การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

นายอภิรัตน์ นิลพนาพรรณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAMETE DEVELOPMENT OF GORGONIAN *Dichotella gemmacea*

Mr. Apirut Nilpanapan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*
โดย	นายอภิรัตน์ นิลพนาพรรณ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.พลกฤษณ์ แสงวณิช)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศานิต ปิยพัฒนากร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นายนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิรัตน์ นิลพนาพรรณ : การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* (GAMETE DEVELOPMENT OF GORGONIAN *Dichotella gemmacea*) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วรณพ วิยกาญจน์, 48 หน้า.

กัลปังหาเป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศในทะเล จากการที่กัลปังหาในท้องทะเลไทยมีจำนวนลดลงอันเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ จึงทำการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ซึ่งพบที่ระดับความลึก 5 – 10 เมตร บริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เพื่อติดตามช่วงเวลาการสร้างและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ผลการศึกษาพบว่า กัลปังหา *Dichotella gemmacea* เป็นกัลปังหาชนิดเด่นในพื้นที่จากกัลปังหาทั้งหมดที่พบรวม 9 สกุล โดยพบกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่ระดับความหนาแน่น 0.32 โคโลนีต่อตารางเมตร ซึ่งแตกต่างจากกัลปังหาสกุลอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้กัลปังหา *Dichotella gemmacea* พบการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทุกเดือนในรอบปีที่ทำการสำรวจ (เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนมกราคม 2559) และพบการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เป็นจำนวนมากตั้งแต่ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม 2558 ซึ่งมีจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ที่ 20.15 ± 2.83 เซลล์ต่อโพลิป (เดือนกรกฎาคม 2558) ถึง 45.91 ± 5.44 เซลล์ต่อโพลิป (เดือนกันยายน 2558) และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 246.85 ± 86.05 ไมโครเมตร (เดือนพฤษภาคม 2558) ถึง 258.53 ± 78.94 ไมโครเมตร (เดือนธันวาคม 2558) ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนและขนาดของเซลล์สืบพันธุ์ คืออุณหภูมิ โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์อยู่ที่ 29.5 ถึง 31.0 องศาเซลเซียส จากการศึกษาทางมิญชวิทยาเกี่ยวกับเซลล์สืบพันธุ์พบว่า กัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แบบแยกเพศ (gonochoric) ในแต่ละโคโลนี โดยที่สามารถพบเซลล์ไข่หรือถุงสเปิร์มได้พร้อมกันทุกระยะภายในโคโลนีนั้นๆ และเนื่องจากไม่พบตัวอ่อนระยะพลานูลาในโพลิปกัลปังหาเพศเมียตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา จึงคาดว่ากัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาผสมกันในมวลน้ำ

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5672137123 : MAJOR MARINE SCIENCE
KEYWORDS: GORGONIAN, GAMETE DEVELOPMENT, DICHOTELLA GEMMACEA

APIRUT NILPANAPAN: GAMETE DEVELOPMENT OF GORGONIAN *Dichotella gemmacea*. ADVISOR: ASSOC. PROF. VORANOP VIYAKARN, Ph.D., 48 pp.

Gorgonian is one of the marine invertebrates that is abundant and has an important role in marine ecosystem. However, the populations of gorgonian have been decreasing from Thai waters. In this study, the gamete development and spawning periods of *Dichotella gemmacea*, the most abundant gorgonian at Laem Pu Chao, Sattahip district, Chon Buri province, Thailand were investigated. The results showed that *Dichotella gemmacea* had the highest density (0.32 colony/m^2) in this area. In addition, *Dichotella gemmacea* produced the gametes during all study period from February 2015 to January 2016. The high numbers of gametes in polyps were between 20.15 ± 2.83 cells/polyp (June 2015) to 45.91 ± 5.44 cells/polyp (September 2015). The large diameters of gametes were 246.85 ± 86.05 μm (May 2015) to 258.53 ± 78.94 μm (December 2015). Temperatures between 29.5 to 31.0 ^{o}C could be a factor influencing gamete development. From the histological study of this gorgonian showed that *Dichotella gemmacea* was gonochoric and all stages of oocyte or spermatid can be found at the same time in a polyp. Moreover, the results from histology showed that *Dichotella gemmacea* was broadcasting spawner because none of planula larvae was detected in any polyps during the period of the study.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Marine Science Student's Signature .....
Field of Study: Marine Science Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์ ผู้คอยให้คำแนะนำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศานิต ปิยพัฒนากร ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ คุณนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่าน

ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการตรวจแก้รูปเล่ม ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) และหน่วยสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ กองทัพเรือ ในการสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ ตลอดจนดูแลความปลอดภัยขณะดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการ อพ.สธ. และเจ้าหน้าที่กองทัพเรือทุกท่าน ที่ช่วยให้การดำเนินในภาคสนามสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ในการสนับสนุนทุนวิจัย

ขอขอบคุณ ดร.ปฐพร เกื้อนุ้ย ดร.เสธ์ ทรงพลอย คุณนิติ วงศ์เทพวาณิชย์ คุณศุภกาญจน์ จันทร์แดง คุณทิพวิมล รัตนวงวาล คุณวิภาดา ลลิตภัทรกิต คุณนเรนฤทธิ์ ชิ้นฟัก คุณพีรดนย์ เกิดผล คุณจันทร์จิรา คำดีเงิน คุณอิศรา ศรีสุข และสมาชิกในกลุ่มปะการังทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อนำมาใช้เป็นค่าใช้จ่ายในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณมารดา บิดา และญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยอบรมสั่งสอนและเป็นแรงผลักดันสำคัญทำให้งานทุกอย่างสำเร็จไปตามเป้าหมายที่วางไว้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูป 1
บทที่ 1 1
บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 3
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ชีววิทยาของกัลปังหา 3
2.1.1 ลักษณะทั่วไป 3
2.1.2 การสืบพันธุ์ 6
2.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา 9
2.3 กัลปังหา *Dichotella gemmacea* (Milne Edwards & Haime, 1857) 12
บทที่ 3 14
วิธีดำเนินการวิจัย 14
3.1 สิ่งมีชีวิตที่ใช้ศึกษา 14
3.2 สถานที่ศึกษา 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.3 ขั้นตอนการศึกษา 15
3.3.1 การสำรวจความหนาแน่นของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 15
3.3.2 การศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 15
3.3.3 การศึกษาช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 16
3.3.4 การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล 16
บทที่ 4 17
ผลการศึกษา 17
4.1 ความหนาแน่นของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 17
4.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 18
4.2.1 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จากการศึกษาโดยวิธีทางสรีรวิทยา 19
4.2.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จากการศึกษาโดยวิธีทางมิญชวิทยา 26
4.3 ปรากฏการณ์การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 35
รายการอ้างอิง 42
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2. 1 โครงสร้างของกัลปังหา 5

รูปที่ 2. 2 การสืบพันธุ์ของกัลปังหา 7

รูปที่ 2. 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของกัลปังหา.....7

รูปที่ 2. 4 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของกัลปังหา.....8

รูปที่ 2. 5 พัฒนาการของเซลล์ไข่.....9

รูปที่ 2. 6 พัฒนาการของถุงสเปิร์ม 10

รูปที่ 2. 7 Planula larva ของปะการังอ่อน *Dendronephthya gigantea* 11

รูปที่ 3. 1 กัลปังหา *Dichotella gemmacea* 14

รูปที่ 3. 2 พื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่งแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 15

รูปที่ 4. 1 สัดส่วนของสกุลกัลปังหา ที่พบบริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 18

รูปที่ 4. 2 เซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบในช่องว่างของโพลิป 18

รูปที่ 4. 3 เซลล์สืบพันธุ์ระยะต่างๆ ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 20

รูปที่ 4. 4 สัดส่วนที่พบการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ภายในโพลิปในรอบปี 21

รูปที่ 4. 5 จำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบในรอบปี 22

รูปที่ 4. 6 เปอร์เซ็นต์ของเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ในระยะต่างๆ โดยเฉลี่ยที่พบในแต่ละโคโลนีของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 23

รูปที่ 4. 7 เส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ที่พบในแต่ละโพลิปของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* 24

รูปที่ 4. 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิกับเซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม.....25

รูปที่ 4. 9 เซลล์ไข่ระยะต่างๆ จากสไลด์ Histology 27

รูปที่ 4. 10 ถุงสเปิร์มระยะต่างๆ จากสไลด์ Histology 28

รูปที่ 4. 11 เปอร์เซ็นต์ที่พบการสร้างเซลล์ไข่และถุงสเปิร์มของกัลปังหาภายในโพลิปในรอบปี .29

รูปที่ 4. 12 จำนวนเซลล์สืบพันธุ์โดยเฉลี่ยของกัลปังหาที่พบในรอบปี 30

รูปที่ 4. 13 เปอร์เซ็นต์ของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะต่างๆ โดยเฉลี่ยที่พบในแต่ละโคโลนีของกัลปังหา 31

รูปที่ 4. 14 เส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์สืบพันธุ์ โดยเฉลี่ยของกัลปังหาที่พบในรอบปี 32

รูปที่ 4. 15 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิกับจำนวนเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์.....33

รูปที่ 4. 16 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์.....34

รูปที่ 4. 17 ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4. 1 ชนิดและความหนาแน่นของกัลปังหา ที่พบบริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ 17

ตารางที่ 5.1 ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหาชนิดต่างๆ ในเขตร้อน.....38

ตารางที่ 5. 2 รูปแบบการสืบพันธุ์ของกัลปังหาชนิดต่างๆ.....39

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ส่งผลให้เกิดการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติทั้งบนบกและในทะเลอย่างต่อเนื่อง รวมถึงกัลปังหา ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญหลายประการ ทั้งต่อระบบนิเวศบริเวณแนวปะการังและพื้นผิวตะกอนใต้น้ำ กัลปังหามีการแพร่กระจายทั้งในอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน พบได้ในเขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว ทั้งเขตน้ำตื้นจนถึงเขตน้ำลึกนับพันเมตร โดยกัลปังหาเป็นแหล่งหลบภัยและที่อยู่อาศัยให้กับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น กุ้งกัลปังหา ดาวเปราะ ม้าน้ำ เป็นผู้ผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อนำไปพัฒนาเป็นยาต้านเชื้อราและแบคทีเรีย รวมถึงมีส่วนช่วยเพิ่มความงามให้แก่ท้องทะเล โดยเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยว สร้างรายได้ให้กับประเทศที่มีแหล่งกัลปังหาที่สวยงาม การศึกษาเกี่ยวกับกัลปังหาในประเทศส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายและการกระจายเป็นสำคัญ ยังขาดการศึกษาในงานพื้นฐานอื่นอีกมาก การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาด้านชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกัลปังหา เพื่อนำองค์ความรู้มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและเพาะขยายพันธุ์กัลปังหาต่อไปในอนาคต โดยนำกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบกระจายทั่วไปในอ่าวไทย มาทำการศึกษาการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ในรอบปี โดยวิธีทางมิญชวิทยา (histology) เพื่อสังเกตการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ระยะแรกจนถึงระยะพร้อมสืบพันธุ์ รวมถึงศึกษาการจำแนกเพศของกัลปังหา ทั้งนี้ สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลประกอบการเพาะขยายพันธุ์ปะการังเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรกัลปังหาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ การจำแนกเพศ และลักษณะการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ทำการศึกษาช่วงเวลา ลักษณะ และประเภทการสืบพันธุ์ของกัลปังหาสกุล *Dichotella gemmacea* ในธรรมชาติ บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

องค์ความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* และความเป็นไปได้ในการเพาะขยายพันธุ์กัลปังหาแบบอาศัยเพศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรกัลปังหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีววิทยาของกัลปังหา

กัลปังหาเป็นสัตว์ทะเลที่มีการแพร่กระจายในหลายภูมิภาคทั่วโลก ตั้งแต่เขตร้อนจนถึงขั้วโลก (Goh et al., 1999; Fabricius and Alderslade, 2001; Sun et al., 2010) ตั้งแต่บริเวณเขตน้ำตื้น โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับความลึกถัดลงไปจากแนวปะการัง จนถึงระดับความลึกนับพันเมตร (Goh et al., 1999; Buhl-Mortensen and Mortensen, 2005) ลักษณะรูปร่างโคโลนีของกัลปังหาเอื้อต่อการเป็นที่อยู่อาศัยและที่หลบภัยให้กับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กชนิดต่างๆ ทั้งอยู่แบบพึ่งพาอาศัยหรือแบบปรสิต โดยกัลปังหา 1 โคโลนี สามารถพบสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาร่วมอาศัยมากกว่า 1 ชนิด หรืออาจนับร้อยตัว (Goh et al., 1999; Buhl-Mortensen and Mortensen, 2005; Gili et al., 2006) ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยร่วมกับกัลปังหา ได้แก่ ปลาบู่ *Bryaninops* sp. ดาวเปราะ (Class Ophiuroidea) ดาวตะกร้า *Gorgonocephalus* sp. กุ้งกัลปังหา (Suborder dendrobranchiata) หอยมุกกัลปังหา *Pteria toritirostris* หนอนตัวแบน ไส้เดือนทะเล เป็นต้น (Goh et al., 1999; Buhl-Mortensen and Mortensen, 2005; Gili et al., 2006; Viyakarn et al., 2008)

กัลปังหาเป็นสัตว์กรองกิน (suspension feeder) ซึ่งทำการกรองชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก (micro zooplankton) รวมถึงแบคทีเรียที่เป็นแพลงก์ตอน (bacterioplankton) ในมวลน้ำเป็นอาหาร โดยใช้หนวด (tentacle) ที่เต็มไปด้วยเข็มพิษ (nematocyst หรือ cnidocyte) จับสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น จากนั้นจึงเลือกกลืนกินเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดพอเหมาะกับปากของกัลปังหา (Fabricius and Alderslade, 2001; Orejas et al., 2003; Rossi et al., 2004) ทั้งนี้ กัลปังหาสามารถยื่นโพลิป (polyp) ออกมากรองอาหารได้ทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน (Rupert and Barns, 1994)

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

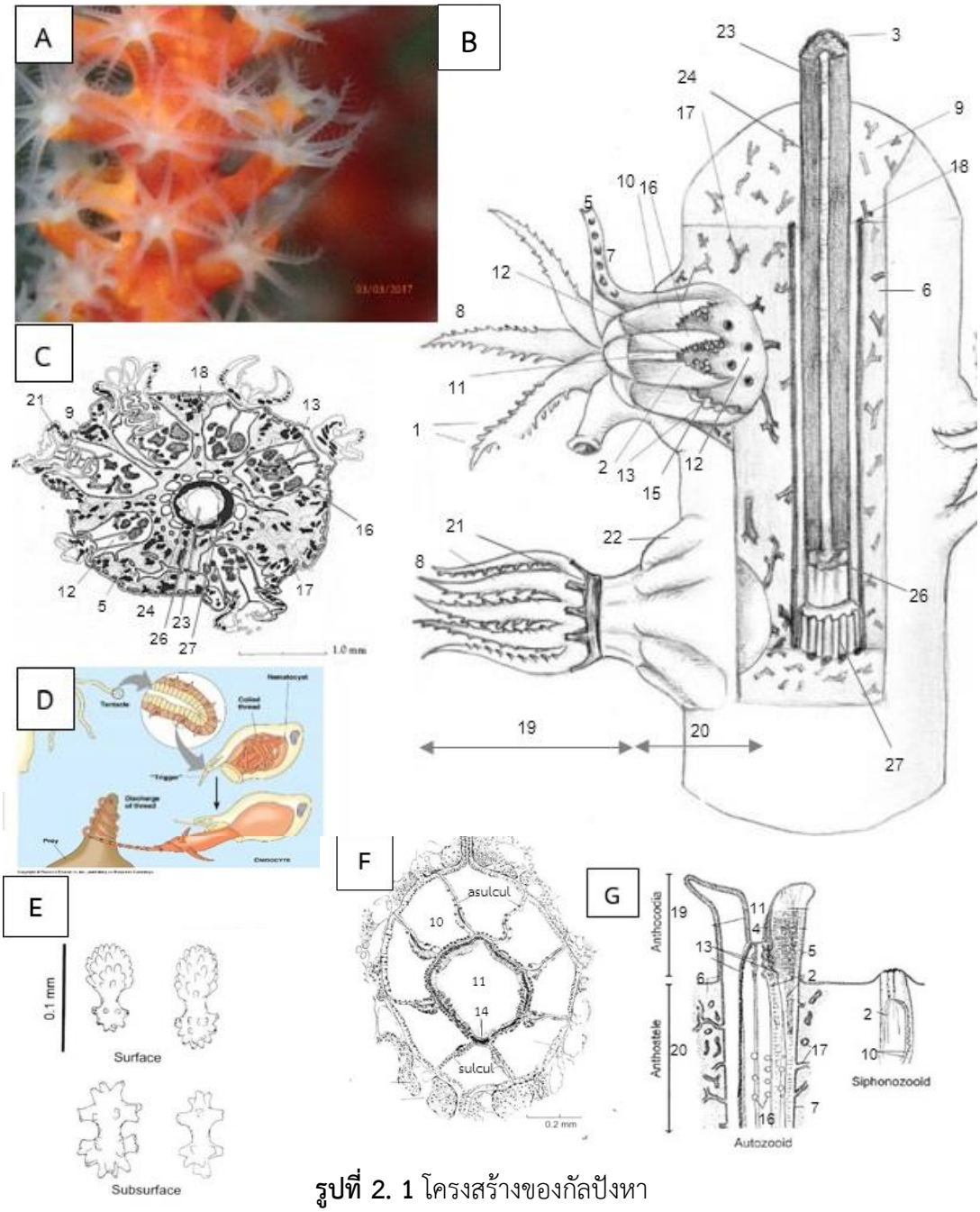
กัลปังหาเป็นสัตว์ใน Class Anthozoa Subclass Octocorallia โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่ (1) Scleraxonia Group (2) Suborder Holaxonia และ (3) Suborder Calcaxonia สาเหตุที่จัด Scleraxonia ไว้ในระดับ Group เนื่องจากการทับซ้อนของการจัดจำแนกกัลปังหา (Fabricius and Alderslade, 2001)

ลักษณะของโครงสร้างกัลปังหา (รูปที่ 2.1) โดยกัลปังหาเป็นสัตว์ที่มีสมมาตรร่างกายแบบรัศมี (radiobilatoral symmetry) มีหนวด 8 เส้น แต่ละเส้นมีลักษณะคล้ายขนนก (pinnate) (รูปที่ 2.1A) ที่ฐานของหนวดแบ่งด้วยเซปตา (septa) ที่สมบูรณ์ 8 อัน (Fabricius and Alderslade, 2001) มีแกนแข็งภายในสร้างจากสารกอร์กอนิน (gorgonin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีความแข็งที่พบได้ใน

เขาสัตว์ (รูปที่ 2.1B) บางชนิดมีแกนแข็งที่เกิดจากการสะสมของหินปูน (calcareous material) และบางชนิดอาจพบองค์ประกอบทั้งสองแบบ (Bayer et al., 1983; Fabricius and Alderslade, 2001) โดยทั่วไปแกนกลางของกัลปังหาวงศ์ Ellisellidae สกุล *Dichotellla* เกิดจากการสะสมตัวของแคลเซียม (Bayer et al., 1983) ทั้งนี้ กัลปังหาเป็นสัตว์ที่มีเข็มพิษ (รูปที่ 2.1D) เพื่อใช้ในการจับเหยื่อหรือตะกอนในมวลน้ำเป็นอาหาร ดังกล่าวข้างต้น

