโดยใช้สารไซยาไนด์ (cyanide) (Cervino *et al*., 2003) และการใช้ครีมกันแดด (Danovaro *et al*., 2008) มีผลทำให้เกิดปะการังฟอกขาวด้วย

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวส่งผลกระทบต่างๆต่อแนวปะการัง เช่น ทำให้ปะการังตาย (McClanahan *et al*., 2007) การลงเกาะของปะการัง (Mallela and Crabbe, 2009) การแก่งแย่งพื้นที่ของปะการังกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆในทะเล เช่น ไบรโอซัว (Fine and Loya, 2003) และมีผลกระทบต่อปลาในแนวปะการัง (Garpe *et al*., 2006)

การศึกษาผลกระทบจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวต่อการย้ายปลูกปะการัง ปัจจุบันยังมีการศึกษาวิจัยอยู่น้อยมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ปะการังเทียม

การสร้างแนวปะการังเทียมได้มีการจัดสร้างมานานแล้วในหลายประเทศ โดยเริ่มขึ้นจากแนวคิดริเริ่มของชาวญี่ปุ่นในศตวรรษที่ 18 ชาวประมงสังเกตเห็นว่า ในบริเวณที่มีซากเรือหรือซากต้นไม้ทับถมกันอยู่ใต้น้ำนั้นมีปริมาณสัตว์น้ำอยู่มาก ทำให้ผลผลิตทางการประมงสูงขึ้นด้วย การสร้างปะการังเทียมจึงเริ่มขึ้นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่นในปีพ.ศ.2338 โดยชาวประมงได้ทดลองสร้างโครงไม้ขนาดใหญ่ และนำกิ่งไม้เล็กๆ มาผูกติดไว้ ถ่วงน้ำหนักด้วยถุงทราย แล้วนำทิ้งในทะเลที่ระดับความลึกประมาณ 38 เมตร พบว่า ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้จากบริเวณรอบๆโครงไม้นี้มีปริมาณมากกว่าในบริเวณที่มีเรืออับปาง จึงทำให้มีการนำเอาโครงสร้างเหล่านี้ไปทิ้งในทะเลมากขึ้น ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการบันทึกว่า เริ่มมีการสร้างแนวปะการังเทียมในทะเล (marine artificial reef) เมื่อกลางปีค.ศ.1800 โดยชาวประมงใช้ถังไม้ที่บรรจุด้วยคอนกรีต และนำวัสดุต่างๆ มาประกอบกันเป็นปะการังเทียมขึ้น เช่น การใช้เรือหรือรถยนต์เก่าๆ ที่เอาเครื่องยนต์ออกแล้วเทปูนซีเมนต์ลงไป จากนั้นจึงนำไปวางไว้ที่บริเวณชายฝั่งทะเล พบว่า ปะการังเทียมที่จัดสร้างขึ้นทำให้ชาวประมงสามารถเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำได้มากขึ้น และประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆลง ทำให้มีการจัดสร้างปะการังเทียมเพิ่มมากขึ้น และมีการจัดสร้างเรื่อยมาโดยกลุ่มต่างๆ เช่น รัฐบาล มหาวิทยาลัย และกลุ่มผู้สนใจในท้องถิ่น จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแนวปะการังเทียมโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ได้จากประเทศญี่ปุ่น และสถาบันค้นคว้าของประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวได้ว่า การจัดสร้างแนวปะการังเทียมเพื่อเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำในประเทศสหรัฐอเมริกานั้น มีมายาวนานกว่า 100 ปี ต่อมาแนวคิดในการสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยสัตว์น้ำได้มีการเผยแพร่ไปยังประเทศต่างๆ และมีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง ส่วนประเทศญี่ปุ่นซึ่งถือว่าเป็นผู้เริ่มนำความคิดนี้เข้ามาใช้เพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำเป็นประเทศแรกนั้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปมากแล้ว ทั้งรูปแบบ ขนาดของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง อายุการใช้งาน ความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดสัตว์น้ำ

วิวัฒนาการของวัสดุที่ใช้สร้างปะการังเทียม มีตั้งแต่วัสดุง่ายๆที่หาได้จากธรรมชาติ เช่น ท่อนไม้ ไม้ไผ่ ทางมะพร้าว เปลือกหอย ก้อนหิน และวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ได้แก่ รถยนต์เก่า เรือที่ปลดระวาง ตู้รถไฟ ยางรถยนต์ คอนกรีตจากการก่อสร้าง เช่น ท่อระบายน้ำ เศษคอนกรีตจากอาคารที่ถูกทำลาย ถนนและสะพาน ตลอดจนวัสดุคอนกรีตรูปทรงต่างๆที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เช่น Reef Ball และแท่งคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาดต่างๆ ซึ่งรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ก่อตั้งมูลนิธิ Reef Ball Foundation ขึ้นมาเพื่อการทำกิจการด้านปะการังเทียมในรูปของธุรกิจ และดำเนินการเพื่อช่วยฟื้นฟูทรัพยากรใต้ทะเล โดย Reef Ball มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงสร้างแบบกลมกลวง และมีช่องให้ปลาและสัตว์น้ำต่างๆได้เข้ามาอยู่อาศัย (ภาพที่ 9) โดยมีขนาดแตกต่างกันไป ซึ่งมีผลต่อการดึงดูดชนิดและขนาดของปลาที่แตกต่างกัน (Sherman *et al*., 2002) นอกจากนี้ การจัดสร้างปะการังเทียมยังเป็นการเพิ่มพื้นผิวสำหรับการปลูกปะการังได้อีกด้วย (ปิ่นสักก์, 2551ข)

**ภาพที่ 9** Reef Ball

**ที่มา**: Reef Ball Foundation (2010)

อย่างไรก็ตาม พบว่า ปะการังเทียมที่นิยมสร้างมักมีรูปแบบเป็นลูกบาศก์ (cubic unit) เนื่องจากขนส่งได้ง่าย จากการศึกษาของ Bains (2001) ทำการรวบรวมรายงานการศึกษาเกี่ยวกับปะการังเทียมทั่วโลก พบว่า มีวัสดุมากมายที่ถูกนำมาใช้ทำปะการังเทียม ได้แก่ คอนกรีต ยางรถยนต์ ยานพาหนะเก่า เช่น รถยนต์ ตู้รถไฟ หิน พลาสติก ไม้ โลหะ และพบว่า วัสดุที่มีการใช้มากที่สุด คือ คอนกรีต ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถใช้ทำปะการังเทียมเพื่อตอบสนองทุกวัตถุประสงค์ และมีการใช้แท่งคอนกรีตที่มีส่วนผสมของ Pulverise Fuel-Ash (PFA) เป็นสถานที่ในการย้ายปลูกปะการังด้วย (Lam, 2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ปะการังเทียมในประเทศไทย**

การวางปะการังเทียมในประเทศไทยนั้นมีมานานแล้ว เพียงแต่เป็นลักษณะที่ไม่มั่นคง ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวมปลาให้มาอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากสำหรับการประมงเท่านั้น (Fish aggregation devices) เช่น การจัดสร้างปะการังเทียมในรูปแบบของซั้งหรือกร่ำ ไม่ถือว่าเป็นการวางปะการังเทียมที่แท้จริง แนวคิดในการวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันเรืออวนลากที่เข้ามาลากในเขตห้ามทำการประมง 3,000 เมตรจากชายฝั่ง เกิดจากชาวประมงพื้นบ้าน โดยใช้วัสดุที่เป็นคอนกรีต และมีก้านที่เป็นเหล็กแหลมคมยื่นออกมา นำไปวางไว้ในทะเลเพื่อทำลายอวนลากที่เข้ามาทำการประมง แนวคิดการวางปะการังเทียมเพื่อฟื้นฟูแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เป็นแนวคิดที่แพร่หลายที่สุด ในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรกในปีพ.ศ.2521 ที่จังหวัดระยอง พบว่า มีสัตว์น้ำเข้ามาอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก จากนั้นจึงมีโครงการวางปะการังเทียมขึ้นเป็นครั้งที่ 2 ที่อ่าวพังงา ในปี พ.ศ.2525

การวางโครงสร้างแท่งคอนกรีตเพื่อเพิ่มพื้นผิวในการลงเกาะให้แก่ปะการัง เป็นโครงการฟื้นฟูแนวปะการัง บริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต เป็นอีกแนวคิดหนึ่งเกี่ยวกับการวางปะการังเทียมนอกเหนือจากจุดประสงค์เพื่อการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำเท่านั้น (อุกกฤต, 2545) แต่เป็นการช่วยเสริมโครงสร้างที่มั่นคง เพื่อเร่งให้มีการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และทำให้แนวปะการังมีการฟื้นตัวที่เร็วขึ้นอีกด้วย (นลินี และคณะ, 2546; นลินี, 2548; Thongtham and Chansang, 1999)

วัสดุและรูปแบบของปะการังเทียมที่วางในประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น จังหวัดระยอง ปะการังเทียมที่ใช้ในช่วงตั้งแต่ปีพ.ศ.2521-2530 มีความหลากหลายของวัสดุที่นำมาสร้าง คือ ยางรถยนต์ แท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 10) ปลอกบ่อท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก หิน และไม้ ต่อมาในปีพ.ศ.2526 มีการใช้วัสดุที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตที่หล่อเป็นแท่งสี่เหลี่ยมโปร่ง และแบบปิรามิด จัดสร้างปะการังเทียมบริเวณหน้าสถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา (NICA) ในจังหวัดสตูล ปีพ.ศ.2528-2529 มีการนำท่อมาวางเป็นปะการังเทียมบริเวณหน้าหมู่บ้านชาวประมง และการใช้ Reef Ball มาสร้างปะการังเทียม เกิดขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดภูเก็ต (ปิ่นสักก์, 2551ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพที่ 10** แท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม รูปทรง hollow cubic

การวางปะการังเทียมที่จังหวัดปัตตานี และจังหวัดนราธิวาส (กรมประมง, 2547) เป็นโครงการในพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ได้เริ่มดำเนินการในปีพ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบัน มีการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน เช่น แท่งคอนกรีตสี่เหลี่ยม ตู้รถไฟเก่า ท่อซีเมนต์ และมีการดำเนินการจัดวางในหลายพื้นที่ ซึ่งแต่ละพื้นที่มีรูปแบบการจัดวางที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านจำนวน การจัดเรียงตัว ลักษณะพื้นท้องทะเล ระดับความลึก ซึ่งผลของจำนวนวัสดุ ขนาดและชนิดของวัสดุ ตลอดจนลักษณะการจัดวาง และปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อประชาคมสัตว์ทะเลที่เข้ามาอยู่อาศัยที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจนมากนัก (ปิ่นสักก์, 2551ข; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552ก) ทัศนคติของชุมชนที่มีต่อการวางปะการังเทียม พบว่า มีทัศนคติทางด้านบวกรวมทั้งยินดีให้ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ของรัฐ (อภิรักษ์ และคณะ, 2549) พิกัดปะการังเทียมในประเทศไทยสามารถดูได้จาก ปิ่นสักก์ (2551ก) และ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล (2552, 2553)

ประโยชน์ของปะการังเทียม ได้แก่ เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเล (Rilov and Benayahu, 2002; Walker *et al*., 2002; Perkol-Finkel and Benayahu, 2005; Santos *et al*., 2010) เพิ่มผลผลิตทางการประมง (Wilson *et al*., 2002; Seaman, 2007) ฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเล (Pickering *et al*., 1998; Clark and Edwards, 1999) เพิ่มพื้นที่ลงเกาะให้แก่ตัวอ่อนปะการัง (Hannes and Floyd, 2008; Burt *et al*., 2009) แต่การวางปะการังเทียมนั้นส่งผลกระทบต่อตะกอน และการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ (Falcao *et al*., 2009) เพราะฉะนั้นควรศึกษาพื้นที่ก่อนการวางปะการังเทียมให้ดีก่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาญ และ ธานินทร (2539) ศึกษาเปรียบเทียบการจมตัวของปะการังเทียมรูปแบบต่างๆ บนพื้นทราย ได้แก่ ปลอกบ่อซีเมนต์ ท่อซีเมนต์กลม แท่งซีเมนต์รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ และแท่งสามเหลี่ยมฐานตัน พบว่า มีการจมตัวของปลอกบ่อซีเมนต์ > ท่อซีเมนต์กลม > แท่งซีเมนต์รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ > แท่งสามเหลี่ยมฐานตัน โดยคิดเป็นร้อยละ 58.0, 31.0, 18.0 และ 2.5 ตามลำดับ

จันทร์เพ็ญ (2544) ศึกษาปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการจมตัวของปะการังเทียมที่สร้างบนพื้นทราย พบว่า เมื่อวางปะการังเทียมแล้วทำให้มีการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายบริเวณฐานปะการังเทียมจากด้านที่ปะทะกระแสน้ำไปทางด้านหลัง เกิดเป็นหลุมทรายด้านหน้า ความลึกของหลุมขึ้นอยู่กับขนาดตะกอนทรายที่พื้น ความเร็วของกระแสน้ำ และความสูงคลื่น หลุมดังกล่าวทำให้เกิดการจมตัวของปะการังเทียม และการฝังตัวของปะการังเทียมเกิดจากสาเหตุของการเคลื่อนตัวของตะกอน การแก้ปัญหาการจมตัวของปะการังเทียม ต้องออกแบบรูปทรงของปะการังเทียมให้มีพื้นที่ปะทะกระแสน้ำน้อยที่สุด และต้องจัดวางปะการังเทียมให้ขวางทิศทางกระแสน้ำประจำถิ่น และทิศทางของลมมรสุมที่มาปะทะให้น้อยที่สุด

วิทวัส และคณะ (2552) ศึกษาการออกแบบปะการังเทียมลูกบาศก์คอนกรีตให้มีคุณสมบัติที่สามารถถอดประกอบได้ ที่มีขนาดใกล้เคียงกับปะการังเทียมตามแบบมาตรฐาน ทำให้สามารถลำเลียงขนส่งลงเรือประมงขนาดปานกลางได้ ทั้งหมด 3 รูปแบบ นำมาทดสอบทางวิศวกรรม ด้านแรงดัด แรงเฉือน แรงกด พบว่า สามารถยกปะการังเทียมทิ้งลงทะเลจากเครนที่ติดตั้งอยู่กับเรือได้ และปะการังเทียมมีประสิทธิภาพเพียงพอเพื่อนำไปทดสอบในทะเลต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ช่วยหายใจใต้น้ำ (SCUBA Set)
2. เครื่องคำนวณเวลาดำน้ำอัตโนมัติ (Dive Computer)
3. กล้องถ่ายภาพ ยี่ห้อ Canon รุ่น IXUS 750 พร้อมอุปกรณ์กันน้ำ (Housing)
4. กระดานบันทึกใต้น้ำ (Underwater Sled)
5. เครื่องระบุตำแหน่งพิกัด (Global Positioning System : GPS)
6. เครื่องวัดระดับความลึก (Depth Meter)
7. เครื่องมือสำหรับสำรวจพื้นที่ศึกษา
   - 7.1 ค้อนปอนด์
   - 7.2 ตะปูคอนกรีต
   - 7.3 เทปวัดระยะ
8. เครื่องมือสำหรับเตรียมชิ้นส่วนปะการัง
   - 8.1 คีมตัดลวด
   - 8.2 คีมปากยาว
   - 8.3 ถังน้ำพลาสติก
   - 8.4 กะละมังพลาสติก
   - 8.5 ตะกร้าพลาสติก
   - 8.6 ตะกร้าพลาสติกแบบมีฝาเปิด-ปิด
   - 8.7 ถุงตาข่าย
   - 8.8 ถุงพลาสติกชนิดปิดปากถุงได้ (Zipped Lock Bag)
   - 8.9 กรรไกร
   - 8.10 คัตเตอร์
   - 8.11 สเปรย์ฉีดน้ำ (Foggy)
   - 8.12 ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่าง
   - 8.13 ผงคลอรีน (Chlorine)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. เครื่องมือสำหรับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Iron Plate)

9.1 แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Iron Plate) (ภาพผนวกที่ ก1)

9.2 แท่งเหล็กแบบตะขอ (Iron Bar) (ภาพผนวกที่ ก2)

10. เครื่องมือสำหรับ Coral Ball

10.1 Coral Ball (ภาพผนวกที่ ก3)

10.2 กระถางดินเผาติดกับ Coral Ball (ภาพผนวกที่ ก4)

10.3 กระถางดินเผาที่ใช้สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ (ภาพผนวกที่ ก5)

10.4 ถังแกลลอนพลาสติก

10.5 สเก้น

10.6 ปูนซีเมนต์แบบผสม

10.7 ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว ยี่ห้อ SIKA - 102 (ภาพผนวกที่ ก6)

10.8 ช้อนปลูก

11. เครื่องมือสำหรับแปลงอนุบาลกลางน้ำ (Mid-Water Nursery) (ภาพผนวกที่ ก14)

11.1 ฐานคอนกรีต (ภาพผนวกที่ ก7)

11.2 เชือกใยยัก (Polypropylene rope) (ภาพผนวกที่ ก7)

11.3 สมอทราย (ภาพผนวกที่ ก8)

11.4 แท่นรองรับแปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก9)

11.5 ตะแกรงพลาสติก (ภาพผนวกที่ ก10)

11.6 แปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก11)

11.7 กาวทาท่อพลาสติกพีวีซี

11.8 สายยางพลาสติก (ภาพผนวกที่ ก12)

11.9 ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว (ภาพผนวกที่ ก13)

11.10 สว่าน

11.11 กาวตราช้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. เครื่องมือสำหรับโครงเหล็กบ้านปลา (Iron Fish Home Nursery)
    12.1 โครงเหล็กบ้านปลา (Iron Fish Home) (ภาพผนวกที่ ก15)
    12.2 ประแจเบอร์ 19
    12.3 แปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก11)

13. เครื่องมือสำหรับวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม
    13.1 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ Pendant Temp-Light Data Logger ยี่ห้อ HOBO รุ่น UA-002-08 (ภาพผนวกที่ ก17)
    13.2 เครื่องอ่านข้อมูล Optic USB Base Station ยี่ห้อ HOBO รุ่น Base-U-1 (ภาพผนวกที่ ก17)
    13.3 เครื่องวัดค่าความเค็ม (Refractometer) (ภาพผนวกที่ ก18)
    13.4 ขวดดักตะกอน (Sediment Trap) (ภาพผนวกที่ ก19)
    13.5 ตู้อบ (ภาพผนวกที่ ก20)
    13.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ภาพผนวกที่ ก20)
    13.7 ถาดอะลูมิเนียม
    13.8 กระดาษฟอยล์

14. เครื่องพิมพ์ป้ายหมายเลข ยี่ห้อ DYMO
15. ป้ายหมายเลข ยี่ห้อ DYMO
16. พลาสติกรัดสายไฟ (Cable Tie)
17. ลวดสายโทรศัพท์
18. ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว
19. เวอร์เนีย คาร์ลิปเปอร์ (Vernier Caliper)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# วิธีการ

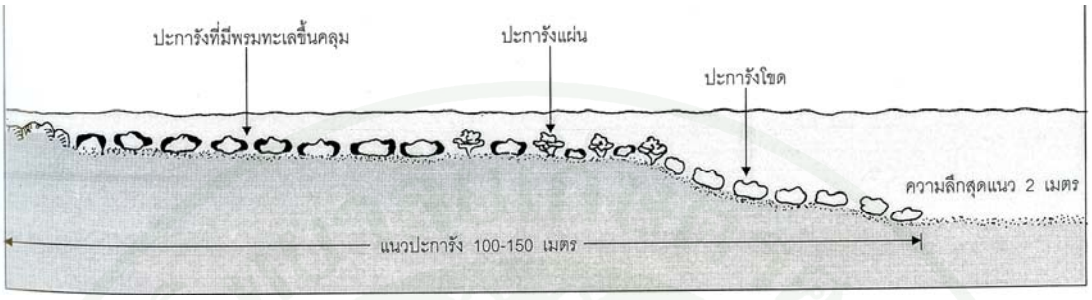
## 1. สถานที่ทำการศึกษา

เกาะล้าน อยู่ในตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี อยู่ทางทิศตะวันตกของเมืองพัทยาประมาณ 12 กิโลเมตร มีพื้นที่ 5.259 ตารางกิโลเมตร (อนุวัฒน์, 2551ก) สภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่ มีสภาพป่าค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ เกาะล้านเป็นหนึ่งในหมู่เกาะล้านซึ่งแต่เดิมเป็นที่รู้จักในหมู่นักท่องเที่ยวต่างชาติว่า หมู่เกาะปะการัง (Coral Islands) เพราะอุดมไปด้วยปะการังนานาชนิด โดยมีเกาะครกและเกาะสากเป็นบริวาร เกาะล้านมีทั้งหาดหินและหาดทรายหลายแห่งรอบเกาะ แนวปะการังของหมู่เกาะล้านก่อตัวตามชายฝั่งอยู่เกือบรอบเกาะ เนื่องจากอยู่ใกล้ฝั่งและมีหมู่เกาะด้านนอกช่วยกำบังอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แนวปะการังมีการพัฒนาได้ดี โดยเฉพาะทางด้านเหนือและด้านตะวันออกของหมู่เกาะ ชายฝั่งมีลักษณะเป็นอ่าวกว้าง พื้นทะเลมีความลาดชันน้อย ทำให้แนวปะการังก่อตัวกว้างจากฝั่งได้ค่อนข้างมากประมาณ 100-150 เมตร และสิ้นสุดที่ระดับความลึก 2-3 เมตรเท่านั้น เช่น บริเวณหาดสังวาลย์ ด้านทิศเหนือของเกาะล้าน (ภาพที่ 11) ส่วนทางด้านใต้และด้านตะวันตกนั้นถึงแม้ว่าส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นหาดหินหรือหน้าผาหิน แต่แนวปะการังในบางบริเวณสามารถก่อตัวได้ดีเช่นกัน ชนิดของปะการังที่พบทั้งด้านทิศเหนือและด้านทิศใต้ของหมู่เกาะล้านบริเวณใกล้ชายฝั่ง ส่วนใหญ่เป็นแบบปะการังก้อน เช่น *P. lutea*, *Platygyra* sp., *Goniopora* sp. และ *Favia* sp. ขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง ส่วนในบริเวณน้ำลึกพบปะการังที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น *Symphyllia* sp. และบางบริเวณพบปะการังเขากวาง *Acropora* spp. อยู่บ้าง ปริมาณปะการังมีชีวิตส่วนใหญ่ปกคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 30-35 ที่แนวลาดชันของแนวปะการัง (reef slope) มีปะการังตายอยู่ระหว่างร้อยละ 15-25 สภาพแนวปะการังโดยทั่วไปจึงอยู่ในสภาพสมบูรณ์ปานกลางถึงสมบูรณ์ดี หมู่เกาะล้านมีพื้นที่แนวปะการังค่อนข้างมาก มีรวมกันทั้งสิ้นประมาณ 2.04 ตารางกิโลเมตร (เกาะล้าน เกาะสาก เกาะครก เกาะนก และเกาะจุ่น) เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีกิจกรรมอย่างหนาแน่น รวมถึงการชมปะการังด้วยการดำน้ำและเรือท้องกระจก (หรรษา และคณะ, 2542ก) ถ้านับเฉพาะเกาะล้านอย่างเดียว มีพื้นที่แนวปะการัง 1.5 ตารางกิโลเมตร (อนุวัฒน์, 2551ข)

หมู่เกาะล้าน อยู่ภายใต้พื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในบริเวณพื้นที่เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี พ.ศ.2546 เรื่อง กำหนดเขตพื้นที่และมาตรการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม ในบริเวณพื้นที่เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548ก; UNEP, 2547ก)




**ภาพที่ 11** ลักษณะและโครงสร้างของแนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน

**ที่มา**: หรรษา และคณะ (2542ก)

กรมควบคุมมลพิษ (2548) รายงานข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณเกาะล้าน เช่น อุณหภูมิน้ำทะเล ค่าความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย ฯลฯ ในฤดูแล้งและฤดูฝน (ตารางที่ 3)

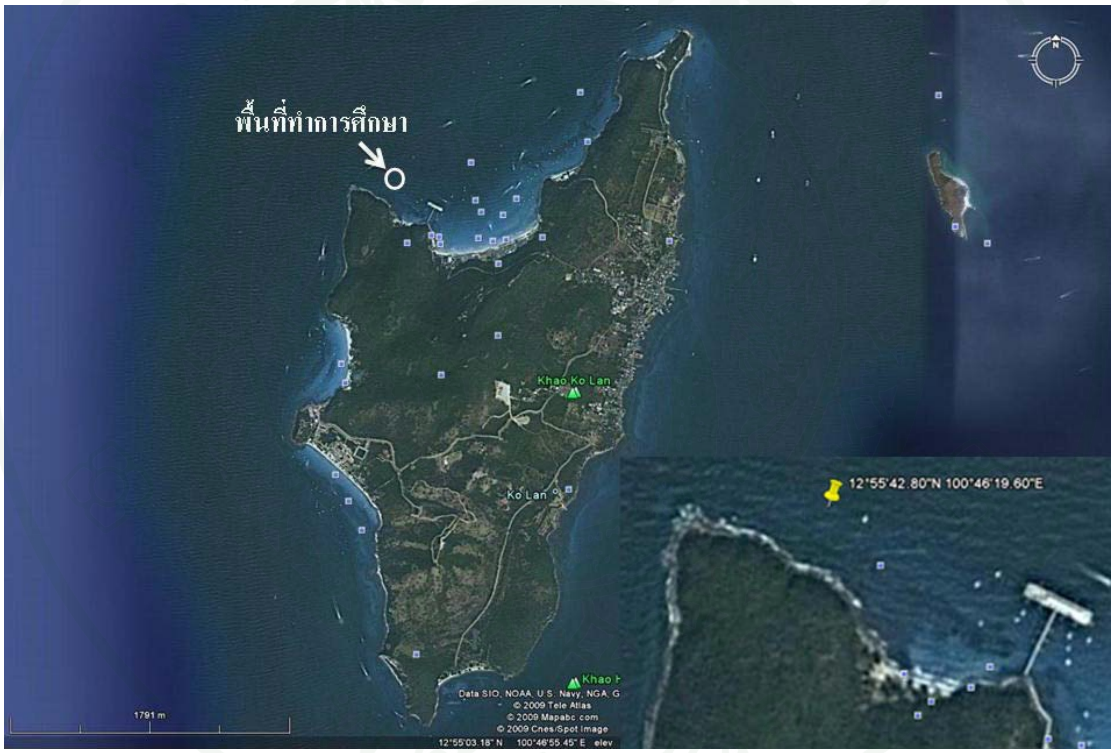
**ตารางที่ 3** ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณเกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

| ข้อมูล | ฤดูแล้ง | ฤดูฝน |
|---|---|---|
| อุณหภูมิน้ำทะเล | 29-33 องศาเซลเซียส | 29-31 องศาเซลเซียส |
| ค่าความเค็ม | 27-36 ส่วนในพันส่วน | 18-36 ส่วนในพันส่วน |
| ค่าออกซิเจนละลายน้ำ | 2-8 มิลลิกรัมต่อลิตร | 2-8 มิลลิกรัมต่อลิตร |
| ตะกอนแขวนลอย | 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร | 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร |
| ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน | 0-100 ไมโครกรัมต่อลิตร | 0-100 ไมโครกรัมต่อลิตร |
| ค่าไนเตรท์-ไนโตรเจน | 0-25 ไมโครกรัมต่อลิตร | 0-25 ไมโครกรัมต่อลิตร |
| ค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส | 0-50 ไมโครกรัมต่อลิตร | 0-50 ไมโครกรัมต่อลิตร |
| ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน | 0-200 ไมโครกรัมต่อลิตร | 0-200 ไมโครกรัมต่อลิตร |

**ที่มา**: กรมควบคุมมลพิษ (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ทำการศึกษาอยู่บริเวณแนวปะการังและพื้นทราย หาดสังวาลย์ เกาะล้าน ที่ละติจูด 12° 55’ 42.80” N และ ลองติจูด 100° 46’ 19.60” E (ภาพที่ 12) หาดสังวาลย์มีลักษณะเป็นหาดทราย ตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะล้าน ติดกับหาดตาแหวน บริเวณปลายแหลมเป็นโขดหิน มีแนวปะการังแบบริมฝั่ง (fringing reef) ตลอดบริเวณด้านหน้าหาด ปะการังขึ้นหนาแน่นที่ระดับความลึก 2-3 เมตร แนวปะการังสิ้นสุดที่ระดับความลึก 7-8 เมตร แนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ มีความกว้างตั้งฉากจากชายฝั่งประมาณ 130 เมตร ยาวขนานชายฝั่งประมาณ 500 เมตร มีปะการังโขด (*Porites* sp.) เป็นปะการังชนิดเด่น (dominant species) และมีปะการังดอกกะหล่ำและปะการังเขากวางประปราย พื้นท้องทะเลเป็นทราย




**ภาพที่ 12** หาดสังวาลย์ เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

**ที่มา**: ดัดแปลงมาจากโปรแกรม Google Earth

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาเหตุที่เลือกบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน เป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากแนวปะการังมีสถานภาพระดับเสื่อมโทรม (หรรษา และคณะ, 2542ก) และเมื่อคำนึงถึงความพร้อมของสถานที่การเดินทาง (ท่าเรือบาลีฮายถึงสะพานหาดตาแหวน โดยเรือโดยสาร ใช้ระยะเวลาประมาณ 50 นาที และเรือเร็ว ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที) ระยะเวลา งบประมาณ (Cost/Time Effectiveness) ความคุ้มค่า ตลอดจนความสะดวกของการดูแลรักษาแปลงอนุบาลและสถานที่ทำการย้ายปลูก ทำให้สามารถติดตามผลการดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง

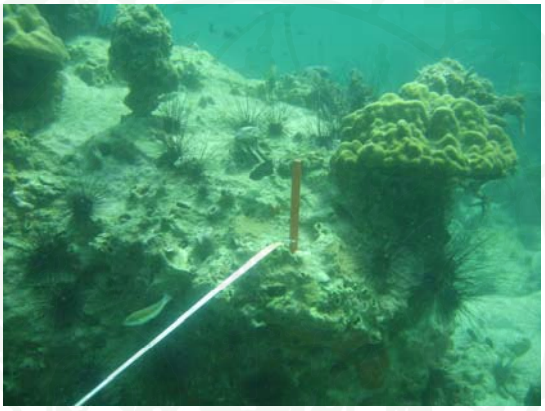
**2. ระยะเวลาทำการวิจัย**

สำรวจพื้นที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 จากนั้นเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย และทำการศึกษาวิธีการย้ายปลูกปะการังโดยตรงและการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก โดยการย้ายปลูกโดยตรง ติดตามข้อมูล ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ ส่วนการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกติดตามข้อมูลช่วงอนุบาล ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) จากนั้นนำชิ้นส่วนปะการังจากการอนุบาลไปย้ายปลูก ติดตามข้อมูล ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 17 สัปดาห์ และติดตามข้อมูลการย้ายปลูกปะการังโดยตรง และการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกในช่วงการเกิดและหลังปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 เป็นระยะเวลา 39 สัปดาห์ รวมระยะเวลาทั้งหมดในการทำวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 เป็นระยะเวลา 18 เดือน (72 สัปดาห์)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**3. การสำรวจพื้นที่ทำการศึกษา และการติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย**

3.1 สำรวจลักษณะพื้นท้องทะเลและความลาดชันบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านนอกของแนวปะการัง โดยใช้วิธีดำน้ำแบบ SCUBA ตอกตะปูคอนกรีตลงบนซากปะการังโขดบริเวณสุดขอบแนวปะการังด้านนอก ที่ติดกับพื้นทราย เพื่อเป็นหมาย (ภาพที่ 13) วางเทปวัดระยะจากตะปูคอนกรีต ตั้งฉากกับชายฝั่ง ยาว 50 เมตร ออกไปทางพื้นทราย วัดระดับความลึกทุก 5 เมตร เพื่อวิเคราะห์หาความลาดชันของพื้นที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 4 และภาพที่ 14) และทำการสำรวจสภาพแนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ และพื้นที่ทำการศึกษา

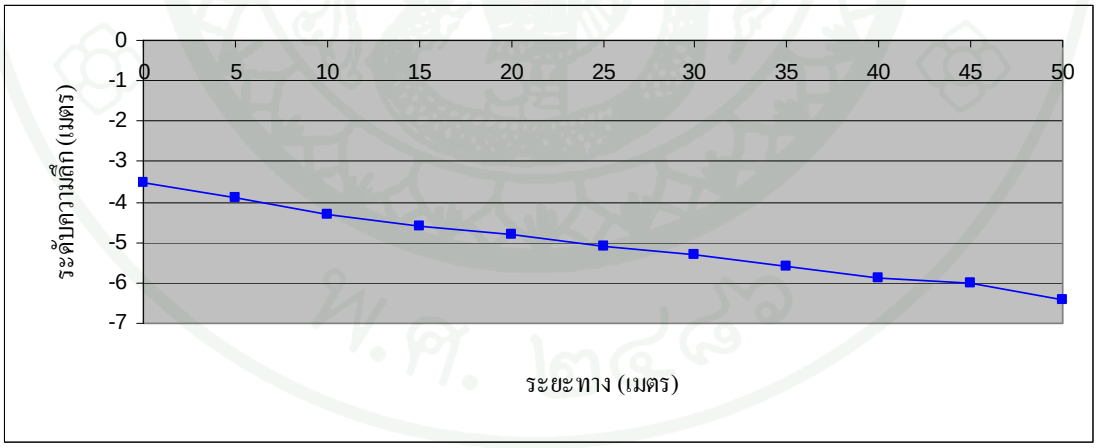


**ภาพที่ 13** การสำรวจลักษณะพื้นท้องทะเลบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 4** ความลาดชันของพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณด้านนอกของแนวปะการัง หาดสังวาลย์ เกาะล้าน

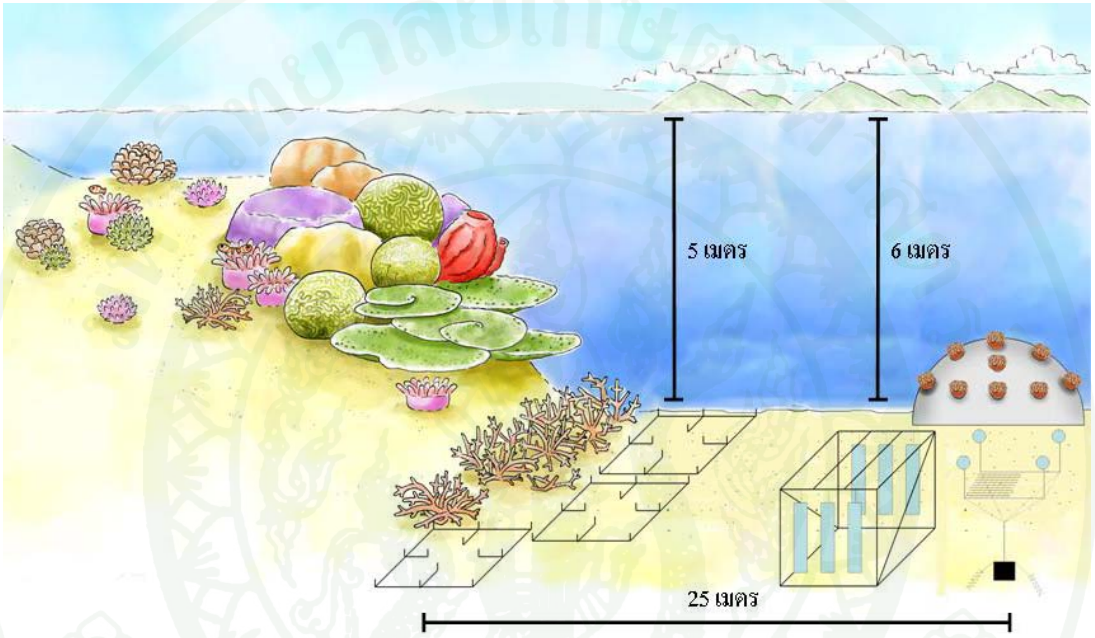
| ระยะทาง (เมตร) | ระดับความลึก (เมตร) |
|---|---|
| 0 | 3.5 |
| 5 | 3.9 |
| 10 | 4.3 |
| 15 | 4.6 |
| 20 | 4.8 |
| 25 | 5.1 |
| 30 | 5.3 |
| 35 | 5.6 |
| 40 | 5.9 |
| 45 | 6.0 |
| 50 | 6.4 |




**ภาพที่ 14** ความลาดชันของพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณด้านนอกของแนวปะการัง หาดสังวาลย์ เกาะล้าน

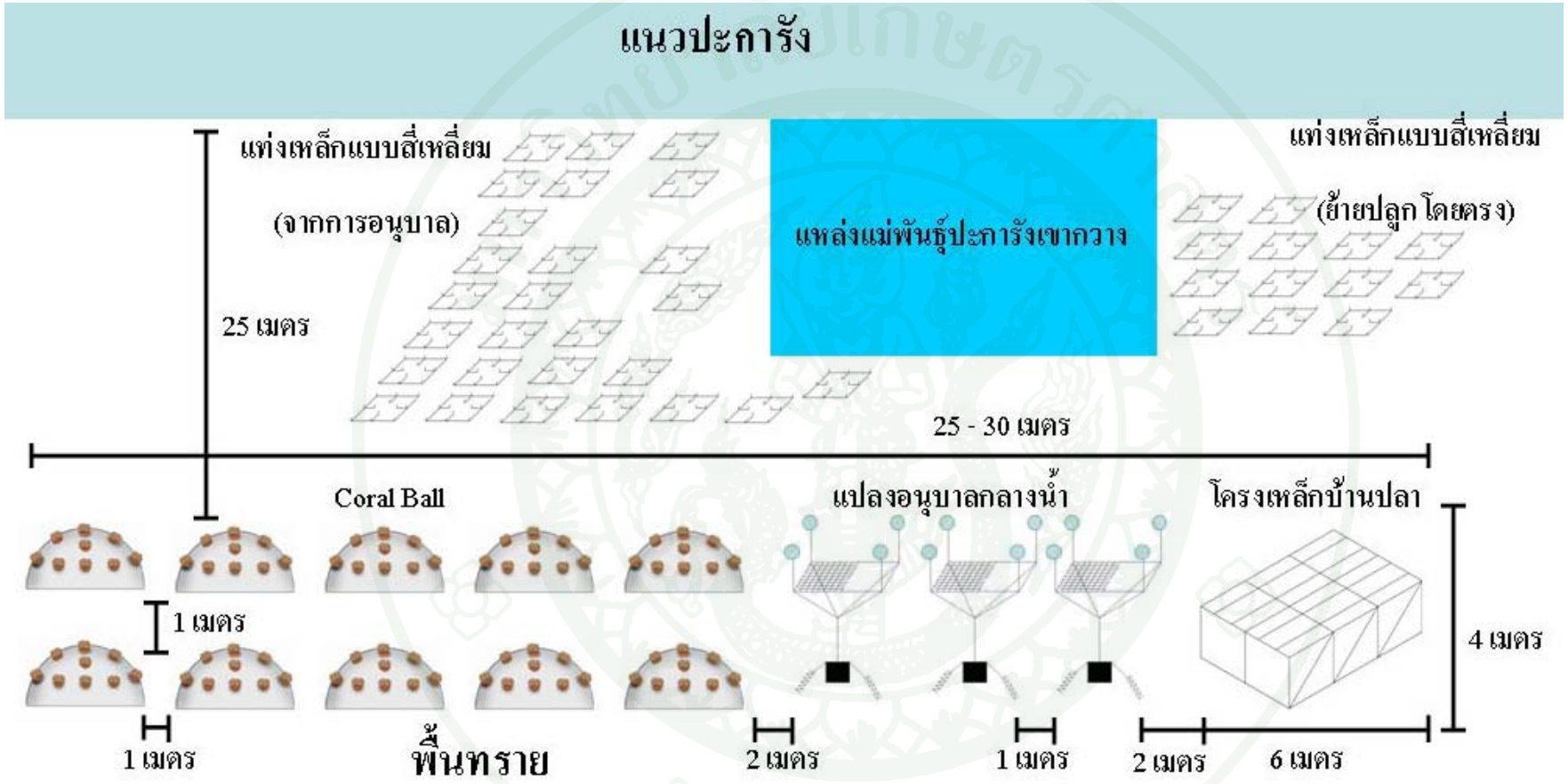
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย โดยวางแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ติดกับแนวปะการังริมนอกสุด ที่ระดับความลึก 5 เมตร ส่วน Coral Ball แปลงอนุบาลกลางน้ำ และโครงเหล็กบ้านปลา วางบนพื้นทรายออกห่างจากแนวปะการังประมาณ 25 เมตร ที่ระดับความลึก 6 เมตร (ภาพที่ 15) โดยวางแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม 40 อัน Coral Ball 10 ลูก แปลงอนุบาลกลางน้ำ 3 แปลง และโครงเหล็กบ้านปลา 6 โครง (ภาพที่ 16) และติดตั้งทุ่นล้อมพื้นที่ทำการศึกษา (ภาพผนวกที่ ก21)




**ภาพที่ 15** ตำแหน่งอุปกรณ์การวิจัยจากแนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 16** แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์การวิจัย

**4. การเตรียมชิ้นส่วนปะการัง**

4.1 สำรวจแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย เก็บตัวอย่างชิ้นส่วนปะการังและถ่ายรูป จากนั้นนำชิ้นส่วนปะการังมาแช่ไว้ในน้ำจืดผสมผงคลอรีน เพื่อทำให้ชิ้นส่วนปะการังมีสีขาว แช่ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน แล้วนำมาล้างน้ำจืดให้สะอาด (จรัสศรี และคณะ, 2549) จะได้โครงสร้างของปะการัง เพื่อนำไปจำแนกชนิดปะการัง

4.2 นำชิ้นส่วนปะการังเขากวางและปะการังดอกกะหล่ำ ที่ได้มาจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ บริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน โดยใช้คีมปากยาวหักกิ่งปะการังเขากวางและปะการังดอกกะหล่ำ ไม่เกินร้อยละ 5 จากแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง 1 โคโลนี (mother colony) (ประเมินด้วยสายตา) โดยหักบริเวณส่วนล่างของโคโลนีปะการัง และขนาดชิ้นส่วนปะการังไม่เกิน 5 เซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นส่วนปะการังใส่ตะกร้าพลาสติก แล้วนำขึ้นบนบก ใส่ในถังพลาสติกที่มีน้ำทะเล (ภาพที่ 17) เพื่อรอทำการย้ายปลูกและอนุบาลต่อไป

**ภาพที่ 17** การเตรียมชิ้นส่วนปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**5. การศึกษาวิจัย**

วิธีการย้ายปลูกปะการังโดยตรงและการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก เลือกวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ (นลินี, 2551; เมธินี และคณะ, 2552; Shafir *et al*., 2006a, 2006b; D'Silva *et al*., 2008; Shaish *et al*., 2008) และประยุกต์ใช้ปะการังเทียมเป็นอุปกรณ์ในการอนุบาลและย้ายปลูกปะการัง โดยแบ่งการศึกษาออกตามชนิดของปะการัง ได้ดังนี้ (ภาพที่ 18)

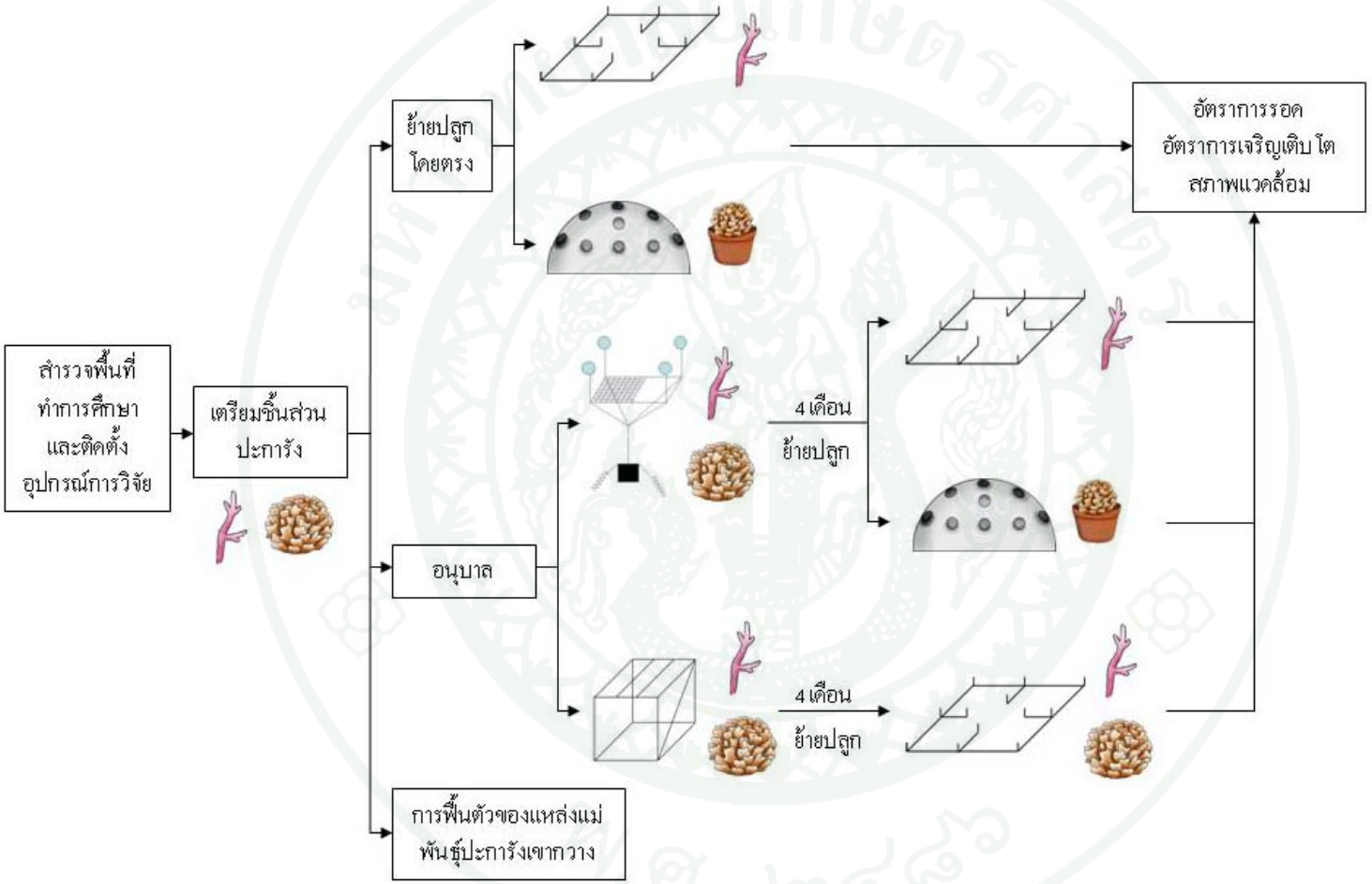
ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

วิธีที่ 1 การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม
(direct transplant to iron plate)
วิธีที่ 2 การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม
(nursed on mid-water nursery before transplant to iron plate)
วิธีที่ 3 การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม
(nursed on iron fish home nursery before transplant to iron plate)

ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

วิธีที่ 1 การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball
(direct transplant to coral ball)
วิธีที่ 2 การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball
(nursed on mid-water nursery before transplant to coral ball)
วิธีที่ 3 การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม
(nursed on iron fish home nursery before transplant to iron plate)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

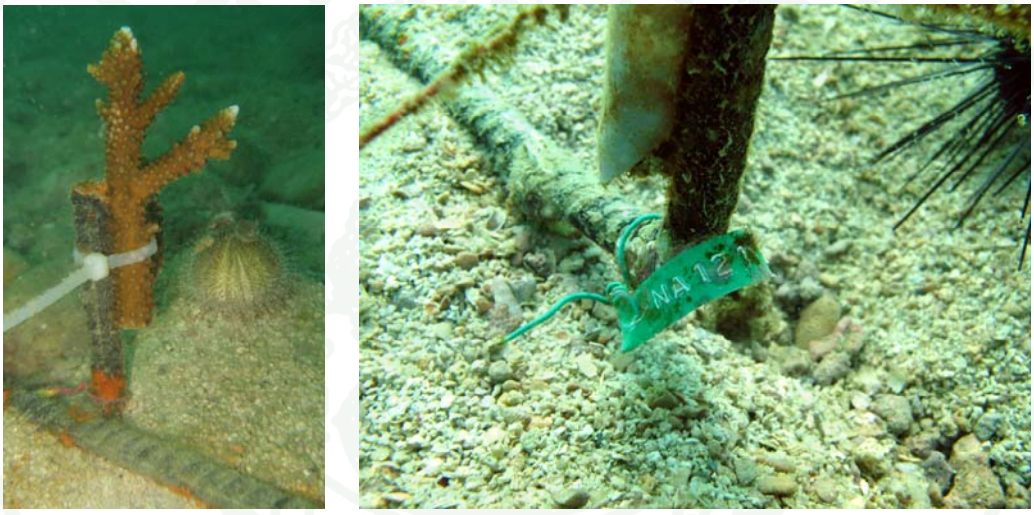



**ภาพที่ 18** แผนผังวิธีการศึกษา

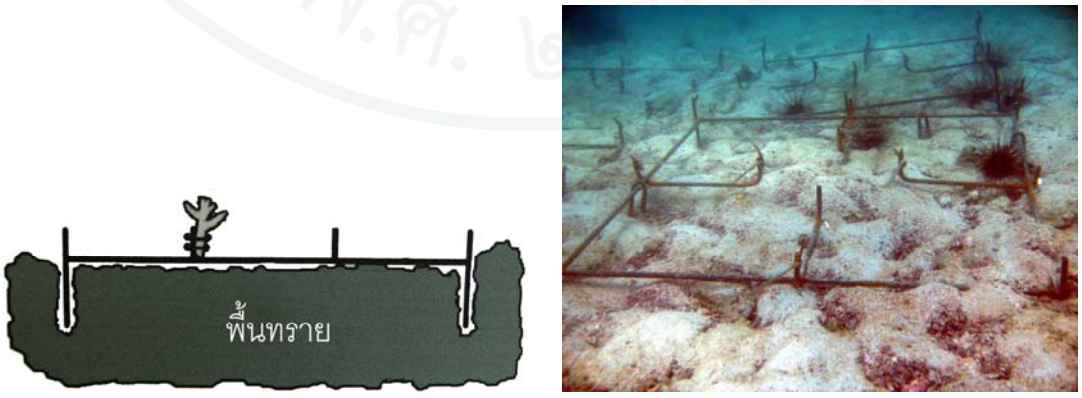
5.1 การย้ายปลูกปะการังโดยตรง

5.1.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

นำชิ้นส่วนปะการังเขากวาง เสียบติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ดัดแปลงมาจาก นลินี, 2551) ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ 1-2 เส้น ติดป้ายหมายเลขกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม จำนวน 12 กิ่งต่อแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม รวมทั้งหมด 156 กิ่ง (ภาพที่ 19 และภาพที่ 20) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ย้ายปลูก รวมเป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์



**ภาพที่ 19** การติดปะการังเขากวางและป้ายหมายเลขบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม




**ภาพที่ 20** ปะการังเขากวางบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

นำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ ยึดติดกับกระถางดินเผา โดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์แบบผสม : ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว ในอัตราส่วน 1:2 เสียบป้ายหมายเลขลงในกระถางดินเผา จากนั้นนำไปวางลงบนช่องใน Coral Ball ซึ่งเป็นปะการังเทียมที่ดัดแปลงรูปร่างมาจาก Reef Ball (Reef Ball Foundation, 2010) จำนวน 30 กิ่งต่อ Coral Ball รวมทั้งหมด 150 กิ่ง (ภาพที่ 21 และภาพที่ 22) ติดตามอัตราการรอดอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ย้ายปลูก รวมเป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

**ภาพที่ 21** การติดปะการังดอกกะหล่ำและป้ายหมายเลขบนกระถางดินเผา

**ภาพที่ 22** ปะการังดอกกะหล่ำบน Coral Ball

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 การอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก

5.2.1 แปลงอนุบาลกลางน้ำ

5.2.1.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

นำชิ้นส่วนปะการังเขากวาง เสียบติดกับสายยางพลาสติก (ภาพผนวกที่ ก12) ถ้าชิ้นส่วนปะการังเขากวางติดกับสายยางพลาสติกไม่แน่น ให้ใช้กาวตราช้างหยดลงไป 2-3 หยด แต่ระวังอย่าให้กาวตราช้างโดนส่วนอื่นๆของปะการัง ติดป้ายหมายเลขกับสายยางพลาสติก จากนั้นนำไปเสียบลงในตะแกรงพลาสติกบนแปลงอนุบาล จำนวน 50 กิ่งต่อตะแกรง ทั้งหมด 3 ตะแกรง นำไปวางบนแปลงอนุบาลกลางน้ำที่ความสูงเหนือพื้นท้องทะเล 1.3-1.4 เมตร และห่างจากผิวน้ำทะเลประมาณ 4.5 เมตร (ภาพที่ 23) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อม และทำความสะอาดบริเวณแปลงอนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

**ภาพที่ 23** การติดปะการังเขากวางและป้ายหมายเลขบนแปลงอนุบาล

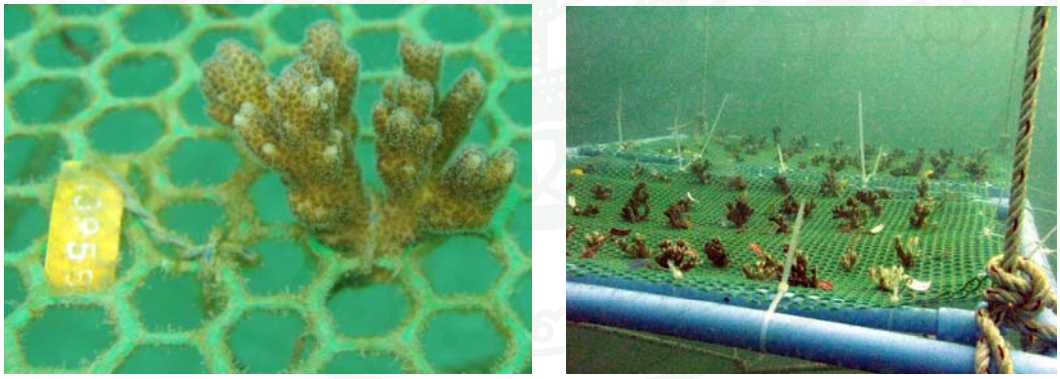
เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 เดือน นำชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่อยู่บนแปลงอนุบาลกลางน้ำพร้อมสายยางพลาสติก ย้ายปลูกติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ 2 เส้น (1 เส้น ยึดสายยางพลาสติกกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม อีก 1 เส้น ยึดตัวปะการังกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม) ติดป้ายหมายเลขกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 24) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 17 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพที่ 24** ปะการังเขากวางที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลแล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

