

การใช้ประโยชน์จากซูแซนเทลลี ในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยกาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์
เสฐียรพงษ์ เกียวกุล ภูมิพร พัฒนศิริ อังอร ทองคำดี
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางวาทรีพุทธิพิพัฒน์ ศรีจันทร์บุญ
หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ
กองเรือยุทธการ กองทัพเรือ

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

สนองพระราชดำริโดย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





คำนิยม

เพื่อเป็นการเทิดพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช เนื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ทรงสืบสานพระราชปณิธานต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรของประเทศ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ที่ทรงมีพระราชดำริให้มีการศึกษาสำรวจ “ตั้งแต่ยอดเขาถึงใต้ทะเล” เพื่อการอนุรักษ์ ทรัพยากรไทย ภูมิปัญญาไทย ให้คงอยู่เป็นสมบัติของชาติต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ได้รับสนองพระราชดำริ ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ทำการศึกษาสำรวจ และวิจัยในพื้นที่ต่างๆตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๓๙ มาจนถึงปัจจุบัน ได้แก่ โครงการสร้างป่าพันธุกรรมพืชตามแนวพระราชดำริ อุทยานแห่งชาติทับลาน อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่เกาะแสมสารและเกาะช้างเคียง อำเภอสตึก จังหวัดชลบุรี รวมทั้งเกาะอื่นๆในอ่าวไทย และทะเลอันดามันที่อยู่ในการดูแลของกองทัพเรือและกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ องค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พื้นที่หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา เขาวังเขมรและแปลง ๙๐๕ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี และพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ในการนี้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้จัดทำหนังสือเรื่อง “การใช้ประโยชน์จากชุมชนท้องถิ่นในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ” เพื่อเป็นองค์ความรู้พื้นฐานและการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ ซึ่งจะเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเพิ่มปริมาณและการอนุรักษ์หอยมือเสือในธรรมชาติให้คงอยู่ต่อไป นอกจากนี้เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เยาวชน นิสิต นักศึกษา ประชาชนและผู้สนใจทั่วไป ได้เห็นถึงความงดงามและคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์และการพัฒนาทรัพยากรของประเทศต่อไป

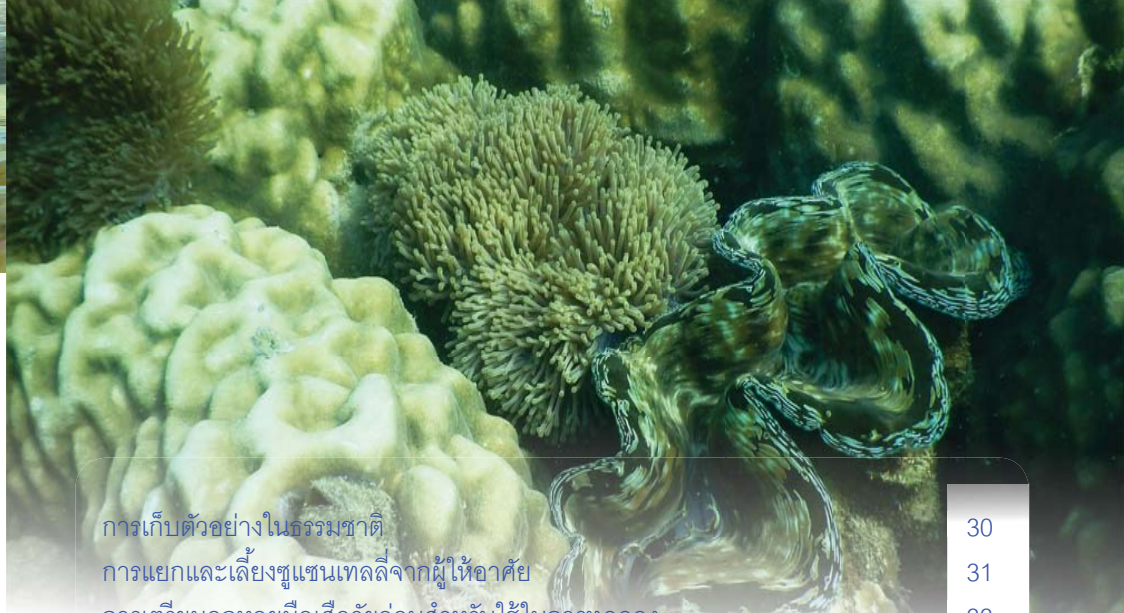
พรชัย จุฑามาศ

รองผู้อำนวยการ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)

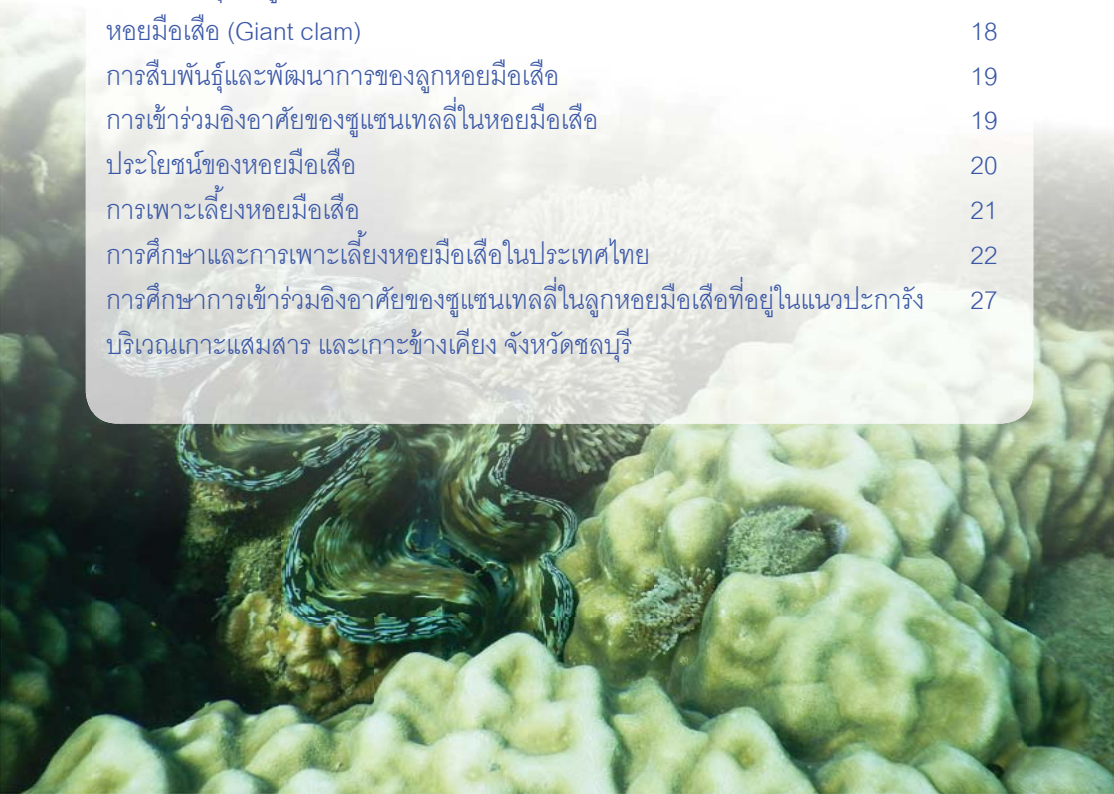


สารบัญ

บทนำ	8
การเข้าร่วมอิงอาศัยของซูแซนเทลลีในร่างกายของเจ้าบ้าน	11
การแยกและเพาะเลี้ยงซูแซนเทลลี	11
การใช้ประโยชน์จากซูแซนเทลลีในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ	12
ลักษณะทั่วไปของซูแซนเทลลี	12
เซลล์ที่มีลักษณะกลม	12
เซลล์ที่มีแฟลกเจลล่า	14
การศึกษาลักษณะของซูแซนเทลลีเซลล์โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน	15
การสืบพันธุ์ของซูแซนเทลลี	16
หอยมือเสือ (Giant clam)	18
การสืบพันธุ์และพัฒนาการของลูกหอยมือเสือ	19
การเข้าร่วมอิงอาศัยของซูแซนเทลลีในหอยมือเสือ	19
ประโยชน์ของหอยมือเสือ	20
การเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ	21
การศึกษาและการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือในประเทศไทย	22
การศึกษาการเข้าร่วมอิงอาศัยของซูแซนเทลลีในลูกหอยมือเสือที่อยู่ในแนวปะการังบริเวณเกาะเสม็ด และเกาะช้างเคียง จังหวัดชลบุรี	27



การเก็บตัวอย่างในธรรมชาติ	30
การแยกและเลี้ยงซูแซนเทลลีจากผู้ให้อาศัย	31
การเตรียมลูกหอยมือเสือวัยอ่อนสำหรับการใช้ในการทดลอง	33
โรงเพาะฟักหอยมือเสือกลางแจ้ง	34
การเตรียมป้อนและน้ำสำหรับการเพาะขยายพันธุ์หอยมือเสือ	35
การเพาะขยายพันธุ์หอยมือเสือ	35
วิธีดำเนินการการเพาะขยายพันธุ์หอยมือเสือ	36
การแยกและอนุบาลลูกหอย	38
การศึกษาทดลอง	40
ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกหอยในช่วงระยะการการเจริญ	41
พัฒนาการของลูกหอยวัยอ่อนและการเข้าร่วมอาศัยของซูแซนเทลลี	42
อัตราการรอดและการลงเกาะของลูกหอยมือเสือ	51
เอกสารอ้างอิง	54
กิตติกรรมประกาศ	56



