รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) ในระบบเลี้ยงเพื่อให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น

Development of mass propagation of Cauliflower coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) in rearing system to maximise the production within a short rearing period

โครงการวิจัยต่อเนื่อง ปีงบประมาณ 2556-2557

คณะผู้วิจัย

นางสาววิรชา เจริญดี

ดร.วรเทพ มุธุวรรณ

ดร. เสาวภา สวัสดิ์พีระ

นายณัฐวุฒิ เหลืองอ่อน

นายชนะ เทศคง

นางสาวศิริวรรณ ชูศรี

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล

มหาวิทยาลัยบูรพา

กันยายน 2558

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

โครงการวิจัยการพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) ในระบบเลี้ยงเพื่อให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ประจำปีงบประมาณ 2556 เป็นโครงการต่อเนื่อง 2 ปี (2556-2557) โดยได้รับทุนอุดหนุนวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

คณะวิจัยต้องขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัย เพื่อทำการศึกษา ซึ่งเป็นพื้นฐานทางด้านชีววิทยาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการเพาะเลี้ยงต่อไปอันจะทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.เสาวภา สวัสดิ์พีระ ผู้อำนวยการและหัวหน้างานวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์และพืชทะเล ดร.วรเทพ มุธุวรรณ รองผู้อำนวยการ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่ให้คำแนะนำเทคนิค วิธีการในการดำเนินงานเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วง คณะทำงานที่ร่วมแรงร่วมใจในการดำเนินการวิจัยอย่างเต็มกำลัง บุคลากรในงานวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์และพืชทะเล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้โครงการวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ตามเป้าหมาย จนได้รายงานฉบับสมบูรณ์ออกมาอย่างสมบูรณ์

นางสาววิรชา เจริญดี
หัวหน้าคณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ในการหาขนาดและเทคนิคที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่งต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ในระบบเลี้ยง แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม (ชุดทดลอง)กลุ่มละ 2 แบบการวาง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยแบ่งชุดการทดลองที่ขนาดต่างกัน 3 ขนาด คือ ขนาด 0.5 เซนติเมตร 1 เซนติเมตร และ 1.5 เซนติเมตร แต่ละชุดแบ่งการวาง 2 แบบคือ แนวนอน และแนวตั้ง ระยะเวลาการทดลอง 120 วัน ผลการทดลองพบว่าการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีผลต่ออัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ โดยปะการังมีอัตราการรอดต่ำที่สุด (59.01$\pm$8.52) ที่ขนาด 0.5 เซนติเมตร ในแบบการวางในแนวนอน แตกต่างกับการขยายพันธุ์ที่ขนาด 0.5 เซนติเมตรในแนวตั้ง ขนาด 1 เซนติเมตรในแนวนอน 1 เซนติเมตรในแนวตั้ง 1.5 เซนติเมตรในแนวนอน 1.5 เซนติเมตรในแนวตั้ง ตามลำดับที่มีอัตรารอดเฉลี่ย (±SE) 92.68$\pm$4.38% 92.81$\pm$4.30% 97.74$\pm$3.20% 94.96$\pm$4.62% และ 99.17$\pm$.48% ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองขนาดน้ำหนักของปะการังที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (±SE) 0.28$\pm$0.07% 0.27$\pm$0.05% 0.41$\pm$0.09% 0.40$\pm$0.10% 0.52$\pm$0.11% 0.55$\pm$0.14% สรุปได้ว่าขนาดที่เหมาะสมที่สุดในการขยายพันธุ์ของปะการังดอกกะหล่ำแบบไม่อาศัยเพศคือ ขนาด 1.5 เซนติเมตร

คำสำคัญ: ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) ขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

สารบัญเรื่อง
(Table of contents)

	หน้า
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ช
บทนำ	1
ทฤษฎีสมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	2
วัตถุประสงค์โครงการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	
หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	
วิธีดำเนินการวิจัย (Materials &Methods)	6
ผลการทดลอง (Results)	9
อัตราการรอดตาย (survival rate)	9
อัตราการเติบโต	10
อภิปราย/ วิจารณ์	12
บรรณานุกรม	13
ภาคผนวก	15
ประวัติคณะผู้วิจัย	22

สารบัญตาราง
(List of tables)

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำที่ 3 ขนาดและการวางที่ต่างกันในแนวนอนและแนวตั้ง	8
2	อัตราการเจริญเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของปะการังดอกกะหล่ำที่ 3 ขนาดและการวางที่ต่างกันในแนวนอนและแนวตั้ง	10

สารบัญภาพ
(List of Illustrations)

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการรอดตายเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่ง ระยะเวลา 120 วัน	10
2	ขนาดน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่ง ระยะเวลา 120 วัน	11

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย
(List of Abbreviations)

บทนำ

(Introduction)

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ปัจจุบันการฟื้นฟูแนวปะการังทางชีวภาพ (biological restoration) เป็นทางเลือกหนึ่งในการฟื้นฟูแนวปะการัง ซึ่งทำกับตัวปะการังโดยตรง วิธีดำเนินการในปัจุบัน คือ การย้ายปะการัง (หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ) ทั้งที่ได้จากสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ไปในแนวปะการังที่ต้องการฟื้นฟู จากการศึกษาการฟื้นฟูแนวปะการังทางชีวภาพของ นลินี ทองแถม(2552) พบว่าการย้ายปลูกปะการังเป็นวิธีลัดในการฟื้นฟูแนวปะการังเสื่อมโทรม และเป็นการเพิ่มจำนวนปะการังที่โตเต็มวัยซึ่งสามารถผลิตตัวอ่อนไว้เสริมกระบวนการทดแทนประชากรในแนวปะการัง โดยวิธีการยึดชิ้นส่วนของปะการังเข้ากับวัสดุที่ไม่มีการเคลื่อนที่ตามกระแสคลื่นลม มิเช่นนั้นปะการังจะตกหล่นบนพื้นทะเล ทำให้เกิดการตายค่อนข้างสูง (Lindahi,1998 อ้างโดย นลินี ทองแถม , ไพทูล แพนชัยภูมิ และสมหญิง พ่วงประสาน,2546) ทำให้ได้ผลไม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่เสียไป ต่อมาได้มีการศึกษาพบว่าการใช้ปะการังทั้งโคโลนีในการฟื้นฟูแนวปะการังจะประหยัดเวลาและแรงงานกว่าการใช้ชิ้นส่วนของปะการัง รวมทั้งมีอัตรารอดสูงกว่าเมื่อเทียบกับชิ้นส่วนของปะการังที่มีขนาดเล็ก แต่เมื่อมีการย้ายปะการังทั้งโคโลนีมีข้อเสียคือจะทำให้แนวปะการังที่เป็นแหล่งพันธุ์มีความเสื่อมโทรมลง รวมทั้งมีการเจริญเติบโตทดแทนได้ช้ากว่าบริเวณที่มีการหักกิ่งปะการังไปเพียงบางส่วนในปริมาณที่เหมาะสม จากความต้องการย้ายปลูกปะการังทั้งโคโลนี จึงได้นำแนวความคิดในการการทำแปลงอนุบาลปะการัง (coral nursery) ซึ่งเป็นวิธีที่นักวิจัยจาก National Institute of Oceanography ประเทศอิสราเอล นำแนวความคิดจากการเพาะพันธุ์กล้าไม้สำหรับการปลูกป่า (silviculture) มาใช้กับการฟื้นฟูปะการังและประสบความสำเร็จอย่างสูงในระดับการศึกษาที่ทะเลแดง (นลินี ทองแถม,2552) การอนุบาลปะการังในแปลงอนุบาลกลางน้ำก่อนการย้ายปลูกเป็นวิธีการที่มีข้อดี คือ ใช้กิ่งพันธุ์ที่มีขนาดเล็กจึงไม่รบกวนแหล่งพันธุ์ในธรรมชาติมากจนเกินไป คือใช้ขนาดประมาณ 3-4 เซนติเมตร ในขณะที่การย้ายปลูกปะการังโดยทั่วไปจะใช้กิ่งพันธุ์ที่มีความยาว 10-20 เซนติเมตร การทำแปลงอนุบาลกลางน้ำยังช่วยลดปัญหาเรื่องการตกทับของตะกอนลงบนปะการัง และทำให้ปะการังมีโอกาสได้รับออกซิเจนและสารอาหารในน้ำได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการหลีกเลี่ยงการทำลายปะการังโดยสัตว์บางชนิด เช่น ดาวมงกุฎหนาม และหอย *Drupella* sp. การทำแปลงอนุบาลปะการัง จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสม ในการฟื้นฟูแนวปะการัง ที่ใช้วิธีการย้ายปลูกปะการัง คณะผู้วิจัย จึงมีแนวคิดในการเปรียบเทียบการอนุบาลปะการังในรูปแบบและวิธีต่างๆ เช่น การทำแปลงอนุบาลปะการัง โดยวางก้อนปะการังบน แพ/กระชัง ที่ขนานไปกันพื้นทะเล (นลินี ทองแถม,2552) การทำแปลงอนุบาลปะการัง โดยการแขวนก้อนปะการังจากแปลงอนุบาล ให้มีลักษณะคล้ายการเลี้ยงหอยนางรมบนเชือก (Ellis Simon. & Ellis Eileen, 2002) การทำแปลงอนุบาลปะการังบนพื้นทะเล โดยยึดติดกับซีเมนต์บล็อก (รัตนติกา เพรชทองมา ,2549) โดยวางบนพื้นทะเลที่เป็นทราย และมีความลึกของน้ำทะเล 3-4 เมตร ซึ่งการอนุบาลปะการังที่กล่าวมานี้ สามารถเลี้ยงปะการังให้มีอัตราการรอดและการเจริญเติบโต ซึ่งการเลือกใช้ระบบที่กล่าวมาขึ้นอยู่กับสถานที่อนุบาล ความถนัดของผู้ปฏิบัติงาน และต้นทุนในการดำเนินงาน แต่ยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการอนุบาลที่ทำให้ปะการังเจริญเติบโตได้ดีที่สุด หรือมีความแตกต่างกันหรือไม่ จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ จะบอกผลของรูปแบบการอนุบาล มีผลต่ออัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของปะการัง และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกทำการอนุบาลปะการังที่จะนำมาเลี้ยงปะการังเพื่อให้เป็นแหล่งพันธุ์ปะการัง หรือที่รวบรวมพันธุ์ปะการัง เพื่อนำไปใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการังของหมู่เกาะแสมสารและบริเวณใกล้เคียงต่อไป