5.2.1.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

นำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ เสียบติดบนตะแกรงพลาสติกด้วยลวดสายโทรศัพท์ 1 เส้น ติดป้ายหมายเลขกับตะแกรงพลาสติก จำนวน 50 กิ่งต่อตะแกรง ทั้งหมด 3 ตะแกรง นำไปวางบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ (ภาพที่ 25) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อม และทำความสะอาดบริเวณแปลงอนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)



**ภาพที่ 25** การติดปะการังดอกกะหล่ำและป้ายหมายเลขบนแปลงอนุบาล

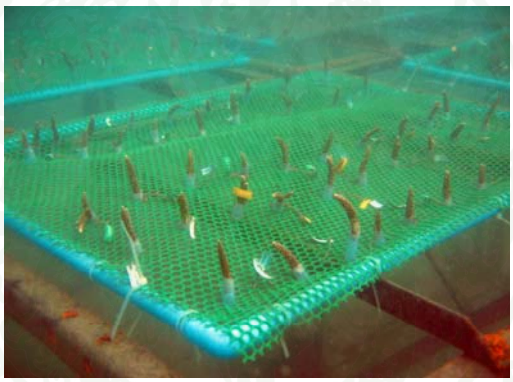
เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 เดือน นำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่อยู่บนแปลงอนุบาลกลางน้ำ ยึดติดกับกระถางดินเผา แล้วย้ายปลูกลงบนช่องใน Coral Ball ตามวิธีการที่กล่าวในข้อ 5.1.2 ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 17 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.2 โครงเหล็กบ้านปลา

5.2.2.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

นำชิ้นส่วนปะการังเขากวาง เสียบลงในตะแกรงพลาสติกบนแปลงอนุบาลตามวิธีการที่กล่าวในข้อ 5.2.1.1 จำนวน 50 กิ่งต่อตะแกรง ทั้งหมด 3 ตะแกรง นำไปวางบนโครงเหล็กบ้านปลา ซึ่งเป็นปะการังเทียมที่ดัดแปลงรูปร่างมาจากแท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม รูปทรง hollow cubic (ปิ่นสักก์, 2551ข) ตัวแปลงอนุบาลมีความสูงเหนือพื้นท้องทะเล 1.1-1.2 เมตร และห่างจากผิวน้ำทะเลประมาณ 4.8 เมตร (ภาพที่ 26) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อม และทำความสะอาดบริเวณแปลงอนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)



**ภาพที่ 26** ปะการังเขากวางที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 เดือน นำชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่อยู่บนโครงเหล็กบ้านปลาพร้อมสายยางพลาสติก ย้ายปลูกติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ตามวิธีการที่กล่าวในข้อ 5.2.1.1 ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 17 สัปดาห์

5.2.2.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

นำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ เสียบติดบนตะแกรงพลาสติกตามวิธีการที่กล่าวในข้อ 5.2.1.2 จำนวน 50 กิ่งต่อตะแกรง ทั้งหมด 3 ตะแกรง นำไปวางบนโครงเหล็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บ้านปลา (ภาพที่ 27) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อม และทำความสะอาดบริเวณแปลงอนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

**ภาพที่ 27** ปะการังดอกกะหล่ำที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 เดือน นำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่อยู่บนโครงเหล็กบ้านปลา ย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ 1-2 เส้น ติดป้ายหมายเลขกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 28) ติดตามอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 17 สัปดาห์

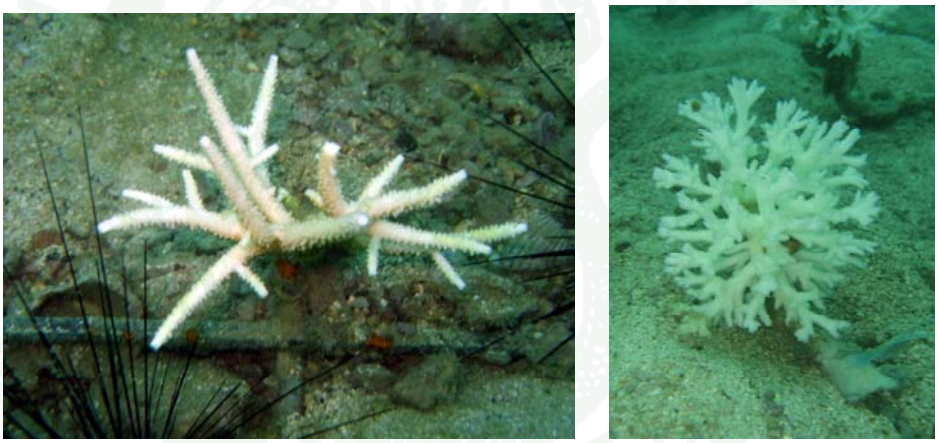
**ภาพที่ 28** ปะการังดอกกะหล่ำที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**6. การศึกษาอัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง**

6.1 การศึกษาอัตราการรอด

ชิ้นส่วนปะการังที่จัดอยู่ในกลุ่ม “รอด” หมายถึง มีตัวโพลิปอาศัยอยู่ในโครงสร้างปะการัง ไม่ว่าจะเกิดการฟอกขาวหรือไม่ (ภาพที่ 29) และถ้าชิ้นส่วนปะการังยังไม่ตายหมดทั้งกิ่งให้ถือว่าอยู่ในกลุ่มปะการังรอด ส่วนชิ้นส่วนปะการังที่หลุดหาย มีสาหร่าย หรือตะกอนมาปกคลุมหมดทั้งกิ่ง ถือว่าเป็นปะการังตาย (ภาพที่ 30) โดยเก็บข้อมูล 10 ช่วง ได้แก่ สัปดาห์ที่ 0, 2, 5, 8, 12, 16, 20, 24, 28 และ 33 หลังจากเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว เก็บข้อมูลสัปดาห์ที่ 41, 45, 59 และ 72 รวมเป็นระยะเวลาทั้งหมด 18 เดือน



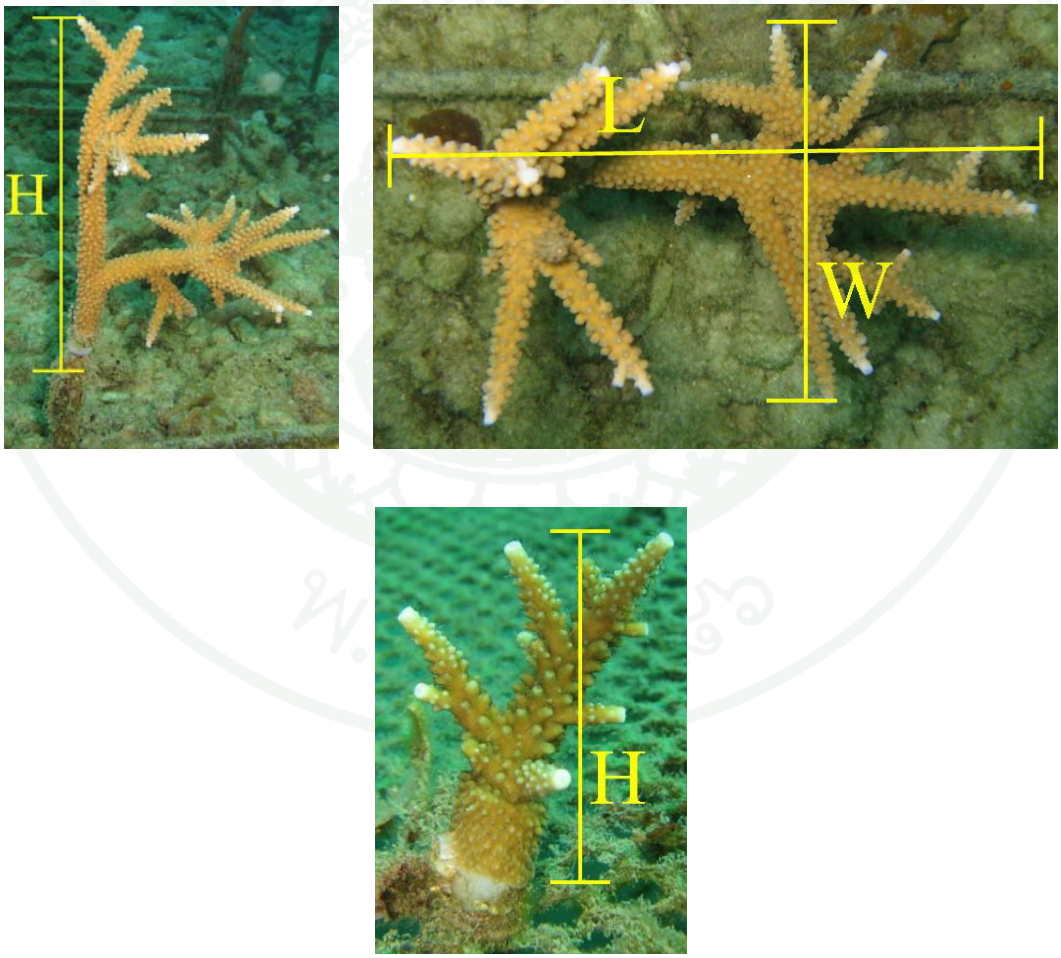
**ภาพที่ 29** ปะการังฟอกขาวซึ่งมีตัวโพลิปที่มีชีวิตอยู่ ถือว่าอยู่ในกลุ่มปะการังรอด

**ภาพที่ 30** สาหร่ายและตะกอนปกคลุมปะการังที่ตาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

ติดตามอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง โดยใช้เวอร์เนีย คาร์ลิปเปอร์ (Vernier Caliper) วัดความสูง (ส่วนที่สูงที่สุดของโคโลนี = H) ความยาว (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด = L) และความกว้าง (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด ซึ่งตั้งฉากกับความยาว = W) ทั้งนี้การวัดความสูงจะรวมถึงส่วนของปะการังที่มีการเจริญเติบโตครอบคลุมสายยางพลาสติก (ภาพที่ 31) แล้วนำมาคำนวณเป็นปริมาตรเชิงนิเวศ (Ecological Volume) ซึ่งเป็นปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างกิ่งปะการังที่สิ่งมีชีวิตสามารถเข้าไปอาศัยอยู่ได้ โดยคำนวณจากสูตร Ecological Volume = $\pi r^2 H$ , r = (L+W)/4 (Bongiorni *et al.*, 2003; Shafir *et al.*, 2006b; Levy *et al.*, 2010) หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ($cm^3$) โดยเก็บข้อมูล 3 ช่วง ได้แก่ สัปดาห์ที่ 0, 16 (อนุบาลก่อนการย้ายปลูก) และ 33




**ภาพที่ 31** ความสูง (H) ความยาว (L) และความกว้าง (W) ที่วัดและใช้ในการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

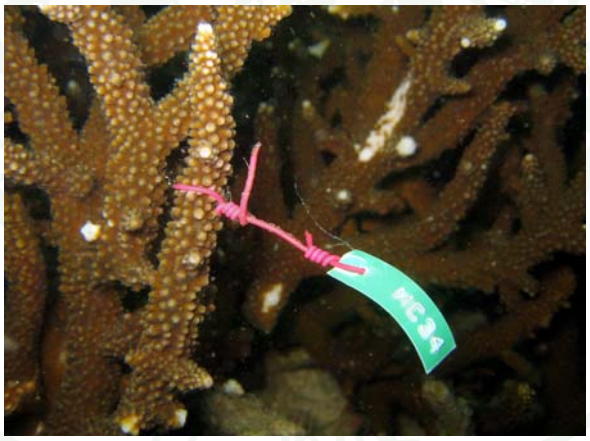
**7. การศึกษาการฟื้นตัวของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง**

7.1 การติดตามระยะเวลาการซ่อมแซมบาดแผล และอัตราการรอด

ติดตามระยะเวลาการซ่อมแซมบาดแผล และอัตราการรอดของปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่ถูกแบ่งกิ่งปะการังไปใช้ในการย้ายปลูกและอนุบาล จำนวน 70 กิ่ง พร้อมถ่ายรูป โดยเก็บข้อมูล 10 ช่วง ได้แก่ สัปดาห์ที่ 0, 2, 5, 8, 12, 16, 20, 24, 28 และ 33

7.2 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

นำลวดสายโทรศัพท์พร้อมป้ายหมายเลข มัดไว้กับกิ่งปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ขนาดกิ่งปะการังไม่เกิน 5 เซนติเมตร (English *et al*., 1997) (ภาพที่ 32) จำนวน 48 กิ่ง ติดตามอัตราการเจริญเติบโตตามที่กล่าวในข้อ 6.2 เป็นระยะเวลา 29 สัปดาห์ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553




**ภาพที่ 32** การติดป้ายหมายเลขบนกิ่งปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**8. การศึกษาสภาพแวดล้อม**

ศึกษาสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิน้ำทะเล ความเข้มแสง ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล และอัตราการตกตะกอน บริเวณแนวปะการัง และพื้นที่ทำการศึกษา ก่อนติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย (วันเสาร์ที่ 8 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 ระหว่างเวลา 11.30-14.00 น. โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิน้ำทะเล และความเข้มแสงทุก 30 นาที ส่วนความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล เก็บข้อมูล 1 ครั้ง) จากนั้นเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมช่วงทำการศึกษาวิจัย โดยติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม Coral Ball แปลงอนุบาลกลางน้ำ และโครงเหล็กบ้านปลา (ภาพที่ 33) เนื่องจากการติดตั้งแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมติดกับแนวปะการัง ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณแนวปะการัง จึงใช้ข้อมูลเดียวกันกับบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

8.1 อุณหภูมิน้ำทะเล และความเข้มแสง

ใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ Pendant Temp-Light Data Logger ยี่ห้อ HOBO รุ่น UA-002-08 วัดค่าอุณหภูมิน้ำทะเล หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C) และค่าความเข้มแสง หน่วยเป็นลักซ์ (lux) โดยตั้งการบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 18 เดือน

8.2 ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล

ใช้เครื่องมือวัดค่าความเค็ม (Refractometer) วัดค่าความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเลของพื้นที่ทำการศึกษา หน่วยเป็นส่วนในพันส่วน (ppt) (English *et al*., 1997) โดยเก็บข้อมูลสัปดาห์ที่ 2 และ 5 จากนั้นเก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง รวมเป็นระยะเวลา 18 เดือน

8.3 อัตราการตกตะกอน

ใช้ขวดดักตะกอน (Sediment Trap) จำนวน 3 ขวดต่อสถานี วัดอัตราการตกตะกอน หน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ($g/m^2/day$) โดยบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และ Coral Ball วางเหนือจากพื้นท้องทะเล 20 เซนติเมตร (English *et al*., 1997; Hill and Wilkinson, 2004) ส่วนบริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ และโครงเหล็กบ้านปลา วางระดับเดียวกันกับแปลงอนุบาล จากนั้นนำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

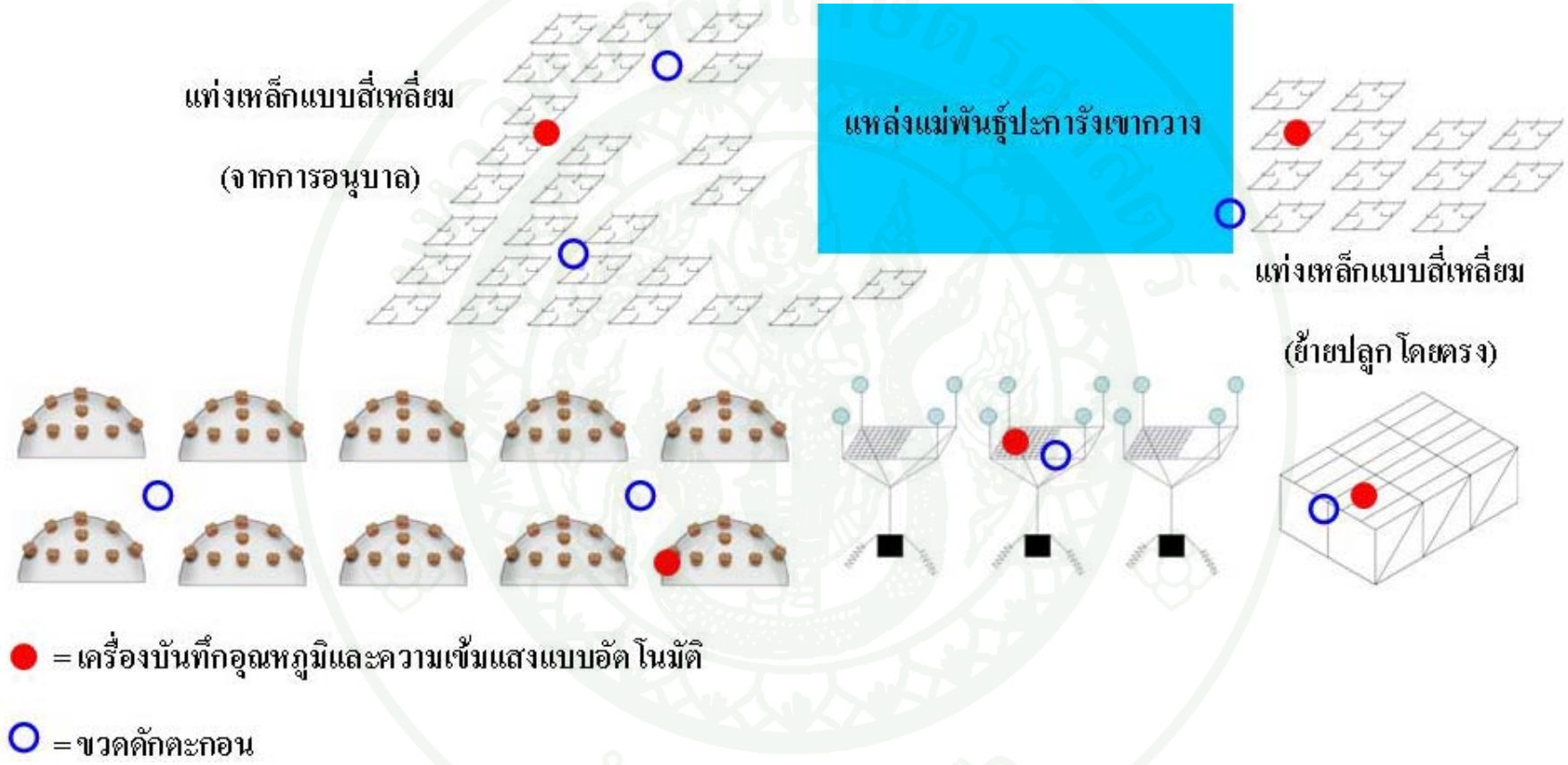
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อหาน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของตะกอน โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 รวมเป็นระยะเวลา 10 เดือน

**9. การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง งบประมาณ ระยะเวลา จำนวนนักวิจัย ฯลฯ ของแต่ละวิธีการย้ายปลูกปะการัง มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบเพื่อหาข้อดีและข้อด้อยของวิธีการย้ายปลูกปะการังและอุปกรณ์การวิจัย ตลอดจนความคุ้มค่าในการย้ายปลูกปะการัง ส่วนข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง (ความสูง ความยาว และความกว้าง) นำมาคำนวณตามสูตรเพื่อหาปริมาตรเชิงนิเวศของชิ้นส่วนปะการังแต่ละวิธี แล้วนำข้อมูลปริมาตรเชิงนิเวศของชิ้นส่วนปะการังแต่ละวิธีมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 16.0 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยใช้ Student-Newman-Keuls (S-N-K) และ Tamhane's T2 เพื่อทดสอบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.05$) (จิตติมา, 2536) ส่วนข้อมูลสภาพแวดล้อม นำมาวิเคราะห์ร่วมกับอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 33** ตำแหน่งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงอัตโนมัติ และขวดดักตะกอน

# ผลและวิจารณ์

## ผล

### 1. ลักษณะพื้นท้องทะเลบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา

ข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิน้ำทะเล ความเข้มแสง และความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล บริเวณแนวปะการังหาดสังวาลย์ เกาะล้าน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5) จากการสำรวจ พบว่า แนวปะการังอยู่ห่างจากชายฝั่ง 40 เมตร และมีความกว้างของแนวปะการังตั้งฉากจากชายฝั่ง 130 เมตร ปะการังชนิดเด่น ได้แก่ ปะการังโขด *Porites* sp. ปะการังส่วนใหญ่อยู่หนาแน่นที่ระดับความลึก 2-5 เมตร ถัดจากนั้นเป็นปะการังโขด และปะการังเขากวาง กระจายตัวห่างๆบนพื้นทรายจนถึงที่ระดับความลึก 8 เมตร

**ตารางที่ 5** ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณแนวปะการังและพื้นที่ทำการศึกษาก่อนทำการวิจัย

| บริเวณ | อุณหภูมิน้ำทะเล (°C) | ความเข้มแสง (ลักซ์) | ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน) |
|---|---|---|---|
| แนวปะการังหาดสังวาลย์ | 30.28 | 16,763.08 | 28 |
| พื้นที่ทำการศึกษา | 30.10 | 14,454.46 | |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**2. อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง**

อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ทำการย้ายปลูกโดยตรง และการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก โดยแยกตามชนิดปะการัง ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ โดยแบ่งระยะเวลาการเก็บข้อมูลออกเป็น 10 ช่วง ได้แก่ 0, 2, 5, 8, 12, 16, 20, 24, 28 และ 33 สัปดาห์ ได้ผลดังต่อไปนี้

2.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

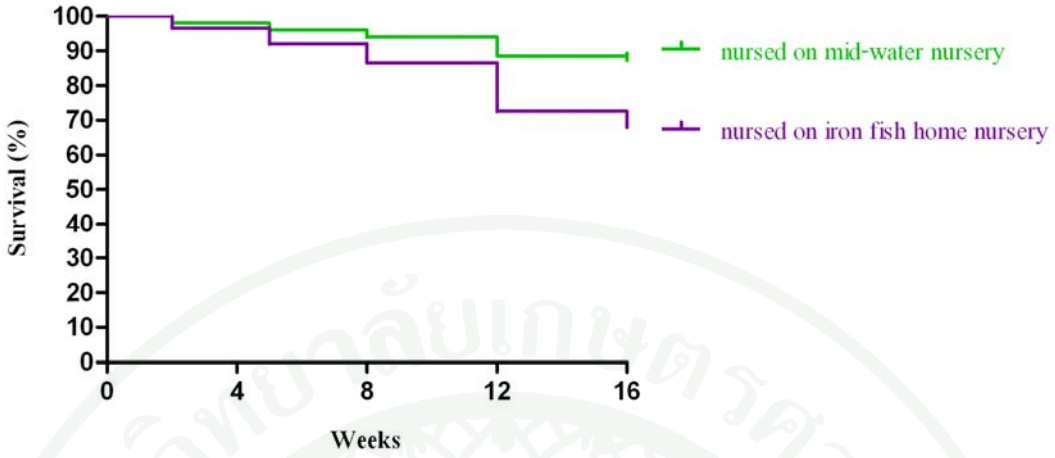
ในช่วงระยะเวลา 16 สัปดาห์แรก (4 เดือนแรก) การอนุบาลปะการังเขากวาง *A. formosa* บนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีอัตราการรอดร้อยละ 87.3 สูงกว่าการอนุบาลปะการังเขากวาง *A. formosa* บนโครงเหล็กบ้านปลา มีอัตราการรอดร้อยละ 68.0 (ตารางที่ 6 และภาพที่ 34) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ทำการย้ายปลูกโดยตรง และการอนุบาลก่อนแล้วนำไปย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ พบว่า การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ร้อยละ 82.0 รองลงมาได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 64.7 ส่วนการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดต่ำที่สุด ร้อยละ 59.3 (ตารางที่ 6 และภาพที่ 35)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

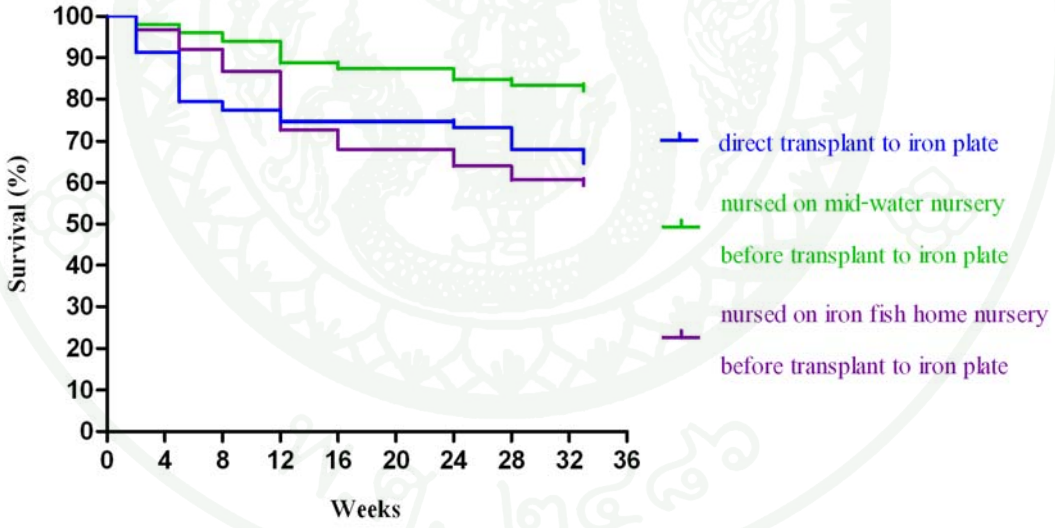
**ตารางที่ 6** อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

| ระยะเวลา (สัปดาห์) | อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* (ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|
| | การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม |
| 0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 | 91.67 | 98.00 | 96.67 |
| 5 | 79.49 | 96.00 | 92.00 |
| 8 | 77.56 | 94.00 | 86.67 |
| 12 | 74.36 | 88.67 | 72.67 |
| 16 | 74.36 | 87.33 | 68.00 |
| 20 | 74.36 | 87.33 | 68.00 |
| 24 | 73.08 | 84.67 | 64.00 |
| 28 | 67.95 | 83.33 | 60.67 |
| 33 | 64.74 | 82.00 | 59.33 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 34** อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)




**ภาพที่ 35** อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

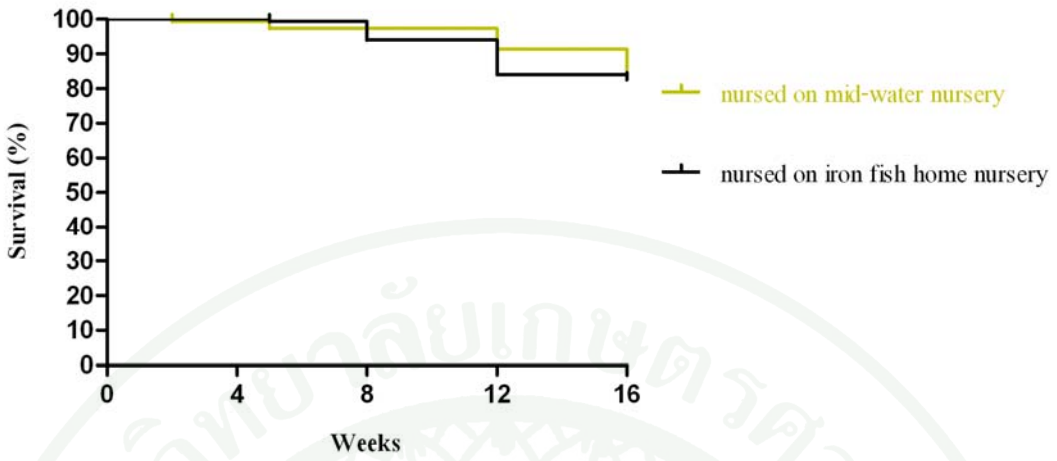
2.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

ในช่วงระยะเวลา 16 สัปดาห์แรก (4 เดือนแรก) การอนุบาลปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* บนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีอัตราการรอดร้อยละ 85.3 สูงกว่าการอนุบาลปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* บนโครงเหล็กบ้านปลา มีอัตราการรอดร้อยละ 82.7 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 36) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ทำการย้ายปลูกโดยตรงและการอนุบาลก่อนแล้วนำไปย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ พบว่า การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ร้อยละ 72.7 รองลงมาได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball มีอัตราการรอดร้อยละ 64.0 ส่วนการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball มีอัตราการรอดต่ำที่สุด ร้อยละ 46.7 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 37)

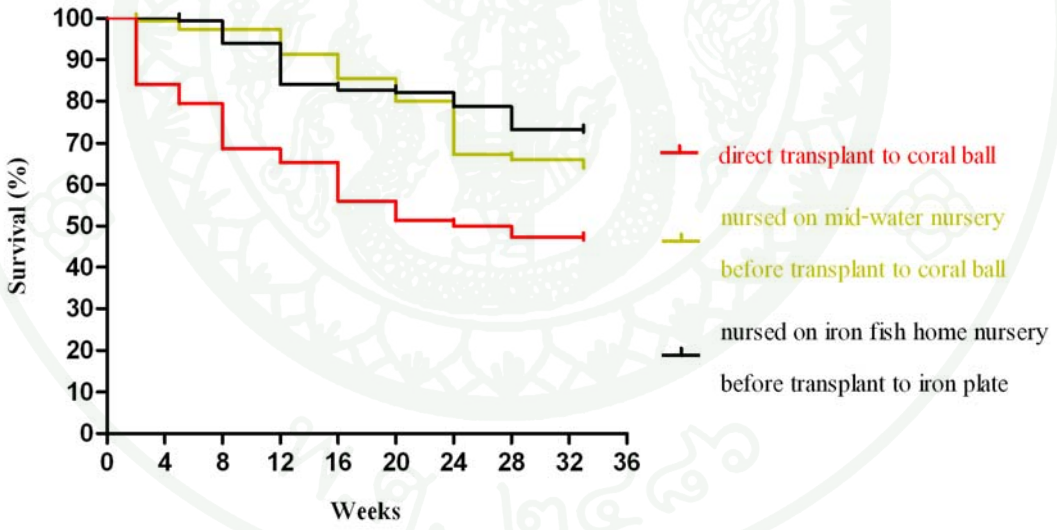
**ตารางที่ 7** อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

| ระยะเวลา (สัปดาห์) | อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|
| | การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม |
| 0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 | 84.00 | 99.33 | 100.00 |
| 5 | 79.33 | 97.33 | 99.33 |
| 8 | 68.67 | 97.33 | 94.00 |
| 12 | 65.33 | 91.33 | 84.00 |
| 16 | 56.00 | 85.33 | 82.67 |
| 20 | 51.33 | 80.00 | 82.00 |
| 24 | 50.00 | 67.33 | 78.67 |
| 28 | 47.33 | 66.00 | 73.33 |
| 33 | 46.67 | 64.00 | 72.67 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 36** อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

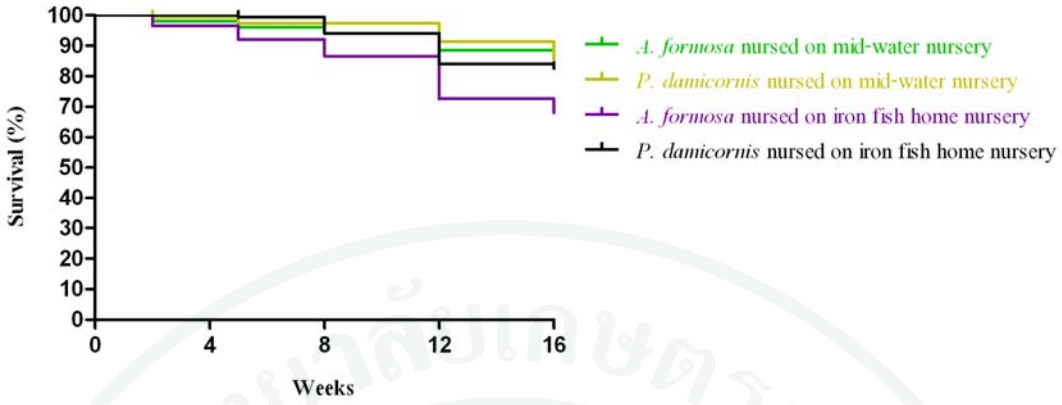



**ภาพที่ 37** อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

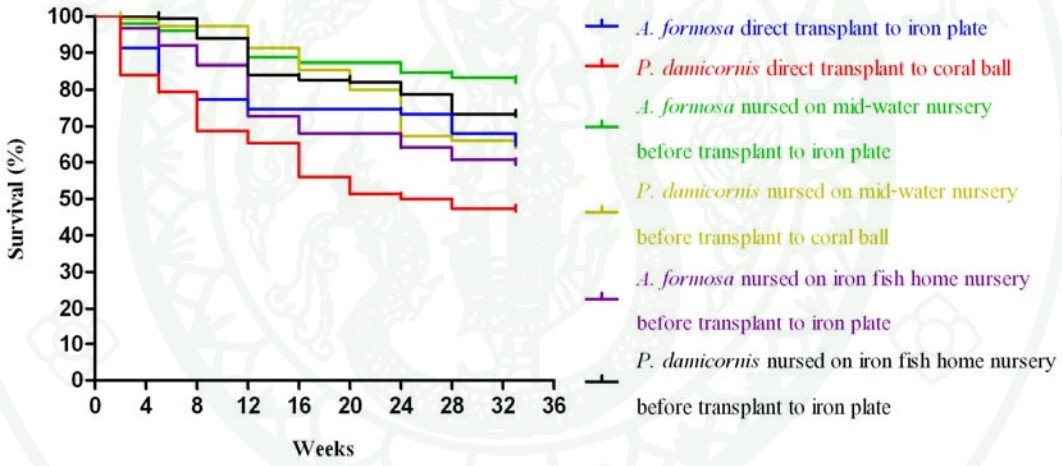
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการอนุบาลชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิด เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) พบว่า การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนแปลงอนุบาลกลางน้ำให้อัตราการรอดสูงกว่าการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนโครงเหล็กบ้านปลา ทั้งปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* (ภาพที่ 38) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิด ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7) พบว่า การอนุบาลปะการังเขากวางบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ร้อยละ 82.0 รองลงมา ได้แก่ การอนุบาลปะการังดอกกะหล่ำบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 72.7 การย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 64.7 การอนุบาลปะการังดอกกะหล่ำบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball มีอัตราการรอดร้อยละ 64.0 การอนุบาลปะการังเขากวางบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 59.3 และการย้ายปลูกปะการังดอกกะหล่ำโดยตรงแบบ Coral Ball มีอัตราการรอดต่ำที่สุดร้อยละ 46.7 ตามลำดับ (ภาพที่ 39)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 38** อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิดที่อนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)




**ภาพที่ 39** อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิดที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**3. อัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง**

อัตราการเจริญเติบโต และปริมาตรเชิงนิเวศของชิ้นส่วนปะการังที่ทำการย้ายปลูกโดยตรงและการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก โดยแยกตามชนิดปะการัง ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ โดยแบ่งระยะเวลาการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ สัปดาห์ที่ 0, 16 (อนุบาลก่อนการย้ายปลูก) และ 33 ได้ผลดังต่อไปนี้

3.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

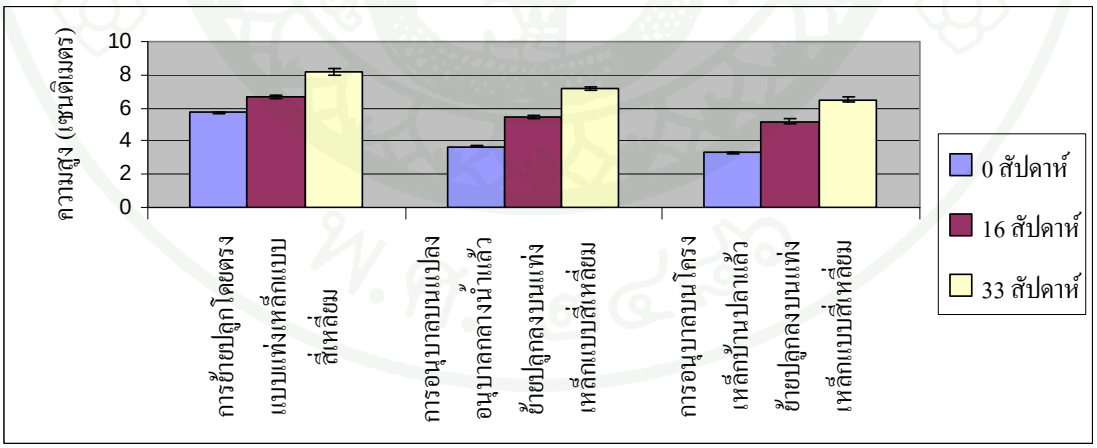
การเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะเวลา (ตารางที่ 8) ทั้งความสูง (ภาพที่ 40) ความยาว (ภาพที่ 41) และความกว้าง (ภาพที่ 42) รวมถึงปริมาตรเชิงนิเวศ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 43) โดยจำนวนชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่นำมาคำนวณ คิดเฉพาะชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่รอดชีวิตและไม่มีการแตกหัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 8** การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

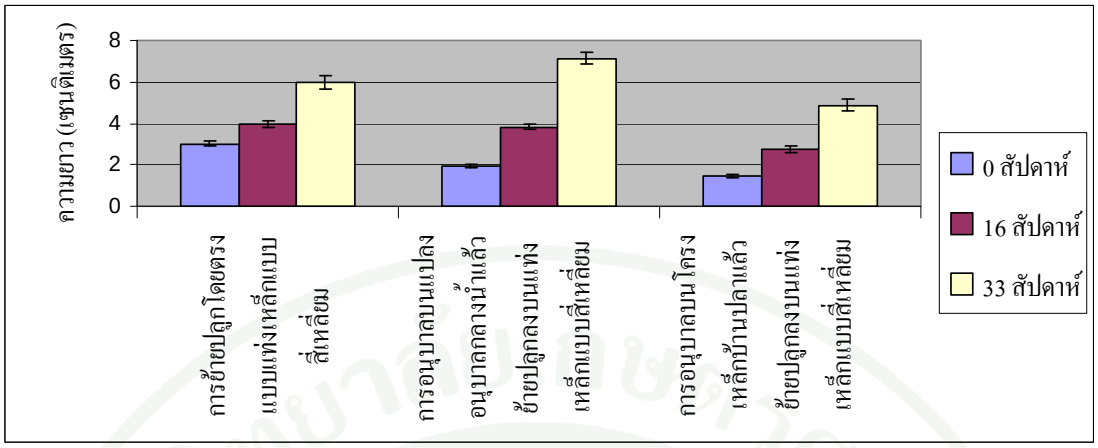
| วิธีการ | จำนวน (n) | สัปดาห์ที่ | ความสูง (ซม.) | ความยาว (ซม.) | ความกว้าง (ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ | 156 | 0 | 5.72±0.08 | 3.01±0.11 | 1.60±0.08 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 93* | 16 | 6.65±0.11 | 3.95±0.19 | 2.35±0.12 |
| | 87* | 33 | 8.20±0.18 | 6.01±0.32 | 3.77±0.24 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | 150 | 0 | 3.68±0.07 | 1.93±0.08 | 1.11±0.05 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน | 131* | 16 | 5.44±0.10 | 3.83±0.13 | 2.66±0.11 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 94* | 33 | 7.19±0.13 | 7.14±0.27 | 5.24±0.21 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | 150 | 0 | 3.30±0.08 | 1.43±0.07 | 0.93±0.02 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | 100* | 16 | 5.18±0.14 | 2.75±0.13 | 1.79±0.07 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 58* | 33 | 6.51±0.19 | 4.87±0.28 | 3.43±0.19 |

**หมายเหตุ**: * นับเฉพาะจำนวนชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่รอดชีวิตและไม่มีการแตกหัก

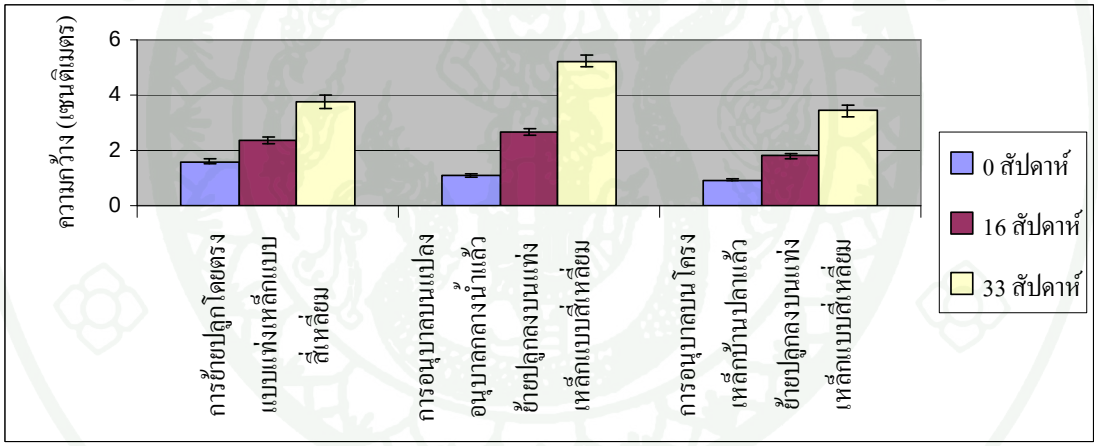



**ภาพที่ 40** ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 41** ความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33



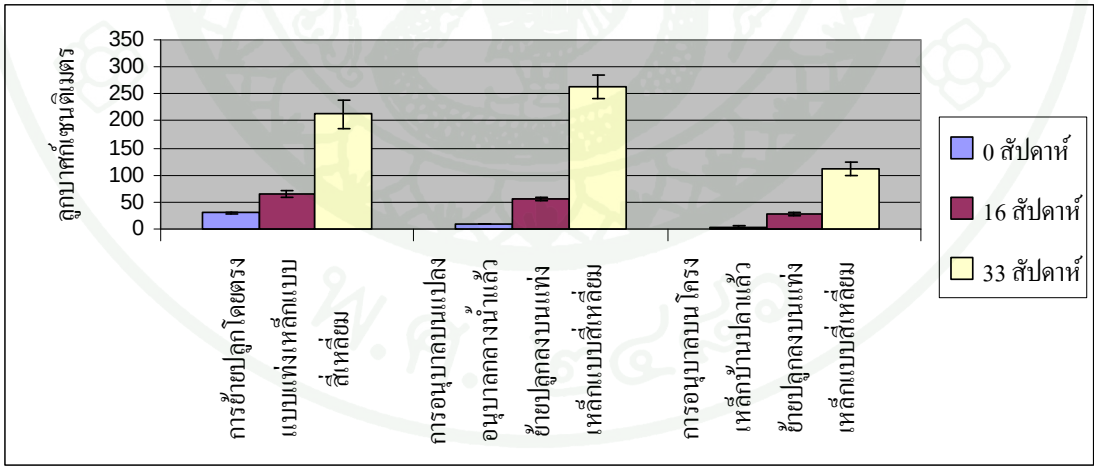

**ภาพที่ 42** ความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 9** ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

| วิธีการ | จำนวน (n) | สัปดาห์ที่ | ปริมาตรเชิงนิเวศ (ซม.$^3$) |
|---|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ | 156 | 0 | 30.20±2.19 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 93* | 16 | 64.99±5.92 |
| | 87* | 33 | 212.70±25.54 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | 150 | 0 | 8.72±0.87 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน | 131* | 16 | 55.78±4.32 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 94* | 33 | 263.20±22.66 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | 150 | 0 | 4.46±0.40 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | 100* | 16 | 27.64±2.78 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 58* | 33 | 110.82±12.58 |

**หมายเหตุ**: * นับเฉพาะจำนวนชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่รอดชีวิตและไม่มีการแตกหัก




**ภาพที่ 43** ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

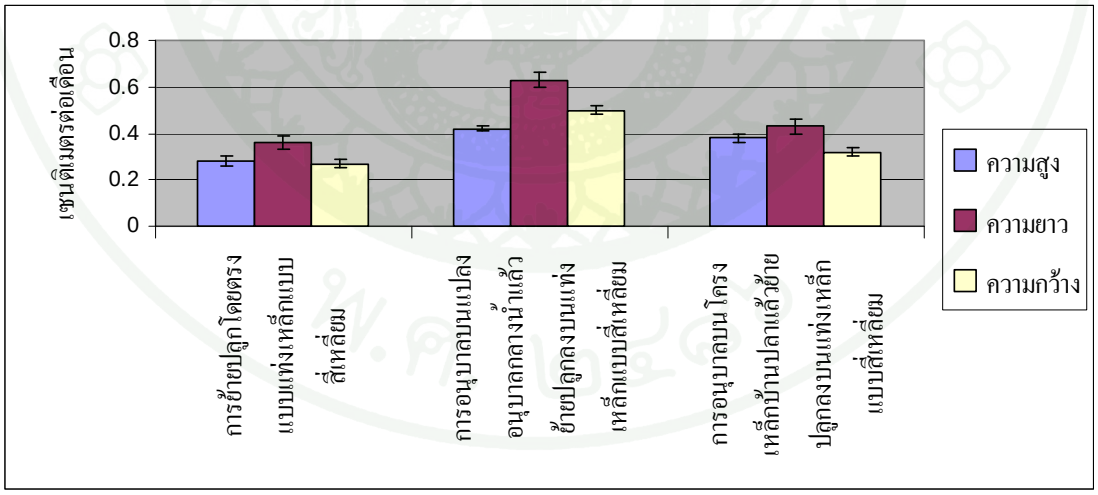
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต และปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ พบว่า การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.42±0.01, 0.63±0.03 และ 0.50±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.38±0.02, 0.43±0.03 และ 0.32±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ ส่วนการย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.28±0.02, 0.36±0.03 และ 0.27±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 10 และภาพที่ 44) เมื่อนำความสูง ความยาว และความกว้าง มาคำนวณหาปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย พบว่า การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด 31.52±2.75 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน รองลงมา ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22.50±2.96 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน ส่วนการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่ำที่สุด 13.27±1.51 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 11 และภาพที่ 45) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดร่วมกับปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน พบว่า การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้ผลสูงที่สุด (ภาพที่ 46) เมื่อนำปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของการย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นตัวแทนของอัตราการเจริญเติบโตที่คำนวณมาจากความสูง ความยาว และความกว้างของชิ้นส่วนปะการังเขากวาง มาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 10.327$; $df = 2, 236$; $p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 10** อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

| วิธีการ | ช่วง | ความสูง (ซม./เดือน) | ความยาว (ซม./เดือน) | ความกว้าง (ซม./เดือน) |
|---|---|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ | เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก | 0.17±0.01 | 0.21±0.02 | 0.17±0.02 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง | 0.39±0.03 | 0.51±0.05 | 0.36±0.04 |
| | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 0.28±0.02 | 0.36±0.03 | 0.27±0.02 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 0.44±0.01 | 0.47±0.02 | 0.38±0.02 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 0.39±0.02 | 0.74±0.04 | 0.58±0.03 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 0.42±0.01 | 0.63±0.03 | 0.50±0.02 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 0.47±0.02 | 0.33±0.02 | 0.22±0.02 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 0.30±0.02 | 0.50±0.05 | 0.41±0.04 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 0.38±0.02 | 0.43±0.03 | 0.32±0.02 |



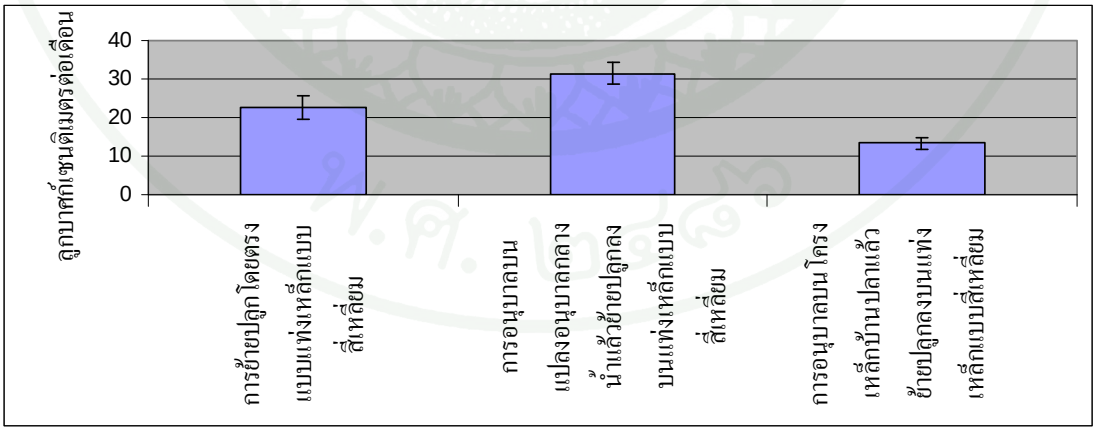

**ภาพที่ 44** อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 11** ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

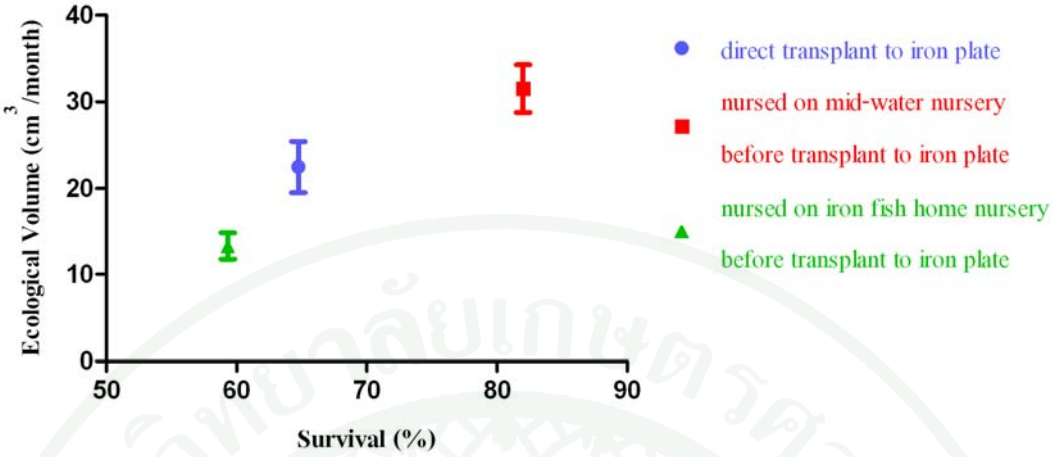
| วิธีการ | ช่วง | ปริมาตรเชิงนิเวศ (ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน) |
|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ | เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก | 8.17±0.92 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง | 36.86±5.13 |
| | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 22.50±2.96* |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 11.66±0.92 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 49.24±4.59 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 31.52±2.75* |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 5.78±0.59 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 20.29±2.56 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 13.27±1.51* |

**หมายเหตุ**: * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95




**ภาพที่ 45** ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 46** อัตราการรอดและปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

3.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

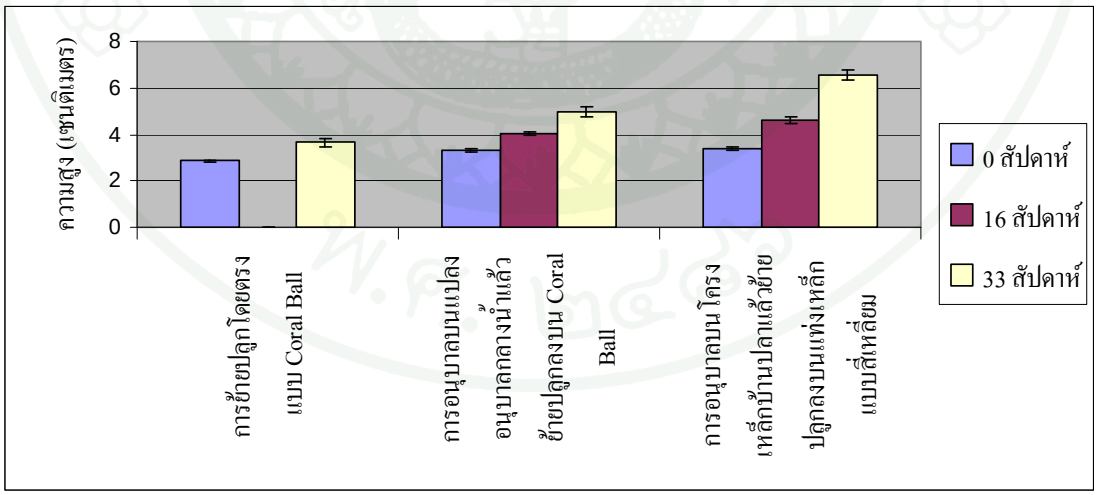
การเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะเวลา (ตารางที่ 12) ทั้งความสูง (ภาพที่ 47) ความยาว (ภาพที่ 48) และความกว้าง (ภาพที่ 49) รวมถึงปริมาตรเชิงนิเวศ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 50) โดยจำนวนชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่นำมาคำนวณ คิดเฉพาะชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่รอดชีวิตและไม่มีการแตกหัก สำหรับการนำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball ต้องทำการยึดติดชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำกับกระถางดินเผา ทำให้ความสูงของชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำลดลง จึงต้องทำการวัดการเจริญเติบโตใหม่ (สัปดาห์ที่ 20) และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 33 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกบน Coral Ball มีการเจริญเติบโตเคลือบซีเมนต์ที่ยึดติดกับกระถางดินเผา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 12** การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