สารบัญรูป

รูปที่ 1	ปะการังดอกไม้ทะเล และหอยมือเสือที่มีชุมชนเทลลูรีร่วมอิงอาศัย (ตัวอย่างจากเกาะโรงโชนโรงหนัง จังหวัดชลบุรี)	9	รูปที่ 23.	การแยกชุมชนเทลลูรี จากเนื้อเยื่อของเจ้าบ้านโดยใช้สเปย์ฉีด	31
รูปที่ 2.	การเข้าอิงอาศัยของชุมชนเทลลูรีในร่างกายของปะการัง และการออกจากร่างกายของปะการัง	10	รูปที่ 24.	การกรองแยกชุมชนเทลลูรี จากตัวอย่างเนื้อเยื่อของเจ้าบ้าน	32
รูปที่ 3.	เซลล์ที่มีลักษณะกลม (coccoid form) ของชุมชนเทลลูรีที่แยกจากปะการังดอกกะหล่ำ (<i>Pocillopora damicornis</i>) (ตัวอย่างจากเกาะปลาหมึก แสมสาร จังหวัดชลบุรี)	13	รูปที่ 25.	การศึกษาลักษณะและตรวจนับเซลล์ชุมชนเทลลูรี	32
รูปที่ 4.	เซลล์ที่มีแฟลกเจลล่า (gymnodinoid form) ของชุมชนเทลลูรี	14	รูปที่ 26.	การเลี้ยงชุมชนเทลลูรีระดับขวดในห้องเพาะเลี้ยงที่ควบคุมปัจจัยแวดล้อม	32
รูปที่ 5.	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดงองค์ประกอบภายในเซลล์ชุมชนเทลลูรี	15	รูปที่ 27.	โรงเพาะฟักหอยมือเสือกลางแจ้ง	33
รูปที่ 6.	ชุมชนเทลลูรีขณะแบ่งเซลล์	16	รูปที่ 28.	บ่อเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือ	34
รูปที่ 7.	การสับพันธุ์แบบอาศัยเพศ (ด้านซ้ายของภาพ) และไม่อาศัยเพศ (ด้านขวาของภาพ) ในชุมชนเทลลูรี	17	รูปที่ 29.	พ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือ	35
รูปที่ 8.	หอยมือเสือ บริเวณเกาะโรงโชนโรงหนัง จังหวัดชลบุรี	21	รูปที่ 30.	พ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือที่ทำความสะอาดแล้วฟุ้งแห้งในบ่อเพาะฟัก	36
รูปที่ 8.	หอยมือเสือ บริเวณเกาะโรงโชนโรงหนัง จังหวัดชลบุรี	21	รูปที่ 31.	ปล่อยน้ำให้ท่วมพ่อแม่พันธุ์หอยเพื่อกระตุ้นการวางไข่	37
รูปที่ 9.	หอยมือเสือในโรงเพาะฟัก	22	รูปที่ 32.	การล้างไข่และน้ำเชื้อที่ได้ผสมกันผ่านผ้ากรอง	38
รูปที่ 10.	Fecal pellet ที่ปล่อยออกมาจากหอยมือเสือในโรงเพาะฟัก	23	รูปที่ 33.	การกวนให้ไข่กับน้ำเชื้อผสมกัน	39
รูปที่ 11.	ขนาด fecal pellet ของหอยมือเสือ	24	รูปที่ 34.	การอนุบาลลูกหอยในบ่อไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร (ด้านข้าง)	39
รูปที่ 12.	แฟล็กกตอนพืชหลายชนิดใน fecal pellet ของหอยมือเสือ	25	รูปที่ 35.	การอนุบาลลูกหอยในบ่อไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร (ด้านบน)	39
รูปที่ 13.	ชุมชนเทลลูรีที่ตรวจพบใน fecal pellet ของหอยมือเสือ	26	รูปที่ 36.	ลูกหอยมือเสื้อมีอายุน้อยระยะ Trochophore	42
รูปที่ 14.	ปะการังเขากวาง (<i>Acropora</i> sp.)	27	รูปที่ 37.	ลูกหอยมือเสื้อมีอายุน้อยระยะ D-shape veliger	43
รูปที่ 15.	ปะการังดอกเห็ด (<i>Fungia fungites</i>)	28	รูปที่ 38.	ลูกหอยมือเสือ ระยะ veliger	43
รูปที่ 16.	ปะการังรังผึ้ง (<i>Goniastrea</i> sp.)	29	รูปที่ 39.	ลูกหอยมือเสือ ระยะ pediveliger อายุ 7-10 วัน	44
รูปที่ 17.	หอยมือเสือ (<i>Tridacna squamosa</i>)	29	รูปที่ 40.	ลูกหอยมือเสือ ระยะ pediveliger อายุ 11-15 วัน	44
รูปที่ 18.	ดอกไม้ทะเล (<i>Epiactis</i> sp)	29	รูปที่ 41.	ลูกหอยมือเสือในระยะ pediveliger อายุ 15-20 วัน	45
รูปที่ 19.	การตรวจวัดปัจจัยกายภาพของน้ำทะเลตามระดับความลึก	30	รูปที่ 42.	ลูกหอยอายุ 1 เดือน อยู่นี้ยังอยู่ในระยะ pediveliger	45
รูปที่ 20.	การใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและ แสงผูกติดกับกลุ่มปะการังที่ศึกษา	30	รูปที่ 43.	ลูกหอยมือเสือ ที่เข้าสู่ระยะ juvenile อายุ 2 เดือน	46
รูปที่ 21.	การดำน้ำเก็บตัวอย่างด้วย scuba diving 1	30	รูปที่ 44.	แสดงขนาดของลูกหอยมือเสือที่เข้าสู่ระยะ juvenile	47
รูปที่ 22.	การเก็บตัวอย่างชุมชนเทลลูรี จากหอยมือเสื้อมีด้วยกระบะบ่อเข็มฉีดยา	30	รูปที่ 45.	แสดงชุมชนเทลลูรีที่พบในแมนเทิลของลูกหอยมือเสือที่เข้าสู่ระยะ juvenile	47
			รูปที่ 46.	ลูกหอยมือเสือ ระยะ juvenile อายุ 2.5 เดือน เกาะที่หัวทรายให้อาการในบ่อเพาะเลี้ยง	48
			รูปที่ 47.	ลูกหอยมือเสือ ระยะ juvenile อายุ 4 เดือน	49
			รูปที่ 50.	การดำน้ำเก็บตัวอย่างชุมชนเทลลูรี	51
			รูปที่ 51-54.	สัตว์ที่บริเวณเก็บตัวอย่างชุมชนเทลลูรี	52-53

การใช้ประโยชน์จากซูแซนเทลลี ในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ

บทนำ

สัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังในแนวปะการังหลายชนิดตัวอย่างเช่น ปะการัง ดอกไม้ทะเล และหอยมือเสือ (รูปที่ 1) มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกับสาหร่ายเซลล์เดียวขนาดเล็กซูแซนเทลลี (zooxanthellae) การพึ่งพาอาศัยกันนี้ เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้รับประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย (mutualism) โดยซูแซนเทลลีร่วมอิงอาศัย (symbiont) อยู่ภายในเนื้อเยื่อของปะการัง ดอกไม้ทะเล และหอยมือเสือ ที่เรียกว่าเจ้าบ้าน (host) ซูแซนเทลลีจะปลดปล่อยเมื่อเข้าไปอยู่ในร่างกายของเจ้าบ้านและจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์และธาตุอาหารจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเจ้าบ้าน ได้ผลผลิตเป็นออกซิเจนและสารอาหารเพื่อการเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ของซูแซนเทลลีเองและส่งผ่านผลผลิตที่ได้ให้แก่เจ้าบ้านเพื่อใช้ในการเติบโต การศึกษาในปะการัง ของ Muscatine and Porter ในปี 1977 และ Trench ในปี 1979 ที่พบว่าสารอาหารและพลังงานมากกว่าร้อยละ 90 ที่ปะการังต้องการจะได้รับจากซูแซนเทลลี

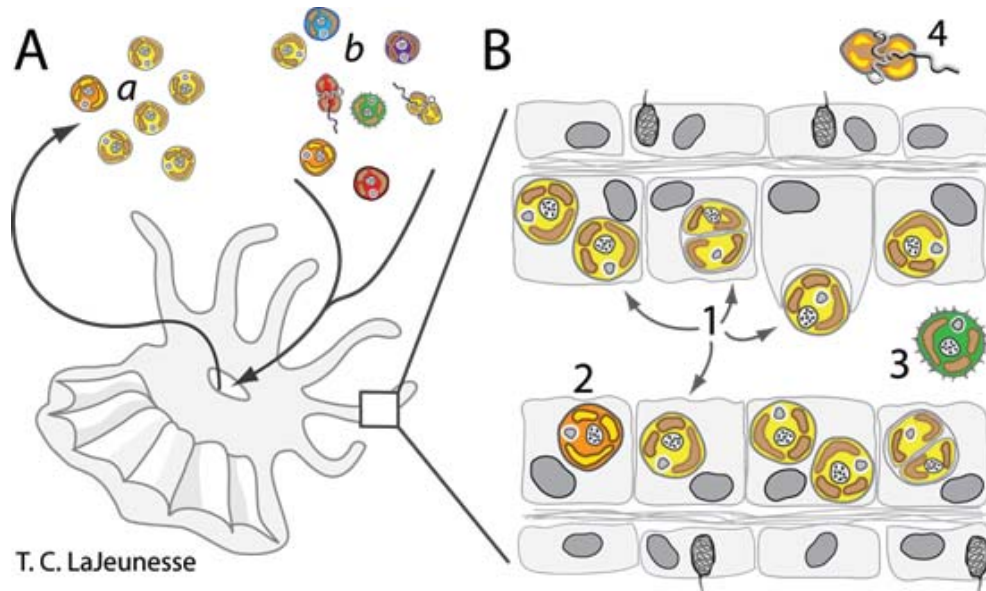
การที่ซูแซนเทลลีรับคาร์บอนไดออกไซด์และสารอาหารจากเจ้าบ้านไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและผลิตสารอาหารให้กับเจ้าบ้านดังกล่าว เป็นการแลกเปลี่ยนสารอาหารซึ่งกันและกันระหว่างเจ้าบ้านและผู้ร่วมอิงอาศัยที่ประสิทธิภาพสูงมาก ทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดสามารถอยู่ด้วยกันได้แม้มวลน้ำภายนอกจะมีธาตุอาหารต่ำตัวอย่างเช่นเกาะที่อยู่ห่างไกลจากชายฝั่งมากๆ น้ำทะเลโดยรอบเกาะจะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารในมวลน้ำต่ำมากแต่รอบๆเกาะก็ยังสามารถเกิดแนวปะการัง เกิดการชักนำและพัฒนาให้เกิดชุมชนสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆเกิดขึ้นได้อย่างหนาแน่นในแนวปะการังนั้นๆ

ในธรรมชาติซูแซนเทลลีจะเข้าและออกจากร่างกายของเจ้าบ้านอยู่ตลอดเวลา (รูปที่ 2) ซึ่งเป็นข้อดีสำหรับเจ้าบ้านเพราะ เป็นการเปิดโอกาสให้ซูแซนเทลลีที่ออกไปจากร่างกายของเจ้าบ้านได้มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (รูปที่ 7) และมีการปรับตัวตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ที่สำคัญคือเป็นการเปิดโอกาสให้เจ้าบ้านได้รับเซลล์ซูแซนเทลลีใหม่ๆจากมวลน้ำภายนอก ที่มีการพัฒนาสายพันธุ์หรือมีการปรับตัวให้ทนต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมในมวลน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม เป็นต้น



รูปที่ 1. ปะการังดอกไม้ทะเล และหอยมือเสือที่มีซูแซนเทลลีร่วมอิงอาศัย
(ตัวอย่างจากเกาะโรงโชนโรงหน่ง จังหวัดชลบุรี)

อย่างไรก็ตามในระบบนิเวศปะการังมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่สามารถรองรับซุนแซนเทลลีเป็นอาหารได้ เพื่อความอยู่รอด ซุนแซนเทลลีที่อยู่เป็นอิสระในมวลน้ำจึงจำเป็นต้องเข้าไปอิงอาศัยในร่างกายของเจ้าบ้านให้เร็วที่สุดเพื่อความปลอดภัยของตัวเอง ดังนั้นจึงพบซุนแซนเทลลีมีความหนาแน่นต่ำในมวลน้ำบริเวณแนวปะการัง



รูปที่ 2. การเข้าอิงอาศัยของซุนแซนเทลลีในร่างกายของปะการังและการออกจากร่างกายของปะการัง (<http://en.wikipedia.org/wiki/Symbiodinium>)

การเข้าร่วมอิงอาศัยของซุนแซนเทลลีในร่างกายของเจ้าบ้าน

ในสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด เช่น ปะการัง ดอกไม้ทะเล และหอยมือเสือพบว่าซุนแซนเทลลีจะเข้าร่วมอิงอาศัยในร่างกายของเจ้าบ้านดังกล่าวตั้งแต่เจ้าบ้านยังอยู่ในวัยอ่อนระยะที่เป็นแพลงก์ตอน แต่ในเจ้าบ้านบางชนิดจะพบว่าซุนแซนเทลลีจะเข้าไปอิงอาศัยอยู่ในไข่ของเจ้าบ้านก่อนหน้าที่จะเกิดการปฏิสนธิ ดังนั้นซุนแซนเทลลีจึงมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาของตัวอ่อนระยะต่างๆ ในสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง

ในสภาวะที่น้ำทะเลปราศจากซุนแซนเทลลีหรือมีความหนาแน่นต่ำ การเข้าอิงอาศัยในร่างกายของเจ้าบ้านอาจจะไม่เกิดหรือเกิดน้อย จะทำให้การพัฒนาของตัวอ่อนสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังดังกล่าวไม่เกิดขึ้นหรือไม่สามารถพัฒนาตัวอ่อนได้ตามปกติและท้ายที่สุดตัวอ่อนของสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังเหล่านี้อาจจะไม่สามารถลงเกาะและมีชีวิตรอดเป็นตัวเต็มวัยได้ตามปกติ ซุนแซนเทลลีจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังเจ้าบ้านตั้งแต่วัยอ่อนไปจนถึงโตเต็มวัย

