รายงานการวิจัย

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สนองพระราชดำริ โดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง

การผลิตลูกพันธุ์ปะการังที่มาจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพื่อประโยชน์ในการฟื้นฟูแนวปะการังและการวิจัย: ปีที่ 2

Coral propagation using sexual reproduction technique for reef restoration and research proposed: Year 2

รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์
รองศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2561

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งบประมาณ 2561 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และ หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ กองทัพเรือ ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานในพื้นที่ ขอขอบคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนิสิตกลุ่มการวิจัยชีววิทยาปะการัง รวมถึง ผู้สนับสนุนการปฏิบัติงานทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานทั้งหมดเป็นอย่างดีตลอดมา

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อตัวอ่อนปะการัง *Acropora millepora* ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่มีผลกระทบต่ออัตราการปฏิสนธิ แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำลงอัตราการปฏิสนธิจะต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) นอกจากนี้ พบว่าผลของอุณหภูมิมีผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง โดยที่อุณหภูมิ 22 °C และ 34 °C ไม่พบปะการังในชุดการทดลองทำการลงเกาะ ในขณะที่ปะการังชุดควบคุม (อุณหภูมิ 28 °C) มีอัตราการลงเกาะสูงสุด (74 ± 17.99 %) และจากการติดตามการพัฒนาของเซลล์ปะการัง เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปพบว่า เซลล์มีความเสียหายในลักษณะของเซลล์แตก และพบการพัฒนาของเซลล์ที่ผิดปกติสูงสุด การศึกษาครั้งนี้ จึงสรุปได้ในเบื้องต้นว่า สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่ทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นหรือต่ำลงกว่าปกติจะมีผลกระทบต่อตัวอ่อนของปะการัง

คำสำคัญ: ปะการัง ตัวอ่อนปะการัง อุณหภูมิ

Abstract

In this study, the effects of changes in temperatures on coral larvae *Acropora millepora* were investigated. The results showed that higher temperatures did not have any effect on fertilization rates. However, when temperatures were lower than normal, fertilization rates were reduced. Increase (34 °C) and decrease (22 °C) of temperature also had a negative effect on settlement of coral larvae. Larvae were not able to settle at these temperatures. In addition, the changes of temperatures also made cells abnormal and broken. In summary, the changes of the climate, which led to temperature changes, can have a negative effect on coral larvae.

Keywords: coral, coral larvae, temperature

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
สารบัญเรื่อง	iv
สารบัญรูป	v
1. บทนำ	1
2. สำรวจเอกสาร	2
3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
4. ขอบเขตของการศึกษา	5
5. วิธีดำเนินการศึกษา	5
6. สถานที่ทำการศึกษา	5
7. ผลการศึกษา	6
8. สรุปและวิจารณ์	9
9. เอกสารอ้างอิง	9

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. อัตราการปฏิสนธิโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของปะการัง *Acropora millepora* จำแนกตามระดับของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (*n*=20 ตัว × 3 ซ้ำ และ ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ) 6

รูปที่ 2. อัตราการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Acropora millepora* จำแนกตามระดับของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (โดย *n*=20 ตัว × 3 ซ้ำ และ ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ 7

รูปที่ 3. ความผิดปกติของเซลล์ปะการัง *Acropora millepora* ที่พบ 8

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การผลิตลูกพันธุ์ปะการังที่มาจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพื่อประโยชน์ในการฟื้นฟูแนวปะการังและการวิจัย ปีที่ 2

Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn – Chulalongkorn University

Coral propagation using sexual reproduction technique for reef restoration and research proposed Year 2

วรณพ วิยกาญจน์ และ สุชนา ชวนิชย์

Voranop Viyakarn and Suchana Chavanich

กลุ่มการวิจัยชีววิทยาแนวปะการัง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Reef Biology Research Group, Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai road, Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND

1. บทนำ

ปะการังเป็นทรัพยากรสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศในทะเล เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและดำรงชีวิตของสรรพสัตว์เล็กใหญ่นานาชนิด ปัจจุบัน เนื่องจากประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้น และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ระบบนิเวศแนวปะการังจึงได้รับภาวะคุกคามทั้งจากมนุษย์และปรากฏการณ์ตามธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ระบบนิเวศดังกล่าวตกอยู่ในภาวะที่เสื่อมถอยตามลำดับ การฟื้นฟูสภาพด้วยตัวปะการังเองมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์สูง มนุษย์จึงจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทในการฟื้นฟูดังกล่าว คณะผู้วิจัยมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูแนวปะการังโดยการนำเทคนิคการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมาใช้ในการเพาะขยายพันธุ์ปะการัง ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) สนองพระราชดำริโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ (นสร.) กองทัพเรือ เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากเล็งเห็นความสำคัญของความหลากหลายทางพันธุกรรมของลูกพันธุ์ปะการังที่นำไปใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการัง และประสบความสำเร็จเป็นที่ประจักษ์ในการเพาะฟักลูกพันธุ์ปะการังที่มีคุณภาพเพื่อการดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ยังคงมีความจำเป็นในการผลิตลูกพันธุ์ปะการังชนิดอื่นในพื้นที่ อันเป็นการเพิ่มความหลากหลายและความสมดุลให้กับแนวปะการังธรรมชาติ นอกจากนั้น ยังเป็นการจัดเตรียมลูกพันธุ์ปะการังที่มีความบริสุทธิ์ เหมาะสำหรับการศึกษาวิจัยเชิงลึกในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้ลูกพันธุ์ปะการังดังกล่าวเป็นสัตว์ทดลอง พร้อมทั้ง ใช้เป็นโครงการนำร่องแก่หน่วยงานภาครัฐ ภาคชุมชนที่เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์และฟื้นฟูแนวปะการัง ตลอดจน เป็นสถานที่ปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรแก่นักเรียน นิสิตนักศึกษา ชุมชน และผู้ที่สนใจ ต่อไป