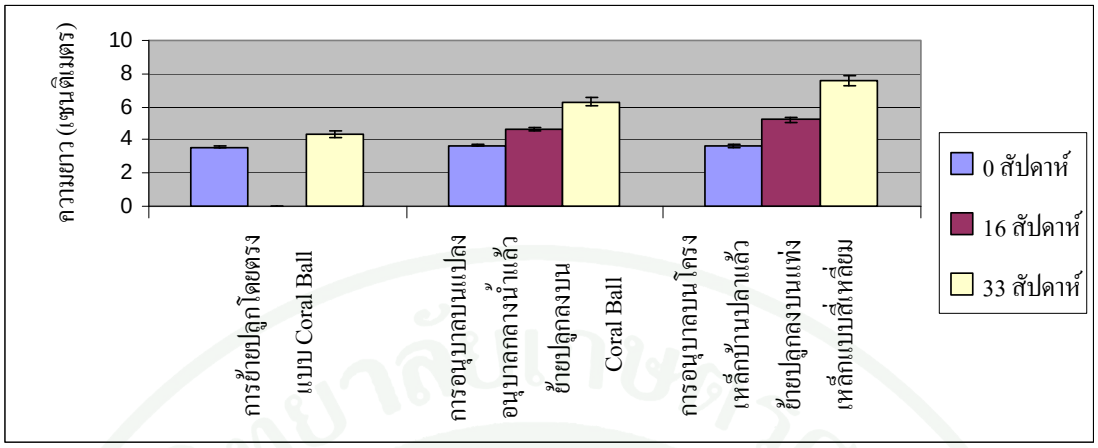
| วิธีการ | จำนวน (n) | สัปดาห์ที่ | ความสูง (ซม.) | ความยาว (ซม.) | ความกว้าง (ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ | 150 | 0 | 2.85±0.06 | 3.58±0.07 | 2.43±0.07 |
| Coral Ball | 26* | 33 | 3.65±0.16 | 4.36±0.20 | 3.20±0.18 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | 150 | 0 | 3.30±0.07 | 3.66±0.07 | 2.48±0.06 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน | 112* | 16 | 4.05±0.09 | 4.65±0.10 | 3.45±0.09 |
| Coral Ball | 43* | 20 | 4.22±0.19 | 5.51±0.22 | 4.24±0.20 |
| | | 33 | 4.97±0.23 | 6.30±0.26 | 5.18±0.25 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | 150 | 0 | 3.37±0.08 | 3.66±0.08 | 2.33±0.07 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | 112* | 16 | 4.61±0.12 | 5.23±0.15 | 4.03±0.12 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 51* | 33 | 6.54±0.23 | 7.60±0.32 | 6.01±0.28 |

**หมายเหตุ**: * นับเฉพาะจำนวนชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่รอดชีวิตและไม่มีการแตกหัก

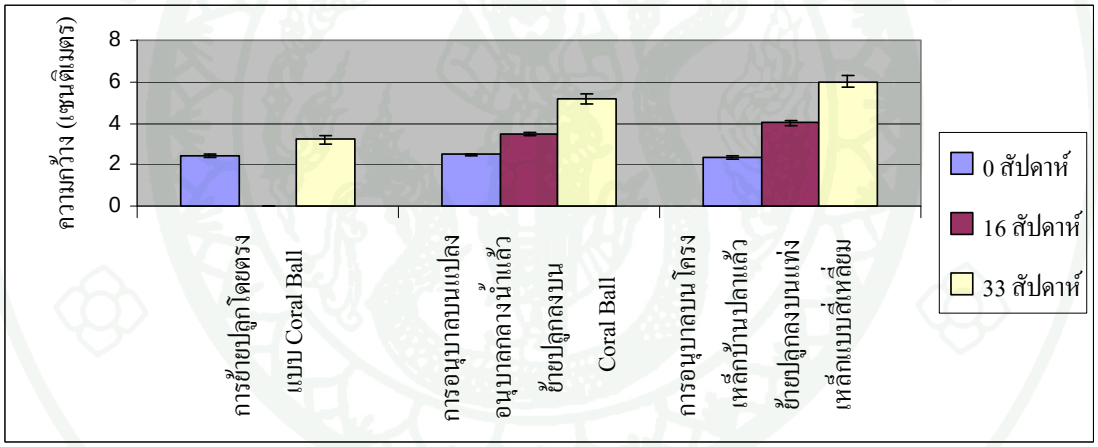



**ภาพที่ 47** ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 48** ความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33



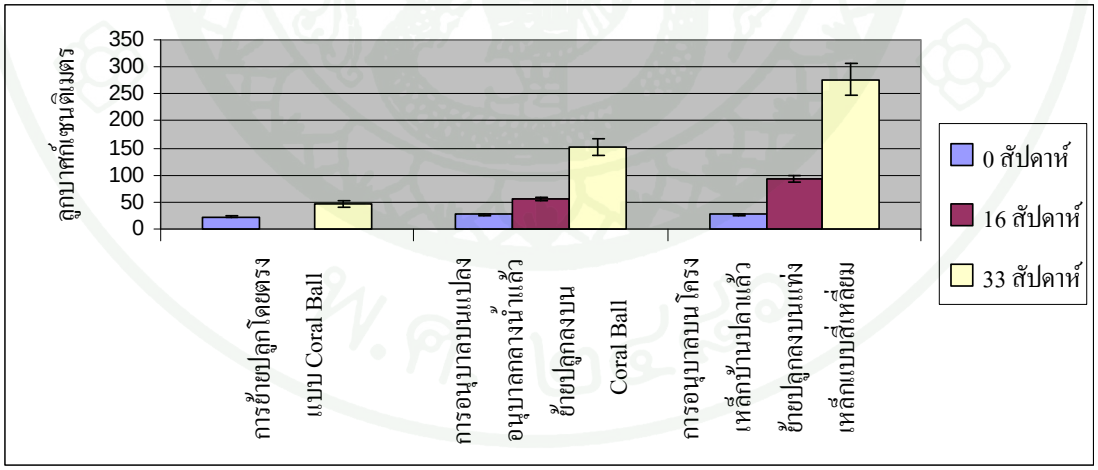

**ภาพที่ 49** ความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 13** ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

| วิธีการ | จำนวน (n) | สัปดาห์ที่ | ปริมาตรเชิงนิเวศ (ซม.$^3$) |
|---|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ | 150 | 0 | 22.60±1.31 |
| Coral Ball | 26* | 33 | 45.37±5.86 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | 150 | 0 | 26.63±1.24 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน | 112* | 16 | 56.73±3.02 |
| Coral Ball | 43* | 20 | 90.59±9.06 |
| | | 33 | 151.24±16.16 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | 150 | 0 | 26.84±1.57 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | 112* | 16 | 92.14±6.91 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 51 | 33 | 277.08±28.04 |

**หมายเหตุ**: * นับเฉพาะจำนวนชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่รอดชีวิตและไม่มีการแตกหัก




**ภาพที่ 50** ปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 16 และ 33

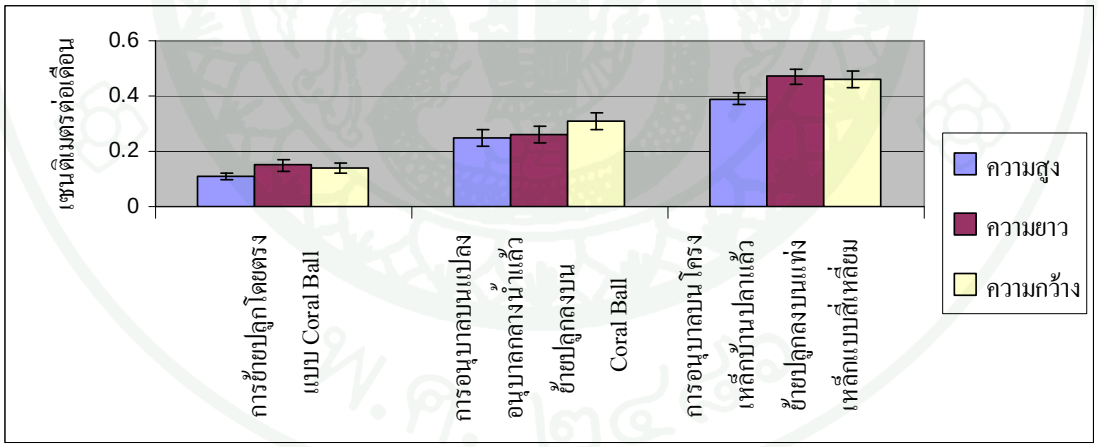
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต และปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball จำเป็นต้องทำการวัดการเจริญเติบโตใหม่ เนื่องจากต้องทำการยึดติดชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำกับกระถางดินเผา ทำให้ความสูงของชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำลดลง จึงพิจารณาข้อมูลเฉพาะช่วงที่ทำการย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 17 สัปดาห์ พบว่า การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.39±0.02, 0.47±0.03 และ 0.46±0.03 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.25±0.03, 0.26±0.03 และ 0.31±0.03 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ ส่วนการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.11±0.01, 0.15±0.02 และ 0.14±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 14 และภาพที่ 51) เมื่อนำความสูง ความยาว และความกว้าง มาคำนวณหาปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย พบว่า การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด 31.04±3.33 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน รองลงมา ได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball มีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 20.22±2.94 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน ส่วนการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball มีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่ำที่สุด 3.72±0.68 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 15 และภาพที่ 52) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดร่วมกับปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน พบว่า การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้ผลสูงที่สุด (ภาพที่ 53) เมื่อนำปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นตัวแทนของอัตราการเจริญเติบโตที่คำนวณมาจากความสูง ความยาว และความกว้างของชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ มาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 17.156$; $df = 2, 117$; $p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 14** อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

| วิธีการ | ช่วง | ความสูง (ซม./เดือน) | ความยาว (ซม./เดือน) | ความกว้าง (ซม./เดือน) |
|---|---|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 0.11±0.01 | 0.15±0.02 | 0.14±0.02 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 0.18±0.01 | 0.23±0.02 | 0.22±0.01 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 0.25±0.03 | 0.26±0.03 | 0.31±0.03 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 0.24±0.01 | 0.31±0.02 | 0.34±0.02 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 0.60±0.05 | 0.57±0.05 | 0.54±0.05 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 0.39±0.02 | 0.47±0.03 | 0.46±0.03 |



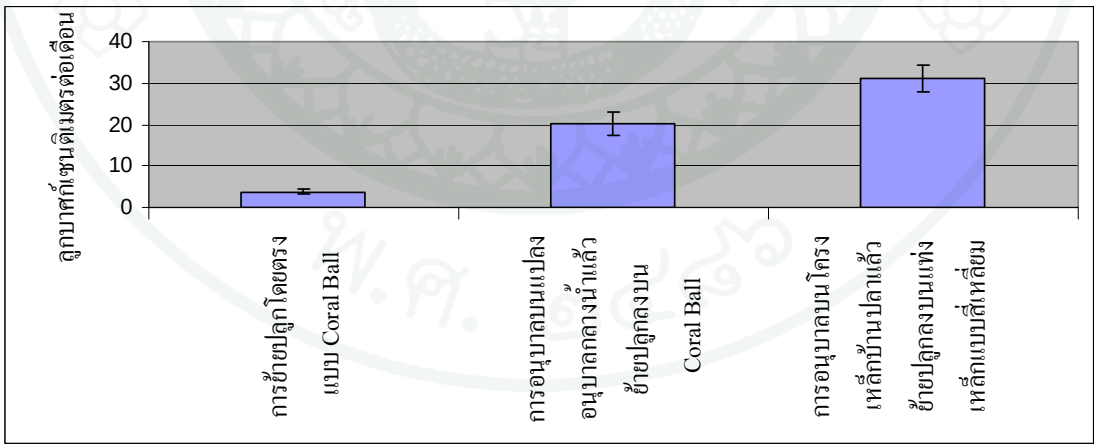

**ภาพที่ 51** อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 15** ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ย 16 สัปดาห์แรก, เฉลี่ย 17 สัปดาห์หลัง และเฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

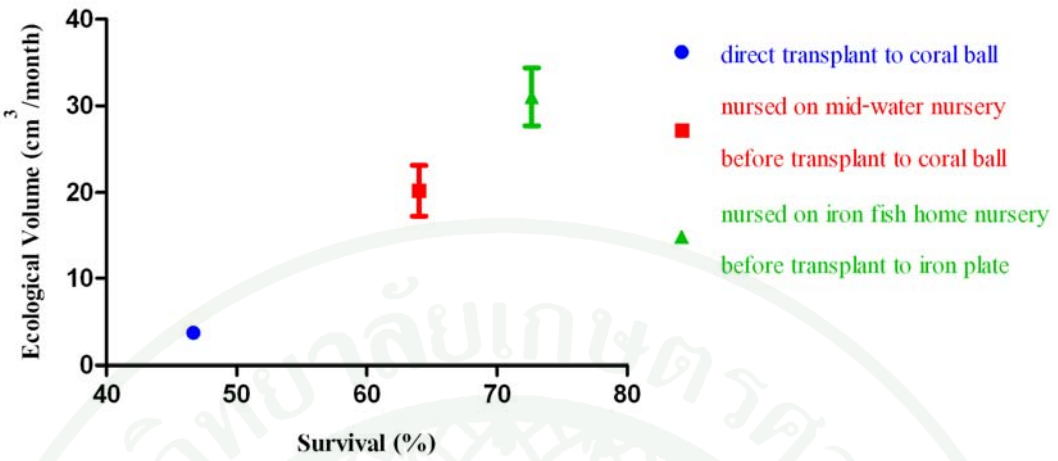
| วิธีการ | ช่วง | ปริมาตรเชิงนิเวศ (ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน) |
|---|---|---|
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 3.72±0.68* |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาล | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 7.26±0.53 |
| กลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 20.22±2.94* |
| การอนุบาลบนโครงเหล็ก | เฉลี่ยอนุบาล 16 สัปดาห์ | 12.93±1.13 |
| บ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบน | เฉลี่ยย้ายปลูก 17 สัปดาห์ | 53.95±6.34 |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ | 31.04±3.33* |

**หมายเหตุ**: * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95




**ภาพที่ 52** ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 53** อัตราการรอดและปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

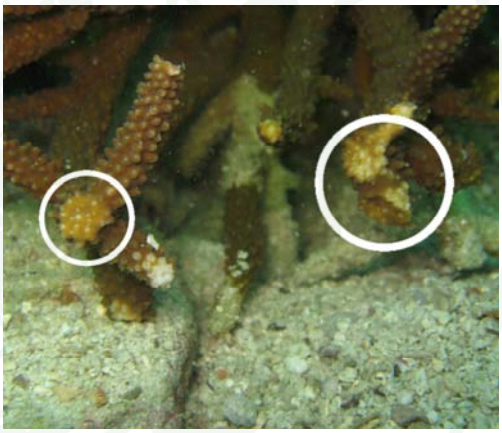
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**4. การฟื้นตัวของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง**

4.1 ระยะเวลาการซ่อมแซมบาดแผล และอัตราการรอดของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง

หลังจากการเตรียมชิ้นส่วนปะการังเขากวางโดยการหักกิ่งปะการังไม่เกินร้อยละ 5 จากแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง และขนาดชิ้นส่วนปะการังไม่เกิน 5 เซนติเมตร พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 สัปดาห์ ปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการังมีการเจริญเติบโตมาปกคลุมบริเวณส่วนที่ถูกหัก และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 33 สัปดาห์ พบว่า มีการแตกโพลิปของกิ่งปะการังเขากวางบริเวณส่วนที่ถูกหัก (ภาพที่ 54) ส่วนอัตราการรอดของกิ่งปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่ถูกหัก เมื่อระยะเวลาผ่านไป 33 สัปดาห์ พบว่า มีอัตราการรอดร้อยละ 100 (ภาพที่ 55)

0 สัปดาห์

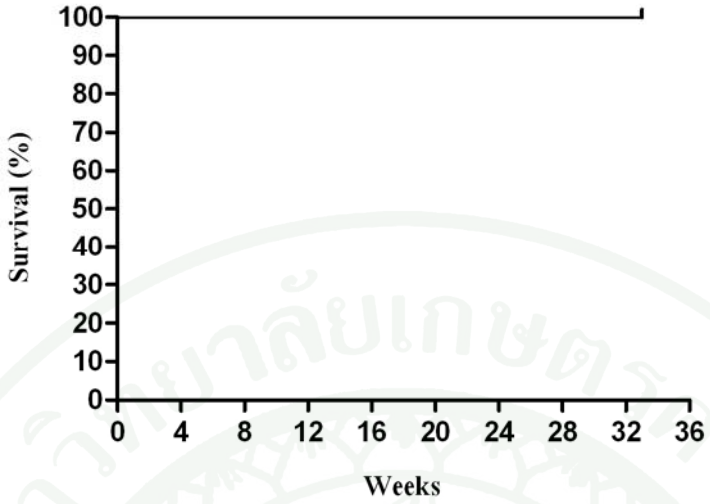


5 สัปดาห์

33 สัปดาห์

**ภาพที่ 54** ระยะเวลาการซ่อมแซมบาดแผลของปะการังเขากวางที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 55** อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

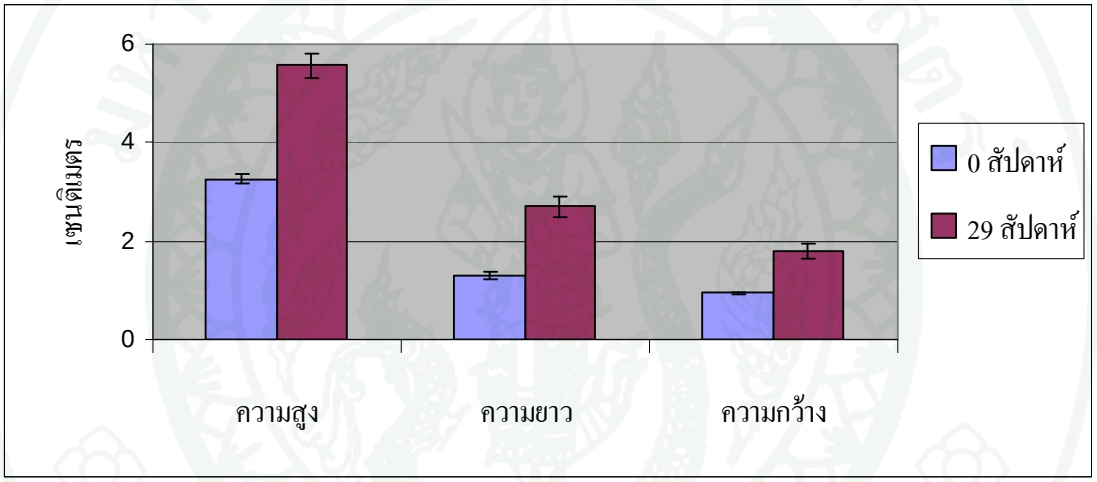
4.2 อัตราการเจริญเติบโตของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง

ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 29 สัปดาห์ พบว่า มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะเวลา ทั้งในด้านของความสูง ความยาว และความกว้าง รวมถึงปริมาตรเชิงนิเวศ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 56) โดยมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.33±0.03, 0.20±0.03 และ 0.12±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4.50±1.05 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 17 และภาพที่ 57) เมื่อนำปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง (ตารางที่ 17) กับปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ตารางที่ 11) มาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 18.045$ ; $df = 3, 283$; $p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 16** การเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 29

| จำนวน (n) | สัปดาห์ที่ | ความสูง (ซม.) | ความยาว (ซม.) | ความกว้าง (ซม.) | ปริมาตรเชิงนิเวศ ($ซม.^3$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 48 | 0 | 3.26±0.10 | 1.30±0.07 | 0.94±0.03 | 3.49±0.30 |
| | 29 | 5.57±0.24 | 2.71±0.21 | 1.80±0.14 | 34.97±7.38 |

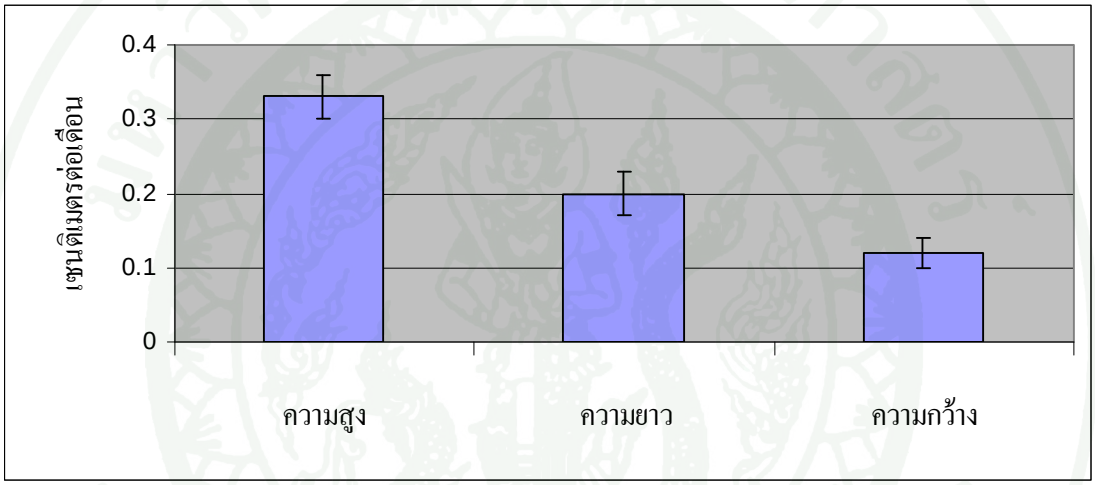



**ภาพที่ 56** การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean±SE) ตามช่วงระยะเวลาของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 29

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 17** อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เฉลี่ยรวม 29 สัปดาห์

| ช่วง | ความสูง (ซม./เดือน) | ความยาว (ซม./เดือน) | ความกว้าง (ซม./เดือน) | ปริมาตรเชิงนิเวศ ($ซม.^3$/เดือน) |
|---|---|---|---|---|
| เฉลี่ยรวม 29 สัปดาห์ | 0.33±0.03 | 0.20±0.03 | 0.12±0.02 | 4.50±1.05 |




**ภาพที่ 57** อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (Mean±SE) ของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เฉลี่ยรวม 29 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**5. ความคุ้มค่าของวิธีการย้ายปลูกปะการัง**

นำข้อมูลอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ มาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบร่วมกับงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัย รวมถึงข้อดีและข้อด้อยของแต่ละวิธีการย้ายปลูกปะการังและอุปกรณ์การวิจัย เพื่อหาความคุ้มค่าของวิธีการย้ายปลูกปะการัง โดยแบ่งค่าใช้จ่ายออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย (Fixed Cost) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย (Installation Cost) และค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลอง (Maintenance Cost)

5.1 ค่าใช้จ่ายในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย (Fixed Cost)

อุปกรณ์การวิจัยที่นำมาพิจารณา ในการคำนวณหาความคุ้มค่าของวิธีการย้ายปลูกปะการัง ได้แก่ แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม Coral Ball แปลงอนุบาลกลางน้ำ และโครงเหล็กบ้านปลา แต่ไม่รวมอุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 18) ซึ่งได้รวมรายละเอียดอุปกรณ์ปลีกย่อยต่างๆไว้แล้ว (ตารางผนวกที่ ข1) โดยอุปกรณ์การวิจัยบางส่วน สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น สมอทราย ฐานคอนกรีต แปลงอนุบาล ทั้งนี้อยู่กับสภาพการใช้งาน และการดูแลรักษา

ค่าใช้จ่ายในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ราคาวัสดุ จำนวนของอุปกรณ์การวิจัยที่จัดทำในช่วงเวลาเดียวกัน การออกแบบอุปกรณ์การวิจัยให้สามารถติดจำนวนชิ้นส่วนปะการังได้มากขึ้น

**ตารางที่ 18** งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย

| อุปกรณ์การวิจัย | งบประมาณ (บาทต่ออุปกรณ์ 1 ชิ้น) | จำนวนชิ้นส่วนปะการัง (กิ่งต่ออุปกรณ์ 1 ชิ้น) |
|---|---|---|
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 220 | 12 |
| Coral Ball | 8,500 | 30 |
| แปลงอนุบาลกลางน้ำ | 3,000 | 100 |
| โครงเหล็กบ้านปลา | 1,200 | 50 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย (Installation Cost)

การขนส่งอุปกรณ์การวิจัยทางบก (กรุงเทพฯ-พัทยา) ใช้รถบรรทุก 6 ล้อที่มีเครนยก 1 คัน และรถกระบะ 2 ประตู 1 คัน และการขนส่งอุปกรณ์การวิจัยทางเรือ (พัทยา-เกาะล้าน) ใช้เรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ 2 ลำ ส่วนการติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย ใช้นักดำน้ำ 10 คน รวมค่าเรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ ค่าเช่าอุปกรณ์ดำน้ำ (เฉพาะถังอากาศและตะกั่ว) ค่าเดินทาง ค่าอาหาร และค่าที่พัก แต่ไม่รวมค่าแรงงาน (ตารางที่ 19) ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนอุปกรณ์การวิจัยที่ใช้ในการทดลอง พื้นที่ของยานพาหนะในการวางอุปกรณ์การวิจัย น้ำหนักของอุปกรณ์การวิจัยที่ยานพาหนะบรรทุกได้ ส่วนระยะเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนอุปกรณ์การวิจัยที่ใช้ในการทดลอง ความชำนาญของนักดำน้ำ สภาพแวดล้อม เช่น ระดับความลึก ความใสของน้ำทะเล กระแสน้ำ คลื่นลม

**ตารางที่ 19** งบประมาณในการขนส่งและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย

| รายการ | งบประมาณ (บาทต่อครั้ง) | จำนวนอุปกรณ์การวิจัย |
|---|---|---|
| 1. ค่าขนส่งอุปกรณ์ทางบก (กรุงเทพฯ-พัทยา) | | |
| 1.1 รถบรรทุก 6 ล้อที่มีเครนยก | 10,000 | Coral Ball 10 ลูก |
| 1.2 รถกระบะ 2 ประตู | 3,500 | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม 40 อัน |
| | | แปลงอนุบาลกลางน้ำ 3 แปลง |
| | | โครงเหล็กบ้านปลา 6 โครง |
| 2. ค่าขนส่งอุปกรณ์ทางเรือ (พัทยา-เกาะล้าน) | | |
| 2.1 เรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ | 4,500 | Coral Ball 10 ลูก |
| 2.2 เรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ | 4,500 | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม 40 อัน |
| | | แปลงอนุบาลกลางน้ำ 3 แปลง |
| | | โครงเหล็กบ้านปลา 6 โครง |
| 3. ค่าติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย โดยใช้นักดำน้ำ 10 คน รวมค่าเรือ ค่าเช่าอุปกรณ์ดำน้ำ (เฉพาะถังอากาศและตะกั่ว) ค่าเดินทาง ค่าอาหาร ค่าที่พัก แต่ไม่รวมค่าแรงงาน | 30,000 (ต่อ 2 วัน) | Coral Ball 10 ลูก<br>แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม 40 อัน<br>แปลงอนุบาลกลางน้ำ 3 แปลง<br>โครงเหล็กบ้านปลา 6 โครง |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3 ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลอง (Maintenance Cost)

การดูแลรักษาทำความสะอาดแปลงอนุบาล และติดตามผลการทดลองที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้นักดำน้ำ 10 คน รวมค่าเรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ ค่าเช่าอุปกรณ์ดำน้ำ (เฉพาะถังอากาศและตะกั่ว) ค่าเดินทาง ค่าอาหาร ค่าที่พัก แต่ไม่รวมค่าแรงงาน (ตารางที่ 20) ซึ่งทำความสะอาดเฉพาะแปลงอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และบนโครงเหล็กบ้านปลาเท่านั้น โดยเดือนแรกทำความสะอาดแปลงอนุบาล และติดตามผลการทดลอง 2 ครั้ง เดือนถัดไปทำความสะอาดแปลงอนุบาล และติดตามผลการทดลอง 1 ครั้งต่อเดือน ทั้งนี้ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนชิ้นส่วนปะการังที่ใช้ในการทดลอง ความชำนาญของนักดำน้ำ สภาพแวดล้อม เช่น ระดับความลึก ความใสของน้ำทะเล กระแสน้ำ คลื่นลม

**ตารางที่ 20** งบประมาณและระยะเวลาในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลอง

| การศึกษา | งบประมาณ* (บาทต่อครั้ง) | ระยะเวลา (วันต่อครั้ง) |
|---|---|---|
| ทำความสะอาดแปลงอนุบาล ติดตามผลการทดลอง (อัตราการรอด และสภาพแวดล้อม) | 15,000 | 1 |
| ทำความสะอาดแปลงอนุบาล ติดตามผลการทดลอง (อัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อม) | 30,000 | 2 |

**หมายเหตุ**: * ไม่รวมค่าแรงงาน

เมื่อนำงบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัยในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัยบนบกและในทะเลของการย้ายปลูกปะการังแต่ละวิธี ซึ่งไม่รวมค่าใช้จ่ายในการจัดทำป้ายหมายเลข (ตารางที่ 21) มาเปรียบเทียบร่วมกับอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ เพื่อหาความคุ้มค่าของวิธีการย้ายปลูกปะการัง พบว่า การย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้ความคุ้มค่ามากที่สุด เนื่องจากมีอัตราการรอดร้อยละ 64.7 อยู่ในเกณฑ์ปานกลางเมื่อเทียบกับวิธีการย้ายปลูกปะการังอื่นๆ (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7) ใช้งบประมาณถูกที่สุดในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

19 บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดในการติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย 5 นาทีต่ออุปกรณ์การวิจัย 1 ชิ้น และการติดชิ้นส่วนปะการังกับอุปกรณ์การวิจัย 3 นาทีต่อคนต่อปะการัง 1 กิ่ง และใช้จำนวนนักวิจัยน้อยที่สุดในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย 1 คนต่ออุปกรณ์การวิจัย 1 ชิ้น (ตารางที่ 22 และตารางที่ 23) และจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อุปกรณ์การวิจัยแต่ละอุปกรณ์ มีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันไป (ตารางที่ 24) ทั้งนี้การเลือกใช้อุปกรณ์การวิจัย และวิธีการย้ายปลูกปะการัง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น งบประมาณ อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ต้องการ จำนวนนักวิจัย ลักษณะและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ทำการศึกษา

ส่วนประโยชน์ของปะการังเทียม ได้แก่ Coral Ball และโครงเหล็กบ้านปลา รวมถึงแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปมากขึ้น มีสิ่งมีชีวิตในทะเลมาลงเกาะและเข้ามาอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก เช่น ปะการังดอกกะหล่ำ ปะการังโขด หอยสองฝา ไบรโอซัว ฟองน้ำ เพรียงหิน เพรียงหัวหอม หนอนทะเล หมึกกระดอง ม้าน้ำ เม่นดำหนามยาว เม่นแต่งตัวสีเขียว เม่นหนามมงกุฎ ดาวหมอนปักเข็ม ปลิงทะเล ปูหิน ปูแมงมุมขายาว ปลาหูช้าง ปลาสลิดหิน ปลาสลิดหินใบขนุน ปลาวัว (ภาพผนวกที่ ข1-ข11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 21** งบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัยของการย้ายปลูกและอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนอุปกรณ์การวิจัยต่างๆ

| อุปกรณ์การวิจัย | งบประมาณ[1] (บาท/อุปกรณ์) | งบประมาณ[1] (บาท/ปะการัง 1 กิ่ง) | จำนวนปะการัง (กิ่ง/อุปกรณ์ 1 ชิ้น) | จำนวนนักวิจัย[2] (คน/อุปกรณ์ 1 ชิ้น) | | ระยะเวลา[3] (นาที/อุปกรณ์ 1 ชิ้น) | | ระยะเวลาในการติดปะการังกับอุปกรณ์การวิจัย (นาที/คน/ปะการัง 1 กิ่ง) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ |
| แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 220 | 19 | 12 | 1 | 1 | - | 5 | - | 3 |
| Coral Ball | 8,500 | 284 | 30 | 6 | 4 | - | 25 | 3 | 5 |
| แปลงอนุบาลกลางน้ำ | 3,000 | 30 | 100 | 2 | 2 | 20[4] | 40 | 1[6] | 5[7] |
| โครงเหล็กบ้านปลา | 1,200 | 24 | 50 | 2 | 2 | 20[5] | 15 | 1[6] | 5[7] |

**หมายเหตุ**: 1 = งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการจัดทำป้ายหมายเลข

2 = จำนวนนักวิจัยในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย

3 = ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย

4 = ประกอบแปลงอนุบาลกลางน้ำบางส่วน บนบกหรือบนเรือ

5 = ประกอบโครงเหล็กบ้านปลา บนบกหรือบนเรือ

6 = ติดชิ้นส่วนปะการังกับแปลงอนุบาลบนบก

7 = ระยะเวลาในการติดแปลงอนุบาล 1 แปลงกับอุปกรณ์การวิจัย



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 22** เปรียบเทียบงบประมาณอุปกรณ์การวิจัยและอัตราการรอดของการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ

| วิธีการ | งบประมาณอุปกรณ์การวิจัย (บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง) | | อัตราการรอด (ร้อยละ) | |
|---|---|---|---|---|
| | ช่วงอนุบาล | ช่วงย้ายปลูก | ปะการังเขากวาง *A. formosa* | ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* |
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | - | 19 | 64.74 | - |
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | - | 284 | - | 46.67 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 30 | 19 | 82.00 | - |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | 30 | 284 | - | 64.00 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 24 | 19 | 59.33 | 72.67 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 23** เปรียบเทียบระยะเวลาและจำนวนนักวิจัยของการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ

| วิธีการ | จำนวนนักวิจัยในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย (คน/อุปกรณ์ 1 ชิ้น) | | | | ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย (นาที/อุปกรณ์ 1 ชิ้น) | | | | ระยะเวลาในการติดปะการังกับอุปกรณ์การวิจัย (นาที/คน/ปะการัง 1 กิ่ง) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ช่วงอนุบาล | | ช่วงย้ายปลูก | | ช่วงอนุบาล | | ช่วงย้ายปลูก | | ช่วงอนุบาล | | ช่วงย้ายปลูก | |
| | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ | บนบก | ในน้ำ |
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 5 | - | - | - | 3 |
| การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | - | - | 6 | 4 | - | - | - | 25 | - | - | 3 | 5 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 2 | 2 | 1 | 1 | 20 | 40 | - | 5 | 1 | 5 | - | 3 |
| การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | 2 | 2 | 6 | 4 | 20 | 40 | - | 25 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 2 | 2 | 1 | 1 | 20 | 15 | - | 5 | 1 | 5 | - | 3 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 24** ข้อดีและข้อด้อยของอุปกรณ์การวิจัยต่างๆ

| อุปกรณ์การวิจัย | ข้อดี | ข้อด้อย | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| แท่งเหล็ก | น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายง่าย ราคาถูก | มีโอกาสที่ทรายมาทับถมอุปกรณ์การวิจัย | - |
| แบบสี่เหลี่ยม | ไม่ต้องดูแลรักษา และทำความสะอาด | | |
| | ใช้ระยะเวลาในการติดตั้งน้อย | | |
| Coral Ball | มั่นคง กลมกลืนกับธรรมชาติ เป็นปะการังเทียม | น้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายยาก ราคาแพงมาก | - |
| | ไม่ต้องดูแลรักษา และทำความสะอาด | ใช้ระยะเวลาในการติดตั้งมาก | |
| แปลงอนุบาล | เคลื่อนย้ายง่าย ง่ายต่อการจัดการ | ต้องดูแลรักษา และทำความสะอาดแปลงอนุบาล | นำมาใช้ใหม่ได้ |
| กลางน้ำ | ใช้กิ่งพันธุ์ปะการังขนาดเล็ก (นลินี, 2551) | ราคาแพง ใช้ระยะเวลาในการติดตั้งมาก | |
| โครงเหล็ก | เคลื่อนย้ายง่าย เป็นปะการังเทียม | ต้องดูแลรักษา และทำความสะอาดแปลงอนุบาล | นำมาใช้ใหม่ได้ |
| บ้านปลา | ใช้กิ่งพันธุ์ปะการังขนาดเล็ก (นลินี, 2551) | ราคาแพง ระยะเวลาในการใช้งานจำกัด (ประมาณ 20 ปี) | |
| | | (สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, ติดต่อส่วนตัว) | |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

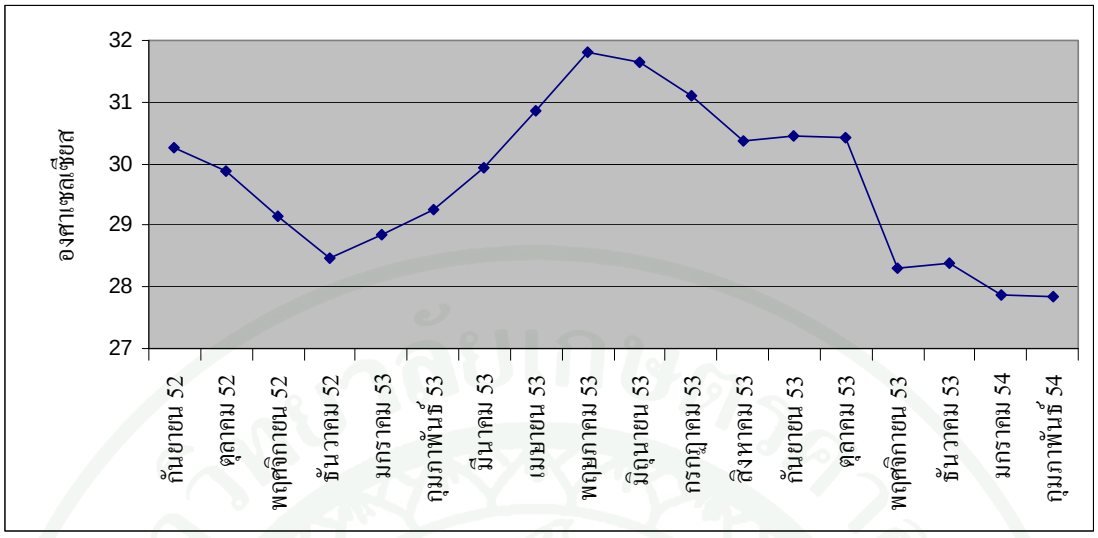
**6. ข้อมูลสภาพแวดล้อม**

ศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณที่ทำการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิน้ำทะเล ความเข้มแสง ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล และอัตราการตกตะกอน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 รวมเป็นระยะเวลา 18 เดือน

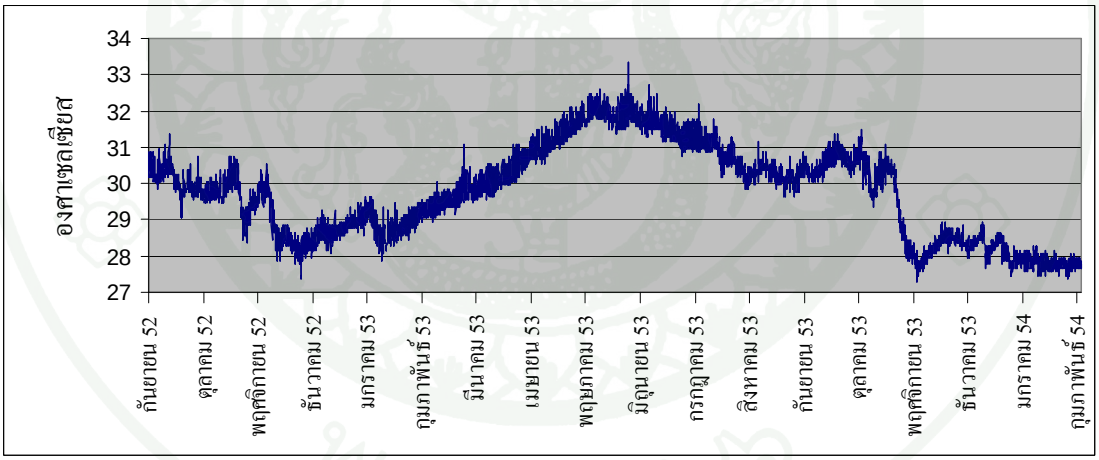
6.1 อุณหภูมิน้ำทะเล

ตลอดการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 (18 เดือน) พบว่า อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วงระหว่าง 27-32 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างตามฤดูกาล โดยอุณหภูมิน้ำทะเลลดต่ำลงในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม) จากนั้นอุณหภูมิน้ำทะเลค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) (ภาพที่ 58) และมีอุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย 29.67 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ ข2) ในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 มีอุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยสูงขึ้นเกิน 31 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 59) Coral Ball (ภาพที่ 60) แปลงอนุบาลกลางน้ำ (ภาพที่ 61) โครงเหล็กบ้านปลา (ภาพที่ 62) และบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล (ภาพที่ 63) พบว่า อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางผนวกที่ ข2) โดยอุณหภูมิน้ำทะเลสูงสุด - ต่ำสุดของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา แสดงไว้ในตารางผนวกที่ ข3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

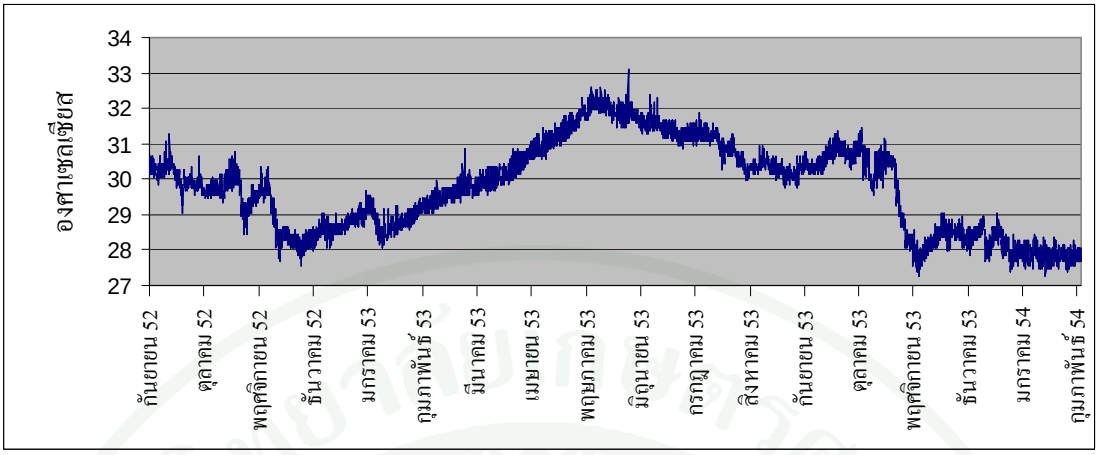



**ภาพที่ 58** อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย (˚C) บริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

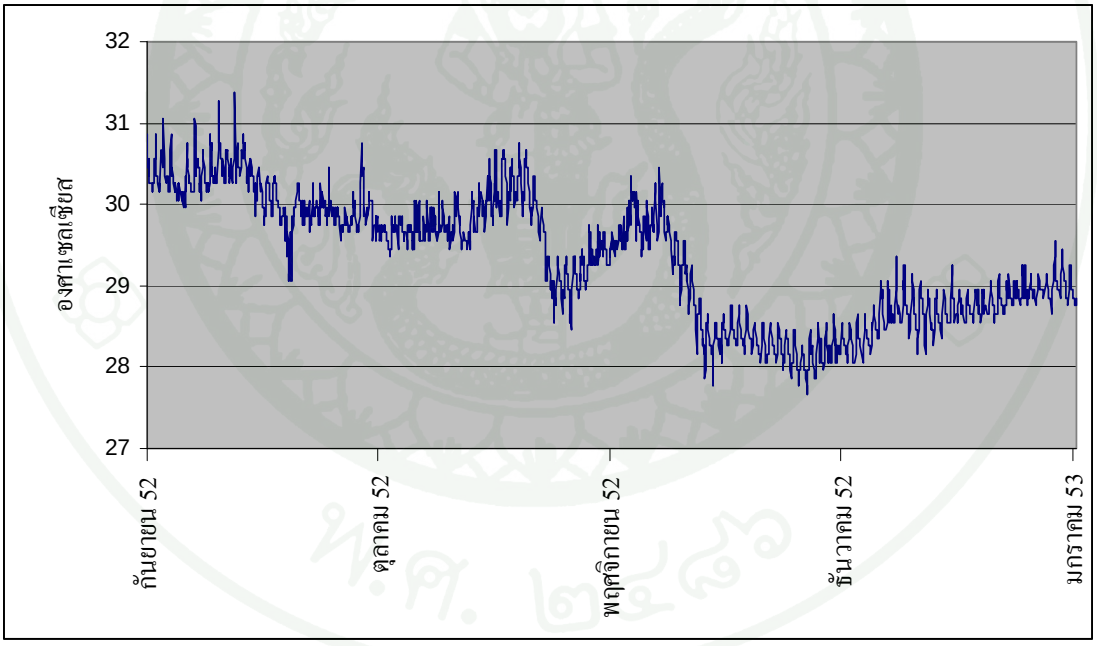



**ภาพที่ 59** อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

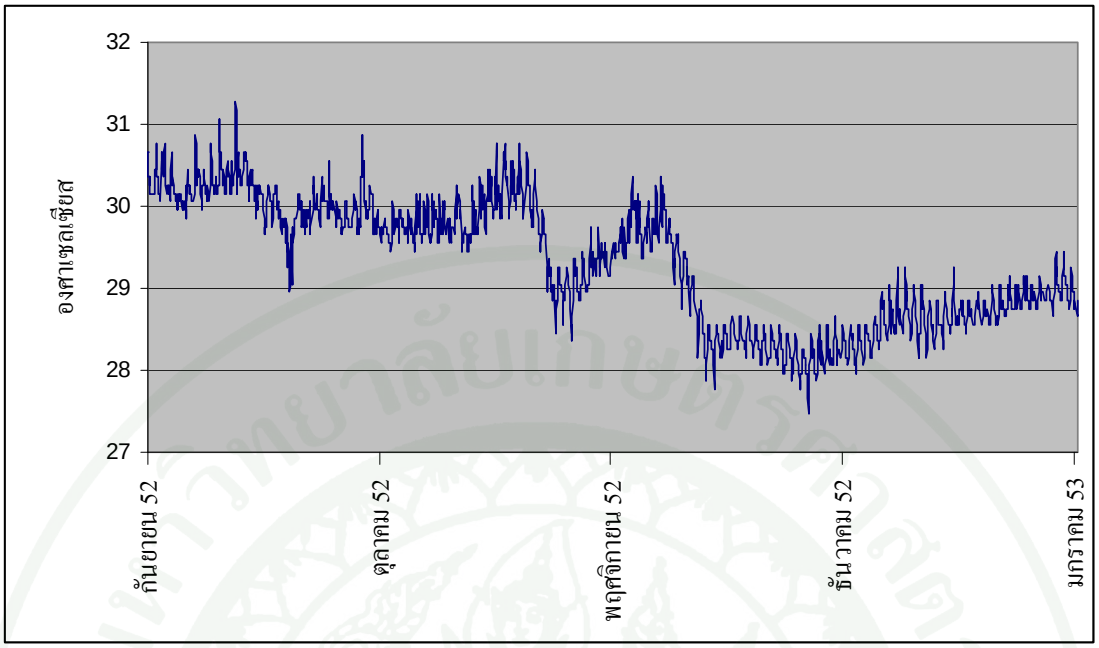



**ภาพที่ 60** อุณหภูมิน้ำทะเล (°C) บริเวณ Coral Ball ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

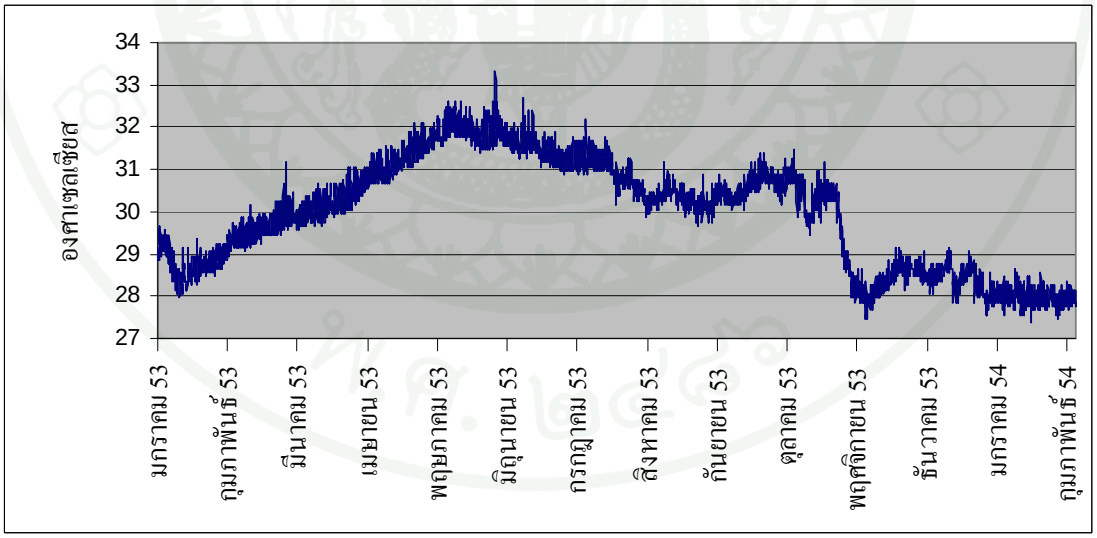



**ภาพที่ 61** อุณหภูมิน้ำทะเล (°C) บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 62** อุณหภูมิน้ำทะเล ( ˚C) บริเวณโครงเหล็กบ้านปลา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553

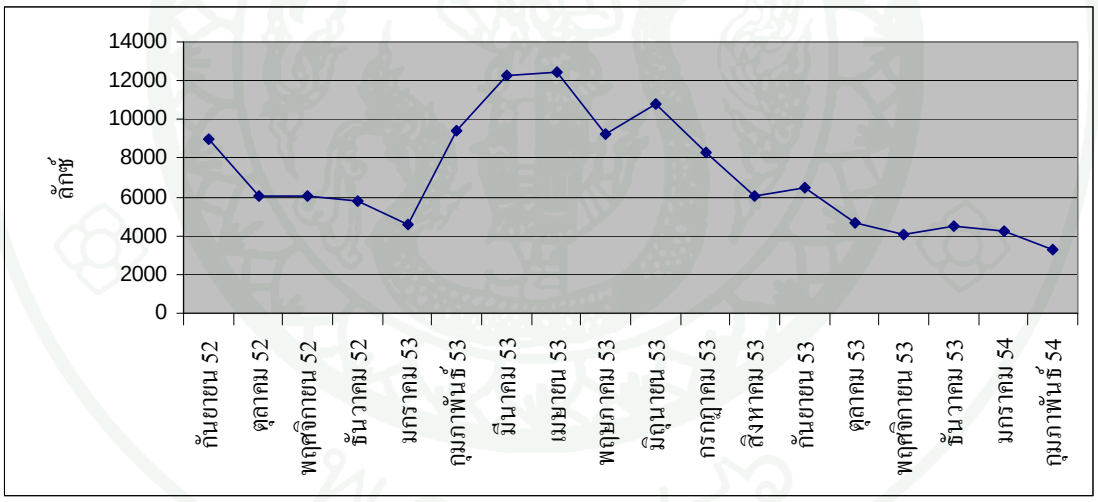



**ภาพที่ 63** อุณหภูมิน้ำทะเล (˚C) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

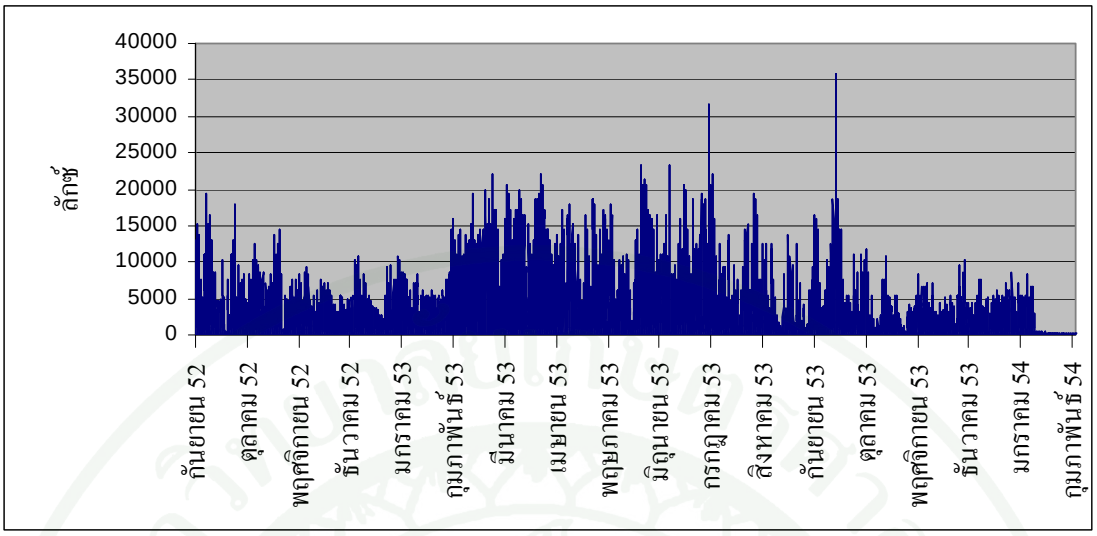
6.2 ความเข้มแสง

ตลอดการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 (18 เดือน) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วงระหว่าง 3,000-13,000 ลักซ์ ซึ่งมีความแตกต่างตามฤดูกาล โดยความเข้มแสงลดต่ำลงในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม) จากนั้นความเข้มแสงค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิน้ำทะเล (ภาพที่ 64) และมีความเข้มแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00 น. 6,947.32 ลักซ์ (ตารางผนวกที่ ข4) เมื่อเปรียบเทียบความเข้มแสงเฉลี่ยบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 65) Coral Ball (ภาพที่ 66) แปลงอนุบาลกลางน้ำ (ภาพที่ 67) โครงเหล็กบ้านปลา (ภาพที่ 68) และบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล (ภาพที่ 69) พบว่าความเข้มแสงเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางผนวกที่ ข4) โดยความเข้มแสงสูงสุดของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา แสดงไว้ในตารางผนวกที่ ข5

