BRT 542086

ฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบริเวณเกาะภูเก็ต
Spawning Season of Scleractinian Corals on Phuket Island

ทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล
Thanongsak Chanmethakul

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Master of Science Thesis in Ecology
Prince of Songkla University
2545

ฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบริเวณเกาะภูเก็ต

Spawning Season of Scleractinian Corals on Phuket Island

ทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล

Thanongsak Chanmethakul

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Ecology

Prince of Songkla University

2545

ชื่อวิทยานิพนธ์	ฤดูกาลการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งบริเวณเกาะภูเก็ต
ผู้เขียน	นายทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล
สาขาวิชา	นิเวศวิทยา

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ดร.หรรษา จรรย์แสง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำพล มีสวัสดิ์)

.....กรรมการ
(นายนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร.หรรษา จรรย์แสง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำพล มีสวัสดิ์)

.....กรรมการ
(นายนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิติวงษ์ ตันติโชดก)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริเพ็ญ สุภัทราวิวัฒน์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบริเวณเกาะภูเก็ต
ผู้เขียน นายทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล
สาขาวิชา นิเวศวิทยา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ศึกษาฤดูกาลการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งบนแนวปะการังบริเวณแหลมพันวา เกาะภูเก็ต เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 ถึงเดือนพฤษภาคม 2544 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 เดือนโดยศึกษาทั้งหมด 3 วงศ์ 12 ชนิด ประกอบด้วยวงศ์ Faviidae 7 ชนิด (*Goniastrea aspera*, *G. pectinata*, *G. retiformis*, *Favites halicora*, *F. abdita*, *Platygyra sinensis* และ *Favia pallida*) วงศ์ Acroporidae 3 ชนิด (*Acropora aspera*, *A. formosa* และ *A. austera*) วงศ์ Pectinidae 2 ชนิด (*Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus*) ทำการตรวจสอบความสุกของไข่จากแนวปะการังในธรรมชาติ จากนั้นเก็บตัวอย่างปะการังที่มีไข่สุกชนิดละ 10 โคโลนี มาสังเกตการณ์ในตู้ทดลอง โดยการบันทึกช่วงเวลาและพฤติกรรมในการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

ผลจากการศึกษายืนยันถึงลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก (hermaphrodite broadcaster) ของปะการังทั้ง 12 ชนิด ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละชนิดโดยปะการังชนิด *G. aspera*, *G. pectinata*, *G. retiformis*, *F. halicora*, *F. abdita*, *P. sinensis* และ *Favia pallida* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ปะการังชนิด *A. aspera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ปะการังชนิด *A. formosa* และ *A. austera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนพฤศจิกายน ปะการังชนิด *P. paeonia* และ *M. elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนธันวาคมเพียงเดือนเดียวเท่านั้น

ปะการังทั้งหมดทุกชนิดที่ศึกษามีความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์กับดิถีของดวงจันทร์ โดยมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งในช่วงข้างขึ้นและข้างแรม ช่วงเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ปะการังชนิด *G. retiformis* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงขึ้น 15 ค่ำ ถึงแรม 3 ค่ำ ปะการังชนิด *F. halicora* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 3 – 4 ค่ำ ปะการังชนิด *G. pectinata* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 4 – 5 ค่ำ ส่วนปะการังชนิด *G. aspera*, *F. abdita*, *P. sinensis*, *F. pallida*, *A. aspera*, *P. paeonia* และ *M. elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 5 – 8 ค่ำ มีเพียงปะการังชนิด *A. austera* ชนิดเดียวที่ปล่อย

เซลล์สืบพันธุ์ในช่วงข้างขึ้น ปะการังทุกชนิดที่ศึกษาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง

พฤติกรรมในการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังทั้งหมดแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือแบบปล่อยออกจากปากโพลิปช้า ๆ ได้แก่ปะการังชนิด *G. pectinata*, *G. retiformis*, *F. halicora*, *F. abdita*, *P. sinensis*, *A. austera* และ *A. formosa* แบบพ่นออกอย่างรวดเร็วได้แก่ปะการังชนิด *G. aspera* และ *F. pallida* และแบบติดอยู่กับปากโพลิปได้แก่ปะการังชนิด *A. aspera* ในปะการังแต่ละชนิดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างโคโลนีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังระหว่างชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) สีของไข่ปะการังที่ศึกษาแตกต่างกัน โดยปะการังชนิด *G. pectinata G. retiformis F. halicora F. abdita P. sinensis A. austera* และ *P. paeonia* มีไข่สีส้ม ปะการังชนิด *G. aspera* และ *F. pallida* มีไข่สีเขียว ปะการังชนิด *A. formosa* มีไข่สีแดง ปะการังชนิด *A. aspera* มีไข่สีชมพู-ครีม ปะการังชนิด *M. elephantotus* มีไข่สีน้ำตาล-ครีม

Thesis Title	Spawning season of scleractinian corals on Phuket Island
Author	Mr. Thanongsak Chanmethakul
Major Program	Ecology
Academic Year	2001

Abstract

This study focuses mainly on the spawning season of scleractinian corals at Laem Panwa, Phuket, Thailand. Spawning was monitored for the period of 15 months, from March 2000 to May 2001. A total of 12 species, comprising of 7 species from Family Faviidae (*Goniastrea aspera*, *G. pectinata*, *G. retiformis*, *Favites halicora*, *F. abdita*, *Platygyra sinensis*, and *Favia pallida*), 3 species from Family Acroporidae (*Acropora aspera*, *A. formosa*, and *A. austera*), and 2 species from Family Pectinidae (*Pectinia paeonia* and *Mycedium elephantotus*), were investigated. Initially, egg maturation of each species was investigated in the natural habitat. Thereafter, 10 colonies of each coral species were collected and kept for monitoring in the aquaria, where spawning activities were observed and recorded.

The results of this study revealed a hermaphroditic broadcasting mode of reproduction of all 12 species of corals. However, the spawning period varied depending on the species. *G. aspera*, *G. pectinata*, *G. retiformis*, *F. halicora*, *F. abdita*, *P. sinensis*, and *Favia pallida* spawned during the months of February to April. On the other hand, *A. aspera* spawned during August to October. In addition, *A. formosa* and *A. austera* spawned in November while *P. paeonia and M. elephantotus* spawned only in December.

The spawning periods of all species investigated were related to the lunar cycle. Spawning took place both during the full moon and new moon periods. Nonetheless, the peak of spawning differed among species. The spawning peak of *G. retiformis* was observed during the nights of the full moon until 3 days after the full moon. The peaks of *F. halicora* and *G. pectinata* were observed on 3 to 4 days and 4 to 5 after the full moon, respectively. *G. aspera*, *F. abdita*, *P. sinensis*, *F. pallida*, *A. aspera*, *P. Paeonia*, and *M.*

elephantotus were observed to reach the spawning peak during 5 to 8 nights after the full moon. In contrast, only *A. austera* spawned during the new moon period. All species spawned during dusk, approximately 2-3 hours after the sunset.

The spawning behavior of these 12 species of corals can be categorized into 3 types. In *G. pectinata*, *G. retiformis*, *F. halicora*, *F. abdita*, *P. sinensis*, *A. austera*, and *A. formosa* gametes were slowly released from the polyps. On the contrary, gametes of *G. aspera* and *F. pallida* were rapidly expelled from the polyps. *A. aspera* was observed to have held gametes that were attached to the mouth of each polyp. Statistically, the diameters of eggs and egg bundles among each colony of the same coral species were not significantly different ($P>0.05$). However, the diameters of eggs and egg bundles of each species were statistically different ($P<0.05$). The colors of eggs also varied among each coral species: orange (*G. pectinata*, *G. retiformis*, *F. halicora*, *F. abdita*, *P. sinensis*, *A. austera*, and *P. paeonia*), green (*G. aspera* and *F. pallida*), red (*A. formosa*), creamy pink (*A. aspera*), and creamy brown (*M. elephantotus*).

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.หรรษา จรรย์แสง ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผศ.ดร. กำพล มีสวัสดิ์ กรรมการที่ปรึกษา และคุณนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ กรรมการที่ปรึกษา คุณสมบัติ ภู่วชิรนนท์ คุณอุกฤต สตภูมินทร์ และ อ.ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง ที่กรุณาให้คำแนะนำด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณนิภาวรรณ บุศราวิช และ คุณปิ่นสักก์ สุรัสวดี ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการศึกษาและสนับสนุนกล้องถ่ายรูปเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณชัยมงคล แย้มอรุณพัฒนาและเจ้าหน้าที่ของกลุ่มนิเวศวิทยาทางทะเล สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเลทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในห้องปฏิบัติการและอำนวยความสะดวกเรื่องสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดเวลา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สนับสนุนกำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542086

ทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการตารางผนวก	(10)
รายการรูป	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
2 วิธีการศึกษา	8
สถานที่ศึกษา	8
วิธีการศึกษา	12
3 ผลการศึกษา	14
4 วิจารณ์ผลการศึกษา	40
5 สรุปผลการศึกษา	46
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	53
ประวัติผู้เขียน	82

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแต่ละชนิดตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 – พฤษภาคม 2544	14
2	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ จำนวนของไข่ที่บรรจุอยู่ภายในก้อนเซลล์สืบพันธุ์ ($\bar{X}\pm SE$) และสีไข่ ของปะการังแต่ละชนิดที่ศึกษา	33
3	ข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างขนาดของก้อนเซลล์สืบพันธุ์และขนาดของไข่ในแต่ละโคโลนีของปะการังแข็งแต่ละชนิด โดยใช้ one-way ANOVAs	34
4	สรุปการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งที่ศึกษาในครั้งนี้ โดยแบ่งออกเป็นช่วงเวลา	41

รายการตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora aspera* เดือนสิงหาคม 2543	55
2	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favia pallida* เดือนกุมภาพันธ์ 2544	56
3	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. pallida* เดือนมีนาคม 2544	57
4	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites abdita* เดือนกุมภาพันธ์ 2544	58
5	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. abdita* เดือนมีนาคม 2544	59
6	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. halicora* เดือนมีนาคม 2543	60
7	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. halicora* เดือนกุมภาพันธ์ 2544	61
8	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. halicora* เดือนมีนาคม 2544	62
9	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. halicora* เดือนเมษายน 2544	63
10	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Pectinia paeonia* เดือนพฤศจิกายน 2543	64
11	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เดือนมีนาคม 2543	65
12	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. retiformis* เดือนมีนาคม 2544	66
13	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. retiformis* เดือนเมษายน 2544	67

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Mycedium elephantotus* เดือนพฤศจิกายน 2543	68
15	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. pectinata* เดือนมีนาคม 2543	69
16	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. pectinata* เดือนเมษายน 2543	70
17	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. pectinata* เดือนมีนาคม 2544	71
18	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. pectinata* เดือนเมษายน 2544	72
19	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เดือนมีนาคม 2543	73
20	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *P. sinensis* เดือนเมษายน 2543	74
21	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *P. sinensis* เดือนมีนาคม 2544	75
22	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *P. sinensis* เดือนเมษายน 2544	76
23	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. aspera* เดือนมีนาคม 2543	77
24	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. aspera* เดือนเมษายน 2543	78
25	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. aspera* เดือนกุมภาพันธ์ 2544	79
26	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. aspera* เดือนมีนาคม 2544	80

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
27	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *G. aspera* เดือนเมษายน 2544	81

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	สถานที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง บริเวณแหลมพันวา เกาะภูเก็ต	8
2	ลักษณะแนวปะการังบริเวณอ่าวตังเข็นโผล่พ้นน้ำเมื่อน้ำลงต่ำสุด	9
3	ตู้ทดลองจัดไว้กลางแจ้ง โดยมีแผ่นกรองแสงช่วยลดความเข้มของแสง	9
4	ชนิดของปะการังที่ศึกษาในครั้งนี้ (ก) *Goniastrea retiformis* (ข) *G. aspera* (ค) *G. pectinata* (ฆ) *Platygyra sinensis* (ง) *Favites abdita* (จ) *F. halicora* (ฉ) *Favia pallida* (ช) *Acropora aspera* (ซ) *A. austera* (ฌ) *A. formosa* (ญ) *Pectinia paeonia* (ฏ) *Mycedium elephantotus*	10 - 11
5	ปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* มีไข่แก่สีแดงสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า	13
6	วันที่และช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ 2544 – เมษายน 2544	18
7	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม - เมษายน 2543 และเดือนมีนาคม - เมษายน 2544	20
8	วันที่และช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนมีนาคม – เมษายน 2544	22
9	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites halicora* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2544	24
10	ช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites abdita* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามตารางน้ำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2544	25

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
11	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม - เมษายน 2543 และเดือนมีนาคม – เมษายน 2544	27
12	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favia pallida* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามตารางน้ำ ในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2544	28
13	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora aspera* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนสิงหาคม 2543	29
14	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Pectinia paeonia* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนธันวาคม 2543	30
15	วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Mycedium elephantotus* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนธันวาคม 2543	31
16	ลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งที่รวมไข่และสเปิร์มเข้ากันเป็นก้อนเซลล์สืบพันธุ์	37
17	พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora austera* (ก) ก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะถูกดันออกมาที่ปากโพลิปนานประมาณ 10 – 20 นาที (ข) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ	37
18	พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* (ก) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกดันออกมาติดที่ปากโพลิปก่อนถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ (ข) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกจากปากโพลิป	38
19	ปะการังชนิด *Favites halicora* (ก) และ *F. abdita* (ข) ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำ	38

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
20	แสดงข้อมูลความเค็มของน้ำทะเล (ส่วนต่อพัน) และ ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำทะเล (องศาเซลเซียส) ระหว่างเดือนเมษายน 2543 ถึง เดือนเมษายน 2544	39

บทที่ 1

บทนำ

การสืบพันธุ์ของปะการังแบ่งออกเป็นแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) และแบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) โดยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนลักษณะทางพันธุกรรมจากกระบวนการรีคอมบิเนชัน (recombination) และส่งผลให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรเพิ่มขึ้น การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศยังเป็นปัจจัยที่สนับสนุน และควบคุมโครงสร้างของประชาคมแนวปะการังให้ดำรงอยู่ อย่างไรก็ตามปะการังหนึ่งโคโลนีสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งสองรูปแบบในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการครอบครองพื้นที่และดำรงเผ่าพันธุ์ของปะการังในแต่ละชนิด

การศึกษาการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งมีการศึกษาในหลายสถานที่ในช่วงยี่สิบปีที่ผ่านมา (Sammarco, 1982; Shlesinger and Loya, 1985; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986, 1994; Heyward *et al.*, 1987; Oliver *et al.*, 1988; Harrison and Wallace, 1990; Richmond and Hunter, 1990; Bermas *et al.*, 1992; Dai *et al.*, 1992; Gittings *et al.*, 1992; Fan and Dai, 1995; Steiner, 1995; Sánchez *et al.*, 1999) ซึ่งพบว่ารูปแบบและช่วงเวลาการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งมีความแตกต่างกันในระดับชนิด แนวปะการังบริเวณต่าง ๆ ของเขตภูมิภาคอินโด-แปซิฟิค มีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายของชนิดปะการังมาก เป็นพื้นที่ที่ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งจำกัด สำหรับในประเทศไทยนั้นการศึกษาการสืบพันธุ์ของปะการังยังมีน้อย โดยจำกัดอยู่เฉพาะฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันออก (มณฑิรา, 2532 ; สุรีรัตน์, 2536; ธรรมศักดิ์, 2543) อย่างไรก็ตามผลสรุปของช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในแต่ละชนิดยังไม่ชัดเจน สำหรับฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งมีแนวปะการังที่สมบูรณ์ในหลายพื้นที่ แต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาช่วงเวลาและรูปแบบการสืบพันธุ์ของปะการัง การศึกษาในครั้งนี้นับเป็นรายงานครั้งแรกเกี่ยวกับช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งในฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย

Harrison และ Wallace (1990) กล่าวว่าปะการังบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรมักมีช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ยาวนานตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำทะเลซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มีช่วงของความแตกต่างในรอบปีไม่มาก สำหรับในเขตที่มีช่วงของอุณหภูมิแตกต่างกันมากในรอบปีปะการังจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงช่วงสั้น ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงคาดว่าปะการังในเขตน่านน้ำไทยมีช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำทะเลในรอบปีมีการเปลี่ยนแปลงน้อย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และพฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบางชนิดบริเวณเกาะภูเก็ต โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาของปะการัง บริเวณฝั่งทะเลอันดามัน ประโยชน์ที่ได้ในส่วนที่เกี่ยวข้องได้แก่ การจัดการทรัพยากรแนวปะการัง การประยุกต์ใช้ในเชิงเพาะเลี้ยงเพื่อใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการัง นอกจากนั้นยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษาในขั้นต่อไป เช่น การศึกษาการพัฒนาตัวอ่อนและช่วงเวลาการลงเกาะของตัวอ่อน การศึกษาในเรื่องพันธุศาสตร์ประชากรของปะการังแข็ง เป็นต้น

การตรวจเอกสาร

ปะการังแข็งสามารถสืบพันธุ์ได้สองรูปแบบคือแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นกระบวนการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมือนกับพ่อแม่โดยมีหลายรูปแบบ ได้แก่

1. โพลิป (polyp) เกิดการแบ่งตัว (budding) เจริญเติบโตเป็นโคโลนี (colony)

2. การแตกหัก (fragmentation) เป็นรูปแบบที่พบเห็นได้ทั่วไป ซึ่งส่วนมากเกิดขึ้นกับโคโลนีแบบกิ่ง และแบบแผ่นแบน การแตกหักนี้เกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น คลื่นลม การกร่อนทางชีวภาพ (bioerosion) เป็นต้น (Highsmith, 1982)

3. การสืบพันธุ์แบบโพลิปเบลเอาท์ (polyp bail-out) จัดเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งปะการังแข็งบางชนิดสามารถปล่อยโพลิปให้ว่ายน้ำออกสู่มวลน้ำอย่างอิสระและลงเกาะกับพื้นแนวปะการังต่อไป เช่น ในปะการังชนิด *Seriatopora hystrix* (Sammarco, 1982)

4. การสืบพันธุ์แบบโพลิปเอ็กซ์พัลชัน (polyp expulsion) เป็นอีกกระบวนการของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการปล่อยโพลิปที่มีโครงร่างแข็งติดออกไปด้วย เช่น ในปะการังชนิด *Favia favus* (Kramarsky-Winter *et al.*, 1997)

5. ปะการังแข็งบางชนิดสามารถผลิตตัวอ่อนจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสม กระบวนการนี้เรียกว่าพาร์ทิโนเจเนซิส (parthenogenesis) เช่น ในปะการังชนิด *Pocillopora damicornis* (Stoddart, 1983)

แม้ว่าการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีหลากหลายรูปแบบ และสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดทั้งปี ลูกหลานที่ได้จากการสืบพันธุ์รูปแบบนี้จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมเดียวกันกับโคโลนีพ่อแม่ และมีพันธุกรรมเหมือนกับต้นแบบ ดังนั้นหากสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงและฉับ

พลัน อาจทำให้จำนวนประชากรลดลงอย่างรวดเร็วได้ ทั้งนี้เนื่องจากความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรนั้นมีน้อย ในขณะที่ความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรของปะการังที่เกิดขึ้นจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการแลกเปลี่ยนยีน (gene) ในกระบวนการรีคอมบิเนชันจะทำให้โครงสร้างทางสังคมของแนวปะการังยังคงดำรงอยู่ได้ เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงและฉับพลัน ประชากรยังสามารถปรับตัวตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี

Harrison และ Wallace (1990) ได้แบ่งลักษณะเพศและรูปแบบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศออกได้ 4 รูปแบบ คือ

1. ลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก (Hermaphrodite broadcasting) โดยปะการังมีลักษณะสองเพศภายในโพลิปเดียวกัน ไข่และน้ำเชื้อจะถูกรวมเป็นก้อนเล็ก ๆ เรียกว่า "ก้อนเซลล์สืบพันธุ์" หรือ "บันเดิล" (bundle) (รูปที่ 16) เซลล์สืบพันธุ์ที่เข้าสู่ระยะสมบูรณ์จะถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ เมื่อก้อนเซลล์สืบพันธุ์แต่ละก้อนลอยถึงผิวน้ำจะแตกออก ทำให้น้ำเชื้อและไข่แยกออกจากกัน ไข่และน้ำเชื้อจะผสมกันในมวลน้ำ ซึ่งจัดเป็นการปฏิสนธิภายนอก (external fertilization)

2. ลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายใน (Hermaphrodite brooding) โดยปะการังมีลักษณะเป็นสองเพศภายในโพลิบเดียวกัน ไข่และน้ำเชื้อมีการปฏิสนธิกันภายใน (internal fertilization) ตัวอ่อนจะมีการพัฒนาภายในลำตัวระยะหนึ่งก่อนที่จะปล่อยออกสู่ภายนอก

3. ลักษณะเพศแบบแยกเพศที่มีการผสมภายนอก (Gonochoric broadcasting) โดยปะการังในแต่ละโคโลนี หรือในแต่ละโพลิปมีเพศที่ต่างกัน มีการปล่อยไข่และน้ำเชื้อ ออกมาผสมภายนอกลำตัว