กัลปังหาเป็นสัตว์ที่อยู่ร่วมกันเป็นโคโลนี ตัวของกัลปังหาเรียกว่าโพลิป ประกอบด้วยแอนโทคอเดีย (anthocodia) อยู่บริเวณเหนือผิวหน้าโคโลนี กับส่วนที่อยู่ถัดลงมาซึ่งเรียกว่า แอนโทสตีล (anthostele) (Bayer et al., 1983) (รูปที่ 2.1B) กัลปังหาบางชนิดมีผิวโคโลนีที่นูน เรียกว่า แคลิกส์ (calyx) ซึ่งเป็นที่อยู่ของโพลิป (Boller et al., 2002) อย่างไรก็ตาม กัลปังหาส่วนใหญ่มีโพลิปแบบเดียว (monomorphic) เรียกว่า ออโทโซออยด์ (autozooid) ขณะที่บางชนิดมี 2 แบบ (dimorphic) คือ (1) โพลิปแบบออโทโซออยด์ และ (2) โพลิปแบบไซโฟโนโซออยด์ (siphonozooid) (Brazeau and Lasker, 1988) (รูปที่ 2.1G) ทั้งนี้ เนื้อเยื่อของกัลปังหามีทั้งหมด 3 ชั้น คือ (1) เนื้อเยื่อชั้นนอก ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่ปกคลุมผิวชั้นบนและเชื่อมติดกันทั้งโคโลนี ทำให้โพลิปเชื่อมติดกัน (Fabricius and Alderslade, 2001) (2) เนื้อเยื่อมีโซเกลีย ทำหน้าที่สร้างหินปูน (calcareous skeletons) ที่เรียกรวมว่า สเคลอไรต์ (sclerite) หรือสปิคุล (spicule) (Goh and Chou, 1995) (รูปที่ 2.1E) และ (3) เนื้อเยื่อชั้นในที่ประกอบด้วยแผ่นเนื้อเยื่อมีเซนทารี (mesentery) ส่วนฟาริงซ์ (pharynx) ช่องกระเพาะ (coelenteron) รวมถึงมีเส้นใยมีเซนทารี (mesentery filament) ซึ่งประกอบด้วยต่อมย่อยอาหาร (digestive grand) และต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) (Goh et al., 1997)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



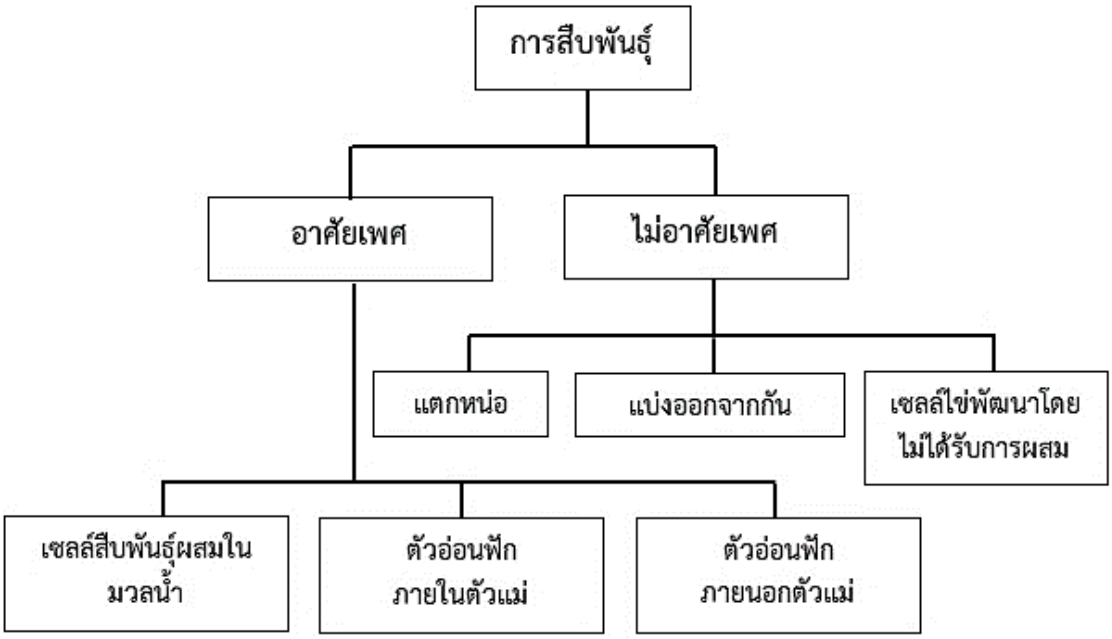
รูปที่ 2. 1 โครงสร้างของกัลปังหา

A: ตัวหรือโพลิปของกัลปังหา; B: โครงสร้างของกัลปังหา (ที่มา: Bayer et al., 1983) (1) หนวด (2) เซปตา (3) แกนกลาง (4) โพลิป (5) เนื้อเยื่อชั้นนอก (6) เนื้อเยื่อมีโซเกลีย (7) เนื้อเยื่อชั้นใน (8) เซลล์สร้างเข็มพิษ (9) สเคลอไรท์ (10) เนื้อเยื่อมีเซนทารี (11) ฟาริงซ์ (12) ช่องกระเพาะ (13) เส้นใยมีเซนทารี (14) ไซโฟโนกริฟ (15) ต่อมย่อยอาหาร (16) ต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (17) ท่อโซลีเนีย (18) หลอดแกสโทรเดอร์มอล (19) แอนโทคอเดีย (20) แอนโทสตีล (21) สเคลอไรท์ของแอนโทคอเดีย (22) แคลิกส์ (23) เมดัลลา (24) คอร์เทกซ์ (25) ช่องว่างด้านในของแกนกลาง (26) โลคูไล (27) เปลือกหุ้มแกน ; C: ภาคตัดขวางโพลิป (ที่มา: Bayer et al., 1983) ; D: เซลล์สร้างเข็มพิษ (ที่มา: Campbell et al., 1999) ; E: สเคลอไรท์ (ที่มา: Fabricius and Alderslade, 2001); F: ภาคตัดขวางของกิ่งกัลปังหา (ที่มา: Bayer et al., 1983) ; G: ภาคตัดตามยาวของโพลิปแบบออโทโซออยด์ และไซโฟโนโซออยด์ (ที่มา: Fabricius and Alderslade, 2001)

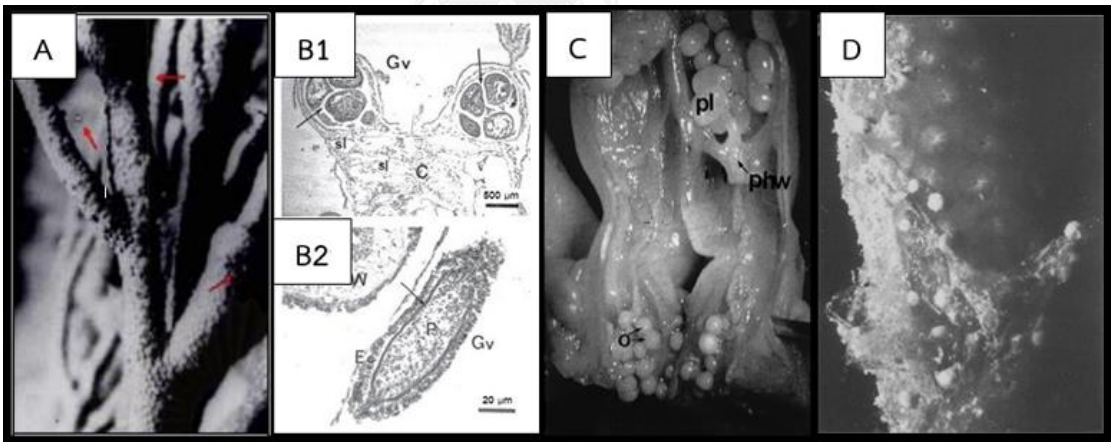
2.1.2 การสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์ของกัลปังหา (รูปที่ 2.2) แบ่งออกเป็น (1) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และ (2) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยส่วนใหญ่มีโครงสร้างเซลล์สืบพันธุ์แยกกันในแต่ละโคโลนี หรือที่เรียกว่า gonochoric (Zeevi Ben-Yosef and Benayahu, 1999; Fabricius and Alderslade, 2001) อย่างไรก็ตาม กัลปังหาบางชนิดมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียภายในโคโลนีเดียวกัน หรือที่เรียกว่า hermaphrodite (Hwang and Song, 2007) ระยะเวลาในการพัฒนาของไข่กัลปังหาขึ้นอยู่กับชนิด (Hellström et al., 2010) โดยสามารถพบเซลล์ไข่ได้ตั้งแต่ระยะแรกเริ่มถึงระยะพร้อมผสมพันธุ์ภายในโพลิปเดียวกัน (Brazeau and Lasker, 1989) สำหรับการพัฒนาของสเปิร์มเกิดขึ้นบริเวณเดียวกับเซลล์ไข่ในโคโลนีเพศผู้ โดยปกติสเปิร์มของกัลปังหาใช้เวลาในการพัฒนาที่สั้นกว่าการพัฒนาของเซลล์ไข่ (Benayahu, 1991; Hellström et al., 2010; Excoffon et al., 2011)

ลักษณะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของกัลปังหามี 3 แบบ ได้แก่ (1) การกระจายของไข่และสเปิร์มในมวลน้ำ (broadcasting of eggs and sperms) ซึ่งเป็นการปล่อยไข่และสเปิร์มจำนวนมากออกมาผสมกันในมวลน้ำหลังดวงอาทิตย์ตก (Hellström et al., 2010) (รูปที่ 2.3A) (2) การสืบพันธุ์โดยการฟักตัวอ่อนภายในตัวแม่ (internal brooding of larvae) ซึ่งเป็นลักษณะการสืบพันธุ์ที่เกิดจากการที่สเปิร์มถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำไปผสมกับเซลล์ไข่ในโคโลนีของกัลปังหาเพศเมีย แล้วปฏิสนธิภายในช่องว่างลำตัวของโพลิป (รูปที่2.3B1) จากนั้นจึงผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ (รูปที่2.3B2) แล้วถูกปล่อยออกจากโคโลนีแม่และหาพื้นที่ลงเกาะ เช่น กัลปังหา *Muricea califoria* และ *Muricea fruticosa* (Brazeau and Lasker, 1992) และ (3) การสืบพันธุ์โดยการฟักตัวอ่อนภายนอกตัวแม่ (external brooding of larvae) ซึ่งเป็นการเกิดจากเซลล์ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจากสเปิร์มของกัลปังหาเพศผู้ในโคโลนีของกัลปังหาเพศเมีย ไข่ที่ได้รับการผสมจะถูกปล่อยออกมาจากตัวแม่และกลายเป็นตัวอ่อนระยะเอ็มบริโออยู่ที่บริเวณฟาริงซ์ (รูปที่2.3C) หรือมิวคัสเพิชส์ (mucus pouches) ซึ่งเป็นเมือกที่ถูกขับออกมาจากโพลิปอยู่ที่ผิวหน้าของโคโลนีแม่ (รูปที่2.3D) (Brazeau and Lasker, 1989) เมื่อตัวอ่อนมีการพัฒนาถึงระยะว่ายน้ำจึงถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำ โดยส่วนใหญ่ทำการลงเกาะในบริเวณใกล้เคียงกับโคโลนีแม่ ซึ่งพบในกัลปังหา *Briareum asbestinum*, *Pseudopterogorgia elisabethae* และ *Paramuricea clavata* (Brazeau and Lasker, 1992; Gutierrez-Rodriguez and Lasker 2004; Linares et al., 2008) เป็นต้น ทั้งนี้มีกัลปังหากลุ่มที่เป็น hermaphroditic brooder ได้แก่ *Acabaria erythraea* ซึ่งมีสองเพศในโคโลนีเดียวกัน มีการฟักไข่ภายใน และมีโอกาสที่ไข่และสเปิร์มสามารถผสมกันภายในโคโลนีเดียวกัน (self-fertilization) (Fine et al., 2005)

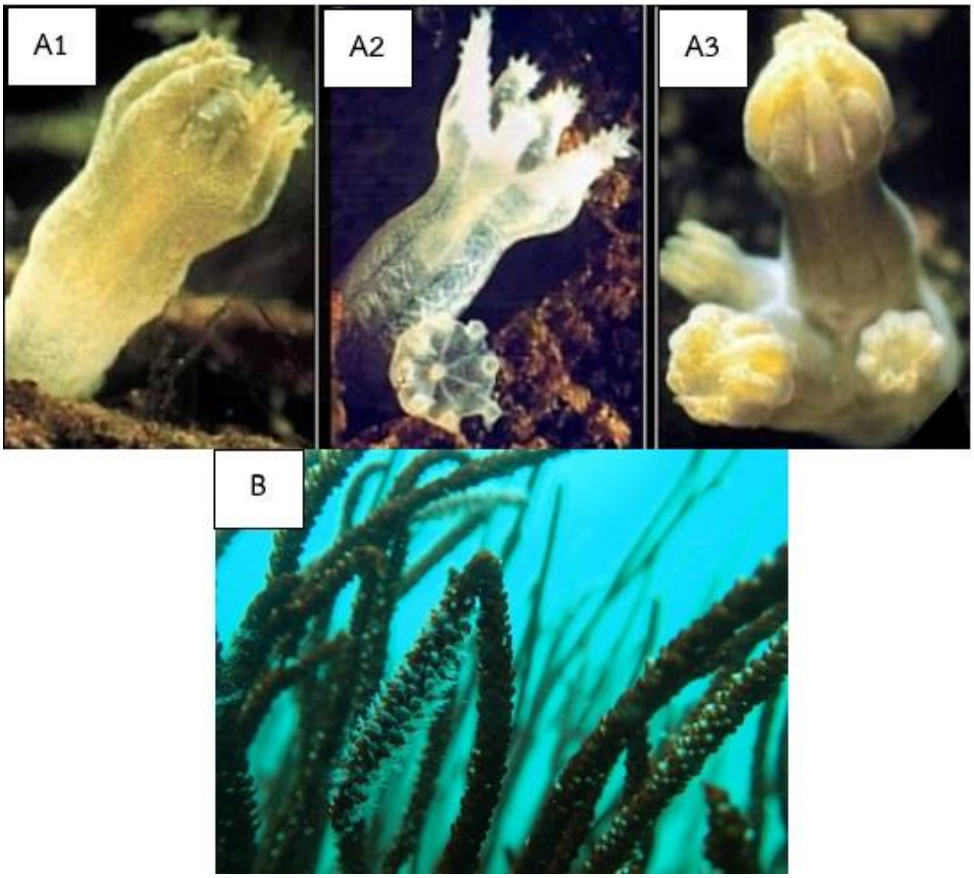


รูปที่ 2. 2 การสืบพันธุ์ของกัลปังหา
(ที่มา: เทพสุดา ลอยจิ้ว, 2551)



รูปที่ 2. 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของกัลปังหา
A: ไข่และสเปิร์มถูกปล่อยออกมาผสมในมวลน้ำ (ที่มา: Brazeau and Lasker, 1989); B1: การฟักตัวอ่อนภายในตัวแม่ที่ได้รับการผสมพัฒนาเป็นเอ็มบริโอ, B2: การฟักตัวอ่อนภายในตัวแม่ของตัวอ่อนระยะพลานูลาในช่องว่างลำตัว (ที่มา: Benayahu, 1991); C: การฟักตัวอ่อนภายนอกตัวแม่บริเวณฟาริงซ์ของปะการังอ่อน *Anthelia glauca* (ที่มา: Krunger et al., 1998); D: การฟักตัวอ่อนภายนอกตัวแม่ในมิวคัสเพิชส์ (ที่มา: Brazeau and Lasker, 1990)

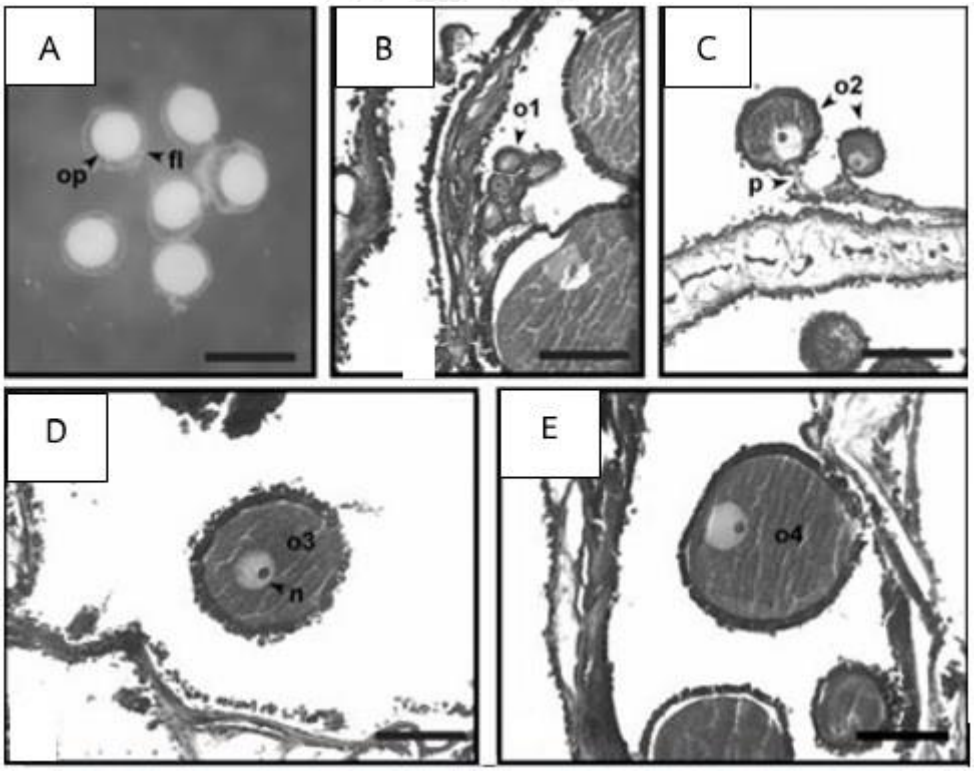
สำหรับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) ของกัลปังหาแบ่งออกเป็น (1) การแตกหน่อ (budding) ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนของโพลิปเพื่อการเติบโต หรือสร้างโคโลนีหลังจากโพลิปแรกลงเกาะบนพื้นผิวโดยสมบูรณ์ (Fabricius and Alderslade, 2001) (รูปที่ 2.4A) (2) การหักออกจากกัน (fragmentation) ซึ่งเป็นการสร้างโคโลนีใหม่ โดยเนื้อเยื่อบริเวณที่กำลังเกิดการแบ่งออกจากกัน เริ่มยุบตัวให้คอดหรือเล็กลงจนกระทั่งหักออกจากโคโลนีเดิมเนื่องจากกระแสน้ำมากระทบ ส่วนที่แตกออกหากตกลงยังพื้นที่ที่เหมาะสมก็จะกลายเป็นโคโลนีใหม่ จากนั้นจึงเพิ่มขนาดจากการแตกหน่อ (Fabricius and Alderslade, 2001) (รูปที่ 2.4B) และ (3) การเกิดพาทีโนจีนีซิส (parthenogenesis) เป็นการสืบพันธุ์ที่เซลล์ไข่มีการเจริญพัฒนาเป็นตัวอ่อนโดยไม่ได้รับการผสมกับสเปิร์ม ซึ่งไข่ดังกล่าวอาจถูกฟักภายในหรือภายนอกโพลิปของตัวแม่ โดยไข่จะเจริญพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะว่ายน้ำ ทำการลงเกาะ และพัฒนาเป็นโพลิปต่อไป (Benayahu, 1991)



รูปที่ 2. 4 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของกัลปังหา
A: การแตกหน่อ (ที่มา: Fabricius and Alderslade, 2001); B: การหักออกจากกัน

