

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรมของ
ปะการังอ่อน, *Sinularia* May, 1898 (Octocorallia: Alcyonacea) ที่พบบริเวณหาด
นางรอง เกาะจรเข้และกลุ่มเกาะจวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ทรรศิน ปณิธานะรักษ์
สรารุช ศิริวงศ์
สุเมตต์ ปุจฉาการ
สหัสรัฐ ชีระคัมพร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)
มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552-2553

14 พ.ค. 2555
KCP 247
302488

กันยายน พ.ศ. 2554

AQ 008 55 27

เรีฟบริกาท

13 ก.ค. 2555

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยต่อเนื่อง 2 ปี ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552-2553 คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณหน่วยสงครามพิเศษทางเรือ (นสร.) กองทัพเรือเป็นอย่างมาก ที่ช่วยสนับสนุนในด้านกำลังพลและเรือยางในการออกเก็บตัวอย่าง

บทคัดย่อ

การศึกษาหาความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรมของปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรมของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ที่พบในบริเวณแนวปะการังที่แตกต่างกัน บริเวณหาดนางรอง เกาะกระเช้และกลุ่มเกาะจวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรีและเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรของทั้งสองลักษณะ รวมไปถึงเพื่อตรวจสอบความหลากหลายของชนิดของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ที่พบในพื้นที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาและพันธุกรรม จากการสำรวจในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551- พฤษภาคม 2553 ได้ทำการศึกษาตัวอย่างปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* จำนวน 44 ตัวอย่าง จากเกาะกระเช้ เกาะจวงและเกาะจาน การศึกษารูปร่างภายนอกของโคโลนี และรูปร่าง ขนาด รวมถึงการจัดเรียงตัวของเกล็ดหินปูนที่พบในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี พบว่ามีความหลากหลายสูง โคโลนีมีรูปร่างแบบแผ่นเคลือบและแบบพุ่ม เกล็ดหินปูนมีความหลากหลายของรูปแบบและการกระจายตัว การตรวจสอบความผันแปรของลำดับทางพันธุกรรมบริเวณ *msh1* ในไมโทคอนเดรีย ขนาด 709 คู่เบส พบความผันแปรทางพันธุกรรมมีค่าสูง (polymorphic site = 128, haplotype = 20, haplotype diversity = 0.945±0.015, nucleotide diversity = 0.03319±0.00352) สามารถจำแนกปะการังอ่อนสกุลนี้ได้ 5 clade ตามความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ ความแตกต่างในระดับ clade และ subclade สะท้อนให้เห็นถึงความต่างในระดับชนิด แต่หากระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมมีค่าน้อยต้องยืนยันการจำแนกชนิดโดยอาศัยข้อมูลเพิ่มเติมจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

สารบัญ

	หน้า
หน้าหัวเรื่อง	i
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	iii
สารบัญ	iv
รายการตารางประกอบ	v
รายการภาพประกอบ	vi
บทนำ	10
การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	12
วิธีดำเนินการวิจัย	15
ผลการวิจัย	19
วิเคราะห์ผลการวิจัย	71
สรุปผลการวิจัย	77
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก	82

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	ตารางสรุปจำนวนตัวอย่างปะการังอ่อน <i>Sinularia</i> จำแนกตามสถานีศึกษา	19
2	ค่า pairwise genetic distance ภายในและระหว่าง clade I-V	70
ก	รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างปะการังอ่อน <i>Sinularia</i>	83
ข	รายละเอียดของตัวอย่าง <i>Sinularia</i> ในการศึกษานี้	84
ค	ค่า pairwise genetic distance ระหว่าง H1-H20 และ outgroup	86

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างปะการังอ่อนในสกุล <i>Sinularia</i>	15
2	ไดอะแกรมแสดงตำแหน่งบริเวณ 5' end ของยีน <i>msh1</i> ในไมโทคอนเดรีย	17
3	ลักษณะโคโลนีแบบแผ่นเคลือบของปะการังอ่อนสกุล <i>Sinularia</i>	20
4	ลักษณะโคโลนีแบบพุ่มของปะการังอ่อนสกุล <i>Sinularia</i>	20
5	ลักษณะเกล็ดหินปูนที่สำคัญของปะการังอ่อนสกุล <i>Sinularia</i>	21
6	ลักษณะเกล็ดหินปูนบริเวณผิวของโคโลนีปะการังอ่อนสกุล <i>Sinularia</i>	21
7	ลักษณะเกล็ดหินปูนที่สำคัญภายในโคโลนีชั้นในของ <i>Sinularia</i>	22
8	ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-52-3 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	22
9	ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-52-2 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	23
10	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง	23
11	Sclerite ที่พบภายในกิ่ง	24
12	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	24
13	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	24
14	โคโลนีของ JOR-JAN-53-5 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	25
15	ตัวอย่างปะการัง JOR-NOV-52-4 เปรียบเทียบขณะยังมีชีวิตและเมื่อหกดัว	25
16	โคโลนีของ JOR-NOV-52-8 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหกดัว	26
17	Sclerite ที่พบบริเวณกิ่งของ <i>Sinularia</i> sp.	26
18	Sclerite ที่พบบริเวณภายในของกิ่งของ <i>Sinularia</i> sp.	27
19	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	27
20	โคโลนีของ JUA-JAN-53-4 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	28
21	โคโลนีของ JOR-JUL-52-1 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	28
22	โคโลนีของ JUA-NOV-52-10 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	29
23	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง <i>Sinularia</i> sp.	29
24	Sclerite ที่พบภายในกิ่ง	30
25	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	30
26	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	30
27	โคโลนีของ JUA-NOV-52-3 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	31
28	โคโลนีของ JUA-NOV-52-8 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	31
29	รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง	32