การแยกและเพาะเลี้ยงซุนแซนเทลลี

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดจนมีกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ในแนวปะการังมากมาย ทำให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด การเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์หรือกิจกรรมดังกล่าวมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศปะการัง การเพิ่มจำนวนซุนแซนเทลลีด้วยการแยกและเพาะเลี้ยงซุนแซนเทลลี จึงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้การเพาะเลี้ยงตัวอ่อนสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่มีซุนแซนเทลลีร่วมอิงอาศัยประสบความสำเร็จสามารถเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำวัยอ่อน เพื่อใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์และการฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ได้ ตัวอย่างเช่น การเกิดปะการังฟอกขาว จากมลพิษในทะเล จากการประมงและการท่องเที่ยว เป็นต้น

การใช้ประโยชน์จากซูแซนเทลลีในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ

การศึกษาวิจัยที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งของการประสบความสำเร็จในการใช้ประโยชน์จากซูแซนเทลลีในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ โดยการแยกและเลี้ยงซูแซนเทลลีจากสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิดในพื้นที่เกาะเสม็ดและเกาะช้างเคียง ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และการสนับสนุนจากหน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ กองทัพเรือ ซึ่งได้เริ่มงานวิจัยนี้ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2554

ซูแซนเทลลี

ลักษณะทั่วไปของซูแซนเทลลี

ซูแซนเทลลีเป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Symbiodinium microadriaticum* เซลล์มีสีน้ำตาลอมเหลืองลักษณะกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 6-15 ไมโครเมตร (รูปที่ 3) ขึ้นอยู่กับจีโนไทป์ (genotype) และชนิดของเจ้าบ้าน (host) ลักษณะภายในของซูแซนเทลลีเซลล์ประกอบด้วย คลอโรพลาสต์ (chloroplast) ไทลาคอยด์ (thylakoids) โดย chloroplast thylakoid นี้จะเรียงซ้อนกันเป็นชั้น และมักจะเรียงตัวอยู่ใกล้ส่วนนอกสุดของเซลล์ พบ pyrenoid body อยู่ติดกับคลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่เก็บผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสง เช่น แป้ง (starch) เป็นต้น (Freudenthal, 1962)

เซลล์ของซูแซนเทลลี มี 2 รูปแบบ

1. เซลล์ที่มีลักษณะกลม (coccoid form) จะพบได้เฉพาะในเนื้อเยื่อ และเมื่อถูกขับออกจากเจ้าบ้าน (รูปที่ 3)



รูปที่ 3. เซลล์ที่มีลักษณะกลม (coccoid form) ของซูแซนเทลลีที่แยกจากปะการังดอกกะหล่ำ *Pocilloporad amicornis* (ตัวอย่างจากเกาะปลาหมึก แสมสาร จังหวัดชลบุรี)

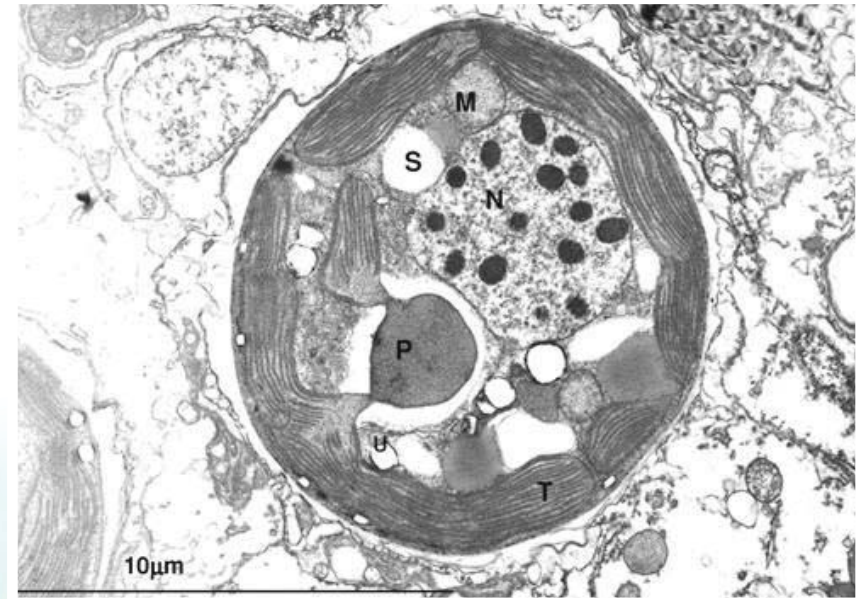
2. เซลล์ที่มีแฟลกเจลล่า (gymnodinoid form) เคลื่อนที่ได้ (รูปที่ 4) จะพบอยู่ในมวนน้ำ และจะไม่พบในเนื้อเยื่อของเจ้าบ้าน



รูปที่ 4. เซลล์ที่มีแฟลกเจลล่า (gymnodinoid form) ของซูแซนเทลลี

การศึกษาลักษณะของซูแซนเทลลีเซลล์โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

จากการศึกษาลักษณะของซูแซนเทลลีเซลล์โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านพบว่าภายในเซลล์ซูแซนเทลลี มีองค์ประกอบ คือ ไทลาคอยด์ (thylakoid) มีนิวเคลียส (nucleus) ที่มีโครโมโซม (chromosomes) ชัดตัวแน่น มีไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ไพรีนอยด์ (pyrenoid) แป้ง (starch) และ ผลึกกรดยูริก (crystal of uric acid) ซึ่งผลึกกรดยูริกเป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับเซลล์ (รูปที่ 3) ทำให้ซูแซนเทลลีเติบโตได้แม้ในสภาวะแวดล้อมที่มีไนโตรเจนต่ำ (Clode et al., 2009) พบโครโมโซมจำนวน 26-97 แท่ง ชัดตัวแน่นอยู่ภายในนิวเคลียส ที่ประกอบด้วย 1.5 - 4.8 pg DNA (Lajeunesse et al., 2005)



รูปที่ 5. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านแสดงองค์ประกอบภายในเซลล์ซูแซนเทลลี T คือ ไทลาคอยด์ (thylakoid) N คือ นิวเคลียส (nucleus) ที่มีโครโมโซม (chromosomes) ชัดตัวแน่น M คือ ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) P คือ ไพรีนอยด์ (pyrenoid) S คือ แป้ง (starch) และ U คือ ผลึกกรดยูริก (crystal of uric acid) (Stambler, 2011)

การสืบพันธุ์ของซูแซนเทลลี

ซูแซนเทลลีมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) และแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction)

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction)

การสืบพันธุ์ของซูแซนเทลลีแบบไม่อาศัยเพศเกิดขึ้นโดยวิธีการแบ่งเซลล์แบบ binary fission ในขณะที่เซลล์กลม ที่อาศัยภายในเนื้อเยื่อของเจ้าบ้านหรือเซลล์กลมที่อยู่เป็นอิสระ (รูปที่ 6)

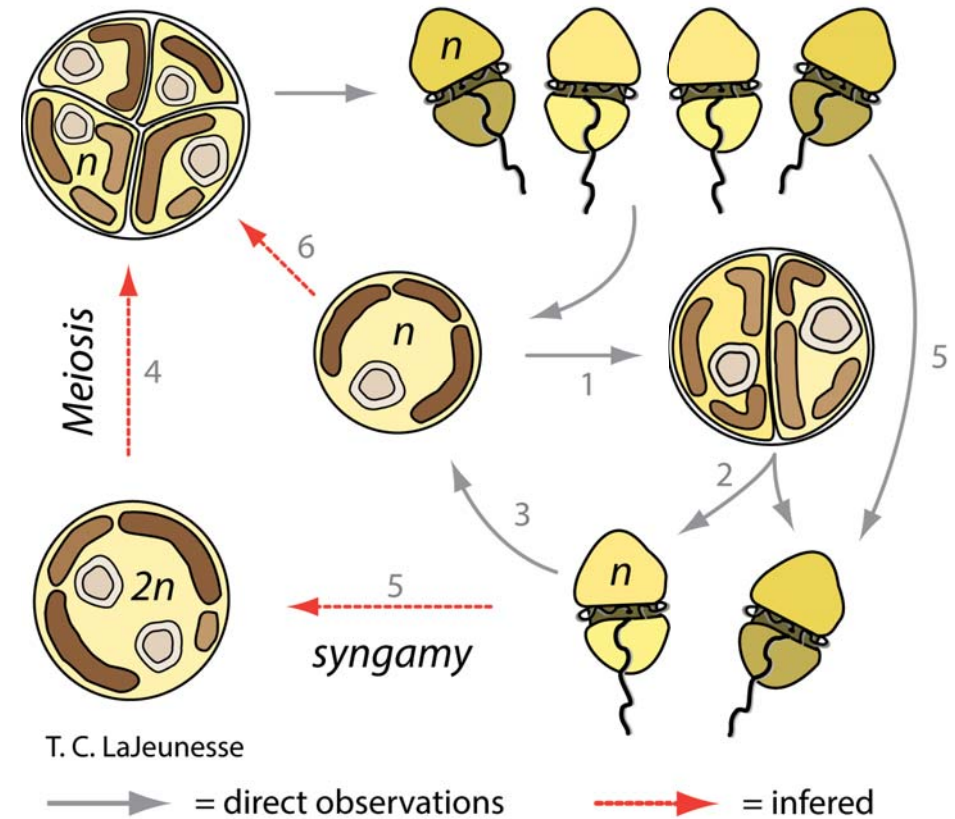


รูปที่ 6. ซูแซนเทลลีขณะแบ่งเซลล์

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction)

เกิดจากการการผสมของเซลล์ที่มีแฟลกเจลล่า gymnodinoid ซูแซนเทลลี ซึ่งเป็นเซลล์ที่เคลื่อนที่ได้ เซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็น haploid (n) จะทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์และจับคู่ผสมพันธุ์กันได้ไซโกต (zygote) มีจำนวนโครโมโซมเป็น diploid ($2n$) จากนั้นเซลล์จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) ได้เซลล์ใหม่เคลื่อนที่ได้จำนวน 4 เซลล์ ดังแสดงใน (รูปที่ 7)

Symbiodinium life cycle



รูปที่ 7. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (ด้านซ้ายของภาพ) และไม่อาศัยเพศ (ด้านขวาของภาพ) ในซูแซนเทลลี (<http://en.wikipedia.org/wiki/Symbiodinium>)

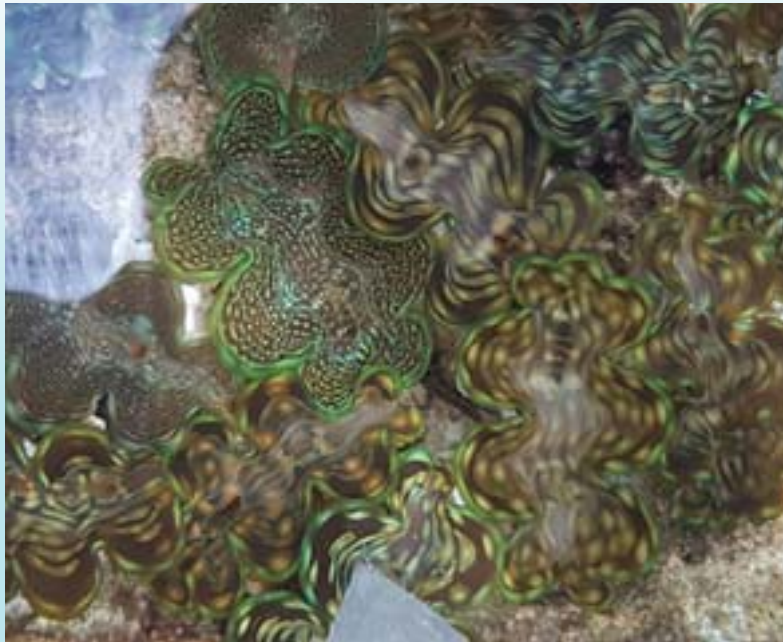
หอยมือเสือ (Giant clam)