4. ลักษณะเพศแบบแยกเพศที่มีการผสมภายใน (Gonochoric brooding) ปะการังแต่ละโคโลนี หรือในแต่ละโพลิปมีเพศที่ต่างกัน มีการปล่อยน้ำเชื้อเข้าไปผสมกับไข่ภายในโพลิปของเพศเมีย ตัวอ่อนจะพัฒนาอยู่ภายในโพลิปก่อนที่จะถูกปล่อยออกสู่ภายนอก

มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของปะการังโดยเฉพาะแบบอาศัยเพศในหลายชนิดและหลายพื้นที่ เช่น บริเวณแนวปะการังเกรทแบริเออร์รีฟ (Great Barrier Reef) มีการศึกษาทั้งสิ้น 156 ชนิด ในทะเลแคริบเบียน (Caribbean Sea) จำนวน 20 ชนิด (Harrison and Wallace, 1990) บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศออสเตรเลีย จำนวน 58 ชนิด (Babcock *et al.*, 1994) บริเวณหมู่เกาะตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิค (เกาะกวม เกาะมาแชล และเกาะปาเลา) จำนวน 47 ชนิด ในทะเลแดง จำนวน 15 ชนิด หมู่เกาะฮาวายจำนวน 17 ชนิด บริเวณโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น จำนวน 26 ชนิด (Richmond and Hunter, 1990) บริเวณอ่าวเม็กซิโกจำนวน 3 ชนิด

(Gittings *et al.*, 1992) ประเทศฟิลิปปินส์จำนวน 12 ชนิด (Bermas *et al.*, 1992) และประเทศไต้หวันจำนวน 55 ชนิด (Dai *et al.*, 1992; Fan and Dai, 1995)

ปะการังวงศ์ Acroporidae Faviidae Merulinidae Mussidae Pectinidae และ Pocilloporidae มีลักษณะเพศแบบเพศรวม ส่วนปะการังในวงศ์ Agariciidae Caryophylliidae Dendrophylliidae Flabellidae Fungiidae และ Siderastreidae มีลักษณะเพศแบบแยกเพศ (Harrison and Wallace, 1990) ปะการังวงศ์ Agariciidae Dendrophylliidae และ Pocilloporidae มีการสืบพันธุ์แบบผสมภายใน ปะการังวงศ์ Acroporidae Caryophylliidae Faviidae และ Rhizangiidae มีการสืบพันธุ์แบบผสมภายนอก และปะการังวงศ์ Poritidae มีการสืบพันธุ์ทั้งภายในและภายนอกแตกต่างกันไปแต่ละสถานที่ (Fadlallah, 1983) ลักษณะเพศแบบเพศรวมและแบบแยกเพศ ทั้งสองรูปแบบนี้อาจมาจากบรรพบุรุษที่แตกต่างกันในระดับอันดับย่อย (sub-order) และปะการังส่วนมากที่มีลักษณะเพศแบบเพศรวม อาจมีความเกี่ยวข้องกับประวัติชีวิต (life history) และกลยุทธ์ของปะการังแต่ละชนิด (Harrison and Wallace,1990) ซึ่ง Kojis และ Quinn (1982) กล่าวถึงกลยุทธ์ของการสืบพันธุ์ของปะการังที่มีลักษณะเพศแบบเพศรวมว่าเป็นการเพิ่มโอกาสของการผสมให้มากขึ้น แม้ว่าจะเป็นการปฏิสนธิที่เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์ที่สร้างมาจากโคโลนีเดียวกัน (self-fertilization) ก็ตาม แต่จะเป็นโอกาสดีสำหรับปะการังชนิดที่หายาก (rare species) ในแนวปะการัง

Richmond และ Hunter (1990) รายงานถึงจำนวนชนิด ลักษณะเพศ และรูปแบบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการังแข็งจากบริเวณเกรทแบริเออร์รีฟ ทะเลแคริบเบียน เกาะกวม เกาะปาเลา ทะเลแดง หมู่เกาะฮาวาย ตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น และในน่านน้ำประเทศปานามา โดยพบว่าปะการังมีลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก จำนวน 131 ชนิด ลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายใน จำนวน 11 ชนิด ลักษณะเพศแบบแยกเพศที่มีการผสมภายนอก จำนวน 37 ชนิด และลักษณะเพศแบบแยกเพศที่มีการผสมภายใน จำนวน 7 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกันกับรายงานของผู้วิจัยอื่น ๆ ที่กล่าวว่าปะการังส่วนมากมีลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก (Kojis and Quinn, 1982, Harrison *et al.*, 1984)

วงจรการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (gametogenesis cycle) ของปะการังชนิดที่มีการผสมภายนอกโดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเพียงปีละครั้ง ในขณะที่ชนิดที่มีการผสมภายในจะมีวงจรสืบพันธุ์หลายครั้งในหนึ่งปีหรือปล่อยตัวอ่อนตลอดทั้งปี (Harrison and Wallace, 1990; Richmond and Hunter, 1990; Soong, 1991; Dai *et al.*, 1992) อย่างไรก็ตามพบว่ามีรายงานในปะการังชนิดที่มีการผสมภายนอกบางชนิดสามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้มากกว่าหนึ่งครั้ง Stobart *et al.* (1992) ได้ศึกษาปะการังชนิด *Montipora digitata M. aequituberculata* และ *M. peltiformis* บริเวณ

เกาะแมกเนติก (Magnetic Island) ประเทศออสเตรเลีย โดยปะการังทั้งสามชนิดที่ศึกษานี้มีการผสมภายนอก และมีวงจรการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สองครั้งในหนึ่งปี แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 3 – 4 เดือน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถสรุปสาเหตุของการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สองครั้งในหนึ่งปีนี้ได้ชัดเจน

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังมักมีความสัมพันธ์กับดิถีของดวงจันทร์ (lunar cycle) ทั้งข้างขึ้นและข้างแรม ปะการังส่วนมากมักปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังจากแรม 15 ค่ำ มีปะการังเพียงไม่กี่ชนิดที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังจากขึ้น 15 ค่ำ (Shlesinger and Loya, 1985; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Heyward *et al.*, 1987; Oliver *et al.*, 1988; Steiner, 1995; Sánchez *et al.*, 1999) ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้อาจเกี่ยวข้องกับการขึ้นลงของน้ำทะเลด้วยเช่นกัน โดยปะการังส่วนมากจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำตาย (neap tide) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำน้อย ดังนั้นโอกาสที่ไข่จะได้รับการผสมกับน้ำเชื้อจึงมีมาก และเป็นการช่วยให้ความสำเร็จในการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น (Oliver *et al.*, 1988; Babcock *et al.*, 1986,1994)

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันของปะการังหลาย ๆ ชนิด (mass spawning) (Willis *et al.*, 1985) เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ เช่น ที่โคลัมเบีย (Sánchez *et al.*, 1999) เกาะไต้หวัน (Dai *et al.*, 1992) ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าวเม็กซิโก (Gittings *et al.*, 1992) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเปอร์โตริโก (Steiner, 1995) และปะการังบริเวณเกรทแบริเออร์รีฟ (Harrison *et al.*, 1984; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Oliver *et al.*, 1988) การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาพร้อมกันนี้เป็นการช่วยให้เกิดการผสมข้ามตัว (cross fertilization) และลดความเสี่ยงในการถูกกินโดยผู้ล่า (Harrison and Wallace, 1990) Atkinson และ Atkinson (1992) พบว่ามีสารสเตอร์รอยด์ (steroid) ชนิด estradiol-17β ในน้ำทะเลในปริมาณมากโดยเฉพาะในช่วงที่ปะการังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันหลาย ๆ ชนิด เช่น บริเวณแนวปะการังนินกาลู (Ningaloo) บริเวณฝั่งตะวันตกของออสเตรเลีย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าฮอร์โมนชนิดนี้เป็นสารกระตุ้นให้ปะการังแข็งเกิดการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกัน

ความผันแปรทางฤดูกาลของการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ส่วนมากมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำทะเล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำทะเลอาจจะส่งผลต่อกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ดังนั้นในหลายพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางฤดูกาลหรือมีความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำทะเลในรอบปีสูง จึงพบว่าปะการังจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิถึงต้นฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น (Harriott, 1983; Harrison *et al.*, 1984; Stoddart and Black, 1985; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Heyward *et al.*, 1987; Harrison and Wallace, 1990; Dai *et al.*,

1992; Tanner, 1996) และการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แบบเป็นฤดูกาลนี้อาจเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการพัฒนาและลงเกาะของตัวอ่อน (Connell, 1974; Giese and Pearse, 1974; Harriott, 1983; Schlesinger and Loya, 1985; Willis *et al.*, 1985; Acosta and Zea, 1997) อีกทั้งเป็นการเพิ่มความสำเร็จในการสืบพันธุ์ ดังตัวอย่างปะการังในน่านน้ำไต้หวันที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ใกล้กับช่วงสิ้นสุดฤดูฝนและพายุใต้ฝุ่น ซึ่งเป็นช่วงที่สาหร่ายในแนวปะการังลดลง และเปิดโอกาสให้มีพื้นที่ว่างสำหรับการลงเกาะของตัวอ่อนเพิ่มขึ้น (Fan and Dai, 1995, 1999)

นอกจากนี้พบว่าช่วงเวลาการสืบพันธุ์ในระดับประชาคมมีความผันแปรตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ ฤดูกาลสืบพันธุ์ของปะการังจะสั้นที่ละติจูด (latitude) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปะการังบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีแนวโน้มที่จะผลิตและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี (Harrison and Wallace, 1990) Dai *et al.*, (1992) ได้ศึกษาช่วงฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังในชนิดเดียวกันที่เกาะไต้หวันบริเวณตอนเหนือ (ละติจูด 25° N) และตอนใต้ (ละติจูด 22° N) พบว่าปะการังทางตอนใต้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ก่อนหน้าประมาณ 1 เดือน ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นถึงช่วงต่างของแลตติจูดกับช่วงต่างของเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

กลไกที่ควบคุมหรือกระตุ้นให้เกิดการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังในแต่ละประชากรหรือแต่ละประชาคมในแต่ละพื้นที่อาจเป็นทั้งปัจจัยภายในและภายนอกที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะทางสรีระของปะการังแต่ละชนิด นอกจากนี้ยังอาจเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของประชากรปะการังในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากประชากรปะการังในแต่ละพื้นที่อาจแยกออกจากกันมานาน ทำให้แต่ละประชากรต่างปรับตัวตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นกลไกของการคัดเลือกตามธรรมชาติ (natural selection) และกระบวนการทางวิวัฒนาการ โดยประชากรปะการังแสดงออกถึงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาที่ต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่นที่เกาะไต้หวัน Dai และคณะ (2000) ได้ศึกษาประชากรของปะการังชนิด *Mycedium elephantotus* บริเวณตอนใต้ (22° N) ของเกาะ พบว่าประชากรของปะการังชนิดที่ศึกษาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกันสามารถแยกออกเป็นสองประชากรย่อยจากลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่านอกจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการควบคุมและกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแต่ละชนิดแล้ว ยังมีความเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของปะการังในแต่ละประชากรอีกด้วย

ไข่ของปะการังที่ได้รับการปฏิสนธิจะพัฒนาเป็นพลานูลา (planulae) ภายใน 12 - 24 ชั่วโมง (Krupp, 1983; Babcock and Heyward, 1986) ระยะนี้จะดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอนล่องลอยไปตามกระแสน้ำ ช่วงระยะเวลาในการลงเกาะพื้นของพลานูลาแตกต่างกันตามรูปแบบของการผสมพันธุ์ ตัวอ่อนปะการังที่เกิดจากการผสมภายนอก จะใช้เวลาอยู่ในช่วง 3 – 8 วัน ขณะที่ตัวอ่อนปะการังที่เกิดจากการสืบพันธุ์การผสมภายในจะลงเกาะพื้นแนวปะการังเร็วกว่า โดยอยู่ในช่วง 1 –

3 วันหลังจากถูกปล่อยออกสู่ภายนอก (Shlesinger and Loya, 1985; Heyward *et al.*, 1987; Harrison and Wallace, 1990)

มณฑิรา (2532) เริ่มต้นศึกษาการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งในประเทศไทย โดยศึกษาบริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี โดยใช้วิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา (histology) ในปะการังชนิด *Porites lutea Goniopora columna*? และ *Montipora hispida* ผลการศึกษาพบว่าปะการังชนิด *P. lutea* และ *G. columna*? มีช่วงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน และปะการังชนิด *M. hispida* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม และมีการศึกษาเพิ่มเติมโดย สุรีรัตน์ (2536) โดยใช้วิธีการเดียวกันในการศึกษาปะการังชนิด *Acropora* sp. *Pocillopora* sp. และ *Pavona* sp. บริเวณเกาะค้างคาว แต่เนื่องจากเป็นการศึกษาเพียง 6 เดือน จึงทำให้ผลการศึกษาดังกล่าวไม่สามารถสรุปถึงช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ชัดเจน ต่อมา ธรรมศักดิ์ (2543) ได้ศึกษาการสืบพันธุ์ในปะการังชนิด *Acropora hyacinthus* บริเวณเกาะค้างคาวและเกาะนก จังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาคาดว่าทั้งสองบริเวณมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม และการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จะมีเพียงรอบเดียวในหนึ่งปี จากข้อมูลการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่าปะการังแข็งบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกส่วนมากมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน

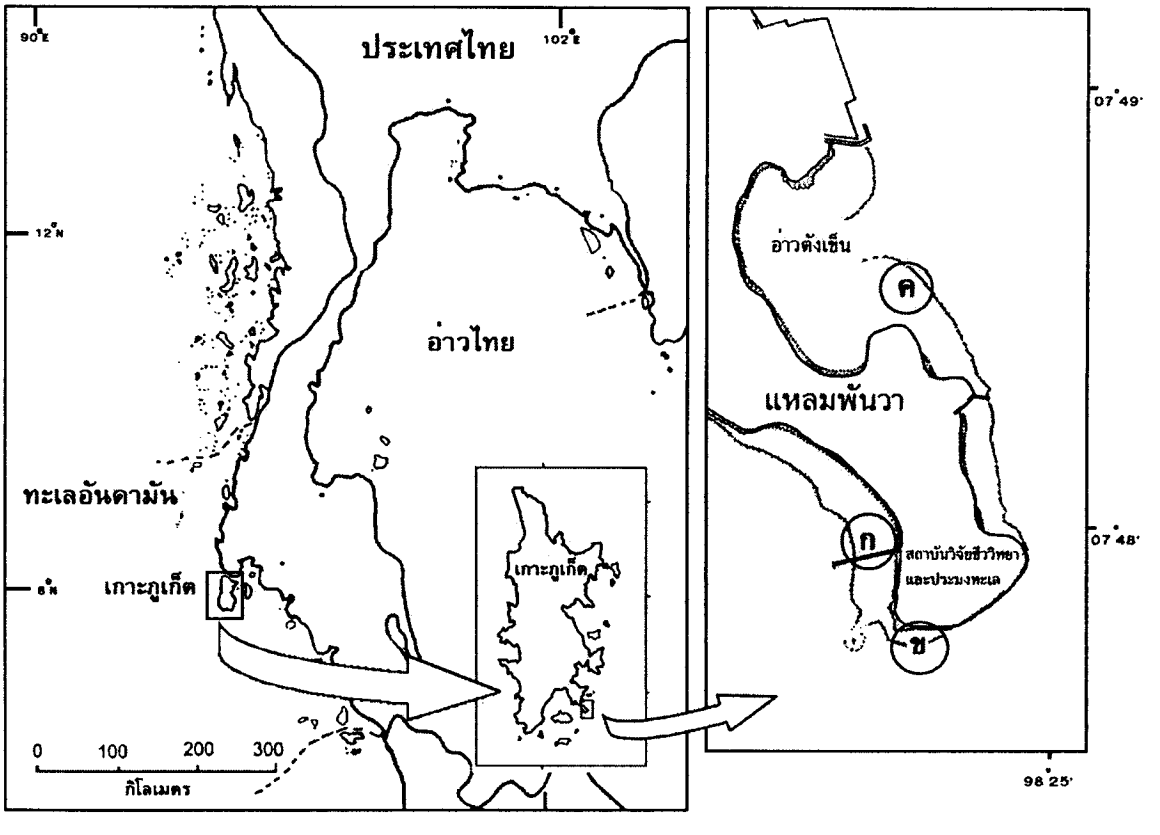
จากข้อสมมุติฐานเรื่องอุณหภูมิของน้ำทะเลเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสร้างและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็ง ประชาคมปะการังแข็งบริเวณที่มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบปีกว้างจะมีช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สั้น สำหรับประชาคมปะการังแข็งบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรจะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ยาวนานตลอดทั้งปี ดังนั้นคาดว่าบริเวณเกาะภูเก็ตซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำทะเลน้อย ประชาคมปะการังในบริเวณนี้น่าจะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาที่ยาวนานหรือมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี

บทที่ 2

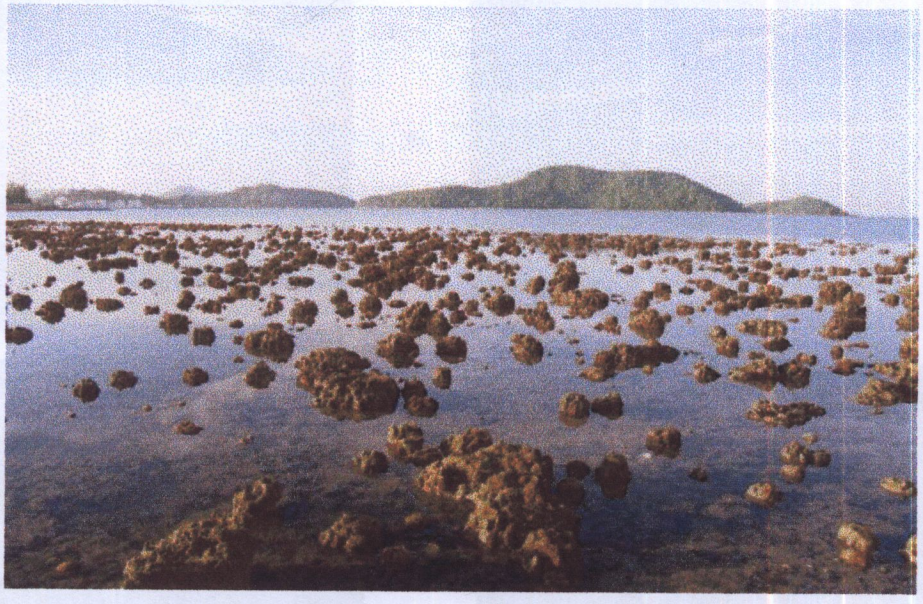
วิธีการศึกษา

สถานที่ศึกษา

แหลมพันวาตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะภูเก็ต มีแนวปะการังแบบชายฝั่ง (fringing reef) ก่อตัวถึงระดับความลึก 3 – 5 เมตร การเติบโตและพัฒนาของแนวปะการังบริเวณแหลมพันวาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง ส่วนพื้นราบ (reef flat) ของแนวปะการังจะโผล่พ้นน้ำประมาณ 1 ชั่วโมงในช่วงน้ำเกิด (spring tide) (รูปที่ 3) เมื่อน้ำลงต่ำสุด การขึ้นลงของน้ำเป็นแบบน้ำคู่ (semidiurnal) สำหรับช่วงเวลาการขึ้นลงของน้ำทะเลในการศึกษาครั้งนี้อ้างอิงจากสถานีวัดน้ำเกาะตะเภาน้อยตามหนังสือมาตราน้ำ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณที่ศึกษาประมาณ 4 กิโลเมตร แนวปะการังบริเวณแหลมพันวามีปะการังวงศ์ Faviidae และ สกุล *Acropora* spp. เป็นกลุ่มที่เด่นในพื้นที่ (Ditlev, 1978; Brown *et al.*, 1986)



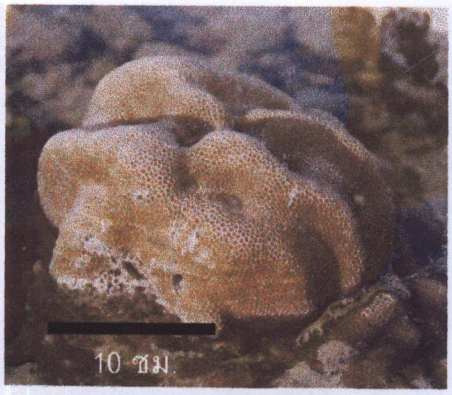
รูปที่ 1 สถานที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง บริเวณแหลมพันวา เกาะภูเก็ต



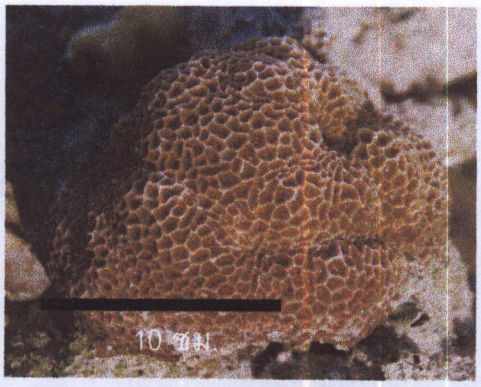
รูปที่ 2 ลักษณะแนวปะการังแบบ intertidal reef flat ซึ่งโผล่พ้นน้ำเมื่อระดับน้ำลงต่ำสุด