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	Sclerite ที่พบภายในกิ้ง	32
31	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	32
32	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	33
33	โคโลนีของ JUA-NOV-52-12 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	34
34	โคโลนีของ JUA-NOV-52-11 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	34
35	โคโลนีของ JOR-JAN-53-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	35
36	โคโลนีของ JOR-NOV-52-1 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	35
37	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ้ง	36
38	Sclerite ที่พบภายในกิ้ง	36
39	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	36
40	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	36
41	โคโลนีของ JUA-JAN-53-5 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	37
42	โคโลนีของ JUA-JAN-53-3 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	37
43	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ้ง	38
44	Sclerite ที่พบภายในกิ้ง	38
45	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	39
46	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	39
47	โคโลนีของ JUA-SEP-52-5 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	40
48	รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ้ง	40
49	Sclerite ที่พบภายในกิ้ง	40
50	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	41
51	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	41
52	โคโลนีของ JUA-JAN-53-6 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	42
53	โคโลนีของ JUA-NOV-52-4 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	42
54	โคโลนีของ JOR-NOV-52-6 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	43
55	โคโลนีของ JUA-NOV-52-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	43
56	โคโลนีของ JUA-NOV-52-1 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	44
57	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ้ง	44

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
58	Sclerite ที่พบภายในกิ่ง	45
59	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	45
60	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	45
61	โคโลนีของ JUA-JAN-53-1 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	46
62	โคโลนีของ JUA-SEP-52-9 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	46
63	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง	47
64	Sclerite ที่พบภายในกิ่ง	47
65	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	47
66	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	48
67	โคโลนีของ JUA-JAN-53-9 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	48
68	โคโลนีของ JUA-JAN-52-1 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	49
69	รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง	49
70	Sclerite ที่พบภายในกิ่ง	49
71	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	50
72	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	50
73	โคโลนีของ JUA-JAN-53-7 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	51
74	โคโลนีของ JOR-NOV-51-3 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	51
75	โคโลนีของ JOR-NOV-52-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	52
76	โคโลนีของ JOR-NOV-52-7 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	52
77	โคโลนีของ JAN-MAY-52-7 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	53
78	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง	53
79	Sclerite ที่พบภายในกิ่ง	54
80	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	54
81	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	54
82	โคโลนีของ JOR-JAN-53-4 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	55
83	โคโลนีของ JAN-MAY-52-9 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	55
84	โคโลนีของ JOR-NOV-51-2 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	56
85	โคโลนีของ JOR-NOV-52-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว	56

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
86	Sclerite ที่พบบริเวณกึ่ง	57
87	Sclerite ที่พบบริเวณภายในของกึ่ง	57
88	Sclerite ที่พบบริเวณฐาน	57
89	โคโลนีของ JUA-NOV-52-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากหอดตัว	58
90	โคโลนีของ JUA-NOV-52-9 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	58
91	รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกึ่ง	59
92	Sclerite ที่พบภายในกึ่ง	59
93	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	60
94	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	60
95	โคโลนีของ JUA-NOV-51-4 ขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง	60
96	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกึ่ง	61
97	Sclerite ที่พบภายในกึ่ง	61
98	Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน	62
99	Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน	62
100	ตำแหน่งที่พบความแตกต่างของลำดับเบสบริเวณ <i>msh1</i>	64
101	แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ neighbour-joining	67
102	แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ maximum parsimony	69
103	แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ neighbour-joining	72
104	แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ neighbour-joining	76

บทนำ

ปะการังอ่อนและกัลปังหา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเลพวกไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) พบได้ทั่วไปทั้งในเขตน่านน้ำของประเทศไทยและในประเทศเขตร้อนอื่น ๆ ปะการังอ่อนและกัลปังหามีความสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะระบบนิเวศในแนวปะการัง คือ เป็นที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ทะเลชนิดอื่น อีกทั้งรูปร่างที่แปลกตาและสีสันที่สวยงามยังเป็นที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวทางทะเล นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่าปะการังอ่อนและกัลปังหาบางชนิดสามารถผลิตสารธรรมชาติซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ในการสกัดเป็นยารักษาโรค เช่น โรคมะเร็ง แม้ว่าปะการังอ่อนและกัลปังหาจะมีความสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศและการท่องเที่ยวทางทะเล ประชาชนโดยทั่วไปหรือแม้แต่ในกลุ่มนักวิจัยยังขาดการเล็งเห็นถึงความสำคัญและความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ในกลุ่มนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตอินโด-แปซิฟิก (Indo-Pacific) ซึ่งพบความหลากหลายของชนิดของปะการังอ่อนและกัลปังหามากที่สุด การศึกษาวิจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ในกลุ่มนี้ ทั้งด้านอนุกรมวิธาน ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย จึงมีความจำเป็นและมีประโยชน์อย่างมาก อันจะนำไปสู่การอนุรักษ์และการจัดการสัตว์ทะเลในกลุ่มนี้เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

ปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* เป็นปะการังอ่อนที่พบมากที่สุดทะเลเขตน่านน้ำ Indo-West Pacific ซึ่งรวมถึงในเขตน่านน้ำของประเทศไทย (Ofwegen 2002) มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแนวปะการังโดยเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลชนิดอื่น มีความหลากหลายของรูปร่างของโคโลนีมาก โดยเป็นสกุลที่พบความหลากหลายสูงที่สุดในกลุ่มของปะการังอ่อน ความผันแปรของรูปร่างโคโลนีของ *Sinularia* ทำให้เกิดความสับสนเป็นอย่างมากในการจัดจำแนกในระดับสกุลและชนิด การจัดจำแนกในปัจจุบันใช้การดูลักษณะและรูปร่างของเกล็ดหินปูน (sclerites) และรูปร่างของโคโลนีในสภาพที่เก็บรักษาไว้เพื่อการศึกษาและวิจัย (Verseveldt 1980) การศึกษาวิจัยเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบรูปร่างของโคโลนีในสภาพที่เก็บรักษาไว้กับโคโลนีในธรรมชาติ รวมไปถึง การศึกษาวิเคราะห์ความผันแปรของลักษณะพันธุกรรม (genetic variation) ใน *Sinularia* โดยการใช้เทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์ (molecular genetics) เข้ามาช่วย เช่น การวิเคราะห์ความหลากหลายของลำดับทางพันธุกรรมบริเวณไมโทคอนเดรีย (mitochondrial DNA, mtDNA) จึงมีความจำเป็นและมีส่วนช่วยในการบ่งชี้และจัดจำแนกชนิด ทั้งยังทำให้ทราบถึงความหลากหลายของ *Sinularia* ในบริเวณที่ทำการศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษา คือ บริเวณหมู่เกาะเสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เป็นบริเวณที่มีการพัฒนาเป็นแหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพและจัดทำพิพิธภัณฑสถานชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย โดยอยู่ในความรับผิดชอบของกองทัพเรือ มหาวิทยาลัยบูรพาเป็นหนึ่งในหน่วยงานที่เข้าร่วมสนองพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งได้ทรงสานพระราช