หอยมือเสือ (Giant clam) เป็นหอยทะเลสองฝาขนาดใหญ่ จัดอยู่ในไฟลัม Mollusca ชั้น Bivalvia อันดับ Veneroida วงศ์ Cardiidae วงศ์ย่อย Tridacninae



มี 2 สกุลคือ Tridacna และ Hippopus

หอยมือเสือดำรงชีวิตด้วยการยึดเกาะพื้นผิวปะการัง ก้อนหิน หรือทราย ประชากรหอยมือเสือจะแพร่กระจายอยู่เฉพาะบริเวณแนวปะการังเขตร้อนแถบอินโดแปซิฟิก ในบริเวณที่มีน้ำใสและช่วงความลึกที่แสงสามารถส่องถึง เนื่องจากหอยมือเสืออาศัยพลังงานจากการรงกินแพลงก์ตอนพืชและการสังเคราะห์แสงโดยซิวแซนเทลลี ที่รวมอิงอาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยมือเสือ



การศึกษาการแพร่กระจาย ความชุกชุมและสถานะของหอยมือเสือทั่วโลก ในการสำรวจบริเวณที่เป็นแนวปะการังน้ำตื้นตลอดจนชายฝั่ง โดย Bin, Goh and Todd (2010) พบว่าตอนกลางของทะเลอินโด-แปซิฟิกมีความหลากหลายของหอยมือเสือมากที่สุดทั้งชนิด และความหนาแน่น

การสืบพันธุ์และพัฒนาการของลูกหอยมือเสือ

หอยมือเสือเป็นสัตว์ที่มี 2 เพศในตัวเดียวกัน (hermaphrodite) ขนาดแรกเริ่มที่จะสามารถสืบพันธุ์ได้จะมีอายุประมาณ 2-4 ปี โดยในช่วงอายุปีที่ 2-3 ปีแรก และเมื่ออายุย่างเข้าปีที่ 4.5-5 ปี ขึ้นไป เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือน้ำเชื้อ (sperm) จะสมบูรณ์ก่อน หลังจากนั้นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียหรือไข่ (Egg) จะสมบูรณ์ภายหลังทำให้หอยมือเสือหนึ่งตัวสามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้ทั้งสองเพศ

เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ หอยมือเสือจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาปฏิสนธิในมวลน้ำ และใช้เวลาประมาณ 26 – 28 ชั่วโมง และเริ่มมีการพัฒนาเป็นตัวอ่อนหอยเป็นระยะ trochophore ภายใน 3-5 วัน จากนั้นลูกหอยจะพัฒนาเป็นระยะ veliger ซึ่งระยะนี้ลูกหอยจะเริ่มกรองกินอาหารในมวลน้ำ มีอวัยวะประกอบด้วยขนที่เล็กเรียกว่า velum ช่วยในการว่ายน้ำ และเริ่มพัฒนาเป็นตัวหอยชัดเจนมีการสร้างเปลือกหุ้ม จากนั้นภายใน 7-14 วันจะเข้าสู่ระยะ pediveliger โดยจะพัฒนาเท้า (foot) ขึ้นมาดำรงชีวิตโดยการคืบคลานกับพื้นสลับกับว่ายน้ำ ในระยะนี้ซิวแซนเทลลีจะเริ่มเคลื่อนย้ายจากทางเดินอาหารไปยังส่วนของเนื้อเยื่อแมนเทิลและแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนทำให้ลูกหอยสามารถสังเคราะห์แสงได้ จากนั้นลูกหอยจะเริ่มลงเกาะพื้นและเข้าสู่ระยะ juvenile ภายใน 1-2 เดือน และภายใน 2-3 เดือน ลูกหอยมือเสือจะมีขนาดเปลือกเฉลี่ย 5-10 มิลลิเมตร (จินตนา นักระนาด, 2543)

การเข้าร่วมอิงอาศัยของซิวแซนเทลลีในหอยมือเสือ

Fitt and Trench (1981) ได้ทำการทดลองและเพาะเลี้ยงหอยมือเสือโดยทดลองเลี้ยงหอยมือเสือชนิด *Tridacna squamosa* พบว่าลูกหอยมือเสือที่ไม่ให้ซิวแซนเทลลีจะตายภายใน 3 สัปดาห์ สำหรับลูกหอยที่ได้รับซิวแซนเทลลีที่แยกจากเจ้าบ้านต่างชนิดกัน พบว่าลูกหอยที่ได้รับซิวแซนเทลลีจากหอยมือเสือชนิด *T. squamosa* จะมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกหอยที่ได้รับซิวแซนเทลลีที่แยกจาก ดอกไม้ทะเล *Aiptasia pallida*, *Cassiopeia xamachana*, *Zoanthus solarideri* และ กลุ่มของหอยมือเสือ *T. gigas*, และ *T. Maxima*

การศึกษาของ William et al. ในปี 1986 ได้ทำการทดลองให้สาหร่ายหลายชนิดแก่ลูกหอยมือเสือชนิด *Hippopus hippopus* พบว่ามีซิวแซนเทลลีเพียงชนิดเดียวเท่านั้นสามารถเข้าถึงทางเดินอาหารในส่วนของแ่งเลือด (haemal sinuses) ของหอยมือเสือและสามารถอาศัยในเนื้อเยื่อหอยมือเสือได้ ดังนั้นจากการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าซิวแซนเทลลีเป็น symbiotic algae ที่จำเพาะในหอยมือเสือ

นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อให้ชุมชนเทลลีที่แยกได้จากหอยมือเสือชนิด *H. hippopus* ให้กับลูกหอยชนิดเดียวกันทำให้ลูกหอยมีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ลงเกาะที่พื้นได้เร็วและมีการเติบโตดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการให้สาหร่ายที่แยกจากแหล่งอื่นเป็นอาหาร และยังพบว่าสามารถเลี้ยงลูกหอยมือเสือกับชุมชนเทลลีในน้ำทะเลกรอง โดยให้เพียงแสงสว่างแต่ไม่ให้อาหารในมวลง่ายได้นานถึง 10 เดือน

ประโยชน์ของหอยมือเสือ

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากหอยมือเสือมาตั้งแต่สมัยโบราณ เนื้อของหอยมือเสือโดยเฉพาะกล้ามเนื้อยึดเปลือก (adductor muscle) ถูกนำมาใช้เป็นอาหารที่มีราคาแพงและเป็นที่นิยมบริโภคในหลายประเทศ เปลือกหอยใช้ทำเครื่องใช้ เครื่องประดับ ส่วนหอยมือเสือขนาดเล็กนิยมนำมาเลี้ยงประดับในตู้ปลาทะเลสวยงาม

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หอยมือเสือถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากจนเกินกำลังที่ธรรมชาติจะเพิ่มจำนวนทดแทนได้ทันในทุกแหล่งของการแพร่กระจาย จนกระทั่งทำให้ประชากรหอยมือเสืออยู่ในสถานะใกล้สูญพันธุ์หรือบางชนิดสูญพันธุ์ไปจากบางแหล่ง นอกจากนี้การนำหอยมือเสือมาใช้ประโยชน์จำนวนมากทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศปะการังด้วย

ในด้านของความสวยงามหอยมือเสือ เนื่องจากหอยมือเสือมีสีสันของเนื้อเยื่อชั้นแมนเทิลที่หลากหลายช่วยเพิ่มความสวยงามแก่ทัศนียภาพใต้ท้องทะเล ช่องว่างของเปลือกหอยมือเสือเป็นที่อยู่อาศัยสำหรับสิ่งมีชีวิตชนิดเล็กๆ ทำให้เกิดความหลากหลายของที่อยู่อาศัย (topographic heterogeneity) นอกจากนี้ปะการังยังได้รับชุมชนเทลลีจากหอยมือเสือผ่านทางมูลของหอยมือเสือซึ่งพบว่ามีชุมชนเทลลีปะปนอยู่จำนวนมากด้วยเหตุนี้หอยมือเสือจึงถือเป็นแหล่งเก็บกักของชุมชนเทลลี ที่สำคัญของแนวปะการัง (Neo et al., 2015)

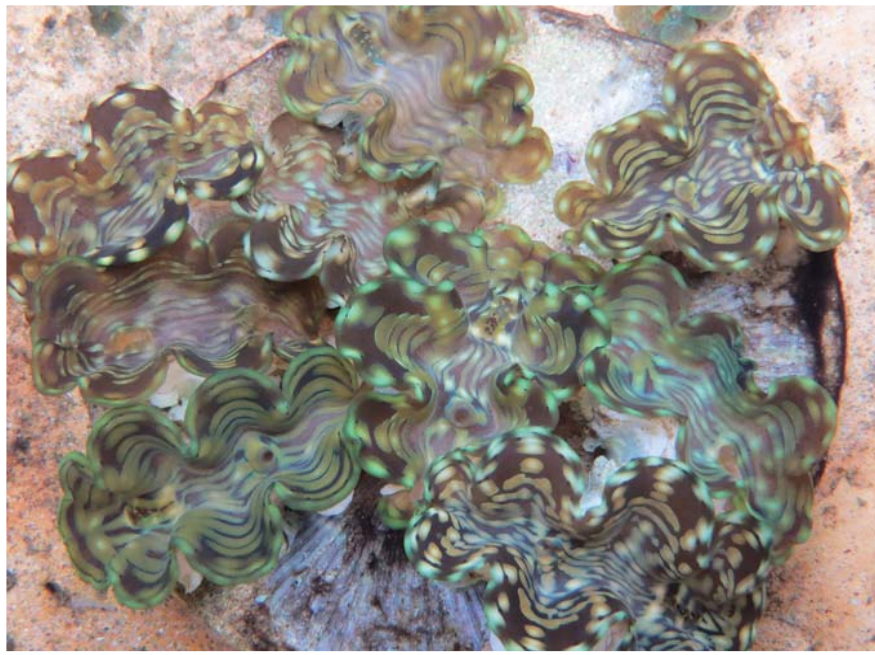
การเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ

ปัจจุบันหอยมือเสือจัดอยู่ในบัญชีสัตว์สงวนและคุ้มครองประเภท 2 ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 และเป็นสัตว์น้ำที่ได้รับการขึ้นบัญชีในรายชื่อสัตว์และพืชที่ใกล้สูญพันธุ์หรือหายากในอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดของสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (CITES, 2013: Online)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว การเพิ่มประชากรหอยมือเสือในธรรมชาติ (รูปที่ 8) และโดยการเพาะเลี้ยง (รูปที่ 9) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรหอยมือเสือได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 8. หอยมือเสือ บริเวณเกาะโรงโขนโรงหนัง จังหวัดชลบุรี