รูปที่ 3 ตู้ทดลองจัดไว้กลางแจ้ง โดยมีระบบน้ำแบบไหลผ่านตลอด

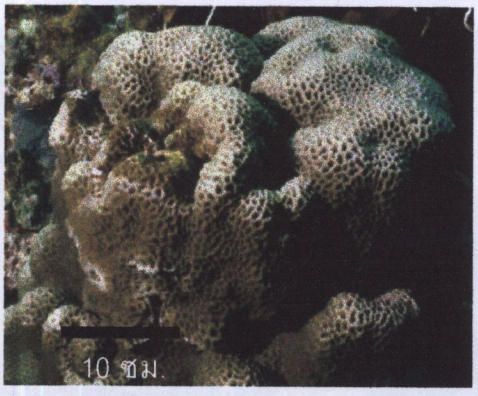
ก



ข



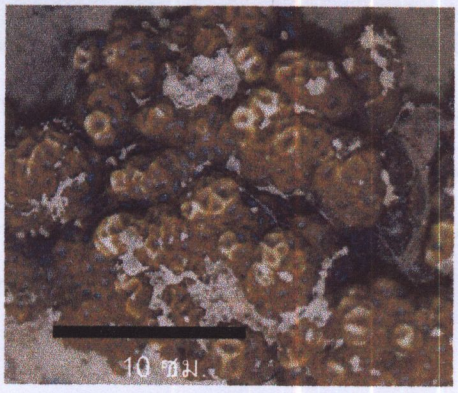
ค



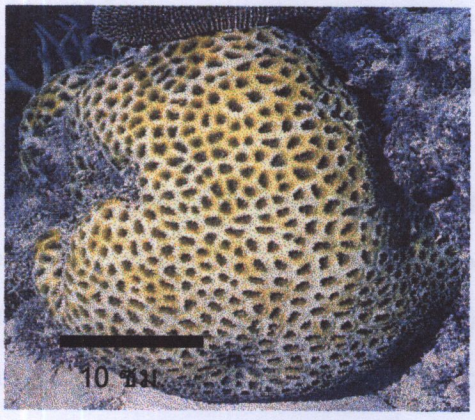
ฆ

ง

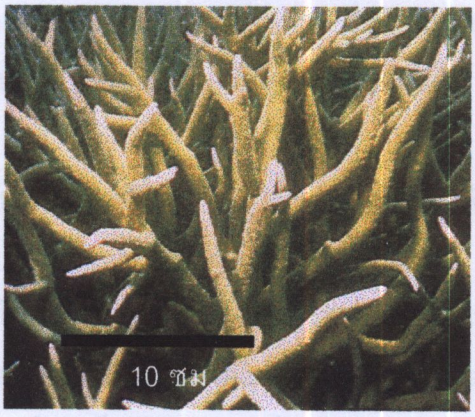
จ

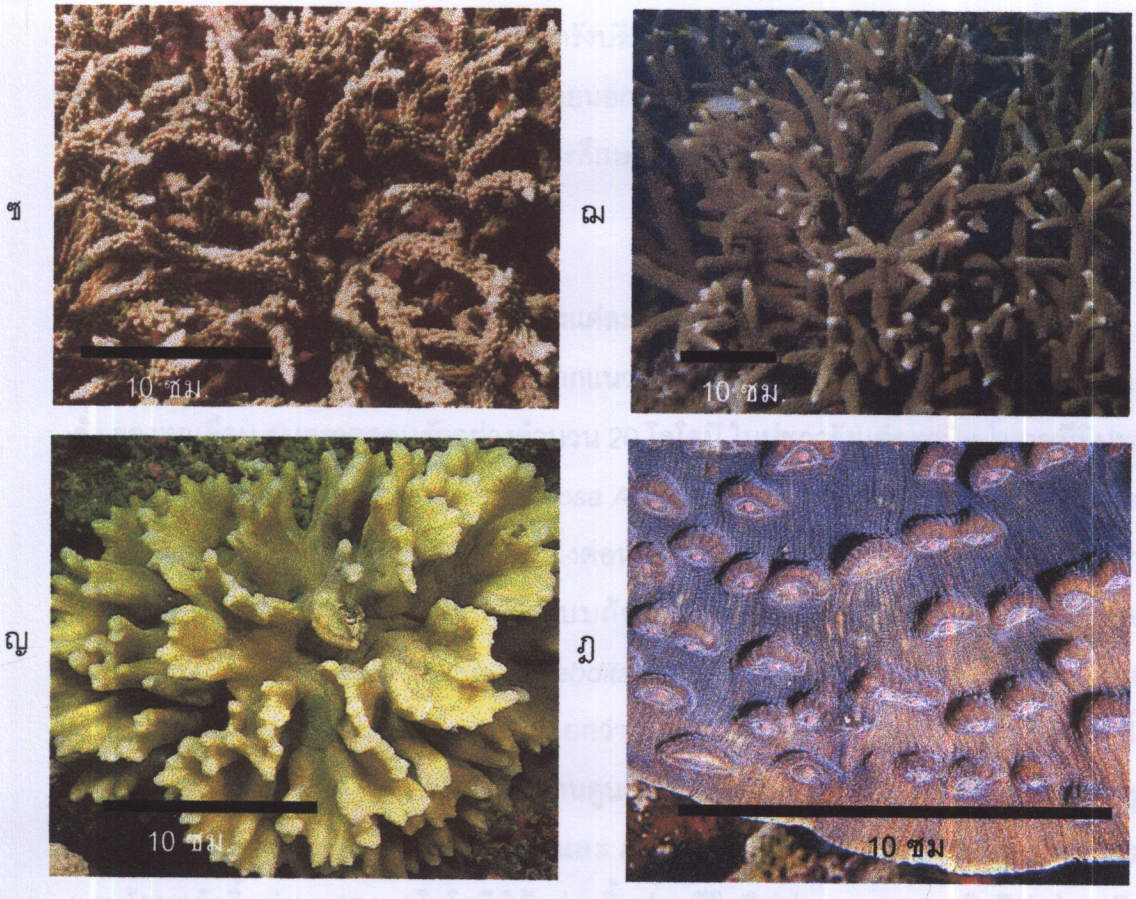


ฉ



ช





รูปที่ 4 ชนิดของปะการังที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ (ก) *Goniastrea retiformis* (ข) *Goniastrea aspera* (ค) *Goniastrea pectinata* (ฆ) *Platygyra sinensis* (ง) *Favites abdita* (จ) *Favites halicora* (ฉ) *Favia pallida* (ช) *Acropora aspera* (ซ) *Acropora austera* (ฌ) *Acropora formosa* (ญ) *Pectinia paeonia* (ฎ) *Mycedium elephantotus*

ศึกษาและเก็บตัวอย่างปะการังจากแนวปะการังสามบริเวณ ได้แก่แนวปะการังทิศตะวันตก (ก) และทิศใต้ (ข) ของสถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล และแนวปะการังบริเวณอ่าวตังเข็น (ค) (รูปที่ 2)

ศึกษาปะการังทั้งหมด 3 วงศ์ 12 ชนิด โดยศึกษาวงศ์ Faviidae จำนวน 7 ชนิดได้แก่ *Goniastrea retiformis*, *G. aspera*, *G. pectinata*, *Platygyra sinensis*, *Favites abdita*, *F. halicora* และ *Favia pallida* (รูปที่ 4ก - ฉ) ทั้ง 7 ชนิดข้างต้นเป็นชนิดที่แพร่กระจายทั่วไปบนพื้นราบแนวปะการัง (reef flat) ปะการังวงศ์ Acroporidae จำนวน 3 ชนิดได้แก่ *Acropora aspera*, *A. austera* และ *A. formosa* (รูปที่ 4ช - ฌ) ปะการังวงศ์ Pectinidae จำนวน 2 ชนิดได้แก่ *Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus* (รูปที่ 4ญ - ฎ) ทั้ง 5 เป็นชนิดที่แพร่กระจาย

บริเวณลาดชัน (reef slope) ของแนวปะการังบริเวณแหลมพันวา ปะการังทั้ง 12 ชนิดที่เลือกศึกษาในครั้งนี้เป็นชนิดที่มีเพศรวมที่มีการผสมภายนอก ซึ่งเป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปและมีจำนวนมากพอที่จะสุ่มเก็บตัวอย่างได้ตลอดระยะเวลาทำการศึกษา

วิธีการศึกษา

1. ตรวจสอบช่วงไข่แก่ของปะการังแต่ละชนิด

สุ่มตัวอย่างปะการังทั้ง 12 ชนิด จากแนวปะการังทั้งสามบริเวณ ในช่วงแรม 7 ค่ำและขึ้น 7 ค่ำ ของทุกเดือน สุ่มตรวจสอบตัวอย่างจำนวน 20 โคโลนี ในปะการังแต่ละชนิด ในกรณีที่ปะการังมีรูปทรงแบบกิ่งก้าน (ชนิด *Acropora formosa A. austera* และ *A. aspera*) สุ่มตัวอย่างโดยหักกิ่งปะการังออกจากกิ่งใหญ่ประมาณ 2 – 3 กิ่งต่อหนึ่งโคโลนี โดยแต่ละกิ่งมีความยาวมากกว่า 3 - 5 เซนติเมตร สำหรับปะการังที่มีรูปทรงแบบก้อน (ชนิด *Goniastrea retiformis, G. aspera, G. pectinata, Platygyra sinensis, Favites abdita, F. halicora* และ *Favia pallida*) สุ่มเลือกก้อนปะการังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร สุ่มตัวอย่างโดยใช้ค้อนกับสิ่วสกัดชิ้นส่วนออกจากโคโลนีใหญ่ โดยให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร ปะการังที่มีรูปทรงแบบแผ่นแบน (ชนิด *Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus*) สุ่มตัวอย่างโดยใช้สิ่วและค้อนสกัดชิ้นส่วนออกจากโคโลนี ให้แต่ละชิ้นส่วนมีโพลิปประมาณ 3 - 5 โพลิป ปะการังที่มีไข่อยู่ในระยะไข่แก่สามารถมองเห็นสีสันและขนาดของไข่ได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า (รูปที่ 5) ซึ่งไข่ของปะการังจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็น สีแดง-ชมพู สีน้ำตาลอ่อน หรือ สีเขียว (Harrison *et al.*, 1984; Oliver *et al.*, 1988) และสามารถคาดการณ์ได้ว่าภายในช่วงหนึ่งสัปดาห์จะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอกลำตัว (Wallace, 1985)

2. ศึกษาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

เก็บตัวอย่างโคโลนีปะการังเมื่อพบว่าปะการังอยู่ในระยะที่มีไข่แก่แต่ละชนิด จำนวน 10 โคโลนีมาใส่ในถังไฟเบอร์ (ขนาด 1 x 3 x 0.5 ลูกบาศก์เมตร) โดยวางไว้ในที่แสงแดดส่องถึง ให้น้ำทะเลไหลผ่านตลอด (ในอัตรา 10 ลิตร ต่อ 1 นาที) จากนั้นในตอนเย็นของแต่ละวันย้ายปะการังแต่ละโคโลนีใส่ในตู้กระจก (ขนาด 30 x 30 x 40 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร) ที่มีน้ำทะเลไหลผ่านตลอด (โดยมีอัตราการไหลของน้ำทะเลประมาณ 2 ลิตรต่อ 1 นาที) ตู้ละหนึ่งโคโลนี ตู้ปะการังทั้งหมดถูกจัดไว้กลางแจ้ง (รูปที่ 3) เฝ้าสังเกตอย่างใกล้ชิดตลอดทั้งคืน บันทึกช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และพฤติกรรมต่าง ๆ พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างก้อนเซลล์สืบพันธุ์โคโลนีละ 20 ก้อน ชนิดละ 5 โคโลนี เพื่อวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใต้กล้องจุลทรรศ์ที่มีไมโครมิเตอร์ (micrometer) และนับจำนวนไข่ที่บรรจุอยู่ในก้อนเซลล์สืบพันธุ์ มีเพียงปะการัง 2 ชนิด (*Pectinia paeonia* และ *Mycedium*

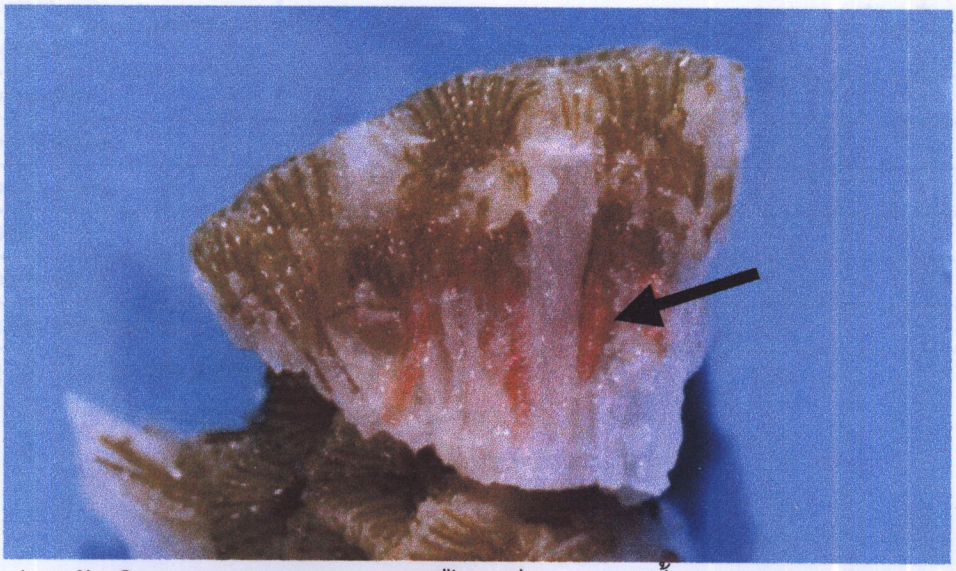
elephantotus) ที่เก็บตัวอย่างจาก 4 โคโลนีเท่านั้น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่ โดยเก็บตัวอย่างไข่โคโลนีละ 20 ฟอง ชนิดละ 5 โคโลนี (ยกเว้นปะการังชนิด *P. paeonia* และ *M. elephantotus*) หลังจากเฝ้าสังเกตและจดบันทึกในแต่ละคืน ตอนเช้าจะย้ายปะการังที่อยู่ในตู้ทดลองกลับคืนถังไฟเบอร์ และจะย้ายไปใส่ไว้ในตู้กระจกอีกครั้งในตอนเย็นของแต่ละวัน ทำเช่นนี้ทุกวันที่ศึกษา เพื่อลดผลกระทบจากอุณหภูมิน้ำทะเลในเวลากลางวันที่เพิ่มสูงขึ้นในตู้กระจก ปะการังแต่ละชนิดที่เก็บขึ้นมาศึกษาในตู้ทดลองเป็นการเก็บขึ้นมาศึกษาครั้งเดียวหลังจากมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สิ้นสุดลงประมาณ 2 เดือน จากนั้นจะนำปะการังทั้งหมดกลับไปไว้ในแนวปะการังเช่นเดิม นอกจากการบันทึกข้อมูลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในตู้ทดลองแล้ว ยังมีการบันทึกข้อมูลช่วงเวลาที่มีไข่แก่และช่วงเวลาที่ไม่พบไข่ในแนวปะการังตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ทั้งนี้เพื่อเป็นการเปรียบเทียบช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างตู้ทดลองกับในแนวปะการัง

3. เก็บข้อมูลทางกายภาพของน้ำทะเลบริเวณที่ศึกษา

วัดอุณหภูมิน้ำทะเลที่ระดับความลึก 5 เมตร โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดความเค็ม โดยใช้เครื่องวัดความเค็มแบบแสงส่องผ่าน (refractometer) โดยเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนเมษายน 2543 – เมษายน 2544 จากพื้นที่ที่ศึกษาบริเวณหน้าสถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล

4. วิเคราะห์สถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ในแต่ละโคโลนี โดยใช้ วิธีการทดสอบแบบ one-way ANOVA และทดสอบแบบจับคู่ด้วยโดยใช้ Turkey test



รูปที่ 5 ปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* มีไข่แก่สีแดง (ลูกศรชี้) สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า

บทที่ 3

ผลการศึกษา

1. การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

จากการศึกษาช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังทั้งหมด 12 ชนิด ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 ถึง เดือนพฤษภาคม 2544 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 เดือน พบว่าประชาคมปะการังบริเวณแหลมพันวามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เกือบตลอดทั้งปี โดยแต่ละชนิดมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์นาน 1 - 3 เดือน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแต่ละชนิดตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 – พฤษภาคม 2544

	มีนาคม 2543	เมษายน 2543	พฤษภาคม	มิถุนายน 2543	กรกฎาคม 2543	สิงหาคม 2543	กันยายน 2543	ตุลาคม 2543	พฤศจิกายน	ธันวาคม 2543	มกราคม 2544	กุมภาพันธ์ 2544	มีนาคม 2544	เมษายน 2544	พฤษภาคม
วงศ์ Faviidae															
1.*Goniastrea aspera*	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
2.*Goniastrea pectinata*	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
3.*Goniastrea retiformis*	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
4.*Favites halicora*	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
5.*Favites abdita*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
6.*Platygyra sinensis*	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
7.*Favia pallida*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
วงศ์ Acroporidae															
8.*Acropora aspera*	-	-	-	-	-	+	*	*	-	-	-	-	-	-	-
9.*Acropora formosa*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.*Acropora austera*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
วงศ์ Pectinidae															
11.*Pectinia paeonia*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
12.*Mycedium elephantotus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

หมายเหตุ + หมายถึง ปะการังในตู้ทดลองมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนนั้น

\- หมายถึง ปะการังในตู้ทดลองไม่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนนั้น

* หมายถึง ผลการตรวจพบไข่สุกจากการสุ่มตรวจสอบในแนวปะการัง

ผลการศึกษาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ในต้นเดือนมีนาคม 2543 โดยสุ่มตรวจสอบตัวอย่างปะการังชนิดต่าง ๆ ในแนวปะการังทั้งสามบริเวณ พบปะการังชนิด *Goniastrea aspera, G. pectinata, G. retiformis, Favites halicora, F. abdita, Platygyra sinensis* และ *Favia pallida* อยู่ในระยะไข่สุก เมื่อสกัดชิ้นส่วนในแต่ละโคโลนีออกมาสามารถเห็นสีของไข่ชัดเจน และเมื่อนำโคโลนีของปะการังแต่ละชนิดมาใส่ในตู้ทดลอง (ยกเว้นชนิด *F. abdita* และ *F. pallida* ไม่ได้นำมาใส่ตู้ทดลอง) พบว่าปะการังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงข้างแรมปลายเดือนมีนาคม หลังจากนั้นในเดือนเมษายน 2543 สุ่มตรวจสอบตัวอย่างในแนวปะการังหลังจากปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในปลายเดือนมีนาคม พบปะการังชนิด *G. aspera, G. pectinata* และ *P. sinensis* ยังคงมีเซลล์สืบพันธุ์เหลืออยู่ และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์อีกครั้งในช่วงข้างแรมปลายเดือนเมษายน จากนั้นสุ่มตรวจสอบในแนวปะการังอีกในต้นเดือนพฤษภาคม ปรากฏว่าไม่มีเซลล์สืบพันธุ์เหลืออยู่ เช่นเดียวกับเดือนมิถุนายน 2543 และเดือนถัดไป (ตารางที่ 1)

ปะการังชนิด *Acropora aspera* และ *A. formosa* มีไข่สุกในเดือนสิงหาคม 2543 เมื่อเก็บตัวอย่างทั้งสองชนิดใส่ในตู้กระจก พบว่าปะการังชนิด *A. aspera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงปลายเดือนหลังพระจันทร์เต็มดวง แต่เนื่องจากปะการังที่เลี้ยงไว้ในตู้ทดลองตายทำให้ไม่สามารถทราบวันที่และเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ในเดือนกันยายนและตุลาคม อย่างไรก็ตามจากการสุ่มตรวจสอบในแนวปะการังหลังจากปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงต้นเดือนกันยายน และต้นเดือนตุลาคมช่วงก่อนพระจันทร์เต็มดวง พบว่ายังมีเซลล์สืบพันธุ์เหลืออยู่ จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าในเดือนกันยายนและตุลาคม 2543 ปะการังยังคงมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ แต่ในเดือนพฤศจิกายน ไม่พบเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *A. aspera* และ *A. formosa* เหลืออยู่ในการสุ่มตรวจสอบเช่นเดียวกับเดือนธันวาคม 2543 และในเดือนถัดไป

ในเดือนพฤศจิกายน 2543 พบปะการังชนิด *A. austera* มีไข่สุกในแนวปะการัง แต่มีการตายเกิดขึ้นหลังจากนำมาเลี้ยงในตู้ทดลอง ทำให้ไม่สามารถทราบวันและเวลาที่แน่นอนได้ แต่สามารถคาดการณ์ได้จากการสุ่มตรวจสอบในแนวปะการัง พบว่าก่อนขึ้น 15 ค่ำยังพบไข่สุกบรรจุอยู่ภายในโพลิป หลังจากนั้นสุ่มตรวจสอบอีกครั้งในช่วงแรม 10 ค่ำ ยังคงพบไข่สุกอยู่เช่นเดิม แสดงให้เห็นว่ายังไม่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ จากนั้นสุ่มตรวจสอบอีกครั้งในช่วงขึ้น 13 ค่ำ (เดือนธันวาคม) ไม่พบปะการังที่มีไข่บรรจุอยู่ ดังนั้นคาดการณ์ได้ว่าปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไปในช่วงก่อนหน้านี้คือช่วงหลังจากแรม 15 ค่ำในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน 2543