2.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา

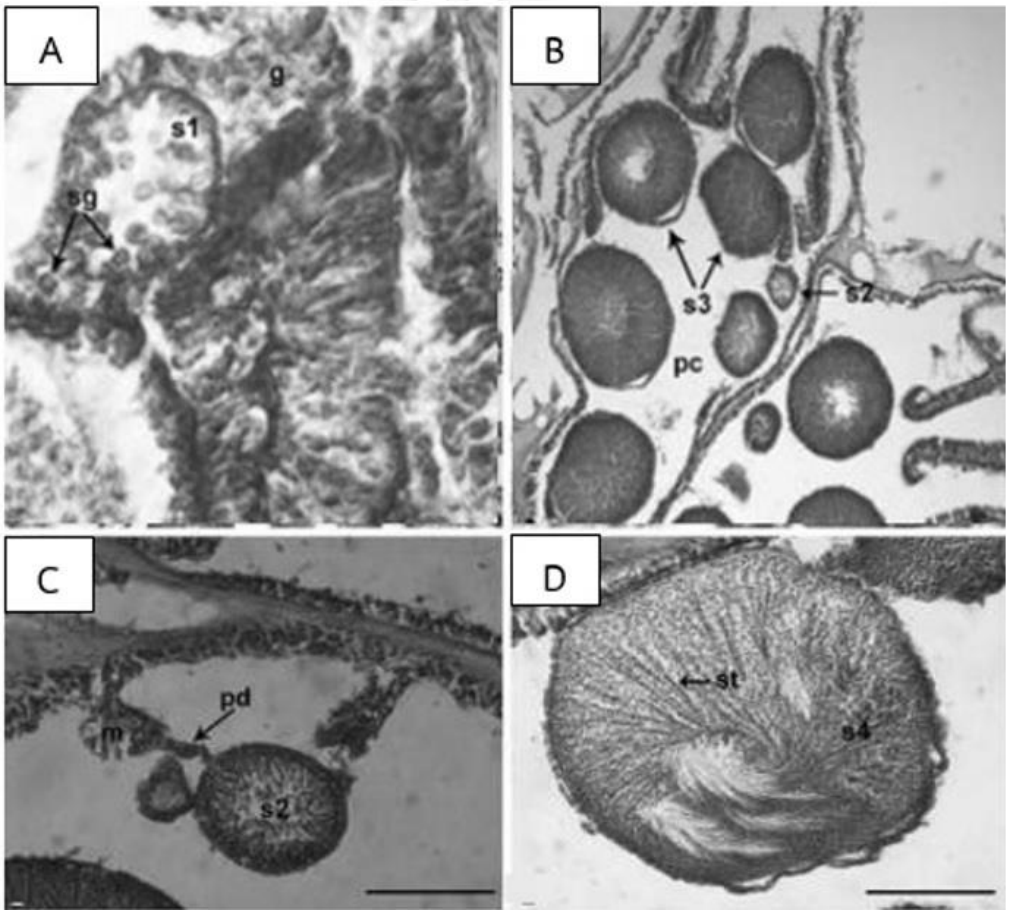
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (เซลล์ไข่) (รูปที่ 2.5) และเพศผู้ (สเปิร์ม) (รูปที่ 2.6) เกิดจากการพัฒนาของต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) บริเวณด้านข้างของเนื้อเยื่อมีเซนทารี บริเวณช่องว่างลำตัว (polyp cavity) โดยที่เซลล์ไข่และสเปิร์มมีกระบวนการพัฒนาทั้งสิ้น 4 ระยะ (Ribes et al., 2007) เซลล์ไข่ระยะแรกเริ่มมีขนาดประมาณ 20 ไมโครเมตร ห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อชั้นเอนโดเดิร์ม (endoderm) มีนิวเคลียสขนาดใหญ่อยู่ตรงกลาง (รูปที่ 2.5B) ระยะที่ 2 มีการพัฒนาขยายขนาดของเซลล์ขึ้นเป็น 100 ถึง 200 ไมโครเมตร มีเซลล์ฟอลลิคูลาร์ (follicular cell) ห่อหุ้ม เซลล์เคลื่อนตัวออกมาจากเนื้อเยื่อมีเซนทารีมาอยู่บริเวณช่องกระเพาะ (gastrovascular cavity) อีกทั้งยังมีเพดดิเคิล (pedicle) ที่สร้างจากเนื้อเยื่อมีโซเกลีย ช่วยเชื่อมต่อเซลล์กับเนื้อเยื่อมีเซนทารี (รูปที่ 2.5C) หลังจากนั้นเซลล์ไข่จึงเข้าสู่ระยะที่ 3 ซึ่งเซลล์ตัดขาดจากผนังมีเซนทารีโดยสมบูรณ์ เริ่มมีการสร้างไข่แดง (ooplasm) และมีขนาดใหญ่ขึ้นประมาณ 200 ถึง 300 ไมโครเมตร พร้อมทั้งมีนิวเคลียสขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางเซลล์ (รูปที่ 2.5D) เมื่อถึงระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะสุดท้าย จึงปรากฏก้อนไข่แดง (yolk droplet) ขึ้นที่บริเวณไซโทพลาซึม พบนิวคลีโอลัส (nucleolus) ในนิวเคลียส มีขนาดของเซลล์อยู่ที่ 300 ถึง 600 ไมโครเมตร (รูปที่ 2.5D) (Choi and Song, 2007)



รูปที่ 2. 5 พัฒนาการของเซลล์ไข่

A: เซลล์ไข่ระยะที่ 4 ผ่านกล้องสเตอริโอ; B: เซลล์ไข่ระยะที่ 1; C: เซลล์ไข่ระยะที่ 2; D: เซลล์ไข่ระยะที่ 3; E: เซลล์ไข่ระยะที่ 4 (ที่มา: Choi and Song, 2007)

การเจริญและการพัฒนาของสเปิร์มค่อนข้างคล้ายคลึงกับการพัฒนาของเซลล์ไข่โดยเกิดบริเวณต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในโคโลนีของกัลปังหาเพศผู้ ซึ่งถุงสเปิร์ม (spermaries) แรกเริ่มที่ประกอบด้วยสเปอร์มาโทโกเนีย (spermatogonia) ที่ถูกสร้างขึ้น โดยมีขนาด 20 ถึง 70 ไมโครเมตร ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อมีโซเกลียของเนื้อเยื่อมีเซนทารี (รูปที่ 2.6A) ซึ่งพัฒนาเข้าสู่ระยะที่ 2 ที่มีขนาดตั้งแต่ 30 ถึง 200 ไมโครเมตร (Excoffon et al., 2011) และพบว่ามีเซลล์สร้างสเปอร์มาโทไซต์ (spermatocyte) ที่ส่วนของเพดดิเคิลซึ่งเชื่อมกับผนังโพลิป (รูปที่ 2.6B) ในระยะที่ 3 ถุงสเปิร์มถูกตัดขาดจากผนังมีเซนทารี และพบว่าสเปอร์มาโทไซต์มีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) ทำให้ได้สเปอร์มาติด (spermatid) อยู่รวมกันบริเวณผนังด้านในของถุงสเปิร์มที่มีขนาดอยู่ที่ 90 ถึง 300 ไมโครเมตร จนเห็นเป็นช่องว่างตรงกลาง (รูปที่ 2.6C) และในระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะสุดท้าย ถุงสเปิร์มมีขนาดใหญ่ที่สุดที่ประมาณ 160 ถึง 425 ไมโครเมตร ภายในถุงมีสีเข้มเป็นริ้วรอยคล้ายน้ำวนหรือพายุซึ่งภายในจะมีสเปอร์มาโทซัว (Spermatozoa) ซึ่งเป็นสเปิร์มที่พร้อมสืบพันธุ์และมีหางที่ยาวจำนวนมาก ซึ่งพัฒนามาจากสเปอร์มาติด (รูปที่ 2.6D) (Hwang and Song, 2007)



รูปที่ 2. 6 พัฒนาการของถุงสเปิร์ม

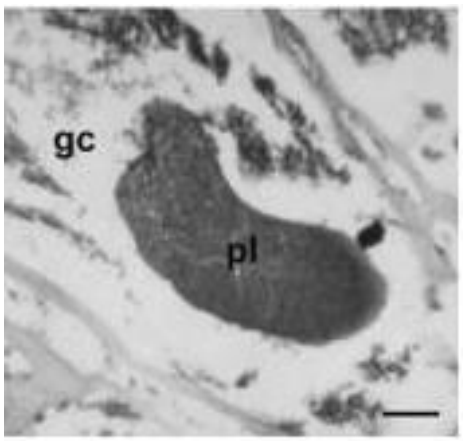
A: ถุงสเปิร์มระยะที่ 1; B: ถุงสเปิร์มระยะที่ 2; C: ถุงสเปิร์มระยะที่ 3; D: ถุงสเปิร์มระยะที่ 4

(ที่มา: Hwang and Song, 2007)

ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาของเซลล์ไข่อยู่ที่ประมาณ 10 เดือน ขณะที่บางชนิดใช้เวลากว่า 2 ปี ในขณะที่ถุงสเปิร์มใช้เวลาเพียง 2 ถึง 6 เดือน เช่น ในกรณีของกัลปังหา *Pseudopterogorgia elisabethae* มีช่วงเวลาในการพัฒนาเซลล์ไข่ 10 เดือน ขณะที่การพัฒนาของสเปิร์มใช้เวลาเพียง 2 เดือน (Gutierrez-Rodriguez and Lasker, 2004) กัลปังหา *Anthoplexaura dimorpha* ใช้เวลาการพัฒนาเซลล์ไข่นาน 12 เดือน แต่ใช้เวลาในการพัฒนาสเปิร์ม 6 เดือน (Seo et al., 2008) เป็นต้น ทั้งนี้ โดยปกติสามารถพบเซลล์ไข่หรือถุงสเปิร์มตั้งแต่ระยะที่ 1 จนถึงระยะพร้อมสืบพันธุ์ได้พร้อมกันภายในโพลิปเดียวกัน (Brazeau and Lasker 1989; Gutierrez-Rodriguez and Lasker, 2004)

หลังจากที่เซลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาที่สมบูรณ์ จึงเริ่มกระบวนการสืบพันธุ์ รูปแบบการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตใน Suborder Octocorallia บางชนิด เช่น ปะการังอ่อน *Dendronephthya gigantea* เป็นแบบ Internal brooder โดยโคโลนีเพศผู้ปล่อยสเปิร์มออกมาปฏิสนธิกับเซลล์ไข่ในโคโลนีเพศเมีย มีการพัฒนากลายเป็นตัวอ่อนพลานูลา (planula larva) (รูปที่ 2.7) จากนั้นจึงถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำในระหว่างช่วงข้างขึ้นหรือข้างแรม 8 ค่ำ (Hwang and Song, 2007) เช่นเดียวกับกัลปังหา *Tripalea clavaria* (Excoffon et al., 2011) อย่างไรก็ตาม มีกัลปังหาอีกหลายชนิดที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์โดยการแพร่กระจายของเซลล์ไข่และสเปิร์มออกสู่มวลน้ำ (Broadcasting of eggs and sperms) เช่น กัลปังหา *Plexaura kuna* ที่ประเทศปานามา ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังดวงอาทิตย์ตก ในช่วงข้างแรม 3 ถึง 4 ค่ำ ของเดือนมิถุนายนถึงกันยายน โดยพบช่วงเวลาในการปล่อยประมาณ 4 ถึง 7 วันในแต่ละเดือน อีกทั้งยังพบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Pseudoplexaura porosa* ในบริเวณเดียวกัน (Brazeau and Lasker, 1989; Lasker et al., 1996; Coffroth and Lasker, 1998) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาทางมิญชวิทยาของกัลปังหา *Anthoplexaura dimorpha* ซึ่งไม่พบตัวอ่อนพลานูลาในโพลิป จึงสรุปว่ากัลปังหาชนิดนี้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำ (Seo et al., 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2. 7 Planula larva ของปะการังอ่อน *Dendronephthya gigantea*
(ที่มา: Hwang and Song, 2007)

ตัวอ่อนกัลปังหาที่ถูกปล่อยออกมาจากโคโลนีนั้นเป็นตัวอ่อนที่สามารถว่ายน้ำได้ (swimming planula larvae) และล่องลอยอยู่ในมวลน้ำในลักษณะของแพลงก์ตอน เรียกว่า featureless planula larvae ตัวอ่อนเหล่านี้ทำการลงเกาะบนพื้นผิวของหินขนาดใหญ่ที่มี crustose coralline algae (Lasker and Kim, 1996; Fabricius and Alderslade, 2001) พร้อมทั้งหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีตะกอนหรือสาหร่ายปกคลุม นอกจากนั้น ยังพบว่าตัวอ่อนเลือกลงเกาะบริเวณรอยแตกหรือพื้นผิวแนวหินใต้น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้ถูกตะกอนทับถมหรือได้รับอันตรายจากสัตว์ประเภทครูดกิน (grazer) (Fabricius and Alderslade, 2001)

ภายหลังจากการลงเกาะ ตัวอ่อนกัลปังหามีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เริ่มจากการพัฒนาของโพลิปแรกเริ่ม (primary polyp) ที่สมบูรณ์ สร้างก้าน (stalk) เพื่อยึดเกาะพื้นผิว ส่วนปลาย (end flattens) สร้างตุ่มหนวด (tentacle bud) 8 อัน บริเวณรอบปาก ซึ่งพัฒนาการดังกล่าวใช้เวลาเพียงไม่กี่วัน จากนั้นจึงพบการเข้าอยู่ร่วมอาศัยของสาหร่ายซูแซนเทลลี (planktonic zooxanthellae) ภายในเนื้อเยื่อของกัลปังหา กลายเป็นลักษณะของการอยู่ร่วมกัน (symbiosis) โพลิปแรกเริ่มจึงเริ่มแตกหน่อกลายเป็นโคโลนีกัลปังหาที่มีหลายโพลิปต่อไป (Lasker and Kim, 1996; Fabricius and Alderslade, 2001)

2.3 กัลปังหา *Dichotella gemmacea* (Milne Edwards & Haime, 1857)

กัลปังหา *Dichotella gemmacea* (Milne Edwards & Haime, 1857) จัดเป็นกัลปังหาที่ไม่มีการอยู่ร่วมกับสาหร่ายซูแซนเทลลี (Bayer et al., 1983) มีลักษณะโคโลนีที่แตกกิ่งเป็นจำนวนมาก โดยแตกออกจากกันทีละ 2 กิ่งอย่างต่อเนื่อง (repeated dichotomous) (Loyjiw et al., 2009) พบว่าอาจมีลักษณะเป็นพุ่มหรือเป็นระนาบเดียว มีความสูงประมาณ 1 เมตร โพลิปมีรูปแบบเดียว มีแคลิกส์ห่อหุ้มโพลิปทำให้กัลปังหาชนิดนี้สามารถหุบหนวดได้ ทั้งนี้ โพลิปที่หดมีลักษณะคล้ายหัวงูหดโค้งเข้าหากิ่ง เกิดเป็นปุ่มขนาดเล็กคล้ายเกล็ดทาบลงบนผิวของกิ่งกระจายโดยรอบหรืออยู่กันเป็นหย่อมตามยาว โคโลนีที่พบมีสีแดง ส้ม เหลือง น้ำตาล หรือขาว สามารถพบได้ทั้งบริเวณใกล้ฝั่งพื้นโคลนปากแม่น้ำ บริเวณที่น้ำมีความใส หรือบนแนวปะการังที่มีกระแสน้ำพัดผ่าน โดยส่วนใหญ่พบที่ระดับความลึกมากกว่า 5 เมตร ทั้งนี้ ในพื้นที่อ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี สามารถพบกัลปังหาชนิดนี้ได้ในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง มีปริมาณตะกอนสูง และมีพื้นหินสำหรับให้กัลปังหาชนิดนี้ยึดเกาะ ได้แก่ ชายฝั่งแหลมปู่เจ้า กองหินด้านนอกของเบรกกันคลื่นเกาะเตาหม้อ และเบรกกันคลื่นเกาะหมู (เทพสุดา ลอยจิ้ว, 2551; Loyjiw et al., 2009)

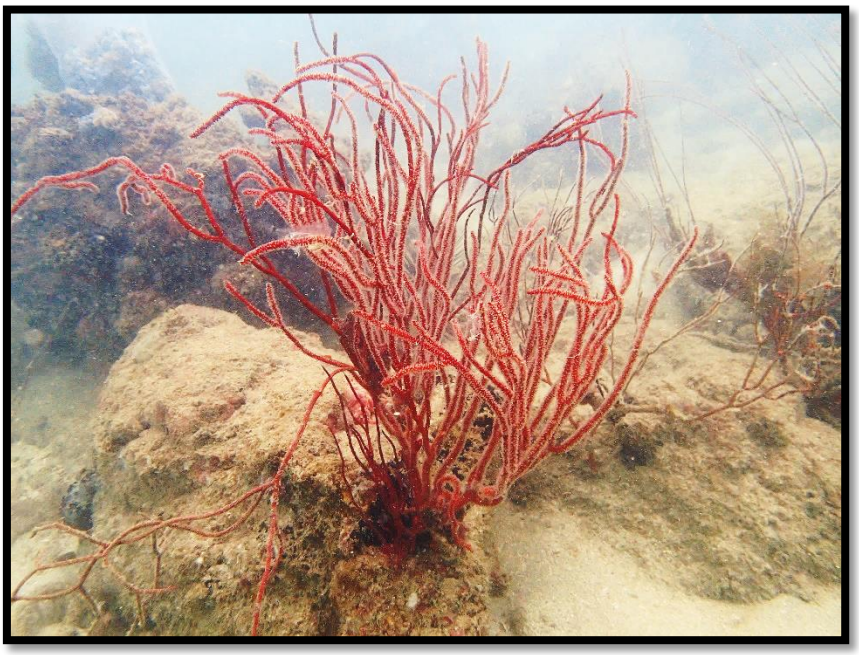
การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาต่อยอดของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ในพื้นที่อ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหาดังกล่าวในรอบปีโดยใช้วิธีทางมิญชวิทยาของเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อสังเกตการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ระยะแรกจนกระทั่งถึงระยะที่พร้อมสืบพันธุ์ รวมถึง ศึกษาการจำแนกเพศของกัลปังหาแต่ละโคโลนี ผลการศึกษาสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการเพาะขยายพันธุ์กัลปังหาแบบอาศัยเพศ รวมถึงนำข้อมูลมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรกัลปังหาต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สิ่งมีชีวิตที่ใช้ศึกษา

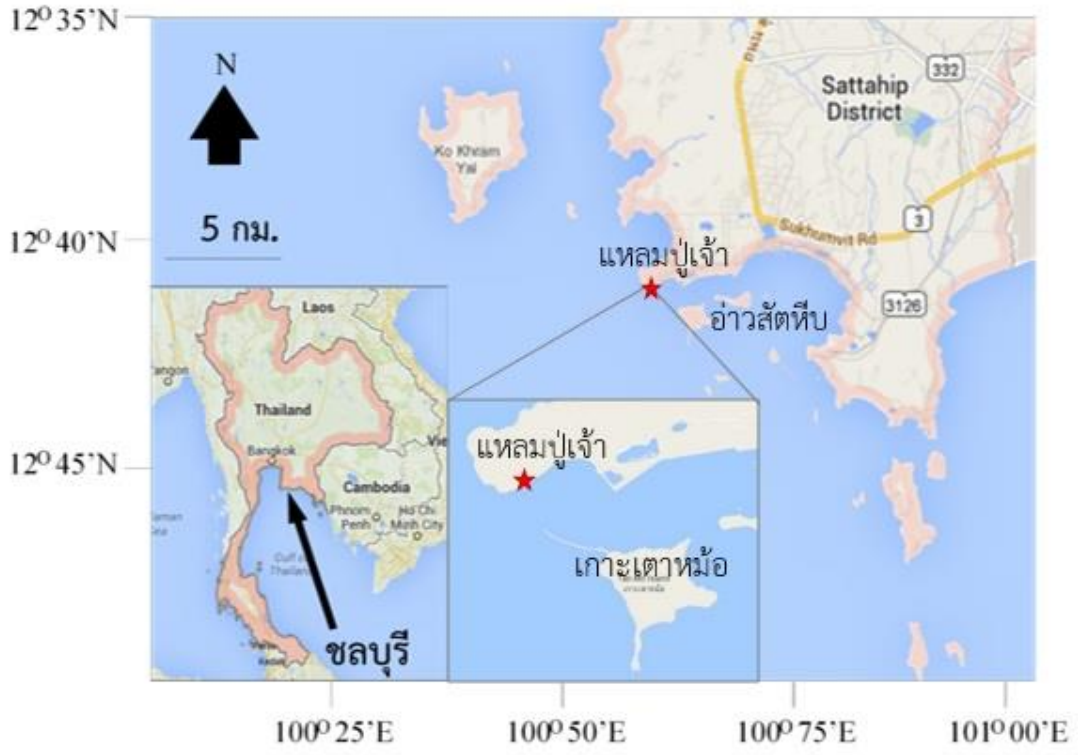
กัลปังหา *Dichotella gemmacea* (รูปที่ 3.1) เป็นกัลปังหาที่โคโลนีมีการแตกกิ่งสาขาเป็นจำนวนมาก อาจเป็นพุ่มหรือแนวระนาบเดียว มีความสูงมากกว่า 1 เมตร ลักษณะการแตกกิ่งเป็นแบบแตกออกจากกันทีละสองกิ่งซ้ำๆ อย่างต่อเนื่อง มีโพลิปรูปแบบเดียว ส่วนใหญ่พบที่ระดับความลึกมากกว่า 5 เมตร (Loyjiw et al., 2009)