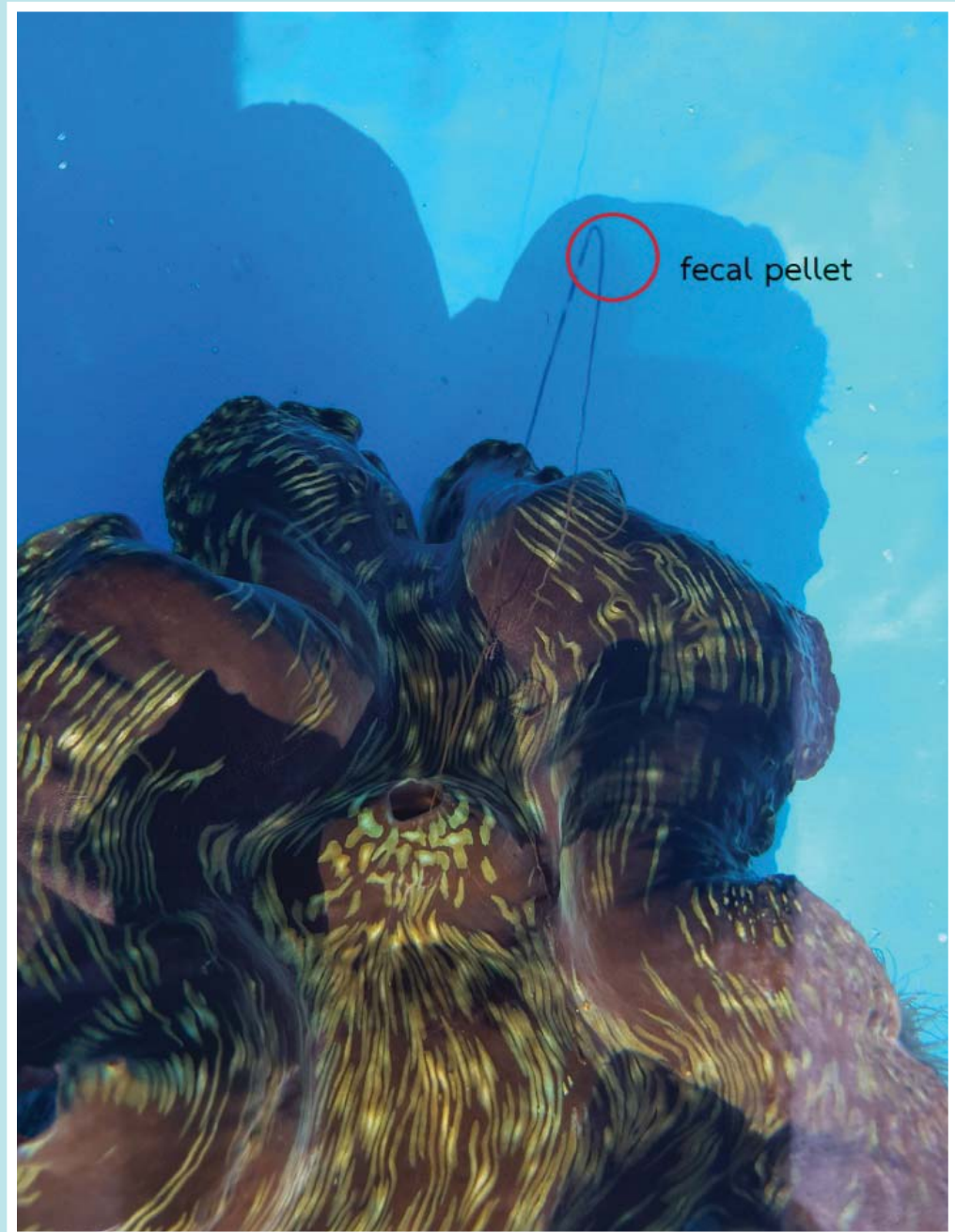


รูปที่ 9. หอยมือเสือในโรงเพาะฟัก

การศึกษาและการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือในประเทศไทย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ กรมประมง ได้ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือชนิด *Tridacna squamosa* ตั้งแต่ปี 2536 ภายในโรงเพาะเลี้ยงระบบเปิดกลางแจ้งใช้ตาข่ายกรองแสงและกักน้ำทะเลในบ่อพักเพื่อลดตะกอน จากนั้นจึงกรองน้ำผ่านเครื่องกรองทราย 1 ครั้ง ได้น้ำทะเลที่ใช้เพาะเลี้ยงมีความเค็ม 30-33 psu อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เก็บน้ำที่ผ่านการกรองไว้ในบ่อพักเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

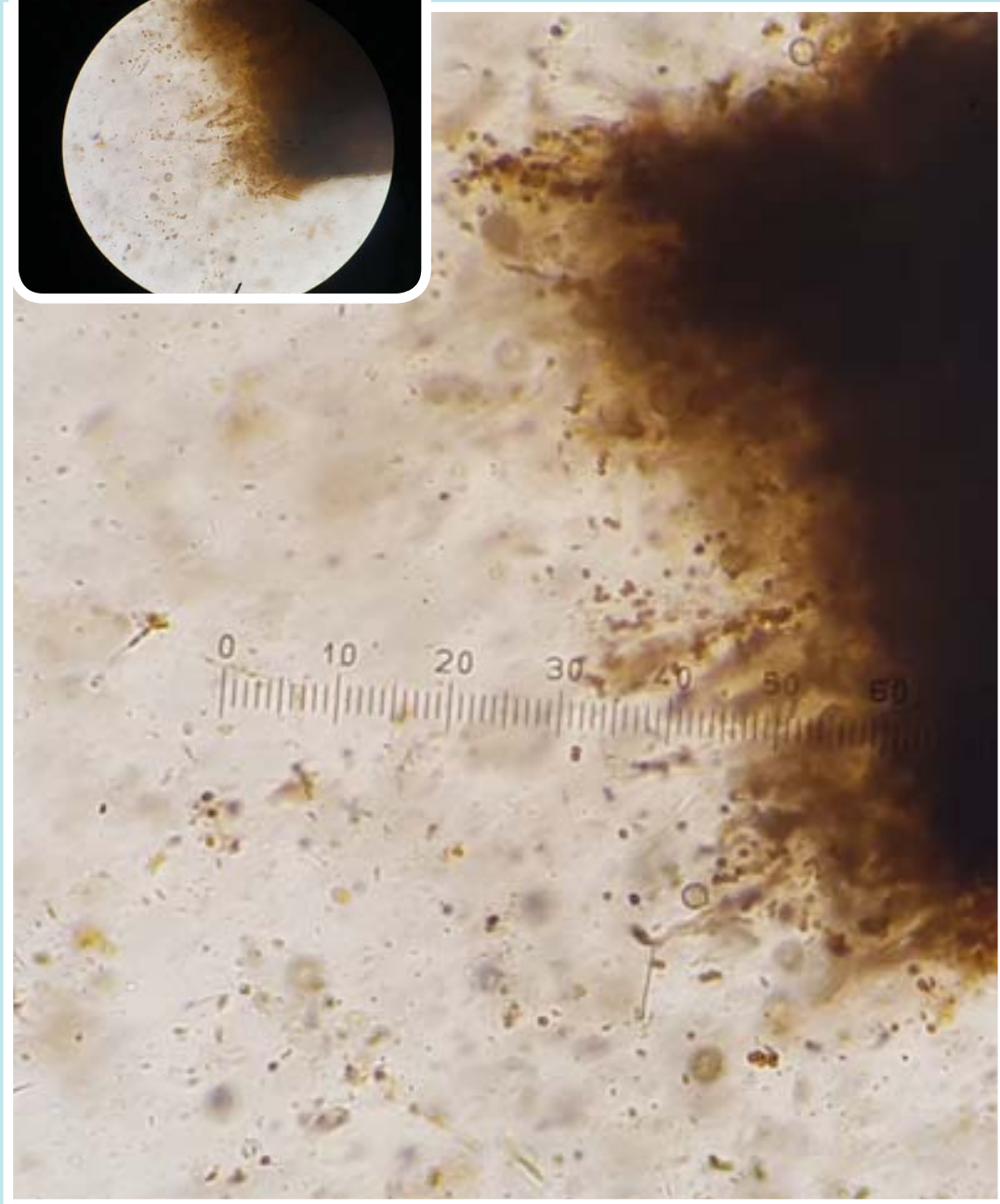
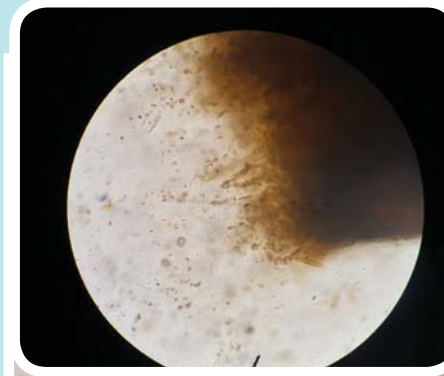
สำหรับน้ำทะเลที่ใช้ในการอนุบาลลูกหอยวัยอ่อนจะผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองทรายอีกครั้ง จากนั้นผ่านเครื่องกรองละเอียดและถุงกรองขนาด 1 ไมครอนเมตร แล้วผ่านเครื่องฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (UV) ให้ *Isochrysis galbana* และ *Chaetoceros calcitrans* เป็นอาหารเมื่อลูกหอยวัยอ่อนเข้าสู่ระยะ pediveliger จึงให้ซูแซนเทลลีที่ได้จากมูลหอยมือเสือ (fecal pellet) เสริมจากแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหาร (กรมประมง, 2540 : ออนไลน์) (รูปที่ 10-13) เพื่อให้เกิดการเข้าร่วมอิงอาศัยระหว่างหอยมือเสือและซูแซนเทลลี



รูปที่ 10. Fecal pellet ที่ปล่อยออกมาจากหอยมือเสือในโรงเพาะฟัก



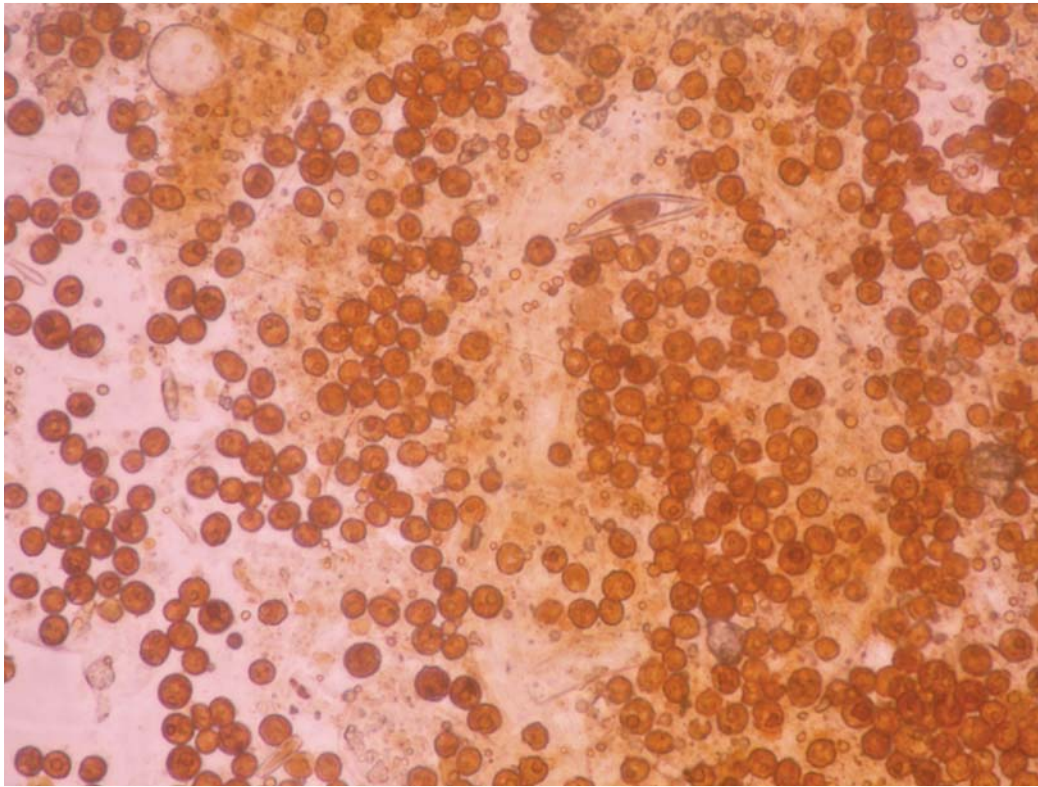
รูปที่ 11. ขนาด fecal pellet ของหอยมือเสือ