เดือนธันวาคม 2543 พบปะการังสองชนิดมีไข่สุก คือ *Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus* ผลจากการศึกษาในตู้ทดลองพบว่ามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงหลังจากพระ

จันทร์เต็มดวง ปะการังทั้งสองชนิดมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงเดือนเดียวเท่านั้น ในเดือนมกราคม 2544 และเดือนถัดไปไม่พบปะการังที่มีไข่สุกในแนวปะการังอีก

พบปะการังชนิด *G. aspera, F. halicora, F. abdita* และ *F. pallida* มีไข่สุกในช่วงปลายเดือนมกราคม 2544 และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ปะการังชนิด *F. abdita* และ *F. pallida* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ถึงเดือนมีนาคม ปะการังชนิด*G. aspera* และ *F. halicora* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไปจนถึงเดือนเมษายน

เดือนมีนาคม 2544 พบปะการังชนิด *G. pectinata, G. retiformis* และ *Platygyra sinensis* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ถึงเดือนเมษายน ในเดือนพฤษภาคมและในเดือนถัดไป ไม่พบเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิดที่ศึกษา

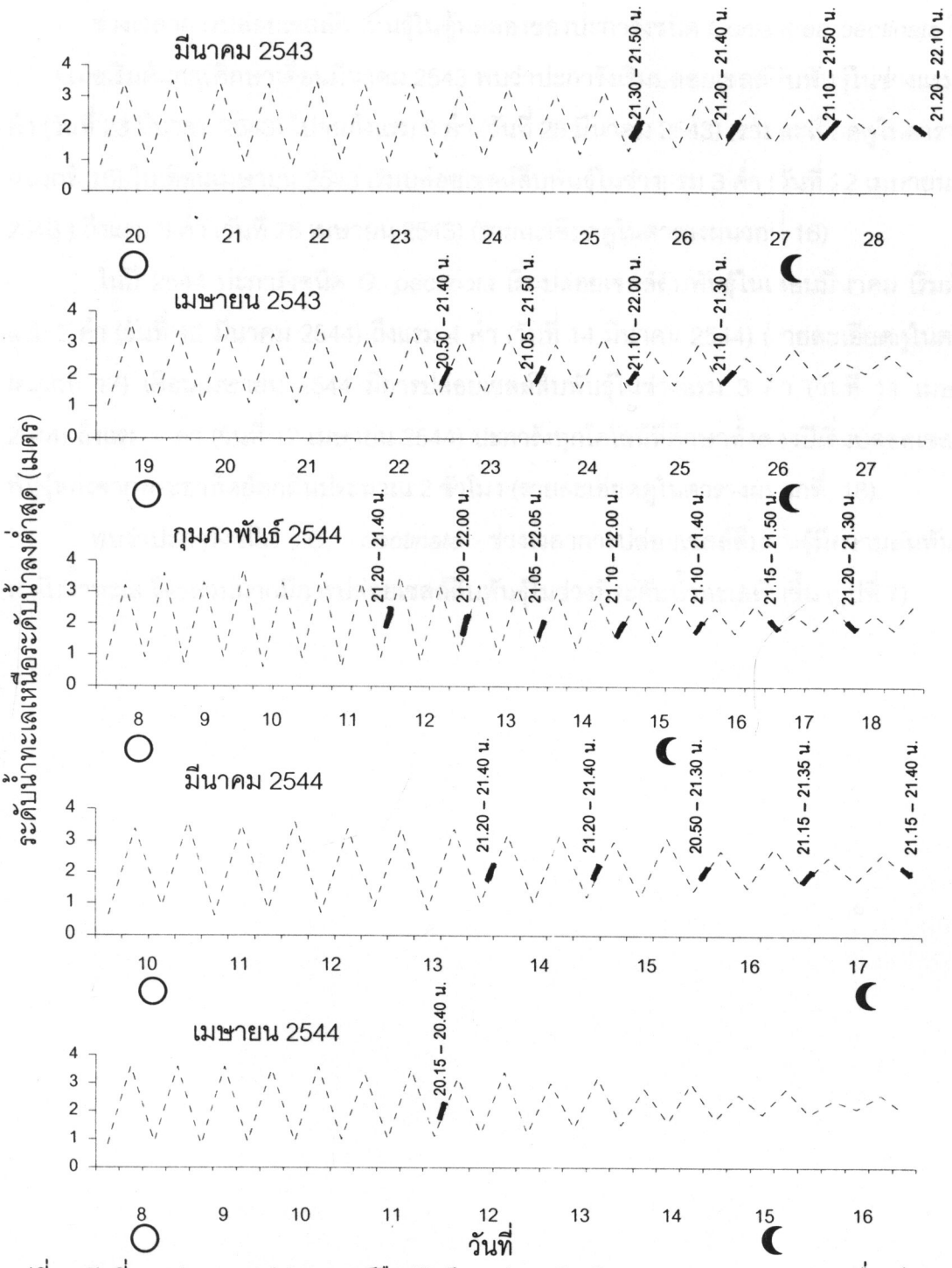
2. ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

2.1 *Goniastrea aspera*

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* ในเดือนมีนาคม 2543 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 5 ค่ำ (วันที่ 25 มีนาคม 2543) ถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 28 มีนาคม 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 23) เดือนเมษายน 2543 ปะการังเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 22 เมษายน 2543) ถึงแรม 6 ค่ำ (วันที่ 25 เมษายน 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 24)

เดือนกุมภาพันธ์ 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2544) ถึงแรม 10 ค่ำ (วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 25) เดือนมีนาคม 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 13 มีนาคม 2544) ถึงแรม 7 ค่ำ (วันที่ 17 มีนาคม 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 26) เดือนเมษายน 2544 ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในแรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 เมษายน 2544) เพียงวันเดียวเท่านั้น (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 27) ทั้งสองปีปะการังทุกโคโลนีปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ประมาณ 2 ชั่วโมงครึ่งหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน

พบว่าปะการังชนิด *G. aspera* ส่วนมากมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงระดับน้ำทะเลกำลังขึ้นทั้งสองปีที่ศึกษา (รูปที่ 6)



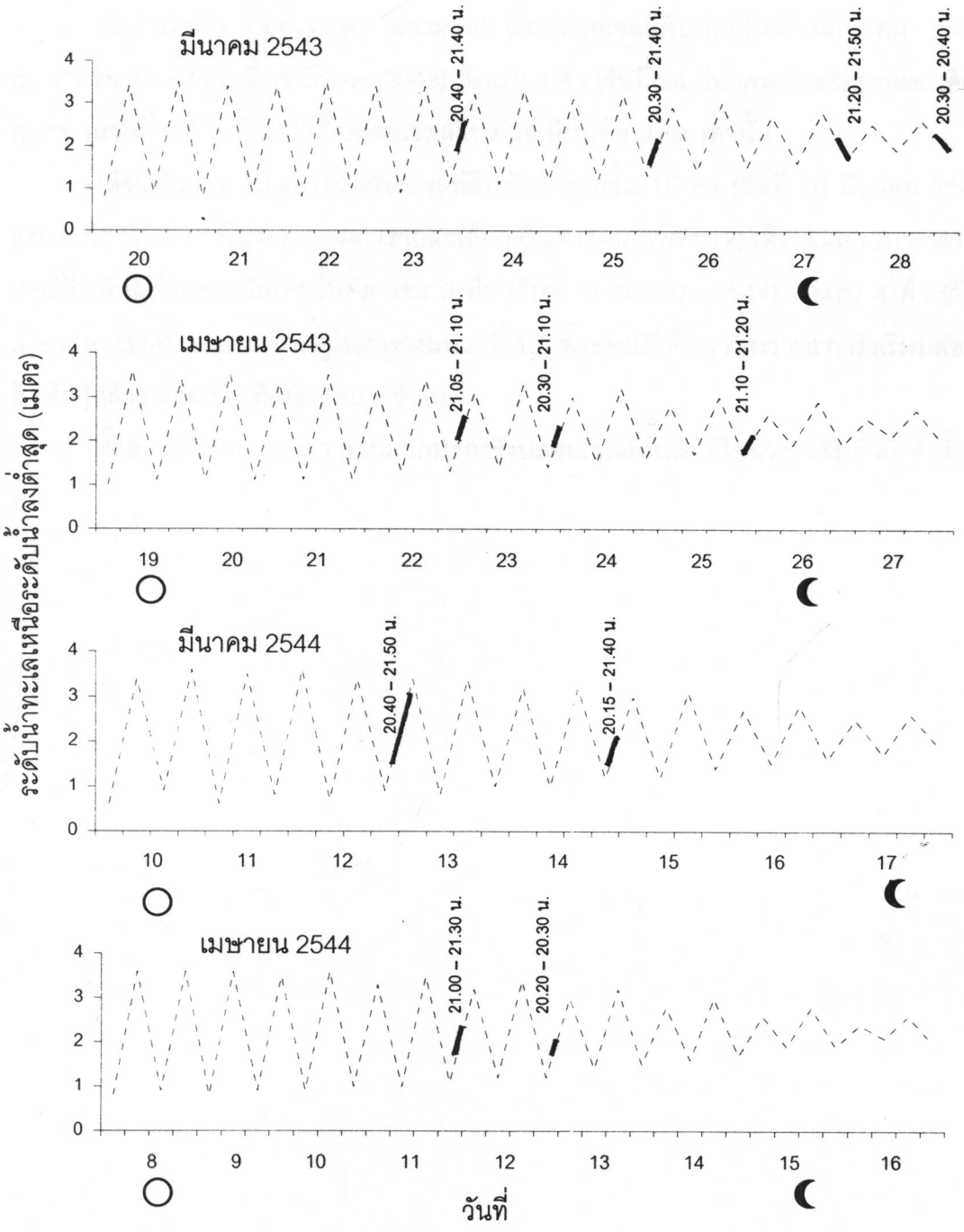
รูปที่ 6 วันที่และช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ 2544 – เมษายน 2544 (O = ขึ้น 15 ค่ำ และ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.2 *Goniastrea pectinata*

ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในตู้ทดลองของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* ในปี 2543 เมื่อเริ่มต้นการศึกษาเดือนมีนาคม 2543 พบว่าปะการังเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงแรม 3 ค่ำ (วันที่ 23 มีนาคม 2543) ไปจนถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 28 มีนาคม 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 15) ในเดือนเมษายน 2543 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงแรม 3 ค่ำ (วันที่ 22 เมษายน 2543) ถึงแรม 6 ค่ำ (วันที่ 25 เมษายน 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 16)

ในปี 2544 ปะการังชนิด *G. pectinata* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมีนาคม เริ่มตั้งแต่แรม 2 ค่ำ (วันที่ 12 มีนาคม 2544) ถึงแรม 4 ค่ำ (วันที่ 14 มีนาคม 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 17) เดือนเมษายน 2544 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงแรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 เมษายน 2544) ถึงแรม 4 ค่ำ (วันที่ 12 เมษายน 2544) ปะการังทุกโคโลนีที่ศึกษาทั้งสองปีเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังจากพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 2 ชั่วโมง (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 18)

พบว่าปะการังชนิด *G. pectinata* ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำทะเล โดยส่วนมากมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงที่ระดับน้ำทะเลเริ่มขึ้น (รูปที่ 7)



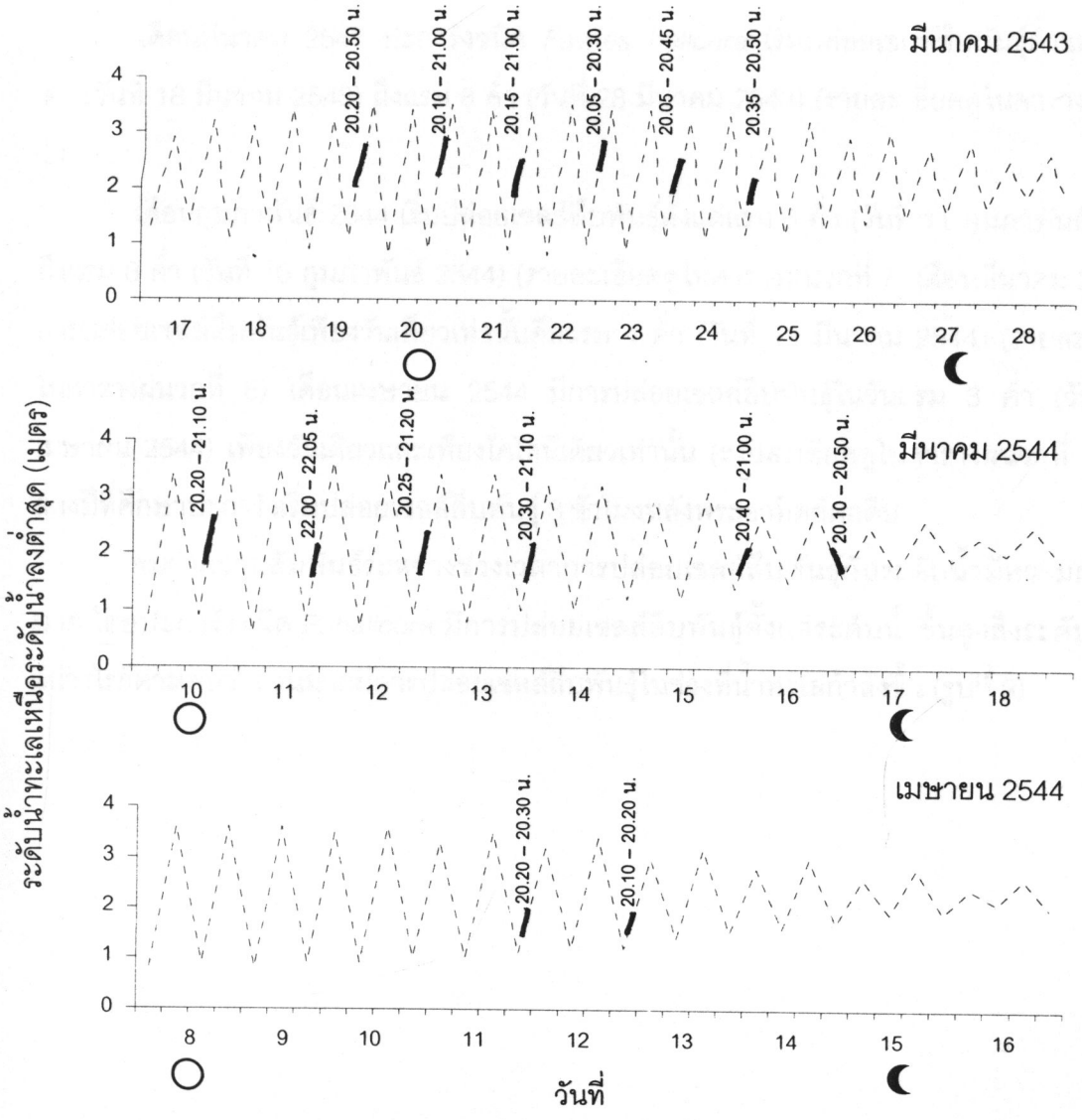
รูปที่ 7 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนมีนาคม - เมษายน 2543 และเดือนมีนาคม - เมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.3 *Goniastrea retiformis*

ปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมีนาคม 2543 โดยเริ่มจากขึ้น 14 ค่ำ (วันที่ 19 มีนาคม2543) ถึงแรม 4 ค่ำ (วันที่ 24 มีนาคม 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 11) ในปี 2543 นี้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงเดือนเดียวเท่านั้น

เดือนมีนาคม 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ขึ้น 15 ค่ำ (วันที่ 10 มีนาคม 2544) ถึงแรม 6 ค่ำ (วันที่ 16 มีนาคม 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 12) เดือนเมษายน 2544 ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงสองวันเท่านั้นคือ แรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 เมษายน 2544) ถึงแรม 4 ค่ำ (วันที่ 12 เมษายน 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 13) ทั้งสองปีที่ศึกษาพบว่าปะการังเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังจากพระอาทิตย์ตกดิน 2 ชั่วโมง

ทั้งสองปีที่ศึกษาพบว่า ส่วนมากปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธ์ในช่วงระดับน้ำกำลังขึ้น (รูปที่ 8)



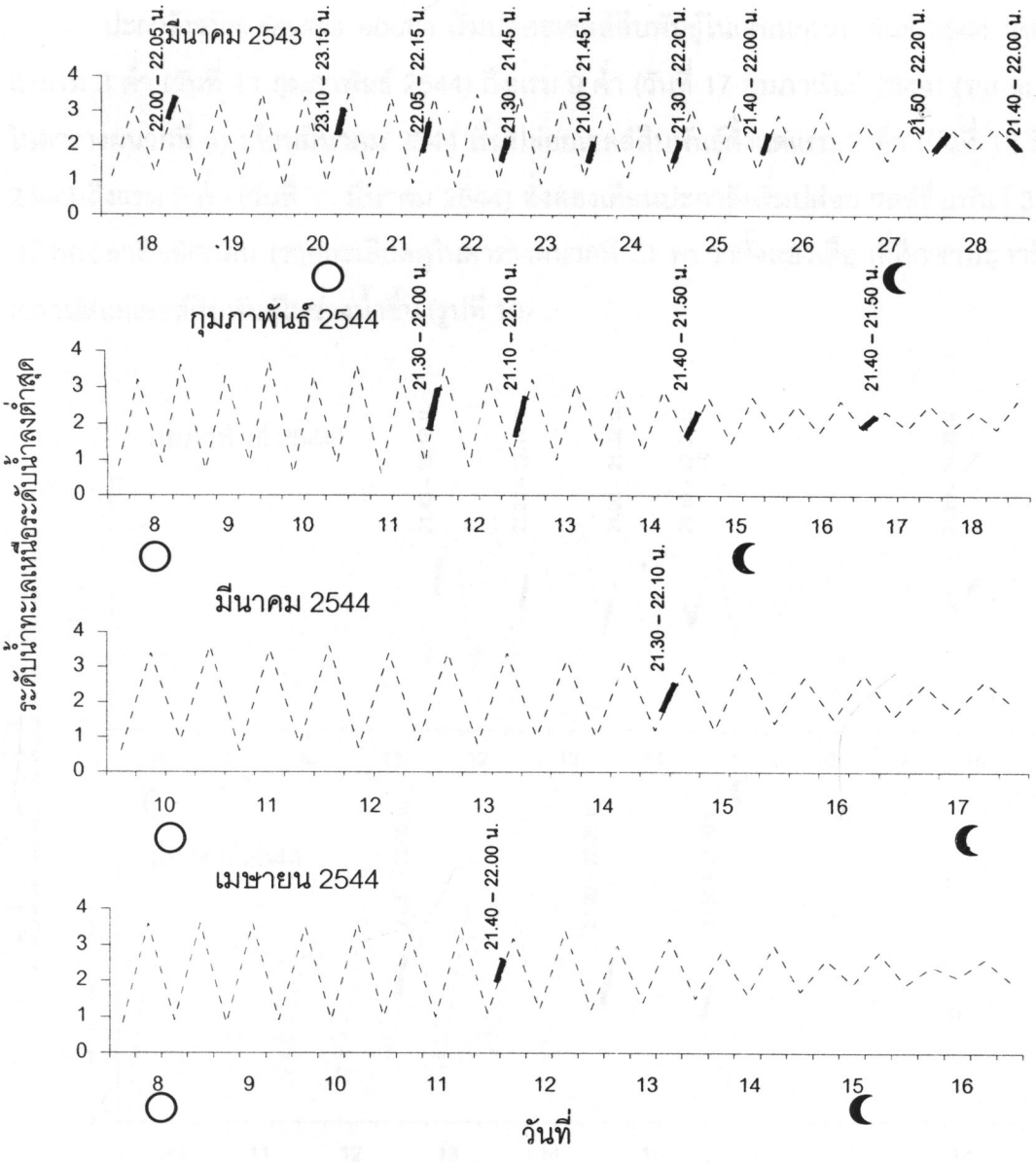
รูปที่ 8 วันที่และช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตรานำ้ในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนมีนาคม – เมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ และ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.4 *Favites halicora*

เดือนมีนาคม 2543 ปะการังชนิด *Favites halicora* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ขึ้น 13 ค่ำ (วันที่ 18 มีนาคม 2543) ถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 28 มีนาคม 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 6)

เดือนกุมภาพันธ์ 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2544) ถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 7) เดือนมีนาคม 2544 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงวันเดียวเท่านั้นคือแรม 4 ค่ำ (วันที่ 14 มีนาคม 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 8) เดือนเมษายน 2544 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในวันแรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 เมษายน 2544) เพียงวันเดียวและเพียงโคโลนีเดียวเท่านั้น (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 9) ทั้งสองปีที่ศึกษาปะการังเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 3 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน

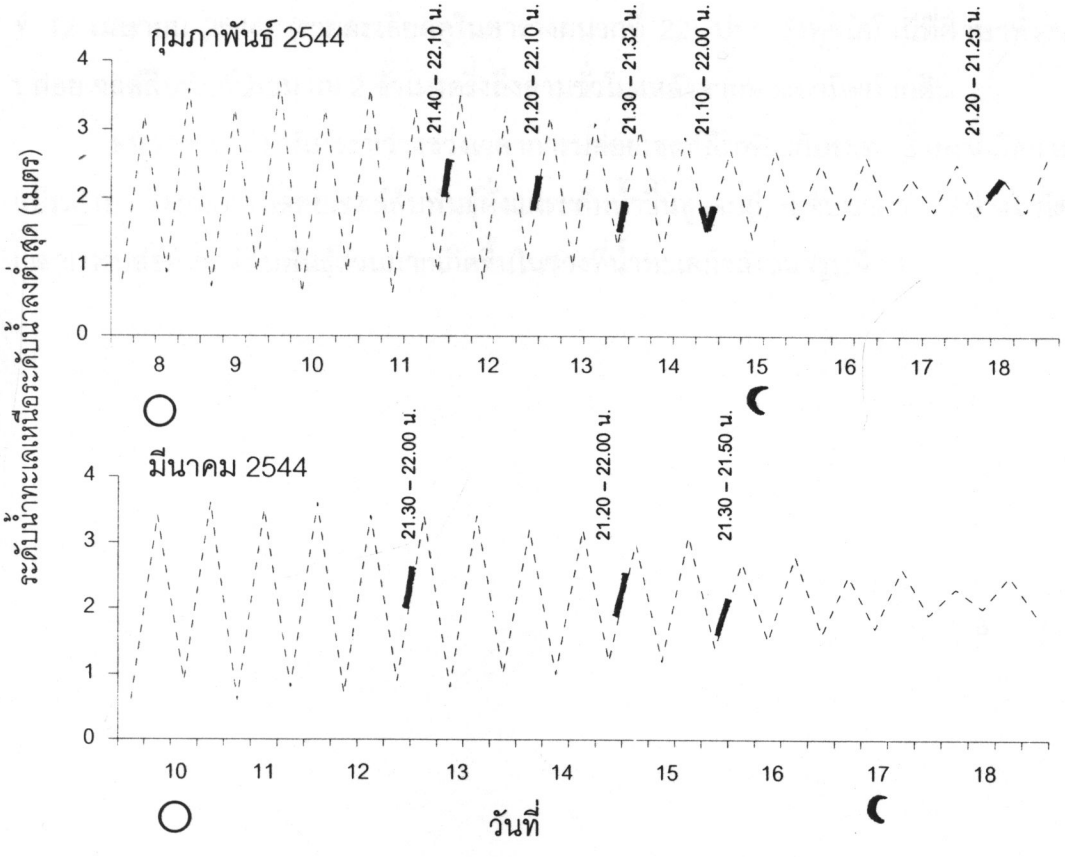
พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์กับระดับน้ำมีความผันแปรมาก โดยปะการังชนิด *F. halicora* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ระดับน้ำขึ้นสูงถึงระดับน้ำต่ำ อย่างไรก็ตามพบว่าส่วนมากมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงที่น้ำทะเลกำลังขึ้น (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites halicora* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตรานำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ และ ◐ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.5 *Favites abdita*

ปะการังชนิด *Favites abdita* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนกุมภาพันธ์ 2544 โดยเริ่มตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2544) ถึงแรม 9 ค่ำ (วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 4) เดือนมีนาคม 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 2 ค่ำ (วันที่ 12 มีนาคม 2544) ถึงแรม 5 ค่ำ (วันที่ 15 มีนาคม 2544) ทั้งสองเดือนปะการังเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 3 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 5) พบว่าทั้งสองเดือนที่ศึกษาปะการังมีช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำขึ้น (รูปที่ 10)



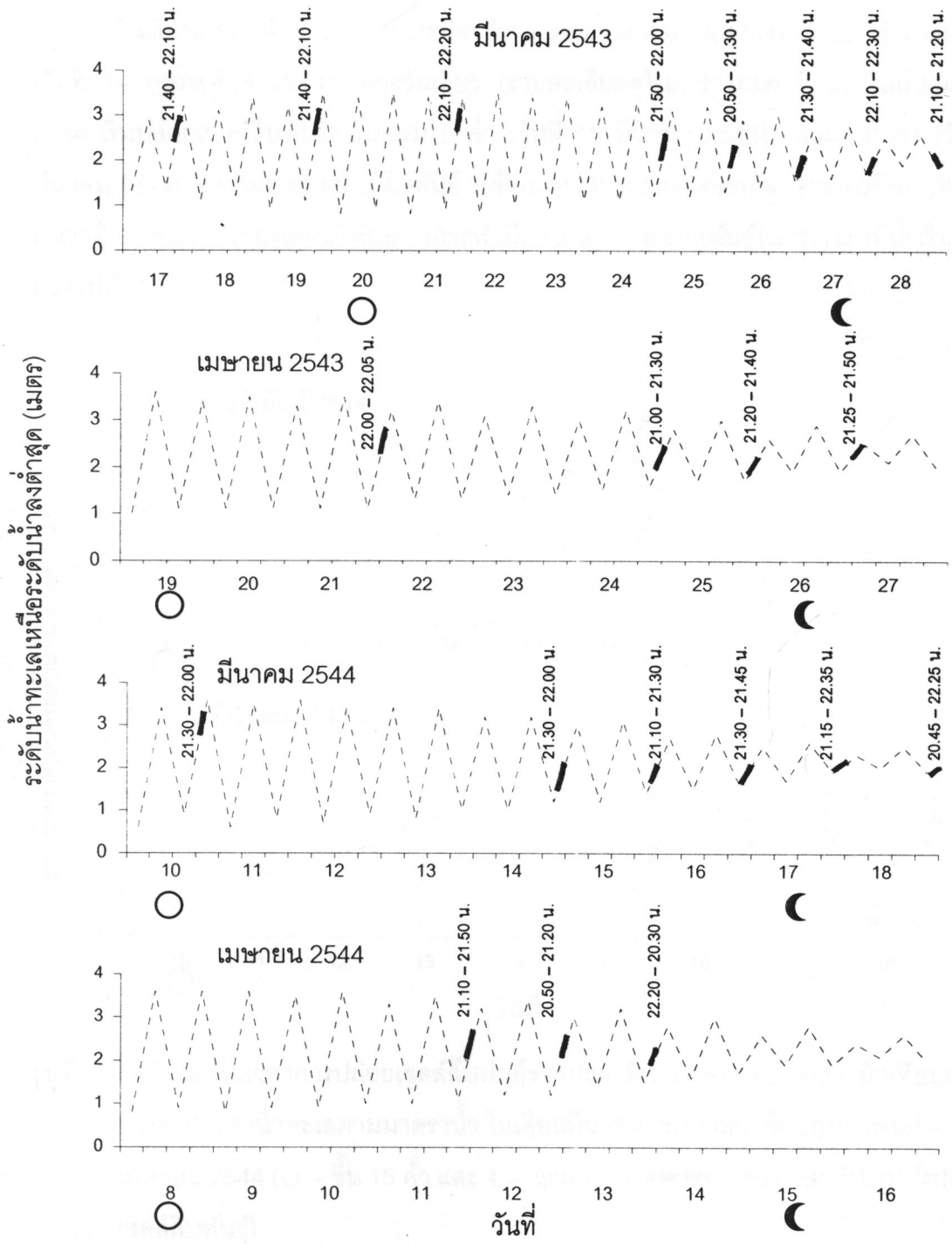
รูปที่ 10 ช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites abdita* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตรานำในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ และ ☾ = แรม 8 ค่ำ ▬ = ช่วง เวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.6 *Platygyra sinensis*

ปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมีนาคม 2543 ตั้งแต่ขึ้น 12 ค่ำ (วันที่ 17 มีนาคม 2543) ไปจนถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 28 มีนาคม 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 19) เดือนเมษายน 2543 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 2 ค่ำ (วันที่ 21 เมษายน 2543) ถึงแรม 7 ค่ำ (วันที่ 26 เมษายน 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 20)

เดือนมีนาคม 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ขึ้น 15 ค่ำ (วันที่ 10 มีนาคม 2544) ไปจนถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 18 มีนาคม 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 21) เดือนเมษายน 2544 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงสองวัน คือตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 11 เมษายน 2544) ถึงแรม 4 ค่ำ (วันที่ 12 เมษายน 2544) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 22) ปะการังทุกโคโลนีที่ศึกษาทั้งสองปีเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ประมาณ 2 ชั่วโมงครึ่งถึงสามชั่วโมงหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน

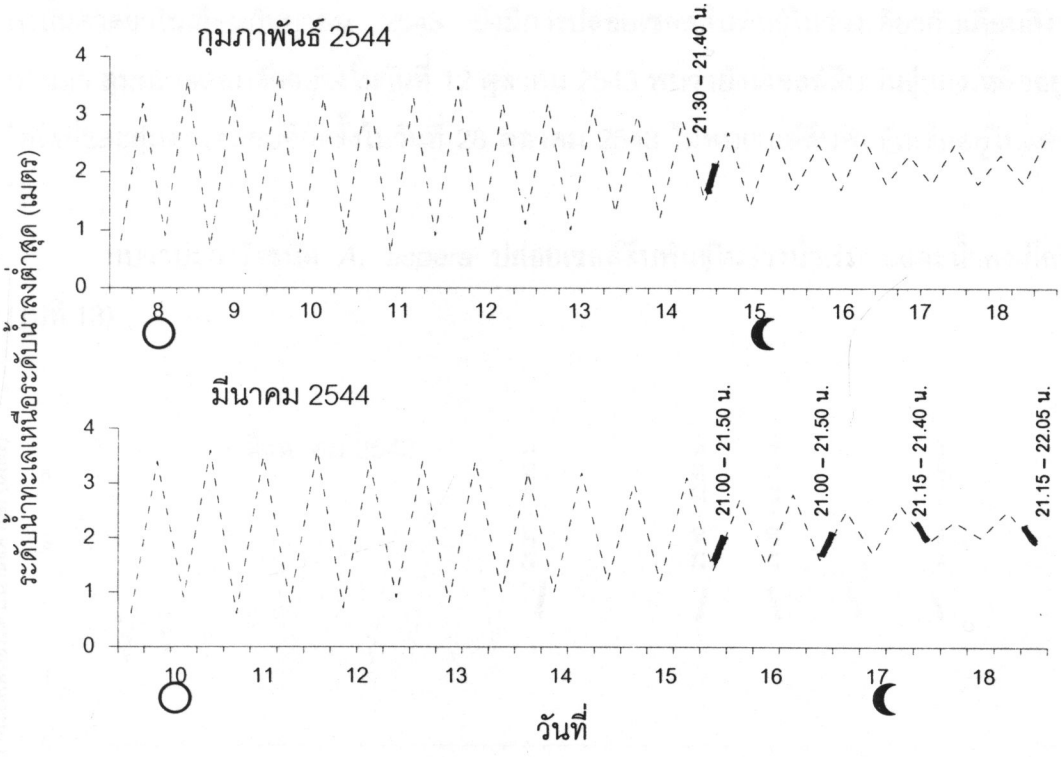
พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธ์กับระดับน้ำทะเลมีความผันแปรมาก โดยมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ระดับน้ำขึ้นสูงจนถึงระดับน้ำต่ำ อย่างไรก็ตามช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ส่วนมากเกิดขึ้นในช่วงที่น้ำทะเลกำลังขึ้น (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตรานำ้ในเดือนมีนาคม - เมษายน 2543 และเดือนมีนาคม – เมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ และ ◐ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.7 *Favia pallida*

ในเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ปะการังชนิด *Favia pallida* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในแรม 6 ค่ำ (วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2544) เพียงวันเดียว (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 2) ในเดือนมีนาคม 2544 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 5 ค่ำ (วันที่ 15 มีนาคม 2544) ถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 18 มีนาคม 2544) โดยเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 3 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 3) พบว่าทั้งสองเดือนที่ศึกษา ปะการังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาที่น้ำเริ่มขึ้นและลง (รูปที่ 12)



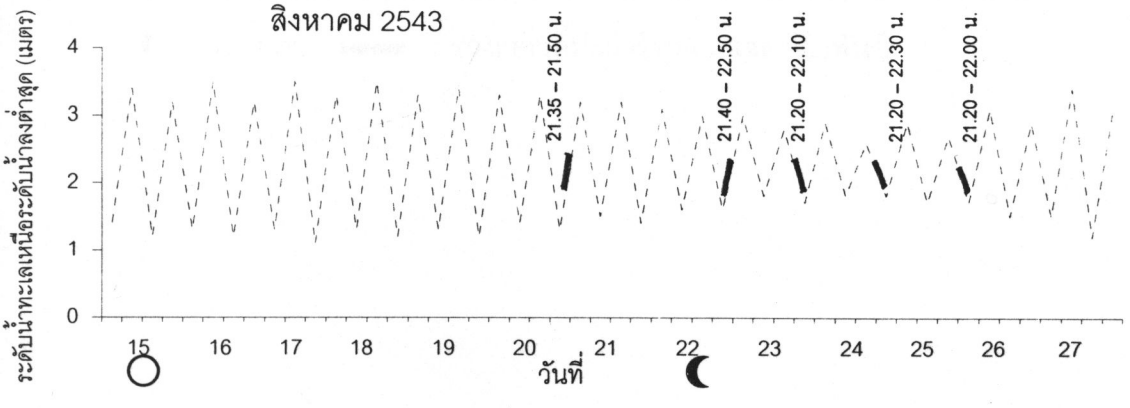
รูปที่ 12 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favia pallida* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำ ในเดือนมีนาคม 2543 และเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ และ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.8 *Acropora aspera*

เดือนสิงหาคม 2543 ปะการังชนิด *Acropora aspera* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 5 ค่ำ (วันที่ 20 สิงหาคม 2543) ถึงแรม 10 ค่ำ (วันที่ 25 สิงหาคม 2543) (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 1) โดยเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ประมาณ 3 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน

เดือนกันยายน 2543 ปะการังชนิด *A. aspera* ที่เลี้ยงไว้ในตู้ทดลองเกิดการตายทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลช่วงเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ แต่อย่างไรก็ตามจากการสุ่มตัวอย่างในแนวปะการังในวันที่ 6 กันยายน 2543 พบว่าปะการังชนิด *A. aspera* ยังมีเซลล์สืบพันธุ์เหลืออยู่ และสุ่มตรวจสอบอีกครั้งในวันที่ 21 กันยายน 2543 พบว่าปะการังบางโคโลนียังมีเซลล์สืบพันธุ์อยู่ ดังนั้นคาดว่าในเดือนกันยายน 2543 ยังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดียวกับเดือนสิงหาคมที่ผ่านมา สุ่มตรวจสอบตัวอย่างในวันที่ 12 ตุลาคม 2543 พบว่ายังมีเซลล์สืบพันธุ์หลงเหลืออยู่ในบางโคโลนีและสุ่มตรวจสอบอีกครั้งในวันที่ 28 ตุลาคม 2543 ไม่พบเซลล์สืบพันธุ์เหลืออยู่ในแต่ละโคโลนี

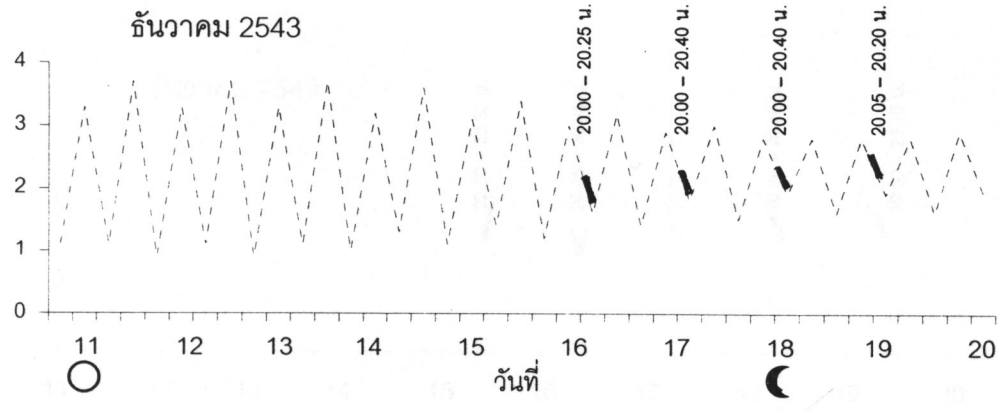
พบว่าปะการังชนิด *A. aspera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำเริ่มขึ้นและน้ำลงเกือบต่ำสุด (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora aspera* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตราน้ำในเดือนสิงหาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.9 *Pectinia paeonia*

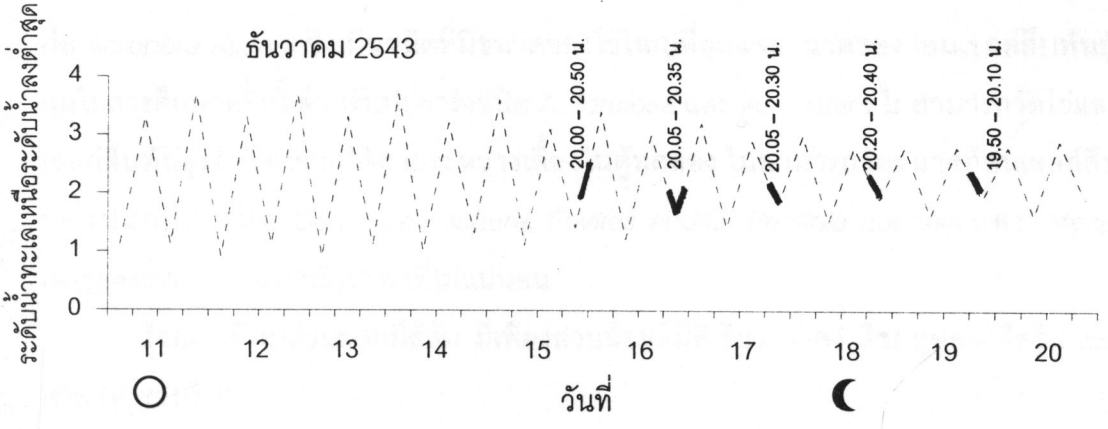
ศึกษาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์จำนวน 5 โคโลนี ในเดือนธันวาคม 2543 ปะการังชนิด *Pectinia paeonia* เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 5 ค่ำ (วันที่ 16 ธันวาคม 2543) ถึงแรม 8 ค่ำ (วันที่ 19 ธันวาคม 2543) โดยเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 2 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 10) พบว่าปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงระดับน้ำลง (รูปที่ 14)



รูปที่ 14 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Pectinia paeonia* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตรานำ้ในเดือนธันวาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

2.10 *Mycedium elephantotus*

ศึกษาปะการังชนิด *Mycedium elephantotus* จำนวน 4 โคโลนีในตู้ทดลอง เดือนธันวาคม *2543 เริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่แรม 3 ค่ำ (วันที่ 15 ธันวาคม 2543) ถึงแรม 7 ค่ำ (วันที่ 19* ธันวาคม 2543) โดยเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 2 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน ไม่พบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนถัดไป (รายละเอียดดูในตารางผนวกที่ 14) พบว่าปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ใน *ช่วงที่ระดับน้ำกำลังขึ้นและลงเกือบต่ำสุด (รูปที่ 15)*



รูปที่ 15 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Mycedium elephantotus* เมื่อเทียบกับการขึ้นลงของน้ำทะเลตามมาตรน้ำในเดือนธันวาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ ▬ = ช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์)

3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์

ผลการศึกษาจากตารางที่ 2 พบว่าปะการังชนิด *Acropora aspera* มีขนาดไข่ใหญ่ที่สุด และขนาดไข่ที่เล็กที่สุดคือ *Goniastrea pectinata* ขนาดของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ที่ใหญ่ที่สุดคือ *Favites halicora* และขนาดของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ที่เล็กที่สุดคือ *A. aspera* ขนาดของไข่ในปะการังวงศ์ Faviidae อยู่ในช่วงระหว่าง 300.5 – 385.6 ไมครอน ขนาดของก้อนเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในช่วงระหว่าง 1211.8 – 2614.5 ไมครอน ขนาดของไข่ในปะการังวงศ์ Pectinidae อยู่ในช่วงระหว่าง 306.5 – 328.9 ไมครอน ปะการังวงศ์ Acroporidae สามารถวัดได้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น คือ *Acropora aspera* ซึ่งเป็นชนิดที่มีขนาดของไข่ใหญ่ที่สุดและขนาดของก้อนเซลล์สืบพันธุ์เล็กที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ สำหรับปะการังชนิด *A. formosa* และ *A. austera* ไม่สามารถวัดไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ได้ เนื่องจากได้ตายระหว่างเลี้ยงในตู้ทดลอง ไม่สามารถวัดขนาดก้อนเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera, Favites abdita, Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus* เนื่องจากมีรูปทรงที่ไม่แน่นอน

สีของไข่ที่พบส่วนมากมีสีส้ม มีเพียงส่วนน้อยที่มีสีเขียว สีแดง สีชมพูอ่อน สีครีม และสีน้ำตาล (ตารางที่ 2)

จำนวนไข่ที่บรรจุอยู่ภายในสามารถนับได้ 6 ชนิดเท่านั้น (*G. pectinata, G. retiformis, F. halicora, P. sinensis, F. pallida* และ *A. aspera*) เนื่องจากก้อนเซลล์สืบพันธุ์แตกออกอย่างรวดเร็ว ปะการังชนิด *Favites halicora* มีไข่บรรจุอยู่ภายในมากที่สุด ในขณะที่ปะการังชนิด *Acropora aspera* มีไข่บรรจุอยู่ภายในน้อยที่สุด (ตารางที่ 2)