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงแห่งหนึ่ง เป็นบริเวณที่มีสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่ร่วมกันจำนวนมากตั้งแต่แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สาหร่ายทะเล หญ้าทะเล สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังนานาชนิดเช่น โปรโตซัว ฟองน้ำ ปะการัง หนอนตัวแบน หนอนตัวกลม ไส้เดือนทะเล กุ้ง ปู หอย หมึก ดาวทะเล เม่นทะเล เป็นต้น ดังนั้นในบริเวณแนวปะการังจึงเป็นแหล่งหากินและแหล่งอาศัยหลบภัยของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด โดยปะการังที่พบในเขตอินโดแปซิฟิคมีประมาณ 400 ชนิด ในขณะที่พบในน่านน้ำไทยฝั่งทะเลอันดามันประมาณ 240 ชนิด (สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเลภูเก็ต, 2538)

สถานการณ์ของปะการังในประเทศไทยในขณะนี้พบว่าปะการังตายลงเป็นจำนวนมากสาเหตุสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างมาก เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เช่น อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 ถึง 2 องศาเซลเซียส ก็ทำให้ปะการังเกิดความเครียดซึ่งสาหร่ายที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของปะการังก็จะถูกขับออกมาจากตัวปะการังและเมื่อถูกขับออกมาจำนวนมากเป็นบริเวณกว้างทำให้ปะการังที่เคยมีสีสันของสาหร่าย เช่น สีน้ำตาล กลับกลายเป็นสีขาว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “ ปะการังฟอกขาว ” จากการรายงานการเกิดปะการังฟอกขาวในทะเลอันดามัน เนื่องจากอุณหภูมิน้ำทะเลขึ้นสูงพบว่าอัตราการฟอกขาวของปะการังในปี 2534 และ 2538 รุนแรงกว่า 2541 ปะการังประมาณ 70 ชนิดได้ฟอกขาวในระดับความรุนแรงต่างกัน และพบเพียงปะการังไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่ไม่พบว่าฟอกขาวเลย และยังพบว่าบางชนิดสามารถปรับตัวได้ระดับหนึ่ง (สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเลภูเก็ต, 2541) และจากผลการสำรวจหลังการฟอกขาวปี 2553 พบว่าแนวปะการังในทุกจังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน เกิดการฟอกขาวมากกว่า 70% และอ่าวไทยประมาณ 30-40% ของปะการังมีชีวิตที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามการที่ปะการังในน่านน้ำไทยมีการตายลงในบริเวณกว้างในเวลาพร้อมกันเช่นนี้นับเป็นความเสียหายอย่างรุนแรง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ (สถานการณ์ปะการังฟอกขาวและแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยคณะกรรมการแก้ไขปัญหาผลกระทบของการฟอกขาวต่อสถานการณ์ปัจจุบัน) มีการคาดการณ์กันว่าในอีก 20 ปีข้างหน้า (ปีคศ.2030) หากสถานการณ์แวดล้อมยังเป็นเช่นนี้ ปะการังจะตายลงประมาณ 50 เปอร์เซนต์ของที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากปรากฏการณ์ธรรมชาติดังกล่าวข้างต้นซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ปะการังเกิดการฟอกขาว พบว่าปะการังในธรรมชาติเริ่มมีปริมาณน้อยลงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ปะการังแต่ละชนิดอาจไวต่อการเกิดการฟอกขาวต่างกัน ดังนั้นถ้าสามารถทำการขยายพันธุ์เพื่อคงรักษาพันธุ์และสามารถนำไปทดแทนในธรรมชาติได้นั้นจะเป็นการช่วยอนุรักษ์สายพันธุ์ให้คงอยู่ในท้องทะเลได้ งานวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์และพืชทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ได้ทำการศึกษาการเพาะขยายพันธุ์ปะการังแบบไม่อาศัยเพศ ทั้งกลุ่มปะการังอ่อน และปะการังแข็งด้วยวิธีการตัดแบ่งขนาดเล็กติดกับวัสดุ เช่น ปะการังอ่อนชนิด Sarcophyton, ปะการังดอกกะหล่ำ *Pociiopora darmicornis* , ปะการังจาน *Montipora* sp.,ปะการังหนามขนุน *Hydnophora microconus* ภายในโรงเรือนสาธิตซึ่งเป็นระบบเลี้ยงแบบปิดโดยมีสาหร่ายในการบำบัดซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับปะการังทำให้ปะการังสามารถเจริญเติบโตได้เร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปะการังด้วย จากการขยายพันธุ์นี้สามารถเพิ่มจำนวนปะการังได้เป็นจำนวนมากภายในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นเมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในธรรมชาติที่เราไม่สามารถควบคุมได้นั้น จากผลผลิตดังกล่าวสามารถนำสายพันธุ์เหล่านี้กลับคืนทดแทนธรรมชาติได้ทุกเมื่อ

การวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ปะการังจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก กล่าวคือ เรื่องของการอนุรักษ์ เพื่อเป็นการรักษาชนิดพันธุ์และช่วยขยายพันธุ์ของปะการังในที่เลี้ยง เรื่องของการนำไปใช้

ประโยชน์ ตัวอย่างเช่น การใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งสารสกัดจากปะการังสามารถนำไปใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง ภูมิคุ้มกันบกพร่อง เป็นยาระงับปวด เป็นต้น การใช้หินปูนที่ได้จากปะการังในการผ่าตัดเชื่อมต่อกระดูก การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาปริมาณโปรตีน หรือการวิเคราะห์ทางโมเลกุล และการใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น เป็นสัตว์ทะเลสวยงาม

การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาเทคนิคการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการตัดแบ่งเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วนำไปติดกับวัสดุแข็งด้วยขนาด และการวางที่แตกต่างกัน ของปะการังแข็งชนิดปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และเพื่อศึกษาขนาดของโคโลนีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถเลี้ยงได้ในธรรมชาติ ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดในระบบเลี้ยงเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ต่างกันในธรรมชาติ เนื่องจากวิธีการทุกขั้นตอนในการขยายพันธุ์มีความสำคัญมากต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยา การคงรักษาสายพันธุ์ สามารถนำไปทดแทนในธรรมชาติได้ทุกเมื่อ และเพื่อประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการต่อเนื่อง 2 ปี (ปีงบประมาณ 2556-2557) โดยในปีแรกจะเป็นการทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำไปติดกับวัสดุแข็งด้วยขนาด และการวางที่แตกต่างกันต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ในระบบเลี้ยงแบบปิด ภายในระยะเวลา 4 เดือน

1. เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการวางที่เหมาะสมในการขบาบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศต่อ อัตราการรอด การเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ในระบบเลี้ยงในระยะเวลาที่กำหนด
2. เพื่อศึกษาขนาดของโคโลนีขนาดที่เล็กที่สุดที่สามารถนำไปเลี้ยงในธรรมชาติในรูปแบบการอนุบาลที่ต่างกัน
3. เพื่อศึกษาอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตของโคโลนีในที่เลี้ยงเปรียบเทียบกับในธรรมชาติ
4. เพื่อศึกษารูปแบบที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปะการังในธรรมชาติ

ขอบเขตการวิจัย

ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำไปติดกับวัสดุแข็งด้วยขนาด และการวางที่แตกต่างกันต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ในระบบเลี้ยงแบบปิด ภายในระยะเวลา 4 เดือน และในปีที่สอง เพื่อศึกษาขนาดของโคโลนีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถเลี้ยงในธรรมชาติ ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดในระบบเลี้ยงเปรียบเทียบ กับรูปแบบที่ต่างกันในธรรมชาติ ภายในระยะเวลา 6 เดือน ในพื้นที่ทำการทดลองบริเวณแนวปะการังชายฝั่ง หน้าสถานีวิจัยการเพาะขยายพันธุ์สัตว์ทะเลที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ ตำบลแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยทำการเก็บข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปะการัง ทุกๆเดือน ด้วยการวัดขนาด หาพื้นที่ผิว และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.1.1 ทราบขนาดและเทคนิคการวางที่เหมาะสมต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต

1.1.2 ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการขยายพันธุ์ได้ภายในระยะอันสั้น

1.1.3 ได้ข้อมูลพื้นฐานขนาดของโคโลนีที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงในธรรมชาติ

1.1.4 ได้ข้อมูลของรูปแบบที่เหมาะสมของการอนุบาลปะการังในธรรมชาติ

1.1.5 สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุ์ปะการัง เมื่อต้องการใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการังในธรรมชาตินำตัวอย่างที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นเช่น วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ข้อมูลทาง DNA และพันธุกรรม

1.16 เพื่อสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากับปะการังชนิดอื่นเพื่อการเพาะขยายพันธุ์ให้ได้ปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

1.1.7 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านชีววิทยาเพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงในงานวิจัยต่อไป

1.2 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.2.1 หน่วยงานการศึกษาและวิจัย เช่น วิทยาลัยประมง มหาวิทยาลัย เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนและการวิจัย

1.2.2 หน่วยงานรัฐบาลที่มีภารกิจเกี่ยวข้อง เช่น กรมประมง กรมส่งเสริมเกษตรและสหกรณ์ เป็นต้น

สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนสาธิตเพาะเลี้ยงสัตว์และพืชทะเล สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

วิธีดำเนินการวิจัย
(Materials & Method)

1.การเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

เก็บตัวอย่างจากธรรมชาติบริเวณหมู่เกาะแสมสารทั้งสิ้น 4 ครั้ง คือ 12 กุมภาพันธ์ , 12 มีนาคม , 25 เมษายน 2556 และ 27 มิถุนายน ซึ่งตัวอย่างที่นำเข้ามาต้องนำมาปรับสภาพภายในระบบที่เตรียมไว้โดยให้โพลิปยื่นเป็นปกติเพื่อให้มีสภาพพ้อมแก่การทดลอง

2. ระบบที่ใช้ในการทดลอง

ระบบที่ใช้ในการทดลอง ใช้ระบบการเลี้ยงของโรงเรือนสาธิตซึ่งเป็นระบบเลี้ยงแบบปิด ที่มีสาหร่ายบำบัด โดยถังที่ใช้เลี้ยง คือ ถังไฟเบอร์ขนาดปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตร ทั้งสิ้น 2 ถัง โดยมีทางน้ำเข้าอยู่ทางด้านบนและทางน้ำออกอยู่ทางด้านท้ายของตัวถัง ระดับความลึกของน้ำ 50 เซนติเมตร

3. วิธีการทดลอง

แบบการทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองเปรียบเทียบกันคือ

<u>แบบที่ 1</u> ขนาดความยาวของโคโลนีเท่ากับ 1 เซนติเมตร แบ่งการวางออกเป็น 2 แบบคือ การวางในแนวตั้ง และการวางในแนวนอน แบบละ 60 โคโลนี รวม ซ้ำละ 20 โคโลนี ทั้งสิ้น 3 ซ้ำรวมแบบที่ 1 ทั้งสิ้น 120 โคโลนี

<u>แบบที่ 2</u> ขนาดความยาวของโคโลนีเท่ากับ 2 เซนติเมตร แบ่งการวางออกเป็น 2 แบบ คือ การวางในแนวตั้ง และการวางในแนวนอน แบบละ 60 โคโลนี รวมซ้ำละ 20 โคโลนี ทั้งสิ้น 3 ซ้ำรวมแบบที่ 2 ทั้งสิ้น 120 โคโลนี

<u>แบบที่ 3</u> ขนาดความยาวของโคโลนีเท่ากับ 3 เซนติเมตร แบ่งการวางออกเป็น 2 แบบ คือ การวางในแนวตั้ง และการวางในแนวนอน แบบละ 60 โคโลนี รวมซ้ำละ 20 โคโลนี ทั้งสิ้น 3 ซ้ำรวมแบบที่ 3 ทั้งสิ้น 120 โคโลนี

การเตรียมตัวฐานที่ใช้ในการทดลอง

โดยใช้แผ่นอะคริลิคใส กว้าง*ยาว เท่ากับ 5*8 เซนติเมตร และกาวไซยาโนอะไครเลทที่ใช้ในการติดวิธีการติดปะการังเข้ากับตัวฐานคือ ตัดปะการัง ขนาดความยาวของโคลีนีเท่ากับ 1,2 และ 3 เซนติเมตร ขนาดความกว้างเท่ากับ 0.5-1 เซนติเมตร พร้อมทั้งชั่งขนาดน้ำหนัก ความยาวพร้อมกับหยดกาวลงตามจุดที่ทำสัญลักษณ์ไว้หยิบชิ้นส่วนขึ้นมาซับกับผ้าขนหนูให้ตัวปะการังเกือบแห้ง แล้วติดลงบนแผ่นอะคลิลิคที่เตรียมไว้ รอให้แห้งประมาณ 10 วินาที พร้อมกับตรวจสอบว่าปะการังติดกับฐานแล้ว หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักรวมอีกครั้งเมื่อทำการติดตัวปะการังเข้ากับฐานเรียบร้อยแล้ว ถ่ายรูป เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้เนื้อเยื่อที่ตัดผสานกับตัวฐานและปรับสภาพก่อนการทดลอง

การดูแลระหว่างการทดลอง

ทำการนับจำนวนอัตราการรอดในทุกชุดการทดลองทุกวัน พร้อมทั้งทำการดูดตะกอนก้นถังเลี้ยง ทำความสะอาดตัวฐานเพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนการจริญเติบโตของตัวปะการัง

การวัดอัตราการเจริญเติบโตและเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

1. เมื่อเริ่มต้นการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง ถ่ายภาพทุกโคโลนีเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนัก ความยาวเริ่มต้น ต่อพื้นที่ผิวของปะการังเป็นตารางเซนติเมตร ทุก 1 เดือน จนสิ้นสุดการทดลองที่ 4 เดือน
2. ในระหว่างการทดลอง จะทำการบันทึกจำนวนของปะการังที่ตายในแต่ละวัน
3. การวัดการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ด้วยวิธีการนับโคโลนีในแต่ละเดือน จำนวนซ้ำละ 3 โคโลนี (แบบการวางละ 9 โคโลนี) นำตัวอย่างปะการังมาทำความสะอาดด้วยสารละลาย

sodium hypochlorite เพื่อกำจัดเนื้อเยื่อปะการังออกจากหินปูน ทำการนับจำนวนโพลิปที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราห์หาพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นของตัวอย่างปะการัง

4. การวัดการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ด้วยวิธีการหาพื้นที่ผิวด้วยวิธี Wax coating (Naumann, M S, Niggl, W, Laforsch, C, Glaser, C, Wild, C (2009) , Vytopil, E & Willis, BL (2001) , Stimson, J & Kinzie, RA (1991) จำนวนซ้ำละ 3 โคโลนี (แบบการวางละ 9 โคโลนี) โดยนำตัวอย่าปะการังที่ล้างเนื้อเยื่อออกจากหินปูนเรียบร้อยดีแล้วนำมาตากลมให้แห้ง แล้วเก็บไว้ในโถดูดความชื้น ก่อนนำมาจุ่มใน Paraffin wax เตรียมพาราฟินโดยใส่ในบีกเกอร์แก้วขนาด 1 ลิตร ที่ตั้งอยู่ในหม้อ โดย ต้มน้ำในหม้อให้มีความร้อน 55-57 องศาเซลเซียส เพื่อให้พาราฟินหลอมละลายทำการชั่งตัวอย่างปะการังก่อนทำการจุ่ม ทำการจุ่มตัวอย่างปะการังลงในบีกเกอร์ที่มีพาราฟินละลายอยู่ ประมาณ 2 วินาที แล้วยกออกนำมาพักให้พาราฟินเย็นลง ประมาณ 5 นาที จึงทำการจุ่มครั้งที่ 2 โดยใช้เวลาจุ่ม ประมาณ 5 วินาที แล้วพักให้พาราฟินเย็นตัวลงอีกครั้งประมาณ 5 นาที แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อหาน้ำหนักพาราฟินที่เกาะติดกับตัวอย่างปะการัง

การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำ

ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำทุก 7 วัน ดังนี้ คือ ความเป็นกรด-ด่าง (Hach-senION2) อุณหภูมิ (Hach-senION2) ความเค็ม (Salino-refractometer ATAGO รุ่น S/mill-E) ความเป็นด่าง (Alkalinity) ด้วยการไตเตรตกับสารละลายกรดมาตรฐาน (APHA, 1980) ความกระด้าง (Applied form Standard Method) ปริมาณแอมโมเนียรวม ด้วยวิธี Phenolhypochlorite (Solorzano, 1980) ไนไตร์ต-ไนโตรเจน ด้วยวิธี Azo dye และไนเตรต-ไนโตรเจนด้วยวิธี Cadmium-reduction (Strickland and Parson, 1977) ทุก 2 สัปดาห์

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการรอด และการเจริญเติบโตระหว่างชุดทดลอง โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test, DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย
(Results)

ทำการศึกษาขนาด และเทคนิคการวางที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการตัดแบ่งปะการังดอกกะหล่ำต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต ภายในระยะเวลา 4 เดือน เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบขนาดและเทคนิคการวางที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่งต่ออัตรา

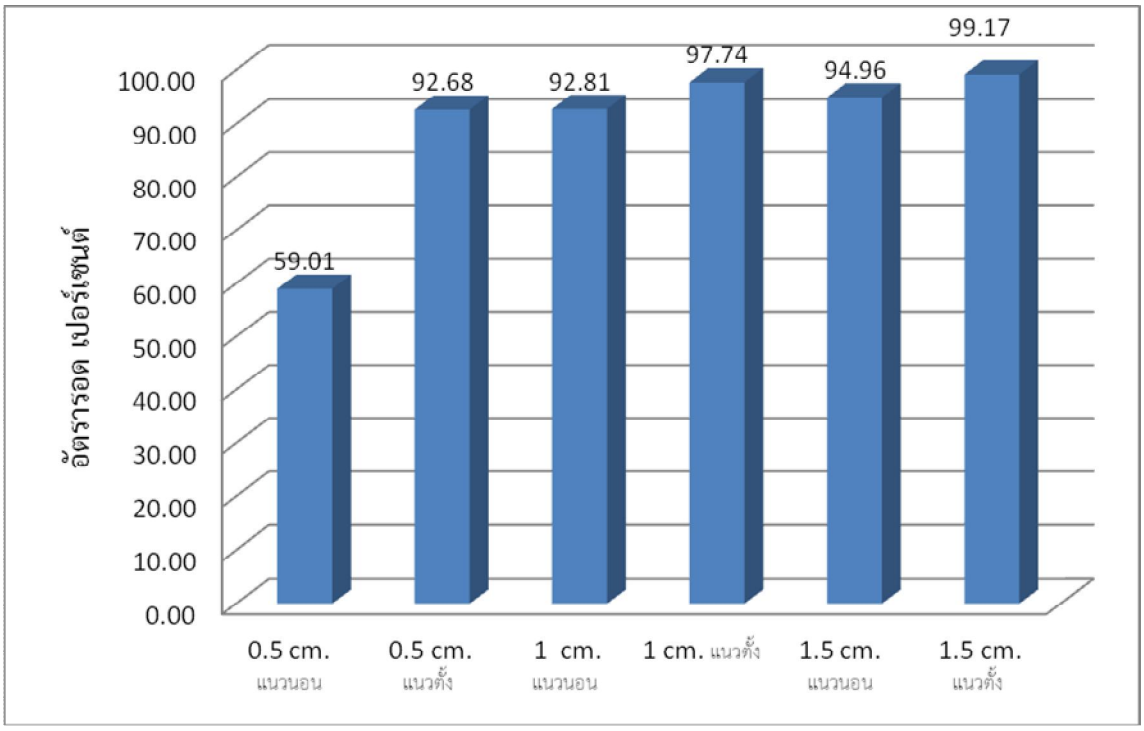
การรอด อัตราการเจริญเติบโตของปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* ในระบบเลี้ยงภายในระยะเวลาทกำหนด ผลการศึกษาดังนี้

1. อัตราการรอดตาย (Survival rate)

ผลของการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่งปะการังดอกกะหล่ำที่ 3 ขนาด 0.5 1 และ 1.5 เซนติเมตร และแบบการวางต่างกัน 2 แบบคือ แนวนอนและแนวตั้ง เป็นระยะเวลา 120 วันพบว่า มีอัตราการรอดเฉลี่ย 59.01, 92.68, 92.81, 97.74, 94.96 และ 99.17 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 1 อัตราการรอดของปะการังดอกกะหล่ำที่ 3 ขนาดและการวางที่ต่างกันในแนวนอนและแนวตั้ง

ขนาดของโคโลนี (cm.) แบบการวาง (แนวนอนและแนวตั้ง)	อัตราการรอด (เปอร์เซนต์)
0.5 cm. แนวนอน	59.01±8.52
0.5 cm แนวตั้ง	92.68±4.38
1 cm. แนวนอน	92.81±4.30
1 cm. แนวตั้ง	97.74±3.20
1.5 cm. แนวนอน	94.96±4.62
1.5 cm. แนวตั้ง	99.17±.48



ภาพที่ 1 อัตราการรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลองการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่ง ระยะเวลา 120 วัน

2. อัตราการเจริญเติบโต

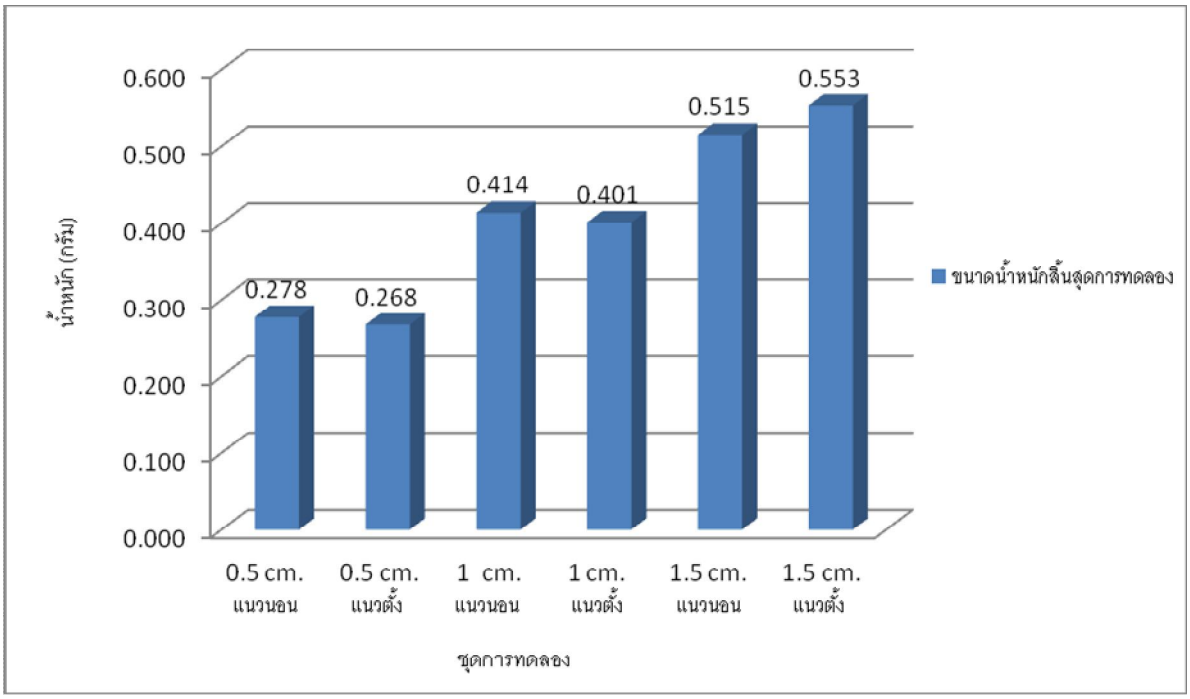
เมื่อทำการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่งปะการังดอกกะหล่ำ ที่ขนาด น 2 0.5 ,1 และ 1.5 cm.และการวางที่ต่างกัน 2 แบบ คือ แนวยะนอนและแนวตั้ง เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่าผลการเจริญเติบโตด้านขนาดน้ำหนัก จำนวนโคโลนี เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีดังนี้