รูปที่ 12. แพลงก์ตอนพืชหลายชนิดใน fecal pellet ของหอยมือเสือ

การศึกษาการเข้าร่วมอิงอาศัยของชุมชนเทลลีในลูกหอยมือเสือที่อยู่ในแนวปะการังบริเวณเกาะเสมสาร และเกาะช้างเคียง จังหวัดชลบุรี

จากการศึกษาวิจัยดังกล่าวข้างต้น ประกอบกับความสำเร็จในการแยกและเพาะเลี้ยงชุมชนเทลลีจากเจ้าบ้านชนิดต่างๆ เช่น ดอกไม้ทะเล ปะการังชนิดต่างๆ และหอยมือเสือที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังบริเวณเกาะเสมสารและเกาะช้างเคียง จังหวัดชลบุรี จึงได้ทำการศึกษาทดลองการเข้าร่วมอิงอาศัยของชุมชนเทลลีที่แยกได้จากเจ้าบ้าน 5 ชนิด คือ ปะการังเขากวาง (*Acropora* sp.) (รูปที่ 14) ปะการังดอกเห็ด (*Fungia fungites*) (รูปที่ 15) ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea* sp.) (รูปที่ 16) หอยมือเสือ (*Tridacna squamosa*) (รูปที่ 17) และดอกไม้ทะเล (*Epiactis* sp.) (รูปที่ 18) ในลูกหอยมือเสือที่โรงเพาะเลี้ยงหอยมือเสือของศูนย์วิจัยและพัฒนาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยมือเสือให้ได้ลูกหอยมีอัตราการรอดสูงและแข็งแรง



รูปที่ 13. ชุมชนเทลลีที่ตรวจพบใน fecal pellet ของหอยมือเสือ



รูปที่ 14. ปะการังเขากวาง (*Acropora* sp.)



รูปที่ 15. ปะการังดอกเห็ด (*Fungia fungites*)



รูปที่ 17. หอยมือเสือ (*Tridacna squamosa*)



รูปที่ 16. ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea* sp.)

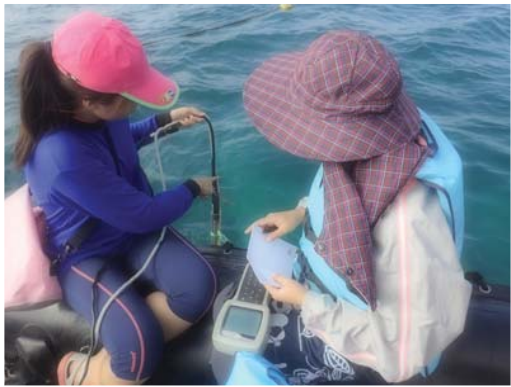


รูปที่ 18. ดอกไม้ทะเล (*Epiactis* sp.)

การศึกษาประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1. การเก็บตัวอย่างในธรรมชาติ

เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อของเจ้าบ้านในกลุ่มของปะการังโดยใช้ชิ้นส่วนที่ยังมีชีวิต สำหรับดอกไม้ทะเลใช้เนื้อเยื่อจากส่วนของหนวด โดยชิ้นส่วนของสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังดังกล่าวมีขนาดประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร (รูป 19-22)



รูปที่ 19 วิธีการตรวจวัดปัจจัยกายภาพของน้ำทะเลตามระดับความลึก



รูปที่ 20 วิธีการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและแสงผูกติดกับกลุ่มปะการังที่ศึกษา



รูปที่ 21 ดำน้ำเก็บตัวอย่างด้วยวิธี scuba diving



รูปที่ 22 วิธีเก็บตัวอย่างซูแซนเทลลีจากหอยมือเสือด้วยกระบอกเข็มฉีดยา

ขั้นตอนที่ 2. การแยกและเลี้ยงซูแซนเทลลีจากผู้ให้อาศัย

จากนั้นนำเนื้อเยื่อ ซูแซนเทลลีออกจากชิ้นส่วนที่ตัดมาด้วยการฉีดด้วยน้ำทะเลกรองใส่เนื้อเยื่อบน petri dish แล้วนำน้ำที่ค้างใน petri dish ไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที นำมาแยกซูแซนเทลลี ด้วยเทคนิค pasteur pipette single cell isolation แล้วทำการเพิ่มจำนวนและเลี้ยงในอาหารเลี้ยงแพลงก์ตอน ตามวิธีของ กมลพร พัฒนศิริ (2556)

สำหรับหอยมือเสือนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อชั้น mantle มาเป็นตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ใน microcentrifuge tubes เขย่าในน้ำทะเลที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 2-3 นาที นำมาแยกซูแซนเทลลีตามวิธีดังกล่าวข้างต้น

ทำการเลี้ยงตั้งแต่ในระดับหลอดและขวดตามลำดับ (รูปที่ 26) เมื่อซูแซนเทลลีเพิ่มจำนวนมากขึ้นจึงขยายขวดเลี้ยงให้มีปริมาตร 10 ลิตรให้อากาศเพื่อให้สาหร่ายเติบโตได้ดีและไม่ติดกันขวดเลี้ยง สำหรับซูแซนเทลลีทั้งหมดที่ใช้การการศึกษารังนี้ จะทำการเพาะเลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิ 27 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง $54 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ช่วงมืด : ช่วงสว่าง 12 : 12 ชั่วโมง โดยมีความหนาแน่นของเซลล์เริ่มต้น 4,500-5,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (รูปที่ 23-25)



รูปที่ 23. การแยกซูแซนเทลลีจากเนื้อเยื่อของเจ้าบ้านโดยใช้สเปย์ฉีด.

ขั้นตอนที่ 3. การเตรียมลูกหอยมือเสือวัยอ่อนสำหรับการทดลอง

ทำการเพาะหอยมือเสือให้ได้ตัวอ่อนเพื่อใช้ในการศึกษา ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (รูปที่ 27) โดยดำเนินการดังนี้



รูปที่ 24. การกรองแยกชุมชนเซลล์จากตัวอย่างเนื้อเยื่อของเจ้าบ้าน



รูปที่ 25. การศึกษาลักษณะและตรวจนับเซลล์ชุมชนเซลล์



รูปที่ 26. การเลี้ยงชุมชนเซลล์ระดับขวดในห้องเพาะเลี้ยงที่ควบคุมปัจจัยแวดล้อม



รูปที่ 27. โรงเพาะฟักหอยมือเสือกลางแจ้ง

ขั้นตอนที่ 4. การเตรียมบ่อและน้ำสำหรับการเพาะขยายพันธุ์หอยมือเสือ

นำน้ำทะเลที่ผ่านเครื่องกรองทรายและถูกรองขนาด 10 ไมครอน 5 ไมครอน และ 1 ไมครอน ตามลำดับ ฆ่าเชื้อด้วยแสง UV ให้อากาศตลอดเวลา พักน้ำไว้ 3-4 วัน จากนั้นนำน้ำทะเลดังกล่าวปริมาณ 15 ลิตร ใส่ในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 20 ลิตร (รูปที่ 28) ควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงอยู่ในช่วง ความเค็ม 33-35 psu อุณหภูมิ 28 - 30 องศาเซลเซียส pH 8.3 - 8.4



รูปที่ 28. บ่อเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือ

ขั้นตอนที่ 5. การเพาะขยายพันธุ์หอยมือเสือ

การผสมพันธุ์หอยมือเสือโดยใช้สเปิร์มและไข่จากพ่อแม่พันธุ์หอย (รูปที่ 29) ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ หลังจากมีการปฏิสนธิแล้วประมาณ 26 – 28 ชั่วโมง จะได้ลูกหอยมือเสื้อมวยอ่อนในระยะ Trochophore จากนั้นจึงคัดเลือกลูกหอยมือเสือที่แข็งแรงไปใช้ในการทดลอง



รูปที่ 29. พ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือ

วิธีดำเนินการเพาะขยายพันธุ์หอยมือเสือ

การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ด้วยวิธีการผึ่งแห้ง (Induced Spawning : Heat Stress)

วิธีการผึ่งแห้งเป็นวิธีการกระตุ้นให้หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน โดยทำการเลือกใช้พ่อแม่หอยมือเสือที่สมบูรณ์เพศแล้วอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไปไปทำการกระตุ้น จากพ่อแม่พันธุ์หอยดังกล่าวนำไปขัดทำความสะอาดเปลือกแล้วจึงใส่ลงในบ่อ (รูปที่ 30) จากนั้นเปิดน้ำให้ท่วมตัวหอยนาน 30 นาที (รูปที่ 31) แล้วปล่อยน้ำออกจากบ่อทิ้งให้บ่อแห้งนาน 30 นาที ทำสลับกันเช่นนี้ซ้ำ 3-4 ครั้ง หอยจะเกิดความเครียดและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมา

เนื่องจากหอยมือเสือ มี 2 เพศ ในตัวเดียวกัน (protandrous simultaneous hermaprodite) โดยปกติหอยจะปล่อยน้ำเชื้อ (sperm) ออกมาก่อน จากนั้นจึงจะปล่อยไข่ (egg) หรืออาจจะเลือกปล่อยอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับพ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือที่มักจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากทำการกระตุ้น หากหอยยังไม่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ให้เว้นช่วง 1-2 วัน แล้วจึงทำการกระตุ้นอีกครั้ง



รูปที่ 30. พ่อแม่พันธุ์หอยมือเสือที่ทำความสะอาดแล้วผึ่งแห้งในบ่อเพาะพัก



รูปที่ 31. ปล่อยน้ำให้ท่วมพ่อแม่พันธุ์หอยเพื่อกระตุ้นการวางไข่

การแยกและอนุบาลลูกหอย

หลังจากหอยพ่อแม่พันธุ์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แล้ว ให้แยกตัวที่ปล่อยไข่และน้ำเชื้อออก นำไข่และน้ำเชื้อที่ได้ผสมกันผ่านผ้ากรองขนาดตา 45/60 ไมโครเมตร และล้างผ่านผ้ากรองขนาดตา 110/220 ไมโครเมตร (รูปที่ 32) เพื่อกรองเมือก เศษผงเศษขยะ หรือแมลงตัวเล็กๆ ออกจากมวลน้ำ แล้วใช้ที่กวนให้ไข่และน้ำเชื้อผสมกัน (รูปที่ 33) จากนั้นนำไปอนุบาลในไนบ่อไฟเบอร์กลาสขนาดปริมาตรจุน้ำทะเล 1,000 ลิตร (รูปที่ 34-35) ที่ผ่านแสง UV และผ้ากรองขนาด 1 ไมโครเมตร ความหนาแน่นไม่เกิน 5 ล้านตัวต่อ 1,000 ลิตร ให้อากาศเบาๆ ใส่ EDTA 200 มิลลิกรัมต่อ 1,000 ลิตร เพื่อจับโลหะหนักในน้ำ และฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วย antibiotic (streptomycin + neomycin) 200 มิลลิกรัมต่อ 1,000 ลิตร เป็นเวลา 3 วัน ลูกหอยจะเข้าสู่ระยะ D-shape veliger จากนั้นจึงนำไปใช้ในการทดลองต่อไป



รูปที่ 32. การล้างไข่และน้ำเชื้อที่ได้ผสมกันผ่านผ้ากรองขนาดตา 45/60 และ 110/220 ไมโครเมตร



รูปที่ 33. การกวนไข่กับน้ำเชื้อผสมกัน



รูปที่ 34. การอนุบาลลูกหอยในไนบ่อไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร (ด้านข้าง)



รูปที่ 35. การอนุบาลลูกหอยในไนบ่อไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร (ด้านบน)