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างโคโลนีภายในชนิดเดียวกัน พบว่าปะการังทุกชนิดที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3)

ปะการังทุกชนิดที่ศึกษา (*G. retiformis, G. pectinata, P. sinensis, F. pallida, F. halicora* และ *A. aspera*) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ แตกต่างกันทางสถิติ (One-Way ANOVA, $F_{5,599} = 238.62$, $P<0.05$) ยกเว้นปะการังชนิด *F. pallida* กับ *G. retiformis* และปะการังชนิด *G. pectinata* กับ *G. retiformis* ที่เส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่ปะการังทุกชนิดที่ศึกษา (*G. aspera, G. retiformis, G. pectinata, P. sinensis, F. pallida, F. abdita, F. halicora, A. aspera, M. elephantotus* และ *P. paeonia*) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (One-Way ANOVA, $F_{9,950} = 338.29$, $P<0.05$) เมื่อจับคู่ทดสอบความแตกต่างกันพบว่าปะการังชนิด *A. aspera* และ *F. abdita* มีความแตกต่างกับ

ปะการังทุกชนิดที่ศึกษา ($P<0.05$) ปะการังชนิด *P. sinensis* มีความแตกต่างกับปะการังชนิด *F. pallida, G. pectinata, G. retiformis* และ *M. elephantotus* ($P<0.05$) ปะการังชนิด *F. halicora* มีความแตกต่างกับปะการังชนิด *G. pectinata* ($P<0.05$)

ตารางที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ จำนวนของไข่ที่บรรจุอยู่ภายในก้อนเซลล์สืบพันธุ์ ($\bar{X}\pm SE$) และสีไข่ ของปะการังแต่ละชนิดที่ศึกษา

	เส้นผ่านศูนย์กลางไข่ (ไมครอน)	เส้นผ่านศูนย์กลางก้อนเซลล์สืบพันธุ์ (ไมครอน)	จำนวนไข่ที่บรรจุอยู่ภายใน (ฟอง)	สีของไข่
วงศ์ Faviidae				
1.*Goniastrea aspera* (n=100)	329.50±3.38	-	-	เขียว
2.*G. pectinata* (n=100)	304.75±4.30	1857.25±47.63	101.15±6.28	ส้ม
3.*G. retiformis* (n=100)	317±3.55	1708.75±36.21	57.16±3.00	ส้ม
4.*Favites halicora* (n=100)	338.15±4.64	2563.75±50.76	295±18.77	ส้ม
5.*F. abdita* (n=100)	383.50±2.14	-	-	ส้ม
6.*Platygyra sinensis* (n=100)	354.25±4.19	1232.75±20.95	27.93±1.22	ส้ม
7.*Favia pallida* (n=100)	321.75±3.53	1575.50±19.14	33.48±1.48	เขียว
วงศ์ Acroporidae				
8.*Acropora aspera* (n=100)	542.25±5.10	1025.50±18.23	3.58±0.21	ชมพูอ่อน-ครีม
9.*A. formosa*	-	-	-	แดง
10.*A. austera*	-	-	-	ส้ม
วงศ์ Pectinidae				
11.*Pectinia paeonia* (n=80)	309.69±3.10	-	-	ส้ม
12.*Mycedium elephantotus* (n=80)	325.31±3.68	-	-	น้ำตาล-ครีม

ตารางที่ 3 ข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างขนาดของก้อนเซลล์สืบพันธุ์และขนาดของไข่ในแต่ละโคโลนีของปะการังแข็งแต่ละชนิด โดยใช้ one-way ANOVA

	N		*F* (df)	
	ไข่	ก้อนเซลล์สืบพันธุ์	ไข่	ก้อนเซลล์สืบพันธุ์
วงศ์ Faviidae				
1.*Goniastrea aspera*	100	-	1.253 (4,99)	-
2.*G. pectinata*	100	100	2.284 (4,99)	2.009 (4,99)
3.*G. retiformis*	100	100	1.950 (4,99)	1.788 (4,99)
4.*Favites halicora*	100	100	0.807 (4,99)	0.361 (4,99)
5.*F. abdita*	100	-	1.928 (4,99)	-
6.*Platygyra sinensis*	100	100	1.105 (4,99)	1.300 (4,99)
7.*Favia pallida*	100	100	1.196 (4,99)	0.942 (4,99)
วงศ์ Acroporidae				
8.*Acropora aspera*	100	100	0.384 (4,99)	0.237 (4,99)
9.*A. formosa*	-	-	-	-
10.*A. austera*	-	-	-	-
วงศ์ Pectinidae				
11.*Pectinia paeonia*	80	-	1.072 (3,79)	-
12.*Mycedium elephantotus*	80	-	1.663 (3,79)	-

4. พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแต่ละชนิด

ในช่วงก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอกปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์หรือบันเดิลติดอยู่บริเวณปากโพลิปโดยมีเนื้อเยื่อบาง ๆ ปกคลุมอยู่หลังจากนั้นประมาณ 15 – 20 นาที จึงมีการปล่อย ซึ่งในแต่ละโพลิปปล่อยไม่พร้อมกัน ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะค่อย ๆ ลอยสู่ผิวน้ำ ใช้เวลาประมาณ 3 – 5 นาทีก่อนที่จะแตกออก

ในช่วงก่อนที่จะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอกของปะการังชนิด *G. aspera* พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์สีเขียวติดอยู่บริเวณปากโพลิปโดยมีเนื้อเยื่อบาง ๆ หุ้มอยู่ ปะการังชนิดนี้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นจังหวะพร้อมกันหลาย ๆ โพลิป คล้ายกับการพ่นออกมา โดยการบีบรัดของเนื้อเยื่อบริเวณปากและภายในลำตัว การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในแต่ละวันของแต่ละโคโลนีจะมีช่วงจังหวะการพ่นเซลล์สืบพันธุ์ออกมาประมาณ 5 – 10 ครั้ง ลักษณะของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ที่ปล่อยออกมาจะค่อย ๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำเมื่อถึงผิวน้ำจะใช้เวลาประมาณ 1 – 2 นาทีเท่านั้นก่อนที่จะแตกออก ลักษณะทั่วไปของก้อนเซลล์สืบพันธุ์มีลักษณะไม่กลมมากนัก จากการสังเกตพบว่าในหนึ่งโพลิปมีการปล่อยก้อนเซลล์สืบพันธุ์มากกว่า 1 ก้อน และอาจจะมีมากถึง 10 ก้อน

ในช่วงก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora austera* พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกดันออกมาติดที่ปากโพลิปนานประมาณ 10 – 20 นาที (รูปที่ 17ก) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะถูกปล่อยออกอย่างช้า ๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ (รูปที่ 17ข) และแตกออกเมื่อถึงผิวน้ำภายใน 20 – 30 นาที

ปะการังชนิด *G. retiformis* มีการปล่อยก้อนเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันในหลายโพลิป โดยก่อนปล่อยจะติดอยู่บริเวณตอนปลายของปากโดยมีเนื้อเยื่อบาง ๆ หุ้มอยู่ (รูปที่ 18ก) การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นแบบปล่อยออกจากปากโพลิปช้า ๆ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิดนี้จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำอย่างรวดเร็ว และใช้เวลาประมาณ 5 นาทีก่อนที่จะแตกออก

ในช่วงก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์ติดอยู่บริเวณตอนปลายของโพลิบประมาณ 20 – 30 นาที จากนั้นจะปล่อยออกสู่มวลน้ำอย่างช้า ๆ โดยปล่อยพร้อมกันหลายโพลิป ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และใช้เวลาประมาณ 3 – 5 นาทีก่อนที่จะแตกออก

ในช่วงก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปะการังชนิด *Favites halicora* พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์ติดอยู่บริเวณตอนปลายของโพลิป ประมาณ 30 นาที ก่อนที่จะถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำอย่างช้า ๆ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะค่อย ๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ (รูปที่ 19ก) และใช้เวลาประมาณ 5 นาที ก่อนที่จะแตกออก

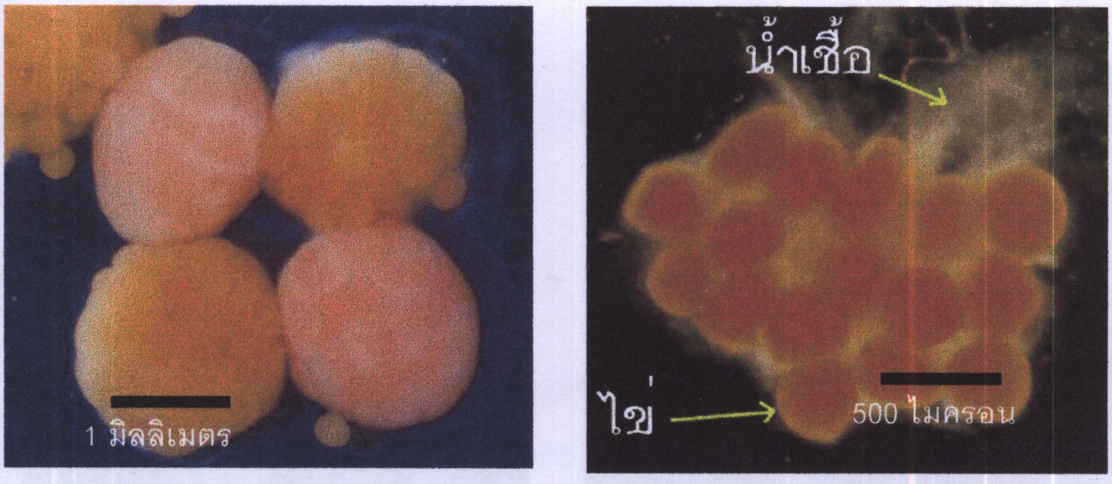
ในช่วงก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *F. abdita* ประมาณ 10 –20 นาที พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์สีส้มปูดออกมาติดกับปากโพลิป จากนั้นจะปล่อยออกสู่ภายนอก และก้อนสืบพันธุ์จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ (รูปที่ 19ข) ลักษณะของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ในชนิดนี้จะไม่มีรูปทรงที่แน่นอน

ในแต่ละโพลิปสามารถปล่อยได้หลาย ๆ ก้อน ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะอยู่ที่ผิวน้ำประมาณ 20 – 30 นาทีก่อนจะแตกออก

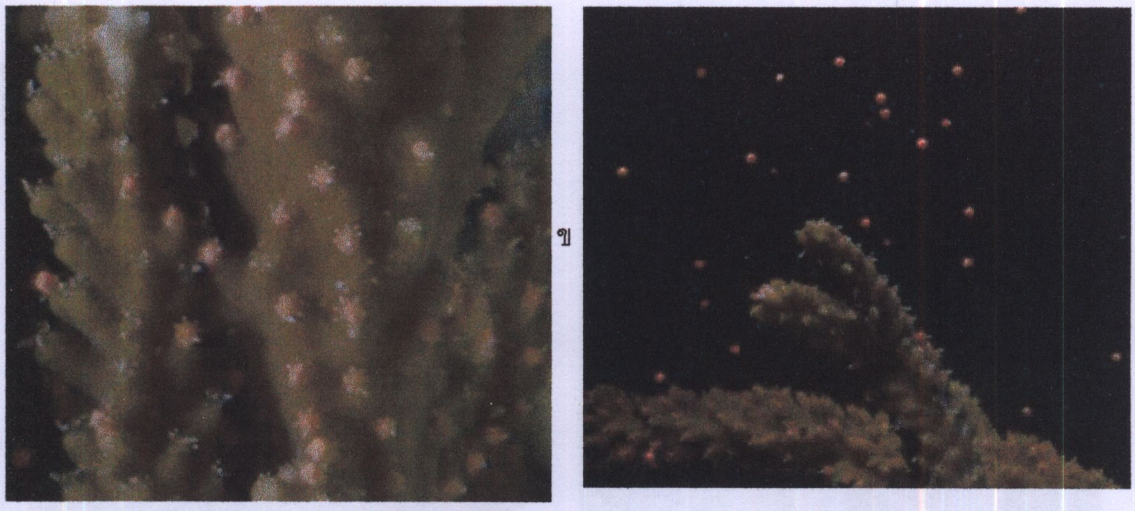
ช่วงก่อนการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favia pallida* ไม่สามารถเห็นก้อนเซลล์สืบพันธุ์ก่อนที่จะปล่อยออกมา เซลล์สืบพันธุ์จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำและใช้เวลาประมาณ 5 นาทีก่อนที่จะแตกออก

ในช่วงก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปะการังชนิด *Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus* พบว่าก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะถูกดันออกมาติดกับปากโพลิปก่อนประมาณ 20 นาที จากนั้นจะค่อย ๆ ปล่อยออกช้า ๆ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำและอยู่ที่ผิวน้ำประมาณ 10 – 15 นาทีก่อนจะแตกออก

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora aspera* มีลักษณะแปลกจากชนิดอื่น ๆ คือก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะติดอยู่ตอนปลายของโพลิป สันนิษฐานว่าต้องรอให้กระแสน้ำหรือคลื่นเป็นตัวช่วยในการพัดพาก้อนเซลล์สืบพันธุ์ออกจากโพลิป ซึ่งในตู้ทดลองความแรงของกระแสน้ำมีน้อย จึงสังเกตเห็นว่ามีก้อนเซลล์สืบพันธุ์ติดอยู่ที่ปากโพลิปของปะการังจำนวนมาก มีเพียงส่วนน้อยที่สามารถลอยขึ้นสู่ผิวน้ำได้เอง นอกจากนั้นยังพบว่าการลอยตัวสู่ผิวน้ำของก้อนเซลล์สืบพันธุ์ไม่ดีนักมีบางส่วนที่ลอยอยู่ในมวลน้ำโดยไม่ขึ้นสู่ผิวน้ำ และบางก้อนที่ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำจะมีการแตกออกอย่างรวดเร็วในเวลาไม่ถึง 1 นาที

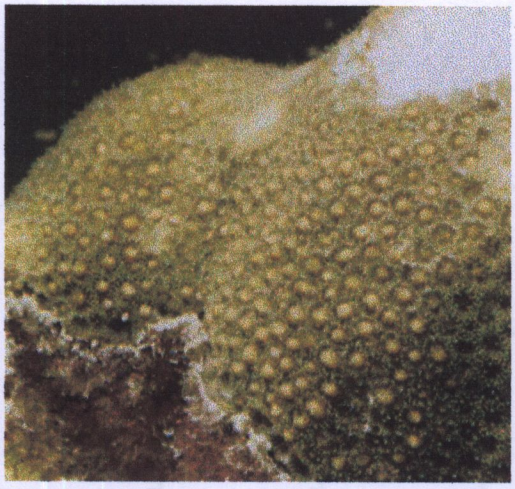


รูปที่ 16 ลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* ที่รวมไข่และน้ำเชื้อเข้ารวมกันเป็นก้อนเซลล์สืบพันธุ์

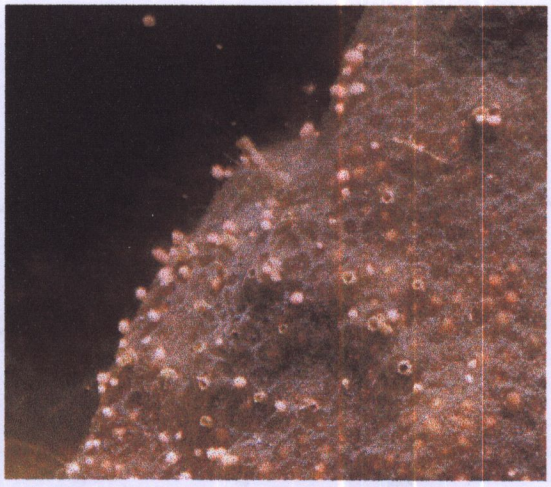


รูปที่ 17 พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora austera* (ก) ก่อนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ก้อนเซลล์สืบพันธุ์จะถูกดันออกมาที่ปากโพลิปนานประมาณ 10 – 20 นาที (ข) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ

ก



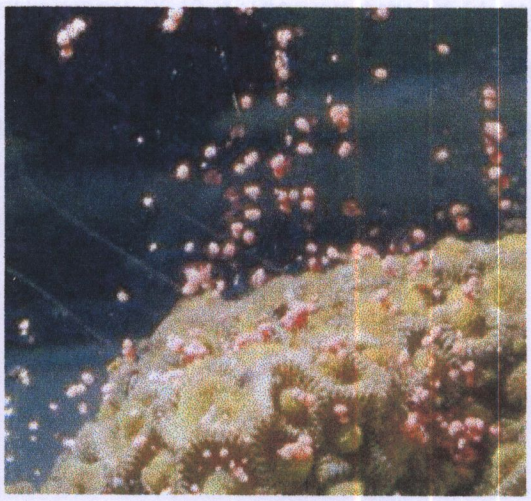
ข



รูปที่ 18 พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* (ก) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกดันออกมาติดที่ปากโพลิปก่อนถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ (ข) ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกจากปากโพลิป

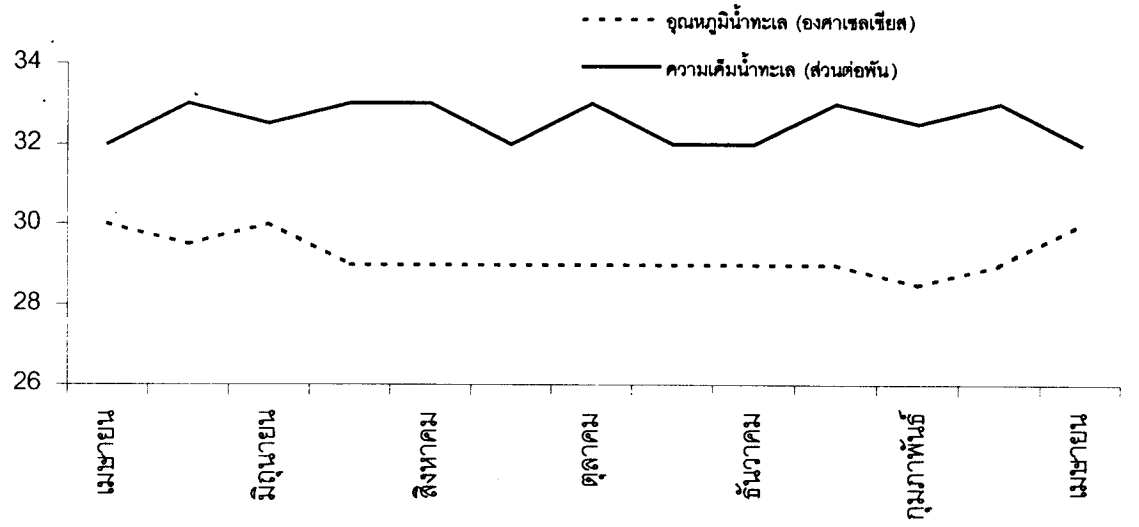
ก

ข



รูปที่ 19 ปะการังชนิด *Favites halicora* (ก) และ *F. abdita* (ข) ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำ

6. ปัจจัยทางกายภาพ



รูปที่ 20 แสดงข้อมูลความเค็มของน้ำทะเล (ส่วนต่อพัน) และ ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)ระหว่างเดือนเมษายน 2543 ถึง เดือนเมษายน 2544

ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำทะเลระหว่างเดือนเมษายน 2543 ถึงเดือนเมษายน 2544 อยู่ในช่วง 28.50 ถึง 30 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันในรอบหนึ่งปีเพียง 1.50 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลความเค็มของน้ำทะเลในรอบปีที่ศึกษาอยู่ในช่วง 32 – 33 ส่วนต่อพัน โดยมีความแตกต่างในรอบปีเพียง 1 ส่วนต่อพัน

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. รูปแบบการสืบพันธุ์

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นการยืนยันถึงลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก (hermaphrodite broadcaster) ของปะการังทั้ง 12 ชนิด ซึ่งตรงกับรายงานการศึกษาจากบริเวณอื่น ๆ (Kojis and Quinn, 1982b; Babcock, 1984; Harrison *et al.*, 1984; Shlesinger and Loya, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Szmant, 1986; Sakai, 1997) สำหรับปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เป็นชนิดที่มีรูปแบบการสืบพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยมีรายงานว่าปะการังชนิดนี้บริเวณแกรทแบริเออร์รีฟมีรูปแบบการสืบพันธุ์แบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก (Harrison *et al.*, 1984; Willis *et al.*, 1985; Babcock, 1984, Babcock *et al.*, 1986) ในขณะที่บริเวณโอกินาวา พบว่าภายในโคโลนีเดียวกันมีรูปแบบการสืบพันธุ์แบบเพศรวมผสมภายในและผสมภายนอก (Sakai, 1997) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปะการังชนิด *G. aspera* สืบพันธุ์เพียงรูปแบบเดียวคือ เพศรวม ผสมภายนอก อย่างไรก็ตามมีปะการังอีกหลายชนิดที่รูปแบบการสืบพันธุ์จะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งความแตกต่างของรูปแบบการสืบพันธุ์ที่แตกต่างในแต่ละพื้นที่นี้อาจเป็นผลจากกระบวนการทางวิวัฒนาการ (Harrison and Wallace, 1990)