ปณิธานต่อจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยมีพระราชดำริให้ดำเนินการอนุรักษ์พืชพรรณของ ประเทศโดยพระราชทานให้โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา เป็นผู้ดำเนินงานโครงการอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ มหาวิทยาลัยบูรพาเป็นหนึ่งในคณะปฏิบัติการวิชาการ ซึ่งทำหน้าที่ในการสำรวจทรัพยากรชีวภาพตามพระราชวินิจฉัยที่ทรงพระราชทานไว้ในการเรียนรู้ ตั้งแต่ยอดเขาจดถึงใต้ทะเล ผู้ดำเนินการวิจัยจากสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลและคณะเทคโนโลยี ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จึงได้ทำงานวิจัยนี้เพื่อเข้าร่วมสนองพระราชดำริในการสำรวจ อนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืนต่อไป

สำหรับการศึกษาหาความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรม ของปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความผันแปรของลักษณะทาง สัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรม ของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ที่พบในบริเวณแนว ปะการังที่แตกต่างกัน บริเวณหาดนางรอง เกาะจรเข้และกลุ่มเกาะจวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทาง พันธุกรรมที่พบในปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ในบริเวณพื้นที่ศึกษา รวมไปถึงเพื่อ ตรวจสอบความหลากหลายของชนิดของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ที่พบบริเวณหาดนางรอง เกาะจรเข้และกลุ่มเกาะจวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยใช้ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาและ พันธุกรรม

การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ปะการังอ่อน (Cnidaria: Octocorallia: Alcyonacea) เป็นกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความหลากหลายของชนิดสูงมาก (ทั่วโลกพบประมาณ 800 ชนิด โดยมากกว่า 300 ชนิด พบในเขตนํ้าตื้นแถบ Indo-Pacific) พบแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างขวางในเขต Indo-Pacific ซึ่งมีรายงานว่าพบ 35 สกุล (Fabricius and Alderslade 2001) โดยชนิดที่พบในวงศ์ (Family) Alcyoniidae เป็นที่รู้จักกันมากที่สุด เนื่องจากการทบทวน (revision) การจัดจำแนกชนิดของปะการังอ่อนในสามสกุลที่พบมาก ได้แก่ *Sinularia*, *Sarcophyton* และ *Lobophytum* (Verseveldt 1980; 1982; 1983) ในประเทศไทยมีรายงานว่าพบปะการังอ่อนทั้งหมด 19 สกุล (Chanmethakul et al. 2010) ในปัจจุบันประเทศไทยมีกฎหมายคุ้มครองปะการังอ่อนทุกชนิดในอันดับ (Order) Alcyonacea ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2546 ที่กำหนดให้สัตว์ป่าบางชนิดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 ดังนั้นปะการังอ่อนทุกชนิดในอันดับ Alcyonacea จึงถือเป็นสัตว์ที่ห้ามล่า ห้ามค้า ห้ามนำเข้าและส่งออก ห้ามครอบครอง และห้ามเพาะพันธุ์เว้นแต่จะได้รับอนุญาตโดยชอบด้วยกฎหมาย

ในกลุ่มของปะการังอ่อน สกุล *Sinularia* May, 1898 เป็นสกุลที่มีความหลากหลายสูงที่สุด โดยมีการค้นพบแล้วถึง 110 ชนิด (Verseveldt 1980) และพบแพร่กระจายอย่างกว้างขวางครอบคลุมไปเกือบทุกสภาพแหล่งที่อยู่อาศัย ทั้งบริเวณนํ้าตื้นไปจนถึงนํ้าลึก 40 เมตรหรือบริเวณนํ้าขุ่นไปจนถึงบริเวณที่มีนํ้าทะเลใสสะอาด พบในบริเวณนํ้าตื้นที่มีอุณหภูมิสูงไปจนถึงในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ บางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพที่มีแสงน้อยได้ เช่น ในเขตนํ้าลึกที่แสงส่องไปได้เล็กน้อย และบางชนิดอาศัยอยู่บริเวณ reef flat ทนทานต่อแสงแดดจัด พายุ คลื่นลม และการขึ้น-ลงของนํ้าทะเล (Fabricius and Alderslade 2001) ในเขต Indo-West-Pacific *Sinularia* เป็นกลุ่มของปะการังอ่อนที่พบมากที่สุด และเป็นกลุ่มเด่นที่สุดที่พบบริเวณแนวปะการัง ชนิดที่พบมาก ได้แก่ *S. leptoclados*, *S. polydactyla*, *S. brassica* และ *S. flexibilis* (Ofwegen 2002) *Sinularia* พบแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในนํ้านํ้าของประเทศไทย โดยเป็น 1 ใน 3 สกุลเด่นที่พบในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (Chanmethakul et al. 2010) และมีการรายงานว่าพบ *Sinularia* ในบริเวณหมู่เกาะในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เกาะสี่ซังถึงหมู่เกาะแสมสาร (สุเมตต์ ปุจฉาการและคณะ 2547) *Sinularia* มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อระบบนิเวศแนวปะการัง โดยทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของแนวปะการัง (reef dwelling) ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และหาอาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเลหลายชนิด นอกจากนี้แล้วยังมีการค้นพบว่าสารที่สกัดจาก *Sinularia* บางชนิดสามารถทำลายเซลล์มะเร็งชนิดต่าง ๆ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย (Maida et al. 1993)

การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธาน ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย รวมไปถึง การศึกษาทางด้านอื่น ๆ ของ *Sinularia* ยังมีไม่มากนัก การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเพื่อหา สารธรรมชาติที่สกัดมาจาก *Sinularia* (Sammarco and Coll 1988; Alino 1989; Coll 1992; el Sayed and Hamann 1996) มากกว่าจะเป็นการศึกษาทางด้านพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนี้ การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของ *Sinularia* นับว่ามีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่าง เร่งด่วนเพื่อที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาทางด้านอื่น ๆ ต่อไป การจัดจำแนกชนิดของ *Sinularia* ในปัจจุบันประสบกับปัญหาความหลากหลายของรูปร่างและลักษณะของโคโลนี เนื่องจาก *Sinularia* มีความผันแปรของรูปร่างโคโลนีสูงมาก โดยเฉพาะที่พบบริเวณ Indo-Pacific บางชนิดมีรูปร่างของโคโลนีคล้ายกันกับโคโลนีของสกุลอื่น เช่น *Cladeilla*, *Lamnalina* หรือ *Klyxum* และบางครั้งก็คล้ายกันกับโคโลนีของ *Lobophytum* ในกรณีที่ dimorphic polyps ไม่ปรากฏในตัวอย่าง *Lobophytum* ที่นำมาศึกษา (Fabricius and Alderslade 2001) การจัด จำแนกชนิดในปัจจุบันใช้เอกสารของ Verseveldt (1980) โดยอาศัยข้อมูลจากการเปรียบเทียบ รูปร่าง ลักษณะและการจัดเรียงตัวของเกล็ดหินปูน (sclerites) ในเนื้อเยื่อของปะการังอ่อน ประกอบกับข้อมูลรูปร่างของโคโลนีในสภาพที่เก็บรักษาไว้ การจัดจำแนกชนิดโดยอาศัยข้อมูล ดังกล่าวข้างต้นพบว่ายังไม่สามารถให้คำตอบที่ชัดเจนสมบูรณ์ และอาจทำให้เกิดความสับสนได้ ง่ายเมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างโคโลนีในสภาพที่เก็บรักษาไว้กับโคโลนีที่พบในธรรมชาติ การจัดจำแนกชนิดโดยอาศัยข้อมูลทางสัณฐานวิทยาอย่างเดียวจึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาคความ หลากหลายที่พบใน *Sinularia* ได้ ดังนั้นจึงมีการนำเอาเทคนิคทางอนุพันธุศาสตร์เข้ามาประยุกต์ เพื่อช่วยบ่งชี้และจัดจำแนกชนิด

ข้อมูลทางพันธุกรรมในไมโทคอนเดรีย (mitochondrial DNA, mtDNA) นิยมนำมาใช้ ศึกษาการจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Mindell 1997) ความหลากหลายของประชากร รวมไปถึง ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (Moore 1995) เนื่องจาก mtDNA มีการเปลี่ยนแปลง ของลำดับเบสเร็วกว่าข้อมูลทางพันธุกรรมที่พบในนิวเคลียส (nuclear DNA) ลำดับทางพันธุกรรม บน mtDNA ไม่มี recombination และการถ่ายทอดมาจากแม่สู่ลูกเท่านั้น (maternal inheritance) จึง ทำให้ mtDNA ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับลำดับของสิ่งมีชีวิต (genealogy) ได้แม่นยำและถูกต้องกว่า การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในนิวเคลียส (Avisé *et al.* 1987; Avisé 1989) อย่างไรก็ตาม ความ หลากหลายของ mtDNA ในกลุ่มของดอกไม้ทะเลและปะการัง (anthozoan) มีค่าต่ำกว่าที่พบใน สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (France and Hoover 2002; Shearer *et al.* 2002; McFadden *et al.* 2004, 2006) และไม่สามารถบอกความแตกต่างในระดับประชากรได้ แต่การศึกษาความหลากหลายในระดับ ที่สูงกว่านั้น เช่น ในระดับสกุลหรือชนิดพบว่ายังมีความเหมาะสมในดอกไม้ทะเลและปะการัง บางกลุ่ม (Shearer *et al.* 2002) อีกทั้งยังมีรายงานการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม บริเวณยีน *msh1* (mitochondrial MutS homolog) ในไมโทคอนเดรียซึ่งเป็นยีนที่พบเฉพาะใน

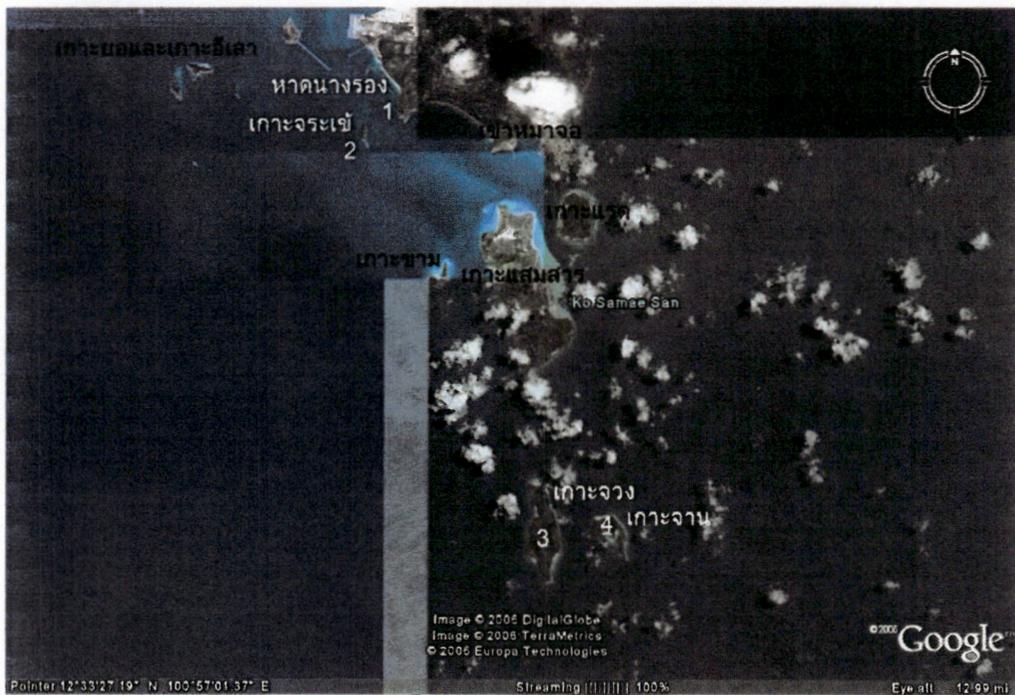
ปะการังอ่อนและกัลปังหา พบว่า *msh1* มีความหลากหลายในระดับที่เหมาะสมต่อการจำแนกชนิดของปะการังอ่อนและกัลปังหาหลายสกุล เช่น *Sarcophyton* และ *Lobophytum* (McFadden *et al.* 2006) และ *Sinularia* (McFadden *et al.* 2009) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยังมีรายงานพบว่า ยีนบริเวณที่มีอัตราการกลายพันธุ์สูงสุดในไมโทคอนเดรียขาดคุณสมบัติในการใช้จำแนกชนิดของปะการังหลายสกุล (McFadden *et al.* 2006) ดังนั้นจึงมีการศึกษานิวเคลียร์ดีเอ็นเอในดอกไม้ทะเลและปะการังอ่อนเพื่อการจัดจำแนกในระดับประชากรและระดับชนิด (Hellberg 2006) รวมถึงในปะการังบางกลุ่มที่มีความใกล้เคียงกันและไม่สามารถใช้ไมโทคอนเดรียในการจำแนกในระดับชนิดได้ เช่น การใช้ hypervariable nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) ในการหาความสัมพันธ์ของปะการังอ่อนและปะการังแข็งบางสกุล (McFadden *et al.* 2001; Fukami *et al.* 2004; McFadden and Hutchinson 2004; Forsman *et al.* 2006) แต่การใช้ ITS ยังมีการถกเถียงกันอยู่ ถึงความไม่เหมาะสมในระดับของความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (Vollmer and Palumbi 2004; Wei *et al.* 2006) และเมื่อไม่นานมานี้ มีการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลในนิวเคลียร์ดีเอ็นเอ (single copy nuclear markers) ซึ่งมีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง สามารถนำไปศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในดอกไม้ทะเลและปะการังอ่อนหลายกลุ่ม (Concepcion *et al.* 2008)