การศึกษาทดลอง

ทำโดยวิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง (Treatment) โดยแต่ละชุดการทดลองจะมีความหนาแน่นของลูกหอยมือเสือ (*T. squamosa*) วัยอ่อน ในระยะ Trochophore 5 ตัว / มิลลิลิตร ซึ่งให้อาหารเป็นชุมชนเทลลีที่แยกได้จากผู้ให้แต่ละชนิด ดังนี้

- การทดลองที่ 1 ใช้ชุมชนเทลลีที่แยกจากหอยมือเสือ (ชุดควบคุม)
- การทดลองที่ 2 ใช้ชุมชนเทลลีที่แยกจากดอกไม้ทะเล
- การทดลองที่ 3 ใช้ชุมชนเทลลีที่แยกจากปะการังเขากวาง
- การทดลองที่ 4 ใช้ชุมชนเทลลีที่แยกจากปะการังดอกเห็ด
- การทดลองที่ 5 ใช้ชุมชนเทลลีที่แยกจากปะการังรังผึ้ง

ทำการทดลองในลูกหอยมือเสือ (*T. squamosa*) วัยอ่อนระยะ Trochophore แต่ละชุดการทดลอง (Treatment) จะทำ 3 ซ้ำ (Replications) โดยให้ชุมชนเทลลีที่แยกได้จากเจ้าบ้านชนิดต่างๆ เป็นอาหารทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ในเวลา 10:00 น. โดยมีความหนาแน่นเซลล์ในถังเลี้ยงเท่ากับ 200-300 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำออก 50% ของระดับน้ำทั้งหมดในถังเลี้ยง ทุกๆ 2 วัน การตรวจวัดคุณภาพน้ำเบื้องต้น จะทำการวัดในส่วนของคุณค่าเคมี คุณค่าชีวเคมี คุณค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ โดยใช้เครื่อง YSI Model 650 XL (Multiprobe system) และวัดค่าแอมโมเนียด้วยชุดทดสอบแอมโมเนีย (Ammonia Test Kit) ก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ทำทุกๆ 2 วัน เช่นกัน

ใน 2 สัปดาห์แรก ทำการสุ่มตัวอย่างการดำเนินงานของแต่ละชุดการทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างลูกหอยมือเสือวัยอ่อนทุกวัน ครั้งละ 30 ตัว เพื่อให้ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ของลูกหอยวัยอ่อนในระยะ trochophore จนถึงระยะ veliger และ pediveliger

ในสัปดาห์ที่ 3 ไปจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง เปลี่ยนไปทำการสุ่มตัวอย่างทุก 5 วัน และย้ายลูกหอยลงสู่ถังเลี้ยงขนาด 100 ลิตร มีระบบน้ำไหลเวียน และมีแผ่นปูนสำหรับล่อให้ลูกหอยลงเกาะปูที่พื้นถังโดยลูกหอยมือเสือจะเข้าระยะ juvenile ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไม่มากนัก แต่จะมีการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของเปลือกที่มีเปลี่ยนแปลง

ทั้งนี้การทดลองจะใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งสิ้น 4 เดือน ทำการสังเกตพัฒนาการการเข้าร่วมอิงอาศัยของชุมชนเทลลี ทำการวัดความยาวเปลือกและบันทึกภาพของลูกหอยภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (stereo microscope) ตลอดการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับจำนวนเพื่อศึกษาอัตราการรอดของลูกหอย

จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการรอดตายและสังเกตการพัฒนาการและการเข้าร่วมอิงอาศัยของชุมชนเทลลีที่แยกจากตัวอย่างเจ้าบ้าน ในลูกหอยมือเสือวัยอ่อนด้วย one-way ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลอัตราการรอดและการเติบโตด้านความยาวเปลือกของแต่ละชุดการทดลองกับชุดการทดลองควบคุม (ชุดการทดลองที่ 1) ด้วย T-test

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกหอยมือเสือในช่วงระยะการการเจริญ

การตรวจวัดคุณภาพน้ำพบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนทั่วไปโดยน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงลูกหอยช่วง 14 วัน เป็นน้ำทะเลที่ใช้จะสูบมาพักในบ่อตกตะกอน จากนั้นจะผ่านกรองทรายและกรองละเอียด 1 ไมครอนเมตร ฆ่าเชื้อด้วย UV ซึ่งน้ำทะเลดังกล่าวมีความเค็มอยู่ในช่วง 33-35 psu ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 8.3 – 8.5 ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ (DO) 4-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าอัลคาไลอยู่ที่ 131-139 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าแอมโมเนีย อยู่ที่ 0.01-0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร

พัฒนาการของลูกหอยวัยอ่อนและการเข้าร่วมอิงอาศัยของชุมชนเทลลี

การพัฒนาการของลูกหอยวัยอ่อนและการเข้าร่วมอิงอาศัยของชุมชนเทลลีในบ่อควบคุมตั้งแต่การผสมกันของไข่และน้ำเชื้อ

การพัฒนาของลูกหอยพบว่าภายใน 1-4 ชั่วโมงแรก หลังจากไข่ได้รับการปฏิสนธิ ตัวอ่อนจะเริ่มแบ่งเซลล์ จากนั้นภายใน 24 ชั่วโมง ลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะ Trochophore มีลักษณะคล้ายลูกช่าง สามารถว่ายน้ำอย่างอิสระ (รูปที่ 36)



รูปที่ 36. ลูกหอยมือเสือวัยอ่อนระยะ Trochophore

การพัฒนาของลูกหอยมือเสือวัยอ่อนที่มีอายุ 2-3 วัน ลูกหอยจะเข้าสู่ระยะ D-shape veliger อย่างสมบูรณ์ ลูกหอยมีลักษณะคล้ายตัว D มีเปลือกหุ้ม มีซีเลียสำหรับใช้ว่ายน้ำ (รูปที่ 37)



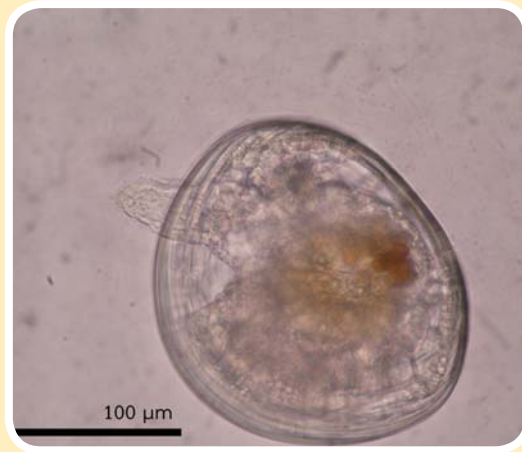
รูปที่ 37. ลูกหอยมือเสือวัยอ่อนระยะ D-shape veliger

การพัฒนาของลูกหอยมือเสือ เมื่ออายุ 4-7 วันลูกหอยจะเข้าสู่ระยะ veliger ที่มี umbo ชัดเจนและมีความหนามากขึ้น ดำรงชีวิตด้วยการว่ายน้ำและกรองกินอาหารในมวลน้ำ (รูปที่ 38)



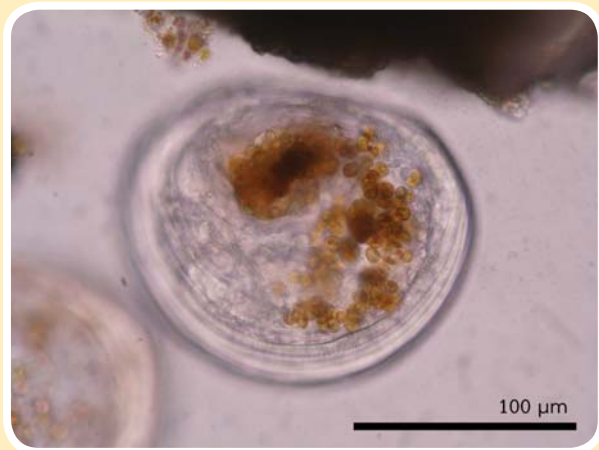
รูปที่ 38. ลูกหอยมือเสือ ระยะ veliger

การพัฒนาของลูกหอยมือเสือ อายุ 7-10 วัน ลูกหอยจะเข้าสู่ระยะ pediveliger มี Foot ชัดเจน ดำรงชีวิตด้วยการว่ายน้ำสลับกับคืบคลานบนพื้นและสามารถกรองกินอาหารในมวลน้ำเริ่มมีการสะสมของสาหร่ายซูแซนเทลลีในส่วนช่องทางเดินอาหาร (รูปที่ 39)



รูปที่ 39. ลูกหอยมือเสือ ระยะ pediveliger อายุ 7-10 วัน

การพัฒนาของลูกหอยมือเสือ อายุ 11-15 วัน ลูกหอยมือเสืออยู่ในระยะ pediveliger ดำรงชีวิตด้วยการคืบคลานกับอยู่กับพื้นบ่อเป็นหลัก และจะพบซูแซนเทลลีในส่วนช่องทางเดินอาหารและเริ่มแพร่กระจายไปยังบางส่วนของแมนเทิล (รูปที่ 40)



รูปที่ 40. ลูกหอยมือเสือ ระยะ pediveliger อายุ 11-15 วัน
ลูกหอยระยะนี้ จะอาศัยอยู่ที่พื้นบ่อ พบซูแซนเทลลีสะสมในทางเดินอาหารและเริ่มกระจายไปสู่แมนเทิล

การพัฒนาของลูกหอยมือเสืออายุ 15-20 วัน ยังอยู่ในลูกหอยระยะ pediveliger ยังคงคืบคลานกับอยู่กับพื้นเป็นหลัก พบซูแซนเทลลีในส่วนช่องทางเดินอาหารมากขึ้น และเริ่มแพร่กระจายไปยังส่วนของแมนเทิลทั้งหมด (รูปที่ 41)



รูปที่ 41. ลูกหอยมือเสือในระยะ pediveliger อายุ 15-20 วัน
ลูกหอยยังอาศัยอยู่ที่พื้นบ่อ แต่ซูแซนเทลลีจะกระจายไปทั่วแมนเทิล

การพัฒนาของลูกหอยมือเสือ อายุ 1 เดือน ลูกหอยในระยะ pediveliger จะคืบคลานกับอยู่กับพื้นอย่างสมบูรณ์ พบการพัฒนาของ siphon และการสะสมของซูแซนเทลลีในส่วนเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยทั้งหมดตัวหอยเริ่มมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมคล้ายหอยเต็มวัย (รูปที่ 42)



รูปที่ 42. ลูกหอยอายุ 1 เดือน ระยะนี้ยังอยู่ในระยะ pediveliger แต่ลูกหอยจะอาศัยอยู่ที่พื้นบ่อ อย่างสมบูรณ์ และเริ่มมีลักษณะคล้ายหอยเต็มวัย

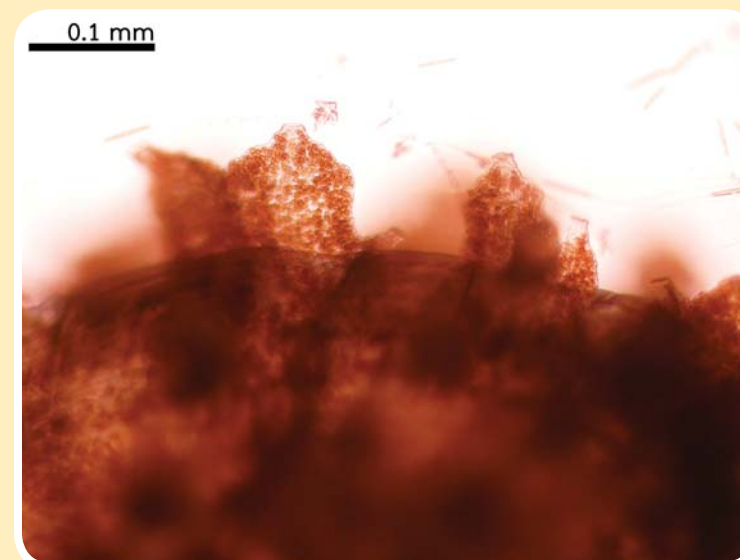
การพัฒนาของลูกหอยมือเสือ อายุ 2 เดือนลูกหอยเข้าสู่ระยะ juvenile แต่ยัง มี Foot ให้เห็นอยู่ อาศัยอยู่ที่พื้นโดยมีเส้นใย byssus ที่เหนียวไว้ยึดเกาะกับพื้น กรอง กินอาหารในมวลน้ำด้วย siphon มีสาหร่ายซูแซนเทลลีแพร่กระจายและแบ่งเซลล์อย่าง สมบูรณ์ในส่วนของเนื้อเยื่อแมนเทิล เปลือกเริ่มมีรอยหยักเป็นเกล็ดคล้ายพ่อแม่พันธุ์ (รูปที่ 43)