รูปที่ 3. 1 กัลปังหา *Dichotella gemmacea*

3.2 สถานที่ศึกษา

บริเวณพื้นที่แนวปะการังชายฝั่งแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (รูปที่ 3-2) ซึ่งมีลักษณะเป็นหินหรือซากปะการังขนาดใหญ่กระจายทั่วไปบนพื้นทราย พบกัลปังหาถัดจากแนวปะการังออกมานอกฝั่งที่ระดับความลึกตั้งแต่ 5 เมตร ขึ้นไป



รูปที่ 3. 2 พื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่งแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
(ที่มา: https://www.google.co.th/maps/search/อ่าวสัตหีบ)

3.3 ขั้นตอนการศึกษา

3.3.1 การสำรวจความหนาแน่นของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

กำหนดพื้นที่สำรวจทั้งหมดครอบคลุมพื้นที่ 5 x 150 ตารางเมตร ขนานกับชายฝั่ง ที่ระดับความลึก 5 – 10 เมตร บริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ทำการสำรวจโดยการดำน้ำลึกแบบ SCUBA diving พร้อมเก็บข้อมูลจำนวนกัลปังหา *Dichotella gemmacea* และกัลปังหาสกุลอื่นๆ ทั้งหมดที่พบโดยการนับจำนวนในพื้นที่ที่กำหนด ทั้งนี้ ทำการสำรวจในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2558

3.3.2 การศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

สุ่มตัดชิ้นส่วนกิ่งของตัวอย่างกัลปังหา ความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร รวม 10 โคโลนี โคโลนีละ 2 กิ่ง โดยสุ่มตัดจากโคโลนีเดิมเป็นประจำทุกเดือน เดือนละ 2 ครั้ง ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2558 ถึงมกราคม 2559 (1 รอบปี) จากนั้นจึงทำการติดตามการพัฒนาของเซลล์ไข่และสเปิร์มจากตัวอย่างดังกล่าว โดยแบ่งตัวอย่างของกิ่งกัลปังหาออกเป็น 2 ชุดการทดลอง เพื่อศึกษาด้วยวิธีทาง (1) สรีรวิทยา (physiology) และ (2) มิญชวิทยา (histology)

(1) ชุดการทดลองที่ 1: การศึกษาทางสรีรวิทยา ประกอบด้วย การจำแนกเพศ การนับจำนวนและตรวจวัดขนาดของเซลล์สืบพันธุ์ตามวิธีของ Coma et al (1995) โดยสุ่มตัวอย่าง 10 โพลิป จาก 1 กิ่ง รวมทั้งสิ้น 10 โคโลนี (n = 10x1x10)

(2) ชุดการทดลองที่ 2: การศึกษาด้วยวิธีทางมิญชวิทยา โดยสุ่มตัวอย่าง 10 โพลิป จาก 1 กิ่ง รวม 10 โคโลนี (n = 10x1x10) เช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 จากนั้น นำตัวอย่างมาดองฟอร์มาลิน 10% ในน้ำทะเลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงล้างด้วยน้ำจืดและรักษาสภาพใน Et-OH 70% ทำการย่อยสลายโครงสร้างหินปูนด้วยสารละลายกรดฟอร์มิก (formic acid solution) และโซเดียมซิเตรท (sodium citrate) เป็นเวลา 10 นาที (Benayahu and Loya, 1983) ตรึงเนื้อเยื่อด้วยพาราฟิน และตัด section ขนาด 7 ไมโครเมตร ด้วยเครื่อง microtome ทั้งนี้ ทำการย้อมสีด้วย Hematoxylin และ Eosin (ดัดแปลงจากวิธีของ Hwang and Song, 2007) จากนั้นนำมาบันทึกใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมถ่ายรูปและบันทึกข้อมูล

3.3.3 การศึกษาช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

นำข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ด้วยวิธีทางสรีรวิทยาและวิธีทางมิญชวิทยา (หัวข้อ 3.3.2) มาใช้ในการคาดการณ์ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา

3.3.4 การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้ One Way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหาทั้งรอบปี (อาจใช้เปรียบเทียบระหว่างจำนวนเซลล์สืบพันธุ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธีทางสรีรวิทยากับวิธีทางมิญชวิทยา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการศึกษา

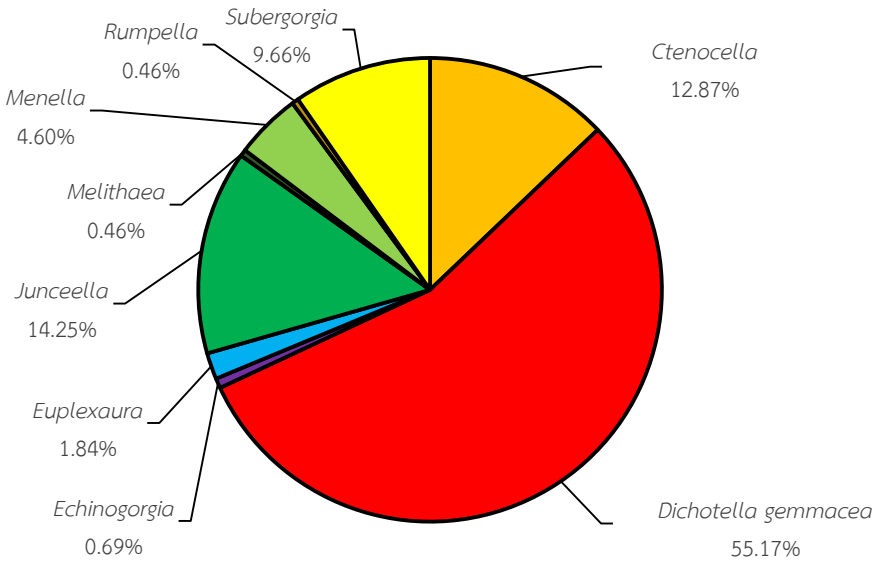
4.1 ความหนาแน่นของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

ผลการสำรวจกัลปังหาทั้งหมดในพื้นที่ แสดงในตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1 โดยพบกัลปังหาทั้งหมด 9 สกุล โดยมีกัลปังหา *Dichotella gemmacea* เป็นสกุลเด่นในพื้นที่สำรวจ 750 ตารางเมตร รวมทั้งสิ้น 240 โคโลนี หรือที่ความหนาแน่น 0.32 โคโลนีต่อตารางเมตร ขณะที่กัลปังหาสกุลอื่นที่พบมีจำนวนโคโลนีสูงสุด 62 โคโลนี หรือที่ความหนาแน่น 0.083 โคโลนีต่อตารางเมตร

ตารางที่ 4. 1 ชนิดและความหนาแน่นของกัลปังหา ที่พบบริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ

ลำดับที่	สกุลกัลปังหา	จำนวน (โคโลนี)	ความหนาแน่น (โคโลนี/ตารางเมตร)
1	*Ctenocella*	56	0.075
2	*Dichotella gemmacea*	240	0.320
3	*Echinogorgia*	3	0.004
4	*Euplexaura*	8	0.011
5	*Junceella*	62	0.083
6	*Melithaea*	2	0.003
7	*Menella*	20	0.027
8	*Rumphella*	2	0.003
9	*Subergorgia*	42	0.056
	รวมทั้งสิ้น	***435***	***0.580***

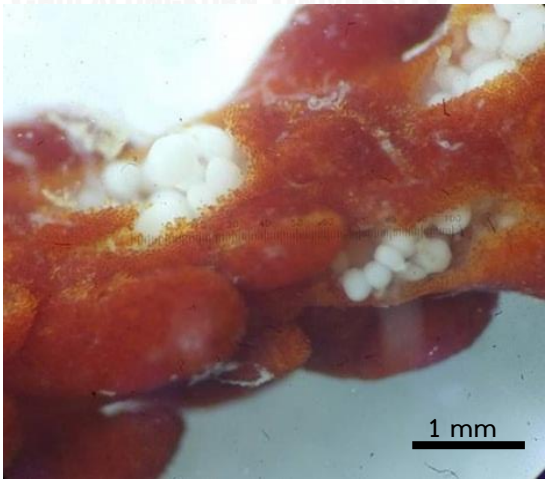
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4. 1 สัดส่วนของสกุลกัลปังหา ที่พบบริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

4.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

ตัวอย่างกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่นำมาใช้ในการศึกษา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของกิ่งที่ 2.9 ± 0.048 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของโพลิปที่ 1.1 ± 0.02 มิลลิเมตร ทั้งนี้ สามารถพบเซลล์สืบพันธุ์ได้ที่บริเวณช่องว่างของโพลิปหรือช่องกระเพาะอาหาร (รูปที่ 4.1) โดยที่ยึดติดกับเนื้อเยื่อมีเซนทารี ทั้งนี้ เซลล์มีลักษณะเป็นทรงกลม



รูปที่ 4. 2 เซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบในช่องว่างของโพลิป

4.2.1 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จากการศึกษาโดยวิธีทางสรีรวิทยา

จากการศึกษาสามารถแบ่งขนาดของเซลล์สืบพันธุ์โดยเส้นผ่านศูนย์กลางออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

(1) ระยะที่ 1: เซลล์สืบพันธุ์ขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นทรงกลม สีขาวค่อนข้างใส เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 ถึง 100 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.3A)

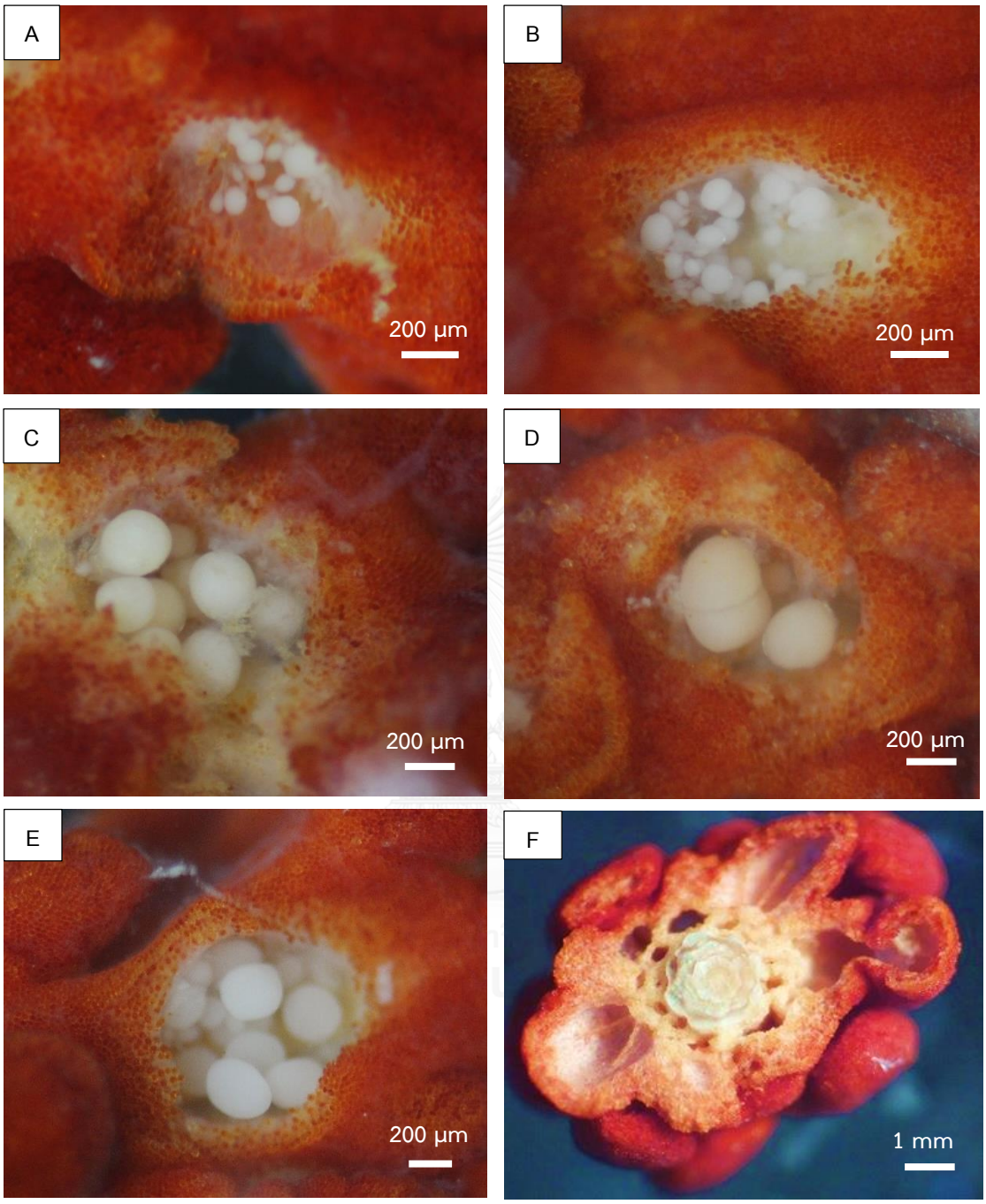
(2) ระยะที่ 2: ขนาดปานกลาง สีขาว เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 125 ถึง 200 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.3B)

(3) ระยะที่ 3: ขนาดค่อนข้างใหญ่ สีขาวเช่นเดียวกับระยะที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 225 ถึง 300 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.3C) และ

(4) ระยะที่4: ขนาดใหญ่ สีขาวนวล ทึบแสง มีขอบคล้ายเปลือกใสหุ้ม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 325 ถึง 400 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.3D)

ทั้งนี้ ในโพลิปของกัลปังหาเกือบทั้งหมดสามารถพบเซลล์สืบพันธุ์ได้ทุกระยะ (รูปที่ 4.3E) ยกเว้นบางโพลิปเท่านั้นที่อาจพบเซลล์สืบพันธุ์เพียงระยะเดียวหรือไม่พบเลย (รูปที่ 4.3F)

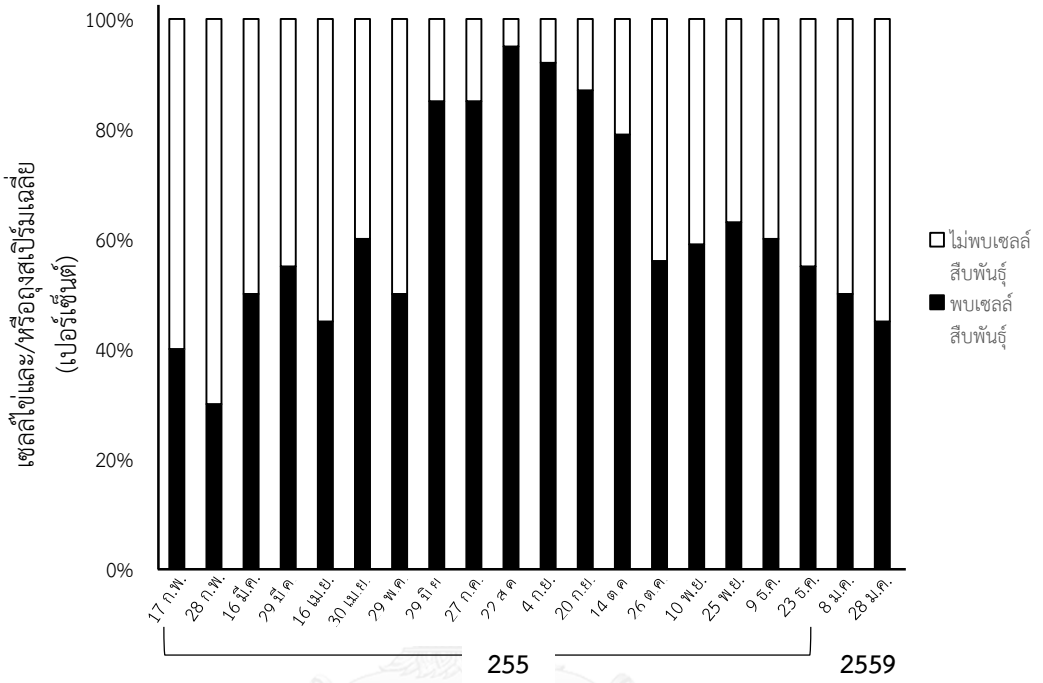
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4. 3 เซลล์สืบพันธุ์ระยะต่างๆ ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

A: เซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 1; B: เซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 2; C: เซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 3; D: เซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 4; E: ภายในโพลิปที่พบเซลล์สืบพันธุ์หลายระยะ; F: ภาพตัดขวางโพลิปที่ไม่พบเซลล์สืบพันธุ์

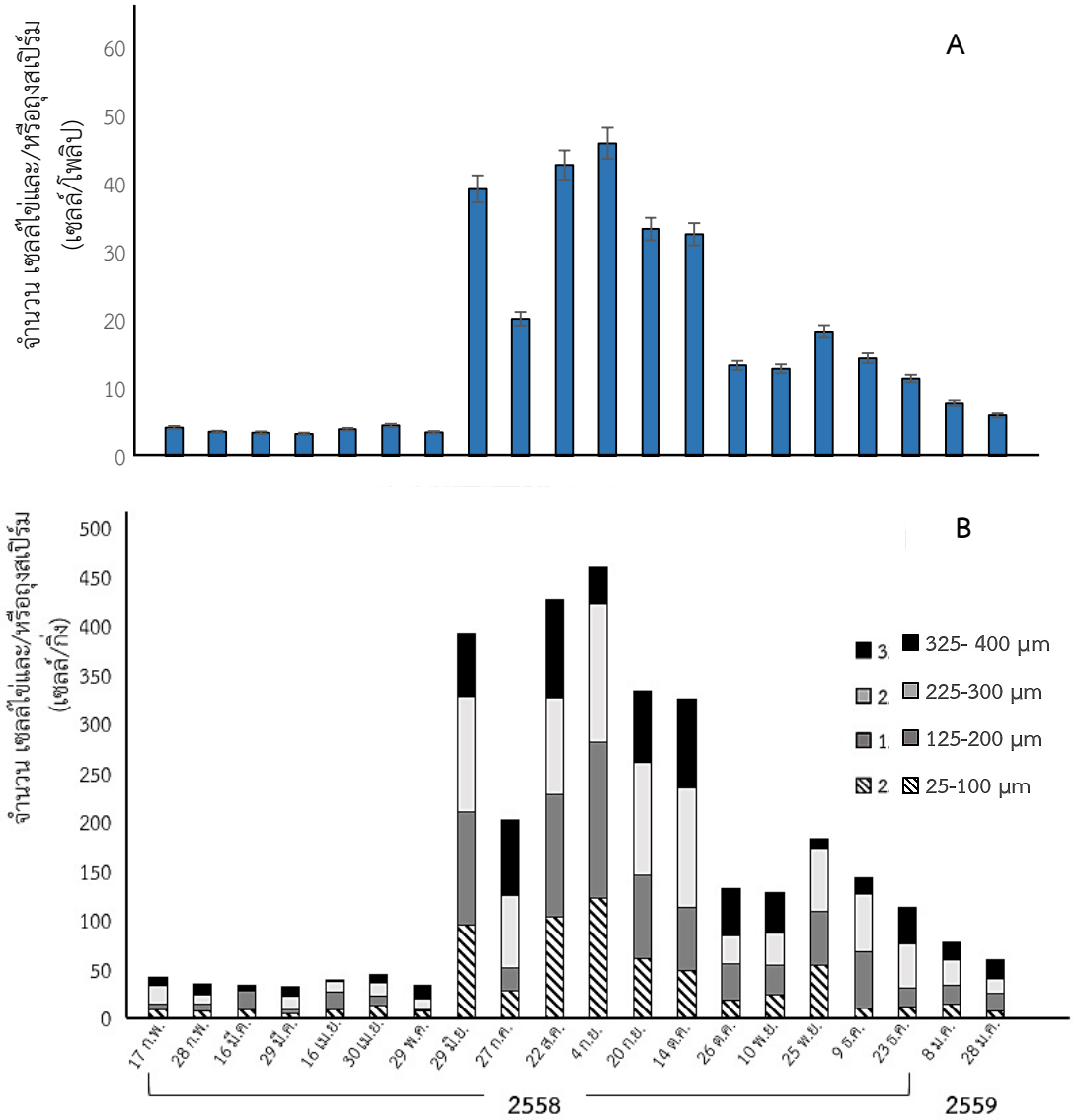
พบการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ในแต่ละโพลิปได้ทุกเดือนตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยมีการสร้างเซลล์สูงสุดในเดือนสิงหาคม 2558 (95.0%) และเดือนกันยายน 2558 (92.0%) ตามลำดับ ขณะที่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 สร้างน้อยที่สุด (30.0%) (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4. 4 สัดส่วนที่พบการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ภายในโพลิปในรอบปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จำนวนเซลล์สืบพันธุ์โดยเฉลี่ยต่อโพลิปมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2558 ที่ 45.91 ± 5.44 เซลล์ต่อโพลิป ขณะที่เดือนที่มีค่าน้อยที่สุด คือ เดือนมีนาคม 2558 ที่ 3.21 ± 0.38 เซลล์ต่อโพลิป (รูปที่ 4.5A) ขณะที่เซลล์สืบพันธุ์ต่อกิ่งมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2558 สิงหาคม 2558 และมิถุนายน 2558 ตามลำดับ ขณะที่เดือนพฤษภาคม 2558 และเดือนมีนาคม 2558 มีค่าน้อยที่สุดตามลำดับ (รูปที่ 4.5B)