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาความหลากหลายทั้งที่พบในลักษณะทางสัณฐานวิทยา (เช่น ความผันแปรของรูปร่างและลักษณะของโคโลนี การจัดเรียงตัว รูปร่างและลักษณะของ sclerites) และความผันแปรของลักษณะทางพันธุกรรมที่พบบริเวณ *msh1* ในไมโทคอนเดรียของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ที่พบบริเวณหาดนางรอง เกาะจรเข้มะ และกลุ่มเกาะจวง อำเภอสตึก จังหวัดชลบุรี ทั้งนี้เพื่อแก้ไขปัญหาความสับสนในการจัดจำแนกชนิด และเพื่อให้ทราบถึงความหลากหลายของชนิดของ *Sinularia* ที่พบในบริเวณที่ศึกษา อันจะเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยด้านอื่น และยังเป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์ จัดการและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพทางทะเลอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปะการังอ่อนในวงศ์ Alcyoniidae โดยการดำน้ำแบบการใช้เครื่องช่วยหายใจใต้น้ำ (SCUBA diving) จากบริเวณแนวปะการังที่เป็นสถานศึกษา บริเวณหาดนางรอง เกาะจรเข้มะ และกลุ่มเกาะจวง (ภาพที่ 1) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551-พฤษภาคม 2553 โดยในแต่ละสถานศึกษา จะทำการเก็บตัวอย่างในแนวปะการังพื้นราบและแนวปะการังโขนลาดชัน ไปจนถึงแนวของชายฝั่งทะเล บันทึกข้อมูลของสถานที่เก็บตัวอย่าง โดยบันทึกความลึกของน้ำ, reef zone, สิ่งแวดล้อมที่ปะการังอ่อนยึดเกาะและบันทึกภาพใต้น้ำไว้ ตัวอย่างที่เก็บแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นตัวอย่างที่เก็บทั้งโคโลนี แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ใน ethanol 70% เพื่อใช้สำหรับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเนื้อเยื่อของปะการังอ่อน ส่วนที่สองได้จากการตัดชิ้นส่วนของกิ่ง (lobe) ของแต่ละโคโลนีประมาณ 2-3 ชิ้น ขนาดประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร แล้วนำไปเก็บรักษาใน absolute ethanol เพื่อนำไปศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมต่อไป



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างปะการังอ่อนในสกุล *Simularia* จากบริเวณแนวปะการังที่เป็นสถานศึกษา แทนด้วยหมายเลข 1-4: 1-หาดนางรอง 2-เกาะจรเข้มะ 3-เกาะจวง 4-เกาะจาน

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

-บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก เช่น รูปร่างของโคโลนี สี ขนาด เป็นต้น เปรียบเทียบลักษณะของตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์กับภาพถ่ายได้น้ำ

-ศึกษาเกล็ดหินปูน (sclerites) จากเนื้อเยื่อตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จัดจำแนกชนิดและตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องโดยใช้เอกสารจัดจำแนกชนิดของ Verseveldt (1980)

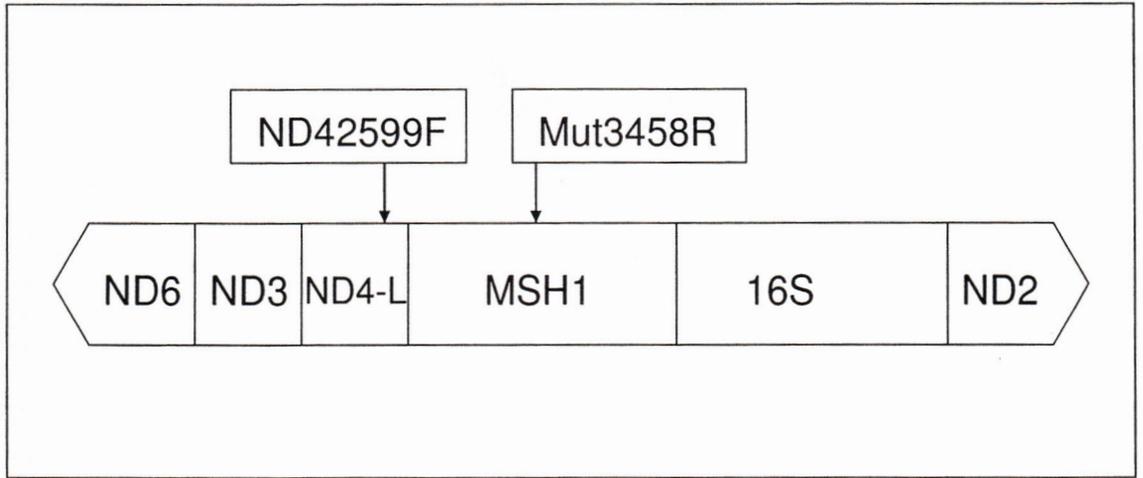
3. การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม

3.1 การสกัดดีเอ็นเอ (DNA extraction)

สกัดดีเอ็นเอจากชิ้นส่วนของกิ่งของปะการังอ่อน โดยเริ่มจากการตัดชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปสกัดดีเอ็นเอโดยการใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอ QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen) การสกัดดีเอ็นเอปฏิบัติตามขั้นตอนดังที่แนบไว้ในชุดสกัดดีเอ็นเอ

3.2 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA amplification)

เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ 5' end ของยีน *msh1* ในไมโทคอนเดรีย (ภาพที่ 2) ใช้วิธี Polymerase Chain Reaction (PCR) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการใน Sánchez *et al.* 2003 โดยใช้ เครื่องหมายโมเลกุล (primers) ND42599F (forward primer) 5'-GCCATTATGGTAACTATTAC-3' และ Mut3458R (reverse primer) 5'-TSGAGCAAAGCCACTCC-3' (Sánchez *et al.* 2003) โดยในแต่ละปฏิกิริยาซึ่งมีปริมาตร 25 µl จะประกอบไปด้วยดีเอ็นเอ ประมาณ 1-10 ng/µl, dNTP (Promega) อย่างละ 0.2 µM, buffer [ประกอบไปด้วย NaCl 100 mM, EDTA 0.1 mM และ 20 mM Tris-HCl (pH 8.0)], primer (Operon) อย่างละ 0.16 µM, MgCl₂ 3.5 mM และ platinum *Taq* DNA polymerase (Invitrogen) 3 unit



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมแสดงตำแหน่งบริเวณ 5' end ของยีน *msh1* ในไมโทคอนเดรีย ที่มีการสังเคราะห์ดีเอ็นเอโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ND42599F และ Mut3458R

ขั้นตอนในกระบวนการ PCR เริ่มจากกระบวนการแยกสายดีเอ็นเอในช่วงเริ่มต้น (initial denaturation) ที่อุณหภูมิ 94 °C นาน 2 นาที ตามด้วย 35 รอบของกระบวนการแยกสายดีเอ็นเอ (denaturation) ที่ 94 °C นาน 1 นาที 30 วินาที กระบวนการจับคู่ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับดีเอ็นเอสายเดี่ยว (annealing) ที่ 58 °C นาน 1 นาที 30 วินาที และกระบวนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (extension) ที่ 72 °C นาน 1 นาที สุดท้ายตามด้วยกระบวนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (final extension) ที่ 72 °C เป็นเวลา 5 นาที

ในกรณีที่สังเคราะห์ดีเอ็นเอแล้วไม่ได้ผลผลิต PCR หรือได้แต่มีปริมาณน้อยมาก [สังเกตจากแถบของผลผลิต PCR มีสีจางมากเมื่อเทียบกับแถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp (Promega) จากการตรวจสอบด้วยวิธี gel electrophoresis] จะทำการสังเคราะห์ดีเอ็นเอรอบที่สอง โดยใช้ ND42625F (internal forward primer) 5'-TACGTGGYACAATTGCTG-3' (Sánchez *et al.* 2003) และใช้ผลผลิต PCR จากการสังเคราะห์รอบแรกเป็นดีเอ็นเอตั้งต้นในการทำปฏิกิริยา PCR

3.3 การทำผลผลิต PCR ให้บริสุทธิ์ (PCR purification) และการหาลำดับทางพันธุกรรม (DNA sequencing)

การทำผลผลิต PCR ให้บริสุทธิ์ ใช้ชุดทำผลผลิต PCR ให้บริสุทธิ์ QIAquick PCR purification kit (Qiagen) การทำผลผลิต PCR ให้บริสุทธิ์ปฏิบัติตามขั้นตอนดังที่แนบไว้ในชุดทำผลผลิต PCR ให้บริสุทธิ์ ผลผลิต PCR ที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้ว (purified PCR product) จะส่งไปวิเคราะห์เพื่อหาลำดับทางพันธุกรรม ด้วยเครื่อง automated DNA sequencer รุ่น ABI

3730 XL ที่หน่วยวิเคราะห์ลำดับทางพันธุกรรมบริษัท Macrogen Inc. ประเทศเกาหลี โดยทำการ
ลำดับทางพันธุกรรมสองเส้นโดยใช้ forward และ reverse primers (ND42599F และ Mut3458R)
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบลำดับทางพันธุกรรมของตัวอย่างปะการังอ่อนเพื่อยืนยันความถูกต้องของการ
อ่านค่าและเปรียบเทียบกับลำดับทางพันธุกรรมของยีน *msh1* ของปะการังอ่อนในฐานข้อมูล
GenBank โดยใช้โปรแกรม Blast (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) ลำดับทางพันธุกรรมที่ได้จากแต่
ละตัวอย่างทั้งสองเส้นจาก forward และ reverse primers จะนำมาเปรียบเทียบและประกอบกันเป็น
เส้นเดี่ยว (sequence assembly) โดยใช้โปรแกรม CAP3 (<http://pbil.univ-lyon1.fr/cap3.php>)
จากนั้นจึงเปรียบเทียบลำดับทางพันธุกรรมของตัวอย่างทั้งหมดโดยใช้โปรแกรม Clustal X
(Thompson *et al.* 1997) ตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของปะการังอ่อนโดยการ
คำนวณค่าความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์ (nucleotide diversity, π) และความหลากหลายของ
haplotype (*h*) โดยใช้โปรแกรม DnaSP 4.0 (Rozas *et al.* 2003) และวิเคราะห์ระยะห่างทาง
พันธุกรรมระหว่างคู่ของกลุ่มตัวอย่าง (clade) โดยการคำนวณค่า pairwise genetic distance ด้วย
โปรแกรม PAUP* 4.0 beta 10 (Swofford 2002)

ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (phylogenetic relationships) ของตัวอย่าง
ปะการังอ่อนโดยจัดทำแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (phylogenetic tree) โดยวิธี neighbour-
joining (NJ, Saitou and Nei 1987) และ maximum parsimony การจัดทำแผนผังความสัมพันธ์ทาง
พันธุกรรมแบบ NJ เริ่มจากการตรวจสอบหา model ของ DNA substitution ที่เหมาะสมกับข้อมูล
โดยใช้โปรแกรม MODELTEST 3.06 (Posada and Crandall 1998) ส่วนการหาแผนผัง
ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ MP ใช้วิธี heuristic search ด้วยวิธีการ simple sequence addition
และทำ TBR branch swapping การสร้างแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมทั้งสองแบบใช้
โปรแกรม PAUP* 4.0 beta 10 (Swofford 2002) และยืนยันผลการสร้างแผนผังความสัมพันธ์ทาง
พันธุกรรมโดยการหาค่า bootstrap (Felsenstein 1985) จำนวน 1,000 ครั้ง โดยมีตัวอย่างปะการัง
อ่อนในสกุล *Lobophytum* และ *Sarcophyton* (Thadsin Panithanarak, unpublished data) ซึ่งเป็นสกุล
ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสกุล *Sinularia* เป็น outgroup ในข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์
ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการในการศึกษา

ผลการวิจัย

1. ผลการเก็บตัวอย่าง

จากการเก็บตัวอย่างปะการังอ่อนในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551- พฤษภาคม 2553 ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างไป 9 ครั้ง คือในเดือนพฤศจิกายน 2551 มกราคม 2552 มีนาคม 2552 พฤษภาคม 2552 กรกฎาคม 2552 กันยายน 2552 พฤศจิกายน 2552 มกราคม 2553 และพฤษภาคม 2553 พบปะการังอ่อนที่คาดว่าจะอยู่ในสกุล *Sinularia* จากบริเวณแนวปะการังของเกาะจระเข้ เกาะจวงและเกาะจาน จำนวน 45 ตัวอย่าง ส่วนบริเวณสถานศึกษาของหาดนางรองไม่พบปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ตาราง ก) จำนวนตัวอย่างปะการังอ่อน *Sinularia* จำแนกตามสถานศึกษาสรุปในตารางที่ 1 พบปะการังอ่อน *Sinularia* มากบริเวณแหลมญี่ปุ่น เกาะจวง และทิศตะวันตกของเกาะจระเข้ เป็นจำนวน 17 และ 15 ตัวอย่าง ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ตารางสรุปจำนวนตัวอย่างปะการังอ่อน *Sinularia* จำแนกตามสถานศึกษาต่าง ๆ

สถานศึกษา	จำนวนตัวอย่าง
เกาะจวง	
-หาดน้ำเขียว	1
-แหลมญี่ปุ่น	17
-ทิศตะวันออก	9
เกาะจระเข้	
-ทิศตะวันตก	15
-ทิศตะวันออก	1
เกาะจาน	
-ทิศตะวันออก	2
รวม	45

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากตัวอย่างปะการังอ่อน *Sinularia* ทั้งหมด 45 ตัวอย่าง มี 38 ตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยดูจากรูปร่างภายนอก (Morphology) และโครงสร้างเกล็ดหินปูน (Sclerite) ประกอบกัน รายละเอียดของตัวอย่างที่นำมาศึกษา แสดงในตาราง ข ภาคผนวก

การศึกษารูปร่างภายนอก (Morphology) และโครงสร้างเกล็ดหินปูน (Sclerite) ของตัวอย่างปะการังอ่อนในสกุล *Simularia* พบว่าลักษณะรูปร่างภายนอกของปะการังในสกุลนี้มีความหลากหลายสูงพอจะจำแนกได้ดังนี้

1. รูปร่างแบบแผ่นเคลือบ (Encrusting) ปะการังอ่อนกลุ่มนี้โคโลนีมีการเจริญเติบโตแผ่เคลือบไปบนวัสดุที่เกาะเป็นบริเวณกว้าง มักจะมีกิ่งสั้น ๆ ตั้งขึ้นมา มีการแตกกิ่งในอันดับที่หนึ่งและสอง (1st branch, 2nd branch) สามารถพบได้ทั่วไปในด้านรับลมของเกาะ โดยเฉพาะในแนวราบ (Reef flat) ของแนวปะการัง



ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-8



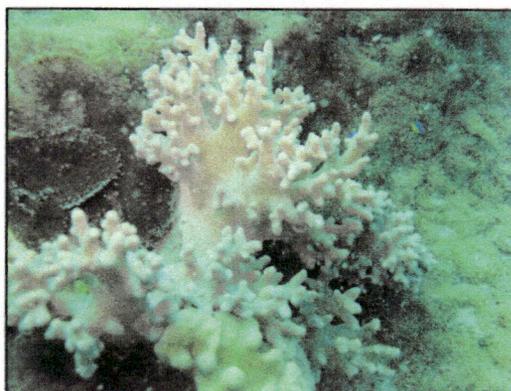
ตัวอย่างหมายเลข JUA-SEP-52-9

ภาพที่ 3 ลักษณะโคโลนีแบบแผ่นเคลือบของปะการังอ่อนสกุล *Simularia*

2. รูปร่างแบบพุ่ม ปะการังอ่อนกลุ่มนี้มีโคโลนีที่เจริญเติบโตขึ้นในแนวตั้ง แต่ละโคโลนีมักจะเป็นโคโลนีเดี่ยวมีฐานไม่แผ่กว้าง แต่สามารถพบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ได้ กิ่งยาวและมีการแตกกิ่งมาก มักจะพบการแตกกิ่งถึงอันดับที่สาม (3rd branch) มักจะพบในด้านรับลม โดยเฉพาะบริเวณแนวลาดชัน (Reef slope)



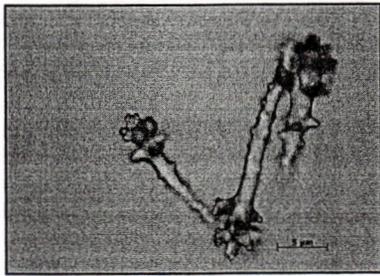
ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-4



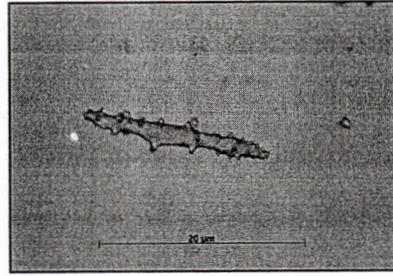
ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-10