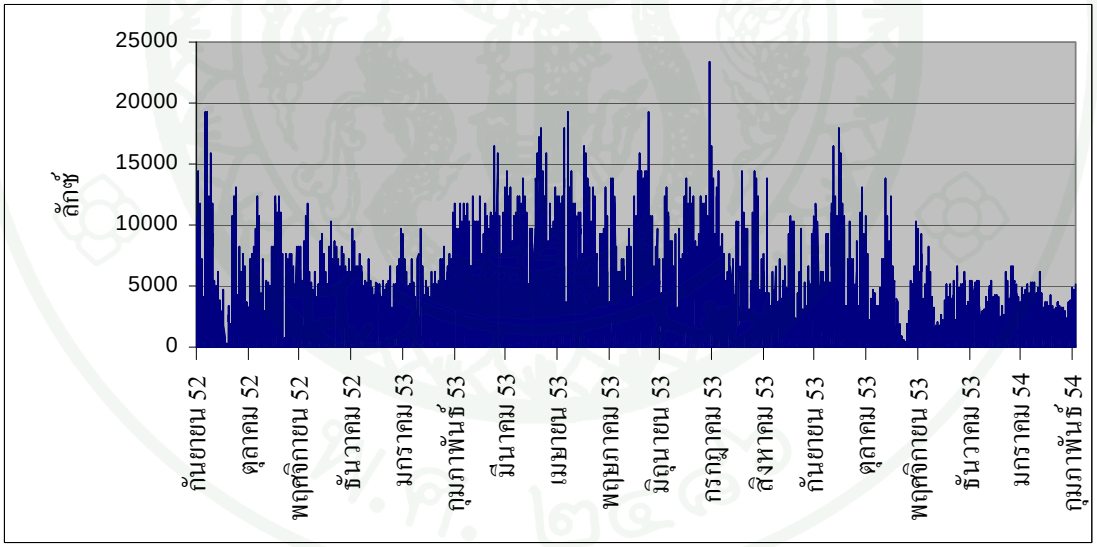



**ภาพที่ 64** ความเข้มแสงเฉลี่ย (ลักซ์) บริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

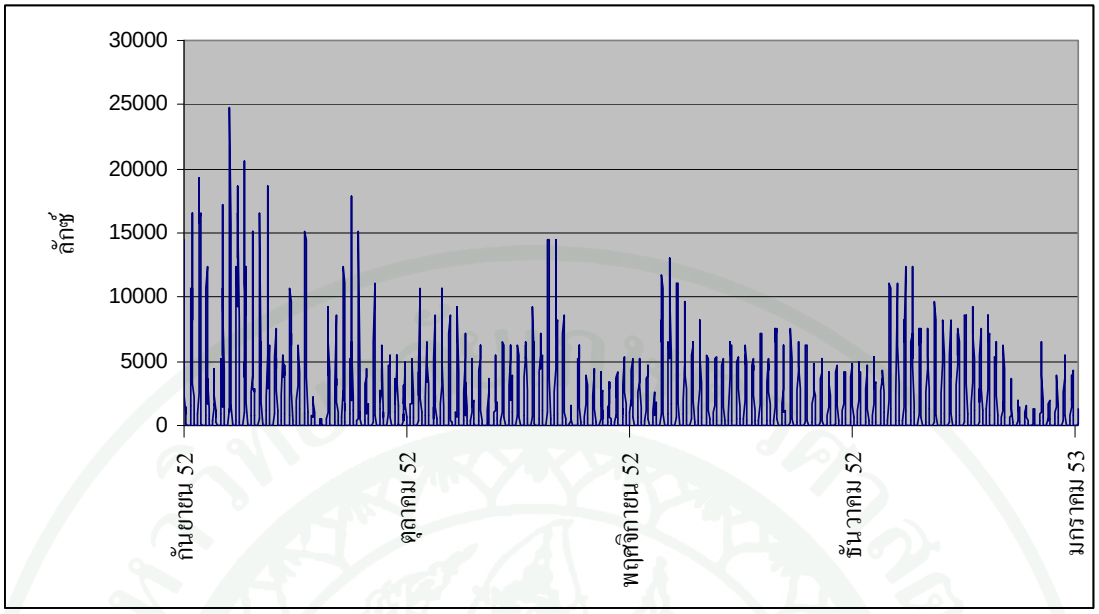



**ภาพที่ 65** ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

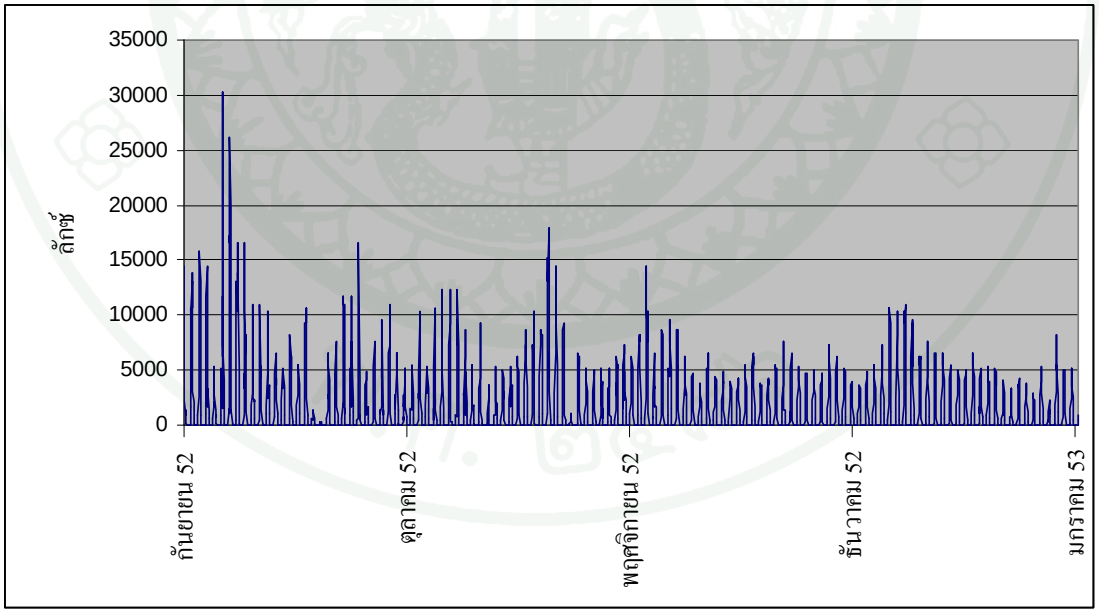



**ภาพที่ 66** ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณ Coral Ball ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

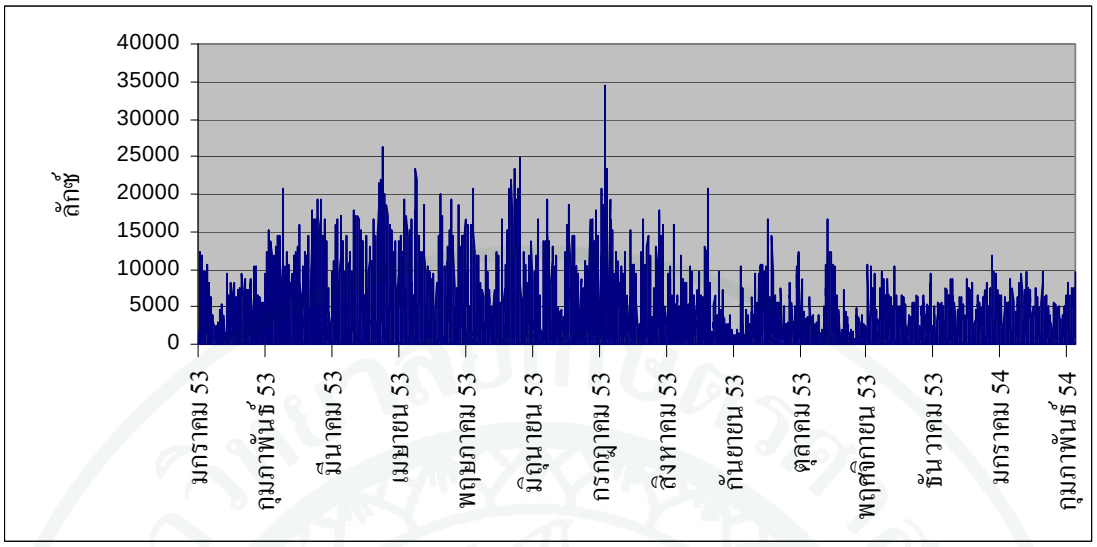



**ภาพที่ 67** ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553




**ภาพที่ 68** ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณโครงเหล็กบ้านปลา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

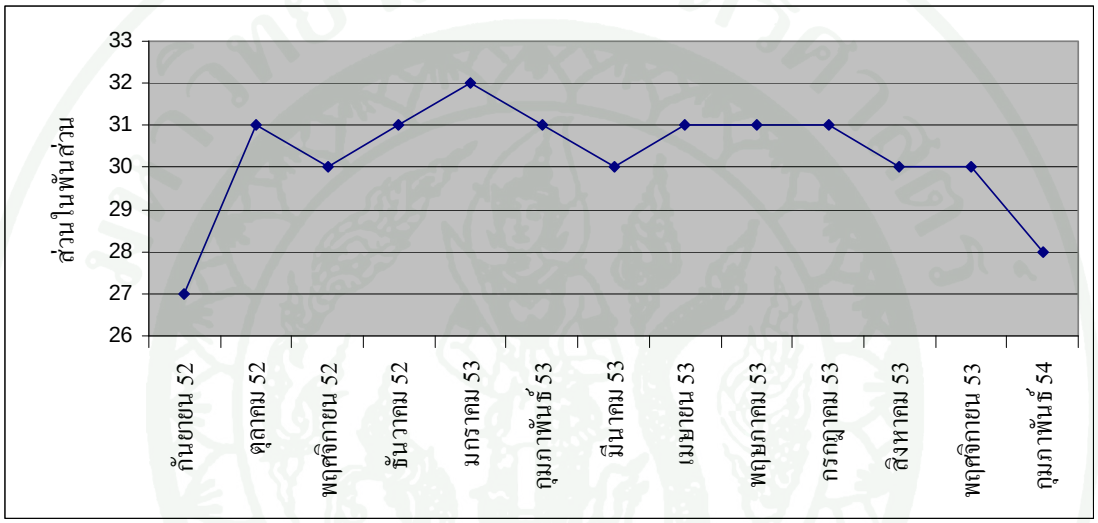



**ภาพที่ 69** ความเข้มแสง (ลักซ์) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.3 ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล

ตลอดการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 (18 เดือน) พบว่า ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเลของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา หาดสังวาลย์ เกาะล้าน อยู่ในช่วงระหว่าง 27-32 ส่วนในพันส่วน (ภาพที่ 70) และมีความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเลเฉลี่ย 30.07 ส่วนในพันส่วน (ตารางผนวกที่ ข6)



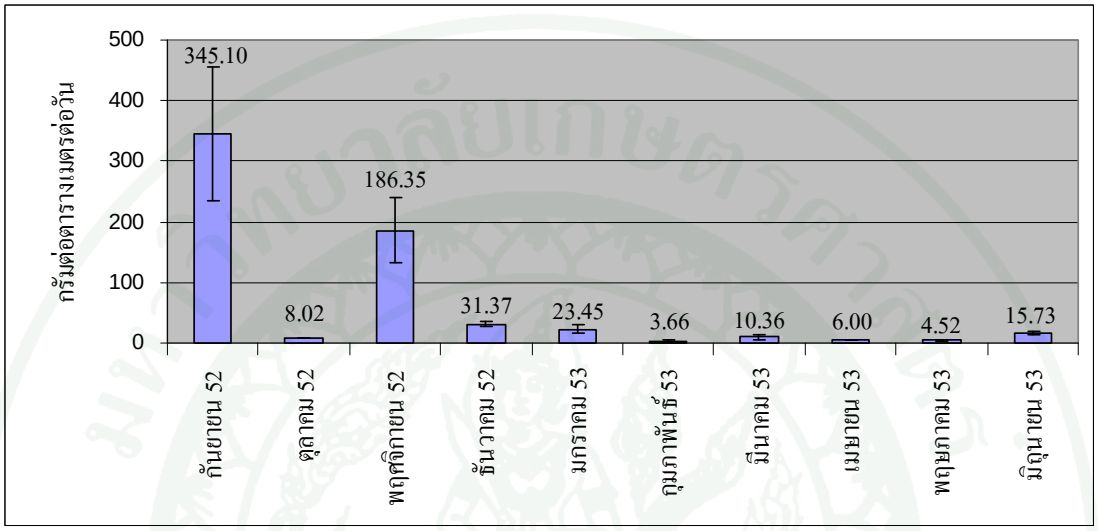

**ภาพที่ 70** ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน) บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา หาดสังวาลย์ เกาะล้าน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554

6.4 อัตราการตกตะกอน

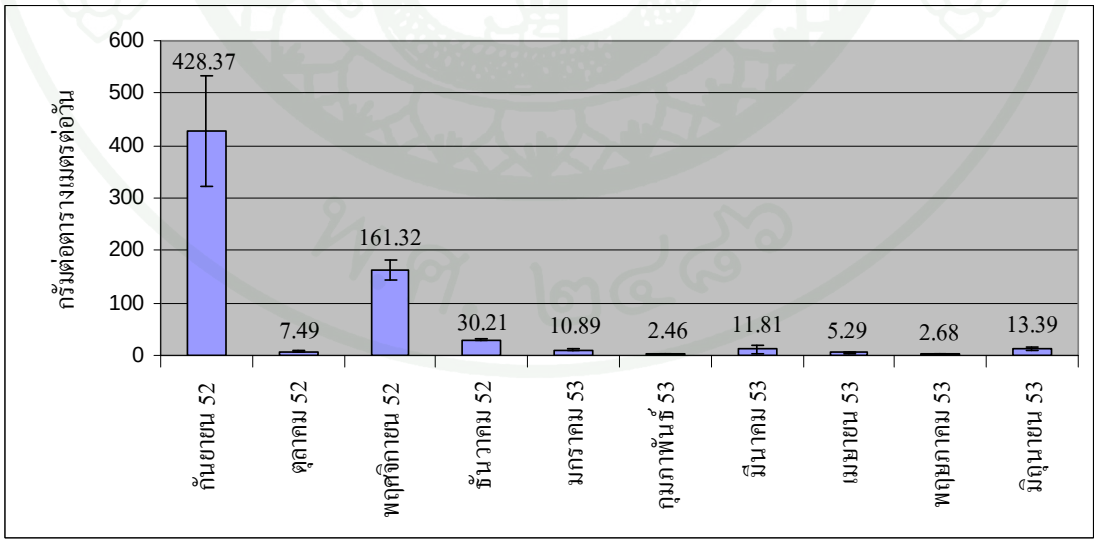
ตลอดการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 (10 เดือน) พบว่า อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วงระหว่าง 3-350 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (ภาพที่ 71) และมีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ย 73.16±19.19 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (ตารางผนวกที่ ข7) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 72) Coral Ball (ภาพที่ 73) แปลงอนุบาลกลางน้ำ (ภาพที่ 74) โครงเหล็กบ้านปลา (ภาพที่ 75) และบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล (ภาพที่ 76) พบว่า อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และ Coral Ball สูงกว่าบริเวณอื่นๆ (ตารางผนวกที่ ข7) เนื่องจากเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ทำการติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2552 เมืองพัทยาทำการวางปะการังเทียม จึงทำให้ตะกอนบริเวณพื้นทรายเกิดการฟุ้งกระจาย ทำให้อัตราการตกตะกอนสูงขึ้น ส่วนเดือนมีนาคม พ.ศ.2553 ขวดดักตะกอนบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล หลุดออกจากพื้นทราย ทำให้ไม่สามารถวัดค่าได้ (ภาพที่ 76)

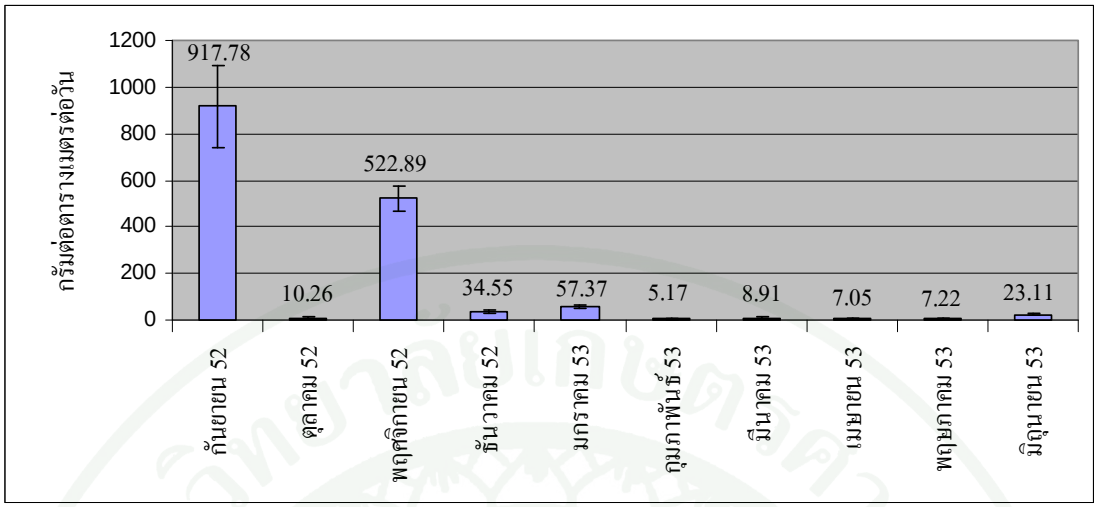



**ภาพที่ 71** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553

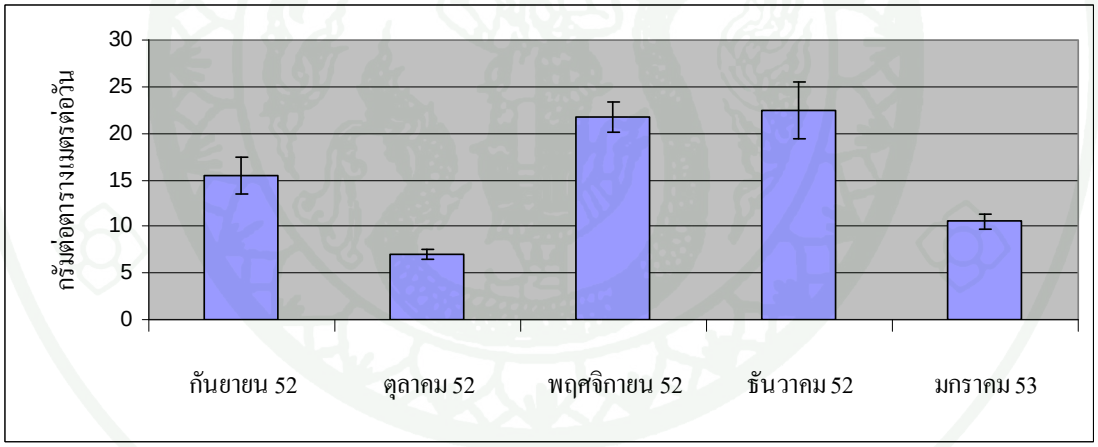



**ภาพที่ 72** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

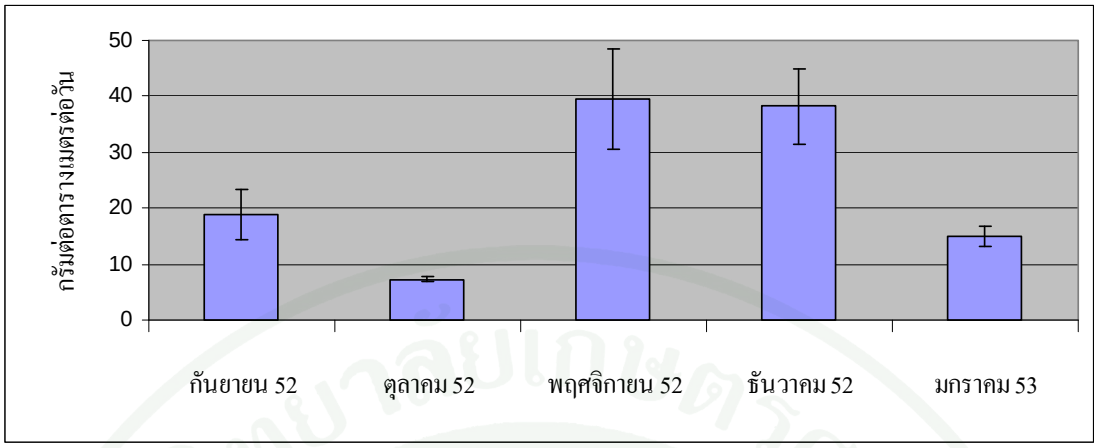



**ภาพที่ 73** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณ Coral Ball ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553

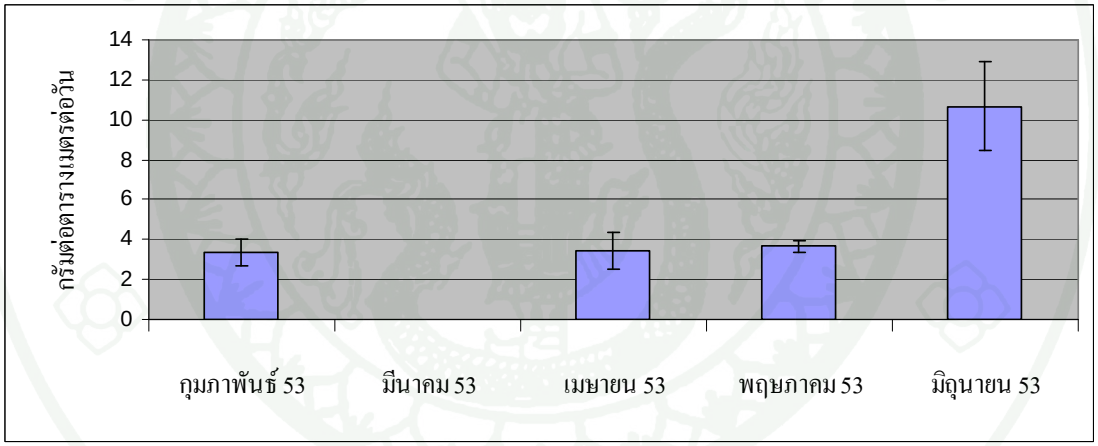



**ภาพที่ 74** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 75** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณโครงเหล็กบ้านปลา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2553




**ภาพที่ 76** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัม/ม$^2$/วัน) (Mean±SE) บริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# วิจารณ์

## 1. ลักษณะพื้นท้องทะเลบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาแนวปะการังบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี โดยการสำรวจแบบดำน้ำลึก (SCUBA) พบว่า แนวปะการังมีความหนาแน่นที่ระดับความลึก 2-5 เมตร สิ้นสุดที่ระดับความลึก 8 เมตร ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ หรรษา และคณะ (2542ก) ที่สำรวจแนวปะการังบริเวณเดียวกัน โดยการสำรวจแบบใช้เรือเล็กลากนักดำน้ำเพื่อสำรวจแนวปะการัง (Manta Tow) พบว่า แนวปะการังสิ้นสุดที่ระดับความลึก 2-3 เมตรเท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการสำรวจแบบ SCUBA สามารถสำรวจครอบคลุมรายละเอียดได้มาก แต่ดำเนินการได้ในพื้นที่จำกัด ส่วนการสำรวจแบบ Manta Tow เป็นการสำรวจแนวปะการังในบริเวณกว้าง โดยเน้นบริเวณกึ่งกลางของแนวลาดชันของแนวปะการัง (mid reef slope) และมีข้อจำกัดเรื่องระดับความลึกและทัศนวิสัยใต้น้ำ (English *et al*., 1997; Hill and Wilkinson, 2004) ทำให้ไม่สามารถพบแนวปะการังที่กระจัดกระจายบริเวณพื้นท้องทะเล จะเห็นได้ว่า หากมีการสำรวจแนวปะการังบริเวณเดียวกันแต่ต่างวิธีการศึกษา ข้อมูลที่ได้จะมีความแตกต่างกัน

ข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิน้ำทะเล ความเข้มแสง และความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล บริเวณแนวปะการังหาดสังวาลย์ เกาะล้าน และพื้นที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 5) ทั้งนี้บริเวณพื้นที่ที่นำชิ้นส่วนปะการังมาทำการย้ายปลูก ควรมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับบริเวณแหล่งแม่พันธุ์ปะการังที่นำกิ่งปะการังมา (Edwards and Gomez, 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**2. อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง**

2.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

2.1.1 อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

ปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) มีอัตราการรอดร้อยละ 87.3 และ 68.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีขนาดใหญ่กว่าขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา (ตารางที่ 8)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ทำการอนุบาลจากการศึกษานี้ กับอัตราการรอดของปะการังชนิดเดียวกันที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ โดยใช้ความยาวเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 3.67-5.71 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 94.80 (นลินี, 2551) และการอนุบาลบนเชือกกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต โดยใช้ความสูงเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 7.10±1.30 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 83.33 (ลลิตา และคณะ, 2552) และการอนุบาลบนแปลงอนุบาลลอยน้ำ (suspended nursery) เป็นระยะเวลา 1 ปี ที่ดำเนินการในประเทศฟิลิปปินส์ มีอัตราการรอดร้อยละ 97.60 (Shaish *et al.*, 2008) จะเห็นได้ว่า การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังเขากวางบนแปลงอนุบาลกลางน้ำในการศึกษาครั้งนี้ มีอัตราการรอดไม่ต่างกับการศึกษาอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 อัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

ปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดมากที่สุด ร้อยละ 82.0 รองลงมาได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหลี่ยมแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 64.7 ส่วนการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดต่ำที่สุด ร้อยละ 59.3 (ตารางที่ 6) เมื่อพิจารณาในช่วงหลังการย้ายปลูก (สัปดาห์ที่ 20 ถึงสัปดาห์ที่ 33) พบว่า ปะการังเขากวางที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา แล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมพร้อมสายยางพลาสติก มีอัตราการรอดสูงกว่าการย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ตารางที่ 6) น่าจะมีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่ได้รับการอนุบาลเป็นระยะเวลา 4 เดือนก่อนทำการย้ายปลูก มีขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่อนำไปยึดติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมพร้อมสายยางพลาสติก ทำให้ปะการังส่วนที่โผล่พ้นแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีขนาดยาวกว่าขนาดของกิ่งปะการังที่ทำการย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ทั้งนี้การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ต้องยึดติดกิ่งปะการังกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมโดยตรงด้วยพลาสติกรัดสายไฟ ทำให้ขนาดของกิ่งปะการังที่โผล่พ้นแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกิ่งปะการังที่มีการอนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน และกิ่งปะการังส่วนที่แนบติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมมีการตายลง ทำให้อัตราการรอดค่อนข้างต่ำในช่วงระยะเวลา 5 สัปดาห์แรก แสดงว่า การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังก่อนทำการย้ายปลูกมีอัตราการรอดมากกว่าการย้ายปลูกปะการังโดยตรง และอัตราการรอดมีความสัมพันธ์กับขนาดของกิ่งปะการัง (Lindahl, 2003; Okubo *et al.*, 2005) และพบว่า มีสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น หอยสองฝา สาหร่าย มาลงเกาะบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม บนแปลงอนุบาล และตัวปะการัง ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการรอดของปะการัง (Tanner, 1995; Bruckner and Bruckner, 2001; Soong and Chen, 2003)

สำหรับการยึดติดชิ้นส่วนปะการังเขากวางกับอุปกรณ์ที่ทำการย้ายปลูก ชิ้นส่วนปะการังที่โผล่พ้นอุปกรณ์ควรมีความยาวมากกว่า 3 เซนติเมตร จะทำให้มีอัตราการรอดสูง (มากกว่าร้อยละ 75) (ประสาน, 2546) แต่ไม่ควรนำชิ้นส่วนปะการังเขากวางออกจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง ยาวเกิน 5 เซนติเมตร มาย้ายปลูก ถึงแม้ว่าชิ้นส่วนปะการังยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการรอดสูงกว่าชิ้นส่วนปะการังที่มีขนาดเล็ก (Edwards and Gomez, 2007) เพราะเป็นการรบกวนแหล่งแม่พันธุ์ปะการังในธรรมชาติมากจนเกินไป ดังนั้นควรใช้สายยางพลาสติกสวมโคนกิ่งปะการังเพื่อทำให้ส่วนที่มีชีวิตสูงพ้นอุปกรณ์ที่ทำการย้ายปลูก ซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยเพิ่มอัตราการรอดของปะการังที่ทำการย้ายปลูก

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษานี้ กับอัตราการรอดของปะการังชนิดเดียวกันที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษาอื่นๆ พบว่า จากการศึกษานี้ใช้ขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังเล็กกว่าและมีอัตราการรอดสูงกว่าการยึดติดกับอิฐบล็อกและใช้อวนหุ้ม ที่ระดับความลึก 1 เมตร และ 3 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน บริเวณเกาะจุ่น จังหวัดชลบุรี มีอัตราการรอดร้อยละ 0 และ 33.33 ตามลำดับ (วุฒิพงษ์, 2533) และการยึดติดบนอิฐบล็อกด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ และทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 ที่ระดับความลึก 6 และ 10 เมตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณเกาะครก จังหวัดชลบุรี โดยใช้ความสูงเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 10 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 58.30 และ 70.00 ตามลำดับ (ศรีสกุล, 2535) และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อกด้วยอวนและเอ็นไนลอน ที่ระดับความลึก 1 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน และที่ระดับความลึก 3 เมตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณเกาะจุ่น จังหวัดชลบุรี โดยใช้ขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 5.30 และ 33.30 ตามลำดับ (สิทธิพันธ์, 2537) และการยึดติดบนซากปะการัง (coral rocks) ด้วยตะปูคอนกรีตและพลาสติกรัดสายไฟ เป็นระยะเวลา 1.5 ปี บริเวณเกาะโอกินาว่า ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการัง 5, 10 และ 20 เซนติเมตร ยึดติดในแนวนอน มีอัตราการรอดร้อยละ 10.00, 0 และ 90.00 ตามลำดับ และยึดติดในแนวตั้ง มีอัตราการรอดร้อยละ 28.00, มากกว่า 90.00 และมากกว่า 90.00 ตามลำดับ (Omori and Fujiwara, 2004) และการยึดติดกับซากปะการังด้วยตะปูคอนกรีตและพลาสติกรัดสายไฟ เป็นระยะเวลา 18 เดือน บริเวณเกาะ Akajima ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ความยาวเริ่มต้นของกิ่งปะการัง 5±0.06 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 7.30-100 (Okubo *et al.*, 2005) และการย้ายปลูกปะการังใกล้กับแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เป็นระยะเวลา 13 เดือน บริเวณอุทยาน Tun Sakaran ประเทศมาเลเซีย มีอัตราการรอดร้อยละ 63.30 (Azman and Nasrulhakim, 2008) และการย้ายปลูกปะการัง ที่ระดับความลึก 5-6 เมตร เป็นระยะเวลา 5 เดือน บริเวณอ่าว Hurun ประเทศอินโดนีเซีย มีอัตราการรอดร้อยละ 60.00 (Saputra and Widiastuti, 2008) และการยึดติดกับบล็อกบนซากปะการังด้วยซีเมนต์ ที่ระดับความลึก 3-4 เมตร เป็นระยะเวลา 1 ปี บริเวณ Shirigai National Marine Park ประเทศญี่ปุ่น มีอัตราการรอดร้อยละ 0 (Miyazaki *et al.*, 2010) และจากการศึกษานี้มีอัตราการรอดน้อยกว่าการยึดติดกับแท่งเหล็กและแท่งพลาสติก ด้วยลวด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สายโทรศัพท์ เป็นระยะเวลา 12 เดือน ที่ดำเนินการในประเทศเวียดนาม มีอัตราการรอดมากกว่าร้อยละ 80.00 (Latypov, 2006) และการยึดติดกับอิฐบล็อกบริเวณแนวราบของแนวปะการัง (reef flat) เป็นระยะเวลา 8 เดือน และบริเวณแนวลาดชันของแนวปะการัง (reef slope) เป็นระยะเวลา 6 เดือน บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดภูเก็ต มีอัตราการรอดร้อยละ 37.6 และ 80.60 ตามลำดับ (Phongsuwan, 2006) และการยึดติดกับฐานซีเมนต์ด้วยแท่งเหล็ก การยึดติดกับซากปะการังด้วยอวนโพลีเอทธีลีน (polyethylene net) กับแท่งเหล็ก และการยึดติดกับซากปะการังด้วยอวนโพลีเอทธีลีนโดยตรง เป็นระยะเวลา 5 เดือน ที่ดำเนินการในประเทศอินโดนีเซีย มีอัตราการรอดร้อยละ 93.00, 97.00 และมากกว่า 90.00 ตามลำดับ (Fadli *et al*., 2010) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ได้รับการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกจากการศึกษานี้ กับอัตราการรอดของปะการังชนิดเดียวกันที่ได้รับการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกจากการศึกษาอื่นๆ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการรอดสูงกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 5 เดือน แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กบนแท่งคอนกรีต ที่ระดับความลึก 6-12 เมตร และบนกองหินปะการังธรรมชาติ ที่ระดับความลึก 6-8 เมตร ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ เป็นระยะเวลา 1 ปี บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ มีอัตราการรอดร้อยละ 59.00 และ 74.00 ตามลำดับ (นลินี, 2551) และการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 8 เดือน แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 8 เดือน บริเวณเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต มีอัตราการรอดร้อยละ 44.20-70.30 (เมธินี และคณะ, 2553) และจากการศึกษานี้มีอัตราการรอดน้อยกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 5 เดือน (168 วัน) บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต โดยใช้ความสูงเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 10.20±1.70 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 100 (เมธินี และคณะ, 2552) จะเห็นได้ว่า การใช้วิธีการเดียวกันในการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังก่อนทำการย้ายปลูก แต่ใช้ระยะเวลาในการอนุบาลและสถานที่ทำการศึกษาต่างกัน มีผลทำให้อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

2.2.1 อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) มีอัตราการรอดร้อยละ 85.3 และ 82.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ส่วนขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา (ตารางที่ 12) จะเห็นได้ว่า การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีอัตราการรอดสูงกว่าการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shaish *et al.* (2008) ที่พบว่าการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำบนแปลงอนุบาลลอยน้ำ (suspended nursery) มีอัตราการรอดสูงกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลที่มีขาตั้งบนพื้นทราย (leg-fixed nursery)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ทำการอนุบาลจากการศึกษานี้ กับอัตราการรอดของปะการังชนิดเดียวกันที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 5 เดือน บริเวณทะเลแดง ประเทศอิสราเอล มีอัตราการรอดร้อยละ 63.80-73.10 (Shafir *et al.*, 2006b) และการอนุบาลบนแปลงอนุบาลลอยน้ำ (suspended nursery) และแปลงอนุบาลที่มีขาตั้งบนพื้นทราย (leg-fixed nursery) เป็นระยะเวลา 1 ปี ที่ดำเนินการในประเทศฟิลิปปินส์ มีอัตราการรอดร้อยละ 93.16-94.17 และ 86.92-88.46 ตามลำดับ (Shaish *et al.*, 2008) และการอนุบาลบนเชือกอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 10 เดือน บริเวณเกาะ Bolinao ประเทศฟิลิปปินส์ มีอัตราการรอดร้อยละ 96.40±2.20 (Levy *et al*., 2010) จะเห็นได้ว่า การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลาในการศึกษาครั้งนี้ มีอัตราการรอดไม่ต่างกับการศึกษาอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball และอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball และอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ มีอัตราการรอดร้อยละ 46.7 และ 64.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball มีขนาดเล็กกว่าขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball (ตารางที่ 12) นอกจากนี้การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball ในช่วงระยะเวลา 5 สัปดาห์แรก พบว่า มีอัตราการรอดลดลง เนื่องจากกระถางดินเผายึดติดกับ Coral Ball ไม่แน่น และช่วงปลายเดือนกันยายน พ.ศ.2552 เกิดพายุไต้ฝุ่นกิสนา (Ketsana) ทำให้เกิดคลื่นลมแรง กระถางดินเผาจึงหลุดออกจาก Coral Ball จมลงพื้นทราย ทำให้ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำตาย หลังจากนั้นได้ทำการยึดกระถางดินเผาที่เหลือให้ติดแน่นกับ Coral Ball โดยใช้พลาสติกแข็ง (ฟิวเจอร์บอร์ด) เสียบลงในช่องว่างระหว่างกระถางดินเผากับ Coral Ball พบว่า การยึดติดปะการังกับฐานให้มั่นคง ช่วยให้ปะการังมีอัตราการรอดเพิ่มขึ้น (รัตนติกา, 2549; Kaly, 1995) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษานี้พบว่า อีกสาเหตุหนึ่งมาจากขนาดชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำที่ปักลงบนปูนซีเมนต์ในกระถางดินเผาค่อนข้างเล็ก มีความยาวของกิ่งปะการังไม่เพียงพอเมื่อเกิดคลื่นลมแรง ทำให้ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำหลุดออกจากปูนซีเมนต์ และกิ่งของปะการังดอกกะหล่ำมีการหักเป็นจำนวนมาก จากการศึกษานี้ พบว่า การใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์และปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว ในการยึดติดชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำกับกระถางดินเผา ปูนสามารถแข็งตัวภายในระยะเวลา 5 นาที ทำให้ปะการังสัมผัสอากาศไม่นานเกินไป

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษานี้ กับอัตราการรอดของปะการังชนิดเดียวกันที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษาอื่นๆ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการรอดสูงกว่าการยึดติดกับอิฐบล็อกและใช้อวนหุ้ม ที่ระดับความลึก 1 เมตร และ 3 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน บริเวณเกาะจุ่น จังหวัดชลบุรี มีอัตราการรอดร้อยละ 0 และ 16.67 ตามลำดับ (วุฒิพงษ์, 2533) และการยึดติดบนอิฐบล็อกด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ และทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 ที่ระดับความลึก 6 เมตร และ 10 เมตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณเกาะครก จังหวัดชลบุรี โดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 5-7 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 30.00 และ 60.00 ตามลำดับ (ศรีสกุล,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2535) และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อกด้วยอวนและเอ็นไนลอน ที่ระดับความลึก 1 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน และที่ระดับความลึก 3 เมตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณเกาะจุ่น จังหวัดชลบุรี โดยใช้ขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 16.60 และ 16.60 ตามลำดับ และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อกด้วยกาวอีป๊อกซี่ผสมปูนซีเมนต์ ที่ระดับความลึก 1 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน บริเวณเกาะสาก จังหวัดชลบุรี โดยใช้ขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 5-6 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 16.60 และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อกด้วยปูนซีเมนต์ ที่ระดับความลึก 2 เมตร เป็นระยะเวลา 2 เดือน บริเวณเกาะสาก จังหวัดชลบุรี โดยใช้ขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 5-6 เซนติเมตร มีอัตราการรอดร้อยละ 0 และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อกด้วยปูนปลาสเตอร์ ที่ระดับความลึก 2 เมตร เป็นระยะเวลา 2 เดือน บริเวณเกาะสาก จังหวัดชลบุรี มีอัตราการรอดร้อยละ 0 และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อกโดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ และทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 ที่ระดับความลึก 2 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน บริเวณเกาะสาก จังหวัดชลบุรี มีอัตราการรอดร้อยละ 30.00 (สิทธิพันธ์, 2537) และการยึดติดกับซากปะการังโดยใช้ตะปูคอนกรีตกับ fishing gut และตะปูคอนกรีตกับ steel plate เป็นระยะเวลา 2 ปี บริเวณเกาะบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย มีอัตราการรอดประมาณร้อยละ 10.00 และ 10.00 ตามลำดับ (Endo *et al*., 2010) และจากการศึกษานี้มีอัตราการรอดน้อยกว่าการยึดติดกับท่อพลาสติกพีวีซีด้วยกาวอีป๊อกซี่ (epoxy) บริเวณเกาะฮาวาย โดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 10-15 เซนติเมตร ความสูงเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 3-4 เซนติเมตร พบว่าช่วงระยะเวลา 3 เดือนแรก มีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ 95.80-100 หลังจากระยะเวลาผ่านไป 1 ปี มีอัตราการรอดร้อยละ 58.30-87.50 (Piniak and Brown, 2008) จะเห็นได้ว่า การย้ายปลูกปะการังโดยใช้กาวอีป๊อกซี่ (epoxy) (Piniak and Brown, 2008) กาวอีป๊อกซี่ผสมกับปูนซีเมนต์ (สิทธิพันธ์, 2537; Kaly, 1995) มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสูงมาก ไม่เหมาะกับการย้ายปลูกปะการังในปริมาณมากๆ (สิทธิพันธ์, 2537) จึงมีการประยุกต์ใช้ปูนซีเมนต์โดยตรง (Palomar *et al*., 2009) ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ และทราย (ศรีสกุล, 2535; น้องนุช, 2536; สิทธิพันธ์, 2537; นลินี และคณะ, 2546) ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ และทราย (Gomez *et al*., 2006) และปูนซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็ว (จิระพงศ์, 2548; Phongsuwan, 2006) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการัง รวมถึงการศึกษานี้โดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์และปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ได้รับการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกจากการศึกษานี้ กับอัตราการรอดของปะการังชนิดเดียวกันที่ได้รับการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก จากการศึกษาอื่นๆ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการรอดสูงกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 8 เดือน แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 8 เดือน บริเวณเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการรอดร้อยละ 44.20-70.30 (เมธินี และคณะ, 2553) และการอนุบาลบนแปลงกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 7 เดือนถึง 1.5 ปี แล้วย้ายปลูกบนซากปะการังโดยใช้ Plastic Pin เป็นระยะเวลา 2 ปี ที่ดำเนินการในประเทศอิสราเอล มีอัตราการรอดร้อยละ 62.00 (Edwards, 2010) จะเห็นได้ว่า การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมในการศึกษาครั้งนี้ มีอัตราการรอดไม่ต่างกับการศึกษาอื่นๆ และมีการศึกษาการย้ายปลูกปะการังชนิดต่างๆ บน Reef Ball เช่น จากการศึกษาของ Fahy *et al*. (2006) ย้ายปลูกปะการัง *Meandrina meandrites* และ *Montastrea cavernosa* บน Reef Ball ด้วยกาวอีป๊อกซี่ เป็นระยะเวลา 15 เดือน บริเวณหาด Dania ประเทศสหรัฐอเมริกา มีอัตราการรอดร้อยละ 77.50-100 และ Edwards (2010) ย้ายปลูกปะการัง *Agaricia agaricites*, *A. tenuifolia*, *Porites porites*, *P. astreoides* และ *Siderastrea siderea* บน Reef Ball ด้วยซีเมนต์ เป็นระยะเวลา 1 ปี ที่ดำเนินการในประเทศเม็กซิโก มีอัตราการรอดร้อยละ 73.00

2.3 เปรียบเทียบอัตราการอดระหว่างปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis*

2.3.1 อัตราการรอดระหว่างปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

ปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์) มีอัตราการรอดร้อยละ 87.3 และ 85.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7)

2.3.2 อัตราการรอดระหว่างปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

ปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์ มีอัตราการรอดร้อยละ 59.3 และ 72.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7) และยังพบว่า มีสาหร่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลงเกาะบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการรอดของปะการัง (Piniak and Brown, 2008) ถึงแม้ว่าการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำบนโครงเหล็กบ้านปลา แล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดสูงในระยะแรก แต่ในระยะยาว ไม่ควรใช้วิธีการนี้ เนื่องจากแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมเกิดการสึกกร่อนตามระยะเวลา ทำให้ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำหลุดออกจากแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมแล้วตกลงบนพื้นทราย ทำให้ปะการังดอกกะหล่ำตาย ซึ่งแตกต่างกับปะการังเขากวางที่สามารถเจริญเติบโตบนพื้นทรายได้

จากการศึกษานี้ พบว่า อัตราการตกตะกอนบริเวณแปลงอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำมีน้อยกว่าบริเวณแปลงอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา เนื่องจากแปลงอนุบาลกลางน้ำมีการแกว่งของแปลงอนุบาล ทำให้อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยมีค่า 15.43±1.81 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน มีปริมาณน้อยกว่าบริเวณโครงเหล็กบ้านปลาซึ่งไม่มีการแกว่งของแปลงอนุบาล มีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ย 23.77±4.14 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (ตารางผนวกที่ ข7) ทำให้การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังเขากวางและปะการังดอกกะหล่ำบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีอัตราการรอดมากกว่าบนโครงเหล็กบ้านปลา (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีสกุล (2535), สิทธิพันธ์ (2537) และ Meesters *et al*. (1992) ที่พบว่า อัตราการตกตะกอนมีผลต่ออัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยของแปลงอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งยังมีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการตกตะกอน เช่น การไหลเวียนของกระแสน้ำ และยังพบว่า อัตราการรอดมีความสัมพันธ์กับขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการัง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lindahl (2003) และ Okubo *et al.* (2005) นอกจากนี้ ระหว่างการอนุบาล พบว่า มีสาหร่ายมาลงเกาะบริเวณแปลงอนุบาลและเจริญเติบโตลุกลามไปยังตัวปะการังเขากวางและปะการังดอกกะหล่ำ ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง แต่เนื่องจากมีการทำความสะอาดกำจัดสาหร่ายที่ลงเกาะบนแปลงอนุบาล จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ชิ้นส่วนปะการังบนแปลงอนุบาลมีอัตราการรอดเพิ่มขึ้น และพบว่า มีหอยสองฝามาลงเกาะบนตัวปะการังดอกกะหล่ำ และยังพบ เม่นแต่งตัวสีเขียว *Salmacis sphaeroides* เข้ามาอยู่อาศัยบนแปลงอนุบาลเป็นจำนวนมาก

จากการศึกษานี้ จะเห็นได้ว่า วิธีการย้ายปลูกปะการัง และชนิดของปะการังมีผลกระทบต่ออัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง ซึ่งวิธีการย้ายปลูกปะการังมีผลกระทบมากกว่าชนิดของปะการัง เนื่องจากอัตราการรอดของปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำสูงกว่าบนโครงเหล็กบ้านปลา (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อดีของการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ คือ ชิ้นส่วนปะการังมีอัตราการรอดสูง (มากกว่าร้อยละ 75) (นลินี, 2551; Shafir *et al.*, 2006a, 2006b; Putchim, 2008; Shaish *et al.*, 2008) อัตราการเจริญเติบโตสูง (Shafir *et al.*, 2006a) อัตราการตกตะกอนต่ำ ลดการถูกทำลายชิ้นส่วนปะการังจากสัตว์ทะเลบางชนิด เนื่องจากสามารถนำชิ้นส่วนปะการังออกจากพื้นที่ที่มีผู้ล่าอาศัยอยู่ได้ (Rinkevich, 2006; Shafir *et al.*, 2006a, 2006b) และชิ้นส่วนปะการังที่ทำการอนุบาลสามารถสืบพันธุ์บนแปลงอนุบาลได้ (Amar and Rinkevich, 2007) อย่างไรก็ตาม การอนุบาลโดยวิธีนี้ยังมีข้อด้อย เช่น ค่าใช้จ่ายในการทำแปลงอนุบาลสูง (นลินี, 2551; ลลิตา และคณะ, 2552) ต้องทำความสะอาดแปลงอนุบาลอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากมีการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น สาหร่าย เพรียง (นลินี และคณะ, 2546; เมธินี และคณะ, 2552; Latypov, 2006; Shafir *et al.*, 2006a; Perkol-Finkel *et al.*, 2008) ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ทำการอนุบาล (รัตนติกา, 2549; Edwards and Gomez, 2007)

ส่วนการย้ายปลูกปะการัง ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่ทำการย้ายปลูก เช่น จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปะการังเขากวาง *A. formosa* บริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี เหมาะสำหรับการย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม แต่บริเวณเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต พบว่า มีลมมรสุม ทำให้แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมได้รับความเสียหาย จึงต้องมีการย้ายมาปลูกลงบนอิฐบล็อกคาน ซึ่งพบว่ามีอัตราการรอดร้อยละ 94.10 (เมธิณี และคณะ, 2553) นอกจากวิธีการย้ายปลูกโดยใช้แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมแล้ว ในพื้นที่ขนาดเล็กอาจดัดแปลงแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้มีขนาดเล็กลงได้ (นลินี, 2551; สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552) และควรย้ายปลูกปะการังบริเวณแนวลาดชันของแนวปะการัง (reef slope) ซึ่งให้อัตราการรอดมากกว่าบริเวณพื้นราบ (reef flat) เนื่องจากบริเวณพื้นราบมีคลื่นแรงกว่าบริเวณแนวลาดชันของแนวปะการัง (Phongsuwan, 2006) จากการศึกษาของ Okubo *et al.* (2005) พบว่า ชิ้นส่วนปะการังที่ทำการย้ายปลูก มีการสืบพันธุ์ได้ในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกับแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**3. อัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง**

3.1 ปะการังเขากวาง *Acropora formosa*

3.1.1 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

อัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.44±0.01, 0.47±0.02 และ 0.38±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 11.66±0.92 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน สูงกว่าการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา ซึ่งมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.47±0.02, 0.33±0.02 และ 0.22±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.78±0.59 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 10 และตารางที่ 11) และพบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 สัปดาห์ ชิ้นส่วนปะการังเขากวางเริ่มมีการเจริญเติบโตมาปกคลุมสายยางพลาสติก

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ทำการอนุบาลจากการศึกษานี้ กับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดเดียวกันที่ทำการอนุบาลจากการศึกษาอื่นๆ โดยใช้ความสูงของปะการังเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกับการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ โดยใช้ความยาวเริ่มต้นของกิ่งปะการังประมาณ 3.67-5.71 เซนติเมตร มีความยาวเพิ่มขึ้น 0.23±0.20 เซนติเมตรต่อเดือน และมีการแตกกิ่งก้านเพิ่มขึ้น 1-2 กิ่ง (นลินี, 2551) และการอนุบาลบนเชือกกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 0.65±0.55 และ 0.47±0.46 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น 22.93±37.10 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ลลิตา และคณะ, 2552) และการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 5 เดือน บริเวณทะเลแดง ประเทศอิสราเอล มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 0.32 และ 0.24 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Shafir *et al.*, 2006b) และการอนุบาลบนแปลงลอยน้ำ เป็นระยะเวลา 1 ปี ที่ดำเนินการในประเทศฟิลิปปินส์ มีความสูงและความกว้างเพิ่มขึ้น 0.81 และ 0.54 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Shaish *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

ปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.42±0.01, 0.63±0.02 และ 0.50±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 31.52±2.75 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน รองลงมาได้แก่ การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.38±0.02, 0.43±0.03 และ 0.32±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 13.27±1.51 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน ส่วนการย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหลี่ยมแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่ำที่สุด มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.28±0.02, 0.36±0.03 และ 0.27±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22.50±2.96 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน และพบว่า มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในแนวนอน (ความยาว) มากกว่าแนวตั้ง (ความสูง) (ตารางที่ 10 และตารางที่ 11) และยังพบว่า ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 10.327$; $df = 2, 236$; $p < 0.05$)

การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก เนื่องจากการยึดติดตัวปะการังกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมโดยตรงโดยไม่มีสายยางพลาสติก ทำให้ส่วนของกิ่งปะการังเขากวางที่สัมผัสกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมมีการตายลง ซึ่งอาจมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปะการัง

ส่วนอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ ของการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม สูงกว่าการย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ตารางที่ 10) แต่การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมมีปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น เฉลี่ยรวม 33 สัปดาห์ สูงกว่าการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ตารางที่ 11) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่ย้ายปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมมีขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการัง ใหญ่กว่าชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ตารางที่ 8) และเมื่อนำค่าที่ได้ไปเข้าสูตรหาปริมาตรเชิงนิเวศ ซึ่งมีการยกกำลัง 2 ของรัศมี (r) โดยคำนวณจาก (ความกว้าง + ความยาว)/2 ทำให้มีปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้น สูงกว่าปะการังที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

เมื่อระยะเวลาผ่านไป พบว่า ชิ้นส่วนปะการังเขากวางสามารถเจริญเติบโตบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นลินี และคณะ (2546) ที่ได้ทำการย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยยึดติดกับแท่งเหล็ก เป็นระยะเวลา 6 เดือน บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต พบว่า ปะการังที่ย้ายปลูกสามารถสร้างหินปูนเชื่อมกับแท่งเหล็กและแตกกิ่งก้านปะการังเพิ่มขึ้น และมีการเจริญเติบโตได้ดีครอบคลุมพื้นที่ของแท่งเหล็กขนาด 1 x 1 ตารางเมตร เกือบร้อยละ 80 ของพื้นที่ และ Guest *et al*. (2009) ที่พบว่า ปะการังเขากวาง *A. formosa* สามารถเจริญเติบโตยึดติด (self-attachment) กับเปลือกหอยมือเสือหลังจากการย้ายปลูกได้เร็วกว่าปะการังชนิดอื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษานี้ กับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดเดียวกันที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษาอื่นๆ โดยใช้ความสูงของปะการังเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการยึดติดกับอิฐบล็อกและใช้อวนหุ้ม ที่ระดับความลึก 3 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน บริเวณเกาะจุ่น จังหวัดชลบุรี มีความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.16 เซนติเมตรต่อเดือน (วุฒิพงษ์, 2533) และการยึดติดกับอิฐบล็อกบริเวณแนวลาดชันของแนวปะการัง (reef slope) เป็นระยะเวลา 6 เดือน บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดภูเก็ต มีความสูงเพิ่มขึ้น 1.10 เซนติเมตรต่อเดือน (Phongsuwan, 2006) และการย้ายปลูกปะการัง ที่ระดับความลึก 5-6 เมตร เป็นระยะเวลา 5 เดือน บริเวณอ่าว Hurun ประเทศอินโดนีเซีย มีความสูงและความกว้างเพิ่มขึ้น 0.18-1.50 และ 0.14-2.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Saputra and Widiastuti, 2008) และจากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าการยึดติดกับอิฐบล็อกด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ และทรายในอัตราส่วน 1:1:1 เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณเกาะครก จังหวัดชลบุรี มีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.83±0.34 เซนติเมตรต่อเดือน (ศรีสกุล, 2535) และการยึดติดกับแท่งเหล็ก เป็นระยะเวลา 1 ปี บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต มีความยาวของกิ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.80 เซนติเมตรต่อเดือน และแตกกิ่งใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.4 กิ่งต่อเดือน (นลินี และคณะ, 2546) และการยึดติดกับซีเมนต์บล็อก เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลา 3 เดือน และยึดติดกับซากปะการังขนาดใหญ่ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ เป็นระยะเวลา 12 เดือน บริเวณเกาะไผ่ จังหวัดกระบี่ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.41±0.08 เซนติเมตรต่อเดือน (รัตนติกา, 2549) และการย้ายปลูกปะการังใกล้กับแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง เป็นระยะเวลา 13 เดือน บริเวณอุทยาน Tun Sakaran ประเทศมาเลเซีย มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.48 เซนติเมตรต่อเดือน (Azman and Nasrulhakim, 2008) และการย้ายปลูกบนซากปะการังโดยใช้ฐานซีเมนต์อวนไนลอน (nylon) และอวนโพลีเอททีลีน (polyethylene) ที่ระดับความลึก 6 เมตร และ 10 เมตร เป็นระยะเวลา 5 เดือน บริเวณเกาะ Panggang ประเทศอินโดนีเซีย มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 0.46 และ 0.33 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Fadli, 2009) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ได้รับการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกจากการศึกษานี้ กับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดเดียวกันที่ได้รับการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกจากการศึกษาอื่นๆ โดยใช้ความสูงของปะการังเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 5 เดือน แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กบนแท่งคอนกรีต ที่ระดับความลึก 6-12 เมตร และบนกองหินปะการังธรรมชาติ ที่ระดับความลึก 6-8 เมตร ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ เป็นระยะเวลา 1 ปี บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ มีความยาวเพิ่มขึ้นประมาณ 0.20 และ 0.40 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (นลินี, 2551) และการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 5 เดือน (168 วัน) บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต มีความสูงเพิ่มขึ้น 0.32±0.31 เซนติเมตรต่อเดือน และมีปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น 143.97±136.58 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (เมธินี และคณะ, 2552) และจากการศึกษานี้มีปริมาตรเชิงนิเวศน้อยกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 8 เดือน แล้วย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 8 เดือน แล้วย้ายปลูกลงบนอิฐบล็อกคาน เป็นระยะเวลา 6 เดือน บริเวณเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต มีปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น 73.20±70.60 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (เมธิณี และคณะ, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