2. สำรวจเอกสาร

ปะการังเป็นระบบนิเวศทางทะเลที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลอย่างยิ่ง ปะการังสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ โดยปะการังหนึ่งโคโลนีสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งสองรูปแบบในเวลาเดียวกัน การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของปะการังส่วนใหญ่อาศัยการแตกหน่อ (budding) อันเป็นการขยายขนาด สร้างบทบาทต่อการครอบครองพื้นที่และแข่งขันกับสิ่งมีชีวิตอื่น รวมถึง ปะการังต่างชนิด หรือแม้กระทั่งปะการังชนิดเดียวกัน ขณะที่การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเกิดจากการแลกเปลี่ยนลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งส่งผลต่อการดำรงอยู่ของโครงสร้างประชาคมปะการัง

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการังส่วนใหญ่ เช่น กลุ่มปะการังเขากวาง (Acroporidae) เป็นปะการังที่มีการปฏิสนธิภายนอก โดยปะการังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ได้แก่ ไข่ (egg) และสเปิร์ม (sperm) ออกสู่มวลน้ำ (Babcock and Heyward 1986) ซึ่งมีพัฒนาการเป็นตัวอ่อนปะการัง (planula larva) ภายหลังการปฏิสนธิ (Carlon 2002) ตัวอ่อนปะการังเหล่านี้ใช้เวลาพัฒนาการตัวเองในมวลน้ำระยะหนึ่งก่อนทำการลงเกาะบนพื้นผิว (substrate) เพื่อเติบโตเป็นปะการังที่สมบูรณ์ต่อไป ทั้งนี้ ในกรณีตัวอ่อนปะการังเขากวาง จะรับสาหร่ายซูแซนเทลลี (zooxanthellae) จากมวลน้ำเข้ามาร่วมอาศัย ภายในเวลา 1 เดือนหลังการลงเกาะ (ชโลทร รักษาทรัพย์ และคณะ 2550)

ช่วงเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำของปะการังนั้นแตกต่างกันตามชนิดปะการังและพื้นที่ (Fukami et al 2003) ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะ ปัจจัยด้านอุณหภูมิของน้ำ การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ขณะที่กระแสน้ำมีการเคลื่อนไหวต่ำหรือค่อนข้างนิ่ง เป็นการเพิ่มโอกาสให้ไข่ได้รับการผสมกับสเปิร์มในมวลน้ำมากขึ้น (Fautin 2002) เมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิ กระแสน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการนำพาตัวอ่อนปะการังหลังการปฏิสนธิกระจาย (distribution) ไปยังถิ่นอาศัยใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการทดแทนจำนวนประชากร (recruitment) และการแพร่กระจาย (dispersion) ของตัวอ่อนปะการังต่อไป ทั้งนี้ พัฒนาการ (development) ของตัวอ่อนปะการังระยะนี้ เป็นตัวกำหนดระยะทางในการแพร่กระจาย และเป็นตัวกำหนดอัตราการทดแทนจำนวนประชากรดังกล่าว เนื่องจากมีโอกาสสูงในการถูกล่า (Keough and Downes 1982; Babcock and Mundy 1996) นอกจากนั้น ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมอื่น เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม การปนเปื้อนของมลพิษ (เช่น คราบน้ำมัน) รวมถึง ปริมาณตะกอนและปริมาณธาตุอาหารบางชนิดที่มีค่าสูง (เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) เป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตรารอดของตัวอ่อนปะการังระยะนี้เช่นกัน (Kushmaro et al 1997; Negri and Hayward 2000; Ward and Harrison 2000; Edmunds et al 2001)

การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ความรุนแรงของกระแสน้ำ ชนิดและความซับซ้อนของพื้นผิวที่ลงเกาะ ปริมาณแสง ปริมาณตะกอน เป็นต้น (Thongtham and Chansang 1999) โดยอัตราการตายหลังการลงเกาะของปะการังมีค่าสูงสุดเมื่อมีปริมาณตะกอนและ/หรือสารแขวนลอยบริเวณผิวน้ำสูง (Babcock and Mundy 1996) นอกจากนั้น ประสิทธิภาพของการลงเกาะและพัฒนาการของตัวอ่อนปะการังมีค่าสูงขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสารเหนี่ยวนำธรรมชาติ เช่น สารเคมีจาก coralline algae เป็นต้น (Morse et al 1996; Heyward and Negri 1999)