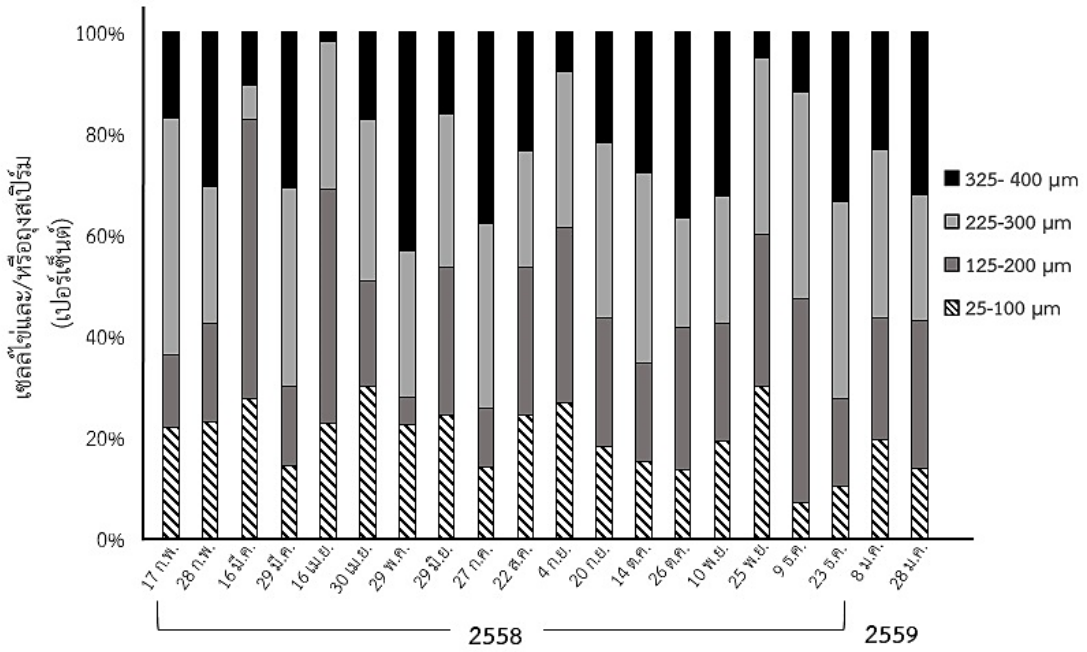


รูปที่ 4. 5 จำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบในรอบปี

A: จำนวนเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ต่อโพลิป;

B: จำนวนเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ต่อกิ่ง

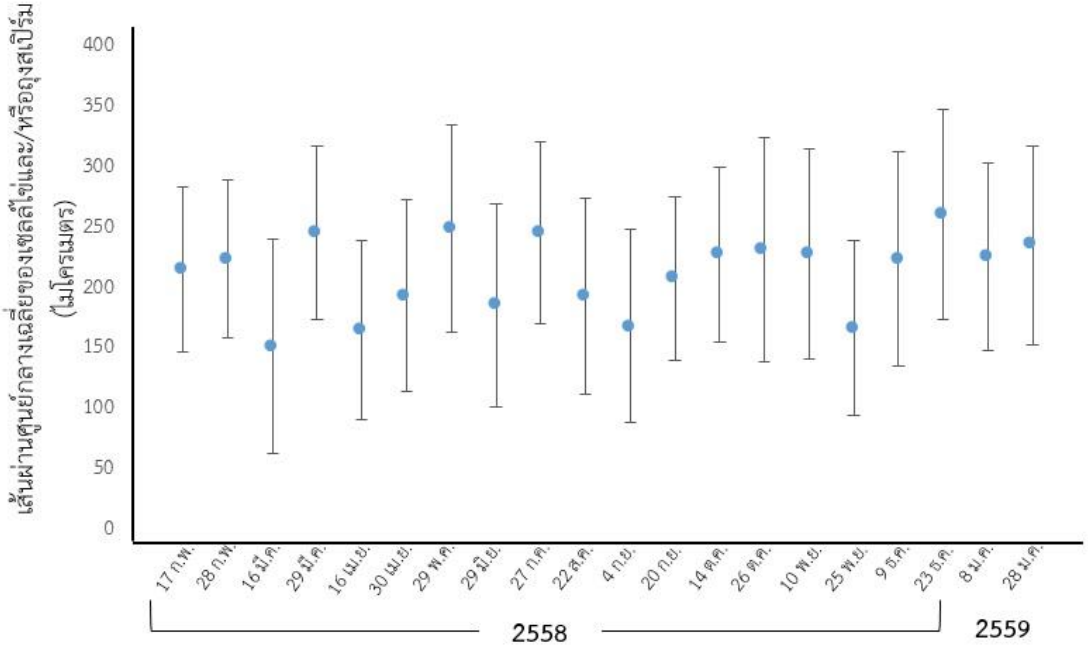
นอกจากนี้ยังพบว่าเซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะที่พัฒนาจนสมบูรณ์ มีสัดส่วนมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2558 (43.31%) และเดือนตุลาคม 2558 (36.87%) ส่วนเดือนที่พบสัดส่วนเซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 4 น้อยที่สุด ได้แก่ เดือนเมษายน 2558 (1.80%) และเดือนพฤศจิกายน 2558 (5.09%) ตามลำดับ (รูปที่ 4.6)



รูปที่ 4. 6 เปอร์เซ็นต์ของเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ในระยะต่างๆ โดยเฉลี่ยที่พบในแต่ละโคโลนีของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

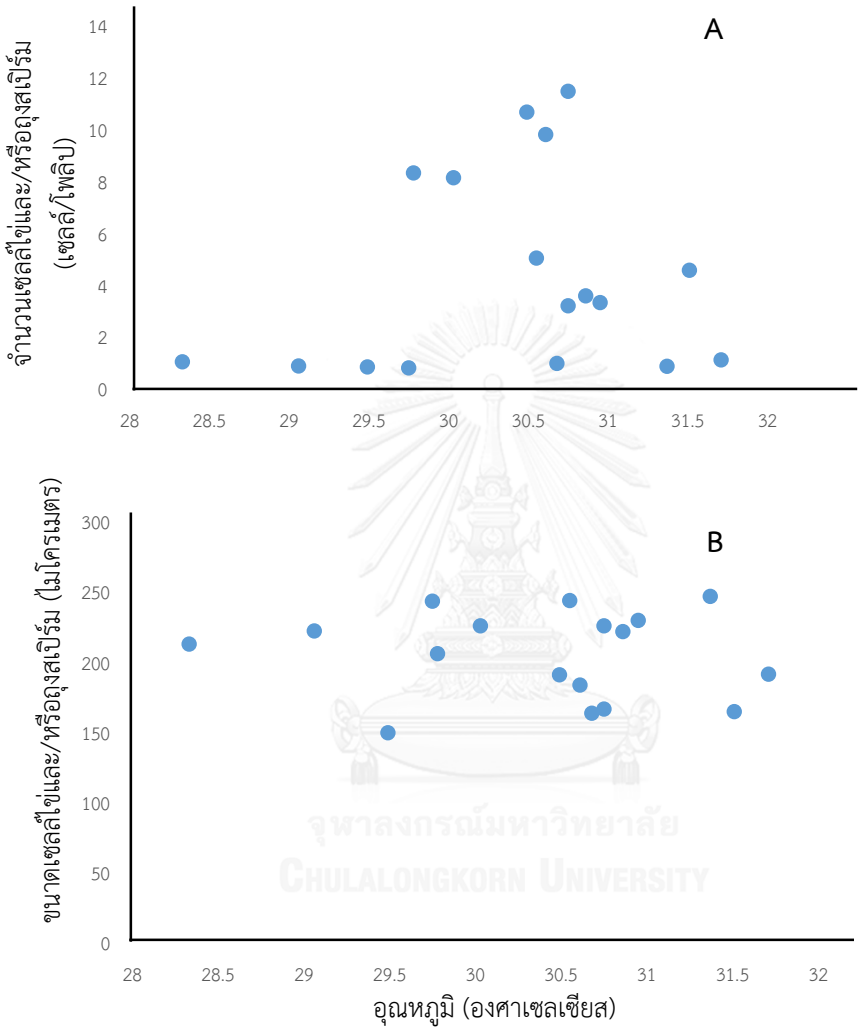
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบในโพลิปของแต่ละเดือน ขนาดเซลล์สืบพันธุ์เฉลี่ยอยู่ที่ 212.13 ± 78.95 ไมโครเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดพบในเดือนธันวาคม 2558 ที่ 251.21 ± 86.74 ไมโครเมตร และขนาดเล็กที่สุดพบในเดือนมีนาคม 2558 ที่ 149.56 ± 88.72 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4. 7 เส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม) ที่พบในแต่ละโพลิปของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนเซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์มต่อโพลิป โดยจำนวนเซลล์จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลอยู่ในช่วงระหว่าง 29.5 ถึง 31.0 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.8A) ในขณะที่ขนาดของเซลล์มีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.8B)



รูปที่ 4. 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิกับเซลล์ไข่และ/หรือถุงสเปิร์ม

A: จำนวนโดยเฉลี่ย และ B: ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์

4.2.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จากการศึกษาโดยวิธีทางมิญชวิทยา

การพัฒนาของลักษณะเซลล์สืบพันธุ์ในการแบ่งระยะสามารถใช้ระบุเพศของโคโลนีกัลปังหาได้โดยดูชนิดของเซลล์สืบพันธุ์ แบ่งเซลล์ไข่ จาก 6 โคโลนี และถุงสเปิร์ม จาก 4 โคโลนี ดังนี้

เซลล์ไข่

(1) เซลล์ไข่ระยะที่ 1: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 41.48 ± 9.26 ไมโครเมตร ถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อชั้นเอนโดเดิร์ม

(2) เซลล์ไข่ระยะที่ 2: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 159.12 ± 35.73 ไมโครเมตร มีเซลล์ฟอลลิคูลาร์ล้อมรอบ ยึดติดกับผนังมีเซนทารี (รูปที่ 4.9A–B)

(3) เซลล์ไข่ระยะที่ 3: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 270.66 ± 61.46 ไมโครเมตร เซลล์อยู่ในช่องว่างโพลิป ตัดขาดกับผนังมีเซนทารีโดยสมบูรณ์ เริ่มมีการสร้างไข่แดง และชั้นของฟอลลิคูลาร์เลเยอร์ (รูปที่ 4.9C–D) และ

(4) เซลล์ไข่ระยะที่ 4: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 340 ± 52.19 ไมโครเมตร มีก้อนไข่แดงปรากฏขึ้นที่บริเวณไซโทพลาซึม พบนิวคลีโอลัสในนิวเคลียส (รูปที่ 4.9E–F)

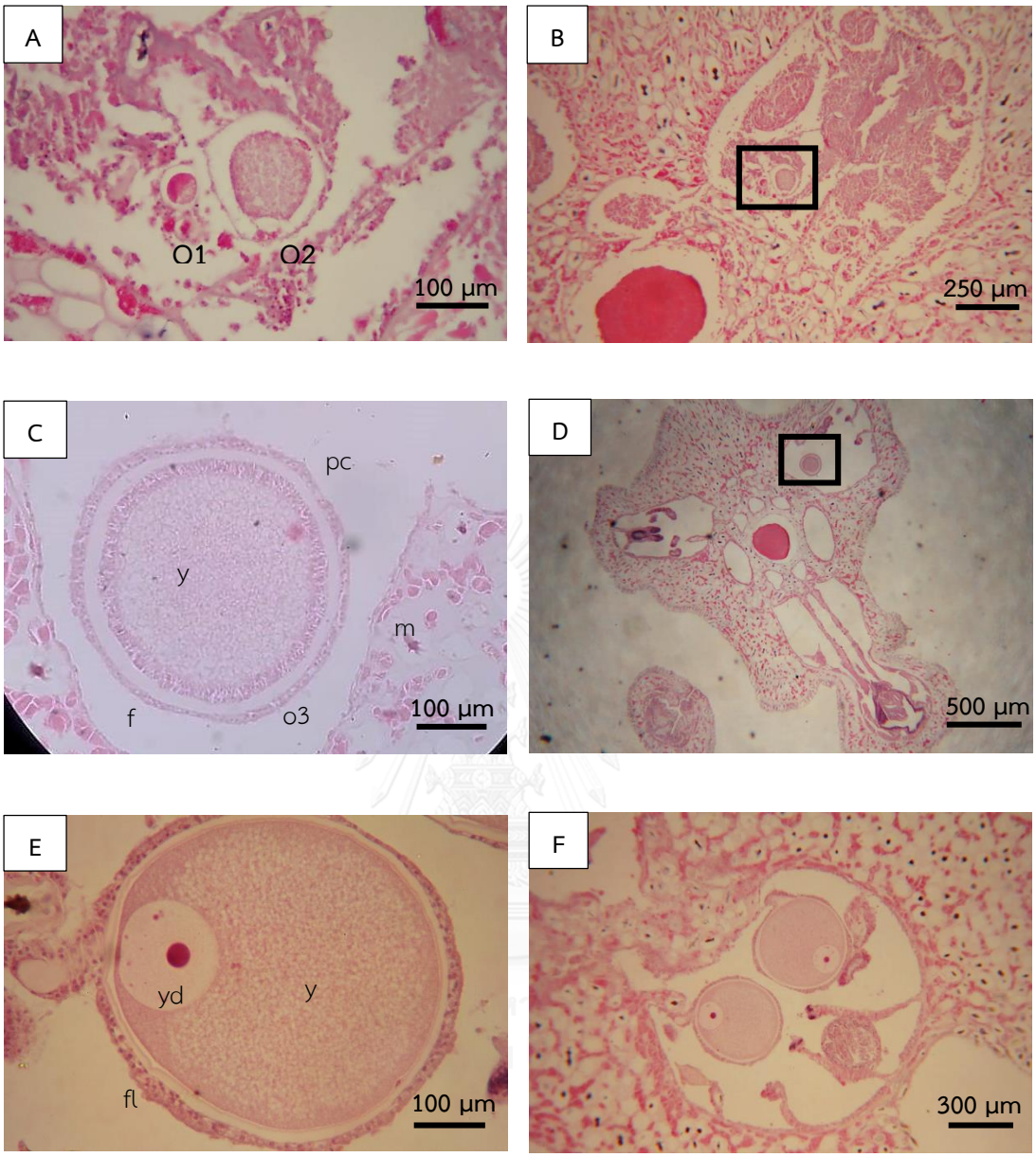
ถุงสเปิร์ม

(1) ถุงสเปิร์มระยะที่ 1: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 39.73 ± 10.04 ไมโครเมตร ประกอบด้วยสเปอร์มาโทโกเนียฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อมีโซเกลียของเนื้อเยื่อมีเซนทารี (รูปที่ 4.10A–B)

(2) ถุงสเปิร์มระยะที่ 2: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 125.97 ± 31.18 ไมโครเมตร พบเซลล์สร้างสเปอร์มาโทไซต์ที่ส่วนของเพดดิเคิลซึ่งเชื่อมกับผนังโพลิป (รูปที่ 4.10C–D)

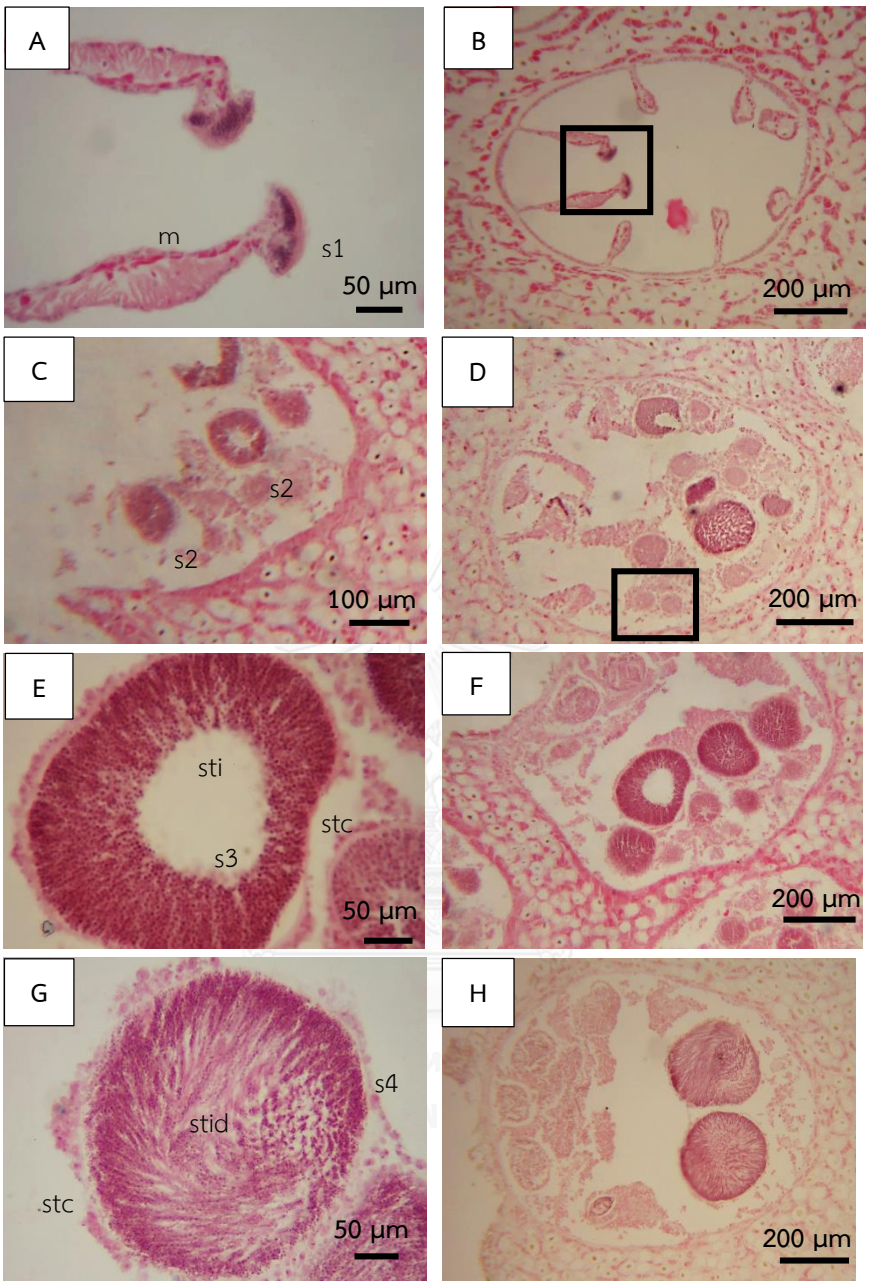
(3) ถุงสเปิร์มระยะที่ 3: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 220.81 ± 38.24 ไมโครเมตร อยู่ในช่องว่างโพลิป พบสเปอร์มาติดอยู่รวมกันบริเวณผนังด้านในของถุงสเปิร์ม มีช่องว่างตรงกลาง (รูปที่ 4.10E–F) และ