รูปที่ 43. ลูกหอยมือเสือ ที่เข้าสู่ระยะ juvenile อายุ 2 เดือน



รูปที่ 44. แสดงขนาดของลูกหอยมือเสือที่เข้าสู่ระยะ juvenile



รูปที่ 45. แสดงซูแซนเทลลีที่พบในแมนเทิลของลูกหอยมือเสือที่เข้าสู่ระยะ juvenile



รูปที่ 46. ลูกหอยมือเสือ ระยะ juvenile อายุ 2.5 เดือน
เกาะที่หัวทรายให้อากาศในบ่อเพาะเลี้ยง



รูปที่ 47. ลูกหอยมือเสือ ระยะ juvenile อายุ 4 เดือน

อัตราการรอดและการลงเกาะของลูกหอยมือเสือ

พบว่าอัตราการรอดของลูกหอยมือเสือวัยอ่อนที่ให้ชูแซนเทลลีที่แยกได้จากเจ้าบ้านปะการังเขากวางมีอัตราการรอดสูงสุด $42 \pm 3.85\%$ ($p < 0.05$)

ส่วนการให้ชูแซนเทลลีที่แยกจากเจ้าบ้านปะการังจึงทำให้ลูกหอยมีพัฒนาการระยะต่างๆเร็วที่สุด 6.7 ± 1 วัน ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังสร้างการเข้าร่วมอาศัยกับลูกหอยวัยอ่อนอย่างสมบูรณ์ได้เร็วที่สุด 12 ± 1 วัน ($p < 0.05$)

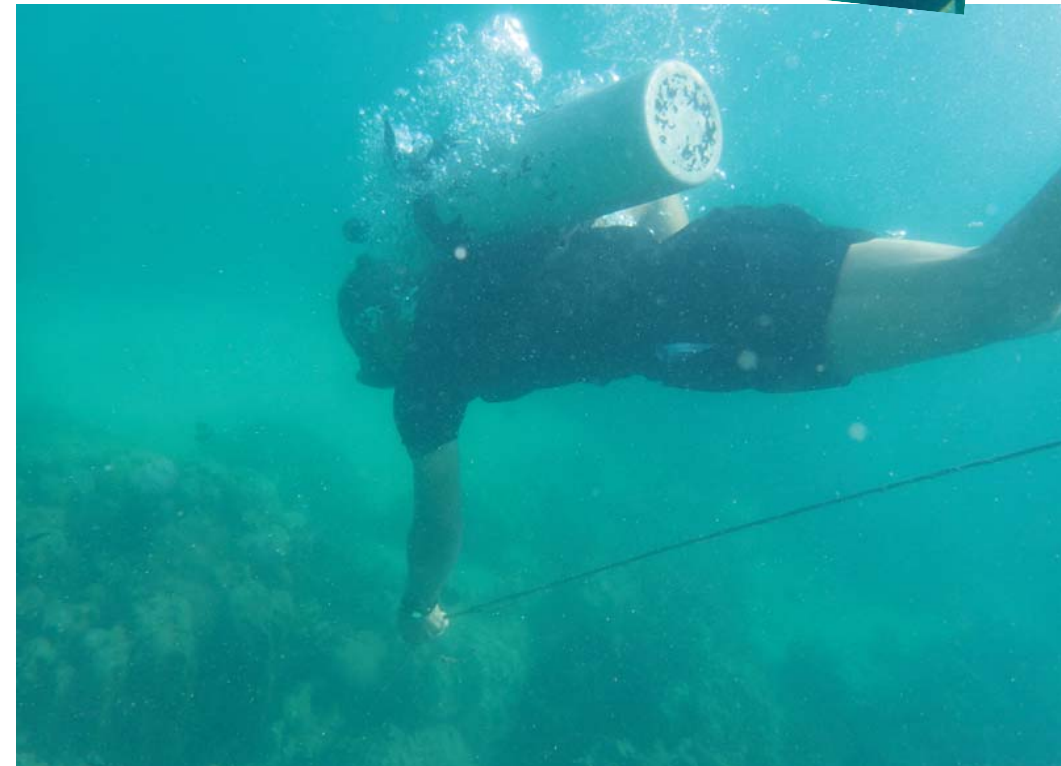
การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าลูกหอยวัยอ่อนมีการตอบสนองต่อชูแซนเทลลีที่มาจากต่างเจ้าบ้านอย่างชัดเจนทั้งในด้านอัตราการรอด ความสามารถในการเข้าร่วมอาศัยและการพัฒนาการของตัวอ่อนการที่ลูกหอยสามารถรับชูแซนเทลลีจากเจ้าบ้านชนิดต่างๆได้แสดงให้เห็นว่าเจ้าบ้านไม่มีความจำเพาะต่อชูแซนเทลลีในการร่วมอาศัย

ดังนั้นการคัดเลือกชูแซนเทลลีที่เหมาะสมที่แยกได้จากเจ้าบ้านชนิดเดียวหรือต่างชนิดกันจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องทำการศึกษาต่อไป เพื่อการเลือกชูแซนเทลลีจากเจ้าบ้านชนิดต่างๆได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตลูกหอยเพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรหอยมือเสือได้อย่างมีประสิทธิภาพ



การดำน้ำเก็บตัวอย่างชูแซนเทลลี

รูปที่ 50



สัตว์บริเวณที่เก็บตัวอย่างชุมชนเคลลี



รูปที่ 51 ปลาสลิดหิน



รูปที่ 52 ดอกไม้ทะเลและปะการัง

สัตว์บริเวณที่เก็บตัวอย่างชุมชนเคลลี



รูปที่ 53 ดอกไม้ทะเลและปลาการ์ตูน



รูปที่ 54 ดอกไม้ทะเล

- กมลพร พัฒนศิริ. 2556. ผลของอุณหภูมิและความเค็มต่อการเติบโตของ zooxanthellae ที่แยกจากปะการังและดอกไม้ทะเล. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมประมง. 2540. การเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ. [ออนไลน์]. http://www.fisheries.go.th/if-suratthani/web2/index.php?option=com_content&view=article&id=171:2010-02-19-03-47-01&catid=29:2010-01-28-07-27-06&Itemid=21 [20 พฤษภาคม 2557]
- จินตนา นักระนาด. 2543. หอยมือเสือ: จากโรงเพาะฟักคือสู่ท้องทะเล. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Bin Othman, A. S., Goh, G. H., and Todd, P. A. 2010. The distribution and status of giant clams (family Tridacnidae) a short review. *Raffles Bull Zool* 58(1) : 103-111.
- Clode, P.L., Saunders, M., Maker, G., Ludwig, M., and Atkins, C.A. Uric acid deposits in symbiotic marine algae. *Plant Cell Environ* 32 (2009) : 170-177.
- Fitt, W. K., and Trench, R. K. 1981. Spawning, development, and acquisition of zooxanthellae by *Tridacna squamosa* (Mollusca, Bivalvia). *The Biological Bulletin*. 161(2): 213-235.
- Freudenthal, H.D., *Symbiodinium* gen. nov. and *Symbiodinium microadriaticum* sp. nov., a zooxanthellae, a taxonomy, life cycle, and morphology. *J Protozool* 9 (1962) : 45-52.
- Grant AJ, Remond M, Withers KJT, Hinde R. Inhibition of Algal Photosynthesis by a Symbiotic Coral. *Hydrobiologia*. 2001;461:63-69.
- Jackson A.E.; Miller D.J.; Yellowlees D., 1989: Phosphorus metabolism in the coral zooxanthellae symbiosis characterization and possible roles of two acid phosphatases in the algal symbiont symbiodinium sp. *Proceedings of the Royal Society of London Series B Biological Sciences* 238(1291): 193-202
- La Jeunesse, T.C. "Species" radiations of symbiotic dinoflagellates in the Atlantic and Indo-Pacific since the Miocene-Pliocene transition. *Mol Biol*. 141 (2005) : 570-581.

- Muscattine, L., and Porter, J. W. Reef corals-mutualistic symbioses adapted to nutrient-poor environments. *Bioscience* 27 (1977) : 454-460.
- Muscattine, L. "Direct Evidence for the Transfer of Materials from Symbiotic Algae to the Tissues of a Coelenterate." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 44.12 (1958): 1259-263. Print.
- Norton, J. H., and Jones, G. W. 1992. The giant clam: an anatomical and histological atlas. *The giant clam: an anatomical and histological atlas*.
- Okinawa Institute of Science and Technology - OIST. "A coral symbiont genome decoded for first time." *ScienceDaily*. ScienceDaily, 12 July 2013. <www.sciencedaily.com/releases/2013/07/130712084329.htm>.
- Stambler, N. Zooxanthellae: The yellow symbionts inside animals. *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition* (2011) : 87-106.
- Trench, R.K. The cell biology of plant-animal symbiosis. *Plant Physiol* 30 (1979) : 485-531.
- William K. Fitt, Fisher, C. R., and Trench, R. K. 1986. Contribution of the symbiotic dinoflagellate *Symbiodinium microadriaticum* to the nutrition, growth and survival of larval and juvenile tridacnid clams. *Aquaculture*. 55(1) : 5-22.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ กองทัพเรือ และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการประมงชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ขอขอบคุณคุณณนศ พุ่มทองผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการประมงชายฝั่ง ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง กรมประมง ที่ได้เอื้อเฟื้อที่พัก สถานที่เลี้ยง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุบาลหอยมือเสือ คุณจินตนา นักระนาด ผู้เชี่ยวชาญด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง ที่ได้ให้คำปรึกษาและวางแผนการทดลอง เจ้าหน้าที่ภายในศูนย์วิจัยฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณสุนิดา เลี่ยมใหม่ คุณกัญจน์ พรหมจินดา และคุณสายพิน ชูจิตร ที่ได้ส่งสอน ให้คำแนะนำและช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการเลี้ยงหอยมือเสือ และหอยชนิดอื่น

ขอขอบคุณ คุณจรงค์ จันทร์เกตุ และคุณจตุรพุด ผลิตอมปัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งคำแนะนำ และอุปกรณ์ สำหรับการเลี้ยงและขยายแพลงก์ตอนพืช

ขอขอบคุณ คุณเสน่ห์ ชนะภัย คุณจันทร์พร คงศรี และคุณอภิรดี ปานนิล ในการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ และเทคนิคการเลี้ยงเพาะเลี้ยงหอยมือเสือ และสุดท้ายขอขอบคุณ น้องๆฝึกงานทุกคน ที่ช่วย ให้ผู้ทดลองทำการทดลองราบรื่นตลอดการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณดุสิต ศรีวิไล คุณนันทศักดิ์ โพธิสาร คุณชนกนาฏ กาญจนภักดิ์ คุณธิราภา ภราดรธรรม และคุณวิชาดา เย็นทั่ว สมาชิกห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอนพืชทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุกความช่วยเหลือเป็นอย่างดี