ปัจจุบัน หลายประเทศได้ดำเนินการฟื้นฟูแนวปะการังโดยอาศัยการสืบพันธ์แบบอาศัยเพศ ทำให้มีการศึกษาวิธีการอนุบาลตัวอ่อนปะการัง รวมทั้งศึกษาข้อมูลและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต รวมถึงอัตรารอด ทั้งนี้ การอนุบาลตัวอ่อนปะการังในระบบเลี้ยงก่อนนำไปย้ายปลูกในแหล่งธรรมชาติสามารถช่วยในการเพิ่มอัตรารอดของปะการังให้สูงขึ้น เช่น ระยะเวลาอนุบาลปะการังในระบบเลี้ยงจนได้ปะการังที่มีขนาดเหมาะสมช่วยเพิ่มอัตรารอดในการย้ายปะการังกลับคืนสู่แหล่งธรรมชาติได้ (Raymundo et al 1999) เป็นต้น การอนุบาลตัวอ่อนปะการังในประเทศญี่ปุ่นได้นำมาใช้ในการศึกษาลักษณะทางชีววิทยา เช่น ศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ศึกษาการเติบโตที่สนองตอบจากปัจจัยต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ตะกอน มลพิษ หรือนำมาใช้ในการศึกษาด้านการฟื้นฟูแนวปะการังด้วย (Harii et al 2001; Hayashibara et al 2004; Omori 2005; Omori et al 2006, 2007, 2008)

การที่ปะการังโดยทั่วไปที่มีโครงสร้างหินปูนเป็นโครงร่างแข็ง มีสาหร่ายซูแซนเทลลี่ กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate) สกุล *Symbiodinium* อาศัยร่วมในลักษณะความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันภายในเนื้อเยื่อของปะการัง ทำให้ปะการังเหล่านี้ต้องอาศัยอยู่บริเวณระดับความลึกที่มีแสงเหมาะสม เนื่องจากแสงมีความจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายดังกล่าว ทั้งนี้ พลังงานที่ปะการังได้รับโดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70 – 80) มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายซูแซนเทลลีในรูปแบบการดึงธาตุอาหารจากภายนอกและส่งผลผลิตมาสู่ปะการังโดยตรง (Szmant-Froelich and Pilson 1984) โดยพลังงานที่ได้ผ่านกระบวนการดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการหายใจและการเติบโตประมาณ ร้อยละ 10 – 20 ขณะที่ส่วนที่เหลือถูกส่งไปยังเนื้อเยื่อปะการัง (Davies 1984; Edmunds and Davies 1986) สำหรับพลังงานอีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนน้อยที่ปะการังได้รับมาจากการกินอาหาร ปะการังหาอาหารจากการใช้หนวด (tentacle) จับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ ที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ (Wellington 1982; Sebens et al 1996; Ferrier-Pages et al 2003; Palardy et al 2005) จากนั้นจึงนำเข้าสู่กระเพาะอาหารผ่านปากของโพลิป เพื่อทำการย่อยและใช้ประโยชน์ต่อไป จากการศึกษาพบชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารในกระเพาะอาหารของปะการังมีความหลากหลาย (Sebens et al 1996; Houlbreque et al 2004) รวมถึง กลุ่มแบคทีเรีย สารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ และสารแขวนลอยต่างๆ (Sorokin 1973; Bak et al 1998; Anthony 1999)

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการเติบโตและอัตรารอดของปะการังโดยทั่วไป ประกอบด้วย แสง อุณหภูมิ ความเค็ม ความหนาแน่นของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ รวมถึง อาหาร ผู้ล่า และการครอบครองพื้นที่ เป็นต้น ปะการังที่ได้รับอาหารและแสงมีอัตราการเติบโตดีกว่าปะการังที่ได้รับแสงเพียงอย่างเดียว นอกจากนั้น ปะการังที่ได้รับอาหารมีปริมาณโปรตีน คลอโรฟิลล์ *เอ* และความหนาแน่นของสาหร่ายซูแซนเทลลี่ในเนื้อเยื่อมากกว่าปะการังที่ไม่ได้รับอาหาร (Muller-Parker et al 1994; Grover et al 2002; Houlbreque et al 2003) อีกทั้งปะการังที่ได้รับอาหารมีอัตราการหายใจและมีปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น สาหร่ายซูแซนเทลลี่สามารถดึงคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจและดึงไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียจากปะการังมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้น (Grottoli 2002) ปะการังจึงได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นและมีอัตราการสร้างโครงร่างหินปูนสูงขึ้น (Marubini *et al* 2001) การที่น้ำทะเลมีระดับความเค็มลดลงจากระดับปกติสามารถส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง เนื่องจากเกิดการหดตัวของโพลิปปะการังที่อาจ