(4) ถุงสเปิร์มระยะที่ 4: มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 337 ± 50.10 ไมโครเมตร ภายในมีสเปอร์มาโทซัวจำนวนมาก สังเกตได้จากรอยวนคล้ายพายุซึ่งเกิดจากส่วนหางของสปิร์ม (รูปที่ 4.10G–H)



รูปที่ 4. 9 เซลล์ไข่ระยะต่างๆ จากสไลด์ Histology

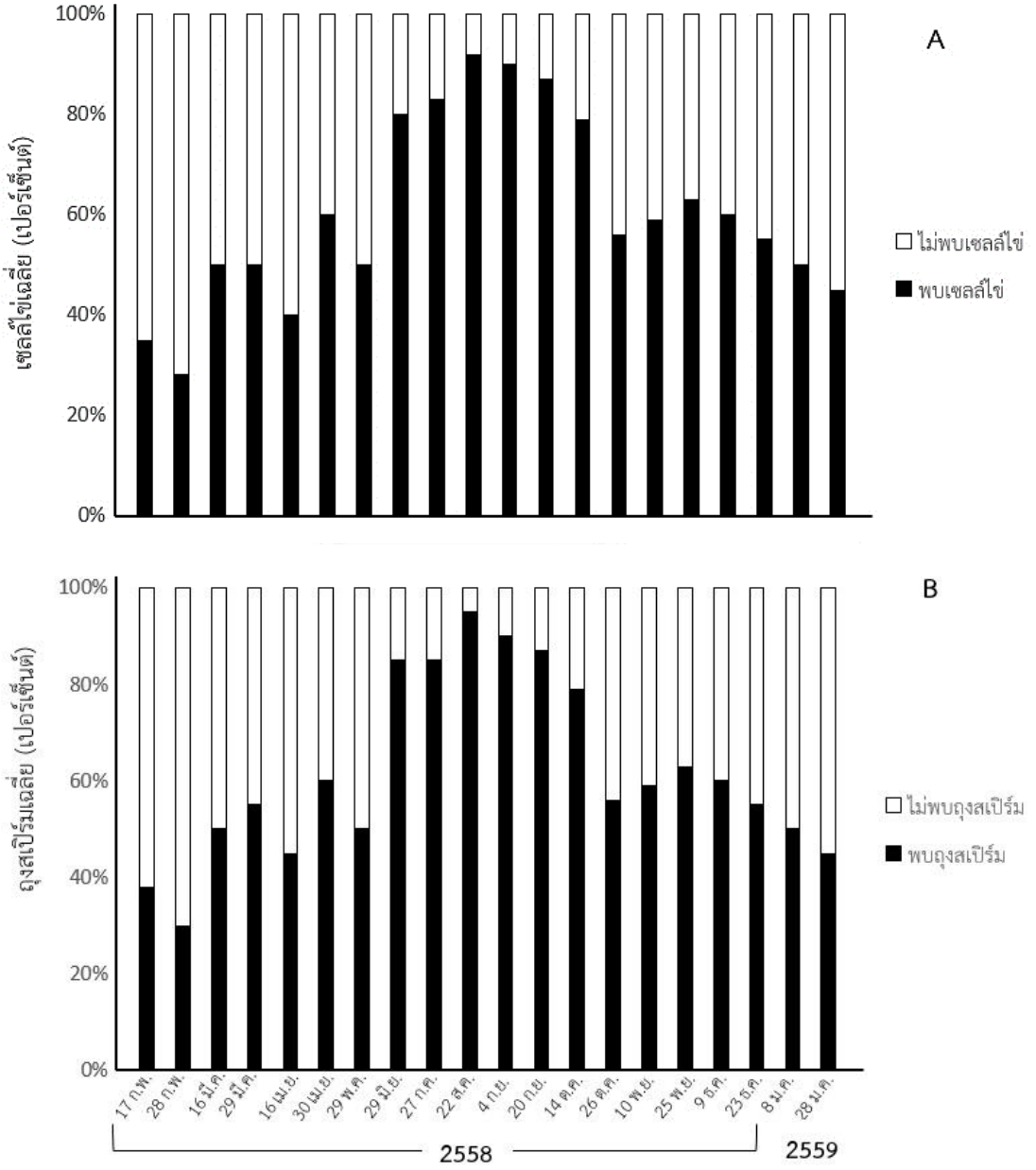
A: เซลล์ไข่ระยะที่ 1 (o1) และเซลล์ไข่ระยะที่ 2 (o2); B: เซลล์ไข่ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ในช่องว่างโพลิป; C: เซลล์ไข่ระยะที่ 3 (o3) y; ไข่แดง fl; ฟอลลิคูลาร์ เลเยอร์ (fl) pc; ช่องว่างโพลิป m; เนื้อเยื่อมีเซนทารี; D: เซลล์ไข่ระยะที่ 3 ในช่องว่างโพลิป; E: เซลล์ไข่ระยะที่ 4 (o4) yd; ก้อนไข่แดง y; ไข่แดง fl; ฟอลลิคูลาร์ เลเยอร์; F: เซลล์ไข่ระยะที่ 4 ในช่องว่างโพลิป



รูปที่ 4. 10 ถุงสเปิร์มระยะต่างๆ จากสไลด์ Histology

A: ถุงสเปิร์มระยะที่ 1 (s1); B: ถุงสเปิร์มระยะที่ 1 ในช่องว่างโพลิป; C: ถุงสเปิร์มระยะที่ 2 (s2); D: ถุงสเปิร์มระยะที่ 2 ในช่องว่างโพลิป; E: ถุงสเปิร์มระยะที่ 3 (s3) stc; สเปอร์มาโทไซต์ stid; สเปอร์มาติด; F: ถุงสเปิร์มระยะที่ 3 ในช่องว่างโพลิป; G: ถุงสเปิร์มระยะที่ 4 stc; สเปอร์มาโทไซต์ stid; สเปอร์มาติด; H ถุงสเปิร์มระยะที่ 4 ในช่องว่างโพลิป

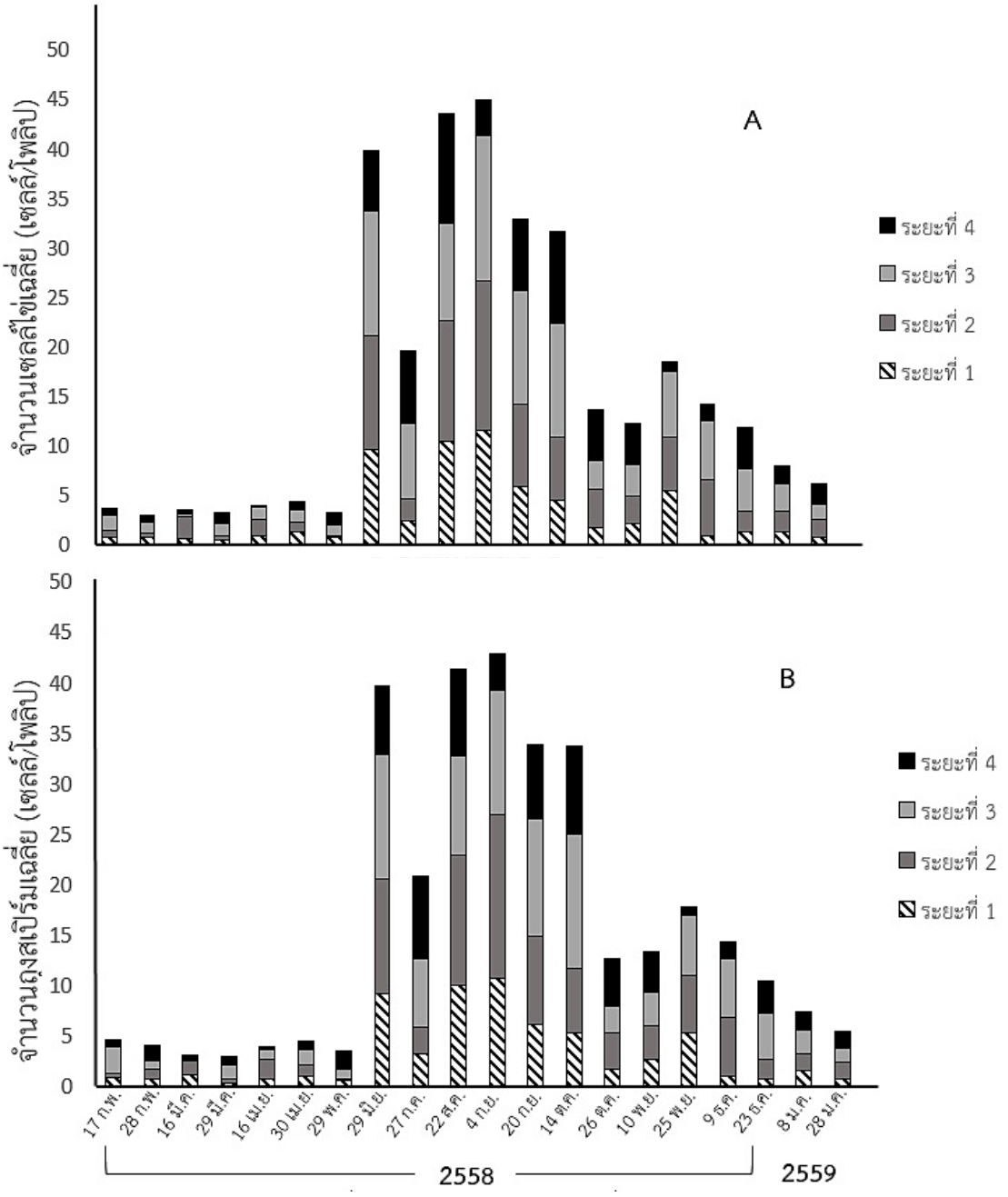
พบการสร้างไข่ และถุงสเปิร์มของกัลปังหาในแต่ละโพลิปได้ทุกเดือนตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยมีการสร้างเซลล์ไข่สูงสุดในเดือนสิงหาคม 2558 (92.0%) และเดือนกันยายน 2558 (90.0%) ตามลำดับ ขณะที่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 สร้างน้อยที่สุด (28.0%) (รูปที่ 4.11A) เช่นเดียวกับถุงสเปิร์มที่มีการสร้างสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2558 (95.0%) และน้อยสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (30%) (รูปที่ 4.11B)



รูปที่ 4. 11 เปอร์เซ็นต์ที่พบการสร้างเซลล์ไข่และถุงสเปิร์มของกัลปังหาภายในโพลิปในรอบปี

A: เซลล์ไข่; B: ถุงสเปิร์ม

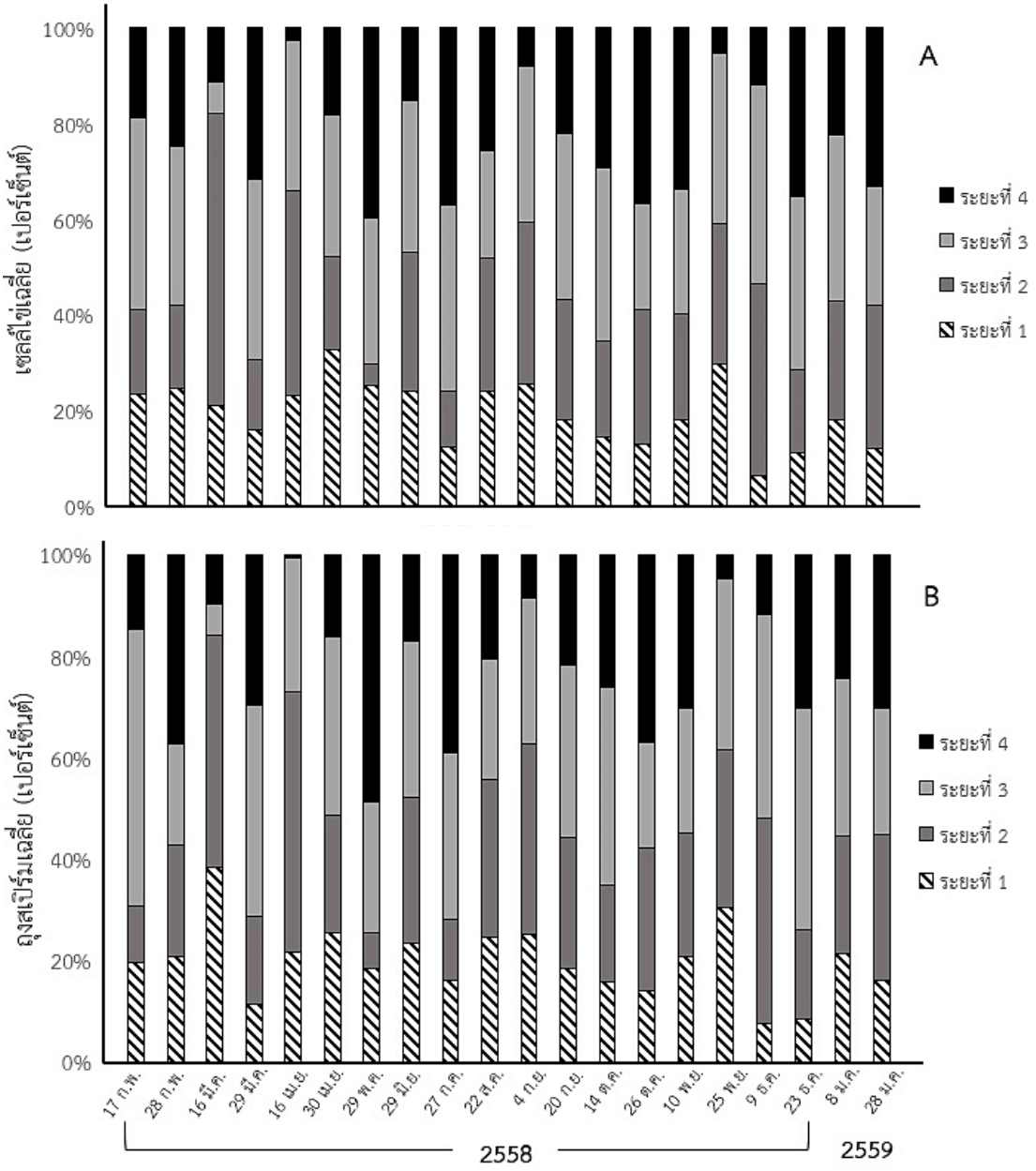
จำนวนเซลล์ไข่โดยเฉลี่ยต่อโพลิปมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2558 ที่ 45.03 ± 6.08 เซลล์ต่อโพลิป ขณะที่เดือนที่มีค่าน้อยที่สุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ที่ 3.08 ± 0.50 เซลล์ต่อโพลิป (รูปที่ 4.12A) ขณะที่จำนวนถุงสเปิร์มโดยเฉลี่ยต่อโพลิปมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน 2558 ที่ 43.00 ± 5.91 เซลล์ต่อโพลิป ขณะที่เดือนที่มีค่าน้อยที่สุด คือ เดือนมีนาคม 2558 ที่ 3.05 ± 0.44 เซลล์ต่อโพลิป (รูปที่ 4.12B)



รูปที่ 4. 12 จำนวนเซลล์สืบพันธุ์โดยเฉลี่ยของกัลปังหาที่พบในรอบปี

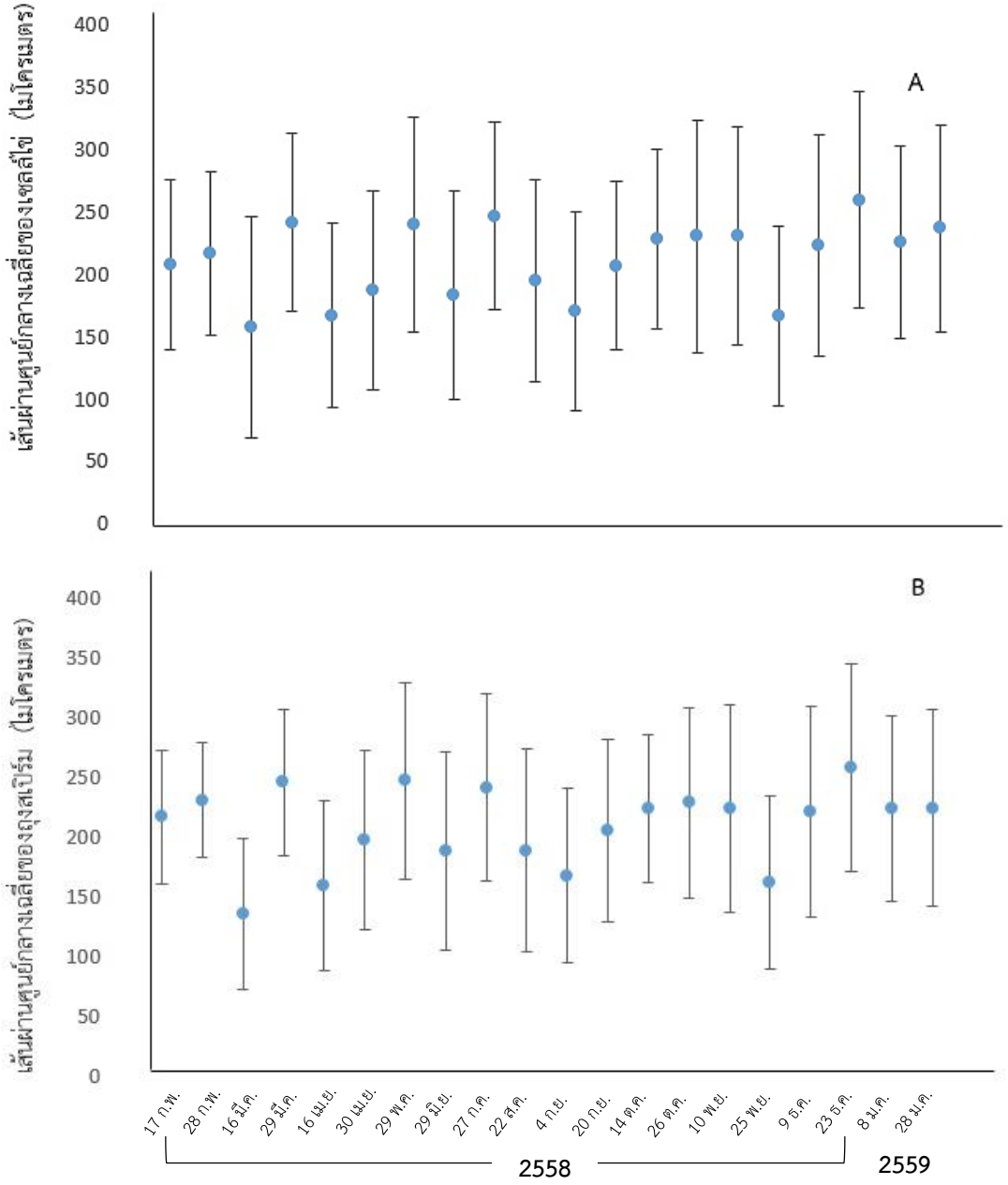
A: เซลล์ไข่; B: ถุงสเปิร์ม

เซลล์ไข่ระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะที่มีก้อนไข่แดง มีสัดส่วนมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2558 (39.60%) ตามด้วยเดือนกรกฎาคม (37.07%) ตุลาคม (36.78%) และธันวาคม 2558 (35.29%) ตามลำดับ ในขณะที่เดือนที่มีเซลล์ไข่ระยะที่ 4 น้อยที่สุดคือเดือนเมษายน (2.54%) และพฤศจิกายน 2558 (5.39%) ตามลำดับ (รูปที่ 4.13A) ขณะที่ถุงสเปิร์มระยะที่ 4 ซึ่งมีสเปอร์มาโทซัว มีสัดส่วนมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2558 (48.59%) ตามด้วยเดือนกรกฎาคม (38.97%) และตุลาคม (37.01%) ในขณะที่เดือนที่มีถุงสเปิร์มระยะที่ 4 น้อยที่สุดในเดือนเมษายน (0.66%) และพฤศจิกายน 2558 (4.62%) ตามลำดับ (รูปที่ 4.13B)