2.1 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก

จากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการตัดแบ่ง ทั้ง 3 ขนาด 2 แบบการวาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักก่อนการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 ,0.043 ,0.136, 0.127, 0.206 และ 0.203 กรัมเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีขนาดน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.28, 0.27, 0.41, 0.40, 0.52 และ 0.55 กรัมตามลำดับ เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ขนาดน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.005$)

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของปะการังดอกกะหล่ำที่ 3 ขนาดและการวางที่ต่างกันในแนวนอนและแนวตั้ง

ขนาดของโคโลนี (cm.) แบบการวาง (แนวนอนและแนวตั้ง)	ขนาดน้ำหนัก (กรัม)
0.5 cm. แนวนอน	0.28±0.07
0.5 cm แนวตั้ง	0.27±0.05
1 cm. แนวนอน	0.41±0.09
1 cm. แนวตั้ง	0.40±0.10
1.5 cm. แนวนอน	0.52±0.11
1.5 cm. แนวตั้ง	0.55±0.14



ภาพที่ 2 ขนาดน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่ง ระยะเวลา 120 วัน

อภิปราย/วิจารณ์

Discussion

จากการทดลองผลของการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่งปะการังดอกกะหล่ำที่ 3 ขนาด 0.5 1 และ 1.5 เซนติเมตร และแบบการวางต่างกัน 2 แบบคือ แนวนอนและแนวตั้ง เป็นระยะเวลา 120 วันพบว่า ซึ่งการขยายพันธุ์ที่ขนาด 0.5 เซนติเมตร ในแนวนอน มีอัตราการรอดเฉลี่ยต่ำที่สุดเพียง 59.01±8.52 โดยอัตรารอดขนาด 0.5 เซนติเมตรแนวตั้ง 1 เซนติเมตรแนวนอน 1 เซนติเมตรแนวตั้ง 1.5 เซนติเมตรแนวนอน ให้อัตรารอดไม่แตกต่างกัน 92.68±4.38 92.81±4.30 97.74±3.20 94.96±4.62 และขนาด 1.5 เซนติเมตรแนวตั้งมีอัตรารอดเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 99.17±.48 ซึ่งอัตรารอดใกล้เคียงกับการศึกษาของ Shai Shafir , Jaap Van Rijn , Baruch Rinkevich (2549) เพื่อทดสอบอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตจากเทคนิคการติดที่เหมาะสม กับปะการังชนิด *Pocillopora damicornis*, *Acropora* sp., *Stylophora pistillata* โดยตัด บริเวณปลายยอดขนาดความยาว 1-3 เซนติเมตร กว้าง 0.5 เซนติเมตร ไปติดกับกระจกสไลด์ขนาดกว้าง*ยาว 5*8 เซนติเมตรด้วยกาวไซยาโนอะไครเลท หลังจากที่ทำการติดแล้ว 1 สัปดาห์ พบว่า ปะการังชนิด *Pocillopora damicornis* และ *Stylophora pistillata* มีอัตราการรอดถึง 90% และแตกต่างจาก สิทธิพันธุ์ ศิริรัตนชัย (2535) การศึกษาเทคนิคในการปลูกปะการัง ด้วยวิธีการย้ายปลูกด้วย

ส่วนผสมของปูนซีเมนต์และปูนพลาสเตอร์และทราย ในอัตราส่วน 1:1:1 ส่วนผสมดังกล่าวสามารถแข็งตัวได้ในเวลาอันรวดเร็ว เมื่อนำมาติดปะการังกับแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปบนเรือ ทำให้ผลอัตราการรอดของปะการังเป็นที่น่าพอใจ โดยทำการทดลองกับปะการัง 3 ชนิด คือ *Porites lutea* , *Acropora sp.* และ *Pocillopora damicornis* มีอัตรารอด 95 เปอร์เซ็นต์ , 83 เปอร์เซนต์ และ 42 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ขณะที่อัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ 0.28$\pm$0.07, 0.27$\pm$0.05, 0.41$\pm$0.09, 0.40$\pm$0.10, 0.52$\pm$0.11 และ 0.55$\pm$0.14 กรัมตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Shai Shafir , Jaap Van Rijn , Baruch Rinkevich (2549) การขยายพันธุ์ปะการังจากเทคนิคที่อาศัยพื้นฐานของ การปลูกต้นไม้ในสวน ด้วยการปลูกปะการังด้วยการวางบนแผ่นตาข่ายพลาสติกที่ระดับความลึกของน้ำเท่ากับ 6 เมตร จากปะการัง 5 ชนิด 10 โคโลนี ทั้งหมด 6,813 ชิ้นส่วน โดยอัตราการเจริญเติบโตใน 5-10 เดือนแรกเฉลี่ยคงที่ต่อวันเท่ากับ 1.67%

บรรณานุกรม

(Bibliography)

นลินี ทองแถม. (2552). *การฟื้นฟูแนวปะการังในประเทศไทย.* ภูเก็ต: สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน.

นลินี ทองแถม. (2551). *การรอดและการเจริญเติบโตของปะการังเขากวาง Acropora Formosa และ A. grandis ในแปลงอนุบาลปะการังและหลังการย้ายปลูก บริเวณหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่.* เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2551 ภูเก็ต: สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน.

นลินี ทองแถม, ไพทูล แพนชัยภูมิ และสมหญิง พ่วงประสาน. 2546. การฟื้นฟูแนวปะการังในทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารเผยแพร่ลำดับที่ 1 สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 32 หน้า

น้องนุช สิงขรวัฒน์. 2536. อัตราการเจริญเติบโตของปะการัง*Acropors* sp. ซึ่งทำการย้ายปลูกในเขตชายทะเลภาคตะวันออก. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 24 หน้า

ปฐพร เกื้อนุ้ย. (2551). *ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง Pocillopora damicornis (Linnaeus, 1758) บริเวณหมู่เกาะแสมสาร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนติกา เพรชทองมา. (2549). *การฟื้นฟูแนวปะการังโดยการนำชิ้นส่วนปะการังมายึดติดกับพื้น บริเวณกลุ่มปะการังในแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดกระบี่.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันวิจัยชีววิทยาประมงทะเลภูเก็ต. 2538. คู่มือสัตว์และพืชในแนวปะการัง หมู่เกาะสุรินทร์และสิมิลัน. สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์, กรุงเทพ. 109 หน้า.

สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย. 2537. เทคนิคการปลูกปะการังเพื่อการฟื้นฟูสภาพแนวปะการัง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่2 ฉบับที่1 (มกราคม-มิถุนายน). หน้า 13-22

สุวลักษณ์ สาธุมนัสพันธุ์. 2543. ระบบนิเวศปะการัง. เอกสารคำสอนวิชาทรัพยากรธรรมชาติ. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุเมตต์ ปุจฉาการ, สุชา มั่นคงสมบูรณ์, ธิดารัตน์ น้อยรักษา และพิชัย สนแจ้ง. (2547). *รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์: การศึกษาความหลายหลายของชนิดสัตว์ทะเลในแนวปะการังในภาคตะวันออก (จังหวัดชลบุรี).* ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

Ellis, Simon. & Ellis, Eileen. (2002). *Recent Advances in Lagoon-based Farming Practices for Eight Species of Commercially Valuable Hard and Soft Corals – A Technical Report*. Publication No. 147. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture.

Hector M. Guzman and Jorge Cortes. 1989. CORAL REEF PAPER. GROWTH RATES OF EIGHT SPECIES OF SCLERACTINIAN CORALS IN THE EASTERN PACIFIC (COSTA RICA) .BULLETIN OF MARINE SCIENCE, 44(3): 1186-1194.

Rinkevich, B., Shafir, S., 2000. Ex situ culture of colonial marine ornameltal invertibrates : concepts for domenstication. Aquar. Sci.Conserv. 2, 237-250.

Shafir, S., Van Rijn, J., Rinkevich, B., 2001. Nubbins of coral colonies: a novel approach for the development of inland broodstocks. Aquar. Sci. Conserv. 3, 183-190.

Shafir, S., Van Rijn, J., Rinkevich, B., 2003. The use of coral nubbins in coral reef ecotoxicology testing. Biomol .Eng. 20, 401-406.

Shai Shafir , Jaap Van Rijn , Baruch Rinkevich.2006. Coral nubbins as source material for coral biological research: A prospectus. Aquaculture 259 (2006) p.444–448.