ส่งผลให้สาหร่ายซูแซนเทลลี่มีโอกาสได้รับแสงน้อยลดลง และส่งผลต่อพลังงานที่ปะการังได้รับ อย่างไรก็ตาม ปะการังบางชนิดสามารถชดเชยพลังงานที่ขาดไปได้ด้วยการกินอาหาร (Moberg et al 1997)

กรณีของผู้ล่าซึ่งจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่ออัตรารอดของปะการังในระบบนิเวศ โดยเฉพาะตัวอ่อนปะการังขณะดำรงชีวิตอยู่ในมวลน้ำ ผู้ล่าส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่มปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร เช่น กลุ่มปลาสลิดหิน (damselfish) รวมถึง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเลที่กรองกินอาหารจากมวลน้ำ (McCormick 2003) หรือแม้กระทั่งตัวปะการังเองเช่นกัน (Fabricius and Metzner 2004) สำหรับการครอบครองพื้นที่นั้น เป็นผลมาจากการแข่งขันซึ่งกันและกันระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีความต้องการในปัจจัยเดียวกันที่มีอยู่จำกัดในธรรมชาติ และส่งผลต่อความหลากหลายและจำนวนของสิ่งมีชีวิตนั้น (Connell et al 2004) ปะการังเริ่มต้นการแข่งขันจากการหาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อทำการลงเกาะ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการทดแทนจำนวนประชากรและการเติบโตของปะการัง (Muko et al 2001) เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีพฤติกรรมในทำนองเดียวกันที่จำเป็นต้องแข่งขัน/แก่งแย่งในการครอบครองพื้นที่ดังกล่าว (Maida et al 1995; Gleason 1996; Baird and Hughes 2000) เช่น เพรียงหิน เพรียงหัวหอม หอยสองฝา ไส้เดือนทะเล สาหร่าย เป็นต้น (Tanner 1995; Fairfull and Harriott 1999)

จากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (coral bleaching) ในน่านน้ำไทย ทั้งฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทยตั้งแต่เดือนเมษายน 2553 รวมถึง ต้นปี 2554 ส่งผลให้ปะการังตามธรรมชาติในหลายพื้นที่ได้รับผลกระทบในระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน ปะการังที่ถูกนำไปย้ายปลูกหรือฟื้นฟูในแนวปะการังธรรมชาติที่อาศัยคุณสมบัติการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของปะการัง โดยนำชิ้นส่วนของปะการังมายึดติดกับวัสดุที่ใช้เป็นฐานนั้นได้รับผลกระทบเสียหายเป็นอย่างมาก ขณะที่ปะการังที่อาศัยคุณสมบัติการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในการฟื้นฟูส่วนหนึ่งสามารถผ่านพ้นวิกฤติการณ์นั้นได้เป็นอย่างดี บ่งบอกความเป็นไปได้ในความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ได้มาจากการเพาะฟักด้วยวิธีการสืบพันธุแบบอาศัยเพศ รวมถึง วิธีการที่ใช้ในระบบเพาะฟักดังกล่าว ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมดังกล่าวจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อพิสูจน์ทราบถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมของลูกพันธุ์ปะการังที่ได้มาจากการเพาะฟักดังกล่าว

3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.1 ร่วมสนองพระราชดำริ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

3.2 นำลูกพันธุ์ปะการังที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมาใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการังในพื้นที่ชายฝั่งทะเลเขาหมาจอ

3.3 นำลูกพันธุ์ปะการังที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมาใช้ในการศึกษาวิจัยในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ)

3.4 เป็นโครงการนำร่องแก่หน่วยงานภาครัฐและภาคชุมชนที่เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์และฟื้นฟูแนวปะการัง

3.5 เป็นสถานที่ปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรปะการังให้กับนักเรียน นิสิต นักศึกษา ชุมชน และผู้สนใจ

4. ขอบเขตของการศึกษา

ทำการเพาะฟักปะการัง (กลุ่มปะการังกิ่งและกลุ่มปะการังก้อน) โดยเก็บเซลล์สืบพันธุ์ปะการังที่มีการปล่อยตามธรรมชาติจากแนวปะการังในพื้นที่ มาทำการปฏิสนธิและเพาะฟักในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการัง ณ เกาะแสมสาร จากนั้นจึงทำการอนุบาลตัวอ่อนปะการังให้มีอายุภายหลังการลงเกาะบนพื้นผิวไม่ต่ำกว่า 2 ปี แล้วจึงนำไปอนุบาลต่อในแนวปะการังธรรมชาติในบริเวณเกาะแสมสารและเกาะใกล้เคียง ติดตามการเติบโตอัตรารอด ตลอดระยะเวลาดำเนินการ ทั้งนี้ ในกรณีงานวิจัยเชิงลึก นำเซลล์สืบพันธุ์หลังการปฏิสนธิ และ/หรือตัวอ่อนปะการังระยะใดระยะหนึ่งที่ผลิตได้มาใช้ในการศึกษาวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือทะเลกรด

5. วิธีดำเนินการศึกษา

5.1 ปะการังที่ใช้ในการศึกษา

ปะการัง *Acropora humilis*

5.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

5.2.1 กำหนดพื้นที่แนวปะการังธรรมชาติบริเวณแนวกันคลื่น เกาะเตาหม้อ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เป็นสถานที่เก็บตัวอย่าง โดยทำการเก็บเซลล์สืบพันธุ์ปะการังที่ถูกปล่อยออกสู่มวลน้ำตามธรรมชาติ ตามวิธีการของชโลทร รักษาทรัพย์และคณะ (2550)

5.2.2 นำเซลล์สืบพันธุ์ปะการังดังกล่าวมาทำการเพาะฟัก ตั้งแต่การปฏิสนธิจนถึงการอนุบาลในโรงเพาะขยายพันธุ์ปะการังเกาะแสมสาร พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยดัดแปลงวิธีการของชโลทร รักษาทรัพย์และคณะ (2550)

5.2.3 จากนั้น จึงทำการศึกษาปัจจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อเซลล์สืบพันธุ์ปะการังหลังการปฏิสนธิ และ/หรือตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะบนพื้นผิว

5.2.4 ติดตามการเติบโตและอัตรารอดของตัวอ่อนปะการังระยะหลังการลงเกาะที่ได้จากการเก็บตัวอย่างและเพาะฟักตามหัวข้อที่ 13.1 และ 13.2 และมีอายุไม่ต่ำกว่า 2 ปี ที่นำคืนกลับสู่ทะเลบริเวณแนวปะการัง บริเวณแนวปะการังชายฝั่งเขาหมาจอ เกาะแสมสาร หรือแนวปะการังอื่นในอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

5.2.5 จัดกิจกรรมเผยแพร่วิธีการและผลงานวิจัย เช่น จัดอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับหน่วยงานภาครัฐและชุมชนท้องถิ่น จัดกิจกรรมปลูกจิตสำนึกรักษ์ทรัพยากรแก่นักเรียน นิสิต นักศึกษา หรือเข้าร่วมการประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงาน เป็นต้น ประมาณ 1 – 2 ครั้ง

6. สถานที่ทำการศึกษา

6.1 สถานที่เก็บเซลล์สืบพันธุ์ปะการัง

แนวปะการังบริเวณเขื่อนกันคลื่น เกาะเตาหม้อ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี: ปะการัง *Acropora millepora*

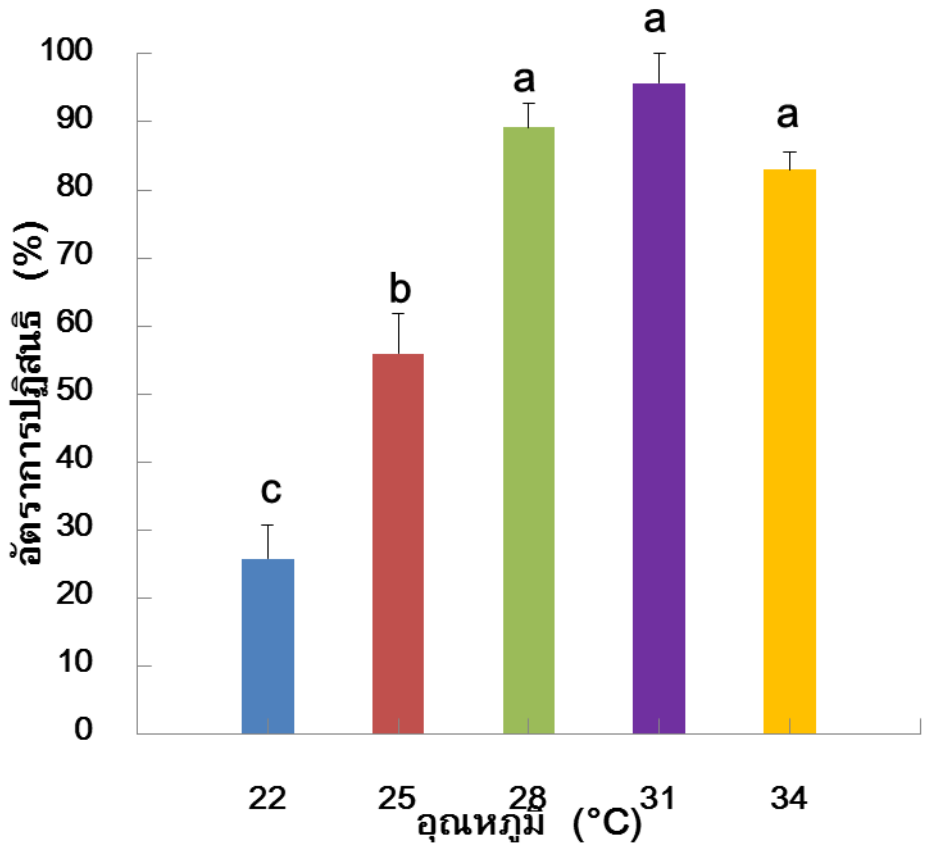
6.2 สถานที่เพาะฟักและอนุบาล

โรงเพาะฟักปะการังเกาะแสมสาร พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