3.2.1 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

อัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.24±0.01, 0.31±0.02 และ 0.34±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 12.93±1.13 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน สูงกว่าการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ ซึ่งมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.18±0.01, 0.23±0.02 และ 0.22±0.01 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 7.26±0.53 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 14 และตารางที่ 15)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ทำการอนุบาลจากการศึกษานี้ กับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดเดียวกันที่ทำการอนุบาลจากการศึกษาอื่นๆ โดยใช้ความสูงของปะการังเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกับการอนุบาลบนแปลงลอยน้ำ เป็นระยะเวลา 9 เดือน ที่ดำเนินการในประเทศฟิลิปปินส์ มีความสูงและความกว้างเพิ่มขึ้น 0.31-0.43 และ 0.41-0.54 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Shaish *et al*., 2008) และจากการศึกษานี้มีปริมาตรเชิงนิเวศน้อยกว่าการอนุบาลบนเชือกอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 10 เดือน บริเวณเกาะ Bolinao ประเทศฟิลิปปินส์ มีปริมาตรเชิงนิเวศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 68.52 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (Levy *et al*., 2010)

3.2.2 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball และอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

อัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.25±0.03, 0.26±0.03 และ 0.31±0.03 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 20.22±2.94 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน สูงกว่าการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball ซึ่งมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.11±0.01, 0.15±0.02 และ 0.14±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.72±0.68 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 14 และตารางที่ 15) และพบว่า มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในแนวนอน (ความยาวและความกว้าง) มากกว่าแนวตั้ง (ความสูง) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีสกุล (2535) และยังพบว่า ปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 17.156$; $df = 2, 117$; $p < 0.05$) และพบว่า มีปลาสลิดหินและปลาสลิดหินใบขนุนกัดกินป้ายหมายเลข ทำให้ไม่สามารถติดตามอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำบางส่วนได้

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษานี้ กับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดเดียวกันที่ย้ายปลูกโดยตรงจากการศึกษาอื่นๆ โดยใช้ความสูงของปะการังเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการยึดติดกับอิฐบล็อกและใช้อวนหุ้ม ที่ระดับความลึก 1 เมตร และ 3 เมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน บริเวณเกาะจุ่น จังหวัดชลบุรี มีความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.50 และ 0.09 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (วุฒิพงษ์, 2533) และจากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าการยึดติดกับอิฐบล็อกด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ และทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 เป็นระยะเวลา 4 เดือน บริเวณเกาะครก จังหวัดชลบุรี มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.34±0.23 และ 0.52±0.31 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (ศรีสกุล, 2535) และการยึดติดกับซากปะการังโดยใช้ตะปูคอนกรีตกับ fishing gut และตะปูคอนกรีตกับ steel plate เป็นระยะเวลา 2 ปี บริเวณเกาะบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย โดยการยึดติดในแนวนอน มีความสูงและความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.64 และ 0.56 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และการยึดติดในแนวตั้ง มีความสูงและความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.36 และ 0.62 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Endo *et al*., 2010) และจากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ในแนวปะการังธรรมชาติ บริเวณเกาะภูเก็ต มีอัตราการเจริญเติบโต 0.15-0.18 เซนติเมตรต่อเดือน (Tissier, 1988) และบริเวณทะเลแคริบเบียน มีอัตราการเจริญเติบโต 18.10-44.30 มิลลิเมตรต่อปี (0.15-0.37 เซนติเมตรต่อเดือน) (Dullo, 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศระหว่างปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis*

3.3.1 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ เป็นระยะเวลา 4 เดือน (16 สัปดาห์)

อัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.44±0.01, 0.47±0.02 และ 0.38±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 11.66±0.92 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 10 และตารางที่ 11) สูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ ซึ่งมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.18±0.01, 0.23±0.02 และ 0.22±0.01 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 7.26±0.53 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 14 และตารางที่ 15)

3.3.2 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เป็นระยะเวลา 33 สัปดาห์

อัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.39±0.02, 0.47±0.03 และ 0.46±0.03 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 31.04±3.33 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 14 และตารางที่ 15) สูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.38±0.02, 0.43±0.03 และ 0.32±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และมีปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 13.27±1.51 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 10 และตารางที่ 11) แต่เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของปะการังทั้ง 2 ชนิด เฉพาะช่วงที่อนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา เป็นระยะเวลา 4 เดือน (ตารางที่ 10 และตารางที่ 14) พบว่า ปะการังเขากวาง *A. formosa* มีอัตราการเจริญเติบโตสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กว่าปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ซึ่งสอดคล้องกับการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ ดังนั้นปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าในช่วงหลังจากการย้ายปลูก อาจเนื่องมาจากวิธีการยึดติดกิ่งปะการังกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม โดยการยึดติดปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีขนาดของกิ่งปะการังที่โผล่พ้นแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มากกว่าการยึดปะการังเขากวาง *A. formosa* เพราะว่า รูปทรงของปะการังทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้การเก็บข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตทำในช่วงระยะเวลาสั้นๆหลังจากการย้ายปลูก ซึ่งอาจยังไม่เห็นความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของปะการังทั้ง 2 ชนิดหลังจากการย้ายปลูกบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งคาดว่าด้วยลักษณะของโคโลนีปะการังเขากวาง *A. formosa* มีการแตกกิ่งก้านครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ประกอบกับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดนี้ค่อนข้างเร็ว เช่น จากการศึกษาของ Charuchinda and Hylleberg (1984) พบว่า ปะการังเขากวาง *A. formosa* บริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.61 เซนติเมตรต่อเดือน ส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ในแนวปะการังธรรมชาติ บริเวณเกาะภูเก็ต มีอัตราการเจริญเติบโต 0.15-0.18 เซนติเมตรต่อเดือน (Tissier, 1988) ดังนั้นในระยะยาว ปะการังเขากวาง *A. formosa* จึงน่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis*

สิ่งที่ควรพิจารณาในการย้ายปะการังจากแปลงอนุบาล คือ เมื่อนำชิ้นส่วนปะการังเขากวางจากการอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำ และบนโครงเหล็กบ้านปลาพร้อมสายยางพลาสติก แล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมพร้อมสายยางพลาสติกด้วยพลาสติกรัดสายไฟ ทำให้ปะการังเขากวางส่วนที่เจริญเติบโตปกคลุมสายยางพลาสติกเกิดการแตกหัก ทำให้การวัดความสูงของชิ้นส่วนปะการังเขากวางลดลงเล็กน้อย และเมื่อนำชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำจากการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลา ซึ่งวัดความสูงจากส่วนที่สูงพ้นตะแกรงพลาสติก แล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งวัดความสูงทั้งตัวปะการัง ทำให้การวัดความสูงของชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

จากการศึกษานี้ พบว่า อัตราการตกตะกอนมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปะการัง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dodge *et al*. (1974) และ Piniak and Brown (2008) และยังพบว่า อัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับขนาดเริ่มต้นของกิ่งปะการัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยสรุปแล้ว อัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังที่ทำการย้ายปลูกโดยตรงและการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พื้นที่การศึกษา ได้แก่ ระดับความลึก (วุฒิพงษ์, 2533; น้องนุช, 2536; ศรีสกุล, 2535; Custodio III and Yap, 1997) ตำแหน่งที่วาง (Phongsuwan, 2006) วิธีการย้ายปลูกปะการัง (สิทธิพันธ์, 2537; D'Silva *et al*., 2008; Shaish *et al*., 2008) ซึ่งบางวิธีการอาจไม่เหมาะกับปะการังบางชนิด (Ferse, 2004; Ferse and Kunzmann, 2009) แหล่งแม่พันธุ์ปะการัง (Soong and Chen, 2003; Shaish *et al*., 2008) ชนิดของปะการัง (Smith and Hughes, 1999; Shafir *et al*., 2006a) เช่น ปะการังโขด และปะการังพุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตช้า แต่มีอัตราการรอดสูง แตกต่างกับปะการังกิ่ง และปะการังแผ่นตั้ง มีอัตราการเจริญเติบโตสูง แต่มีอัตราการรอดต่ำ (Dizon and Yap, 2006b) ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของปะการัง เช่น ปะการังที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงหลังจากการย้ายปลูก อาจมีอัตราการรอดน้อยกว่าปะการังที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า (Yap *et al*., 1992) ขนาดของปะการัง (Lindahl, 2003; Soong and Chen, 2003; Forsman *et al.*, 2006) เช่น ขนาดปะการังที่ใหญ่กว่ามีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าขนาดปะการังที่เล็กกว่า (รัตนติกา, 2549; Omori and Fujiwara, 2004; Okubo *et al.*, 2005; Latypov, 2006; Edwards and Gomez, 2007; Herlan and Lirman; 2008) การทำความสะอาดแปลงอนุบาล (Forsman *et al.*, 2006) สิ่งมีชีวิตในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา เช่น ดาวมงกุฎหนาม (Gomez *et al.*, 2006) และสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ (Yap *et al*., 1992) อัตราการตกตะกอน ลมมรสุม (เมธินี และคณะ, 2553) ธาตุอาหารในทะเล (Bongiorni *et al*., 2003) ช่วงเวลาที่ทำการย้ายปลูก (Okubo *et al.*, 2005) ช่วงเวลาที่ทำการวัดอัตราการเจริญเติบโต (น้องนุช, 2536) ฤดูกาล (Piniak and Brown, 2008) รวมถึงผู้ทำการวิจัยด้วย เช่น ยึดติดชิ้นส่วนปะการังไม่แน่น (รัตนติกา, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**4. การฟื้นตัวของแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง**

หลังจากการหักชิ้นส่วนปะการังเขากวางไม่เกิน 5 เซนติเมตร จากแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 สัปดาห์ ปะการังเขากวางมีการเจริญเติบโตปกคลุมส่วนที่หัก และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 33 สัปดาห์ พบว่า มีการแตกโพลิปของปะการังบริเวณที่ถูกหัก ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้แตกต่างกับการศึกษาของ นลินี และคณะ (2546) ที่พบว่า ปะการังเริ่มแตกกิ่งก้านขึ้นมาทดแทน ใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน มีผลทำให้ปะการังมีการฟื้นตัวแตกต่างกัน ดังนั้นหากนำชิ้นส่วนปะการังออกจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังในปริมาณที่ไม่มากนัก (ไม่เกินร้อยละ 5-10) แหล่งแม่พันธุ์ปะการังสามารถฟื้นตัวเองได้ (นลินี และคณะ, 2546; สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552; Epstein *et al*., 2001; Gomez *et al.*, 2006; Edwards and Gomez, 2007; Vicentuan *et al*., 2008) และขนาดชิ้นส่วนปะการังที่ใช้ในทดลอง ขึ้นอยู่กับชนิดของปะการังและสถานที่ทำการศึกษา เนื่องจากสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่ทำการศึกษาต่างกัน เช่น สาหร่าย ปลานกแก้ว ถ้าในพื้นที่ที่มีการลงเกาะของสาหร่ายมาก ควรใช้ขนาดชิ้นส่วนปะการังใหญ่ขึ้น แต่ไม่ควรเกิน 10 เซนติเมตร (Edwards and Gomez, 2007)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ทำการย้ายปลูกโดยวิธีการทั้ง 3 วิธี มีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง บริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน (ตารางที่ 10 และตารางที่ 17) อาจเนื่องมาจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวางมีโคโลนีขนาดใหญ่ ทำให้มีการเจริญเติบโตในบริเวณส่วนอื่นๆนอกเหนือจากกิ่งปะการังที่ติดป้ายหมายเลขไว้ เมื่อนำปริมาตรเชิงนิเวศที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง (ตารางที่ 17) มาเปรียบเทียบกับปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการทั้ง 3 วิธี (ตารางที่ 11) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 18.045$ ; $df = 3, 283$; $p < 0.05$) ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Shinn (1966) ที่พบว่า ปะการังที่ทำการย้ายปลูกมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปะการังในธรรมชาติ เนื่องจากผลของอุณหภูมิน้ำทะเลที่ลดลงถึง 13.3 องศาเซลเซียส ทำให้ปะการังที่ทำการย้ายปลูกตาย และ Atapattu (2008) พบว่า สาหร่ายใบมะกรูด *Halimeda opuntia* และเพรียงหัวหอม *Diplosoma virens* มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ใช้เป็นแหล่งแม่พันธุ์ปะการัง บริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี มีความสูง ความยาว และความกว้างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.33±0.03, 0.20±0.03 และ 0.12±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 17) กับอัตราการเจริญเติบโตของปะการังชนิดเดียวกันในแนวปะการังธรรมชาติจากการศึกษาอื่นๆ โดยใช้ความสูงของปะการังเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า จากการศึกษานี้มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าบริเวณแหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 8 เซนติเมตรต่อ 344 วัน (0.61 เซนติเมตรต่อเดือน) (Charuchinda and Hylleberg, 1984) และบริเวณ Kavaratti atoll ประเทศอินเดีย มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.66 เซนติเมตรต่อเดือนในปีแรก และ 0.69 เซนติเมตรต่อเดือนในปีที่2 (Suresh and Mathew, 1993) และบริเวณ Subtropocal Western Australia ประเทศออสเตเลีย มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.3-7.6 เซนติเมตรต่อ 11.5 เดือน (0.46-0.66 เซนติเมตรต่อเดือน) (Harriott, 1998) และบริเวณ Hikkaduwa Nature Reserve และ Roomassala ประเทศศรีลังกา มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.93 และ 1.00 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Jinendradasa1 and Ekaratne, 2000) จากการศึกษาของ Oliver (1983) พบว่า ปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่บริเวณ Davies Reef ประเทศออสเตเลีย ที่ระดับความลึก 5 เมตร มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้น 0.67 เซนติเมตรต่อเดือน ที่ระดับความลึก 10 เมตร มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้น 1.03 เซนติเมตรต่อเดือน และที่ระดับความลึก 15 เมตร มีความยาวกิ่งเพิ่มขึ้น 1.38 เซนติเมตรต่อเดือน จะเห็นได้ว่า อัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *A. formosa* มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นๆ เช่น องค์ประกอบทางเคมีในน้ำ อุณหภูมิ ความลึก แสง (Buddemeier and Kinzie, 1976) ฤดูกาล (Suresh and Mathew; 1993; Juillet-Leclerc *et al*., 1997; Jinendradasa1 and Ekaratne, 2000) ขนาดของปะการัง ระยะเวลา (Okubo *et al*., 2007) ซึ่งภายในตัวปะการังเองยังมีความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตโดยเฉพาะบริเวณส่วนที่มีสีขาว (ไม่มีสาหร่ายเซลล์เดียว) และบริเวณส่วนที่มีสีน้ำตาลด้วย (Oliver, 1984)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**5. ความคุ้มค่าของวิธีการย้ายปลูกปะการัง**

เมื่อนำอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ มาพิจารณาร่วมกับงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัย พบว่า การย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้ความคุ้มค่ามากที่สุด โดยคำนึงถึงอัตราการรอดร้อยละ 64.7 อยู่ในเกณฑ์ปานกลางเมื่อเทียบกับวิธีการย้ายปลูกปะการังอื่นๆ (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7) ใช้งบประมาณถูกที่สุดในการจัดทำอุปกรณ์การวิจัย 19 บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง และใช้ระยะเวลาและจำนวนนักวิจัยน้อยที่สุดในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย ส่วนการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกแม้จะให้อัตราการรอดสูงกว่าการย้ายปลูกโดยตรง (การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 82.0) แต่ใช้งบประมาณ (งบประมาณจัดทำอุปกรณ์การวิจัย 49 บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง) ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัยมาก (ตารางที่ 22 และตารางที่ 23) การอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกมีค่าใช้จ่ายต่างๆสูง (นลินี, 2551; ลลิตา และคณะ, 2552) เนื่องจากต้องทำความสะอาดแปลงอนุบาลทุกเดือน เพื่อไม่ให้สิ่งมีชีวิตมาลงเกาะ เช่น สาหร่าย (รัตนติกา, 2549; Edwards and Gomez, 2007) ใช้ระยะเวลาและจำนวนแรงงานมากในการทำแปลงอนุบาล (Shaish *et al.,* 2008) รวมถึงสิ้นเปลืองงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัยในการนำชิ้นส่วนปะการังที่ทำการอนุบาลไปย้ายปลูกอีกทีหนึ่ง (ตารางที่ 22 และตารางที่ 23)

จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปเป็นสูตรคิดคำนวณค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง (ดัดแปลงมาจากพงศ์ธีระ, 2545; นลินี และคณะ, 2546) ได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง = [ค่าวัสดุและอุปกรณ์ + ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
+ (ค่าแรงงาน x จำนวนคน) + (ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา
x ระยะเวลาในการดูแลรักษา)] x ขนาดพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟู

ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง สำหรับนักวิจัย โดยคำนวณจากการใช้ชิ้นส่วนปะการังขั้นต่ำ 150 กิ่ง ต่อ 50 ตารางเมตร ติดตามผลการทดลอง (อัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโต) เป็นระยะเวลา 1 ปี (รวมถึงการอนุบาล เป็นระยะเวลา 4 เดือน) โดยการย้ายปลูกโดยตรง ติดตามผลการทดลอง 3 ครั้ง และการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก ติดตามผลการทดลอง 7 ครั้ง (ตารางที่ 25) ซึ่งต้องใช้จำนวนนักดำน้ำ 10 คน ใช้เรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ ส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆคำนวณตามตารางที่ 18 ถึงตารางที่ 23 ซึ่งไม่รวมค่าแรงงานและค่าอุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม พบว่า การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ใช้งบประมาณถูกที่สุด 105,850 บาท (706 บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง) (ตารางที่ 26)

สำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งหากติดตามอัตราการรอดเพียงอย่างเดียว สามารถลดค่าใช้จ่าย โดยใช้จำนวนนักดำน้ำ 2-4 คน และใช้เรือเร็ว (speed boat) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายถูกกว่าเรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ (เฉพาะเมืองพัทยา) แต่มีพื้นที่ใช้สอยบนเรือน้อยกว่าเรือสำหรับการท่องเที่ยวดำน้ำ (ตารางที่ 25) พบว่า การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ใช้งบประมาณถูกที่สุด 69,850 บาท (466 บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง) (ตารางที่ 26)

**ตารางที่ 25** ค่าใช้จ่ายต่อปีในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลองในการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ

| เดือนที่ | ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและติดตามผลการทดลองในการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ (บาทต่อปี) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | การย้ายปลูกโดยตรง | | การอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก | |
| | นักวิจัย | บุคคลทั่วไป | นักวิจัย | บุคคลทั่วไป |
| 1 (สัปดาห์ที่ 2) | 15,000 | 8,000 | 15,000 | 8,000 |
| 1 (สัปดาห์ที่ 4) | 15,000 | 8,000 | 15,000 | 8,000 |
| 2 | - | - | 15,000 | 8,000 |
| 3 | - | - | 15,000 | 8,000 |
| 4 | - | - | 30,000 | 8,000 |
| 5 | - | - | 15,000 | 8,000 |
| 6 | - | - | - | - |
| 7 | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | - | - |
| 12 | 30,000 | 8,000 | 30,000 | 8,000 |
| รวม | 60,000 | 24,000 | 135,000 | 56,000 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 26** ค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ จำนวน 150 กิ่ง ต่อ 50 ตารางเมตร และติดตามผลการทดลองเป็นระยะเวลา 1 ปี

| รายการ | ค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังโดยวิธีการต่างๆ จำนวน 150 กิ่ง ต่อ 50 ตารางเมตร และติดตามผลการทดลองเป็นระยะเวลา 1 ปี (บาท) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปะการังเขากวาง *Acropora formosa* | | | ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* | | |
| | การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม |
| ค่าอุปกรณ์การวิจัย | 2,850 | 7,350 | 6,450 | 42,600 | 47,100 | 6,450 |
| ค่าวัสดุอื่นๆ | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 |
| ค่าขนส่งทางบก | 3,500 | 3,500 | 3,500 | 10,000 | 10,000 | 3,500 |
| ค่าขนส่งทางเรือ | 4,500 | 4,500 | 4,500 | 4,500 | 4,500 | 4,500 |
| ค่าติดตั้งอุปกรณ์ | 30,000 | 30,000 | 30,000 | 30,000 | 30,000 | 30,000 |
| ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา และติดตามผล | 60,000 (24,000) | 135,000 (56,000) | 135,000 (56,000) | 60,000 (24,000) | 135,000 (56,000) | 135,000 (56,000) |
| รวม | 105,850 | 185,350 | 184,450 | 152,100 | 231,600 | 184,450 |
| | (69,850) | (106,350) | (105,450) | (116,100) | (152,600) | (105,450) |

**หมายเหตุ**: () สำหรับบุคคลทั่วไป

ไม่รวมค่าแรงงานและค่าอุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อนำค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังโดยตรง และการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกจากการศึกษานี้ ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการย้ายปลูกปะการัง (ตารางที่ 26) มาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังจากการศึกษาอื่นๆ พบว่า จากการศึกษานี้มีค่าใช้จ่ายแตกต่างกับสิทธิพันธ์ (2536) ใช้งบประมาณ 50 บาทต่อตารางเมตร โดยไม่ได้ระบุจำนวนกิ่งปะการังที่ใช้ในการย้ายปลูก ค่าใช้จ่ายส่วนต่างๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน รวมถึงระยะเวลาในการย้ายปลูก และพงศ์ธีระ (2545) คำนวณงบประมาณในการย้ายปลูกปะการังตามเกณฑ์ของกองทัพเรือ ใช้งบประมาณ 170,100 บาทต่อ 100 ตารางเมตร โดยไม่ได้ระบุจำนวนกิ่งปะการังที่ใช้ในการย้ายปลูก และใช้งบประมาณในการดูแลรักษา 17,010 บาทต่อ 100 ตารางเมตรต่อปี (ตารางผนวกที่ ก3) และนลินี และคณะ (2546) ใช้เหล็กข้ออ้อย ขนาด 6 หุน ในการยึดติดชิ้นส่วนปะการัง ใช้งบประมาณในการจัดทำวัสดุและอุปกรณ์ 620 บาทต่อตารางเมตรต่อปะการัง 24 กิ่ง ซึ่งไม่รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง น้ำมันเรือ และจำนวนแรงงาน และ นลินี (2551) ใช้งบประมาณ 520 บาทต่อปะการัง 1 กิ่ง โดยรวมค่าใช้จ่ายตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขนาดที่พร้อมย้ายปลูก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน วัสดุและอุปกรณ์ รวมถึงการติดตามผลการทดลอง ซึ่งไม่รวมค่าใช้จ่ายของอาสาสมัครที่มาช่วยดำเนินงานและค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูก และ Obura and Visram (2000) ใช้งบประมาณในการจัดทำวัสดุและอุปกรณ์ 0.10-0.40 ดอลล่าร์สหรัฐต่อปะการัง 1 กิ่ง และ Shaish *et al.* (2008) ทำแปลงอนุบาลลอยน้ำ (suspended nursery) และแปลงอนุบาลที่มีขาตั้งบนพื้นทราย (leg-fixed nursery) ใช้ระยะเวลา 2,610 ชั่วโมงต่อจำนวนแรงงาน 5 คน ในการติดตั้งแปลงอนุบาล และติดชิ้นส่วนปะการัง 6,824 กิ่ง ใช้งบประมาณในการจัดทำวัสดุและอุปกรณ์ 1,645 ดอลล่าร์สหรัฐ (USD) (0.24 ดอลล่าร์สหรัฐต่อปะการัง 1 กิ่ง) ซึ่งไม่รวมค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูก จึงมีการดัดแปลงวิธีการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังให้มีค่าใช้จ่ายถูกลง โดยใช้เชือกอนุบาลกลางน้ำ อนุบาลชิ้นส่วนปะการังจำนวน 1,200 กิ่ง ใช้งบประมาณในการจัดทำวัสดุและอุปกรณ์ รวมถึงค่าแรงงานประมาณ 0.11 ดอลล่าร์สหรัฐต่อกิ่ง และงบประมาณในการดูแลรักษา 60.7 ดอลล่าร์สหรัฐต่อเดือน (Levy *et al*., 2010)

การใช้พลาสติกรัดสายไฟเหมาะสำหรับการยึดติดปะการังเขากวาง และมีค่าใช้จ่ายต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Okubo and Omori (2001) ที่ใช้พลาสติกรัดสายไฟยึดติดปะการัง 245,000 กิ่ง มีค่าใช้จ่าย 36,000,000 เยน (147 เยนต่อปะการัง 1 กิ่ง) จากการศึกษาของ Dizon *et al.* (2008) พบว่า การยึดติดชิ้นส่วนปะการังโดยใช้ cyanoacrylate glue ยึดติดได้ดีกว่าและราคาถูกกว่าการใช้ epoxy putty และ marine epoxy และหากใช้วัสดุที่ไม่คงทนในการย้ายปลูกปะการัง ทำให้อัตราการรอดของปะการังต่ำ เช่น ไม้ไผ่ (Ferse, 2010)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ค่าวัสดุและอุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าเรือ ระยะเวลา ระยะทาง จำนวนแรงงาน ค่าดูแลรักษาทำความสะอาด จำนวนชิ้นส่วนปะการัง ขนาดพื้นที่ทำการศึกษา วิธีการย้ายปลูกปะการัง ข้อมูลผลการทดลองที่ต้องการ และสาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม (Edwards and Gomez, 2007; Edwards, 2010) ส่วนระยะเวลาที่ใช้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนชิ้นส่วนปะการังที่ใช้ในการทดลอง ความชำนาญของนักดำน้ำ สภาพแวดล้อม เช่น ระดับความลึก ความใสของน้ำทะเล กระแสน้ำ และคลื่นลม เพราะฉะนั้นการเลือกวิธีการใดในการฟื้นฟูแนวปะการัง ขึ้นอยู่วัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยงานเป็นหลัก และควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น งบประมาณ ระยะเวลา จำนวนแรงงาน ลักษณะพื้นที่และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ทำการฟื้นฟู รวมถึงสาเหตุของการเสื่อมโทรม ซึ่งวิธีการใดมีค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่สูงมาก อาจไม่เหมาะสมกับการฟื้นฟูแนวปะการังในพื้นที่ขนาดใหญ่ (Yeemin *et al*., 2006) จากการศึกษาของ Spurgeon and Lindahl (2000) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง จาก 4 ประเทศ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศออสเตเลีย ประเทศแทนซาเนีย และหมู่เกาะมัลดีฟส์ พบว่า มีค่าใช้จ่ายประมาณ 13,000-100,000,000 ดอลล่าร์สหรัฐต่อพื้นที่ 1 เฮกแตร์ (10,000 ตารางเมตร)

ในแง่ของความคุ้มค่าด้านประโยชน์จากปะการังเทียม พบว่า มีตัวอ่อนปะการังลงเกาะ Coral Ball โครงเหล็กบ้านปลา และแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปะการังโขด และปะการังดอกกะหล่ำ ตามลำดับ จากการศึกษาของ จามรี (2552) พบว่า อัตราการรอดของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะ เป็นระยะเวลา 1 ปี อยู่ในช่วงร้อยละ 32.20-72.70 การวางปะการังเทียมนั้นมีส่วนช่วยเพิ่มพื้นที่ให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะ ซึ่งเป็นการฟื้นฟูแนวปะการังอีกทางหนึ่ง (Chansang *et al*., 2008; Lee *et al*., 2009) ในการศึกษาครั้งนี้ ยังพบสิ่งมีชีวิตในทะเลอื่นๆมาลงเกาะ เช่น หอยสองฝา ไบรโอซัว ฟองน้ำ เพรียงหิน เพรียงหัวหอม หนอนทะเล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ยุพเรศ (2542), กรมประมง (2547) และ นลินี (2548) และยังพบสิ่งมีชีวิตในทะเลอื่นๆเข้ามาอาศัยบริเวณปะการังเทียมเป็นจำนวนมาก เช่น หมึกกระดอง ม้าน้ำ เม่นดำหนามยาว เม่นแต่งตัวสีเขียว เม่นหนามมงกุฎ ดาวหมอนปักเข็ม ปลิงทะเล ปูหิน ปลาหูช้าง ปลาสลิดหิน ปลาสลิดหินใบขนุน ปลาวัว นอกจากนี้ยังพบ ปูแมงมุมขายาว *Acheaus brevirostris* ซึ่งเป็นปูที่มีรายงานพบในพื้นที่อื่นๆน้อยมาก (พันธุ์ทิพย์, 2554) (ภาพผนวกที่ ข1-ข11)

สิ่งมีชีวิตในทะเลที่มาลงเกาะและเข้ามาอาศัยบริเวณแปลงอนุบาล แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม Coral Ball และตัวปะการัง ระหว่างการอนุบาลและหลังจากการย้ายปลูก อาจมีผลกระทบต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของปะการัง (Tanner, 1995; Crabbe, 2008) เช่น พบเม่นดำหนาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยาว *Diadema setosum* จำนวนมากมาอาศัยอยู่บน Coral Ball ในขณะที่การอนุบาลปะการังบนแปลงอนุบาลไม่พบเม่นดำหนามยาว และยังพบ ปลาสลิดหินใบขนุน *Siganus punctatus* ขูดกินสาหร่ายที่ลงเกาะบนแปลงอนุบาลและสาหร่ายที่ขึ้นบนปะการังเขากวางที่ตายแล้ว ถึงแม้ว่าปลากินพืชเป็นอาหาร (herbivore) มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อน (Davies and Vize, 2008) แต่ปลากินพืชเป็นอาหารมีส่วนช่วยในการฟื้นตัวของแนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากการเกิดปะการังฟอกขาวและพายุ เนื่องจากปลากินสาหร่ายที่มาลงเกาะ (Burkepile and Hay, 2010) ทำให้เพิ่มพื้นที่ในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และช่วยลดปริมาณสาหร่ายที่ลงเกาะแปลงอนุบาลด้วย จากการศึกษาของ Holbrook *et al*. (2008) พบว่า ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่มีปลาสลิดหินอาศัยอยู่ มีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ไม่มีปลาสลิดหินอาศัยอยู่

จากการศึกษาของ อุกกฤต (2545) พบว่า ชนิดของปลาที่เข้ามาบริเวณพื้นที่ศึกษาไม่แตกต่างตามประเภทของปะการังเทียม แต่แตกต่างตามระยะเวลา และมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆที่ลงเกาะปะการังเทียม ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ วันชัย (2548) พบว่า โครงสร้างของชุมชนปลา มีความแตกต่างตามระยะเวลา จำนวนก้อน และลักษณะการวางปะการังเทียม และ ภาคภูมิ (2548) พบว่า แสง ความลึก และจำนวนปะการังเทียม มีผลต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณกองปะการังเทียม จะเห็นได้ว่า สิ่งมีชีวิตในทะเลที่ลงเกาะเหล่านี้ล้วนเป็นอาหารที่สำคัญของ กุ้ง หอย ปู และปลาขนาดเล็ก ซึ่งกลายเป็นอาหารของปลาขนาดใหญ่ตามลำดับห่วงโซ่อาหารอีกชั้นหนึ่ง และจากการศึกษาของ Ferse (2006, 2008) พบว่า การย้ายปลูกปะการังบนปะการังเทียม สามารถเพิ่มความชุกชุมและความหลากหลายของปลา และ Cabaitan *et al*. (2008) พบว่า บริเวณที่มีการย้ายปลูกปะการังบนปะการังเทียม กับบริเวณที่มีการย้ายปลูกปะการังร่วมกับการปล่อยหอยมือเสือ มีปะการังและสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น มากกว่าบริเวณที่มีการปล่อยหอยมือเสือเพียงอย่างเดียว กับบริเวณที่มีไม่มีการดำเนินการใดๆ และ Oren and Benayahu (1997) พบว่า การวางปะการังเทียมบนพื้นทรายเพื่อล่อตัวอ่อนปะการังให้ลงเกาะ เมื่อมีการท่องเที่ยวดำน้ำบริเวณนี้ เป็นการลดผลกระทบจากการดำน้ำในแนวปะการังธรรมชาติ และ Abelson (2006) แนะนำว่า ควรย้ายปลูกปะการังและวางปะการังเทียมร่วมกับวิธีการอื่นๆในการฟื้นฟูปะการัง แต่หากมีการวางปะการังเทียมทับแนวปะการัง ทำให้เกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง เพราะฉะนั้นก่อนการวางปะการังเทียม ควรมีการศึกษาลักษณะพื้นที่และสภาพแวดล้อม และดำเนินการโดยผู้มีประสบการณ์ (Reef Ball Foundation, 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

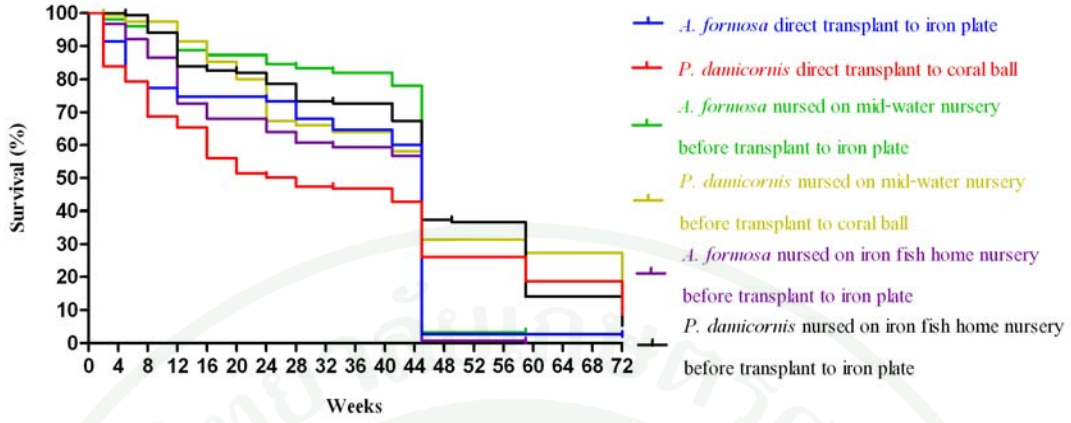
**6. ข้อมูลสภาพแวดล้อม**

6.1 อุณหภูมิน้ำทะเล

อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยช่วงทำการย้ายปลูกและการอนุบาล อยู่ในภาวะปกติ โดยอุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยลดลงในช่วงฤดูหนาว และเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อน แต่ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยสูงขึ้นมากกว่า 30.11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานานต่อเนื่องเกิน 3 สัปดาห์ (ภาพที่ 58) ทำให้เกิดปะการังฟอกขาว (Brown, 1997) ทั้งปะการังที่อยู่ในแนวปะการังธรรมชาติและปะการังที่ทำการย้ายปลูก โดยเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 (สัปดาห์ที่ 41) ชิ้นส่วนปะการังทั้ง 2 ชนิด ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ เกิดการฟอกขาวทั้งหมด จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2553 (สัปดาห์ที่ 45) พบว่า อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยลดลงกลับเข้าสู่ภาวะปกติ (ภาพที่ 58 และตารางผนวกที่ ข2) และเริ่มสังเกตเห็นปะการังบางส่วนมีสีสันกลับคืนมา ซึ่งเกิดจากสาหร่ายเซลล์เดียวเริ่มกลับเข้าไปอยู่อาศัยร่วมกับปะการังที่ยังรอดชีวิต (Grimsditch and Salm, 2006; LaJeunesse *et al*., 2007; Obura and Grimsditch, 2009) หลังจากนั้นเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553 (สัปดาห์ที่ 59) ไม่พบชิ้นส่วนปะการังที่มีการฟอกขาวเลย

อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังทั้ง 2 ชนิด ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ลดลงอย่างเห็นได้ชัดหลังจากการเกิดปะการังฟอกขาว โดยในสัปดาห์ที่ 45 ปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีอัตราการรอดร้อยละ 3.2, 3.3 และ 0.7 ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 72 มีอัตราการรอดร้อยละ 2.6, 2.0 และ 0 ตามลำดับ ส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball อนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ในสัปดาห์ที่ 45 มีอัตราการรอดร้อยละ 26.0, 31.3 และ 36.7 ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 72 มีอัตราการรอดร้อยละ 9.3, 9.3 และ 5.3 ตามลำดับ (ภาพที่ 77) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Vicentuan *et al*. (2008) และ Edwards *et al*. (2010) ที่พบว่า ปะการังที่ทำการย้ายปลูก มีอัตราการรอดลดลง เนื่องจากปะการังฟอกขาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 77** อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง 2 ชนิด ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ หลังการเกิดปะการังฟอกขาว โดยเกิดการฟอกขาวในสัปดาห์ที่ 41 และปะการังเริ่มฟื้นตัวในสัปดาห์ที่ 45

จากการศึกษานี้ พบว่า อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มากกว่าปะการังเขากวาง *A. formosa* ทุกวิธีการทดลอง แสดงว่า ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีความทนทานต่ออุณหภูมิน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปมากกว่าปะการังเขากวาง *A. formosa* ถึงแม้ว่าปะการังเขากวาง *A. formosa* มีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตสูง (Alcala *et al*., 1982) จากการศึกษาของ Tkachenko *et al*. (2007) พบว่า หากมีการตายของปะการังเขากวางจำนวนมาก ส่งผลกระทบต่อประชาคมแนวปะการังบริเวณนั้น

จากการศึกษาของ Hill and Ralph (2007) พบว่า สาหร่ายเซลล์เดียวออกจากปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ภายในระยะเวลา 6 ชั่วโมงแรกของการฟอกขาว และ Nakamura and Yamasaki (2005) พบว่า หากมีการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ ทำให้อุณหภูมิน้ำทะเลลดลง ทำให้สาหร่ายเซลล์เดียวกลับเข้าไปอยู่อาศัยร่วมกับปะการัง เช่น ในปีพ.ศ.2534 ปะการังฝั่งทะเลอันดามันสามารถฟื้นกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ประมาณร้อยละ 36-77 ของปริมาณปะการังที่ฟอกขาว และในปีพ.ศ.2538 ประมาณร้อยละ 58-100 ของปริมาณปะการังที่ฟอกขาว (เฉลี่ยร้อยละ 84.5±12) (นิพนธ์, 2551) จากการศึกษานี้ยังพบว่า มีการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลาหลายปี ในการฟื้นตัวของแนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากการเกิดปะการังฟอกขาว (McClanahan, 2000; Golbuu *et al*., 2007; Burt *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Hendee, 2004) มีผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของปะการัง (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2554; Yap *et al*., 1992; Nie *et al*., 1997; Baird and Marshall, 2002; Carricart-Ganivet, 2004; McClanahan *et al*., 2004; Yap, 2004; Edmunds, 2008; Muehllehner and Edmunds, 2008; Manzello, 2010) โดยปะการังเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิน้ำทะเล 28-30 องศาเซลเซียส และเจริญเติบโตช้าเมื่ออุณหภูมิน้ำทะเลต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส (Shinn, 1966) อัตราการสร้างหินปูนของปะการัง (Clausen and Roth, 1975) ธาตุอาหารในปะการัง (Reynaud *et al*., 2007) พันธุกรรมของปะการัง (D'Croz and Mate, 2004) สาหร่ายเซลล์เดียวที่อยู่ในตัวปะการัง (Flores-Ramirez and Linan-Cabello, 2007; Nesa and Hidaka, 2009) รวมถึงการอนุบาลและการย้ายปลูกปะการัง (Clark and Edwards, 1995) และสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น ปูผู้พิทักษ์ปะการัง *T. cymodoce* ที่อาศัยอยู่ในชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำมีจำนวนลดลง (Stella *et al*., 2011) จากการศึกษาของ Omori *et al*. (2001) พบว่า ปะการังเขากวาง *Acropora* spp. มีการสืบพันธุ์ลดลงหลังการเกิดปะการังฟอกขาว และ Oliver and Palumbi (2011) พบว่า มีปะการังหลายชนิดที่ทนทานต่ออุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น และ Goulet (2006) พบว่า ปะการังส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนชนิดของสาหร่ายเซลล์เดียวเมื่ออุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น

6.2 ความเข้มแสง

ความเข้มแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00 น. บริเวณพื้นที่ศึกษามีค่า 6,947.32 ลักซ์ (ตารางผนวกที่ ข4) ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับช่วงความเข้มแสงที่มีผลต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของปะการังมีอยู่น้อยมาก แสงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการแพร่กระจายของแนวปะการัง (สุนัดดา, 2541) ทำให้ปะการังส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ที่ความลึกไม่เกิน 30 เมตร (นลินี และคณะ, 2546) เนื่องจากปะการังมีความสัมพันธ์กับสาหร่ายเซลล์เดียวที่อยู่ในเนื้อเยื่อปะการัง (Ulstrup *et al*., 2006; Gaither and Rowan, 2010) ซึ่งใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปะการัง (Yap *et al*., 1998; Stambler and Dubinsky, 2005; Kaniewska *et al*., 2009) และการสร้างหินปูน (Reynaud *et al*., 2004) เมื่อความเข้มแสงลดน้อยลง ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปะการังลดลง (Reopanichkul, 2009) จากการศึกษาของ Miller (1995) พบว่า ปะการังมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงฤดูร้อนมากกว่าช่วงฤดูหนาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.3 ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล

ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเลเฉลี่ย บริเวณพื้นที่ศึกษามีค่า 30.07 ส่วนในพันส่วน (ตารางผนวกที่ ข6) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 29-35 ส่วนในพันส่วน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ.2537 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ออกตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547; สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2549) จึงไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง แต่หากความเค็มของน้ำทะเลต่ำกว่า 27 หรือมากกว่า 35 ส่วนในพันส่วน มีผลต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการัง (เสาวภา, 2528) และหากความเค็มน้อยกว่า 28 ส่วนในพันส่วน มีผลต่อการสืบพันธุ์ของปะการัง (Humphrey *et al*., 2008)

6.4 อัตราการตกตะกอน

อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย บริเวณพื้นที่ศึกษามีค่า 73.16±19.19 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (ตารางผนวกที่ ข7) ซึ่งมีผลกระทบต่อปะการังอยู่ระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง (ตารางผนวกที่ ก 4) (ชนม์, 2545) ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2552 มีการวางปะการังเทียมบริเวณหาดสังวาลย์ เกาะล้าน พบว่า มีอัตราการตกตะกอนสูงบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และ Coral Ball โดยอัตราการตกตะกอนบริเวณ Coral Ball สูงกว่าบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม เนื่องจากตำแหน่งที่วาง Coral Ball อยู่ใกล้ตำแหน่งที่วางปะการังเทียมมากกว่าตำแหน่งที่วางแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม แสดงว่าระยะทางมีผลต่ออัตราการตกตะกอน และพบว่า บริเวณแปลงอนุบาลกลางน้ำ และโครงเหล็กบ้านปลา มีอัตราการตกตะกอนเพิ่มขึ้นแต่ไม่สูงมาก แสดงว่า แปลงอนุบาลทั้ง 2 แบบช่วยลดอัตราการตกตะกอน โดยแปลงอนุบาลกลางน้ำลดอัตราการตกตะกอนดีกว่าโครงเหล็กบ้านปลา เนื่องจากมีการแกว่งของแปลงอนุบาล (ตารางผนวกที่ ข7) หลังจากการวางปะการังเทียมแล้ว ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือน อัตราการตกตะกอนจึงกลับเข้าสู่ภาวะปกติ จากการศึกษาของ สุพัตรา (2528) ศึกษาผลกระทบของตะกอนต่อปะการังในห้องทดลอง พบว่า ปะการังมีการตอบสนองต่อตะกอนโดยการขับเมือกออกมาคลุมบริเวณผิวปะการังโดยรอบ มีผลต่อเมตาบอลิซึมของปะการังต่างๆกัน คือ อัตราการตกตะกอน 4.59±1.08 และ 8.14±2.52 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน ปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีความทนต่อตะกอนทั้ง 2 ความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน โดยที่ปะการังร้อยละ 50 ตายในระยะเวลาประมาณ 8 วัน และไม่สามารถฟื้นตัวได้หลังจากถูกตะกอนปกคลุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการตกตะกอนมีผลต่อการลงเกาะของปะการังแข็ง (Hodgson, 1990; Babcock and Davies, 1991; Babcock and Smith, 2000; Fabricius *et al*., 2003; Birrell *et al*., 2005; Goh and Lee, 2008) อัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของปะการัง (Sato, 1985; Rogers, 1990; Te, 1992; McClanahan and Obura, 1997; Torres, 1998; Nugues and Roberts, 2003; Anthony and Connolly, 2004; James *et al*., 2005) ซึ่งการศึกษาอัตราการตกตะกอน มีความจำเป็นสำหรับการย้ายปลูกปะการัง การฟื้นฟูแนวปะการัง การจัดการ และการฟื้นตัวของแนวปะการัง (Lambo and Ormond, 2006; Muzuka *et al*., 2010)

การฟื้นฟูแนวปะการัง ควรตั้งอยู่บนพื้นฐานความรู้ของด้านชีววิทยา และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของปะการังแต่ละชนิด (Yap, 2003; Precht, 2006; Edwards, 2010) การย้ายปลูกปะการังสามารถช่วยฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมได้ (นลินี และคณะ, 2546; Guzman, 1991; McClanahan *et al*., 2005; Ekaratne and Jinendradasa, 2008) และช่วยให้ชิ้นส่วนปะการังฟื้นตัวได้เร็วกว่าปล่อยให้ตกอยู่ตามธรรมชาติ (รัตนติกา, 2549) จากการศึกษาอื่นๆ พบว่า ชิ้นส่วนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ขนาด 8-12 เซนติเมตร ที่กระจายตัวอยู่ในธรรมชาติ มีอัตราการรอดอยู่ในช่วงร้อยละ 82-98 ในระยะเวลา 3 เดือนแรก และอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ตกลงบนซากปะการังสูงกว่าการตกลงบนพื้นทราย (Bowdwn-Kerby, 1997) และชิ้นส่วนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. เมื่อระยะเวลาผ่านไป 17 เดือน มีอัตราการรอดร้อยละ 8-32 โดยชิ้นส่วนปะการังขนาดใหญ่มีอัตราการรอดมากกว่าขนาดเล็ก (Smith and Hughes, 1999) และพบว่า จำนวนชิ้นส่วนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ร้อยละ 57-61 ที่รอดชีวิตในธรรมชาติ ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากจำนวนชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่รอดชีวิตร้อยละ 59-74 มีการตายของเนื้อเยื่อปะการังเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นส่วนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ที่มีขนาดเล็กกว่า 12 เซนติเมตร มีเนื้อเยื่อปะการังที่มีชีวิตลดลงมากถึงร้อยละ 48 ซึ่งการตายของเนื้อเยื่อปะการังที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้ช่วงระยะเวลาต่อมา มีอัตราการรอดต่ำหรือตายได้ในระยะยาว (รัตนติกา, 2549; Nagelkerken *et al*., 2000) และชิ้นส่วนปะการังที่ตกอยู่ตามธรรมชาติ อาจมีอัตราการรอดต่ำ เนื่องจากการถูกพัดออกไปยังบริเวณแนวลาดชันของแนวปะการัง (Hughes, 1999) หรือมีสาหร่ายมาลงเกาะ (Dizon and Yap, 2006a) และควรใช้กิ่งปะการังขนาดเล็ก (Rinkevich, 2000) และกิ่งปะการังที่หักอยู่ในธรรมชาติในการฟื้นฟู (Schuhmacher *et al*., 2000; Garrison and Ward, 2008) เพื่อไม่ให้รบกวนแหล่งแม่พันธุ์ปะการังมากจนเกินไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมมีความเสี่ยงจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เช่น การเกิดปะการังฟอกขาว ทำให้ปะการังส่วนใหญ่ที่ทำการย้ายปลูกหรืออนุบาลตาย (Edwards *et al*., 2010) เพราะฉะนั้นทางเลือกแรกในการฟื้นฟูแนวปะการัง คือ ช่วยกันอนุรักษ์และทำตามกฎระเบียบที่กำหนดไว้ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552จ) รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติต้องปฏิบัติตามและบังคับใช้กฎหมาย รวมถึงเผยแพร่ความรู้ และปลูกจิตสำนึกให้แก่ประชาชนทั่วไปและประชาชนในท้องถิ่น ผู้ประกอบการ และนักท่องเที่ยว (จรัส พงศ์, 2540; วันเพ็ญ, 2543; ปิยะทัศน์, 2546; เพชรรุ่ง, 2547; กมลทิพย์, 2548; นงค์ลักษณ์, 2548; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548ก; Sriputtunubondh, 2009) เป็นการลดผลกระทบที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม รวมถึงประหยัดงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนแรงงานในการฟื้นฟูแนวปะการังได้ดีกว่าการฟื้นฟูโดยมนุษย์ (Edwards and Clark, 1998) การฟื้นฟูแนวปะการังให้ประสบความสำเร็จ ต้องอาศัยประชาชนที่อยู่ในท้องถิ่นร่วมกับรัฐบาลบริหารจัดการร่วมกัน (Yap, 2000) เช่น จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีการวางทุ่นล้อมพื้นที่ทำการศึกษาเพื่อป้องกันการทิ้งสมอของเรือเร็ว แต่ยังพบปัญหาเรื่องการทิ้งสมอของเรือเร็วที่พานักท่องเที่ยวมาเที่ยวดำน้ำบริเวณแนวปะการัง หน้าหาดสังวาลย์ เกาะล้าน และทิ้งสมอเพื่อจอดเรือระหว่างรอรับนักท่องเที่ยวที่ขึ้นไปบนหาด (พัณณ์ชิตา, 2548) ถึงแม้ว่าการติดตั้งทุ่นจอดเรือ ช่วยลดปัญหาการทิ้งสมอในแนวปะการังได้ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 จังหวัดชลบุรี, 2547) แต่การทิ้งสมอเรือขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของผู้ขับเรือแต่ละคนด้วย เพราะฉะนั้นการจัดการการใช้ประโยชน์ต้องควบคู่ไปกับการฟื้นฟูแนวปะการัง (Cros and McClanahan, 2003; Rinkevich, 2008) มิฉะนั้นแล้วหากเราฟื้นฟูแนวปะการัง แต่ไม่จัดการการใช้ประโยชน์ที่ผิดกฎหมาย ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนแรงงานอย่างมหาศาล แต่หากมีการจัดการที่ดี เช่น การจัดการกิจกรรมดำน้ำ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากแนวปะการังสำหรับกิจกรรมดำน้ำได้อย่างยั่งยืน (ยุวดี, 2547)

ปัจจุบันประเทศไทยมีแผนฟื้นฟูทรัพยากรปะการัง เพื่อป้องกันและลดสาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม การฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมด้วยเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม และกำหนดแนวทางในการบริหารจัดการ (UNEP, 2547ข; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2553ข, 2554) ทางเลือกอีกทางหนึ่งคือ การวางปะการังเทียมเพื่อเป็นจุดดำน้ำ (Department of Marine and Coastal Resources, 2006) เช่น เรือรบ ประติมากรรมใต้น้ำ สามารถช่วยลดผลกระทบจากการดำน้ำในแนวปะการังธรรมชาติได้ (สุชาย, 2553) อีกทั้งช่วยเพิ่มปริมาณสิ่งมีชีวิตในทะเลและเพิ่มพื้นที่ลงเกาะด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สรุปและข้อเสนอแนะ

## สรุป

1. วิธีการย้ายปลูกปะการังเขากวาง *Acropora formosa* (Dana, 1846) ที่ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม รองลงมา ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม โดยมีอัตราการรอดร้อยละ 82.0, 64.7 และ 59.3 ตามลำดับ

2. วิธีการย้ายปลูกปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) ที่ให้อัตราการรอดสูงที่สุด ได้แก่ การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม รองลงมา ได้แก่ การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และการย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball โดยมีอัตราการรอดร้อยละ 72.7, 64.0 และ 46.7 ตามลำดับ

3. การอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนแปลงอนุบาลกลางน้ำให้อัตราการรอดสูงกว่าการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังบนโครงเหล็กบ้านปลา ทั้งปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis*

4. การอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกให้อัตราการรอดสูงกว่าการย้ายปลูกโดยตรง ทั้งปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis*

5. อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปะการังเขากวาง *A. formosa* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.28±0.02, 0.42±0.01 และ 0.38±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball และการอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม มีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.11±0.01, 0.25±0.03 และ 0.39±0.02 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ

7. เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต โดยใช้ปริมาตรเชิงนิเวศของปะการังเขากวาง *A. formosa* และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* แต่ละวิธี พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

8. เมื่อนำอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังแต่ละวิธี มาเปรียบเทียบร่วมกับงบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัย พบว่า การย้ายปลูกปะการังโดยตรงแบบแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมให้ความคุ้มค่ามากที่สุด

9. ถึงแม้ว่าการอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูกให้อัตราการรอดสูงกว่าการย้ายปลูกโดยตรง แต่การอนุบาลก่อนทำการย้ายปลูก มีค่าใช้จ่าย ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัย มากกว่าการย้ายปลูกโดยตรง

10. ในการศึกษาครั้งนี้ นำชิ้นส่วนปะการังเขากวางออกจากแหล่งแม่พันธุ์ปะการังเขากวาง พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 สัปดาห์ ปะการังเขากวางมีการเจริญเติบโตมาปกคลุมบริเวณส่วนที่ถูกหัก และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 33 สัปดาห์ พบว่า เริ่มมีการแตกโพลิปของกิ่งปะการังบริเวณส่วนที่ถูกหัก และพบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 33 สัปดาห์ ปะการังเขากวางบริเวณส่วนที่ถูกหัก มีอัตราการรอดร้อยละ 100

11. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนปะการังที่ทำการย้ายปลูก ได้แก่ วิธีการย้ายปลูกปะการัง ชนิดของปะการัง และอัตราการตกตะกอน

12. หลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว พบว่า อัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆลดลงอย่างเห็นได้ชัด

13. ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำทะเล ได้ดีกว่าปะการังเขากวาง *A. formosa*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ข้อเสนอแนะ

1. การย้ายปลูกชิ้นส่วนปะการังเขากวางโดยตรง ควรยึดติดกิ่งปะการังเขากวางกับสายยางพลาสติกก่อนนำไปยึดติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมด้วยพลาสติกรัดสายไฟ เพื่อเพิ่มอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังเขากวาง เนื่องจากทำให้กิ่งปะการังส่วนที่โผล่พ้นแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมมีขนาดยาวกว่าการยึดติดกิ่งปะการังเขากวางกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมโดยตรง

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังเขากวางที่ยึดติดกับแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ไม่แช่น้ำทะเลก่อนทำการย้ายปลูก และแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่แช่ในน้ำทะเลก่อนทำการย้ายปลูก เนื่องจากแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำทะเล ซึ่งอาจมีผลต่ออัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการัง และควรศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่แท่งเหลี่ยมแบบสี่เหลี่ยมในน้ำทะเล

3. การย้ายปลูกปะการังควรพิจารณาถึงความหลากหลายของชนิดปะการัง (species diversity) และพันธุกรรมของปะการัง (genetic diversity) ด้วย เนื่องจากปะการังแต่ละชนิดและแต่ละสายพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป

4. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการรอดของชิ้นส่วนปะการังบนแปลงอนุบาลที่มีการดูแลรักษาทำความสะอาด และไม่มีการดูแลรักษาทำความสะอาด ว่ามีอัตราการรอดแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่าย ระยะเวลา และจำนวนนักวิจัยในการดูแลรักษาทำความสะอาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมลทิพย์ เหล่าอรรคะ. 2548. **การจัดการท่องเที่ยวบริเวณแนวปะการังโดยใช้คู่มือให้ความรู้ และสร้างจิตสำนึก ร่วมกับทางเชือก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล จังหวัดชลบุรี.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **โครงการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน.** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2546. **การประชุมสัมมนา เรื่อง การฟื้นฟูแนวปะการัง.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **รายงานการสำรวจและประเมินผลกระทบจากเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยต่อทรัพยากรชายฝั่งทะเลในทะเลอันดามัน**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. **ยุทธศาสตร์การจัดการป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2547. **โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานีและนราธิวาส.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. **คู่มือปฏิบัติเพื่อรองรับกฎระเบียบของสหภาพยุโรป ว่าด้วยการป้องกัน ยับยั้งและขจัดการทำประมงที่ผิดกฎหมาย ขาดการรายงานและไร้การควบคุม (การประมงไอยูยู) สำหรับเรื่อประมงไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กะวิ สารณาคมน์กุล. 2545. **กฎหมายที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรปะการัง.** สำนักงานประมง กรมประมง, ภูเก็ต.