ผลการศึกษาในปะการัง 12 ชนิด มี 8 ชนิด ได้แก่ *Goniastrea aspera G. retiformis G. pectinata Favia pallida Favites abdita F. halicora Platygyra sinensis* และ *Acropora aspera* เป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปบนพื้นราบแนวปะการังที่ระดับน้ำลึกประมาณ 1 - 2 เมตร (เมื่อน้ำขึ้นสูงสุด) และอีก 4 ชนิดคือ *Pectinia paeonia Mycedium elephantotus A. formosa* และ *A. austera* เป็นชนิดที่พบในบริเวณส่วนลาดชันของแนวปะการังที่มีความลึกประมาณ 3 – 5 เมตร (เวลาน้ำขึ้นสูงสุด) ซึ่งทั้งหมดมีการสืบพันธุ์แบบผสมภายนอก (broadcaster) Stimson (1978) ได้ตั้งสมมุติฐานว่ารูปแบบการสืบพันธุ์มีความสัมพันธ์กับถิ่นที่อยู่อาศัย โดยปะการังที่อาศัยอยู่บริเวณที่ตื้นจะมีการสืบพันธุ์แบบผสมภายใน (brooder) และปะการังที่อาศัยอยู่ที่ลึกจะผสมแบบภายนอก ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้และผลการศึกษาในที่อื่น ๆ (Kojis and Quinn, 1981; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Harrison and Wallace, 1990) ไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้างต้น

ตารางที่ 4 สรุปการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งที่ศึกษาในครั้งนี้ โดยแบ่งออกเป็นช่วงเวลา

ชนิด	เดือน	วัน	เวลา
วงศ์ Faviidae			
1.*Goniastrea aspera*	ก.พ.-เม.ย.	แรม 4 – 8 ค่ำ	21.00-22.00
2.*G. pectinata*	มี.ค.-เม.ย.	แรม 4 – 5 ค่ำ	20.30-21.30
3.*G. retiformis*	มี.ค.-เม.ย.	แรม 15 – 4 ค่ำ	20.00-21.00
4.*Favites halicora*	ก.พ.-เม.ย.	แรม 3 – 4 ค่ำ	21.30-22.00
5.*F. abdita*	ก.พ.-มี.ค.	แรม 4 – 5 ค่ำ	21.30-22.00
6.*Platygyra sinensis*	มี.ค.-เม.ย.	แรม 5 – 7 ค่ำ	21.00-22.00
7.*Favia pallida*	ก.พ.-มี.ค.	แรม 5 – 7 ค่ำ	21.00-22.00
วงศ์ Acroporidae			
8.*Acropora aspera*	ส.ค.-ต.ค.	แรม 6 – 8 ค่ำ	21.00-22.00
9.*A. formosa*	ส.ค.	-	-
10.*A. austera*	พ.ย.	-	-
วงศ์ Pectinidae			
11.*Pectinia paeonia*	พ.ย.	แรม 6 – 7 ค่ำ	20.00-20.30
12.*Mycedium elephantotus*	พ.ย.	แรม 3 – 5 ค่ำ	20.00-20.30

ปัจจัยภายนอกที่อาจมีผลต่อกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของประชาคมปะการังแข็ง โดยส่วนมากมีการกล่าวถึงอุณหภูมิของน้ำทะเล (Harriott, 1983; Harrison *et al.*, 1984; Babcock *et al.*, 1986; Heyward *et al.*, 1987; Dai *et al.*, 1992) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามละติจูด ปะการังแข็งที่มีลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก ในเขตที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเลในรอบปีสูงประมาณ 4 – 10 องศาเซลเซียสนั้น มักปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงปีละครั้งเมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อน เช่น บริเวณเกรทแบริเออร์รีฟ (18° – 19° S) (Harriott, 1983; Harrison *et al.*, 1984; Babcock *et al.*, 1986) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเปอร์โตริโก (18 °N) (Steiner, 1995) เกาะใต้หวันตอนเหนือ (25°N) (Dai *et al.*, 1992) และโอกินาวา (26°N) (Heyward *et al.*, 1987) เป็นต้น ในขณะที่ประชาคมปะการังแข็งในเขตร้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเลในรอบปีน้อยมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี เช่น บริเวณทิศเหนือของปาปัวนิวกินี (5° S) (Oliver *et al.*, 1988) รวมทั้งในการศึกษาครั้งนี้ (8 °N) ซึ่งอุณหภูมิน้ำทะเลในรอบปีมีการเปลี่ยนแปลงเพียง

1.5 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามในบางพื้นที่ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน เช่นบริเวณปานามา (9 °N) ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเลในรอบปีประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส พบว่าประชาคมปะการังแข็งชนิดที่มีการสืบพันธุ์แบบผสมภายนอกจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม – กันยายน) เพียงปีละครั้งเท่านั้น (Soong, 1991) เช่นเดียวกับที่ฟิลิปปินส์ (13 °N) ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในรอบปีน้อยเช่นกันประชาคมปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงปลายฤดูร้อนเพียงปีละครั้งเช่นกัน (Bermas *et al.*, 1992) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าฤดูกาลการสืบพันธุ์ของปะการังแข็งมีความผันแปรในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นอุณหภูมิน้ำทะเลอาจจะไม่ใช่ปัจจัยที่สำคัญเพียงปัจจัยเดียวที่มีผลต่อกลไกการสร้างและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็ง ดังที่ผู้วิจัยก่อนหน้านี้ได้ตั้งสมมุติฐานไว้ (Oliver, *et al.*, 1988; Harrison and Wallace, 1990) ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางสมุทรศาสตร์อื่น ๆ เช่น อิทธิพลของกระแสน้ำ รูปแบบการขึ้นลงของน้ำทะเล เป็นต้น

สำหรับปัจจัยอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกับการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นฤดูกาล คือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการพัฒนาและลงเกาะของตัวอ่อน (Giese and Pearse, 1974; Harriott, 1985; Schlesinger and Loya, 1985; Willis *et al.*, 1985; Acosta and Zea, 1997) ปัจจัยจำกัด (limiting factor) ในแนวปะการังที่สำคัญประการหนึ่งคือ พื้นที่ว่างสำหรับการลงเกาะและการเติบโต (Connell, 1974) ในไต้หวันปะการังแข็งปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในฤดูร้อนเพราะในช่วงฤดูฝน มีคลื่นลมรุนแรง ความเค็มของน้ำทะเลลดลง ความขุ่นของน้ำทะเลเพิ่มขึ้น (Fan and Dai, 1995, 1999) บริเวณทะเลแดงปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่สาหร่ายทะเล (ไม่ใช่กลุ่มของสาหร่ายหินปูน) ลดจำนวนลงทำให้มีพื้นที่ลงเกาะของตัวอ่อนปะการังเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ช่วงฤดูหนาวสาหร่ายในแนวปะการังเพิ่มขึ้นทำให้มีพื้นที่ในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังลดลง (Schlesinger and Loya, 1985) แต่สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ประชาคมปะการังแข็งสามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี หากเป็นไปตามสมมุติฐานดังกล่าวนี้ จึงเป็นไปได้ว่าความสามารถในการแข่งขัน และการปรับตัวของปะการังวัยอ่อนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสมมุติฐานนี้ยังต้องมีการตรวจสอบโดยพิจารณาที่อัตราการทดแทนที่ของประชากรปะการังในแต่ละชนิด รวมถึงสภาพพื้นแนวปะการังที่เหมาะสมสำหรับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลายโคโลนีพร้อมกันของปะการังชนิดเดียวกัน เป็นการเพิ่มโอกาสในการปฏิสนธิข้ามโคโลนี ในการศึกษาครั้งนี้การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของประชากรปะการังในแต่ละชนิดมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเวลาใกล้เคียงกัน โดยในแต่ละโคโลนีปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แตกต่างกันประมาณ 10 – 20 นาที ในบางคืนที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันหลายชนิดพบว่ามีช่วงเวลาที่เหลื่อมกันประมาณ 15 – 30 นาที (ตารางที่ 4) ทั้งนี้คาดว่าเป็นการจัดสรรช่วงเวลาระหว่างชนิดเพื่อป้องกันการผสมข้ามชนิด

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันของปะการังหลายชนิดนั้นพบได้หลายพื้นที่ทั่วโลก (Harrison *et al.*, 1984; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Oliver *et al.*, 1988; Dai *et al.*, 1992; Gittings *et al.*, 1992; Steiner, 1995; Sánchez *et al.*, 1999) ผลการศึกษาในตู้ทดลองครั้งนี้ไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนถึงเหตุการณ์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันของปะการังหลายชนิด แม้ว่ามีปะการังสองสามชนิดในวงศ์ Faviidae มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พร้อมกันแต่เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น เพื่อยืนยันผลที่ชัดเจนจำเป็นต้องมีการเฝ้าสังเกตและศึกษาในแนวปะการังในช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ดังกล่าว

3. ความสัมพันธ์กับดิถีดวงจันทร์และน้ำขึ้นน้ำลง

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งทุกชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้มีความสัมพันธ์กับดิถีของดวงจันทร์ กล่าวคือมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ช่วงขึ้น 15 ค่ำ ไปจนถึงแรม 8 ค่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในหลายสถานที่ (Harrison *et al.*, 1984; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Heyward *et al.*, 1987; Oliver, *et al.*, 1988; Dai *et al.*, 1992; Gittings *et al.*, 1992; Steiner, 1995; Acosta and Zea, 1997; Knowlton *et al.*, 1997; Sánchez *et al.*, 1999) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าช่วงเวลาที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในแต่ละคืนแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ปะการังชนิด *G. retiformis* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงขึ้น 15 ค่ำ ถึงแรม 3 ค่ำ ปะการังชนิด *F. halicora* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 3 – 4 ค่ำ ปะการังชนิด *G. pectinata* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 4 – 5 ค่ำ ส่วนปะการังชนิด *G. aspera, F. abdita, P. sinensis, F. pallida, A. aspera, P. paeonia* และ *M. elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 5 – 8 ค่ำ มีเพียงปะการังชนิด *A. austera* ชนิดเดียวที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงข้างขึ้น ซึ่งต่างจากการศึกษาที่เกรทแบริเออร์รีฟ พบว่าปะการังชนิดนี้สามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงข้างแรม (Babcock *et al.*, 1986)

Babcock และคณะ (1986) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์กับช่วงน้ำขึ้นน้ำลงว่า ปะการังชนิดที่ผสมภายนอกจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำตาย (neap tide) ในเวลาที่น้ำลงต่ำและกระแสน้ำค่อนข้างนิ่ง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มโอกาสในการปฏิสนธิ อย่างไรก็ตามช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งจะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานที่ เช่น ที่เกาะไต้หวัน ปะการังบางชนิดปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงกว้างตั้งแต่ขึ้น 15 ค่ำ ถึงแรม 8 ค่ำ ส่วนมากปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด (Dai *et al.*, 1992) ปะการังเกือบทุกชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงที่ระดับน้ำทะเลเริ่มขึ้น ซึ่งคาดว่าประโยชน์ที่ได้รับในการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงที่น้ำทะเลเริ่มขึ้นคือ ช่วยให้เซลล์สืบพันธุ์แพร่กระจายไปจากถิ่นกำเนิดมากขึ้น ใน

ขณะที่ปะการังชนิด *P. paeonia* และ *M. elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำลงและอยู่ในช่วงน้ำตายที่มีการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำน้อยจึงทำให้โอกาศที่น้ำเชื้อจะผสมกับไข่มีโอกาสมากขึ้น (Babcock *et al.*, 1986, 1994)

ข้อพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้คือ การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังมีความสัมพันธ์อย่างมากกับเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดิน เนื่องจากปะการังทั้งหมดทุกชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ช่วง 2 – 3 ชั่วโมงหลังพระอาทิตย์ตกดิน ขณะที่ระดับน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวแตกต่างกันไปในแต่ละวัน ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์กับช่วงเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินที่พบสอดคล้องกับการศึกษาในหลายพื้นที่ (Harrison *et al.*, 1984; Willis *et al.*, 1985; Babcock *et al.*, 1986; Heyward *et al.*, 1987; Hunter, 1988; Oliver, *et al.*, 1988; Dai *et al.*, 1992; Gittings *et al.*, 1992; Steiner, 1995; Acosta and Zea, 1997; Knowlton *et al.*, 1997; Sánchez *et al.*, 1999) สำหรับเหตุผลในการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินนั้น คาดว่าเพื่อหลีกเลี่ยงผู้ล่า (predator) ซึ่งเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการพัฒนาจากตัวอ่อนของปะการังหลายชนิด โดยส่วนมากใช้เวลาในการพัฒนาเป็นพลานูลาภายใน 12 ชั่วโมงหลังการปฏิสนธิ (Krupp, 1983; Babcock, 1984; Babcock and Heyward, 1986) ในระยะที่ไข่พัฒนาเป็นตัวอ่อนโอกาสที่จะหลีกเลี่ยงผู้ล่าเป็นไปได้น้อยเนื่องจากไม่สามารถว่ายน้ำเองได้ ต่อเมื่อพัฒนาเป็นพลานูลาจึงจะสามารถว่ายน้ำได้ ในช่วงนี้พลานูลาอาจมีการว่ายน้ำหลบเลี่ยงศัตรูและเสาะหาพื้นแนวปะการังที่เหมาะสมสำหรับลงเกาะต่อไป เหตุผลอื่นที่ปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงกลางคืนคือ เพื่อหลีกเลี่ยงความเข้มของแสงในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งอาจทำอันตรายกับเซลล์สืบพันธุ์ที่ลอยอยู่ผิวน้ำได้

4. พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังทั้ง 12 ชนิดแบ่งออกได้ 3 รูปแบบคือ 1) แบบปล่อยจากปากโพลิปช้า ๆ ได้แก่ชนิด *G. pectinata, G. retiformis, F. halicora, F. abdita, P. sinensis, A. austera* และ *A. formosa* 2) แบบปล่อยโดยการพ่นเป็นจังหวะอย่างรวดเร็ว ได้แก่ชนิด *G. aspera* และ *F. pallida* และ 3) แบบปล่อยแต่ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ยังติดอยู่กับปากโพลิป ได้แก่ชนิด *A. aspera* ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบตรงกันกับรายงานอื่น (Babcock, 1984; Harrison *et al.*, 1984; Babcock *et al.*, 1986) ยกเว้น *G. retiformis* ซึ่งที่เกรทแบริเออร์รีฟมีพฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกจากโพลิปแบบพ่นออกอย่างรวดเร็ว (Babcock *et al.*, 1986) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปะการังชนิดนี้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกจากปากโพลิปช้า ๆ การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แบบติดอยู่ที่ปากโพลิปเกิดขึ้นกับปะการังที่ศึกษาเพียงชนิดเดียวเท่านั้นคือ *A. aspera* ปะการังชนิดนี้

พบได้ทั่วไปบนพื้นราบแนวปะการัง การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์รูปแบบนี้ต้องอาศัยคลื่นช่วยพัดพาก้อนเซลล์สืบพันธุ์ออกจากปากโพลิป ในช่วงที่ปะการังชนิด *A. aspera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์นั้น อยู่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งปะการังในพื้นที่ที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมโดยตรง ประกอบกับช่วงเวลาที่ปะการังชนิดนี้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ระดับน้ำในแนวปะการังลึกประมาณ 30 – 50 เซ็นติเมตร ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นตัวช่วยให้เซลล์สืบพันธุ์หลุดออกจากปากโพลิป และเนื่องจากไข่ของปะการังชนิด *A. aspera* มีการลอยตัวที่ไม่ดี ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการพัฒนาและการลงเกาะของตัวอ่อนจะอยู่บริเวณเดียวกันกับโคโลนีพ่อแม่ และจากการสังเกตบนแนวปะการังที่ศึกษาพบว่าการกระจายตัวของปะการังชนิดนี้มักกระจายตัวเป็นหย่อมใกล้ ๆ กัน

สีของไข่ปะการังที่ศึกษาส่วนมากเป็นสีส้ม มีสองชนิดเท่านั้นที่มีสีเขียว (ตารางที่ 2) ปะการังแต่ละชนิดที่ศึกษามีไข่สีเดียว ยกเว้นเฉพาะปะการังชนิด *A. aspera* ที่พบว่าไข่มีได้สองสี คือสีชมพู และสีครีม โดยส่วนมากมีสีชมพูมากกว่า ซึ่งแตกต่างจากรายงานสีของไข่ปะการังชนิดนี้ที่ฟิลิบปินส์ ซึ่งพบว่าเป็นสีน้ำตาล ส่วนชนิด *F. pallida* และ *P. sinensis* มีสีสันตรงกันกับการศึกษาครั้งนี้ (Bermas *et al.*, 1992) ความแตกต่างระหว่างสีที่ปรากฏในแต่ละสถานที่อาจจะเกิดจากการมองเห็นและตีความของผู้วิจัยที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามสีของไข่ที่ปรากฏของปะการังแต่ละชนิดก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ในแต่ละโคโลนีของปะการังแต่ละชนิดที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างชนิดปะการังมีความแตกต่างกัน โดยไข่ของปะการังชนิด *A. aspera* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 542.25$\pm$5.10 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ไข่ของปะการังวงศ์ Acroporidae จะมีขนาดใหญ่ที่สุดโดยอยู่ในช่วง 550 – 900 ไมครอน ซึ่งการที่ไข่ของปะการังในวงศ์ Acroporidae มีขนาดใหญ่กว่าปะการังวงศ์อื่น ๆ อาจเกี่ยวข้องกับการลงทุนด้านพลังงานเพื่อให้ตัวอ่อนอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Harrison and Wallace, 1990; Wallace, 1999)

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นรายงานแรกเรื่องฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังบริเวณทะเลอันดามัน ผลที่ได้รับทำให้ทราบว่าปะการังในแต่ละชนิดปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นฤดูกาล อย่างไรก็ตามผลในการศึกษาครั้งนี้เพียงแต่ทำให้ทราบถึงช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gametogenesis) ซึ่งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมจะทำให้ทราบถึงช่วงเวลาที่ปะการังเริ่มต้นสร้างเซลล์สืบพันธุ์ นอกจากนั้นควรมีการศึกษาเปรียบเทียบช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างสถานที่ในปะการังชนิดเดียวกัน โดยอาจมีการเปรียบเทียบระหว่างฝั่งทะเลอันดามันกับอ่าวไทย หรือฝั่งทะเลอันดามันตอนเหนือกับฝั่งทะเลอันดามันตอนใต้

เพื่อทราบถึงช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์กับความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ จะทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของปะการังในน่านน้ำไทยมีความสมบูรณ์มากขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

รูปแบบการสืบพันธุ์

ปะการังแข็งทั้ง 12 ชนิดที่ศึกษามีลักษณะเพศแบบเพศรวมที่มีการผสมภายนอก (hermaphrodite broadcaster)

ฤดูกาลการสืบพันธุ์

ปะการังแข็งบริเวณแหลมพันวา เกาะภูเก็ต ในแต่ละชนิดมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นฤดูกาล โดยปะการังชนิด *Goniastrea pectinata G. retiformis G. aspera Platygyra sinensis Favia pallida* และ *Favites abdita* มีระยะเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์นาน 2 เดือน ปะการังชนิด *F. halicora* และ *Acropora aspera* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์นาน 3 เดือน ในขณะที่ปะการังชนิด *A. austera A. formosa Pectinia paeonia* และ *Mycedium elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงเดือนเดียวเท่านั้น

ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังทุกชนิดที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับคาบของดวงจันทร์ คือมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงขึ้น 15 ค่ำถึงแรม 8 ค่ำ ช่วงเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ปะการังชนิด *G. retiformis* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงขึ้น 15 ค่ำ ถึงแรม 3 ค่ำ ปะการังชนิด *F. halicora* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 3 – 4 ค่ำ ปะการังชนิด *G. pectinata* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 4 – 5 ค่ำ ส่วนปะการังชนิด *G. aspera F. abdita P. sinensis F. pallida A. aspera P. paeonia* และ *M. elephantotus* ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงแรม 5 – 8 ค่ำ มีเพียงปะการังชนิด *A. austera* ชนิดเดียวที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงข้างขึ้น และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปะการังทุกชนิดที่ศึกษาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังพระอาทิตย์ตกดิน 2 – 3 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการศึกษาในหลายสถานที่

พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

พฤติกรรมการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แบ่งออกได้ 3 รูปแบบคือ 1) แบบปล่อยจากปากโพลิปช้า ๆ ได้แก่ชนิด *Goniastrea pectinata, G. retiformis, Favites halicora, F. abdita, Platygyra sinensis, Acropora austera* และ *A. formosa* 2) แบบปล่อยโดยการพ่นเป็นจังหวะอย่างรวดเร็ว ได้แก่ชนิด *G. aspera* และ *Favia pallida* และ 3) แบบปล่อยแต่ก้อนเซลล์สืบพันธุ์ยังติดอยู่กับปากโพลิป ได้แก่ชนิด *A. aspera*

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและสีของไข่

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่และก้อนเซลล์สืบพันธุ์ของแต่ละโคโลนีในปะการังแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันระหว่างชนิด โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่อยู่ในช่วง 304 – 542 ไมครอน และเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในช่วง 1025 – 2563 ไมครอน ไข่ของปะการังชนิด *A. aspera* มีขนาดใหญ่ที่สุดและก้อนเซลล์สืบพันธุ์มีขนาดเล็กที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ สีของไข่ปะการังส่วนมากมีสีส้ม มีเพียงสองชนิดเท่านั้นที่มีสีเขียว

เอกสารอ้างอิง

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

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

ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2543. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการังชนิด *Acropora hyacinthus* ในอ่าวไทย. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 หน้า 96 – 119

Acosta, A. and Zea, S. 1997. Sexual reproduction of the reef coral *Montastrea cavernosa* (Scleractinia: Faviidae) in the Santa Marta area, Caribbean coast of Colombia. *Marine Biology*. 128 : 141 - 148

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

Babcock, R.C. 1984. Reproduction and distribution of two species of *Goniastrea* (Scleractinia) from the Great Barrier Reef Province. *Coral Reefs*. 2 : 187 – 195

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

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

Babcock, R.C., Wills, B.L. and Simpson, C.J. 1994. Mass spawning of corals on a high latitude coral reef. *Coral Reef*. 13 : 161 - 169

Bermas, N.A., Alino, P.M., Atrigenio, M.P. and Uychiaoco, A. 1992. Observations on the reproduction of scleractinian and soft corals in the Philippines. *Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium*, Guam, 22 – 26 June 1992, pp. 443 – 447

Brown, B.E., Howard, L.S. and M.D. Le Tissier. 1986. Variation in the dominance and population structure of intertidal corals around Ko Phuket, Thailand. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin.* 41 : 1 – 9

Connell, J.H. 1974. Biology and geology of coral reefs. In O.A. Jones and R. Endean (eds.) (Vol. 2) pp. 205 – 245. New York: Academic Press.