7. ผลการศึกษา

7.1 *ผลของอุณหภูมิต่อระยะการปฏิสนธิ*

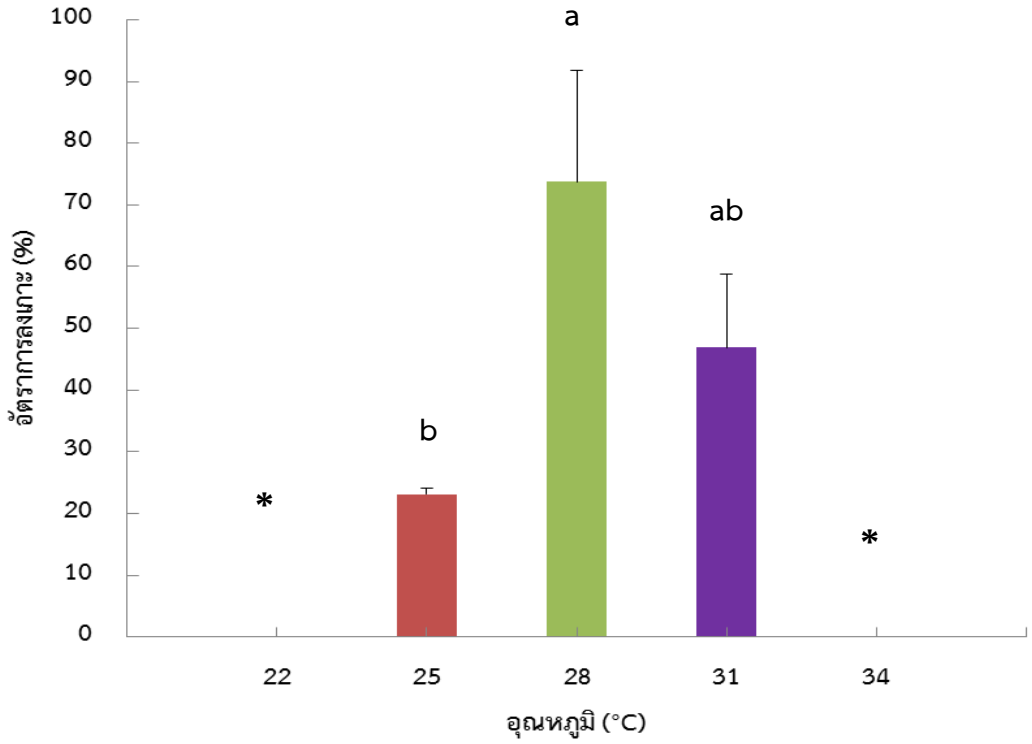
อัตราการปฏิสนธิ ณ ชั่วโมงที่ 8 หลังการผสมเซลล์สืบพันธุ์ (รูปที่ 1) พบว่า ปะการังชุดควบคุม (อุณหภูมิ 28 °C) มีอัตราการปฏิสนธิที่ 89.2 ± 3.57 % ไม่มีความแตกต่างกับปะการังชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 31 °C (95.7 ± 4.30 %) ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม ชุดการทดลองที่อุณหภูมิต่ำ (22 และ 25 °C) มีอัตราการปฏิสนธิที่แตกต่างกับชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 อัตราการปฏิสนธิโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของปะการัง *Acropora millepora* จำแนกตามระดับของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (n=20 ตัว × 3 ซ้ำ และ ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ)

7.2 *ผลของอุณหภูมิต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และตัวอ่อนในระยะการปฏิสนธิ ระยะว่ายน้ำ ถึงระลงเกาะ*

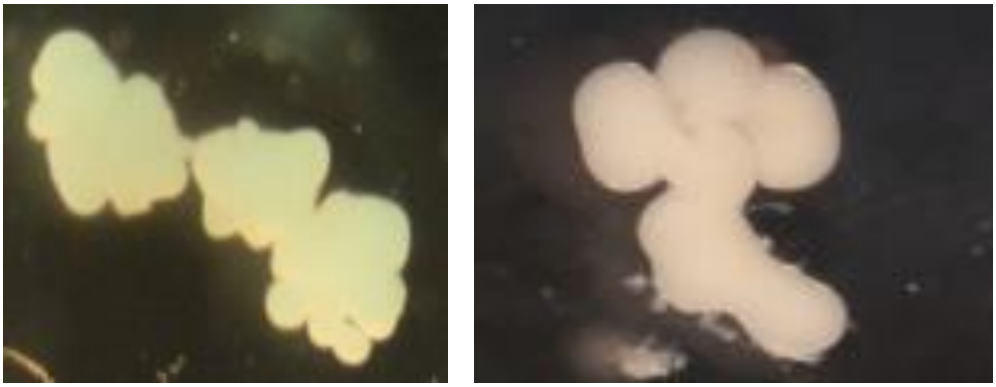
ผลของอุณหภูมิต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังใบชั่วโมงที่ 84 หลังการผสม ไม่พบปะการังในชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 22 °C และ 34 °C ทำการลงเกาะ ในขณะที่ปะการังชุดควบคุม (อุณหภูมิ 28 °C) มีอัตราการลงเกาะสูงสุด (74 ± 17.99 %) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 25 °C แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 31 °C ดังแสดงในรูปที่ 2