กิตติโชติ งามประสิทธิ์. 2543. **การถูกทำลายของปะการังจากการท่องเที่ยว และการฟื้นตัวในระยะสั้น บริเวณเกาะล้านและเกาะริ้น จังหวัดชลบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะประมง และ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. **โอกาสหรืออวสานของหมู่เกาะช้าง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรัสพงศ์ จักขุทิพย์. 2540. **มาตรการทางกฎหมายในการจัดการเพื่อการพิทักษ์แนวปะการังในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรัสศรี อ่ำงตันญา, วัชราภรณ์ ไตรพาณิชย์กุล, กรอร วงษ์กำแหง, เตือนใจ พันธ์ธร, สุจินต์ อินทรัตน์ และ สุรสิทธิ์ อุตสาหะ. 2549. **เทคนิคในการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ทะเล.** เอกสารเผยแพร่ กลุ่มพิพิธภัณฑ์และสถานแสดงพันธุ์สัตว์และพืชทะเล ลำดับที่ 3, สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

จันทร์เพ็ญ วุฒิวรวงศ์. 2544. **ผลของการเคลื่อนที่ของตะกอนต่อการจมตัวของปะการังเทียม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จามรี แย้มยิ้ม. 2552. **การทดแทนประชากรและอัตรารอดภายหลังของปะการังวัยอ่อนบนแนวปะการังน้ำตื้น เกาะมันใน จังหวัดระยอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จิตติมา อายุตตะกะ. 2536. **ชีวสถิติเบื้องต้นสำหรับวิทยาศาสตร์การประมงและวิทยาศาสตร์ทางทะเล.** โครงการวิจัยการพัฒนาทรัพยากรประมงของประเทศไทย ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ระยอง.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิระพงศ์ วรงคกุล. 2548. **รายงานการติดตามผลการย้ายปลูกปะการังและการย้ายปลูกปะการังเพิ่มเติมบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะอาดัง-ราวี.** ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เฉลิมเกียรติ สุริยะวงศ์. 2548. **ขีดความสามารถในการรองรับได้ของการประกอบกิจกรรมดำน้ำตื้นในแนวปะการัง/กรณีศึกษา/อุทยานแห่ชาติหมู่เกาะช้าง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนม์ ภู่สุวรรณ. 2545. **ความสัมพันธ์ระหว่างการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเล (*Palythoa caesia*) และคุณภาพน้ำในแนวปะการัง จังหวัดชลบุรี.** โครงการจัดตั้งสถาบันสังคมและสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ชโลทร รักษาทรัพย์. 2550. **อัตรารอดและการเติบโตของตัวอ่อนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ในระบบเพาะเลี้ยง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____, วรณพ วิยกาญจน์ และ สุชนา ชวนิชย์. 2549. **อัตรารอดและการเติบโตของตัวอ่อนปะการังเขากวาง *Acropora* spp. ในระบบเพาะเลี้ยง.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ชัยพิชิต แสงให้สุข. 2550. **ผลกระทบของคลื่นสึนามิต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดพังงา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ชินพรรณ เมฆไพบูลย์. 2544. **ผลกระทบของการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมต่อระบบนิเวศธรรมชาติของชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรีและระยอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล. 2544. **ฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบริเวณเกาะภูเก็ต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทรงวุฒิ จันทะรัง. 2545. **โครงสร้างชุมชนของปะการังแข็งบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธนาคารโลก. 2549. **สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทยปี 2006.** ธนาคารโลก, กรุงเทพฯ.

ธนิษฐา ทรรพนันท์, สุรพล ชุณหบัณฑิต และ ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2540. การเปลี่ยนแปลงสภาพความชุกชุมของสิ่งมีชีวิตในชุมชนปะการังที่ย้ายปลูกใหม่ บริเวณอุทยานทางทะเลเกาะขาม ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนการวิจัยปี 2540.** สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. 2538. **สู่โลกสีคราม.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2548. **คู่มืออันดามัน : ปะการัง พังงา สึนามิ.** สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน), กรุงเทพฯ.

_____ และ สกลพรรณ ทิพานันท์. 2541. **ทะเลไทย.** บริษัท จีโอโปรไฟล์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ธันยธรณ์ โชติถนอม. 2545. **การศึกษาย้อนหลังการสะสมของปริมาณโลหะหนักบริเวณอ่าวไทยโดยการตรวจวัดจากโครงร่างแข็งของปะการังชนิด *Porites lutea*.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธิปชัย รัตนวีรถาวร. 2550. **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการด้านทรัพยากรการท่องเที่ยวใต้ทะเลหมู่เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี.** ปัญหาพิเศษปริญญาโท, วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ธีราพร ถนอมกลิ่น. 2548. **รูปแบบการจัดการการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนและการมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่น เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นงค์ลักษณ์ คะนอง. 2548. **การมีส่วนร่วมอนุรักษ์สภาพแวดล้อมของผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว กรณีศึกษา : เกาะล้าน เมืองพัทยา.** สารนิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยบูรพา.

นรินทร์ คงจันทร์ตรี. 2548. ธุรกิจอะควาเรียมกับการเพาะเลี้ยงปะการังและปลาในแนวปะการัง แนวทางของการลดการทำลายทรัพยากรทางทะเล. **นานาสัตว์น้ำ** 8: 27-28.

นฤมล กรคณิตนันท์. 2541. **ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อปะการัง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นลินี ทองแถม. 2539. **ผลของน้ำทิ้งชุมชนต่อระบบนิเวศปะการังบริเวณอ่าวป่าตอง จังหวัดภูเก็ต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2548. **การพัฒนาของประชาคมปะการังบนแท่งคอนกรีตที่ใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการังบริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต.** สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

_____. 2551. **การรอดและการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง *Acropora formosa* และ *A. grandis* ในแปลงอนุบาลปะการังและหลังการย้ายปลูก บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่.** สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

_____ และ ไพทูล แพนชัยภูมิ. 2541. ศึกษาเบื้องต้นถึงอัตรารอดและการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง (*Acropora formosa* Dana, 1846) ที่ขนย้ายด้วยวิธีต่างๆ. **วารสารการประมง** 51 (6): 518-524.

_____, _____ และ สมหญิง พ่วงประสาน. 2546. **การฟื้นฟูแนวปะการังในทะเลอันดามันของประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ ลำดับที่ 1, สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้องนุช สิงขรวัฒน์. 2536. **อัตราการเจริญเติบโตของปะการัง *Acropora* sp. ซึ่งทำการย้ายปลูกในเขตชายทะเลภาคตะวันออก.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ. 2551. ปะการังฟอกขาวทางฝั่งทะเลอันดามันในช่วงสองทศวรรษ. *ใน* **ประชุมสัมมนา งานวิจัยและการจัดการแนวปะการัง ในวาระปีแห่งปะการังสากล 2551.** สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

_____. 2553. **สถานการณ์ปะการังฟอกขาวในทะเลอันดามัน ปี พ.ศ. 2534, 2538 และ 2541.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. แหล่งที่มา: http://km.dmcr.go.th/attachments/152_coral34-38-41.pdf, 4 ตุลาคม 2553.

_____, กาญจนา อดุลยานุโกศล, อนุวัฒน์ ประสิทธิพรกุล, ชัยมงคล แย้มอรุณพัฒนา, ไพทูล แพนชัยภูมิ, วรรณษา เรืองแก้ว และ พีระศักดิ์ มะโน. 2548. **การจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในแนวปะการัง เกาะไข่นอก-เกาะไข่ใน จังหวัดพังงา.** กิจกรรมบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่วิกฤติบริเวณอ่าวพังงา, เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 22, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

บพิธ จารุพันธุ์ และ นันทพร จารุพันธุ์. 2540. **สัตววิทยา.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และ _____. 2545. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง I โพรโทซัว ถึง ทาร์ดิกราดา.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปฐพร เกื้อนุ้ย. 2551. **ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวีณ ลิมปสายชล. 2546. **การจัดการทรัพยากรทางทะเล กรณีศึกษาอ่าวพังงา.** เอกสารเผยแพร่ ลำดับที่ 4, สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

ประสาน แสงไพบูลย์. 2546. เทคนิคและวิธีการฟื้นฟูปะการัง (กรณีศึกษาปะการังเขากวาง), น. 21-24. *ใน* **การประชุมสัมมนา เรื่อง การฟื้นฟูแนวปะการัง.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ปิ่นสักก์ สุรัสวดี. 2551ก. **ฐานข้อมูลปะการังเทียมของประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 37, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2551ข. **องค์ความรู้ปะการังเทียมของประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 36, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ปิยะทัศน์ สุธรรมธารีกุล. 2546. **การศึกษาพฤติกรรมการอนุรักษ์ปะการังของนักดำน้ำในเขตเมืองพัทยา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พงศ์ธีระ บัวเพ็ชร. 2545. แนวความคิดในการประเมินมูลค่าความเสียหายที่เกิดต่อระบบนิเวศทางทะเล. **นานาสัตว์น้ำ** 6 (1): 16-17.

พัณณ์ชิตา พีระภัคไพศาล. 2548. **การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของทรัพยากรการท่องเที่ยวใต้ทะเลบริเวณเกาะล้าน.** ปัญหาพิเศษปริญญาโท, วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์. 2554. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ความหลากหลายทางชีวภาพของปูบริเวณเกาะล้าน พัทยา จ.ชลบุรี.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพชรรุ่ง สุขพงษ์. 2547. **ประสิทธิผลของการสื่อความหมายธรรมชาติที่มีต่อพฤติกรรมการดำน้ำผิวน้ำในแนวปะการัง กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาคภูมิ บัวสวัสดิ์. 2548. **การศึกษาโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณกองปะการังเทียม จังหวัดระยอง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

มณฑิรา ถาวรยุติการต์. 2532. **การศึกษาฤดูกาลสืบพันธุ์และช่วงเวลาปล่อยไข่ของปะการังบางชนิดโดยวิธี Histology ที่บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เมธินี อยู่เจริญ, ลลิตา ปัจฉิม และ นลินี ทองแถม. 2552. การรอดและการเจริญเติบโตของปะการังหลังย้ายปลูกบริเวณแหลมพันวา จ.ภูเก็ต, น. 113-123. *ใน* **ประมวลผลงานวิจัย การประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2551.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____, _____, _____, อนุพงศ์ เจริญผล และ สุวิทย์ แหลมกา. 2553. การย้ายปลูกปะการังบริเวณเกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต, น. 61. *ใน* **บทคัดย่อ การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ยุพเรศ ทัตตวระ. 2542. **ชนิด ปริมาณ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของเพอริไฟตอน ที่อาศัยบนปะการังเทียม บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวดี บุญมีรอด. 2547. **การใช้ประโยชน์แนวปะการังบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์สำหรับกิจกรรมดำน้ำตื้นอย่างยั่งยืน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัตนติกา เพชรทองมา. 2549. **การฟื้นฟูแนวปะการังโดยการนำชิ้นส่วนปะการังมายึดติดกับพื้นบริเวณกลุ่มปะการังในแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดกระบี่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ลลิตา ปัจฉิม. 2548. **ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของตัวอ่อนปะการังกับกระแสน้ำบริเวณจังหวัดชลบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____, เมธินี อยู่เจริญ และ นลินี ทองแถม. 2552. การศึกษาเบื้องต้นของการรอดและการเติบโตของชิ้นส่วนปะการังที่อนุบาลด้วยการผูกเชือกกลางน้ำ, น. 103-112. *ใน* **ประมวลผลงานวิจัย การประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2551.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

วันชัย สูงคำ. 2548. **การศึกษาโครงสร้างชุมชนปลาบริเวณกองปะการังเทียม จังหวัดระยอง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

วันเพ็ญ อังคศิริสรรพ. 2543. **พฤติกรรมการท่องเที่ยวที่สัมพันธ์ต่อความเสื่อมโทรมของแนวปะการัง กรณีศึกษาหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิชาญ อิงศรีสว่าง และ ธานินทร สิงหะไกรวรรณ. 2539. **การทดลองเปรียบเทียบการจมตัวของปะการังเทียมรูปแบบต่างๆบนพื้นทราย.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 58, ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิทวัส สิทธิกูล, ประไพพรรณ สิทธิกูล ชงโค แซ่ตั้ง และ สมศักดิ์ รัตนเชาวน์. 2552. **รายงานวิจัย เรื่อง การออกแบบและประเมินผลปะการังเทียมแบบลูกบาศก์คอนกรีตระบบถอดประกอบได้.** สถาบันนวัตกรรมการก่อสร้างและเทคโนโลยีวัสดุอุเทนถวาย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิภูษิต มัณฑะจิตร. 2535. ขยะใต้ทะเล ผลจากการรณรงค์ “การเก็บขยะใต้ทะเลพัทยา ที่เกาะล้าน ครั้งที่3”. **วารสารการประมง** 45 (2): 757-760.

_____. 2541. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมปลากับโครงสร้างถิ่นที่อยู่ในแนวปะการังภาคตะวันออก: อิทธิพลจากถิ่นที่อยู่ถูกทำลาย.** งานวิจัยระดับอุดมศึกษา แผนงานวิจัยประยุกต์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2541, ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

วุฒิพงษ์ มังกรฟ้า. 2533. **การปลูกปะการัง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

แววตา ทองระอา, สุเมตต์ ปุจฉาการ, ฉลวย มุสิกะ, พัฒนา ภูลเปี่ยม และ วันชัย วงสุดาวรรณ. 2539. **ผลกระทบของโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกที่มีต่อคุณภาพน้ำในแหล่งท่องเที่ยวทางทะเล.** สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศรีสกุล ภิรมย์วรากร. 2535. **การศึกษาวิธีการย้ายปลูกปะการัง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2545. โลกใบเล็ก. **นานาสัตว์น้ำ** 6 (2): 19.

ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2548. กระบวนการคิด และแนวทางการฟื้นฟูแนวปะการังที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นสึนามิ. *ใน* **การประชุมวิชาการเรื่อง การจัดการภัยธรรมชาติ.** หน่วยวิจัยปะการัง และสัตว์พื้นทะเล ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ศิริวรรณ อัศวอัจฉริยะกุล. 2551. **อัตราการลงเกาะ การเติบโต และการอยู่รอดของปะการัง *Pocillopra damicornis*, *Acropora humilis* และ *Acropora millepora* เมื่อกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศุภวรรณ โพธิ์นาค. 2545. **ผลกระทบของการท่องเที่ยวต่อวิถีชีวิตของชุมชนเกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง. 2550. **สถานภาพทรัพยากรและคู่มือปฏิบัติการ การศึกษาระบบนิเวศทะเลสาบสงขลาและพื้นที่ใกล้เคียงในเขตอ่าวไทยตอนล่าง : ระบบนิเวศแนวปะการัง.** ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, สงขลา.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. 2552. **การฟื้นฟูแนวปะการังในประเทศไทย.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ภูเก็ต.

_____. 2553. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการฟอกขาวของปะการัง สภาวการณ์ในปัจจุบัน และแนวทางการจัดการ.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ภูเก็ต. แหล่งที่มา: http://www.pmbc.go.th/sites/default/files/1.pdf, 4 ตุลาคม 2553.

_____. 2554. **รายงานเบื้องต้น ผลกระทบจากการเกิดปะกังฟอกขาวปี 2553.** กลุ่มชีววิทยาและนิเวศวิทยาทางทะเลและชายฝั่ง สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต. แหล่งที่มา: http://km.dmcr.go.th/attachments/254_white_coral1.pdf, 22 มกราคม 2554.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2547. **โครงการอุทยานใต้ทะเล จุฬาภรณ์ 36 คู่มือสัตว์และพืชในแนวปะการัง หมู่เกาะสุรินทร์และสิมิลัน.** โรงพิมพ์ภูเก็ตการพิมพ์, ภูเก็ต.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. **อุทยานทรัพยากรชายฝั่งอันดามันเฉลิมพระเกียรติ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย. 2536. ปลูกปะการัง : ปฏิบัติการชุบชีวิตใต้ทะเล. **วารสาร UPDATE** 8 (89): 44-56. *อ้างถึง* กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2546. **การประชุมสัมมนา เรื่อง การฟื้นฟูแนวปะการัง.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2537. เทคนิคการปลูกปะการังเพื่อการฟื้นฟูสภาพแนวปะการัง. **วารสารวาริชศาสตร์** 1 (1): 101-106.

สุชนา ชวนิชย์ และ วรณพ วิยกาญจน์. 2552. **รายงานผลการวิจัย การติดตามการฟื้นตัวของแนวปะการังภายหลังการเกิดคลื่นสึนามิบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุชาย วรชนะนันท์. 2550. **สภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. **รายงานการวิจัย วิธีการจัดการการใช้ประโยชน์จากแหล่งดำน้ำเพื่อการท่องเที่ยวที่ยั่งยืน: การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและมุมมองของนักดำน้ำต่อจุดดำน้ำธรรมชาติ และจุดดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนัดดา เสียงสุวรรณ. 2541. **เปรียบเทียบการกระจายของปะการังต่างชนิดตามระดับความลึกระหว่างอ่าวไทยและทะเลอันดามัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัตรา ปานรงค์. 2528. **ผลกระทบของตะกอนดินจากเหมืองแร่ดีบุกที่มีความเข้มข้นต่างๆกันต่อปะการังบางชนิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเมธ พันธุวงค์ราช. 2549. **การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลหลังการเกิดสึนามิวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ระหว่างแหลมปะการัง-เขาหลัก จังหวัดพังงา ประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุรพล ชุณหบัณฑิต, นาวาตรีนิพัฒน์ เทวาอารักษ์, ธรรมศักดิ์ ยีมิน และ ธนิษฐา ทรรพนันท์. 2540. เทคนิคการย้ายปะการัง : กรณีศึกษาการย้ายปลูกปะการังของกองทัพเรือ, น. 131-136. *ใน* ธรรมศักดิ์ ยีมิน, บรรณาธิการ. **รายงานผลการเสวนาและประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการฟื้นฟูแนวปะการัง.** มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

สุรพล สุดารา, สุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ และ ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. 2535. **ปะการัง.** โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุรินทร์ มัจฉาชีพ. 2540. **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับสัตว์ทะเล.** สำนักพิมพ์แพร่วิทยา, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **สัตว์ชายฝั่งทะเลไทย.** สำนักพิมพ์แพร่วิทยา, กรุงเทพฯ.

_____ และ สมสุข มัจฉาชีพ. 2539. **สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ.** สำนักพิมพ์แพร่วิทยา, กรุงเทพฯ.

สุวัจน์ ธัญรส. 2549. **มลพิษทางทะเลและชายฝั่ง**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

เสาวภา สวัสดิ์พีระ. 2528. **อิทธิพลของความเค็มที่มีต่ออัตราการลงเกาะ อัตราการรอด และอัตราการเจริญของปะการังพุ่มไม้, *Pocillopora damicornis* Linn.** สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ และ ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย. 2548. **คู่มือการจัดการพื้นที่คุ้มครองทางทะเลตามเกณฑ์พื้นที่คุ้มครองทางทะเลของอาเซียน.** สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548ก. **โครงการการติดตามตรวจสอบการดำเนินงานตามมาตรการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมในพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อมเมืองพัทยา เกาะล้าน เกาะสาก เกาะครก และน่านน้ำโดยรอบ.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548ข. **ผลกระทบ มูลค่าความเสียหาย และแผนฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการรั่วไหลของน้ำมัน บริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 จังหวัดชลบุรี. 2547. **รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการวางทุ่นลอยและระบบจอดเรือเพื่อการอนุรักษ์ปะการัง".** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. 2549. **มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล.** ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2552. **พิกัดปะการังเทียม.** กรมประมง, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. **พิกัดปะการังเทียม2.** กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2548. **คู่มือการเก็บขยะใต้ทะเลและฟื้นฟูปะการัง.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2549ก. **รวมกฎหมายที่ใช้สำหรับดูแลและรักษาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งบริเวณบ้านของเรา.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 24, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2549ข. **เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2552ก. **การจัดสร้างปะการังเทียมในประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 46, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2552ข. **คู่มือการดำน้ำดูปะการังอย่างรับผิดชอบ.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 48, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2552ค. **คู่มือกรีนฟินส์.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 49, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2552ง. **คู่มือแนวปฏิบัติกิจกรรมดำน้ำเก็บขยะ.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 42, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2552จ. **แผนยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการบริหารจัดการแนวปะการัง.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 43, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2553ก. **คู่มือขยะทะเลและกิจกรรมทำความสะอาดชายหาดสากล.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 53, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2553ข. **แผนฟื้นฟูทรัพยากรปะการัง.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 52, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. **แผนบูรณาการการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลโดยการสร้างปะการังเทียม.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 54, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. 2541. **คู่มือการท่องเที่ยวและศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติทางทะเล**. ส่วนอุทยานแห่งชาติทางทะเล สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักอุทยานแห่งชาติ. 2553. **คู่มืออุทยานแห่งชาติลำดับที่13 : การจัดการ สำรวจ ติดตามทรัพยากรทางบกและทางทะเล.** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

หรรษา จรรย์แสง, อุกกฤต สตภูมินทร์ และ สมบัติ ภู่วชิรานนท์. 2542ก. บรรณาธิการ. **แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่1 อ่าวไทย.** โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง, กรุงเทพฯ.

_____, _____ และ _____. 2542ข. บรรณาธิการ. **แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่2 ทะเลอันดามัน.** โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง, กรุงเทพฯ.

อนุวัฒน์ นทีวัฒนา. 2551ก. **ความหลากหลายของเกาะในประเทศไทย**. เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 39, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2551ข. **พื้นที่คุ้มครองทางทะเลในประเทศไทย : เป้าหมายปีค.ศ. 2010/2012 ภายใต้อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 35, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อภิรักษ์ สงรักษ์, ปรัดดา บรรฑิตชาติ และ ผุสดี ศรีทรงราช. 2549. **ทัศนคติของชุมชนที่มีต่อการวางแนวปะการังเทียม : กรณีศึกษาบ้านเกาะมุก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, ตรัง.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรวรรณ กิตติโอภากร. 2542. **ชนิดและการแพร่กระจายของปะการังแข็งวงศ์ *Acroporidae* (Cnidaria - Scleractinia) ที่พบในจังหวัดชลบุรี และ จังหวัดระยอง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อัญชลี จันทร์คง. 2549. **ชนิด การกระจายพันธุ์ และโครงสร้างประชาคมของปะการังแข็งสกุล *Acropora* ในอ่าวไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อุกกฤต สตภูมินทร์. 2545. **การเข้าครองพื้นที่และรูปแบบประชาคมปลาบนโครงสร้างแท่งคอนกรีตที่ใช้ในการทดลองฟื้นฟูปะการัง.** สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ภูเก็ต.

Abelson, A. 2006. Artifical Reefs VS Coral Transplantation as Restoration Tools for Mitigating Coral Reef Deterioration: Benefits, Concerns, and Proposed Guidelines. **Bulletin of Marine Science** 78 (1): 151-159.

Acevedo, R. 1991. Preliminary Observations on Effects of Pesticides Carbaryl, Naphthol, and Chlorpyrifos on Planulae of the Hermatypic Coral *Pocillopora damicornis*. **Pacific Science** 45 (3): 287-289.

Ainsworth, T. D., O. Hoegh-Guldberg, S. F. Heron, W. J. Skirving and W. Leggat. 2008. Early cellular changes are indicators of pre-bleaching thermal stress in the coral host. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 364: 63-71.

Alcala, A. C., E. D. Gomez and L. C. Alcala. 1982. Survival and growth of coral transplants in Central Philippines. **Kalikasan** 11: 136-147.

Allen, G. R. and R. Steene. 2002. **Indo-Pacific Coral Reef Field Guide.** Tropical Reef Research, Singapore.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Amar, K. O. and B. Rinkevich. 2007. A floating mid-water coral nursery as larval dispersion hub: testing an idea. **Mar. Biol.** 151: 713-718.

Ammar, M. S. A., E. M. Amin, D. Gundacker and W. E. G. Mueller. 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.

Anthony, K. R. N. and S. R. Connolly. 2004. Environmental limits to growth: physiological niche boundaries of corals along turbidity-light gradients. **Oecologia** 141: 373-384.

Aqua Biz. 2009. สร้างพลอยน้ำงามแทนการเก็บจากทะเล. **Aqua Biz Magazine** 3 (28): 84-89.

Atapattu, S. S. 2008. The effect of two common reef organisms on the growth of the common reef coral *Acropora formosa.* **JMBA2 - Biodiversity Records** pp. 1-5.

Auberson, B. 1982. Coral transplantation: an approach to the reestablishment of damaged reefs. **Kalikasan** 11: 158-172.

Azman, B. A. R. and M. Nasrulhakim. 2008. Growth-Rate and Survivorship of *Acropora formosa* and *Stylophora pistillata* Transplants in Tun Sakaran Marine Park (Tsmp), Sabah, Malaysia. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Babcock, R. and L. Smith. 2000. Effects of sedimentation on coral settlement and survivorship. *In* **Proceedings 9th International Coral Reef Symposium.** 23-27 October 2000, Bali, Indonesia.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bains, M. 2001. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. **Ocean & Coastal Management** 44: 241-259.

Baird, A. H. and P. A. Marshall. 2002. Mortality, growth and reproduction in scleractinian corals following bleaching on the Great Barrier Reef. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 237: 133-141.

Baker, A. C., P. W. Glynn and B. Riegl. 2008. Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 80: 435-471.

Barker, N. H. L. and C. M. Roberts. 2004. Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. **Biological Conservation** 120: 481-489.

Biorock. 2010. Available Source: http://www.biorock-thailand.com, July 31, 2010.

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

Blecher, N. S. and Y. Achituv. 1997. Relationship between the coral pit crab *Cryptochirus coralliodytes* Heller and its host coral. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 215: 93-102.

Bongiorni, L., S. Shafir, D. Angel and B. Rinkevich. 2003. Survival, growth and gonad development of two hermatypic corals subjected to *in situ* fish-farm nutrient enrichment. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 253: 137-144.

Borell, E. M., S. B. C. Romatzki and S. C. A. Ferse. 2010. Differential physiological responses of two congeneric scleractinian corals to mineral accretion and an electric field. **Coral Reefs** 29: 191-200.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bothwell, A. M. 1981. Fragmentation: A Means of Asexual Reproduction and Dispersal in the Coral Genus *Acropora* (Scleractinia: Astrocoeniida: Acroporidae) – A Preliminary Report, pp. 137-144. *In* **Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium.** Manila.

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

Brown, B. E. 1997. Coral bleaching: causes and consequences. **Coral Reefs** 16: 129-138.

Bruckner, A. W. and R. J. Bruckner. 2001. Condition of restored *Acropora palmata* fragments off Mona Island, Puerto Rico, 2 years after the Fortuna Reefer ship grounding. **Coral Reefs** 20: 235-243.

Buddemeier, R. W. and R. A. Kinzie. 1976. Coral Growth. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.** 14: 183-225.

Burke, L. E. Selig and M. Spalding. 2002. **Reefs at Risk in Southeast Asia.** World Resources Institute, United States of America.

Burkepile, D. E. and M. E. Hay. 2010. Impact of Herbivore Identity on Algal Succession and Coral Growth on a Caribbean Reef. **PLoS ONE** 5 (1): 1-9.

Burt, J., A. Bartholomew and P. Usseglio. 2008. Recovery of corals a decade after a bleaching event in Dubai, United Arab Emirates. **Mar. Biol.** 154: 27-36.

_____, _____, A. Bauman, A. Saif and P. F. Sale. 2009. Coral recruitment and early benthic community development on several materials used in the construction of artificial reefs and breakwaters. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 373: 72-78.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Byatt, A., A. Fothergill and M. Holmes. 2001. **The Blue Planet - a natural history of the oceans.** BBC Worldwide Limited, London.

Cabaitan, P. C., E. D. Gomez and P. M. Alino. 2008. Effects of coral transplantation and giant clam restocking on the structure of fish communities on degraded patch reefs. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 357: 85-98.

Carricart-Ganivet, J. P. 2004. Sea surface temperature and the growth of the West Atlantic reef-building coral *Montastraea annularis*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 302: 249-260

Carroll, A., P. Harrison and M. Adjeroud. 2006. Sexual reproduction of *Acropora* reef corals at Moorea, French Polynesia. **Coral Reefs** 25: 93-97..

Cervino, J., R. L. Hayes, M. Honovich, T. J. Goreau, S. Jones, and P. J. Rubec. 2003. Changes in zooxanthellae density, morphology and mitotic index in hermatypic corals and anemones exposed to cyanide. **Marine Pollution Bulletin** 46: 573-586.

Cesar, H. 2000. Coral Reefs: Their Functions, Threats and Economic Value. *In* H. Cesar, ed. **Collected Essays on the Economics of Coral Reefs.** CORDIO, Kalmar University, Kalmar, Sweden.

Chansang, H., N. Thongtham, U. Satapoomin, N. Phongsuwan, P. Panchaiyaphum and V. Mantachitra. 2008. Reef Rehabilitation At Maiton Island: The Prototype Of Rehabilitation By Using Artificial Substrate in Thailand. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Charuchinda, M. and J. Hylleberg. 1984. Skeletal extension of *Acropora formosa* at a fringing reef in the Andaman Sea. **Coral Reefs** 3: 215-219.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chulaphant, R. 2004. **Local People's Participation in Ecotourism Management : A Case Study of Koh Larn, Chonburi Province.** M.S. Thesis, Mahidol University.

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

_____ and _____. 1999. An evaluation of artificial reef structures as tools for marine habitat rehabilitation in the Maldives. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst**. 9: 5-21.

Clausen, C. D. and A. A. Roth. 1975. Effect of Temperature and Temperature Adaptation on Calcification Rate in the Hermatypic Coral *Pocillopora damicornis.* **Marine Biology** 33: 93-100.

Cole, A. J., M. S. Pratchett and G. P. Jones. 2009. Effect of coral bleaching on the feeding response of two species of coral-feeding fish. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 373: 11-15.

Coles, S. L. and L. Ruddy. 1995. Comparison of Water Quality and Reef Coral Mortality and Growth in Southeastern Kane'ohe Bay, O'ahu, Hawai'i, 1990 to 1992, with Conditions before Sewage Diversion. **Pacific Science** 49 (3): 247-265.

Cox, E. F. and S. Ward. 2002. Impact of elevated ammonium on reproduction in two Hawaiian scleractinian corals with different life history patterns. **Marine Pollution Bulletin** 44: 1230-1235.

Crabbe, M. J. C. 2008. Influence of Macroalgal Cover on Coral Colony Growth Rates on Fringing Reefs of Discovery Bay, Jamaica: A Letter Report. **The Open Marine Biology Journal** 2: 1-6.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Crabbe, M. J. C. and J. P. Carlin. 2007. Industrial sedimentation lowers coral growth rates in a turbid lagoon environment, Discovery Bay, Jamaica. **International Journal of Integrative Biology** 1 (1): 37-40.

Cros, A. and T. McClanahan. 2003. Coral transplant damage under various management conditions in the Mombasa Marine National Park, Kenya. **Western Indian Ocean J. Mar. Sci.** 2 (2): 127-136.

Custodio III, H. M. and H. T. Yap. 1997. Skeletal extension rates of *Porites cylindrica* and *Porites (Synaraea) rus* after transplantation to two depths. **Coral Reefs** 16: 267-268.

Danovaro, R., L. Bongiorni, C. Corinaldesi, D. Giovannelli, E. Damiani, P. Astolfi, L. Greci and A. Pusceddu1. 2008. Sunscreens Cause Coral Bleaching by Promoting Viral Infections. **Environmental Health Perspectives** 116 (4): 441-447.

Davies, S. W. and P. D. Vize. 2008. Effects of herbivore grazing on juvenile coral growth in the Gulf of Mexico, pp. 1214-1218. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium.** Session number 24, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

D'Croz, L. and J. L. Mate. 2004. Experimental responses to elevated water temperature in genotypes of the reef coral *Pocillopora damicornis* from upwelling and non-upwelling environments in Panama. **Coral Reefs** 23: 473-483.

Department of Marine and Coastal Resources. 2005. **Rapid Assessment of the Tsunami Impact on Marine Resources in the Andaman Sea, Thailand.** Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand.

_____. 2006. **Coral Reef Rehabilitation After the Tsunami 2004: Case studies from Thailand.** Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dizon, R. M. and H. T. Yap. 2006a. Effects of multiple perturbations on the survivorship of fragments of three coral species. **Marine Pollution Bulletin** 52: 928-934.

_____, A. J. Edwards and E. D. Gomez. 2008. Comparison of three types of adhesives in attaching coral transplants to clam shell substrates. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.** pp. 1-9.

Dizon, R. T. and H. T. Yap. 2006b. Effects of coral transplantation in sites of varying distances and environmental conditions. **Marine Biology** 148: 933-943.

Dodge, R. E., R. C. Aller and J. Thomson. 1974. Coral Growth Related to Resuspension of Bottom Sediments. **Nature** 247: 574-577.

Douglas, A. E. 2003. Coral bleaching - how and why? **Marine Pollution Bulletin** 46: 85-392.

D'Silva, R., J. Mendes, D. Webber and B. Rinkevich. 2008. Establishment Of Midwater Coral Nurseries in Discovery Bay, Jamaica. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Dubinsky, Z. and P. L. Jokiel. 1994. Ratio of Energy and Nutrient Fluxes Regulates Symbiosis between Zooxanthellae and Corals. **Pacific Science** 48 (3): 313-324.

Dullo, W. C. 2005. Coral growth and reef growth: a brief review. **Facies** 51: 33-48.

Edmunds, P. J. 2000. Recruitment of scleractinians onto the skeletons of corals killed by black band disease. **Coral Reefs** 19: 69-74.

_____. 2008. The effects of temperature on the growth of juvenile scleractinian corals. **Mar. Biol.** 154: 153-162.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Edwards, A. J. 2010. ed. **Reef Rehabilitation Manual.** The Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program, St. Lucia, Australia.

_____ and E. Gomez. 2007. **Reef Restoration Concepts & Guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainly.** The Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program, St. Lucia, Australia.

_____ and S. Clark. 1998**.** Coral Transplantation: A Useful Management Tool or Misguided Meddling? **Marine Pollution Bulletin** 37 (8-12): 474-487.

_____, J. R. Guest, R. M. Dizon, R. D. Villanueva and E. D. Gomez. 2010. Bleaching Susceptibility of 11 Species of Coral Transplants in a Shallow-water Lagoon in the North-western Philippines, p. 99. *In* **2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium Program and Abstracts.** 20-24 June 2010, Pkuket, Thailand.

Ekaratne, S. and S. Jinendradasa. 2008. Successful Reef Rehabilitation Through Coral Transplantation At Hikkaduwa Marine Park, Sri Lanka. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Endo, S., R. Prasetyo, M. Nishihira and S. Onaka. 2010. **Test of transplantation method and survival and growth of transplanted corals.** Available Source: http:// www.futasoku.co.jp, July 25, 2010.

English, S., C. Wilkinson and V. Baker. 1997. **Survey Manual for Tropical Marine Resources 2nd Edition.** Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.

Epstein, N. and B. Rinkevich. 2001. From isolated ramets to coral colonies: the significance of colony pattern formation in reef restoration practices. **Basic Appl. Ecol.** 2: 219-222.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Epstein, N., R. P. M. Bak and B. Rinkevich. 2001. Strategies for Gardening Denuded Coral Reef Areas: The Applicability of Using Different Types of Coral Material for Reef Restoration. **Restoration Ecology** 9 (4): 432-442.

_____, _____ and _____. 2003. Applying forest restoration principles to coral reef rehabilitation. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.** 13: 387-395.

Fabricius, K. E. 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. **Marine Pollution Bulletin** 50: 125-146.

_____, C. Wild, E. Wolanski and D. Abele. 2003. Effects of transparent exopolymer particles and muddy terrigenous sediments on the survival of hard coral recruits. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 57: 613-621.

Fadli, N. 2009. Growth Rate of *Acropora formosa* Fragments that Transplanted on Artificial Substrate Made from Coral Rubble. **Biodiversitas** 10 (4): 181-186.

_____, I. Dewiyanti, M. Musman, E. Rudi and R. Dirgantara. 2010. Modified Coral Rubble: Another Possibility for Rehabilitation of Degraded Coral Reef Area, p. 100. *In* **2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium Program and Abstracts.** 20-24 June 2010, Pkuket, Thailand.

Fahy, G. F., R. E. Dodge, D. P. Fahy, T. P. Quinn, D. S. Gilliam and R. E. Spieler. 2006. Growth and survivorship of scleractinian coral transplants and the effectiveness of plugging core holes in transplant donor colonies, pp. 1657-1664. *In* **Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium.** Okinawa, Japan.

Falcao, M., M. N. Santos, T. Drago, D. Serpa and C. Monteiro. 2009. Effect of artificial reefs (southern Portugal) on sediment-water transport of nutrients: Importance of the hydrodynamic regime. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 83: 451-459.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ferse, S. C. A. 2004. **Growing corals in an ocean-based nursery: The use of cages.** M.S. Thesis, University of Bremen.

_____. 2006. Coral transplantation increases fish abundance and diversity on artificial reefs. **ISRS European Meeting Programme and Abstracts**. Bremen.

_____. 2008. **Artificial reef structures and coral transplantation: fish community responses and effects on coral recruitment in North Sulawesi/Indonesia.** Ph.D. Thesis, University of Bremen.

_____. 2010. Poor performance of corals transplanted onto substrates of short durability. **Restoration Ecology** 18 (4): 399-407.

_____ and A. Kunzmann. 2009. Effects of Concrete-Bamboo Cages on Coral Fragments: Evaluation of a Low-Tech Method Used in Artisanal Ocean-Based Coral Farming. **Journal of Applied Aquaculture** 21: 31-49.

_____ and S. B. C. Romatzki. 2006. **Effects of an electric field on the growth and survival of two *Acropora* species.** ISRS European Meeting. 19-22 September 2006, Bremen.

Fine, M. and Y. Loya. 2003. Alternate coral-bryozoan competitive superiority during coral bleaching. **Marine Biology** 142: 989-996.

Flores-Ramirez, L. A. and M. A. Linan-Cabello. 2007. Relationships among thermal stress, bleaching and oxidative damage in the hermatypic coral, *Pocillopora capitata*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C** 146: 194-202.

Forsman, Z. H., B. Rinkevich and C. L. Hunter. 2006. Investigating fragment size for culturing reef-building corals (*Porites lobata* and *P. compressa*) in *ex situ* nurseries. **Aquaculture** 261: 89-97.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fox, H. E., P. J. Mous, J. S. Pet, A. H. Muljadi and R. L. Caldwell. 2005. Experimental Assessment of Coral Reef Rehabilitation Following Blast Fishing. **Conservation Biology** 19 (1): 98-107.

Fung, F. M. Y. and J. L. Ding. 1998. A novel antitumour compound from the mucus of a coral, *Galaxea fascicularis*, inhibits topoisomerase I and II. **Toxicon** 36 (7): 1053-1058.

Gaither, M. R. and R. Rowan. 2010. Zooxanthellar symbiosis in planula larvae of the coral *Pocillopora damicornis*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 386: 45-53.

Gardner, T. A., I. M. Cote, J. A. Gill, A. Grant and A. R. Watkinson. 2005. Hurricanes and Caribbean Coral Reefs: Impact, Recovery Patterns, and Role in Long-Term Decline. **Ecology** 86 (1): 174-184.

Garpe, K. C., S. A. S. Yahya, U. Lindahl and M. C. Ohman. 2006. Long-term effects of the 1998 coral bleaching event on reef fish assemblages. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 315: 237-247.

Garrison, V. and G. Ward. 2008. Storm-generated coral fragments - A viable source of transplants for reef rehabilitation. **Biological Conservation** 141: 3089-3100.

Gochfeld, D. J. and G. S. Aeby. 2008. Antibacterial chemical defenses in Hawaiian corals provide possible protection from disease. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 362: 119-128.

Goh, B. P. L. 1991. Mortality and Settlement Success of *Pocillopora damicornis* Planula Larvae during Recovery for Low Levels of Nickel. **Pacific Science** 45 (3): 276-286.

_____ and C. S. Lee. 2008. A study of the effect of sediment accumulation on the settlement of coral larvae using conditioned tiles, pp. 1235-1239. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium.** Session number 24, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Golbuu, Y., S. Victor, L. Penland, D. I. Jr, C. Emaurois, K. Okaji, H. Yukihira, A. Iwase and R. V. Woesik. 2007. Palau's coral reefs show differential habitat recovery following the 1998-bleaching event. **Coral Reefs** 26: 319-332.

Gomez, E. D., P. C. Cabaitan and K. C. Vicentuan. 2006. Coral Culture and Transplantation and Restocking of Giant Clams in the Philippines, pp. 39-48. *In* **Proceedings of the Regional Technical Consultation on Stock Enhancement for Threatened Species of International Concern.** Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Iloilo City, Philippines.

Goulet, T. L. 2006. Most corals may not change their symbionts. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 321: 1-7.

Grimsditch, G. D. and R. V. Salm. 2006. **Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching.** IUCN, Gland, Switzerland.

_____, J. Kilonzo, S. I. Visram and N. Amiyo. 2008. The effects of habitat on coral resistance and resilience to bleaching, pp. 383-387. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium**. Session number 12, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Guest, J. R., R. M. Dizon, A. J. Edwards, C. Franco and E. D. Gomez. 2009. How Quickly do Fragments of Coral "Self-Attach" after transplantation?. **Restoration Ecology** 19 (2): 234-242.

Guzman, H. M. 1991. Restoration of Coral Reefs in Pacific Costa Rica. **Conservation Biology** 5 (2): 189-195.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hannes, A. R. and L. S. Floyd. 2008. Coral recruitment and community development: the Broward County artificial reef compared to adjacent hard bottom areas, five years post-deployment, pp. 1240-1243. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium**. Session number 24, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Harriott, V. J. 1998. Growth of the staghorn coral *Acropora formosa* at Houtman Abrolhos, Western Australia. **Marine Biology** 132: 319-325.

_____ and D. A. Fisk. 1988. Coral Transplantation as a reef management option, pp. 375-379. *In* **Proceeding of the 6th International Coral Reef Symposium**. Australia.

Hasler, H. and J. A. Ott. 2008. Diving down the reefs? Intensive diving tourism threatens the reefs of the northern Red Sea. **Marine Pollution Bulletin** 56: 1788-1794.

Hawkins, J. P. and C. M. Roberts. 1992. Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. **Biological Conservation** 62: 171-178.

Hendee, J. C. 2004. ed. **The Effects of Combined Sea Temperature, Light, and Carbon Dioxide on Coral Bleaching, Settlement, and Growth**. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Ocean and Atmospheric Research, United States of America.

Herlan, J. and D. Lirman. 2008. Development of a coral nursery program for the threatened coral *Acropora cervicornis* in Florida, pp. 1244-1247. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium.** Session number 24, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Heyward, A. J., L. D. Smith, M. Rees and S. N. Field. 2002. Enhancement of coral recruitment by *in situ* mass culture of coral larvae. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 230: 113-118.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Highsmith, R. C. 1982. Reproduction by Fragmentation in Corals. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 7: 207-226.

Hill, J. and C. Wilkinson. 2004. **Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs**. Australian Institute of Marine Science, Australia.

Hill, R. and P. J. Ralph. 2007. Post-bleaching viability of expelled zooxanthellae from the scleractinian coral *Pocillopora damicornis*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 352: 137-144.

_____, C. Frankart and P. J. Ralph. 2005. Impact of bleaching conditions on the components of non-photochemical quenching in the zooxanthellae of a coral. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 322: 83-92.

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

_____. 1999. A Global Assessment of Human Effects on Coral Reefs. **Marine Pollution Bulletin** 38 (5): 345-355.

Hoegh-Guldberg, O. 1994. Population Dynamics of Symbiotic Zooxanthellae in the Coral *Pocillopora damicornis* Exposed to Elevated Ammonium [$(NH_4)_2SO_4$] Concentrations. **Pacific Science** 48 (3): 263-272.

Holbrook, S. J., A. J. Brooks, R. J. Schmitt and H. L. Stewart. 2008. Effects of sheltering fish on growth of their host corals. **Mar. Biol.** 155: 521-530.

Holmes, K. E., E. N. Edinger, H. G. V. Limmon and M. J. Risk. 2000. Bioerosion of Live Massive Corals and Branching Coral Rubble on Indonesian Coral Reefs. **Marine Pollution Bulletin** 40 (7): 606-617.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hoogenboom, M. O., K. R. N. Anthony and S. R. Connolly. 2006. Energetic cost of photoinhibition in corals. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 313: 1-12.

Hughes, T. P. 1999. Off-reef transport of coral fragments at Lizard Island, Australia. **Marine Geology** 157: 1-6.

Humphrey, C., M. Weber, C. Lott, T. Cooper and K. Fabricius. 2008. Effects of suspended sediments, dissolved inorganic nutrients and salinity on fertilisation and embryo development in the coral *Acropora millepora* (Ehrenberg, 1834). **Coral Reefs** 27: 837-850.

Hutchinson, S. and L. E. Hawkins. 2004. **Oceans - The Macmillan Visual Guide.** Pan Macmillan Australia Pty Ltd., Australia.

James, M., C. Crabbe and D. J. Smith. 2005. Sediment impacts on growth rates of *Acropora* and *Porites* corals from fringing reefs of Sulawesi, Indonesia. **Coral Reefs** 24: 437-441.

Jinendradasa1, S. S. and S. U. K. Ekaratne. 2000. Linear extension of *Acropora formosa* (Dana) at selected reef locations in Sri Lanka. *In* **Proceedings 9th International Coral Reef Symposium.** 23-27 October 2000, Bali, Indonesia.

Jokiel, P. L., Z. Dubinsky and N. Stambler. 1994. Results of the 1991 United States-Israel Workshop, "Nutrient Limitation in the Symbiotic Association between Zooxanthellae and Reef-building Corals". **Pacific Science** 48 (3): 215-218.

Juillet-Leclerc, A., J. P. Gattuso, L. F. Montaggioni and M. Pichon. 1997. Seasonal variation of primary productivity and skeletal §$^{13}$C and §$^{18}$O in the zooxanthellate scleractinian coral *Acropora formosa*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 157: 109-117.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kaly, U. L. 1995. **Experimental test of the effects of methods of attachment and handling on the rapid transplantation of corals.** Tech Rep1, CRC Reef Research Centre, Townsville, Australia.

Kaniewska, P., P. R. Campbell, M. Fine and O. Hoegh-Guldberg. 2009. Phototropic growth in a reef flat acroporid branching coral species. **The Journal of Experimental Biology** 212: 662-667.

Karleskint, G., R. Turner and J. M. Small. 2006. **Introduction to Marine Biology.** Thomson Brools/Cole, United States of America.

Kleypas, J. A., R. A. Feely, V. J. Fabry, C. Langdon, C. L. Sabine and L. L. Robbins. 2006. **Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research.** report of a workshop held 18–20 April 2005, St. Petersburg, FL, sponsored by NSF, NOAA, and the U.S. Geological Survey, United States of America.

LaJeunesse, T. C., H. Reyes-Bonilla and M. E. Warner. 2007. Spring "bleaching" among *Pocillopora* in the Sea of Cortez, Eastern Pacific. **Coral Reefs** 26: 265-270.

Lam, K. K. Y. 2000. Coral Transplantation onto a Stabilised Pulverised Fuel Ash Substratum. **Asian Marine Biology** 17: 25-41.

Lambo, A. L. and R. F. G. Ormond. 2006. Continued post-bleaching decline and changed benthic community of a Kenyan coral reef. **Marine Pollution Bulletin** 52: 1617-1624.

Lane, A. and P. L. Harrison. 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. *In* **Proceedings 9th International Coral Reef Symposium.** 23-27 October 2000, Bali, Indonesia.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Latypov, Y. Y. 2006. Transplantation and Cultivation of Fragments of Coral Colonies of Various Scleractinian Species on a Reef in Vietnam. **Russian Journal of Marine Biology** 32 (6): 375-381.

Lee, C. S., J. Walford and B. P. L. Goh. 2009. Adding coral rubble to substrata enhances settlement of *Pocillopora damicornis* larvae. **Coral Reefs** 28: 529-533.

Lesser, M. P., J. C. Bythell, R. D. Gates, R. W. Johnstone and O. Hoegh-Guldberg. 2007. Are infectious diseases really killing corals? Alternative interpretations of the experimental and ecological data. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol**. 346 (1-2): 36-44.

Levinton, J. S. 2001. **Marine Biology : function, biodiversity, ecology.** Oxford University Press Inc., New York.

Levy, G., L. Shaisha, A. Haim and B. Rinkevich. 2010. Mid-water rope nursery - Testing design and performance of a novel reef restoration instrument. **Ecological Engineering** 36: 560-569.

Lindahl, U. 2003. Coral reef rehabilitation through transplantation of staghorn corals: effects of artificial stabilization and mechanical damages. **Coral Reef** 22: 217-223.

Lirman, D. 2000. Fragmentation in the branching coral *Acropora palmate* (Lamarck): growth, survivorship, and reproduction of colonies and fragments. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol**. 251: 41-57.

Mallela, J. and M. J. C. Crabbe. 2009. Hurricanes and coral bleaching linked to changes in coral recruitment in Tobago. **Marine Environmental Research** 68: 158-162.

Manzello, D. P. 2010. Coral growth with thermal stress and ocean acidification: lessons from the eastern tropical Pacific. **Coral Reefs** 29: 749-758.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Marshall, P. and H. Schuttenberg. 2006. **A Reef Manager's Guide to Coral Bleaching**. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia.

Marubini, F. and M. J. Atkinson. 1999. Effects of lowered pH and elevated nitrate on coral calcification. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 188: 117-121.

McClanahan, T. R. 2000. Bleaching Damage and Recovery Potential of Maldivian Coral Reefs. **Marine Pollution Bulletin** 40 (7) : 587-597.