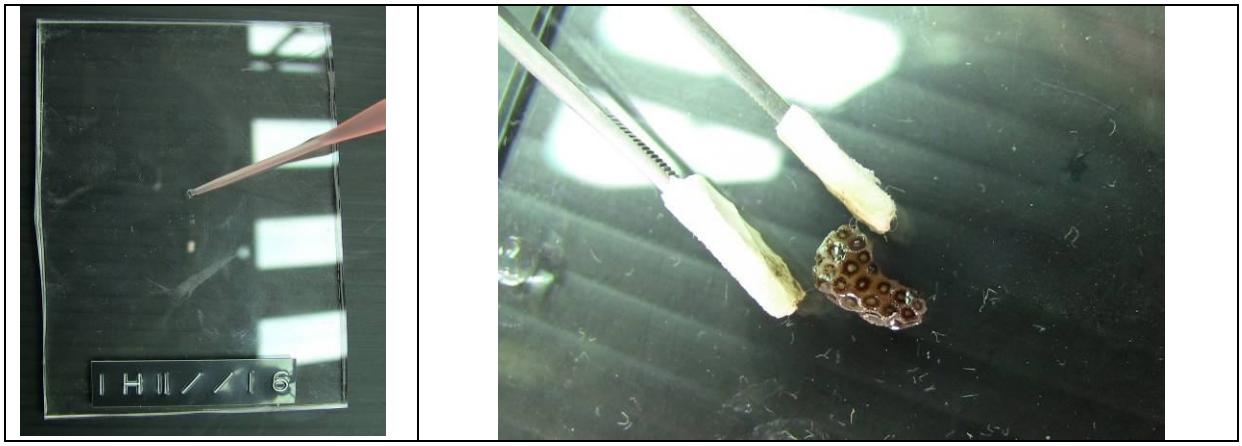
Shafir, S., Van Rijn, J., Rinkevich, B., 2006. Steps in the construction of underwater coral nursery,an essential component in reef restoration acts. Mar. Biol.

ภาคผนวก

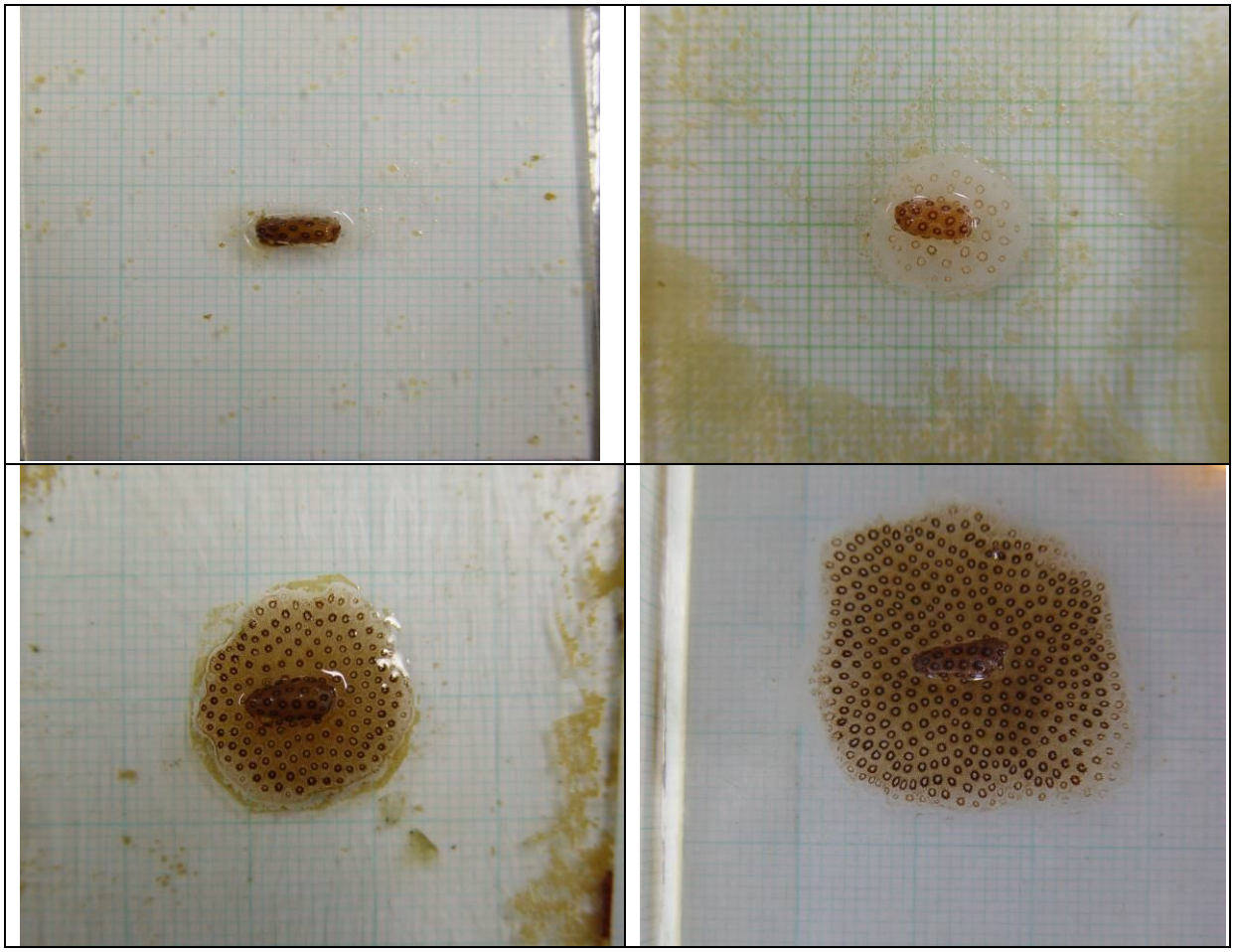
(Appendix)

แสดงภาพการทดลองการการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการตัดแบ่ง

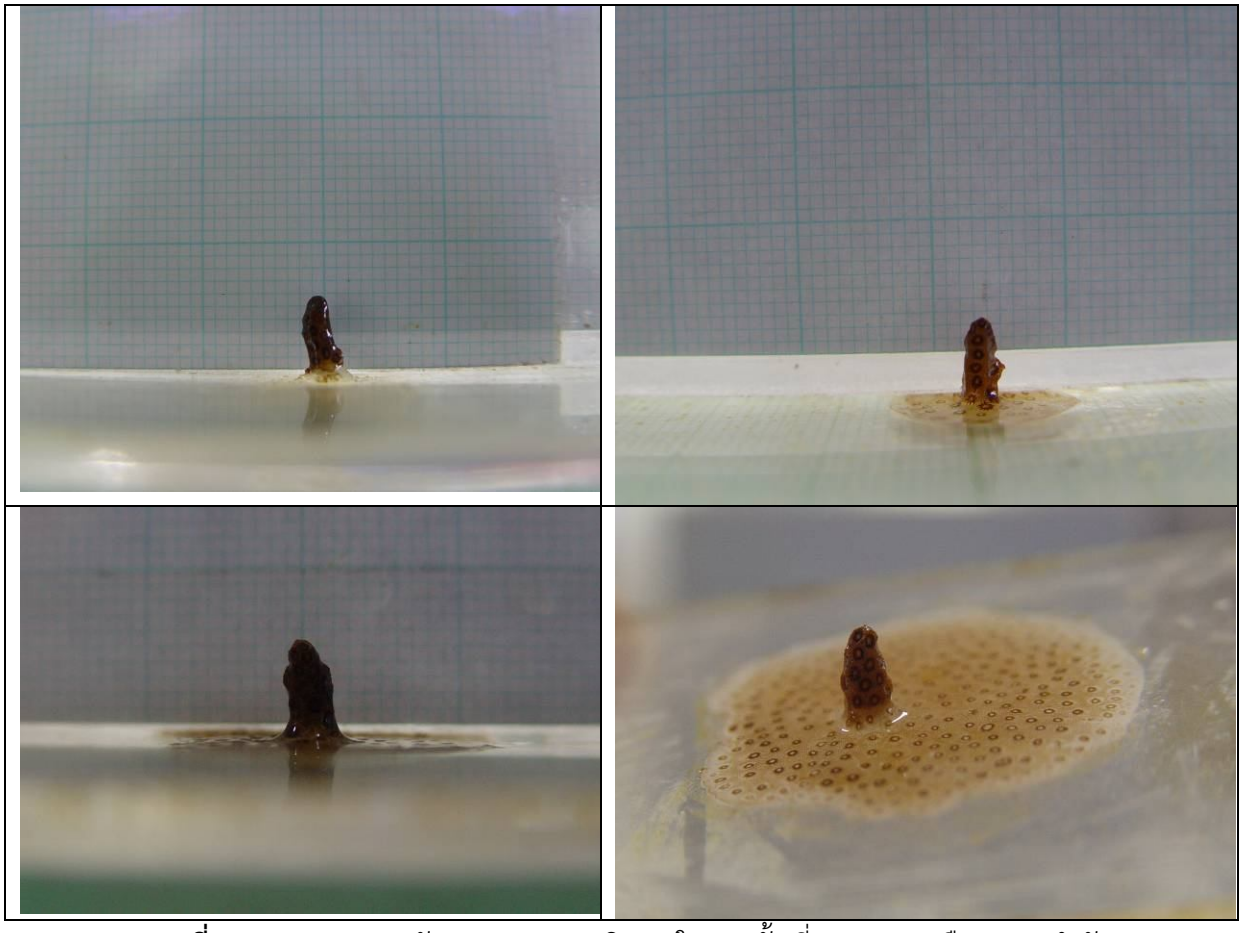
รูปที่7 Cleavage-blastomeres (64 เซลล์)	รูปที่ 8 Cleavage-blastomeres Complete of segmentation	รูปที่ 9 Gastrula Stage