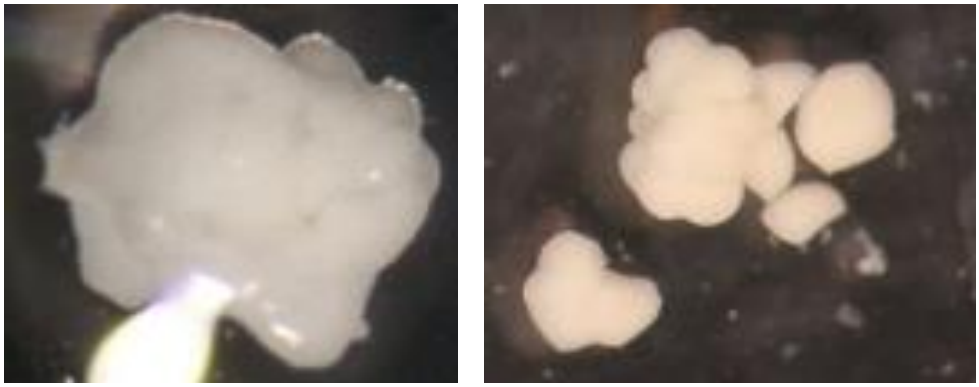
รูปที่ 2 อัตราการลงเกาะโดยเฉลี่ย (±S.E.) ของตัวอ่อนปะการัง *Acropora millepora* จำแนกตามระดับของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (โดย n=20 ตัว × 3 ซ้ำ และ ตัวอักษรยกตามแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ)

7.3 ผลของอุณหภูมิต่อความผิดปกติของเซลล์

จากการติดตามการพัฒนาของเซลล์ปะการัง *Acropora millepora* ณ ชั่วโมงที่ 15 และ 84 หลังการผสม (ตารางที่ 4.1) จำแนกตามระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบว่า เซลล์ในชั่วโมงที่ 15 มีความเสียหายในลักษณะของ “เซลล์แตก” สูงสุดในชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 22 °C ขณะที่พบการพัฒนาของเซลล์ที่ผิดปกติสูงสุด (90.9 %) ในชั่วโมงที่ 84 จากชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 31 °C



Incompleted cell division Cell distorted



Overdivided cell division Broken cell

รูปที่ 3 ความผิดปกติของเซลล์ปะการัง *Acropora millepora* ที่พบ

8. สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อตัวอ่อนปะการัง พบอุณหภูมิที่ 31 และ 34 องศาเซลเซียส มีอัตราการปฏิสนธิที่เทียบเท่ากับอุณหภูมิควบคุม ($p>0.05$) ในขณะที่พัฒนาการของ ไซโกตที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ตายหมดที่ชั่วโมงที่ 8 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Edmunds et al. (2001) ที่พบอัตราการปฏิสนธิสูงเมื่ออุณหภูมิสูง แต่อย่างไรก็ตาม การที่มีอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานอาจมีผลต่อพัฒนาการของตัวอ่อนและอัตราการรอดที่ลดลง นอกจากนี้ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงหรือต่ำขึ้นเพียง 2 องศาเซลเซียส สามารถมีผลต่อระยะพัฒนาตัวอ่อนที่น้อยลงและทำให้การกระจายตัวของตัวอ่อนปะการังเปลี่ยนแปลงไป (Heyward and Negri, 2010) การที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงทำให้องค์ประกอบทางชีวเคมีของตัวอ่อนเสียสภาพส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังมีพัฒนาการที่ช้าลงและตายในที่สุด (Ward and Harrison 2000)

การศึกษาครั้งนี้ จึงสรุปได้ในเบื้องต้นว่า สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่ทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นหรือต่ำลงกว่าปกติจะมีผลกระทบต่อตัวอ่อนของปะการัง

9. เอกสารอ้างอิง

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

Anthony KRN. 1999. Coral suspension feeding on fine particulate matter. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 232: 85–106.

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

Babcock RC and Heyward AJ. 1986. Larval development of certain gamete-spawning scleractinian corals. Coral Reefs, 5: 111–116.

Baird AH and Hughes TP. 2000. Competitive dominance by tabular corals: An experimental analysis of recruitment and survival of understory assemblages. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 251: 117–132.

Bak RPM, Joenje M, Jong ID, Lambrechts DYM and Nieuwland G. 1998. Bacterial suspension feeding by coral reef benthic organisms. Marine Ecology Progress Series, 175: 285–288.

Carlon DB. 2002. Production and supply of larvae as determinants of zonation in brooding tropical coral. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 268: 33–46.

Connell JH, Hughes TP, Wallace CC, Tanner JE, Hams KE and Kerr AM. 2004. A long term study of competition and diversity of coral. Ecologial Monographs, 74: 179–210.