รูปที่ 4. 13 เปอร์เซ็นต์ของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะต่างๆ โดยเฉลี่ยที่พบในแต่ละโคโลนีของกัลปังหา
A: เซลล์ไข่; B: ถุงสเปิร์ม

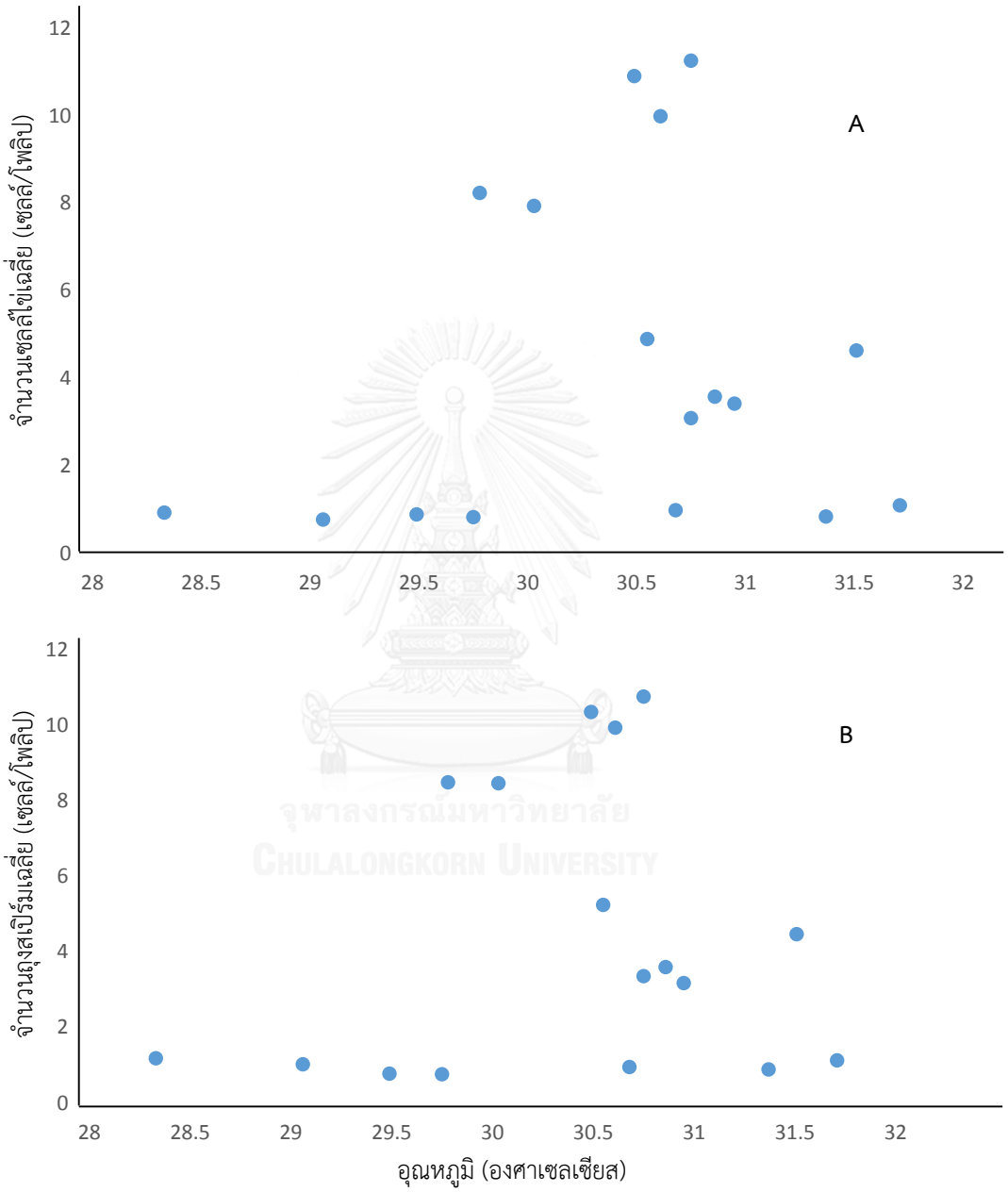
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ที่พบในโพลิปของแต่ละเดือน ขนาดเซลล์ไข่เฉลี่ยอยู่ที่ 210.69 ± 75.26 ไมโครเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดพบในเดือนธันวาคม 2558 ที่ 259.21 ± 88.43 ไมโครเมตร และขนาดเล็กที่สุดพบในเดือนมีนาคม 2558 ที่ 157.46 ± 70.72 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.14A) ขนาดถุงสเปิร์มเฉลี่ยอยู่ที่ 209.23 ± 83.05 ไมโครเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดพบในเดือนธันวาคม 2558 ที่ 257.98 ± 83.97 ไมโครเมตร และขนาดเล็กที่สุดพบในเดือนมีนาคม 2558 ที่ 135.32 ± 68.94 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.14B)



รูปที่ 4. 14 เส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์สืบพันธุ์ โดยเฉลี่ยของกัลปังหาที่พบในรอบปี

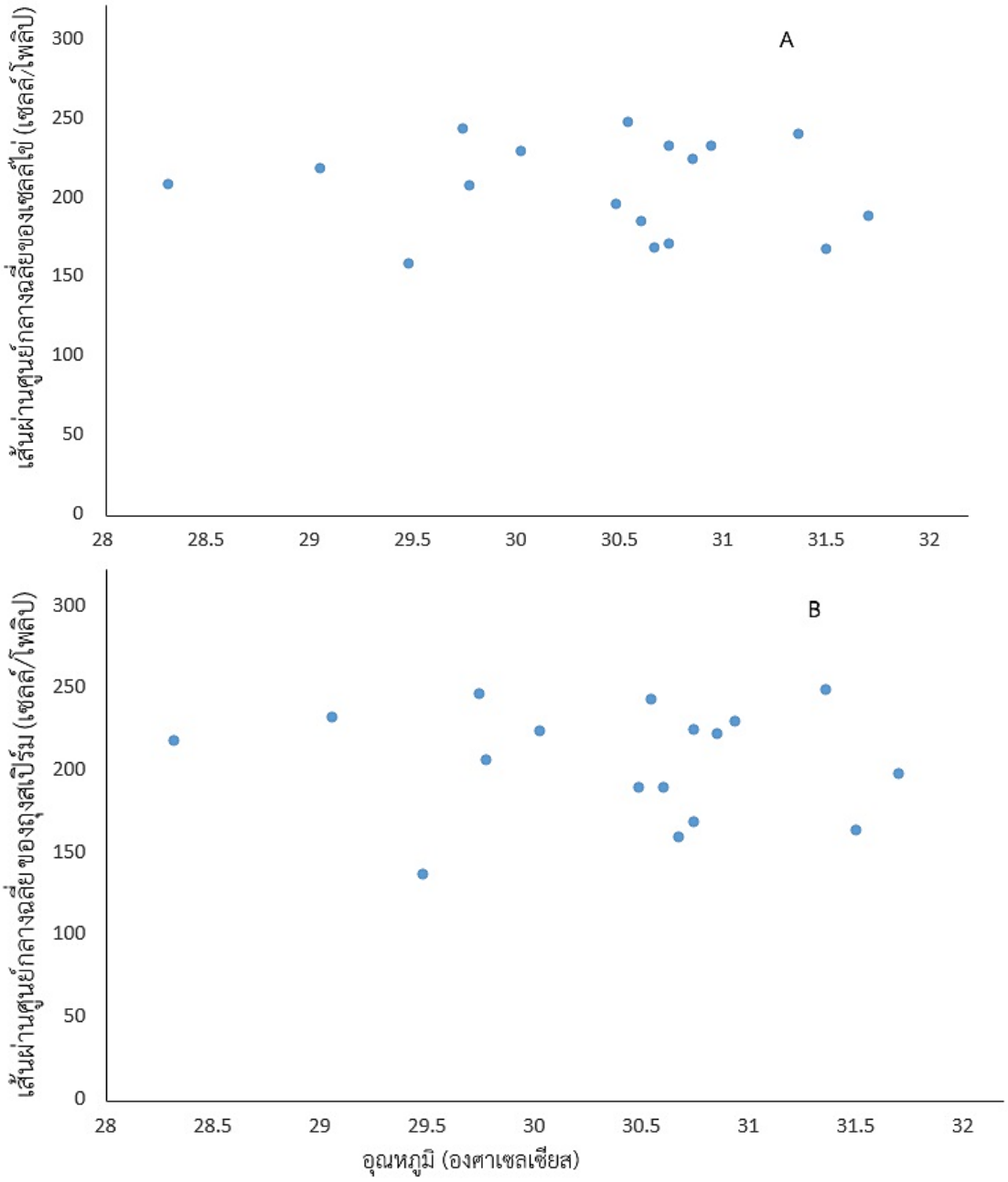
A: เซลล์ไข่; B: ถุงสเปิร์ม

จำนวนเซลล์ไข่และสเปิร์มเฉลี่ยต่อโพลิปจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลอยู่ในช่วงระหว่าง 29.5 ถึง 31.0 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.15) ในขณะที่ขนาดของเซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.16)



รูปที่ 4. 15 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิกับจำนวนเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์

A: เซลล์ไข่; B: ถุงสเปิร์ม

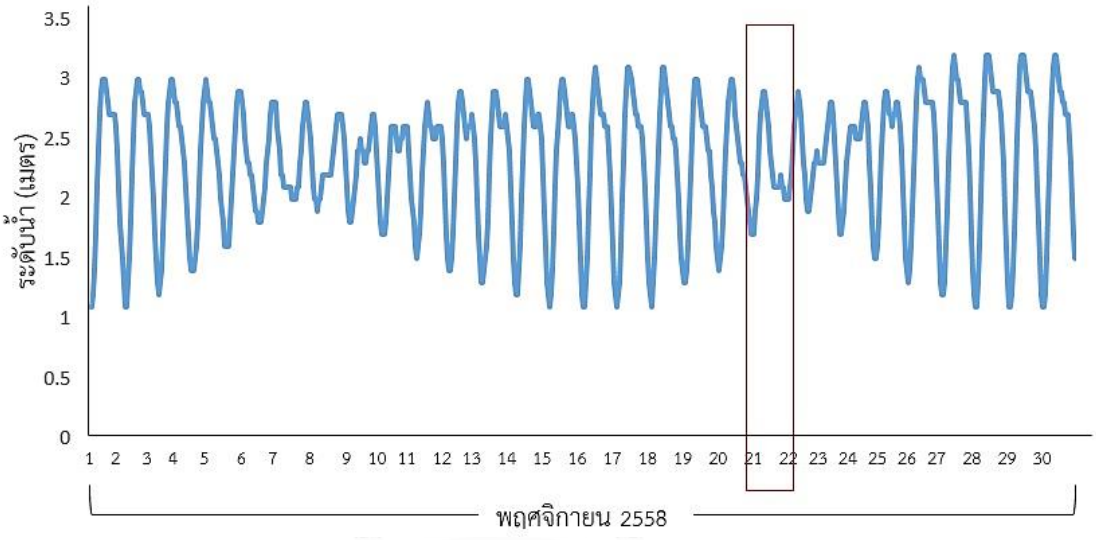


รูปที่ 4. 16 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเซลล์สืบพันธุ์

A: เซลล์ไข่; B: ถุงสเปิร์ม

4.3 ปรากฏการณ์การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

จากกราฟแสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะต่างๆ ทำให้ทราบว่ากัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทุกเดือนซึ่งช่วงที่มีการหายไปของเซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 4 เป็นจำนวนมากคือวันที่ 25 พฤศจิกายน 2558 ซึ่งเป็นไปได้ว่ามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ก่อนหน้าวันที่ดังกล่าวไม่นานนัก จากการตรวจสอบตารางน้ำ พบว่า วันที่ 21 พฤศจิกายน 2558 เป็นวันที่มีระดับน้ำคงที่ตั้งแต่ช่วง 20.00 น. ถึง 23.00 น. จึงมีความเป็นไปได้สูงว่ามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาดังกล่าว (รูปที่ 4.17)



รูปที่ 4. 17 ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* ในช่วงเดือนพฤศจิกายน

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1.1 ความหนาแน่นของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

การศึกษาครั้งนี้พบว่ากัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีจำนวนโคโลนีมากที่สุด 240 โคโลนี และมีความหนาแน่นสูงสุด 0.32 โคโลนีต่อตารางเมตร โดยมีกัลปังหา *Junceella* sp. และ *Ctenocella* sp. มีจำนวนและความหนาแน่นมากเป็นอันดับสอง และอันดับสาม ที่จำนวน 62 โคโลนี ความหนาแน่น 0.083 โคโลนีต่อตารางเมตร และจำนวน 56 โคโลนี ความหนาแน่น 0.075 โคโลนีต่อตารางเมตร ตามลำดับ ผลจากการสำรวจความหลากหลายและความหนาแน่นของกัลปังหาบริเวณแหลมปู่เจ้าในการสำรวจครั้งนี้สอดคล้องกับการสำรวจในบริเวณดังกล่าวในปี 2009 ซึ่งพบกัลปังหา 9 สกุล โดยเป็นสกุลเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ มีกัลปังหา *Dichotella gemmacea* เป็นกัลปังหาชนิดเด่นที่จำนวน 250 โคโลนี ความหนาแน่น 0.333 โคโลนีต่อตารางเมตร พบ *Ctenocella* sp. รองลงมาที่จำนวน 78 โคโลนี ความหนาแน่น 0.104 โคโลนีต่อตารางเมตร และ *Junceella* sp. จำนวน 37 โคโลนี ความหนาแน่น 0.049 โคโลนีต่อตารางเมตร ตามลำดับ (Loyjiw, 2009) การที่กัลปังหา *Dichotella gemmacea* และกัลปังหาอีกสองชนิดดังกล่าวมีความหนาแน่นสูงที่สุดอาจเนื่องมาจากความเหมาะสมของพื้นที่บริเวณสำรวจที่เป็นส่วนนอกของขอบแนวปะการังที่ระดับความลึก 5 ถึง 10 เมตร ซึ่งถือว่าไม่ตื้นเกินไปสำหรับกัลปังหา (Fabricius and Alderslade, 2001) มีก้อนหินขนาดใหญ่ที่มีความลาดชันโผล่พ้นพื้นทรายเอื้อต่อการลงเกาะและเจริญเติบโต และตั้งอยู่ในเขตร่องน้ำที่ใช้ในการเข้าออกของเรือรบบริเวณฐานทัพเรือสัตหีบ มีกระแสน้ำแรงในช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงระดับน้ำขึ้นน้ำลง (เทพสุดา ลอยจิ้ว, 2551) ส่วนสาเหตุที่ความหนาแน่นของกัลปังหาไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง อาจเป็นเพราะปริมาณหินขนาดใหญ่มีไม่เพียงพอต่อกัลปังหาทั้งหมด ทำให้เกิดการแข่งขันแย่งพื้นที่ในการเจริญเติบโต รวมถึงโคโลนีกัลปังหาอาจโดนตะกอนทับถมหรือถูกกระแสน้ำพัดเสียหายในช่วงมรสุม

5.1.2 การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์

กัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทุกเดือน โดยเมื่อทำการศึกษาสรีรวิทยาของเซลล์สืบพันธุ์จะพบว่ามีเซลล์สืบพันธุ์เฉลี่ยสูงสุดที่ 45.91 ± 5.44 เซลล์ต่อโพลิป มากกว่าค่าเฉลี่ยเดิมที่เคยมีการศึกษาที่ 15.9 ± 3.4 เซลล์ต่อโพลิป (Loyjiw, 2009) สามารถพบเซลล์ทุกขนาดตั้งแต่ประมาณ 40 ไมโครเมตร จนถึง 400 ไมโครเมตรในโพลิปเดียวกัน และเมื่อทำการศึกษาทางมิญชวิทยาพบว่ากัลปังหาชนิดนี้มีการแยกเพศ (gonochoric) แต่ละโคโลนีสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือเพศเมียเพียงเพศเดียว ไม่พบตัวอ่อนพลานูลาแสดงให้เห็นว่ามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอกและปฏิสนธิในมวลน้ำ พบเซลล์สืบพันธุ์ที่เพิ่งพัฒนาและพร้อมปล่อยสู่มวลน้ำได้พร้อมกันในหนึ่งโพลิปและพบว่าการพัฒนาถุงสเปิร์มและเซลล์ไข่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์

สืบพันธุ์เพียงอย่างเดียว เพราะมีการค้นพบถุงสเปิร์มที่สเปอร์มาโทซัว ซึ่งมีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จนมีหางสำหรับว่ายน้ำตั้งแต่เซลล์ถุงมีขนาดประมาณ 250 ไมโครเมตร เช่นเดียวกับเซลล์ไข่ที่บางเซลล์พบการพัฒนาก้อนไข่แดงตั้งแต่ขนาดเซลล์อยู่ที่ 230 ไมโครเมตร ซึ่งในกัลปังหา *Anthoplexaura dimorpha* ก็พบเซลล์ไข่ที่พัฒนาขั้นสมบูรณ์ตั้งแต่ขนาด 211 ไมโครเมตร ทั้งนี้เซลล์ระยะที่ 3 มีขนาดอยู่ในช่วง 176 ถึง 275 ไมโครเมตร (Choi and Song, 2007; Excoffon et al., 2011) โดยลักษณะทางมิญชวิทยาของเซลล์สืบพันธุ์ในแต่ละระยะของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* นั้นมีความคล้ายคลึงและสอดคล้องกับลักษณะการพัฒนาของกัลปังหา *Anthoplexaura dimorpha*, ปะการังอ่อน *Scleronrphthya gracillimum*, ปะการังอ่อน *Dendronephthya gigantean* และปะการังอ่อน *Dendronephthya suensoni* โดยเฉพาะลักษณะของเซลล์ไข่ และ ถุงสเปิร์ม ระยะพัฒนาเต็มที่ ซึ่งมีก้อนไข่แดงกับสเปอร์มาโทซัวที่แทบจะเหมือนกันทุกประการ แต่มีเพียง *Dendronephthya gigantea* ที่พบตัวอ่อนพลานูลา (Excoffon et al., 2011; Hwang and Song, 2007; Hwang and Song, 2009; Seo et al., 2008)

จำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับกัลปังหาในวงศ์อื่น (ตารางที่ 2) โดยพบเซลล์สืบพันธุ์ในระยะพร้อมสืบพันธุ์ทุกรอบการสำรวจ อีกทั้งเปอร์เซ็นต์ของเซลล์สืบพันธุ์ขนาดใหญ่เหล่านี้เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วง 3 รอบการเก็บตัวอย่างหรือประมาณ 1 เดือน ทำให้คาดการณ์ได้ว่ากัลปังหาชนิดนี้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำทุกเดือน ตลอดทั้งปีแต่ไม่พร้อมกัน (asynchronous spawning) โดยปกติแล้วกัลปังหาในเขตร้อน เช่น *Muricea atlantica*, *Plexaura flexuosa* และ *Plexaura kuna* มีช่วงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (ตารางที่ 2) (Ribes et al., 2007) ซึ่งช่วงของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหามีตั้งแต่ ช่วงสั้นๆ เช่น *Pseudopterogoria elisabethae* ใช้เวลาพัฒนาถุงสเปิร์ม 2 เดือน และเซลล์ไข่ 12 เดือน (Kinzie, 1970; Gutierrez-Rodriguez and Lasker, 2004) หรือ *Corallium rubrum* ใช้เวลาพัฒนาถุงสเปิร์มและเซลล์ไข่ 12 เดือน และ 24 เดือน ตามลำดับ (Vighi, 1970) (ตารางที่ 3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.1 ช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหาชนิดต่างๆ ในเขตร้อน