_____ and D. Obura. 1997. Sedimentation effects on shallow coral communities in Kenya. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 209: 103-122.

_____, A. H. Baird, P. A. Marshall and M. A. Toscano. 2004. Comparing bleaching and mortality responses of hard corals between southern Kenya and the Great Barrier Reef, Australia. **Marine Pollution Bulletin** 48: 327-335.

_____, J. Maina, C. J. Starger, P. Herron-Perez and E. Dusek. 2005. Detriments to post-bleaching recovery of corals. **Coral Reefs** 24: 230-246.

_____, M. Ateweberhan, C. A. Muhando, J. Maina and M. S. Mohammed. 2007. Effects of Climate and Seawater Temperature Variation on Coral Bleaching and Mortality. **Ecological Monographs** 77 (4): 503-525.

McKenna, S. A., R. H. Richmond and G. Roos. 2001. Assessing the Effects of Sewage on Coral Reefs: Developing Techniques to Detect Stress Before Coral Mortality. **Bulletin of Marine Science** 69 (2): 517-523.

Medio, D., R. F. G. Ormond and M. Pearson. 1997. Effect of Briefings on Rates of Damage to Corals by Scuba Divers. **Biological Conservation** 79: 91-95.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Meesters, E. H., A. Bos and G. J. Gast. 1992. Effects of sedimentation and lesion position on coral tissue regeneration. *In* **Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium.** Guam.

Meng, P. J., H. J. Lee, J. T. Wang, C. C. Chen, H. J. Lin, K. S. Tew and W. J. Hsieh. 2008. A long-term survey on anthropogenic impacts to the water quality of coral reefs, southern Taiwan. **Environmental Pollution** 156: 67-75.

Meyer, C. G. and K. N. Holland. 2008. Spatial dynamics and substrate impacts of recreational snorkelers and SCUBA divers in Hawaiian Marine Protected Areas. **J. Coast. Conserv.** 12: 209-216.

Miller, M. W. 1995. Growth of a temperate coral: effects of temperature, light, depth, and heterotrophy. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 122: 217-225.

Miyazaki, K., S. Keshavmurthy and K. Fukami. 2010. Survival and Growth of Transplanted Coral Fragments in a High-Latitude Coral Community (32°N) in Kochi, Japan. **Kuroshio Biosphere** 6: 1-10.

Muehllehner, N. and P. J. Edmunds. 2008. Effects of ocean acidification and increased temperature on skeletal growth of two scleractinian corals, *Pocillopora meandrina* and *Porites rus*, pp. 57-61. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium.** Session number 3, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Muzuka, A. N. N., A. M. Dubi, C. A. Muhando and Y. W. Shaghude. 2010. Impact of hydrographic parameters and seasonal variation in sediment fluxes on coral status at Chumbe and Bawe reefs, Zanzibar, Tanzania. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 89 (2): 137-144.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nagelkerken, I., S. Bouma, S. V. D. Akker and R. P. M. Bak. 2000. Growth and survival of unattached *Madracis mirabilis* fragments transplanted to different reef sites, and the implication for reef rehabilitation. **Bulletin of Marine Science** 66 (2): 497-505.

Nakamura, T. and H. Yamasaki. 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 A. J. Heyward. 2001. Inhibition of coral fertilisation and larval metamorphosis by tributyltin and copper. **Marine Environmental Research** 51: 17-27.

_____, L. D. Smith, N. S. Webster and A. J. Heyward. 2002. Understanding ship-grounding impacts on a coral reef: potential effects of anti-foulant paint contamination on coral recruitment. **Marine Pollution Bulletin** 44: 111-117.

Neil, D. 1990. Potential for Coral Stress due to Sediment Resuspension and Deposition by Reef Walkers. **Biological Conservation** 52: 221-227.

Nesa, B. and M. Hidaka. 2009. High zooxanthella density shortens the survival time of coral cell aggregates under thermal stress. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 368: 81-87.

Nie, B., T. Chen, M. Liang, Y. Wang, J. Zhong and Y. Zhu. 1997. Relationship between coral growth rate and sea surface temperature in the northern part of South China Sea during the past 100 a*. **Science in China** 40 (2): 173-182.

Nugues, M. M. and C. M. Roberts. 2003. Partial mortality in massive reef corals as an indicator of sediment stress on coral reefs. **Marine Pollution Bulletin** 46: 314-323.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Obura, D. and G. Grimsditch. 2009. **Resilience Assessment of Coral Reefs - Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress.** IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs, IUCN, Gland, Switzerland.

_____ and S. Visram. 2000. Transplantation of coral fragments, pp. 180-184. *In* D. Souter, D. Obura and O. Linden, eds. **Coral reef degradation in the Indian Ocean (CORDIO).** Status report and project presentations 2000. Stockholm, Sweden.

Okamoto, M., S. Nojima, S. Fujiwara and Y. Furushima. 2008. Development of ceramic settlement devices for coral reef restoration using *in situ* sexual reproduction of corals. **Fisheries Science** 74: 1245-1253.

_____, _____, Y. Furushima and W. C. Phoel. 2005. A basic experiment of coral culture using sexual reproduction in the open sea. **Fisheries Science** 71: 263-270.

Okubo, N. and M. Omori. 2001. The review of coral transplantation around the world (in Japanese with English Abstract). **Galaxea** 3: 31-40.

_____, H. Taniguchi and T. Motokawa. 2005. Successful methods for transplanting fragments of *Acropora formosa* and *Acropora hyacinthus.* **Coral Reefs** 24 (2): 333-342.

_____, T. Motokawa and M. Omori. 2007. When fragmented coral spawn? Effect of size and timing on survivorship and fecundity of fragmentation in *Acropora formosa*. **Mar. Biol.** 151: 353-363.

Oliver, J. K. 1983. Bathymetric Adaptations of Reef-Building Corals at Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. I. Long-Term Growth Responses of *Acropora formosa* (Dana 1846). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 73: 11-35.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Oliver, J. K. 1984. Intra-colony Variation in the Growth of *Acropora formosa:* Extension Rates and Skeletal Structure of White (Zooxanthellae-free) and Brown-Tipped Branches. **Coral Reefs** 3: 139-147.

Oliver, T. A. and S. R. Palumbi. 2011. Many corals host thermally resistant symbionts in high-temperature habitat. **Coral Reefs** 30: 241-250.

Omori, M. 2005. Success of mass culture of *Acropora* corals from egg to colony in open water. **Coral Reefs** 4: 563.

_____ and S. Fujiwara. 2004. **Manual for restoration and remediation of coral reefs.** Nature Conservation Bureau, Ministry of the Environment, Japan.

_____, H. Fukami, H. Kobinata and M. Hatta. 2001. Significant drop of fertilization of *Acropora* corals in 1999: An after-effect of heavy coral bleaching? **Limnol. Oceanogr.** 46 (3): 704-706.

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

Palomar, M. J. S., H. T. Yap and E. D. Gomez. 2009. Coral Transplant Survival Over 3 Years under Different Environmental Conditions at the Hundred Islands, Philippines. **Philipp. Agric. Scientist.** 92 (2): 143-152.

Pastorok, R. A. and G. R. Bilyard. 1985. Effects of sewage pollution on coral-reef communities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 21: 175-189.

Perkol-Finkel, S. and Y. Benayahu. 2005. Recruitment of benthic organisms onto a planned artificial reef: shifts in community structure one decade post-deployment. **Marine Environmental Research** 59: 79-99.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Perkol-Finkel, S., G. Zilman, I. Sella, T. Miloh and Y. Benayahu. 2008. Floating and fixed artificial habitats: Spatial and temporal patterns of benthic communities in a coral reef environment. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 77: 491-500.

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

Phongsuwan, N. 2006. The use of coral transplantation in the rehabilitation of corals reefs affected by the 2004 Tsumani, pp. 60-73. *In* **Coral Reef Rehabilitation After the Tsunami 2004: Case studies from Thailand.** Department of Marine and Coastal Resources, Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand.

Pickering, H., D. Whitmarsh and A. Jensen. 1998. Artificial Reefs as a Tool to Aid Rehabilitation of Coastal Ecosystems: Investigating the Potential. **Marine Pollution Bulletin** 37 (8-12): 505-514.

Piniak, G. A. and E. K. Brown. 2008. Growth and Mortality of Coral Transplants (*Pocillopora damicornis*) along a Range of Sediment Influence in Maui, Hawaii. **Pacific Science** 62 (1) : 39-55.

Pratchett, M. S., T. J. Schenk, M. Baine, C. Syms and A. H. Baird. 2009. Selective coral mortality associated with outbreaks of *Acanthaster planci* L. in Bootless Bay, Papua New Guinea. **Marine Environmental Research** 67: 230-236.

Precht, W. F. 2006. ed. **Coral Reef Restoration Handbook.** Taylor & Francis Group, United States of America.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Putchim, L., N. Thongtham, A. Hewett and H. Chansang. 2008. Survival and growth of *Acropora spp.* in mid-water nursery and after transplantation at Phi Phi Islands, Andaman Sea, Thailand, pp. 1258-1261. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** Session number 24, 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Raymundo, L. J., C. S. Couch and C. D. Harvell. 2008. **Coral Disease Handbook: Guidelines for Assessment, Monitoring and Management.** Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for Management Program, The University of Queensland, Australia.

_____, A. P. Maypa, E. D. Gomez and P. Cadiz. 2007. Can dynamite-blasted reefs recover? A novel, low-tech approach to stimulating natural recovery in fish and coral populations. **Marine Pollution Bulletin** 54: 1009-1019.

Reef Ball Foundation. 2006. **A step-by-step guide for grassroots efforts to Reef Rehabilitation.** Reef Ball Foundation, Inc., Georgia, United States of America.

_____. 2010. Available Source: http://www.reefball.org, July 31, 2010.

Reopanichkul, P. 2009. **The Effect of Tourism on Water Quality and Coral Reef Communities.** Ph.D. Thesis, University of the Sunshine Coast.

_____, R. W. Carter, S. Worachananant and C. J. Crossland. 2010. Wastewater discharge degrades coastal waters and reef communities in southern Thailand. **Marine Environmental Research** 69: 287-296.

_____, T. A. Schlacher, R. W. Carter and S. Worachananant. 2009. Sewage impacts coral reefs at multiple levels of ecological organization. **Marine Pollution Bulletin** 58: 1356-1362.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Reynaud, S., C. Ferrier-Pages, F. Boisson, D. Allemand and R. G. Fairbanks. 2004. Effect of light and temperature on calcification and strontium uptake in the scleractinian coral *Acropora verweyi*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 279: 105-112.

_____, _____, A. Meibom, S. Mostefaoui, R. Mortlock, R. Fairbanks and D. Allemand. 2007. Light and temperature effects on Sr/Ca and Mg/Ca ratios in the scleractinian coral *Acropora* sp. **Geochimica et Cosmochimica Acta.** 71: 354-362.

Riegl, B. and K. E. Luke. 1998. Ecological Parameters of Dynamited Reefs in the Northern Red Sea and their Relevance to Reef Rehabilitation. **Marine Pollution Bulletin** 37 (8-12): 488-498.

Rilov, G. and Y. Benayahu. 2002. Rehabilitation of Coral Reef-Fish Communities: The Importance of Artificial-Reef Relief to Recruitment Rates. **Bulletin of Marine Science** 70 (1): 185-197.

Rinkevich, B. 2000. Steps towards the evaluation of coral reef restoration by using small branch fragments. **Marine Biology** 136: 807-812.

_____. 2005. Conservation of Coral Reefs through Active Restoration Measures: Recent Approaches and Last Decade Progress. **Environ. Sci. Technol.** 39: 4333-4342.

_____. 2006. The Coral Gardening Concept and the Use of Underwater Nurseries: Lessons Learned from Silvics and Silviculture, pp. 291-300. *In* W. F. Precht, ed. **Coral Reef Restoration Handbook.** Taylor & Francis Group, United States of America.

_____. 2008. Management of coral reefs: We have gone wrong when neglecting active reef restoration. **Marine Pollution Bulletin** 56: 1821-1824.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rinkevich, B., Z. Wolodarsky and Y. Loya. 1991. Coral-crab association: a compact domain of a multilevel trophic system. **Hydrobiologia** 216-217: 279-284.

Rodgers, K. S. and E. F. Cox. 2003. The effects of trampling on Hawaiian corals along a gradient of human use. **Biological Conservation** 112: 383-389.

Rogers, C. S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 62: 185-202.

Rosenberg, E. and Y. Loya. 2004. eds. **Coral health and disease.** Springer-Verlag, Berlin.

Rotjan, R. D. and S. M. Lewis. 2008. Impact of coral predators on tropical reefs. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 367: 73-91.

Rouphael, A. B. and G. J. Inglis. 1997. Impacts of Recreational Scuba Diving at Sites with Different Reef Topographies. **Biological Conservation** 82: 329-336.

_____ and _____. 2001. "Take only photographs and leave only footprints"?: An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. **Biological Conservation** 100: 281-287.

Santos, L. N. D., D. S. Brotto and I. R. Zalmon. 2010. Fish responses to increasing distance from artificial reefs on the Southeastern Brazilian Coast. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 386: 54-60.

Saphier, A. D. and T. C. Hoffmann. 2005. Forecasting models to quantify three anthropogenic stresses on coral reefs from marine recreation: Anchor damage, diver contact and copper emission from antifouling paint. **Marine Pollution Bulletin** 51: 590-598.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Saputra, S. and E. Widiastuti. 2008. The Growth Rate of Fragmented *Acropora formosa*, *A. brueggemanni*, and *Euphylia ancora* in Hurun Bay of Lampung Province-Indonesia. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

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

Schuhmacher, H., P. V. Treeck, M. Eisinger and M. Paster. 2000. Transplantation of coral fragments from ship groundings on electrochemically formed reef structures. *In* **Proceedings 9th International Coral Reef Symposium.** 23-27 October 2000, Bali, Indonesia.

Seaman, W. 2007. Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries. **Hydrobiologia** 580: 143-155.

Seguin, F., O. L. Brun, R. Hirst, I. Al-Thary and E. Dutrieux. 2008. Large coral transplantation in Bal Haf (Yemen): an opportunity to save corals during the construction of a Liquefied Natural Gas plant using innovative techniques, pp. 1267-1270. *In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium.** Session number 24, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008.

Shafir, S., J. V. Rijn and B. Rinkevich. 2006a. A mid-water coral nursery, pp. 1674-1679. *In* **Proceeding of the 10th International Coral Reef Symposium.** Okinawa, Japan.

_____, _____ and _____. 2006b. Steps in the construction of underwater coral nursery, am essential component in reef restoration acts. **Marine Biology** 149: 679-687.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Shafir, S., S. Abady and B. Rinkevich. 2009. Improved sustainable maintenance for mid-water coral nursery by the application of an anti-fouling agent. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 368: 124-128.

Shaish, L., G. Levy, E. Gomez and B. Rinkevich. 2008. Fixed and suspended coral nurseries in the Philippines: Establishing the first step in the "gardening concept" of reef restoration. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 73: 86-97.

Sheppard, C., D. J. Dixon, M. Gourlay, A. Sheppard and R. Payet. 2005. Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: Examples from the Seychelles. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 64: 223-234.

Sherman, R. L., D. S. Gilliam and R. E. Spieler. 2002. Artificial reef design: void space, complexity, and attractants. **ICES Journal of Marine Science** 59: 196-200.

Shinn, E. A. 1966. Coral Growth-Rate, an Environmental Indicator. **Journal of Paleontology** 40 (2): 233-240.

Smith, L. D. and T. P. Hughes. 1999. An experimental assessment of survival, re-attachment and fecundity of coral fragments. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 235: 147-164.

Soong, K. and T. Chen. 2003. Coral Transplantation: Regeneration and Growth of *Acropora* Fragments in a Nursery. **Restoration Ecology** 11 (1): 62-71.

Spalding, M. D. 2004. **A Guide to the Coral Reefs of the Caribbean.** The University of California Press, London.

Spurgeon, J. P. G. and U. Lindahl. 2000. Economics of coral reef restoration, pp. 125-136. *In* H. S. J. Cesar, ed. **Collected Essays on the Economics of Coral Reefs.** CORDIO, Sweden.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sriputtunubondh, K. 2009. **Knowledge and Attitudes on Coral Reefs: A Case Study of Coral Reef Excursions in the East Coast of Thailand.** M.S. Thesis, Mahidol University.

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

_____, P. L. Jokiel and Z. Dubinsky. 1994. Nutrient Limitation in the Symbiotic Association between Zooxanthellae and Reef-building Corals: The Experinmental Design. **Pacific Science** 48 (3): 219-223.

Stella, J. S., P. L. Munday and G. P. Jones. 2011. Effects of coral bleaching on the obligate coral-dwelling crab *Trapezia cymodoce*. **Coral Reefs** 30 (3): 719-727.

Stewart, H. L., S. J. Holbrook, R. J. Schmitt and A. J. Brooks. 2006. Symbiotic crabs maintain coral health by clearing sediments. **Coral Reefs** 25: 609-615.

Stimson, J. and R. A. Kinizie III. 1991. The temporal pattern and rate of release of zooxanthellae from the reef coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus) under nitrogen-enrichment and control conditions. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 153: 63-74.

Suresh, V. R. and K. J. Mathew. 1993. Skeletal extension of staghorn coral *Acropora formosa* in relation to environment at Kavaratti atoll (Lakshadweep). **Indian Joumal of Marine Sciences** 22: 176-179.

Sutherland, K. P., J. W. Porter and C. Torres. 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 266: 273-302.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Suwa, R., M. Nakamura, M. Morita, K. Shimada, A. Iguchi, K. Sakai and A. Suzuki. 2010. Effects of acidified seawater on early life stages of scleractinian corals (Genus *Acropora*) **Fish. Sci.** 76: 93-99.

Tanner, J. E. 1995. Competition between scleractinian corals and macroalgae: An experimental investigation of coral growth, survival and reproduction. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 190: 151-168.

Te, F. T. 1991. Effects of Two Petroleum Products on *Pocillopora damicornis* Planulae. **Pacific Science** 45 (3): 290-298.

_____. 1992. Response to higher sediment loads by *Pocillopora damicornis* planulae. **Coral Reefs** 11: 131-134.

Thongtham, N. and H. Chansang. 1999. Influence of surface complexity on coral recruitment at Maiton Island Phuket, Thailand, Phuket Marine Biological Center. **Special Publish** 19: 93-100.

_____ and _____. 2008. Transplanatation of *Porites lutea* to Rehabilitate Degraded Coral Reef at Maiton Island, Phuket, Thailand. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Tissier, M. A. A. L. 1988. The growth and formation of branch tips of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). **J. Exp. Mar. Eiol. Ecol.** 124: 115-131.

Tkachenko, K. S., B. J. Wu, L. S. Fang and T. Y. Fan. 2007. Dynamics of a coral reef community after mass mortality of branching *Acropora* corals and an outbreak of anemones. **Mar. Biol.** 151: 185-194.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Todd, P. A., X. Ong and L. M. Chou. 2010. Impacts of pollution on marine life in Southeast Asia. **Biodivers Conserv**. 19: 1063-1082.

Torres, J. L. 1998. **Effects of Sediment Influx on the Growth Rates of *Montastraea annularis* (Ellis and Solander) in Southwest, Puerto Rico.** M. S. Thesis, University of Puerto Rico Mayaguez Campus.

Tratalos, J. A. and T. J. Austin. 2001. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. **Biological Conservation** 102: 67-75.

Treeck, P. V. and H. Schuhmacher. 1997. Initial survival of coral nubbins transplanted by a new coral transplantation technology-options for reef rehabilitation. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 150: 287-292.

_____ and _____. 1998. Mass Diving Tourism - A New Dimension Calls for New Management Approaches. **Marine Pollution Bulletin** 37: 499-504.

Turner, A. 2010. Marine Pollution from antifouling paint particles. **Marine Pollution Bulletin** 60: 159-171.

Ulstrup, K. E., P. J. Ralph, A. W. D. Larkum and M. Kuhl. 2006. Intra-colonial variability in light acclimation of zooxanthellae in coral tissues of *Pocillopora damicornis*. **Marine Biology** 149: 1325-1335.

UNEP. 2547ก. **ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เล่มที่2 ปะการัง.** UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand, สถาบันวิจัยและพัฒนากลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

UNEP. 2547ข. **แผนปฏิบัติการจัดการฟื้นฟู เล่มที่2 ปะการัง.** UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand, สถาบันวิจัยและพัฒนากลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

Veron, J. 2000a. **Corals of the World Volume1.** Australian Institute of Marine Science, Australia.

_____. 2000b. **Corals of the World Volume2.** Australian Institute of Marine Science, Australia.

_____. 2000c. **Corals of the World Volume3.** Australian Institute of Marine Science, Australia.

Vicentuan, K., J. Guest, P. Alino and A. Heyward. 2008. Survival, Growth, And Fecundity of *Acropora muricata* and *Hydnophora rigida* After Fragmentation and Transplantation. *In* **Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium.** 7-11 July 2008, Fort Lauderdale, Florida.

Villanueva, R. D., H. T. Yap and M. N. E. Montano. 2008. Timing of planulation by pocilloporid corals in the northwestern Philippines. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 370: 111-119.

Walker, B. K., B. Henderson and R. E. Spieler. 2002. Fish assemblages associated with artificial reefs of concrete aggregates or quarry stone offshore Miami Beach, Florida, USA. **Aquat. Living Resour.** 15: 95-105.

Wallace, C. and M. Aw. 2000. **Acropora-Staghorn Corals-Indian Ocean : Southeast Asia : Pacific Ocean.** National Library of Australia, Australia.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wilson, K. D. P., A. W. Y. Leung and R. Kennish. 2002. Restoration of Hong Kong fisheries through deployment of artificial reefs in marine protected areas. **ICES Journal of Marine Science** 59: 157-163.

Worachananant, S., R. W. Carter and M. Hockings. 2007. Impacts of the 2004 Tsunami on Surin Marine National Park, Thailand. **Coastal Management** 35: 399-412.

_____, _____, _____ and P. Reopanichkul. 2008. Managing the Impacts of SCUBA Divers on Thailand's Coral Reefs. **Journal of Sustainable Tourism** 16 (6): 645-663.

Yap, H. T. 2000. The case for restoration of tropical coastal. **Ocean & Coastal Management** 43: 841-851.

_____. 2003. Coral reef ''restoration'' and coral transplantation. **Marine Pollution Bulletin** 46: 529.

_____. 2004. Differential survival of coral transplants on various substrates under elevated water temperatures. **Marine Pollution Bulletin** 49: 306-312.

_____ and R. A. Molina. 2003. Comparison of coral growth and survival under enclosed, semi-natural conditions and in the field. **Marine Pollution Bulletin** 46: 858-864.

_____, P. M. Alino and E. D. Gomez. 1992. Trends in growth and mortality of three coral species (Anthozoa: Scleractinia), including effects of transplantation. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 83: 91-101.

_____, R. M. Alvarez, H. M. Custodio III and R. M. Dizon. 1998. Physiological and ecological aspects of coral transplantation**. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 229: 69-84.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yeemin, T., M. Sutthacheep and R. Pettongma. 2006. Coral reef restoration projects in Thailand. **Ocean & Coastal Management** 49: 562-575.

_____, C. Saenghaisuk, M. Sutthacheep, S. Pengsakun, W. Klinthong and K. Saengmanee. 2009. Conditions of coral communities in the Gulf of Thaialnd: a decade after the 1998 severe bleaching event. **Galaxea** 11: 207-217.

Zakai, D. and N. E. Chadwick-Furman. 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. **Biological Conservation** 105: 179-187.

Zvuloni, A., R. Armoza-Zvuloni and Y. Loya. 2008. Structural deformation of branching corals associated with the vermetid gastropod *Dendropoma maxima*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 363: 103-108.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาคผนวก ก**

การตรวจเอกสาร อุปกรณ์และวิธีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก1** กิจกรรมฟื้นฟูทรัพยากรปะการังที่ดำเนินการในฝั่งอ่าวไทย

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| ฝั่งตะวันออกของเกาะครกและฝั่งตะวันตกของเกาะสาก จังหวัดชลบุรี | ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา | - ทดลองย้ายกิ่งปะการังเขากวาง *Acropora formosa* และปะการังก้อน *Porites lutea* | 200,000 บาท | พ.ศ.2534 |
| เกาะครก - เกาะสาก จังหวัดชลบุรี | สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา | - ทดลองย้ายชิ้นส่วนของปะการังโดยการติดบนอิฐบล็อกซีเมนต์ | | พ.ศ.2534 |
| เกาะขาม อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี | กองทัพเรือ | - ย้ายปะการังที่ได้รับผลกระทบจากการขุดลอกร่องน้ำจากเกาะเตาหม้อ ไปยังบริเวณทิศเหนือของเกาะขาม | | (ประมาณ) พ.ศ.2536 |
| เกาะขาม และช่องแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี | มูลนิธิกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทางทะเลและการอนุรักษ์ | - ศึกษารูปแบบและความเหมาะสมในการช่วยชีวิตปะการัง<br>- ขยายพันธุ์ปะการังกลุ่มเขากวางที่เสียหายจากปรากฏการณ์ฟอกขาวลงสู่แปลงอนุบาลที่ทำด้วยท่อพีวีซี | จากมูลนิธิกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทางทะเลและการอนุรักษ์และความอุปถัมภ์ของบริษัทวินิไทย | พ.ศ.2537 - ปัจจุบัน |
| เกาะเสก็ด และเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง | โรงเรียนพลูตาหลวงวิทยา จังหวัดชลบุรี และ | - เพิ่มจำนวนแปลงอนุบาลที่ทำด้วยท่อพีวีซี โดยใช้ส่วนหนึ่งเป็นกิ่งพันธุ์ และส่วนหนึ่งนำสู่การฟื้นฟูในพื้นที่เสื่อมโทรม | | |
| เกาะนมสาว จังหวัดจันทบุรี | มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี | - ดำเนินโครงการ “ร่วมใจปลูกปะการัง 80,000 กิ่ง ที่เริ่มต้นเพื่อล้นเกล้าฯ” | | |
| เกาะหวาย จังหวัดตราด | | | | |
| เกาะทะลุ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ | | | | |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก1** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| พื้นที่ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (หมู่เกาะแสมสาร) | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล) | - Coral fragmentation (monitoring)<br>- การเพาะพันธุ์ปะการังโดยการอาศัยเพศ | โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ และหน่วยสงครามพิเศษทางเรือ กองทัพเรือ | พ.ศ.2546 - ปัจจุบัน |
| พื้นที่ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี | กองทัพเรือ | - ย้ายปลูกปะการังโดยการติดบนอิฐบล็อกซีเมนต์และท่อพีวีซี | | พ.ศ.2547 |
| เกาะมันใน จังหวัดระยอง | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยฝั่งตะวันออก | - จัดสร้างพื้นที่ลงเกาะให้ตัวอ่อนปะการัง โดยใช้อิฐบล็อกคอนกรีต จำนวน 1,000 ก้อน<br>- จัดวางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมชนิดซับซ้อน 100 ก้อน<br>- ย้ายปลูกปะการังที่เกาะมันใน โดยใช้กิ่งปะการังที่แตกหักที่รวบรวมจากรอบหมู่เกาะมันใน | กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง 300,000 บาท | พ.ศ.2548 |
| หมู่เกาะมัน จังหวัดระยอง | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยฝั่งตะวันออก | - จัดสร้างแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำบริเวณเกาะมันใน<br>- จัดทำแปลงย้ายปลูกปะการังด้วยท่อพีวีซี ขนาดท่อ 1 นิ้ว 200 แปลง และขนาดท่อ 1/2 นิ้ว 50 แปลง<br>- ย้ายปลูกปะการังก้อนชนิดต่างๆ ที่รวบรวมจากบริเวณคอกเลี้ยงเต่าทะเลไปยังข้างสะพานเกาะมันใน | กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ปีละประมาณ 150,000 บาท | เริ่มตั้งแต่ตุลาคม พ.ศ.2549 - ปัจจุบัน |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก1** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| หมู่เกาะมัน จังหวัดระยอง (ต่อ) | | - นำกิ่งปะการังจากแปลงอนุบาลลงฟื้นฟูบริเวณที่เสื่อมโทรมของเกาะมันใน เกาะมันกลาง และเกาะมันนอก | | |
| | | - การเพาะเลี้ยงปะการังแบบอาศัยเพศ | 1,000,000 บาท | เริ่มตั้งแต่ตุลาคม พ.ศ.2551 |
| หมู่เกาะรัง จังหวัดตราด | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยฝั่งตะวันออก | - จัดสร้างพื้นที่ลงเกาะให้ตัวอ่อนปะการัง โดยการจัดวางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมชนิดซับซ้อน 50 ก้อนที่เกาะเทียน เกาะกระ<br>- ฟื้นฟูปะการังเขากวางโดยใช้ท่อพีวีซี 50 แปลงที่เกาะรัง | 150,000 บาท (งบ UNEP/GEF) | พ.ศ.2549 |
| หมู่เกาะรัง จังหวัดตราด | อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง | - จัดสร้างพื้นที่ลงเกาะให้ตัวอ่อนปะการัง โดยการจัดวางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมชนิดซับซ้อน 100 ก้อน<br>- จัดทำแปลงย้ายปลูกปะการังด้วยท่อพีวีซี ขนาดท่อ 1 นิ้ว 400 แปลง และขนาดท่อ 1/2 นิ้ว 400 แปลง | จังหวัดตราด | เริ่มตั้งแต่ตุลาคม พ.ศ.2551 |
| เกาะหวาย หมู่เกาะรังและหมู่เกาะหมาก จังหวัดตราด | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยฝั่งตะวันออก | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำ 2 แพ ที่เกาะหวาย<br>- จัดทำแปลงย้ายปลูกปะการังด้วยท่อพีวีซี ขนาดท่อ 1 นิ้ว 150 แปลง และขนาดท่อ 1/2 นิ้ว 100 แปลง ที่เกาะหวาย เกาะเทียน เกาะกระ<br>- จัดสร้างพื้นที่ลงเกาะให้ตัวอ่อนปะการัง แท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยม 100 ก้อน ที่เกาะเทียน เกาะกระ | งบจากองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2551 และพ.ศ. 2552 จำนวน 1,000,000 บาท และ 500,000 บาท ตามลำดับ | มกราคม พ.ศ. 2551 - กันยายน พ.ศ.2555 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก1** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะหวาย หมู่เกาะรังและหมู่เกาะหมาก จังหวัดตราด (ต่อ) | | - นำกิ่งปะการังจากแปลงอนุบาลลงฟื้นฟูบริเวณที่เสื่อมโทรมของเกาะเทียน เกาะกระ และเกาะระยั้งนอก | งบจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง 350,000 บาท | ตั้งแต่พ.ศ.2552 |
| หมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด | มหาวิทยาลัยรามคำแหง | - ศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง<br>- สาธิตการฟื้นฟูปะการังวิธีต่างๆ ให้กับชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ | โครงการ UNEP/GEF | พ.ศ.2548 - พ.ศ. 2550 |
| เกาะกระ จังหวัดตราด | มหาวิทยาลัยรามคำแหง | - จัดสร้างพื้นที่ลงเกาะให้ตัวอ่อนปะการัง โดยการจัดวางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมชนิดซับซ้อน 40 ก้อน และยึดกิ่งปะการังแตกหักที่รวบรวมได้บางส่วนของพื้นที่ลงเกาะดังกล่าว | โครงการ UNEP/GEF | พ.ศ.2549 |
| เกาะกูด และเกาะแรด จังหวัดตราด | มหาวิทยาลัยรามคำแหง ร่วมกับอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดตราด | - จัดทำพื้นที่ลงเกาะสำหรับตัวอ่อนปะการัง (รูปร่างคล้ายขั้นบันได) และยึดกิ่งปะการังแตกหักที่รวบรวมได้เข้ากับบางส่วนของพื้นที่ลงเกาะดังกล่าว | ชมรมศึกษาและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล จำนวน 50,000 บาท | พ.ศ.2551 |
| เกาะไข่ เกาะแกลบ เกาะพิทักษ์ จังหวัดชุมพร | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนกลาง | - จัดสร้างพื้นที่ลงเกาะให้ตัวอ่อนปะการัง แท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมชนิดซับซ้อน 100 ก้อน | กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง | พ.ศ.2547 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก1** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะเสม็ด จังหวัดชุมพร | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนกลาง | - ทดลองจัดทำพื้นที่ลงเกาะต้นทุนต่ำโดยใช้อิฐบล็อกซีเมนต์ จำนวน 3 ก้อน วางซ้อนเป็นรูปทรงต่างๆ จำนวน 20 ชุด | กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง | พ.ศ.2549 |
| เกาะมะพร้าว จังหวัดชุมพร | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนกลาง | - จัดทำแปลงย้ายปลูกปะการังด้วยท่อพีวีซี จำนวน 50 แปลง | กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง | พ.ศ.2552 |
| เกาะแรด และชายฝั่ง อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร | ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนกลาง | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำ<br>- จัดทำแปลงย้ายปลูกปะการังด้วยท่อพีวีซี จำนวน 50 แปลง | กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง | พ.ศ.2552 |
| เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี | ไบโอร็อค ประเทศไทย ร่วมกับกลุ่มสมาคมธุรกิจดำน้ำเกาะเต่า | - จัดทำโครงสร้างเหล็กเพื่อฟื้นฟูปะการังโดยใช้เทคนิคไบโอร็อค (BIOROCK) | | พ.ศ.2548 |
| เกาะแตน เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี | ไบโอร็อค ประเทศไทย | - โครงการทำบ้านปลาและปลูกปะการัง โดยใช้เทคนิคไบโอร็อค (BIOROCK) จำนวน 5 พื้นที่ คือ บ้านบางมะขาม อ่าวท้องตะเคียน หาดเฉวง เกาะแตนฝั่งตะวันตกและตะวันออก | 1,500,000 บาท เทศบาลตำบลเกาะสมุย | พ.ศ.2548 |

**ที่มา**: สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2552)



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** กิจกรรมฟื้นฟูทรัพยากรปะการังที่ดำเนินการในฝั่งทะเลอันดามัน

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล กรมประมง (ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็น สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง) | - ศึกษาผลของความซับซ้อนของพื้นที่ที่มีต่อจำนวนและอัตรารอดของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติ โดยจัดวางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมที่มีความซับซ้อนต่างกัน 3 แบบ รวม 225 ก้อน | โครงการจัดการทรัพยากรปะการังในพื้นที่เร่งด่วน กรมประมง | พ.ศ.2537 |
| | | - ศึกษาการขนย้ายปะการังเขากวางโดยวิธีต่างๆ | โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง | พ.ศ.2540 |
| | | - ทดลองพื้นที่ลงเกาะของปะการังเป็นแท่งคอนกรีตรูปโดม มีอวนหุ้มและไม่มีอวนหุ้ม วางแบบละ 3 ซ้ำๆละ 9 ก้อน | | พ.ศ.2542 |
| | | - ทดลองการย้ายปลูกปะการังเขากวาง (*Acropora formosa*) โดยยึดกับแท่งเหล็ก | | พ.ศ.2542 |
| | | - ศึกษาการรอดและการเจริญเติบโตของปะการังโขด (*Porites lutea*) ที่ทำการย้ายปลูก | | พ.ศ.2542 |
| | | - ทดลองจัดทำพื้นที่ลงเกาะต้นทุนต่ำ โดยใช้อิฐบล็อกซีเมนต์จำนวน 3 แปลงๆ ละ 125 ก้อน | | พ.ศ.2542 |
| | | - ทดลองพื้นที่ลงเกาะของปะการังรูปโดมมีรอยหยัก | | พ.ศ.2544 - พ.ศ. 2545 |
| | | - จัดวางแท่งคอนกรีตรูปโดมหยัก 50 ก้อน และรูปสามเหลี่ยมซับซ้อน 75 ก้อน | | พ.ศ.2545 |
| | | - จัดกิจกรรมฟื้นฟูปะการังจังหวัดภูเก็ต โดยวางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมซับซ้อน 800 ก้อน | องค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต | พ.ศ.2548 - พ.ศ. 2549 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต (ต่อ) | | - ศึกษาขนาดที่เหมาะสมของปะการังก้อน (*Porites lutea*) ที่ใช้ในการย้ายปลูก ประมาณ 215 โคโลนี และทำเพิ่มเติมอีก 291 โคโลนี<br>- ศึกษาพื้นผิวของพื้นที่ลงเกาะที่มีต่อปริมาณตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมผิวแตกต่างกัน 4 แบบๆ ละ 30 ก้อน | โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ ด้านการฟื้นฟูปะการัง | พ.ศ.2548 |
| เกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน | - ทดลองอนุบาลปะการังอ่อนโดยผูกติดกับเชือก | โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ ด้านการฟื้นฟูปะการัง | พ.ศ.2551 |
| เกาะแอว จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล | - ทดลองการย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยยึดกับแท่งเหล็ก | โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง | พ.ศ.2542 |
| แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล กรมประมง | - ทดลองพื้นที่ลงเกาะของปะการังเป็นแท่งคอนกรีตรูปโดม | โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง | พ.ศ.2542 |
| | | - ทดลองจัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำเพื่ออนุบาลกิ่งพันธุ์ปะการังชนิดต่างๆ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน<br>- ศึกษาวิธีการวัดการเจริญเติบโตของปะการังในแปลงอนุบาลโดยวิธีการต่างๆ<br>- ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของปะการังในแปลงอนุบาล | EU ภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ ด้านการฟื้นฟูปะการัง (REEFRES) | พ.ศ.2548 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต (ต่อ) | | - ทดลองฟื้นฟูปะการังโดยการย้ายปลูกปะการังจากแปลงอนุบาลไปยังบริเวณเสื่อมโทรม | | |
| เกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล กรมประมง | - ทดลองการย้ายปลูกปะการังเขากวางโดยยึดกับแท่งเหล็ก<br>- ทดลองพื้นที่ลงเกาะของปะการังเป็นแท่งคอนกรีตรูปโดมมีรอยหยัก จำนวน 50 ก้อน และรูปสามเหลี่ยมชนิดซับซ้อน 75 ก้อน<br>- ทดลองจัดพื้นที่ลงเกาะต้นทุนต่ำโดยใช้อิฐบล็อกซีเมนต์จำนวน 3 แปลงๆ ละ 125 ก้อน | โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง | พ.ศ.2543<br>พ.ศ.2545<br>พ.ศ.2545 |
| เกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน | - ทดลองจัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำเพื่ออนุบาลกิ่งพันธุ์ปะการังชนิดต่างๆ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน<br>- ทดลองฟื้นฟูปะการังโดยการย้ายปลูกปะการังชนิดต่างๆ จากแปลงอนุบาลไปยังบริเวณเสื่อมโทรม | REEFRES | พ.ศ. 2548 |
| อ่าวบางเทา จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล | - ทดลองพื้นที่ลงเกาะของปะการังเป็นแท่งคอนกรีตรูปโดมมีรอยหยัก<br>- ทดลองจัดพื้นที่ลงเกาะต้นทุนต่ำโดยใช้อิฐบล็อกซีเมนต์จำนวน 3 แปลงๆ ละ 125 ก้อน | โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง | พ.ศ. 2545 |
| อ่าวราไวย์ จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน | - ทดลองฟื้นฟูปะการังโดยการย้ายปลูกปะการังชนิดต่างๆ จากแปลงอนุบาลไปยังบริเวณเสื่อมโทรม | REEFRES<br>โครงการฟื้นฟูปะการัง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง | พ.ศ.2551 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะแรด จังหวัดภูเก็ต | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน | - ทดลองการย้ายปลูกปะการังชนิดต่างๆ ในบริเวณที่มีน้ำขุ่น และบริเวณที่มีการก่อสร้างมารีน่า เพื่อช่วยลดการตายของปะการังจากการขุดลอก | ภาคเอกชน/โครงการฟื้นฟูปะการัง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง | พ.ศ.2550 - พ.ศ. 2551 |
| หน้าหาดพาราไดส์ อ่าวป่าตอง จังหวัดภูเก็ต (อ่าวป่าตอง) | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ร่วมกับนักดำน้ำอาสาสมัคร | - ฟื้นฟูปะการังเขากวางที่แตกหักจากสึนามิ โดยยึดกับอิฐบล็อกซีเมนต์โดยใช้ปูนซีเมนต์แห้งเร็ว | UNDP | เมษายน พ.ศ.2548 - เมษายน พ.ศ. 2549 |
| เกาะราชาใหญ่ จังหวัดภูเก็ต | Reef Ball Foundation ร่วมกับภาคเอกชน | - จัดวางโครงสร้าง Reef Ball ขนาดต่างๆ | ภาคเอกชน | พ.ศ.2547 |
| เกาะไข่ใน จังหวัดพังงา | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน | - วางแท่งคอนกรีตรูปสามเหลี่ยมซับซ้อน 400 ก้อน | โครงการบริหารจัดการทรัพยากร ทรัพยากรธรรมชาติอ่าวพังงา | พ.ศ.2547 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| อ่าวโละลานา เกาะพีพีดอน จังหวัดกระบี่ | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ร่วมกับนักดำน้ำอาสาสมัคร | - ฟื้นฟูปะการังเขากวางที่แตกหักจากสึนามิ โดยยึดกับอิฐบล็อกซีเมนต์โดยใช้ปูนซีเมนต์แห้งเร็ว | UNDP/โครงการฟื้นฟูปะการัง | เมษายน พ.ศ.2548 - เมษายน พ.ศ. 2549 |
| เกาะไผ่ จังหวัดกระบี่ | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ร่วมกับนักวิจัยจาก Nation Institute of Oceanography ประเทศอิสราเอล | - ทดลองย้ายปลูกปะการังจากแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำลงในพื้นที่แนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากสึนามิ | REEFRES | พ.ศ.2549 |
| เกาะพีพีเล จังหวัดกระบี่ | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ร่วมกับชมรมดำน้ำและผู้ประกอบการภาคเอกชน | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำอนุบาลกิ่งพันธุ์ปะการังเขากวางบริเวณเกาะพีพีเล ประจำปีพ.ศ.2549 จำนวน 1,200 กิ่ง<br>- ร่วมจัดกิจกรรมย้ายปลูกปะการังเขากวางจากแปลงอนุบาลกิ่งพันธุ์ปะการังไปไว้บนปะการังเทียม และแนวปะการังธรรมชาติ | ชมรมดำน้ำภาคเอกชน | พ.ศ.2549 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะพีพีเล จังหวัดกระบี่ (ต่อ) | | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำอนุบาลปะการังชนิดต่างๆ ประจำปีพ.ศ.2550 จำนวน 1,200 กิ่ง | โครงการฟื้นฟูปะการัง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง/ภาคเอกชน | พ.ศ.2550 |
| | | - จัดกิจกรรมย้ายปลูกปะการังเฉลิมพระเกียรติฯ เพื่อฟื้นฟูแนวปะการังเสื่อมโทรม จำนวน 1,100 กิ่ง | โครงการฟื้นฟูปะการัง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง/ภาคเอกชน | พ.ศ.2551 |
| | | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำอนุบาลปะการังชนิดต่างๆ ประจำปีพ.ศ.2551 จำนวน 1,200 กิ่ง | REEFRES | |
| | | - จัดกิจกรรมย้ายปลูกปะการังประจำปี พ.ศ. 2551 โดยย้ายปลูกปะการังจำนวน 540 กิ่ง และย้ายปะการังที่พร้อมใช้ในการย้ายปลูกไปไว้ในพื้นที่อื่นชั่วคราว เพื่อเตรียมแปลงอนุบาลสำหรับอนุบาลกิ่งปะการังในปีต่อไป | | |
| | | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำ อนุบาลปะการังชนิดต่างๆประจำปีพ.ศ.2552 | โครงการเพิ่มภูมิต้านทานให้กับระบบนิเวศปะการังโดยใช้เทคนิคการฟื้นฟู กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง/ภาคเอกชน | พ.ศ.2552 |
| | | - ดำเนินการย้ายปลูกปะการัง จากแปลงอนุบาลปะการัง | | |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก2** (ต่อ)

| สถานที่ | หน่วยงานที่ดำเนินการ | วิธีการ/กิจกรรม | แหล่งที่มา/จำนวนงบประมาณ | ปีที่เริ่มดำเนินงาน |
|---|---|---|---|---|
| เกาะพีพีดอน และเกาะยูง ในหมู่เกาะพีพี | สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ร่วมกับผู้ประกอบการภาคเอกชน | - จัดทำแปลงอนุบาลปะการังแบบกลางน้ำอนุบาลปะการังเขากวางบริเวณเกาะพีพีดอน จำนวน 750 กิ่ง<br>- ทดลองเปรียบเทียบอัตรารอดของปะการังที่อนุบาลในแปลงอนุบาลและปะการังที่ย้ายปลูกโดยตรง บริเวณอ่าวโล๊ะบาเกา และเกาะยูง | โครงการฟื้นฟูปะการัง โครงการเพิ่มภูมิต้านทานให้กับระบบนิเวศปะการังโดยใช้เทคนิคการฟื้นฟู กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง/ภาคเอกชน | พ.ศ.2551 |
| เกาะไผ่ จังหวัดกระบี่ เกาะกระดาน จังหวัดตรัง เกาะยาง จังหวัดสตูล | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง | - ใช้ชิ้นส่วนปะการังติดกับอิฐบล็อกซีเมนต์ โดยใช้พลาสติกรัดสายไฟ(cable tie) | | พ.ศ.2545 - พ.ศ. 2549 |
| เกาะดง และเกาะยาง (หมู่เกาะอาดัง-ราวี) จังหวัดสตูล | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ | - ฟื้นฟูปะการังเขากวางที่แตกหักจากสึนามิ โดยยึดกับอิฐบล็อกซีเมนต์โดยใช้ปูนซีเมนต์แห้งเร็ว | | พ.ศ.2548 |

**ที่มา**: สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2552)



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

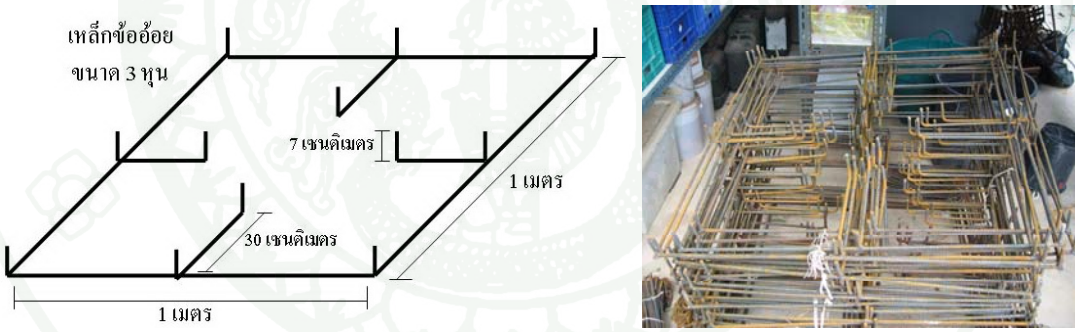
## รายละเอียดอุปกรณ์

**1. อุปกรณ์การวิจัย**

1.1 แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Iron Plate) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1.1.1 แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Iron Plate)

โครงสร้างเป็นเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.525 มิลลิเมตร (3 หุน) รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร (ดัดแปลงมาจาก นลินี, 2551) ขนาดของเหล็กที่ยื่นไปตรงกลาง ยาว 30 เซนติเมตร เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับชิ้นส่วนปะการังเจริญเติบโตในระยะยาว แกนเหล็กที่ใช้ติดกับชิ้นส่วนปะการังเขากวาง ยาว 7 เซนติเมตร ติดชิ้นส่วนปะการังเขากวางได้ 12 กิ่งต่อแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม




**ภาพผนวกที่ ก1** แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Iron Plate)

1.1.2 แท่งเหล็กแบบตะขอ (Iron Bar)

โครงสร้างเป็นเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.525 มิลลิเมตร (3 หุน) ยาว 30 เซนติเมตร ปลายแหลม ส่วนที่เป็นตะขอ ยาว 7 เซนติเมตร ทำหน้าที่ยึดแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (ภาพผนวกที่ ก1) กับพื้นทรายให้มั่นคง โดยแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม 1 อัน ใช้แท่งเหล็กแบบตะขอ 2-4 แท่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพผนวกที่ ก2** แท่งเหล็กแบบตะขอ (Iron Bar)

1.2 Coral Ball แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1.2.1 Coral Ball

โครงสร้างทำมาจากปูนซีเมนต์เสริมโครงเหล็ก รูปทรงกลมผ่าครึ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.7 เมตร หนา 1.5 นิ้ว ดัดแปลงมาจาก Reef Ball (Reef Ball Foundation, 2010) ผิวด้านนอกมีลักษณะหยาบ บริเวณฐานมีที่จับเป็นห่วงเหล็ก 6 ห่วง ใช้ในการเคลื่อนย้าย มีจำนวนช่องสำหรับใส่กระถางดินเผาที่มีชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ 30 ช่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อง 2.5 นิ้ว แต่ละช่องมีรัศมีระยะห่างยาว 15-20 เซนติเมตร เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับชิ้นส่วนปะการังเจริญเติบโตในระยะยาว โดยออกแบบรูปทรงของ Coral Ball ให้มีพื้นที่ปะทะกระแสน้ำน้อยที่สุด และช่องใส่กระถางดินเผาแถวล่างสุด อยู่เหนือจากฐาน สูง 20 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการจมตัวของ Coral Ball ลงในพื้นทราย และไม่ให้ชิ้นส่วนปะการังจมลงในพื้นทราย (จันทร์เพ็ญ, 2544) เจาะรูบริเวณด้านบนสุดของ Coral Ball และบริเวณที่จับ เพื่อให้จมน้ำได้ง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพผนวกที่ ก3** Coral Ball

1.2.2 กระถางดินเผาติดกับ Coral Ball

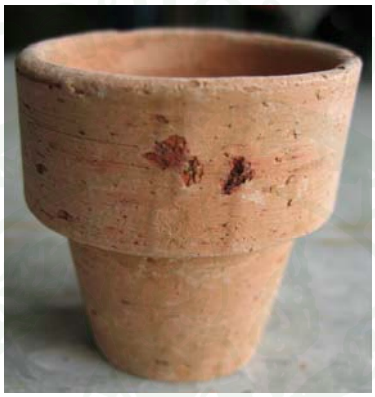
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปาก 2.5 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 1.5 นิ้ว สูง 2.5 นิ้ว ใช้สำหรับติดกับ Coral Ball (ภาพผนวกที่ ก3) เพื่อรองรับกระถางดินเผาที่มีชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ (ภาพผนวกที่ ก5) โดยเจาะรูด้านข้างรอบกระถาง 4 รู และฐานกระถาง 1 รู เพื่อให้จมน้ำได้ง่าย

**ภาพผนวกที่ ก4** กระถางดินเผาติดกับ Coral Ball

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.3 กระถางดินเผาที่ใช้สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปาก 1.8 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 1 นิ้ว สูง 1.8 นิ้ว มีขนาดเล็กกว่ากระถางดินเผาที่ติดกับ Coral Ball (ภาพผนวกที่ ก4) ใช้สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ



**ภาพผนวกที่ ก5** กระถางดินเผาที่ใช้สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ

1.2.4 ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว

ใช้ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว ยี่ห้อ SIKA - 102 (Waterplug) ในการยึดติดชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำกับกระถางดินเผา (ภาพผนวกที่ ก5)

**ภาพผนวกที่ ก6** ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 แปลงอนุบาลกลางน้ำ (Mid-Water Nursery) แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1.3.1 ฐาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1.3.1.1 ฐานคอนกรีต

หล่อด้วยปูนซีเมนต์ใส่ลงในถังขนมปี๊บ ที่จับฐานคอนกรีตทำมาจากเชือกใยยัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ผูกเป็นปมที่ปลาย เพื่อเพิ่มความแข็งแรง

**ภาพผนวกที่ ก7** ฐานคอนกรีต และเชือกใยยัก

1.3.1.2 สมอทราย

โครงสร้างทำมาจากสเตนเลส (stainless steel) ผูกตรึงกับฐานคอนกรีตด้วยเชือกใยยัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ใช้ในการช่วยยึดฐานคอนกรีตกับพื้นทรายให้มั่นคง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพผนวกที่ ก8** สมอทราย

1.3.2 แท่นรองรับแปลงอนุบาล

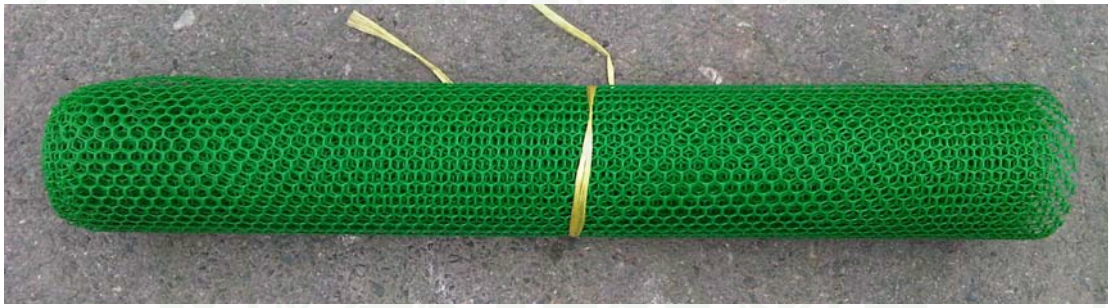
โครงสร้างเป็นท่อพลาสติกพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว กว้าง 94 เซนติเมตร ยาว 140 เซนติเมตร เจาะรูเพื่อให้จมน้ำได้ง่าย ผูกปลายทั้ง 2 ด้านด้วยเชือกใยยัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ใช้สำหรับผูกตรึงกับฐานคอนกรีต แท่นรองรับแปลงอนุบาลสามารถรองรับแปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก11) ได้ 2 แปลงต่อแท่น