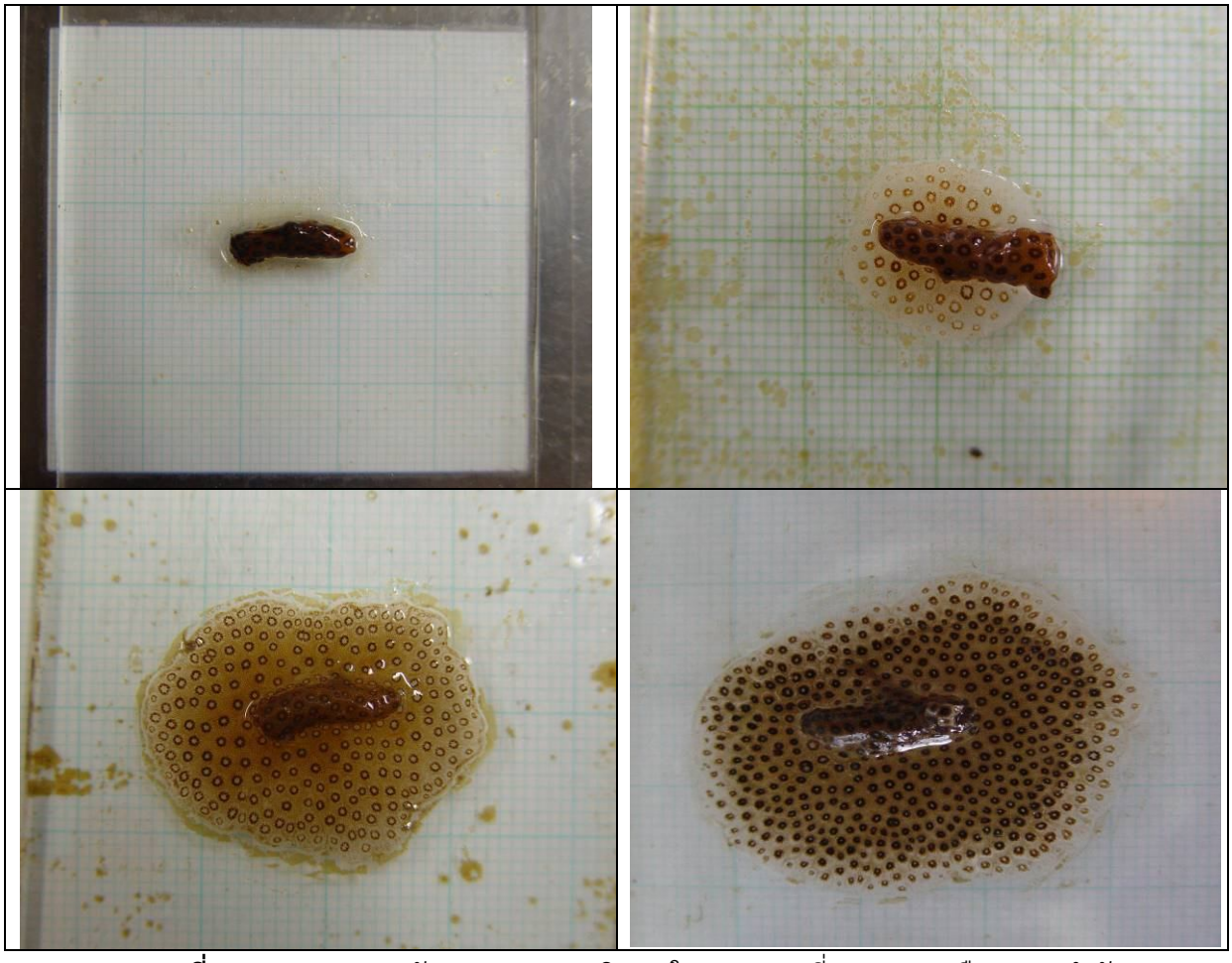
ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดงขั้นตอนในการติดปะการัง เพื่อดำเนินการทดลอง



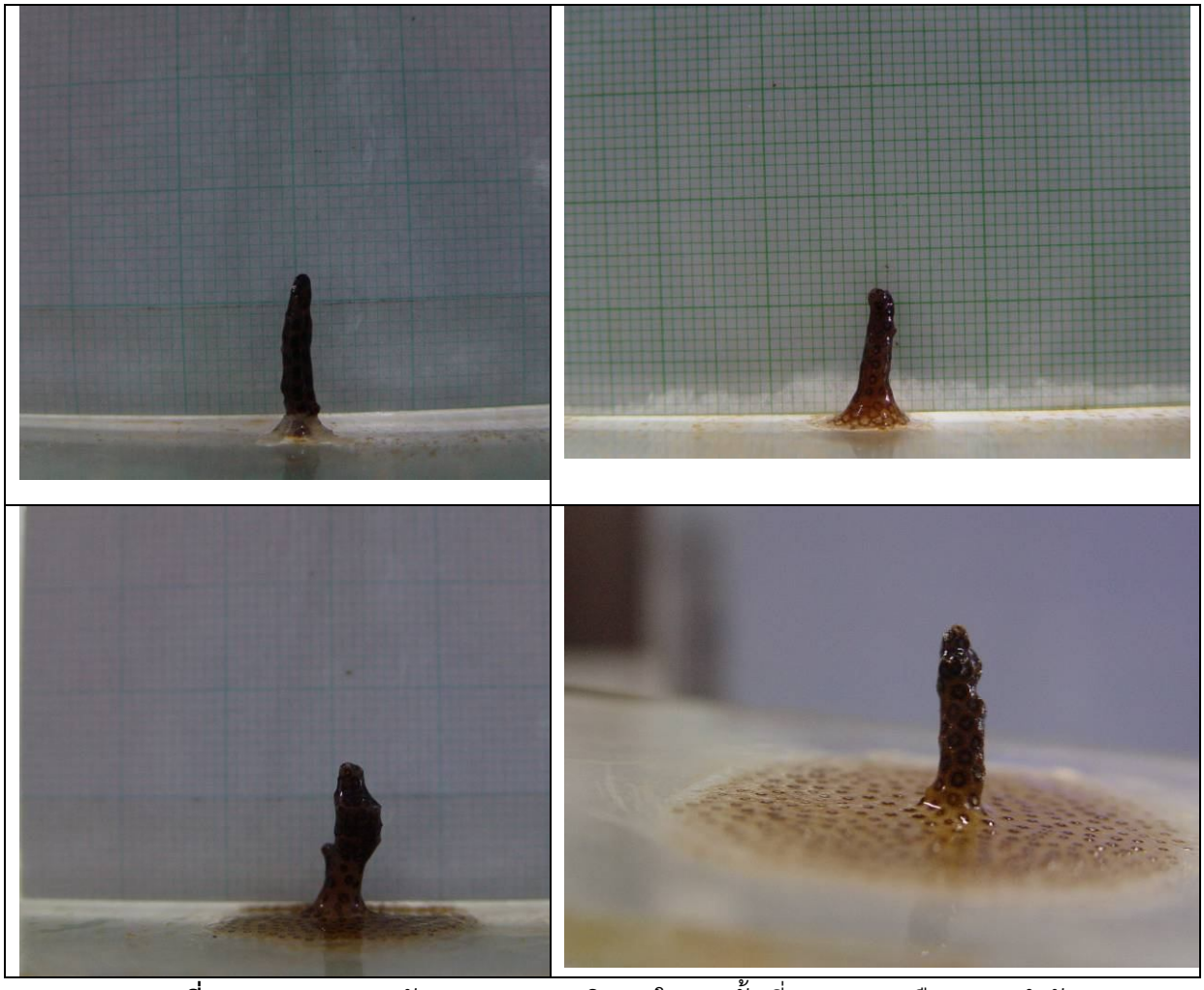
ภาพภาคผนวกที่ 2 แสดงรูปปะการังขนาด 0.5 เซนติเมตรในแนวนอน ที่อายุ 1 - 4 เดือน ตามลำดับ