สปีชีส์	ช่วงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (เดือน)												สถานที่ศึกษา	อ้างอิง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Pseudopterogorgia Americana (Gmelin, 1791)										■	■		สหรัฐอเมริกา	Fitzsimmons-Sosa et al. (2004)
Muriceopsis flavida (Lamarck, 1815)											■	■	สหรัฐอเมริกา	Fitzsimmons-Sosa et al. (2004)
Muricea atlantica (Kükenthal, 1911)							■	■	■	■	■		สหรัฐอเมริกา	Fitzsimmons-Sosa et al. (2004)
Pseudopterogorgia elisabethae (Bayer, 1961)											■	■	บาฮามาส	Gutierrez-Rodriguez & Lasker (2004)
Plexaura flexuosa (Lamouroux, 1821)					■	■	■	■	■	■			เม็กซิโก	Beiring & Lasker (2000)
Pseudoplexaura porosa (Houttuyn, 1772)						■	■	■	■	■			ปานามา	Kapela & Lasker (1999)
Briareum asbestinum (Pallas, 1766)						■	■	■					หมู่เกาะเปอร์โตริโก	Brazeau & Lasker (1990)
Plexaura kuna (Lasker, Kim & Coffroth, 1996)					■	■	■	■	■	■			ปานามา	Brazeau & Lasker (1989), Lasker et al. (1996)
Plexaura homomalla (Esper, 1794)						■	■	■					เม็กซิโก	Martin (1982)
Pseudopterogorgia bipinnata (Verril, 1864)	■	■											จาไมก้า	Kinzie (1970)
Dichotella gemmacea (Milne Edwards & Haime, 1857)											■		ไทย	การศึกษาครั้งนี้

■ พบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ □ ไม่พบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5. 2 รูปแบบการสืบพันธุ์ของกัลปังหาชนิดต่างๆ

Species	การสืบพันธุ์	สัดส่วนเพศ	การพัฒนาเซลล์ไข่ (เดือน)	การพัฒนาสเปิร์ม (เดือน)	เส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ไข่ (μm)	จำนวนเซลล์ไข่ต่อโพลิป	อ้างอิง
Briareum asbestinum (Pallas, 1766)	Int	2.2: 1	11-12	5	600-900	2.25	Brazeau and Lasker (1990)
Corallium rubrum (Linnaeus, 1758)	Int	1: 1	24	12	300-330	3-6	Vighi (1970)
Eunicella singularis (Esper, 1791)	Int	-	-	-	-	4	Theodor (1967)
Muricea californica (Aurivillius, 1931)	Int	1: 1	-	-	700	1.6	Grigg (1977)
Muricea fructicosa (Verrill, 1869)	Int	1: 1	-	-	600	3.8	Grigg (1977)
Paramuricea clavata (Risso, 1826)	Int	1: 1	13-18	6-7	400-500	13	Coma et al (1995)
Plexaura homomalla (Esper, 1794)	Ext	1: 1	18	6-8	315-640	2	Martin (1982)
Plexaura A	Ext	-	20	-	500-600	1.9	Brazeau & Lasker (1989); Kinzie (1970)
Pseudopterogorgia bipinnata (Verril, 1864)	Ext	-	-	-	-	7	Kinzie (1970)
Pseudopterogorgia elisabethae (Bayer, 1961)	Ext	-	10	2	300-580	7	Gutiérrez-Rodríguez & Lasker (2004)
Tripalea clavaria (Studer, 1878)	Int	1.8: 1	10-12	6-7	752	6.8	Excoffon et al (2004)

หมายเหตุ Ext = ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือตัวอ่อนสู่มวลน้ำ; Int = ปฏิสนธิภายในโพลิปของเพศเมีย

จากการศึกษาสรีรวิทยาและมิญชวิทยาทำให้ทราบว่าช่วงที่พบจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* มากที่สุดอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน อิทธิพลจากลมมรสุมทำให้เกิดคลื่นลมแรง กระแสน้ำเชี่ยวกราด มีการพัดพาตะกอนและสารอาหารสำหรับแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นอาหารของกัลปังหาอีกทอดนึง จึงทำให้สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้มากกว่าช่วงฤดูอื่นในรอบปี ขณะที่ช่วงเดือนพฤศจิกายน จำนวนเซลล์สืบพันธุ์ก็เริ่มลดลงจนต่ำสุดที่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม โดยมีเซลล์สืบพันธุ์เพียง 32 ถึง 44 เซลล์ต่อโคโลนี การที่กัลปังหามีการผลิตเซลล์สืบพันธุ์เป็นจำนวนมากในช่วงหนึ่งของปีสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ เป็นต้น ดังเช่นในกรณีของกัลปังหา *Plexaura kuna* และ *Pseudoplexaura porosa* ที่ประเทศปานามา มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน ทำให้แพลงก์ตอนซึ่งเป็นอาหารของกัลปังหามีปริมาณมาก (Brazeau and Lasker, 1989; Lasker et al., 1996; Coffroth and Lasker, 1998) โดยอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อขนาดเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหาและดอกไม้ทะเล โดยเฉพาะในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ระหว่างช่วง 22

ถึง 26 องศาเซลเซียส (Ribes et al., 2007; Song and Hwang, 2007) ในขณะที่อุณหภูมิที่เหมาะสมกับกัลปังหา *Dichotella gemmacea* อยู่ที่ 29.5 ถึง 31.0 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิตลอดทั้งปีสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นค่าอุณหภูมิปกติของน้ำทะเลในอ่าวไทย จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหาชนิดนี้ตลอดทั้งปี และมีจำนวนมากในฤดูฝนตามปัจจัยด้านปริมาณอาหาร

5.1.3 ปรากฏการณ์การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea*

Dichotella gemmacea เป็นกัลปังหาจากเขตศูนย์สูตรซึ่งมีแนวโน้มว่ามีการใช้เวลาพัฒนาของเซลล์ไข่และถุงสเปิร์มเท่ากัน โดยช่วงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ที่เห็นได้ชัดคือช่วงระหว่างวันที่ 10 และ 25 พฤศจิกายน 2558 จำนวนของเซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 4 ลดลงไปจาก 32.29% เหลือเพียง 5.09% ทำให้คาดคะเนได้ว่ากัลปังหาชนิดนี้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2558 ซึ่งเป็นช่วงวันที่น้ำทะเลค่อนข้างสงบนิ่ง มีความแตกต่างของน้ำขึ้นและน้ำลงน้อย ทั้งนี้มีรายงานการสร้างและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Pseudopterogorgia porosa* ที่ประเทศปานามาซึ่งมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (เซลล์ไข่) ในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนพฤษภาคม และพัฒนาจนมีขนาดใหญ่ รวมถึงปล่อยออกสู่มวลน้ำทุกเดือนตั้งแต่ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน (Kapela and Lasker, 1999) ส่วนการศึกษากัลปังหา *Eunicella singularis* พบว่ากัลปังหาชนิดนี้ใช้เวลาในการพัฒนาเซลล์ไข่ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน กระทั่งทำการปลอยตัวอ่อนในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมของปีถัดไป เป็นเวลาทั้งหมด 17 เดือน (Gori et al., 2007)

การติดตามเพื่อศึกษาลักษณะการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทำได้ยาก เนื่องจากช่วงที่เซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดอยู่ในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดความอันตรายและยากลำบากในการออกเรือเพื่อสำรวจเก็บตัวอย่าง เนื่องจากคลื่น ลมและกระแสน้ำมีความรุนแรง อีกทั้งทัศนวิสัยที่เลวร้าย จึงไม่สามารถลงดำน้ำบริเวณจุดสำรวจได้ จะเห็นได้ว่าข้อมูลในช่วงฤดูฝนมีเพียงเดือนละครั้งเท่านั้น ซึ่งหากต้องการทราบช่วงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ควรลงดำน้ำสำรวจอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (Loyjiw et al., 2009) หลังจากทราบช่วงวันที่เซลล์ปล่อยจึงค่อยกำหนดวันเพื่อดำน้ำเก็บเซลล์ไข่และสเปิร์มช่วงกลางคืน

5.2 สรุปผลการทดลอง

5.2.1 พบกัลปังหา *Dichotella gemmacea* เป็นสกุลเด่น ที่ระดับความหนาแน่น 0.32 โคโลนีต่อตารางเมตร

5.2.2 จากการเปรียบเทียบการศึกษาสรีรวิทยาและมิญชวิทยาพบว่า ช่วงการเพิ่มขึ้นและลดลงของจำนวนและขนาดเซลล์สืบพันธุ์ในรอบปีที่ได้จากทั้งสองวิธีมีความคล้ายคลึงกัน

5.2.3 กัลปังหา *Dichotella gemmacea* เป็นแบบแยกเพศ (gonochoric) ที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์อย่างต่อเนื่องตลอดปี โดยสามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำได้ทุกเดือนแบบไม่พร้อมกัน (asynchronous spawning)

5.2.4 พบจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา *Dichotella gemmacea* สูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม โดยมีขนาดเซลล์ไข่เฉลี่ยที่ 212.13 ± 78.95 ไมโครเมตร และขนาดถุงสเปิร์มเฉลี่ยที่ 209.23 ± 67.68 ไมโครเมตร

5.2.5 กัลปังหา *Dichotella gemmacea* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงกลางคืน ขณะที่ระดับน้ำทะเลค่อนข้างนิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

เทพสุดา ลอยจิ้ว. 2551. การเติบโตและการสืบพันธุ์ของกัลปังหา *Menella sp.* และ *Dichotella gemmacea.* (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

Bayer, F. M., Grasshoff, M., & Verseveldt, J. 1983. Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to Octocorallia: Brill Archive.

Beiring, E. A., & Lasker, H. R. 2000. Egg production by colonies of a gorgonian coral. Marine Ecology Progress Series*,* 196, 169-177.

Benayahu, Y. 1991. Reproduction and developmental pathways of Red Sea Xeniidae (Octocorallia, Alcyonacea). Hydrobiologia*,* 216(1), 125-130.

Benayahu, Y., & Loya, Y. 1983. Surface brooding in the Red Sea soft coral *Parerythropodium fulvum fulvum* (Forskal, 1775). Biological Bulletin*,* 165(2), 353-369.

Boller, M., Swain, T., & Lasker, H. 2002. Skeletal morphology and material properties of a fragmenting gorgonian coral. Marine Ecology Progress Series*,* 228, 131-141.

Brazeau, D. A., & Lasker, H. 1990. Sexual reproduction and external brooding by the Caribbean gorgonianBriareum asbestinum. Marine Biology*,* 104(3), 465-474.

Brazeau, D. A., & Lasker, H. R. 1988. Inter-and intraspecific variation in gorgonian colony morphology: quantifying branching patterns in arborescent animals. Coral Reefs*,* 7(3), 139-143.

Brazeau, D. A., & Lasker, H. R. 1989. The reproductive cycle and spawning in a Caribbean gorgonian. Biological Bulletin*,* 176(1), 1-7.

Brazeau, D. A., & Lasker, H. R. 1992. Reproductive success in the Caribbean octocoral *Briareum asbestinum*. Marine Biology*,* 114(1), 157-163.

Buhl-Mortensen, L., & Mortensen, P. B. (2005). Distribution and diversity of species associated with deep-sea gorgonian corals off Atlantic Canada *Cold-water corals and ecosystems* (pp. 849-879): Springer.

Choi, E. J., & Song, J. I. 2007. Reproductive biology of the temperate soft coral *Dendronephthya suensoni* (Alcyonacea: Nephtheidae). Integrative Biosciences*,* 11(2), 215-225.

Coffroth, M. A., & Lasker, H. R. 1998. Larval paternity and male reproductive success of a broadcast-spawning gorgonian, *Plexaura kuna*. Marine Biology, 131(2), 329-337.

Coma, R., Zabala, M., & Gili, J.-M. 1995. Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Marine ecology progress series. Oldendorf, 117(1), 185-192.

Excoffon, A., Acuña, F., Zamponi, M., & Genzano, G. 2004. Reproduction of the temperate octocoral *Tripalea clavaria* (Octocorallia: Anthothelidae) from sublittoral outcrops off Mar del Plata, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 84(4), 695-699.

Excoffon, A. C., Navella, M. L., Acuña, F. H., & Garese, A. 2011. Oocyte Production, Fecundity, and Size at the Onset of Reproduction of *Tripalea clavaria*(Cnidaria: Octocorallia: Anthothelidae) in the Southwestern Atlantic. Zoological Studies, 50(4), 434-442.

Fabricius, K. K., & Alderslade, P. P. 2001. Soft corals and sea fans: a comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea: Australian Institute of Marine Science (AIMS).

Fine, M., Aluma, Y., Meroz-Fine, E., Abelson, A., & Loya, Y. 2005. *Acabaria erythraea* (Octocorallia: Gorgonacea) a successful invader to the Mediterranean Sea? Coral Reefs, 24(1), 161-164.

Fitzsimmons-Sosa, K., Hallock, P., Wheaton, J., Hackett, K., & Callahan, M. 2004. Annual cycles of gonadal development of six common gorgonians from Biscayne National Park, Florida, USA: UNIV PUERTO RICO, COLLEGE ARTS SCIENCES, MAYAGUEZ, PR 00680 USA.

Gili, J.-M., López-González, P. J., & Bouillon, J. 2006. A new Antarctic association: the case of the hydroid *Sarsia medelae* (new sp.) associated with gorgonians. Polar Biology, 29(7), 624.

Goh, N., & Chou, L. 1995. Growth of five species of gorgonians (sub-class Octocorallia) in the sedimented waters of Singapore. Marine Ecology, 16(4), 337-346.

Goh, N. K., Ng, P. K., & Chou, L. 1999. Notes on the shallow water gorgonian-associated fauna on coral reefs in Singapore. Bulletin of Marine Science, 65(1), 259-282.

Goh, N. K. C., Loo, M. G., & Chou, L. 1997. An analysis of gorgonian (Anthozoa; Octocorallia) zonation on Singapore reefs with respect to depth. Environmental monitoring and assessment, 44(1-3), 81-89.

Grigg, R. W. 1977. Population dynamics of two gorgonian corals. Ecology, 58(2), 278-290.

Gutiérrez-Rodríguez, C., & Lasker, H. R. 2004. Reproductive biology, development, and planula behavior in the Caribbean gorgonian *Pseudopterogorgia elisabethae*. Invertebrate Biology, 123(1), 54-67.

Hellström, M., Kavanagh, K. D., & Benzie, J. A. 2010. Multiple spawning events and sexual reproduction in the octocoral *Sarcophyton elegans* (Cnidaria: Alcyonacea) on Lizard Island, Great Barrier Reef. Marine Biology, 157(2), 383-392.

Hwang, S.-J., & Song, J.-I. 2007. Reproductive biology and larval development of the temperate soft coral *Dendronephthya gigantea* (Alcyonacea: Nephtheidae). Marine Biology, 152(2), 273-284.

Kapela, W., & Lasker, H. 1999. Size-dependent reproduction in the Caribbean gorgonian *Pseudoplexaura porosa*. Marine Biology, 135(1), 107-114.

Kinzie, R. 1970. The Ecology of Gorgonian (Cnidaria, Octocorallia) of Discovery Bay. Jamaica, Yale University, New Haven, 107.

Lasker, H. R., & Kim, K. 1996. Larval development and settlement behavior of the gorgonian coral *Plexaura kuna* (Lasker, Kim and Coffroth). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 207(1-2), 161-175.

Linares, C., Coma, R., Mariani, S., Díaz, D., Hereu, B., & Zabala, M. 2008. Early life history of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*: implications for population dynamics. Invertebrate Biology, 127(1), 1-11.

Loyjiw, T., Viyakarn, V., & Chavanich, S. 2009. Diversity of gorgonians and influence of cutting on their growth in the upper Gulf of Thailand.

Martin, E. 1982. Ciclo reproductivo, proporción sexual y fecundidad del coral blando *Plexaura homomalla* (Esper.) en el Mar Caribe Mexicano.(Octocorallia: Plexauridae). An Inst Cienc Mar Limnol Univ Nac Auton Mex*,* 9, 359-380.

Orejas, C., Gili, J.-M., & Arntz, W. 2003. Role of small-plankton communities in the diet of two Antarctic octocorals (*Primnoisis antarctica* and *Primnoella* sp.). Marine Ecology Progress Series*,* 250, 105-116.

Ribes, M., Coma, R., Rossi, S., & Micheli, M. 2007. Cycle of gonadal development in *Eunicella singularis* (Cnidaria: Octocorallia): trends in sexual reproduction in gorgonians. Invertebrate Biology*,* 126(4), 307-317. doi:10.1111/j.1744-7410.2007.00101.x

Rossi, S., Ribes, M., Coma, R., & Gili, J.-M. 2004. Temporal variability in zooplankton prey capture rate of the passive suspension feeder *Leptogorgia sarmentosa* (Cnidaria: Octocorallia), a case study. Marine Biology*,* 144(1), 89-99.

Ruppert, E. E., & Barnes, R. D. 1994. Invertebrate zoology: Saunders College Publishing Fort Worth.

Seo, S. Y., Hwang, S. J., & Song, J. I. 2008. Sexual reproduction of *anthoplexaura dimorpha* (Gorgonacea: Octocorallia) from Munseom, Jejudo islands, Korea. Animal Cells and Systems*,* 12(4), 231-240. doi:10.1080/19768354.2008.9647177

Sun, Z., Hamel, J.-F., Edinger, E., & Mercier, A. 2010. Reproductive biology of the deep-sea octocoral *Drifa glomerata* in the Northwest Atlantic. Marine Biology*,* 157(4), 863-873.

Theodor, J. 1967. Contribution a l'étude des gorgones (VII): écologie et comportement de la planula. Vie Milieu*,* 18(2A), 291-301.

Vighi, M. 1970. Ricerche sul ciclo riproduttivo del corallo rosso [Corallium rubrum (L.)] del Promontorio di Portofino: Accademia Nazionale dei Lincei.

Viyakarn, V., Loyjiw, T., Boonnuan, S., & Chavanich, S. 2008. Organisms association with gorgonians at Mu Ko Thale Tai, Surat Thani and Nakhon Si Thammarat. Abstracts: 12th BRT Annual Conference, 10-13 October 2008, Diamond Plaza, Suraj Thani, Thailand., 1.

Zeevi Ben-Yosef, D., & Benayahu, Y. 1999. The gorgonian coral *Acabaria biserialis*: life history of a successful colonizer of artificial substrata. Marine Biology, 135(3), 473-481.

เทพสุดา ลอยจิ้ว. 2551. การเติบโตและการสืบพันธุ์ของกัลปังหา *Menella sp.* และ *Dichotella gemmacea.* (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอภิรัตน์ นิลพนาพรรณ เกิดวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2533 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556 ระหว่างการศึกษานั้นได้รับทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2559 และได้รับทุนของโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) รุ่นที่ 23

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการโดยการตีพิมพ์บทความดังนี้

อภิรัตน์ นิลพนาพรรณ เทพสุดา ลอยจิ้ว สุชนา ชวนิชย์ และวรณพ วิยกาญจน์. ความหลากหลายของกัลปังหาบริเวณแหลมปู่เจ้า อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และช่วงเวลาการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของกัลปังหา Dichotella gemmacea เอกสารการประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 7 “ทรัพยากรไทย : หวนดูทรัพย์สิ่งสินตน”, 24-26 มีนาคม 2559, มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น.

การนำเสนอผลงานทางวิชาการ

Nilpanapan, A., Loyjiw, T., Chavanich, S., and Viyakarn, V. 2016. Diversity of gorgonians and gamete development of gorgonian, Dichotella gemmacea in the upper gulf of Thailand. The 13th International Coral Reef Symposium (ICRS), 19-24 June 2016, Honolulu, Hawaii, USA (Poster Presentation)

Nilpanapan, A., Loyjiw, T., Chavanich, S., and Viyakarn, V. 2017. Diversity of gorgonian at Laem Pu Chao, Amphoe Sattahip, Chonburi province, and gamete development period of gorgonian, Dichotella gemmacea. The 10th IOC/WESTPAC International Scientific Conference, 17-20 April 2017, Qingdao, China (Poster Presentation)