Dai, C.F., Soong, K. and Fan, T.Y. 1992. Sexual reproduction of corals in Northern and Southern Taiwan. *Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium*, Guam, 22 – 26 June 1992, pp. 448 – 455

Dai, C.F., Fan, T.Y. and Yu, J.K. 2000. Reproductive isolation and genetic differentiation of a scleractinian coral *Mycedium elephantotus. Marine Ecology Progress Series.* 201 : 179 – 187

Ditlev, H. 1978. Zonation of corals (Scleractinia: Coelenterata) on intertidal reef flats at Ko Phuket, Eastern Indian Ocean. *Marine Biology.* 47 : 29 – 39

Fadlallah, Y. H., 1983a. Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. A review. *Coral Reef.* 2 : 129 - 150

Fan, T.Y. and Dai, C.F. 1995. Reproductive ecology of the scleractinian coral *Echinopora lamellosa* in Northern and Southern Taiwan. *Marine Biology.* 123 : 565 - 572

Fan, T.Y. and Dai, C.F. 1999. Reproductive plasticity in the reef coral *Echinopora lamellosa. Marine Ecology Progress Series.* 190 : 297 – 301

Gittings, S.R., Boland, G.S., Deslarzes, K.J.P., Combs, C.L., Holland, B.S. and Bright, T. 1992. Mass spawning and reproductive viability of reef corals at the East Flower Garden Bank, Northwest Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science.* 51 (3) : 420 - 428

Harrison, P.L.,Babcock, R.C., Bull, G.D., Oliver, J.K., Wallace, C.C. and Willis, B.L. 1984. Mass spawning in tropical reef corals. *Science.* 223 : 1186 - 1189

Harrison, P.L. and Wallace, C.C. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. In : Coral reef ecosystem. Z, Dubinsky (ed), Elsevier, Amsterdam. pp.133 - 207

Harriott, V.J. 1983. Reproduction ecology of four scleractinian species at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reefs.* 2 : 9 - 18

Heyward, A., Yamazato, K., Yeemin, T. and Minei, M. 1987. Sexual reproduction of corals in Okinawa. *Galaxea.* 6 : 331 - 343

Highsmith, R.C. 1982. Reproduction by fragmentation in corals. *Marine Ecology Progress Series.* 7 : 207 – 226

Hunter, C.L.1988. Environment cues controlling spawning in two Hawaiian corals, *Montipora verrucosa* and *M. dilitata.* . *Proceedings of the sixth international Coral Reef Symposium, Townsville, Australia.* 2 : 727 - 732

Knowlton, N., Maté, J.L., Guzmán, H.M., Rowan, R. and Jara, J. 1997. Direct evidence for reproduction isolation among the three species of the *Montastrea annularis* complex in Central America (Panama and Honduras). *Marine Biology.* 127 : 705 - 711

Kramarsky-Winter, E., Fine, M. and Loya, Y. 1997. Coral polyp expulsion. *Nature.* 387 : p.137

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

Kojis, B.L. and Quinn, N.J. 1981. Aspect of sexual reproduction and larval development in the shallow water hermatypic coral, *Goniastrea australensis* (Edward and Haime, 1857). *Bulletin of Marine Science.* 31 (3) : 558 – 573.

Kojis, B.L. and Quinn, N.J. 1982b. Reproductive ecology of two faviid corals (Coelenterata, Scleractinia). *Marine Ecology Progress Series.* 8 : 251 - 255

Oliver, J.K., Babcock, R.C., Harrison, P.L., and Willis, B.L. 1988. Geographic extent of mass coral spawning : clues to ultimate causal factors. *Proceedings of the sixth international Coral Reef Symposium, Townsville, Australia.* 2 : 803 - 810

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

Sakai, K. 1997. Gametogenesis, spawning, and planula brooding by the reef coral *Goniastrea aspera* (Scleractinia) in Okinawa, Japan. *Marine Ecology Progress Series*. 151 : 67 – 72

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

Sánchez, J.A., Alvarado, E.M., Gil,M.F. Charry, H., Areanas, O.L., Chasqui, L.H. and Garcia, P. 1999. Synchronous mass spawning of *Montastrea annularis* (Ellis&Solander) and *Montastrea faveolata* (Ellis&Solander) (Faviidae : Scleractinia) at Rosario Islands, Caribbean coast of Colombia. *Bulletin of Marine Science*. 65 (3) : 873 – 879

Shlesinger, Y. and Loya, Y. 1985. Coal community reproductive patterns: Red Sea versus the Great Barrier Reef. *Science*. 228 : 1333 - 1335

Soong, K. 1991. Sexual reproductive patterns of shallow-water reef corals in PANAMA. *Bulletin of Marine Science*. 49 (3) : 832 – 846

Steiner, C.C. 1995. Spawning in scleractinian corals from SW Puerto Rico (West Indies). *Bulletin of Marine Science*. 56 (3) : 899 - 902

Stobart, B. Babcock, R.C. and Willis, B.L. 1992. Biannual spawning of three species of scleractinian coral from the Great Barrier Reef. *Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium*, Guam, 22 – 26 June 1992, pp. 494 - 499

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

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

Szmant, A.M. 1986. Reproductive ecology of Caribbean Reef corals. *Coral Reef*. 5 : 43-53

Tanner, J.E. 1996. Seasonality and lunar periodicity in the reproduction of Pocilloporid corals. *Coral Reefs*. 15 : 59 – 66

Wallace, C.C. 1985. Reproduction, recruitment and fragmentation in nine sympatric species of the coral genus *Acropora*. *Marine Biology*. 88 : 217 - 233

Wallace, C.C. 1999. Staghorn corals of the world: A revision of the coral genus *Acropora* (Scleractinia; Astrocoeniina; Acroporidae) worldwide, with emphasis on morphology, phylogeny and biogeography. CSIRO, Australia. 421 pp.

Willis, B.L.,Babcock, R.C., Harrison, P.L., and Oliver, J.K. 1985. Patterns in the mass spawning of corals on the Great Barrier Reef from 1981 to 1984. *Proceeding fifth International Coral Reef Congress*, Tahiti. 4 : 343 - 348

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Acropora aspera* เดือนสิงหาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○							☾					
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
A.pul01									21:40-21:5		21:40-22:0		
A.pul02									21:50-22:0	21:30-22:00	21:20-21:4		
A.pul03									21:20-22:0	21:50-22:10			
A.pul04						21:35-21:5							
A.pul05								22:00-22:15	ตาย				
A.pul06									21:30-21:5				
A.pul07								21:50-22:50	21:20-22:0				
A.pul08								21:40-22:00	ตาย				
A.pul09										21:20-22:30			
A.pul10									21:35-22:1	21:20-22:20			

ตารางผนวกที่ 2 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favia pallida* เดือนกุมภาพันธ์ 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○							☾				
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
F.pal01												
F.pal02												
F.pal03												
F.pal04												
F.pal05												
F.pal06												
F.pal07							21:30-21:4					
F.pal08												
F.pal09												
F.pal10												

ตารางผนวกที่ 3 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favia pallida* เดือนมีนาคม 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○								☾			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
F.pal01								21:30-21:5	21:30-21:50	21:15-21:4	21:35-22:05	
F.pal02									21:20-21:40			
F.pal03									21:00-21:15		21:15-21:40	
F.pal04								21:00-21:1	21:30-21:40			
F.pal05								21:30-21:5	21:20-21:40			
F.pal06									21:20-21:40	21:15-21:4	21:30-21:40	
F.pal07									21:30-21:40			
F.pal08									21:30-21:40		21:30-21:40	
F.pal09									21:25-21:40	21:15-21:4		
F.pal10								21:10-21:4	21:30-21:45			

ตารางผนวกที่ 4 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites abdita* เดือนกุมภาพันธ์ 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)

ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fvs.ab01					21:40-22:00							
Fvs.ab02												
Fvs.ab03					21:20-21:40							
Fvs.ab04					21:20-21:50	21:30-21:5						
Fvs.ab05				21:40-22:0	21:40-22:00							
Fvs.ab06				21:40-22:1	21:30-22:00							
Fvs.ab07					21:20-21:40	21:30-21:3	21:10-22:00			21:20-21:2		
Fvs.ab08	ตาย											
Fvs.ab09					21:40-22:10							
Fvs.ab10					21:20-21:50							

ตารางผนวกที่ 5 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites abdita* เดือนมีนาคม 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○								☾			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fvs.ab01												
Fvs.ab02					21:30-22:0		21:20-21:45					
Fvs.ab03												
Fvs.ab04												
Fvs.ab05												
Fvs.ab06							21:20-21:40					
Fvs.ab07												
Fvs.ab08	ตาย											
Fvs.ab09							21:40-22:00	21:30-21:5				
Fvs.ab10							21:30-21:45					

ตารางผนวกที่ 6 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites halicora* เดือนมีนาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)

ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○						☾					
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Fvs.hali01			23:10-23:15			21:15-21:4	21:40-22:00			21:50-22:20		
Fvs.hali02							21:30-21:50	21:40-22:0				
Fvs.hali03						21:10-21:4	21:50-22:20			21:50-22:10		
Fvs.hali04							21:30-21:50				21:40-22:0	
Fvs.hali05						21:00-21:3						
Fvs.hali06					21:30-21:45	21:20-21:4						
Fvs.hali07	22:00-22:0			22:05-22:1								
Fvs.hali08				22:10-22:1			22:10-22:20					

ตารางผนวกที่ 7 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites halicora* เดือนกุมภาพันธ์ 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fvs.ab01					21:40-22:00							
Fvs.ab02				21:40-22:0	21:20-21:50							
Fvs.ab03				21:30-21:5	21:40-22:00		21:40-21:5					
Fvs.ab04				21:30-21:5								
Fvs.ab05				21:30-21:5	21:20-21:50							
Fvs.ab06				21:30-22:0	21:10-21:30							
Fvs.ab07				21:30-21:4	21:40-22:00							
Fvs.ab08				21:30-22:0	21:15-21:40				21:40-21:50			
Fvs.ab09												
Fvs.ab10				21:30-21:5	21:30-22:10							

ตารางผนวกที่ 8 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites halicora* เดือนมีนาคม 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○						☾					
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fvs.hali01												
Fvs.hali02							21:40-22:0					
Fvs.hali03												
Fvs.hali04							21:50-22:0					
Fvs.hali05												
Fvs.hali06							21:45-22:0					
Fvs.hali07							21:35-21:5					
Fvs.hali08							21:35-22:0					
Fvs.hali09							21:50-22:1					
Fvs.hali10							21:30-21:5					

ตารางผนวกที่ 9 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Favites halicora* เดือนเมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fvs.hali01												
Fvs.hali02												
Fvs.hali03												
Fvs.hali04												
Fvs.hali05												
Fvs.hali06												
Fvs.hali07												
Fvs.hali08												
Fvs.hali09												
Fvs.hali10				21:40-22:0								

ตารางผนวกที่ 10 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Pectinia paeonia* เดือนพฤศจิกายน 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Pec01						20:00-20:25							
Pec02							20:00-20:1	20:00-20:05	20:05-20:2				
Pec03							20:20-20:4						
Pec04								20:10-20:40					
Pec05							20:20-20:4	20:10-20:20					

ตารางผนวกที่ 11 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เดือนมีนาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○					☾						
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
G.reti01			20:40-21:00		20:05-20:30								
G.reti02			20:20-20:40	20:30-21:0		20:15-20:4	20:35-20:50						
G.reti03			20:15-20:40	21:10-20:4	20:10-20:30	20:10-20:4							
G.reti04		20:40-20:5	20:20-20:40	20:15-20:5									
G.reti05			20:30-20:50	20:15-20:3		20:05-20:4							
G.reti06			20:25-20:50	20:20-20:5									
G.reti07				20:15-20:3									
G.reti08		20:30-20:4	20:10-20:40	20:20-20:3									
G.reti09			20:35-20:50	20:20-20:5									
G.reti10		20:20-20:4	20:40-21:00										

ตารางผนวกที่ 12 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เดือนมีนาคม 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○						☾						
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
G.reti01				20:45-21:0	20:40-21:00								
G.reti02				20:50-21:1	20:30-21:10								
G.reti03				20:45-21:0	20:40-20:50								
G.reti04		20:30-21:0	20:25-21:10	20:35-21:0	20:30-21:10								
G.reti05		20:20-20:5	20:35-21:00	20:25-20:5				20:10-20:20					
G.reti06			20:30-21:00	20:30-21:1	20:30-20:35			20:15-20:30					
G.reti07			20:40-21:00	20:50-21:0									
G.reti08		20:30-21:1	20:30-21:10	20:30-20:3	20:40-20:50		20:40-21:0	20:30-20:50					
G.reti09		20:30-20:5	20:35-20:50	20:50-21:1	20:40-20:45			20:20-20:40					
G.reti10		20:35-21:1	20:40-21:00	21:05-21:2	20:45-21:00								

ตารางผนวกที่ 13 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea retiformis* เดือนเมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ) ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G.reti01												
G.reti02												
G.reti03												
G.reti04												
G.reti05												
G.reti06					20:10-20:20							
G.reti07												
G.reti08												
G.reti09				20:20-20:3								
G.reti10												

ตารางผนวกที่ 14 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Mycedium elephantotus* เดือนพฤศจิกายน 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ) ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
My01					20:00-20:15	20:05-20:25	20:05-20:30		19:50-20:10			
My02						20:05-20:30						
My03					20:10-20:30	20:15-20:35						
My04						20:05-20:30		20:20-20:40				

ตารางผนวกที่ 15 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* เดือนมีนาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่าง ศึกษา)

○ ☾

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
G.pec01								20:30-20:50				
G.pec02	ตาย											
G.pec03								20:20-20:40	20:50-21:1			
G.pec04	ตาย											
G.pec05							20:40-20:5	20:35-20:50	20:30-20:4			
G.pec06							21:30-21:4					
G.pec07								21:00-21:20	20:30-21:0		21:20-21:35	20:30-20:4
G.pec08								20:20-20:35	21:20-21:4		21:40-21:50	
G.pec09								20:30-21:00	21:20-21:4			
G.pec10	ตาย											

ตารางผนวกที่ 16 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* เดือนเมษายน 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ) ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
G.pec01						20:30-20:3		21:10-21:20				
G.pec02	ตาย											
G.pec03												
G.pec04	ตาย											
G.pec05						21:00-21:0						
G.pec06												
G.pec07					21:05-21:10	20:50-21:1						
G.pec08												
G.pec09												
G.pec10	ตาย											

ตารางผนวกที่ 17 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* เดือนมีนาคม 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G.pec01							20:20-20:4					
G.pec02							20:15-20:3					
G.pec03	ตาย											
G.pec04					20:40-21:10		20:35-21:0					
G.pec05							20:45-21:0					
G.pec06							20:40-21:1					
G.pec07					21:35-21:50		21:10-21:3					
G.pec08							21:10-21:4					
G.pec09	ตาย											
G.pec10							21:20-21:4					

ตารางผนวกที่ 18 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea pectinata* เดือนเมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ) ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G.pec01												
G.pec02												
G.pec03	ตาย											
G.pec04												
G.pec05					20:20-20:30							
G.pec06												
G.pec07				21:00-21:3								
G.pec08												
G.pec09	ตาย											
G.pec10												

ตารางผนวกที่ 19 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เดือนมีนาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
P.si01												
P.si02	ตาย											
P.si03												21:10-21:20
P.si04									21:10-21:3			
P.si05	21:40-22:1											
P.si06									20:50-21:2			
P.si07	ตาย											
P.si08	ตาย											
P.si09	22:00-22:1		21:40-22:10		22:10-22:2			21:50-22:00		21:30-21:40	22:10-22:3	
P.si10												

ตารางผนวกที่ 20 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เดือนเมษายน 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
P.si01								21:20-2140	21:25-21:3			
P.si02	ตาย											
P.si03								21:20-2130				
P.si04												
P.si05												
P.si06									21:40-21:5			
P.si07	ตาย											
P.si08	ตาย											
P.si09				22:00-22:05			21:00-21:3	21:20-21:30				
P.si10							21:15-21:2		21:30-21:4			

ตารางผนวกที่ 21 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เดือนมีนาคม 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
P.si01							21:40-22:0				20:45-21:4	
P.si02							21:30-21:4	21:10-21:30		21:15-21:40	21:30-22:2	
P.si03												
P.si04			21:30-22:00				21:30-21:4					
P.si05	ตาย											
P.si06									21:30-21:4	22:25-22:35	21:40-22:1	
P.si07									21:30-21:3			
P.si08	ตาย											
P.si09	ตาย											
P.si10							21:45-21:5		21:40-21:4		21:40-22:0	

ตารางผนวกที่ 22 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Platygyra sinensis* เดือนเมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○							☾				
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P.si01												
P.si02					20:50-21:20							
P.si03				21:10-21:5								
P.si04												
P.si05	ตาย											
P.si06												
P.si07												
P.si08	ตาย											
P.si09	ตาย											
P.si10												

ตารางผนวกที่ 23 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เดือนมีนาคม 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

	○								☾			
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
G.as01										21:20-21:40	21:20-21:4	21:30-22:10
G.as02	ตาย											
G.as03										21:20-21:40	21:10-21:3	21:30-22:10
G.as04												21:20-22:10
G.as05											21:40-21:5	21:20-21:50
G.as06									21:30-21:5	21:30-21:40	21:20-21:4	21:30-22:00
G.as07												
G.as08	ตาย											
G.as09	ตาย											
G.as10	ตาย											

ตารางผนวกที่ 24 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เดือนเมษายน 2543 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
G.as01								21:15-21:3				
G.as02	ตาย											
G.as03					21:30-21:40	21:05-21:5	21:10-21:30	21:10-21:2				
G.as04								21:10-21:2				
G.as05												
G.as06					20:50-21:20	21:05-21:3	21:30-22:00					
G.as07						21:10-21:2	21:15-21:30					
G.as08	ตาย											
G.as09	ตาย											
G.as10	ตาย											

ตารางผนวกที่ 25 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เดือนกุมภาพันธ์ 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G.as01									21:15-21:35			
G.as02					21:20-21:50	21:50-22:0	21:30-21:50	21:20-21:4	21:15-21:45			
G.as03				21:20-21:4					21:15-21:40			
G.as04							21:20-21:40					
G.as05							21:30-21:50		21:25-21:40			
G.as06					21:40-22:00	21:05-21:4	21:10-21:50		21:30-21:35			
G.as07						21:25-21:4	21:30-22:00		21:35-21:50	21:20-21:2		
G.as08							21:30-21:55	21:10-21:3				
G.as09							21:40-21:45		21:25-21:40	21:20-21:3		
G.as10				21:25-21:4					21:20-21:50	21:20-21:3		

ตารางผนวกที่ 26 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เดือนมีนาคม 2544(○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G.as01							21:20-21:40	21:00-21:4				
G.as02								21:10-21:3	21:35-21:45	21:15-21:4		
G.as03												
G.as04							21:30-21:40	21:05-21:3				
G.as05								21:05-21:2	21:40-21:50			
G.as06						21:20-21:4	21:20-21:40	20:50-21:3				
G.as07								21:05-21:3	21:20-21:40	21:15-21:5		
G.as08								21:10-21:2	21:15-21:35			
G.as09								21:10-21:2	21:30-21:50	21:15-21:4		
G.as10									21:30-21:40	21:15-21:4		

ตารางผนวกที่ 27 วันที่และช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังชนิด *Goniastrea aspera* เดือนเมษายน 2544 (○ = ขึ้น 15 ค่ำ ☾ = แรม 7 ค่ำ)
ช่องสีทึบ = วันที่และช่วงเวลาที่ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ตาย = ปะการังโคโลนีนั้น ๆ ได้ตายลงระหว่างศึกษา)

○ ☾

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G.as01												
G.as02												
G.as03												
G.as04												
G.as05												
G.as06												
G.as07												
G.as08				20:20-20:4								
G.as09				20:15-20:2								
G.as10				20:30-20:3								

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล

วัน เดือน ปีเกิด 21 กันยายน 2512

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต (ประมง)	สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้	2536