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

Edmunds PJ and Davies PS. 1986. An energy budget for *Porites porites* (Scleratinia). Marine Biology, 92: 339–347.

Edmunds PJ, Gates RD and Gleason DF. 2001. The biology of larvae from the reef coral *Porites astreoides*, and their response to temperature disturbances. Marine Biology, 139: 981–989.

Fabricius KE and Metzner J. 2004. Scleractinian walls of mouths: Predation on coral larvae by corals. Coral Reefs, 23: 245–248.

Fairfull SJL and Harriott VJ. 1999. Succession, space and coral recruitment in a subtropical fouling community. Marine and Freshwater Research, 50: 235–242.

Fautin DG. 2002. Reproduction of cnidaria. Canadian Journal of Zoology, 80: 1735–1745.

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

Fukami H, Omori M, Shimoike K, Hayashibara T and Hatta M. 2003. Ecological and genetic aspects of reproductive isolation by different spawning time in *Acropora* coral. Marine Biology, 142: 679–684.

Gleason MG. 1996. Coral recruitment in Moorea, French Polynesia: The importance of patch type and temporal variation. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 207: 79-101.

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

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

Harii S, Omori M, Yamakawa H and Koike Y. 2001. Sexual reproduction and larval settlement of the zooxanthellae coral *Alveopora japonica* Eguchi at hight latitudes. Coral Reefs, 20: 19–23.

Hayashibara T, Iwao K and Omori M. 2004. Induction and control of spawning in Okinawan staghorn corals. Coral Reefs 23: 406–409.

Heyward AJ and Negri AP. 1999. Natural inducers for coral larval metamorphosis. Coral Reefs, 18: 273–279.

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

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

Keough MJ and Downes BJ. 1982. Recruitment of marine invertebrates: the role of active larval choices and early mortality. Oecologia, 54: 348–352.

Kushmaro A, Henning G, Hoffmann DK and Benayahu Y. 1997. Metamorphosis of *Heteroxenia fuscescens* planulae (Cnidaria: Octocorallia) is inhibited by crude oil : A novel short term toxicity bioassay. Marine Environmental Research, 43 (4): 295–302.

Maida M, Sammacro PW and Coll JC. 1995. Effects of soft corals on scleractinian coral recruitment I: Directional allelopathy and inhibition of settlement. Marine Ecology Progress Series, 121: 191–202.

McCormick MI. 2003. Consumption of coral propogules after mass spawning enhances larval quality of damselfish through maternal effect. Oecologia, 136: 37-45.

Marubini F, Barnett H, Langdon C and Atkinson MJ. 2001. Dependence of calcification on light and carbonate ion concentration for the hermatypic coral *Porites compressa*. Marine Ecology Progress Series, 220: 153–162.

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

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

Muko S, Sakai K and Iwasa Y. 2001. Dynamic of marine sessile organisms with space-limited growth and recruitment: Application to corals. Journal of Theoretical Biology, 210: 67–80.

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

Palardy JE, Grottoli AG and Matthews KA. 2005. Effects of upwelling, depth, morphology and polyp size on feeding in three species of Panamanian corals. Marine Ecology Progress Series, 300: 70–89.

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

Omori M. 2005. Success of mass culture of *Acropora* corals from egg to colony in open water. Coral Reefs, 24: 563.

Omori M, Iwao K and Tamura M. 2008. Growth of transplanted *Acropora tenuis* 2 years after egg culture. Coral Reefs, 27: 165.

Omori M, Kubo H, Kajiwara K, Matsumoto H and Watanuki A. 2006. Rapid recruitment of corals on top shell snail aquaculture structures. Coral Reefs, 25: 280.

Omori M, Kubo H, Kajihara K, Matsumoto H and Watanuki A. 2007. Why corals recruit successfully in top-shell snail aquaculture structures? Galaxia, 8: 83–90.

Raymundo LJH, Maypa AP and Luchavez MM. 1999. Coral seeding as a technology for recovering degraded coral reefs in the Philippines. Phuket Marine Biological Center, Special Publication, 20: 81–92.

Sebens KP, Vandersall KS, Savina LA and Graham KR. 1996. Zooplankton capture by two scleractinian corals, *Madracis mirabilis* and *Montastrea cavernosa*, in a field enclose. Marine Biology, 127: 303–317.

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

Szmant-Froelich A and Pilson MEQ. 1984. Effects of feeding frequency and symbiosis with zooxanthellae on nitrogen metabolism and respiration of the coral *Astrangia danae*. Marine Biology, 81: 153–162.

Tanner JE. 1995. Competition between scleractinian corals and macroalgae: An experimental investigation of coral growth, survival and reproduction. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 190: 151–168.

Thongtham N and Chansang H. 1999. Influence of surface complexity on coral recruitment at Maiton Island, Phuket, Thailand. Phuket Marine Biological Center, Special Publication, 20: 93–100.

Ward S and Harrison P. 2000. Changes in gametogenesis and fecundity of acroporid corals that were exposed to elevated nitrogen and phosphorus during the ENCORE experiment. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 246: 179–221.

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