**ภาพผนวกที่ ก9** แท่นรองรับแปลงอนุบาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.3 แปลงอนุบาล

โครงสร้างเป็นท่อพลาสติกพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว กว้าง 65 เซนติเมตร ยาว 84 เซนติเมตร เจาะรูเพื่อให้จมน้ำได้ง่าย โดยใช้ตะแกรงพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตาข่าย 9 มิลลิเมตร (3 หุน หรือเบอร์ 28) สำหรับชิ้นส่วนปะการังเขากวาง และตะแกรงพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตาข่าย 12 มิลลิเมตร (4 หุน หรือเบอร์ 30) สำหรับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ ติดตะแกรงพลาสติกกับแปลงอนุบาลด้วยพลาสติกรัดสายไฟ แล้วนำไปยึดติดกับแท่นรองรับแปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก9) ด้วยพลาสติกรัดสายไฟ แปลงอนุบาลสามารถติดชิ้นส่วนปะการังได้ 50 กิ่งต่อแปลงอนุบาล



**ภาพผนวกที่ ก10** ตะแกรงพลาสติก

**ภาพผนวกที่ ก11** แปลงอนุบาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.4 สายยางพลาสติก

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.525 มิลลิเมตร (3 หุน หรือ 3/8 นิ้ว) ยาว 5 เซนติเมตร สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังเขากวาง ตัดปลายสายยางเป็นแนวเฉียงประมาณ 45° เพื่อความสะดวกในการเสียบติดกับแปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก11)

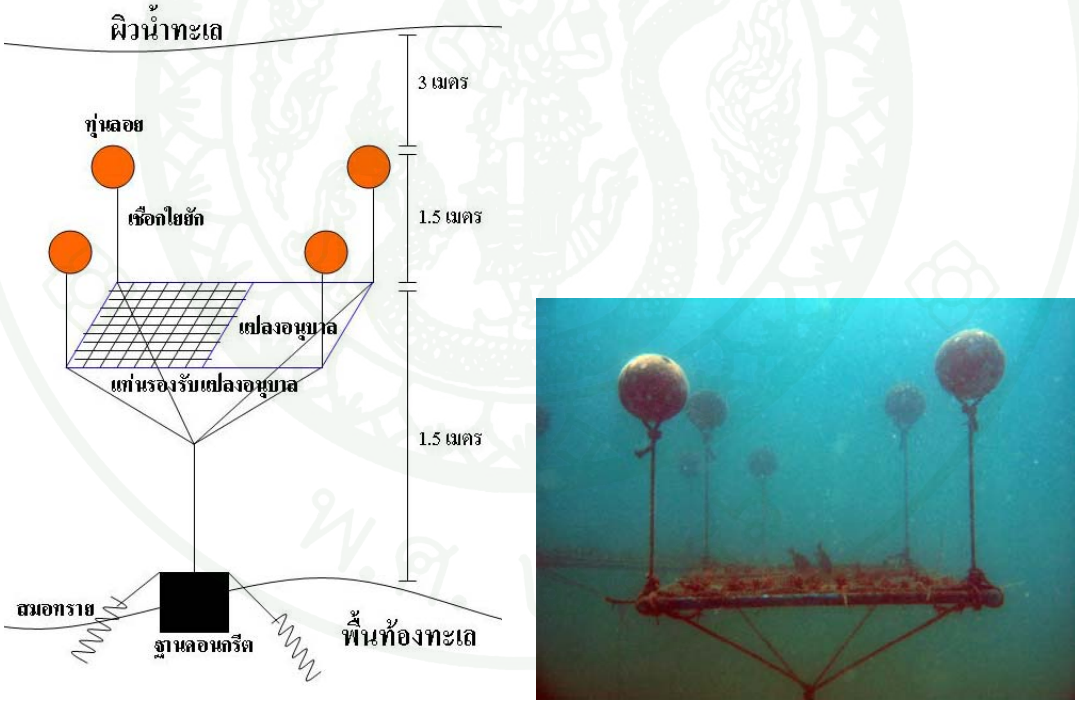
**ภาพผนวกที่ ก12** สายยางพลาสติก

1.3.5 ทุ่นลอย

ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ผูกกับเชือกใยยักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร แล้วนำไปผูกติดกับแท่นรองรับแปลงอนุบาล (ภาพผนวกที่ ก 9) ใช้สำหรับพยุงแปลงอนุบาลกลางน้ำให้ลอย (ภาพผนวกที่ ก14) โดยใช้ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม 4 ทุ่นต่อแท่นรองรับแปลงอนุบาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพผนวกที่ ก13** ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว



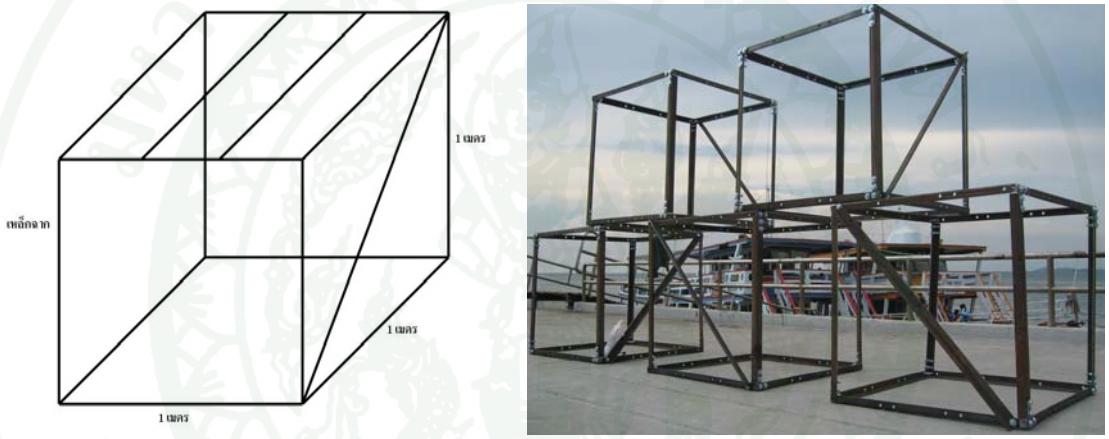

**ภาพผนวกที่ ก14** แปลงอนุบาลกลางน้ำ (Mid-Water Nursery)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 โครงเหล็กบ้านปลา (Iron Fish Home Nursery) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1.4.1 โครงเหล็กบ้านปลา (Iron Fish Home)

โครงสร้างเป็นเหล็กฉาก หนา 0.5 เซนติเมตร รูปทรงลูกบาศก์สี่เหลี่ยม (cubic) กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร สูง 1 เมตร ดัดแปลงมาจากแท่งคอนกรีตบล็อกสี่เหลี่ยม รูปทรง hollow cubic (ปิ่นสักก์, 2551ข) สามารถแยกเป็นชิ้นส่วนได้ แล้วนำมาประกอบกันด้วยน๊อต เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนย้าย เคลื่อนย้ายสะดวก และประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ

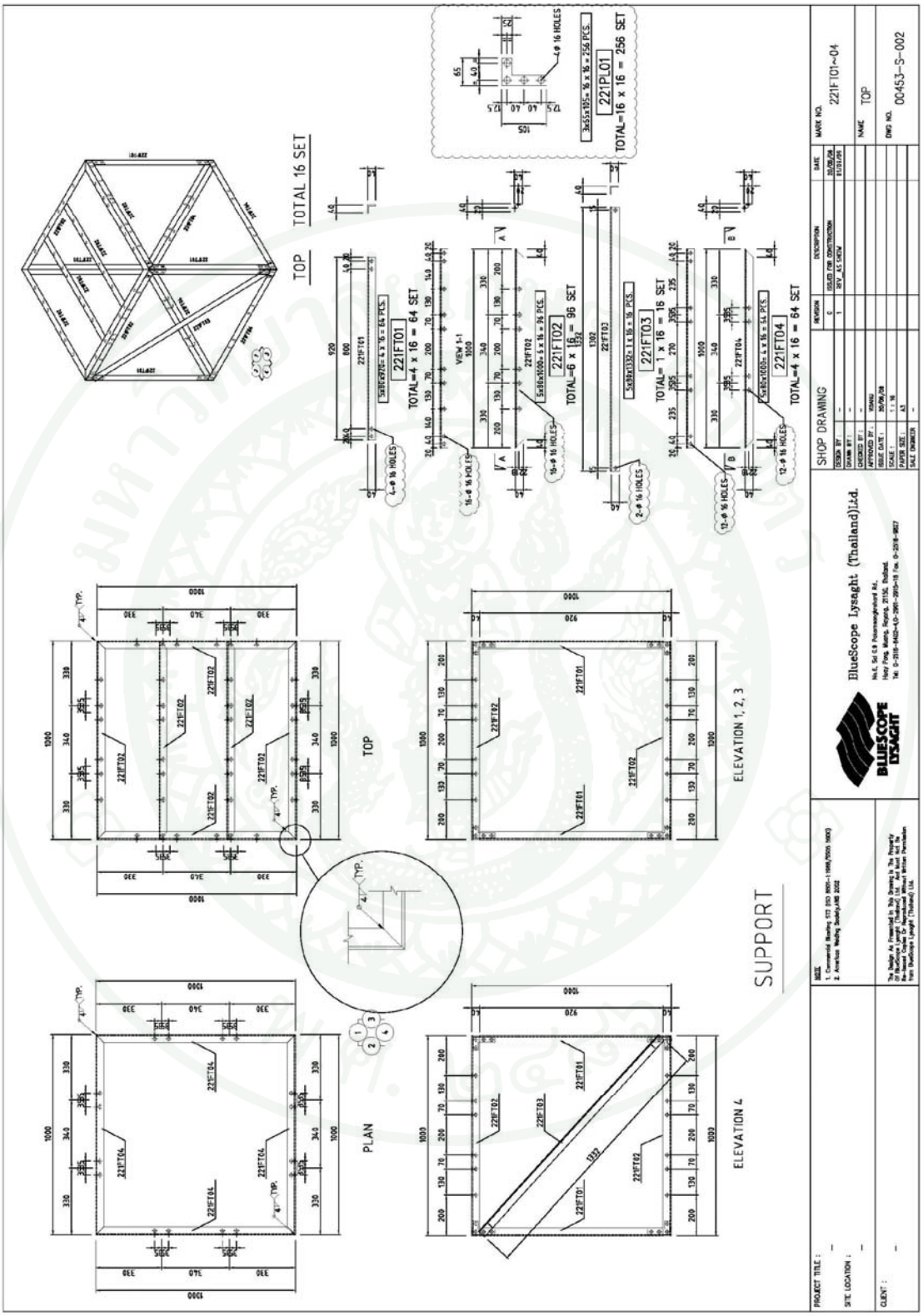



**ภาพผนวกที่ ก15** โครงเหล็กบ้านปลา (Iron Fish Home)

1.4.2 แปลงอนุบาล

ใช้โครงสร้างและขนาดเดียวกันกับที่กล่าวในภาคผนวก ก ข้อ 1.3.3 จากนั้นนำแปลงอนุบาลวางด้านบนของโครงเหล็กบ้านปลา และยึดติดด้วยพลาสติกรัดสายไฟ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพผนวกที่ ก16** แบบโครงเหล็กบ้านปลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**2. อุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม**

2.1 อุณหภูมิน้ำทะเล และความเข้มแสง

**ภาพผนวกที่ ก17** เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ Pendant Temp-Light Data Logger ยี่ห้อ HOBO รุ่น UA-002-08 และเครื่องอ่านข้อมูล Optic USB Base Station ยี่ห้อ HOBO รุ่น Base-U-1

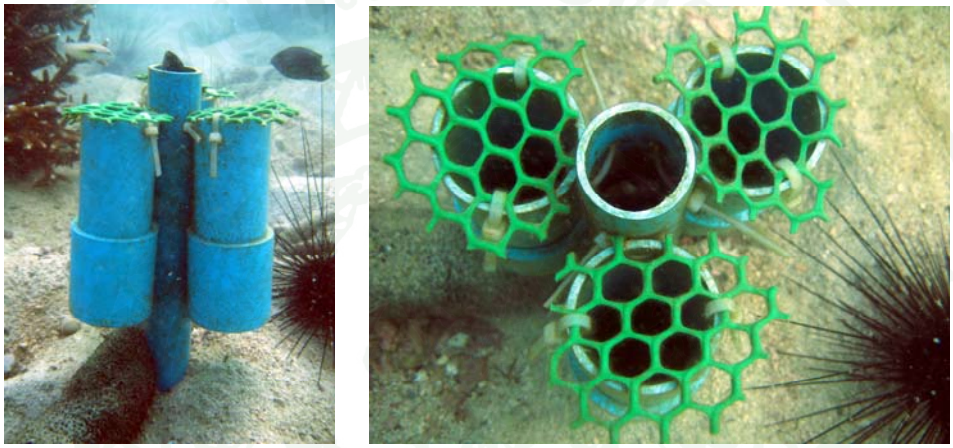
2.2 ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล

**ภาพผนวกที่ ก18** เครื่องมือวัดค่าความเค็ม (Refractometer)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ขวดดักตะกอน (Sediment Trap)

โครงสร้างเป็นท่อพลาสติกพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร (English *et al*., 1997; Hill and Wilkinson, 2004) ปิดด้านล่างด้วยฝาครอบ ส่วนด้านบนปิดด้วยตะแกรงพลาสติก เพื่อป้องกันสิ่งมีชีวิตเข้าไปในขวดดักตะกอน แกนกลางทำมาจากท่อพลาสติกพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 50 เซนติเมตร



**ภาพผนวกที่ ก19** ขวดดักตะกอน (Sediment Trap)

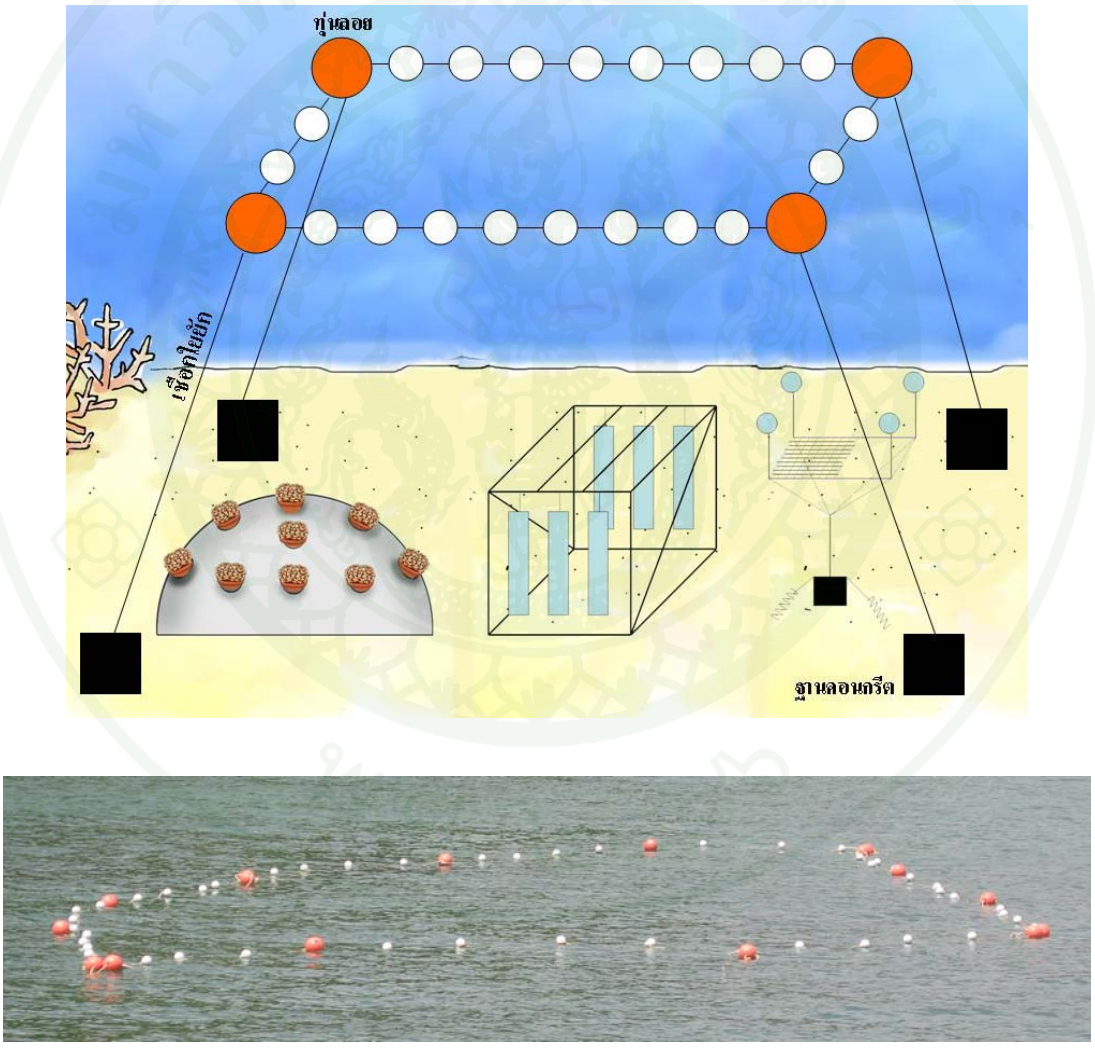
ตู้อบ เครื่องชั่งน้ำหนัก

**ภาพผนวกที่ ก20** อุปกรณ์ในการหาน้ำหนักแห้งของตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**3. ทุ่นล้อมพื้นที่ทำการศึกษา**

ใช้เชือกใยยัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ยาว 15 เมตร ผูกติดกับทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว (สีส้ม) (ภาพผนวกที่ ก13) ทุก 5 เมตร และทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว (สีขาว) ทุก 1 เมตร จำนวน 4 เส้น ผูกติดกับฐานคอนกรีต (ภาพผนวกที่ ก7) เพื่อป้องกันไม่ให้เรือเข้ามาทอดสมอบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา รวมถึงซ่อมแซมทุ่นล้อมให้มีสภาพใช้งานได้




**ภาพผนวกที่ ก21** ทุ่นล้อมพื้นที่ทำการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูปะการัง

พงศ์ธีระ (2545) ได้สรุป ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังให้กลับคืนมา โดยมีหลักคิดมูลค่าของปะการังที่สูญเสียไปตามหลักการประเมินของ Replacement Cost (Cesar, 2000) โดยมูลค่าของปะการังที่สูญเสียไป หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อนำปะการังกลับมาให้เหมือนเดิม มูลค่าที่ประเมินนี้เป็นมูลค่าขั้นต่ำ ซึ่งยังไม่ได้ประเมินมูลค่าที่เกิดขึ้นจากการสูญเสียในส่วนอื่นๆ และยังไม่ได้คำนวณถึงอัตราการรอดของปะการังที่ทำการย้ายปลูก โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

มูลค่าของปะการัง = (ค่าใช้จ่ายในการปลูกย้ายปะการังใหม่ + ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาประจำปีจนกว่าปะการังจะมีขนาดเท่าเดิม) x ขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

แนวทางในการคิดค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการัง อ้างอิงค่าใช้จ่ายจากการศึกษาการย้ายปลูกปะการังของกองทัพเรือ โดยคิดตามระดับของความสมบูรณ์ของแนวปะการังในแต่ละบริเวณตามการแบ่งระดับความสมบูรณ์ของแผนที่แนวปะการังของกรมประมง (หรรษา และคณะ, 2542ก, 2542ข) ซึ่งแบ่งความสมบูรณ์ของแนวปะการังออกเป็น 5 ระดับ เพื่อให้เห็นค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังใหม่ และค่าใช้จ่ายในการติดตามผล การดูแล และการย้ายปลูกปะการังเพิ่มเติมจากการย้ายปลูกปะการังเริ่มต้นในพื้นที่นั้นๆ โดยคิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการดูแลประจำปี = ร้อยละ 10 ของจำนวนเงินที่ใช้ในการย้ายปลูกในแต่ละบริเวณ x ระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นฟู

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการย้ายปลูกปะการัง และค่าใช้จ่ายในการติดตามผล การดูแล การย้ายปลูกปะการังเพิ่มเติม เพื่อการฟื้นฟูแนวปะการังในครั้งหนึ่งๆ เป็นดังตารางผนวกที่ ก3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก3** ค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการังและการดูแลรักษาของกองทัพเรือ

| สภาพแนวปะการัง | ค่าใช้จ่ายในการย้ายปลูกปะการัง (บาทต่อ 100 ตารางเมตร) | ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา (บาทต่อ 100 ตารางเมตรต่อปี) |
|---|---|---|
| สมบูรณ์มาก | 230,100 | 23,010 |
| สมบูรณ์ | 210,100 | 21,010 |
| สมบูรณ์ปานกลาง | 180,100 | 18,010 |
| เสื่อมโทรม | 170,100 | 17,010 |
| เสื่อมโทรมมาก | 160,100 | 16,010 |

**ที่มา**: พงศ์ธีระ (2545)

นลินี และคณะ (2546) สรุปค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง ไว้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูแนวปะการัง = (ค่าวัสดุอุปกรณ์ + ค่าเรือและแรงงานในการดำเนินการ + ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาจนกว่าปะการังมีการฟื้นตัว) x พื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ก4** อัตราการตกตะกอนระดับต่างๆที่มีผลกระทบต่อปะการัง

| อัตราการตกตะกอน (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) | ระดับของผลกระทบต่อปะการัง |
|---|---|
| 10-100 | เล็กน้อย – ปานกลาง |
| | - ความอุดมสมบูรณ์ลดลง |
| | - มีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของปะการัง |
| | - อัตราการเจริญเติบโตลดลง |
| | - อาจลดอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง |
| | - จำนวนชนิดอาจลดลง |
| 100-500 | ปานกลาง – รุนแรง |
| | - ความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างมาก |
| | - อัตราการเจริญเติบโตลดลงอย่างมาก |
| | - ปะการังมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรง |
| | - อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังลดลง |
| | - จำนวนชนิดลดลง |
| | - อาจมีการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตอื่นๆที่ทนต่อสภาพดังกล่าวได้ |
| > 500 | รุนแรง – วิกฤต |
| | - ความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างรุนแรง |
| | - เกิดความเสื่อมโทรมในแนวปะการัง |
| | - มีการตายเกิดขึ้นในปะการังหลายชนิด |
| | - อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังลดลงอย่างมาก |
| | - การสืบพันธุ์ช้าลงหรือหยุดการสืบพันธุ์ |
| | - เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่โดยสิ่งมีชีวิตอื่น |

**ที่มา**: ชนม์ (2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาคผนวก ข**

ผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข1** ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์การวิจัย

| รายการ | ราคา (บาท) | หน่วย |
|---|---|---|
| 1. การสำรวจพื้นที่ทำการศึกษา | | |
| 1.1 เทปวัดระยะ | 450 | 1 อัน |
| 1.2 ตะปูคอนกรีต | 40 | 1 อัน |
| 2. เตรียมชิ้นส่วนปะการัง | | |
| 2.1 คีมปากยาว | 49 | 1 อัน |
| 2.2 ถังน้ำพลาสติก | 70 | 1 ถัง |
| 2.3 กะละมังพลาสติก | 69 | 1 อัน |
| 2.4 ตะกร้าพลาสติก | 67 | 1 ตะกร้า |
| 2.5 ตะกร้าพลาสติกแบบมีฝาเปิด-ปิด | 150 | 1 ตะกร้า |
| 2.6 สเปรย์ฉีดน้ำ (Foggy) | 40 | 1 อัน |
| 2.7 ผงคลอรีน | 90 | 1 กระปุก |
| 2.8 ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่าง | 65 | 12 ขวด |
| 3. อุปกรณ์การวิจัย | | |
| 3.1 แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | | |
| 3.1.1 แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | 170 | 1 อัน |
| 3.1.2 แท่งเหล็กแบบตะขอ | 15 | 1 อัน |
| 3.2 Coral Ball | | |
| 3.2.1 Coral Ball | 7,500 | 1 ลูก |
| 3.2.2 กระถางดินเผาติดกับ Coral Ball | 5 | 1 กระถาง |
| 3.2.3 กระถางดินเผาที่ใช้สำหรับใส่ชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ | 4 | 1 กระถาง |
| 3.2.4 ปูนซีเมนต์แบบผสม | 95 | 1 กระสอบ |
| 3.2.5 ปูนซีเมนต์แบบแห้งเร็ว (SIKA) | 669 | 1 กระปุก (4.5 กิโลกรัม) |
| 3.2.6 สเก้น | 62 | |
| 3.3 แปลงอนุบาลกลางน้ำ | | |
| 3.3.1 เชือกใยยัก ขนาด 10 มิลลิเมตร | 715 | 200 เมตร |
| 3.3.2 ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาด 8 นิ้ว | 54 | 1 ทุ่น |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข1** (ต่อ)

| รายการ | ราคา (บาท) | หน่วย |
|---|---|---|
| 3.3.3 ฐานคอนกรีต | 400 | 1 ฐาน |
| 3.3.4 สมอทราย 1.5 กิโลกรัม | 600 | 1 อัน |
| 3.3.5 แท่นรองรับแปลงอนุบาล | 214 | 1 แท่น |
| 3.3.5.1 ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว ยาว 94 เซนติเมตร | 24 | 1 ท่อ |
| 3.3.5.2 ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว ยาว 70 เซนติเมตร | 18 | 1 ท่อ |
| 3.3.5.3 ข้องอ 90 องศา ขนาด 1 นิ้ว | 10 | 1 ท่อ |
| 3.3.5.4 ข้อสามทาง ขนาด 1 นิ้ว | 15 | 1 ท่อ |
| 3.3.6 แปลงอนุบาล | 116 | 1 แปลง |
| 3.3.6.1 ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว ยาว 84 เซนติเมตร | 13 | 1 ท่อ |
| 3.3.6.2 ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว ยาว 65 เซนติเมตร | 10 | 1 ท่อ |
| 3.3.6.3 ข้องอ 90 องศา ขนาด 1/2 นิ้ว | 5 | 1 ท่อ |
| 3.3.6.4 ตะแกรงพลาสติก 9 มิลลิเมตร | 50 | 1 ตารางเมตร |
| 3.3.6.5 ตะแกรงพลาสติก 12 มิลลิเมตร | 50 | 1 ตารางเมตร |
| 3.3.7 สายยางพลาสติก ขนาด 3/8 นิ้ว | 8 | 1 เมตร |
| 3.3.8 กาวทาท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 100 กรัม | 50 | 1 กระปุก |
| 3.3.9 กาวตราช้าง ขนาด 3 กรัม | 25 | 1 หลอด |
| 3.4 โครงเหล็กบ้านปลา | | |
| 3.4.1 โครงเหล็กบ้านปลา | 1,000 | 1 โครง |
| 3.4.2 แปลงอนุบาล | 116 | 1 แปลง |
| 4. อุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม | | |
| 4.1 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ Pendant Temp-Light Data Logger ยี่ห้อ HOBO รุ่น UA-002-08 | 2,000 | 1 เครื่อง |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข1** (ต่อ)

| รายการ | ราคา (บาท) | หน่วย |
|---|---|---|
| 4.2 เครื่องอ่านข้อมูล Optic USB Base Station ยี่ห้อ HOBO รุ่น Base-U-1* | 3,500 | 1 เครื่อง |
| 4.3 ขวดดักตะกอน | | |
| 4.3.1 ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 11.5 เซนติเมตร | 6 | 1 ท่อ |
| 4.3.2 ฝาครอบท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1.5 นิ้ว | 15 | 1 ท่อ |
| 4.3.3 ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว ยาว 50 เซนติเมตร | 13 | 1 ท่อ |
| 5. อุปกรณ์อื่นๆ | | |
| 5.1 เครื่องพิมพ์ป้ายหมายเลข ยี่ห้อ DYMO | 200 | 1 อัน |
| 5.2 ป้ายหมายเลข ยี่ห้อ DYMO | 46 | 1 อัน |
| 5.3 พลาสติกรัดสายไฟ ขนาด 250 มิลลิเมตร (10 นิ้ว) (รัดตะแกรง) | 100 | 1 ถุง มี 100 ชิ้น |
| 5.4 พลาสติกรัดสายไฟ ขนาด 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) (รัดปะการัง) | 50 | 1 ถุง มี 100 ชิ้น |
| 5.5 พลาสติกรัดสายไฟ ขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) (รัดปะการัง) | 40 | 1 ถุง มี 100 ชิ้น |
| 5.6 ลวดสายโทรศัพท์ | 5 | 1 เมตร |
| 5.7 เวอร์เนีย คาร์ลิปเปอร์ | 50 | 1 อัน |
| 5.8 ทุ่นลอยพลาสติกทรงกลม ขนาด 4.5 นิ้ว | 6 | 1 ทุ่น |

**หมายเหตุ**: * เครื่องอ่านข้อมูล 1 เครื่อง สามารถอ่านข้อมูลเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติได้ไม่จำกัดจำนวนเครื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข2** อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย ( ˚C) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา

| เดือน / ปีพ.ศ. | อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย (องศาเซลเซียส : ˚C) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | เฉลี่ย |
| กันยายน 2552 | 30.28 | 30.25 | 30.33 | 30.23 | - | 30.27 |
| ตุลาคม 2552 | 29.88 | 29.84 | 29.87 | 29.91 | - | 29.88 |
| พฤศจิกายน 2552 | 29.18 | 29.13 | 29.15 | 29.12 | - | 29.15 |
| ธันวาคม 2552 | 28.48 | 28.41 | 28.48 | 28.46 | - | 28.46 |
| มกราคม 2553 | 28.82 | 28.80 | 28.95 | 28.93 | 28.73 | 28.85 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 29.23 | 29.24 | - | - | 29.28 | 29.25 |
| มีนาคม 2553 | 29.93 | 29.88 | - | - | 29.98 | 29.93 |
| เมษายน 2553 | 30.87 | 30.81 | - | - | 30.90 | 30.86 |
| พฤษภาคม 2553 | 31.80 | 31.86 | - | - | 31.81 | 31.82 |
| มิถุนายน 2553 | 31.71 | 31.62 | - | - | 31.65 | 31.66 |
| กรกฎาคม 2553 | 31.06 | 31.13 | - | - | 31.10 | 31.10 |
| สิงหาคม 2553 | 30.31 | 30.39 | - | - | 30.37 | 30.36 |
| กันยายน 2553 | 30.42 | 30.48 | - | - | 30.47 | 30.46 |
| ตุลาคม 2553 | 30.38 | 30.47 | - | - | 30.43 | 30.43 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข2** (ต่อ)

| เดือน / ปีพ.ศ. | อุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ย (องศาเซลเซียส : °C) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | เฉลี่ย |
| พฤศจิกายน 2553 | 28.24 | 28.29 | - | - | 28.38 | 28.30 |
| ธันวาคม 2553 | 28.32 | 28.34 | - | - | 28.47 | 28.38 |
| มกราคม 2554 | 27.82 | 27.85 | - | - | 27.98 | 27.88 |
| กุมภาพันธ์ 2554 | 27.76 | 27.8 | - | - | 27.93 | 27.83 |
| เฉลี่ย 18 เดือน | 29.69 | 29.70 | 29.36 | 29.33 | 29.82 | 29.67 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข3** อุณหภูมิน้ำทะเลสูงสุด - ต่ำสุด ( ˚C) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา

| เดือน / ปีพ.ศ. | อุณหภูมิน้ำทะเล (องศาเซลเซียส : ˚C) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | | Coral Ball | | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | | โครงเหล็กบ้านปลา | | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | |
| | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด |
| กันยายน 2552 | 31.37 | 29.55 | 31.27 | 29.55 | 31.37 | 29.55 | 31.27 | 29.55 | - | - |
| ตุลาคม 2552 | 30.76 | 29.05 | 30.76 | 29.05 | 30.76 | 29.05 | 30.86 | 28.95 | - | - |
| พฤศจิกายน 2552 | 30.56 | 27.86 | 30.36 | 27.67 | 30.46 | 27.76 | 30.46 | 27.76 | - | - |
| ธันวาคม 2552 | 29.25 | 27.37 | 29.05 | 27.57 | 29.35 | 27.67 | 29.25 | 27.47 | - | - |
| มกราคม 2553 | 29.65 | 27.86 | 29.65 | 28.06 | 29.55 | 28.66 | 29.45 | 28.66 | 29.65 | 27.96 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 30.05 | 28.46 | 29.95 | 28.56 | - | - | - | - | 30.15 | 28.46 |
| มีนาคม 2553 | 31.06 | 29.15 | 30.86 | 29.35 | - | - | - | - | 31.17 | 29.45 |
| เมษายน 2553 | 31.98 | 29.95 | 31.78 | 29.95 | - | - | - | - | 32.09 | 29.95 |
| พฤษภาคม 2553 | 32.60 | 31.17 | 32.60 | 31.06 | - | - | - | - | 32.60 | 31.17 |
| มิถุนายน 2553 | 33.33 | 31.17 | 33.12 | 31.06 | - | - | - | - | 33.33 | 31.06 |
| กรกฎาคม 2553 | 32.19 | 30.15 | 31.88 | 30.26 | - | - | - | - | 32.19 | 30.15 |
| สิงหาคม 2553 | 31.17 | 29.65 | 31.17 | 29.75 | - | - | - | - | 31.27 | 29.65 |
| กันยายน 2553 | 31.37 | 29.65 | 31.37 | 29.75 | - | - | - | - | 31.37 | 29.75 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข3** (ต่อ)

| เดือน / ปีพ.ศ. | อุณหภูมิน้ำทะเล (องศาเซลเซียส : °C) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | | Coral Ball | | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | | โครงเหล็กบ้านปลา | | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | |
| | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด | สูงสุด | ต่ำสุด |
| ตุลาคม 2553 | 31.47 | 28.95 | 31.47 | 28.95 | - | - | - | - | 31.47 | 28.95 |
| พฤศจิกายน 2553 | 29.15 | 27.27 | 29.25 | 27.27 | - | - | - | - | 29.25 | 27.47 |
| ธันวาคม 2553 | 28.95 | 27.67 | 29.05 | 27.67 | - | - | - | - | 29.15 | 27.76 |
| มกราคม 2554 | 28.26 | 27.47 | 28.46 | 27.27 | - | - | - | - | 28.66 | 27.37 |
| กุมภาพันธ์ 2554 | 28.06 | 27.37 | 28.26 | 27.37 | - | - | - | - | 28.36 | 27.47 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข4** ความเข้มแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00 น. (ลักซ์) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา

| เดือน / ปีพ.ศ. | ความเข้มแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00 น. (ลักซ์ : lux) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | เฉลี่ย |
| กันยายน 2552 | 8,199.76 | 6,722.09 | 10,740.03 | 10,429.07 | - | 9,022.74 |
| ตุลาคม 2552 | 6,166.70 | 5,431.28 | 5,966.01 | 6,469.49 | - | 6,008.37 |
| พฤศจิกายน 2552 | 5,983.32 | 6,612.30 | 5,888.61 | 5,859.18 | - | 6,085.85 |
| ธันวาคม 2552 | 5,034.67 | 5,935.97 | 6,320.59 | 5,780.95 | - | 5,768.05 |
| มกราคม 2553 | 5,506.63 | 5,253.85 | 2,238.92 | 3,787.72 | 6,065.24 | 4,570.47 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 10,234.99 | 8,131.40 | - | - | 9,878.24 | 9,414.88 |
| มีนาคม 2553 | 13,802.18 | 9,933.40 | - | - | 13,022.66 | 12,252.75 |
| เมษายน 2553 | 12,612.10 | 11,777.21 | - | - | 12,819.15 | 12,402.82 |
| พฤษภาคม 2553 | 9,393.45 | 7,960.13 | - | - | 10,360.48 | 9,238.02 |
| มิถุนายน 2553 | 12,407.97 | 8,464.43 | - | - | 11,418.41 | 10,763.60 |
| กรกฎาคม 2553 | 8,726.79 | 7,079.91 | - | - | 9,151.79 | 8,319.50 |
| สิงหาคม 2553 | 6,014.96 | 5,227.81 | - | - | 6,777.81 | 6,006.86 |
| กันยายน 2553 | 7,236.60 | 6,851.62 | - | - | 5,353.28 | 6,480.50 |
| ตุลาคม 2553 | 3,959.40 | 5,099.68 | - | - | 4,922.26 | 4,660.45 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข4** (ต่อ)

| เดือน / ปีพ.ศ. | ความเข้มแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00 น. (ลักซ์ : lux) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | เฉลี่ย |
| พฤศจิกายน 2553 | 3,388.50 | 3,927.76 | - | - | 4,799.65 | 4,038.64 |
| ธันวาคม 2553 | 4,205.93 | 3,886.13 | - | - | 5,263.92 | 4,451.99 |
| มกราคม 2554 | 2,570.85 | 3,988.91 | - | - | 6,055.59 | 4,205.12 |
| กุมภาพันธ์ 2554 | 247.58 | 3,659.75 | - | - | 5,834.06 | 3,247.13 |
| เฉลี่ย 18 เดือน | 6,982.91 | 6,441.31 | 6,230.83 | 6,465.28 | 7,980.18 | 6,947.32 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข5** ความเข้มแสงสูงสุด (ลักซ์) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา

| เดือน / ปีพ.ศ. | ความเข้มแสงสูงสุด (ลักซ์ : lux) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล |
| กันยายน 2552 | 19,289.0 | 19,289.0 | 24,800.2 | 30,311.3 | - |
| ตุลาคม 2552 | 17,911.2 | 13,089.0 | 17,911.2 | 17,911.2 | - |
| พฤศจิกายน 2552 | 14,466.8 | 11,711.2 | 14,466.8 | 14,466.8 | - |
| ธันวาคม 2552 | 10,677.8 | 9,644.5 | 12,400.1 | 11,022.3 | - |
| มกราคม 2553 | 10,677.8 | 9,644.5 | 6,544.5 | 8,266.7 | 12,400.1 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 19,289.0 | 12,400.1 | - | - | 20,666.8 |
| มีนาคม 2553 | 22,044.6 | 16,533.4 | - | - | 19,289.0 |
| เมษายน 2553 | 22,044.6 | 19,289.0 | - | - | 26,178.0 |
| พฤษภาคม 2553 | 23,422.4 | 15,844.5 | - | - | 22,044.6 |
| มิถุนายน 2553 | 23,422.4 | 19,289.0 | - | - | 24,800.2 |
| กรกฎาคม 2553 | 31,689.1 | 23,422.4 | - | - | 34,444.7 |
| สิงหาคม 2553 | 19,289.0 | 14,466.8 | - | - | 20,666.8 |
| กันยายน 2553 | 35,822.5 | 17,911.2 | - | - | 16,533.4 |
| ตุลาคม 2553 | 11,711.2 | 13,777.9 | - | - | 16,533.4 |

**ตารางผนวกที่ ข5** (ต่อ)

| เดือน / ปีพ.ศ. | ความเข้มแสงสูงสุด (ลักซ์ : lux) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม ที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล |
| พฤศจิกายน 2553 | 8,266.7 | 10,333.4 | - | - | 10,677.8 |
| ธันวาคม 2553 | 10,333.4 | 6,544.5 | - | - | 9,300.1 |
| มกราคม 2554 | 8,611.2 | 6,544.5 | - | - | 11,711.2 |
| กุมภาพันธ์ 2554 | 301.4 | 5,166.7 | - | - | 9,644.5 |

**ตารางผนวกที่ ข6** ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน) ของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา หาดสังวาลย์ เกาะล้าน

| ระยะเวลา (สัปดาห์ที่) | ความเค็มบริเวณผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน : ppt) | |
|---|---|---|
| | บริเวณผิวน้ำทะเล | เฉลี่ย |
| 0 | 28 | 30.07 |
| 2 | 27 | |
| 5 | 31 | |
| 8 | 30 | |
| 12 | 31 | |
| 16 | 32 | |
| 20 | 31 | |
| 24 | 30 | |
| 28 | 31 | |
| 33 | 31 | |
| 41 | 31 | |
| 45 | 30 | |
| 59 | 30 | |
| 72 | 28 | |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข7** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) (Mean±SE) ของบริเวณต่างๆที่ทำการศึกษา

| เดือน / ปีพ.ศ. | อัตราการตกตะกอนเฉลี่ย (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน : $g/m^2/day$) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม | Coral Ball | แปลงอนุบาลกลางน้ำ | โครงเหล็กบ้านปลา | แท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยมที่ย้ายปลูกหลังการอนุบาล | เฉลี่ย |
| กันยายน 2552 | 428.37±105.07 | 917.78±175.59 | 15.47±1.96 | 18.80±4.54 | - | 345.10±109.90 |
| ตุลาคม 2552 | 7.49±1.29 | 10.26±1.44 | 7.00±0.62 | 7.32±0.37 | - | 8.02±0.81 |
| พฤศจิกายน 2552 | 161.32±19.14 | 522.89±53.02 | 21.72±1.66 | 39.45±8.98 | - | 186.35±53.53 |
| ธันวาคม 2552 | 30.21±2.81 | 34.55±9.27 | 22.40±3.08 | 38.31±6.74 | - | 31.37±3.43 |
| มกราคม 2553 | 10.89±1.61 | 57.37±8.33 | 10.57±0.80 | 14.98±1.80 | - | 23.45±5.86 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 2.46±0.04 | 5.17±3.46 | - | - | 3.35±0.63 | 3.66±1.36 |
| มีนาคม 2553 | 11.81±7.40 | 8.91±2.88 | - | - | หลุด | 10.36±3.61 |
| เมษายน 2553 | 5.29±1.26 | 7.05±1.40 | - | - | 5.65±0.92 | 6.00±0.62 |
| พฤษภาคม 2553 | 2.68±0.23 | 7.22±2.31 | - | - | 3.66±0.30 | 4.52±0.73 |
| มิถุนายน 2553 | 13.39±3.64 | 23.11±3.41 | - | - | 10.68±2.25 | 15.73±2.26 |
| เฉลี่ย 10 เดือน | 67.39±26.86 | 159.43±47.59 | 15.43±1.81* | 23.77±4.14* | 5.84±0.85 | 73.16±19.19 |

**หมายเหตุ**: * ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



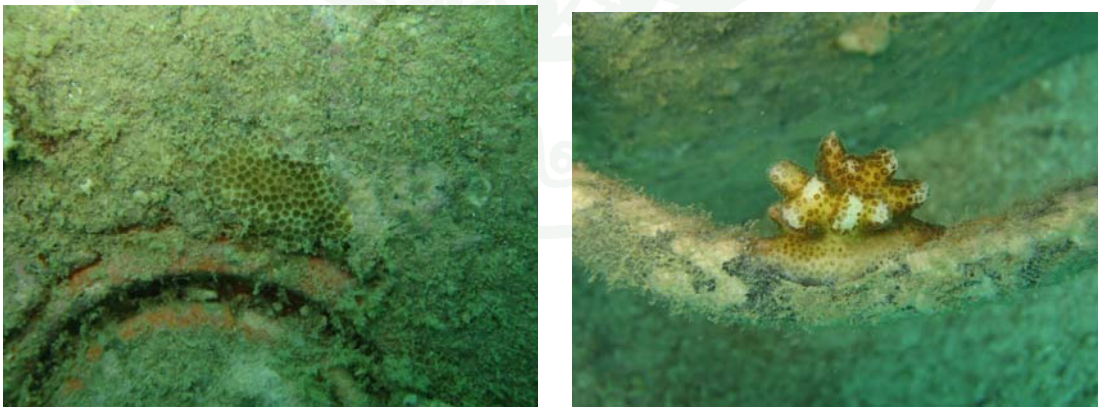
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**สิ่งมีชีวิตในทะเลที่ลงเกาะปะการังเทียมและเข้ามาในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา**

1. ปะการัง

สัปดาห์ที่ 33 พบว่า มีปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบนโครงเหล็กบ้านปลา และสัปดาห์ที่ 72 พบว่า มีปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม 4 โคโลนี และพบปะการังโขด และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบน Coral Ball 18 โคโลนี (17 โคโลนีบน Coral Ball และ 1 โคโลนีบนที่จับ Coral Ball)

**ภาพผนวกที่ ข1** ปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบนโครงเหล็กบ้านปลา และแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม



**ภาพผนวกที่ ข2** ปะการังโขด และปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicormis* ลงเกาะบน Coral Ball และที่จับ Coral Ball

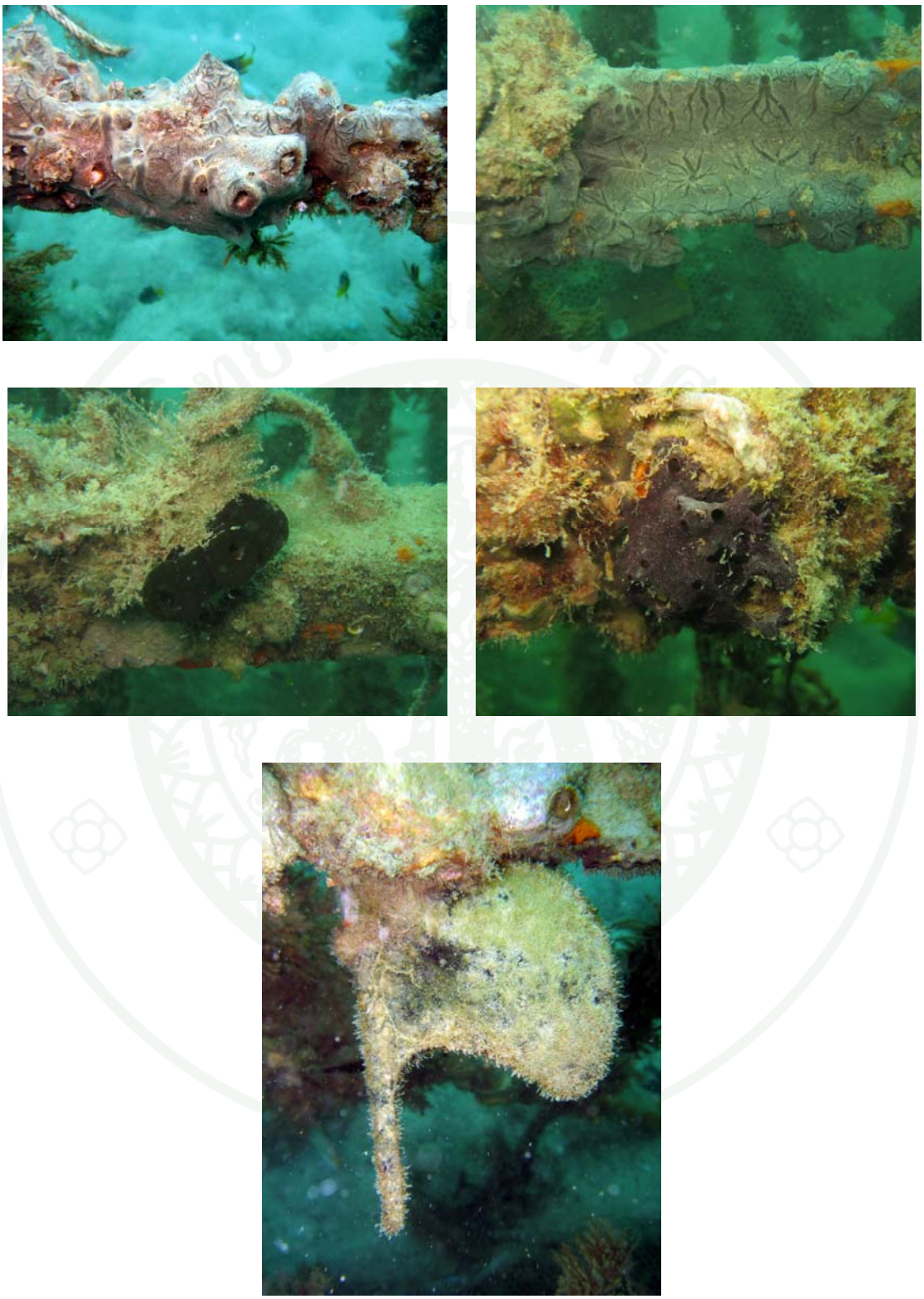
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. สิ่งมีชีวิตในทะเลชนิดต่างๆที่ลงเกาะบนปะการังเทียม

**ภาพผนวกที่ ข3** สิ่งมีชีวิตในทะเลลงเกาะบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

**ภาพผนวกที่ ข4** สิ่งมีชีวิตในทะเลลงเกาะบน Coral Ball

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



**ภาพผนวกที่ ข5** สิ่งมีชีวิตในทะเลลงเกาะบนโครงเหล็กบ้านปลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. สิ่งมีชีวิตในทะเลชนิดต่างๆที่เข้ามาในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา

หมึกกระดอง *Sepia* sp.

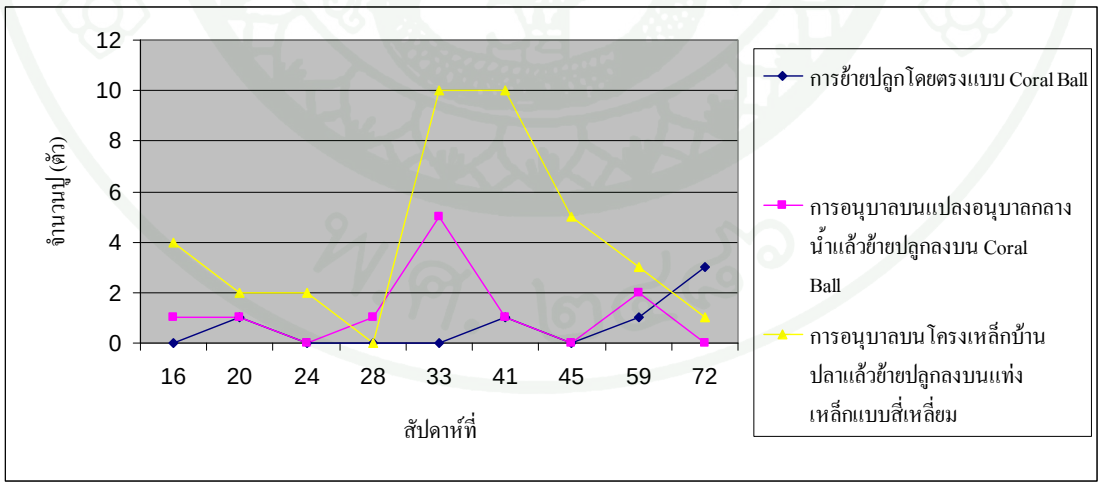
**ภาพผนวกที่ ข6** สิ่งมีชีวิตในทะเลเข้ามาบริเวณแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม

สัปดาห์ที่ 16 เริ่มพบปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* มาอาศัยอยู่ร่วมกับปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* บนแปลงอนุบาลกลางน้ำและบนโครงเหล็กบ้านปลา หลังการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33) พบว่า ปู *T. cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับปะการังดอกกะหล่ำ *P. damicornis* มีจำนวนลดลง (ตารางผนวกที่ ข8 และภาพผนวกที่ ข7) จากการศึกษาของ Stewart *et al*. (2006) พบว่า ปู *T. cymodoce* ช่วยขจัดตะกอนที่ตกลงสู่ตัวปะการังและยังช่วยผลิตคาร์บอนให้แก่ปะการังที่มันอาศัยอยู่ได้อีกด้วย (Rinkevich *et al*., 1991)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ ข8** จำนวนปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ

| สัปดาห์ที่ | จำนวนปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* (ตัว) | | |
|---|---|---|---|
| | การย้ายปลูกโดยตรงแบบ Coral Ball | การอนุบาลบนแปลงอนุบาลกลางน้ำแล้วย้ายปลูกลงบน Coral Ball | การอนุบาลบนโครงเหล็กบ้านปลาแล้วย้ายปลูกลงบนแท่งเหล็กแบบสี่เหลี่ยม |
| 16 | 0 | 1 | 4 |
| 20 | 1 | 1 | 2 |
| 24 | 0 | 0 | 2 |
| 28 | 0 | 1 | 0 |
| 33 | 0 | 5 | 10 |
| 41 | 1 | 1 | 10 |
| 45 | 0 | 0 | 5 |
| 59 | 1 | 2 | 3 |
| 72 | 3 | 0 | 1 |



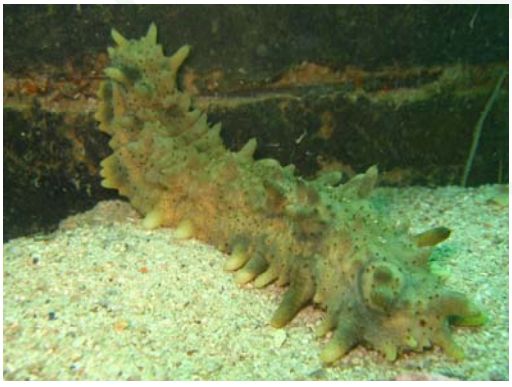

**ภาพผนวกที่ ข7** จำนวนปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ที่ย้ายปลูกโดยวิธีการต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพผนวกที่ ข8** ปูผู้พิทักษ์ปะการัง *Trapezia cymodoce* ที่อาศัยอยู่ร่วมกับชิ้นส่วนปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis*

ปูหิน *Charybdis* sp.

ม้าน้ำ *Hippocampus* sp.



ปลิงทะเล *Stichopus* sp.

เม่นดำหนามยาว *Diadema setosum*

**ภาพผนวกที่ ข9** สิ่งมีชีวิตในทะเลเข้ามาบริเวณ Coral Ball

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

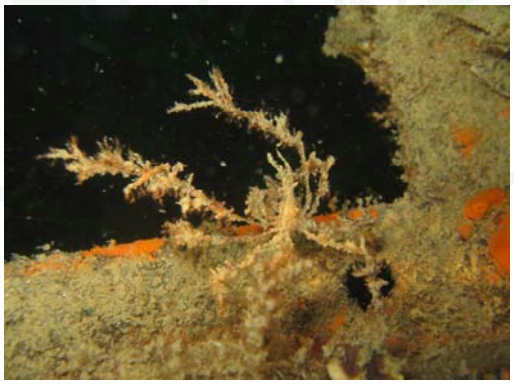
บริเวณ Coral Ball

บริเวณแปลงอนุบาล

**ภาพผนวกที่ ข10** เม่นแต่งตัวสีเขียว *Salmacis sphaeroides* บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา

เม่นหนามมงกุฎ *Prionocidaris bispinosa*

ดาวหมอนปักเข็ม *Culcita novaeguineae*



ปูแมงมุมขายาว *Acheaus brevirostris*

**ภาพผนวกที่ ข11** สิ่งมีชีวิตในทะเลเข้ามาบริเวณโครงเหล็กบ้านปลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ประวัติการศึกษา และการทำงาน

| | |
|---|---|
| ชื่อ –นามสกุล | นายปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด | 24 กรกฎาคม 2528 |
| สถานที่เกิด | กรุงเทพมหานคร |
| ประวัติการศึกษา | วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ.2549) |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | - |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | - |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | - |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ | ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์