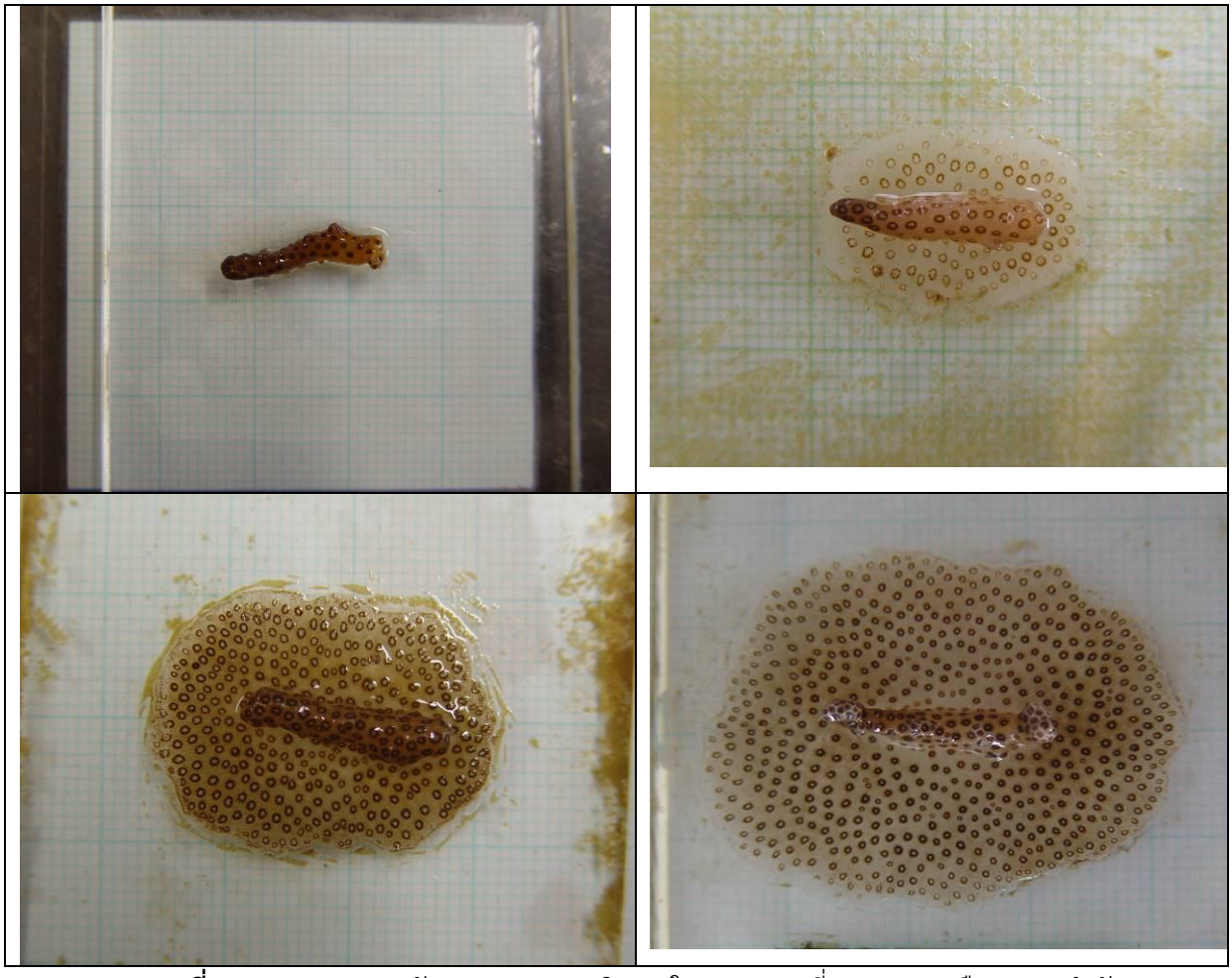
ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงรูปปะการังขนาด 0.5 เซนติเมตรในแนวตั้ง ที่อายุ 1 - 4 เดือน ตามลำดับ



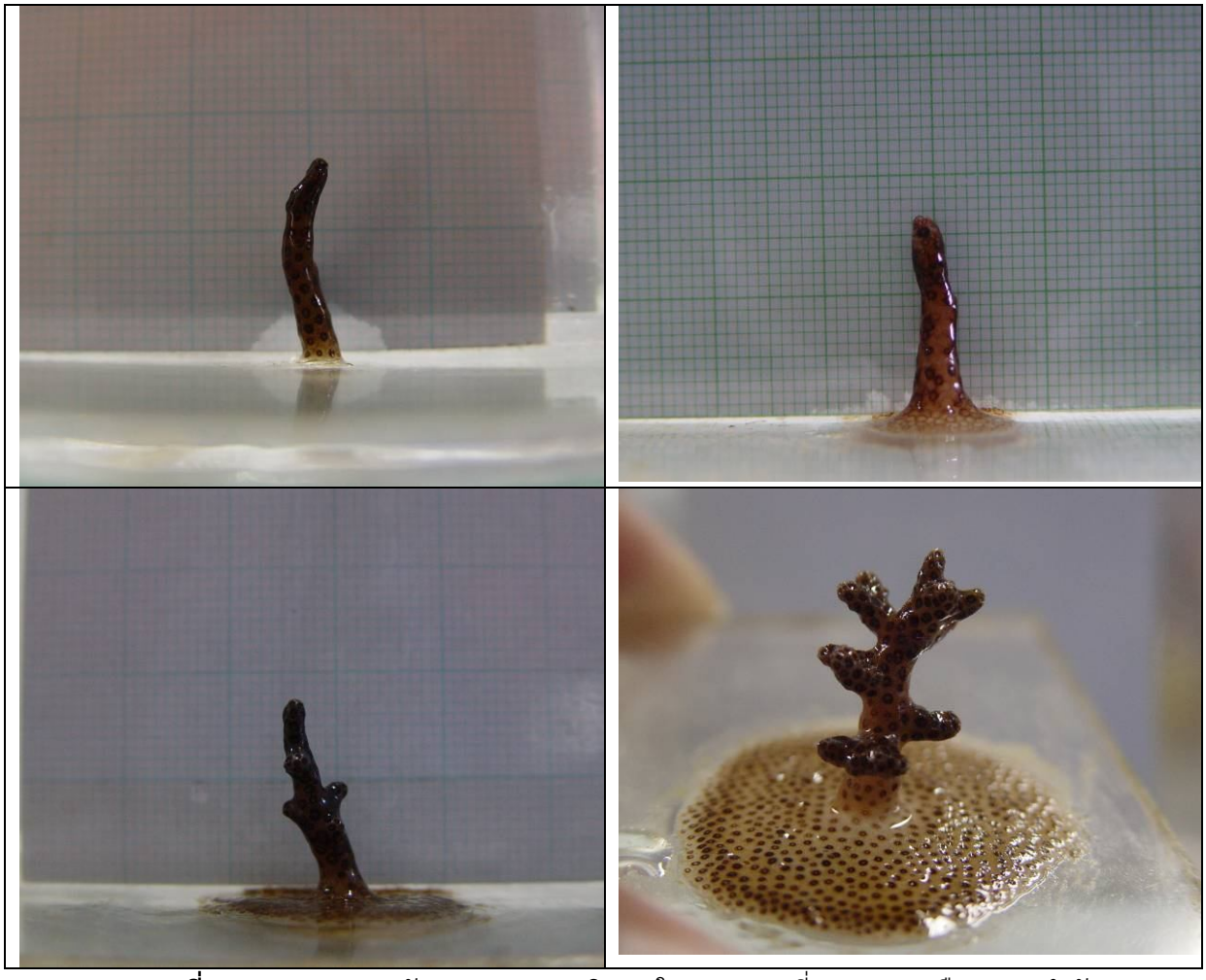
ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงรูปปะการังขนาด 1.0 เซนติเมตรในแนวนอน ที่อายุ 1 - 4 เดือน ตามลำดับ



ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงรูปปะการังขนาด 1.0 เซนติเมตรในแนวตั้ง ที่อายุ 1 - 4 เดือน ตามลำดับ



ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงรูปปะการังขนาด 1.5 เซนติเมตรในแนวนอน ที่อายุ 1 - 4 เดือน ตามลำดับ



ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงรูปปะการังขนาด 1.5 เซนติเมตรในแนวนอน ที่อายุ 1 - 4 เดือน ตามลำดับ