ภาพที่ 4 ลักษณะโคโลนีแบบพุ่มของปะการังอ่อนสกุล *Simularia*

เกล็ดหินปูน (Sclerite) ของปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* มีความหลากหลายของรูปแบบ และกระจายอยู่ทั่วไปในโคโลนี อย่างไรก็ตามมีเกล็ดหินปูนที่เป็นลักษณะประจำของสกุล คือเกล็ดหินปูนแบบ Club มีลักษณะปลายด้านหนึ่งมีหนามขนาดใหญ่แตกออกโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกด้านแหลมอาจจะมีความยาวหรือสั้นต่างกันออกไปและมีขนาดแตกต่างกัน



ลักษณะเกล็ดหินปูนรูปแบบ club



เกล็ดหินปูนรูปแบบ spindle

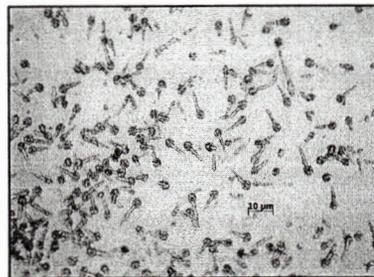
ภาพที่ 5 ลักษณะเกล็ดหินปูนที่สำคัญของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia*

จากการศึกษาพบว่าเกล็ดหินปูนสามารถจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. เกล็ดหินปูนที่พบบริเวณผิวของโคโลนี ซึ่งประกอบด้วยโพลิปของปะการังนั้น มักจะเป็นรูปแบบ club ขนาดต่างกันและแบบ spindle มีลักษณะเป็นแท่งบางยาว เป็นลักษณะทั่วไปที่พบในทุกตัวอย่างที่ศึกษา



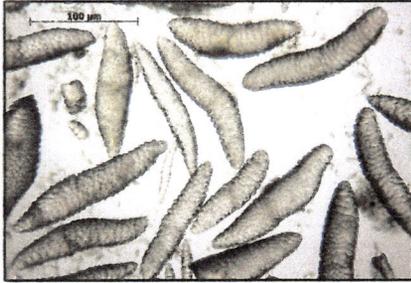
ลักษณะเกล็ดหินปูนบริเวณผิวชั้นนอก
กิ่งของตัวอย่าง JUA-NOV-52-8



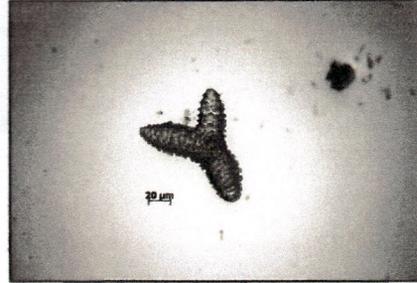
ลักษณะเกล็ดหินปูนบริเวณผิวกิ่งของ
ตัวอย่าง JOR-JAN-53-5

ภาพที่ 6 ลักษณะเกล็ดหินปูนบริเวณผิวของโคโลนีปะการังอ่อนสกุล *Sinularia*

2. เกล็ดหินปูนที่พบภายในโคโลนี ที่ภายในกิ่งและฐานของโคโลนีมีลักษณะแบบ Warty rod มีลักษณะเป็นแท่งขนาดใหญ่ ปลายแหลมทั้งสองด้าน มีหนามโดยรอบบางครั้งอาจพบมีการเชื่อมกันของเกล็ดหินปูน



ลักษณะเกล็ดหินปูนชั้นในโคโลนีของ
ตัวอย่าง JUA-JAN-53-1



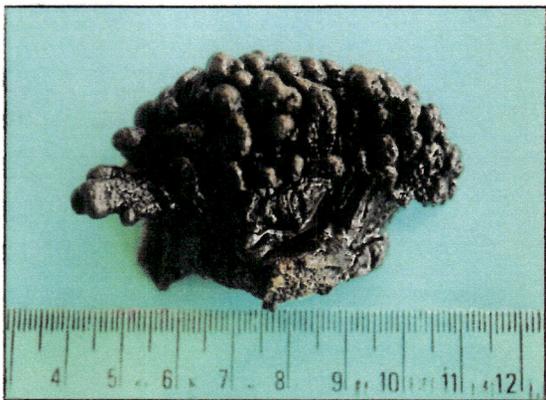
ลักษณะเกล็ดหินปูนชั้นในโคโลนีของ
ตัวอย่าง JUA-NOV-52-3

ภาพที่ 7 ลักษณะเกล็ดหินปูนที่สำคัญภายในโคโลนีชั้นในของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia*

ผลการศึกษาเมื่อพิจารณาจากรูปร่างลักษณะภายนอกและเกล็ดหินปูนของปะการังอ่อนที่ศึกษาสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มดังนี้

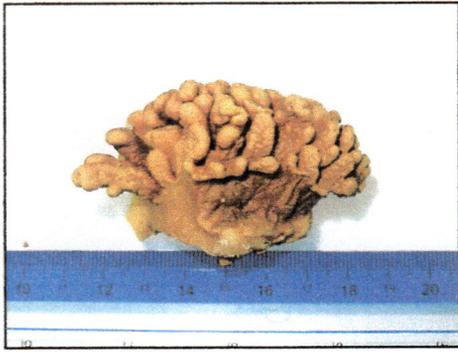
1. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-52-3), (JUA-JAN-52-2)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-52-3 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณโซนพื้นราบของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 4 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ปลายกิ่งแผ่ออกมีความกว้างมากกว่าโคนกิ่ง ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะโพลิปหนาแน่นที่ปลายกิ่งและมีน้อยที่ฐาน โพลิปมีขนาดเล็ก สีขาว



ภาพที่ 8 ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-52-3 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

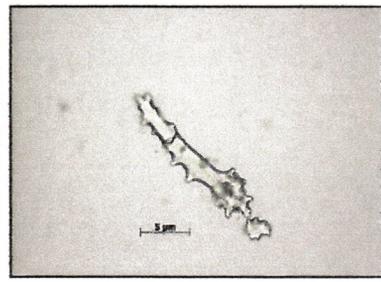
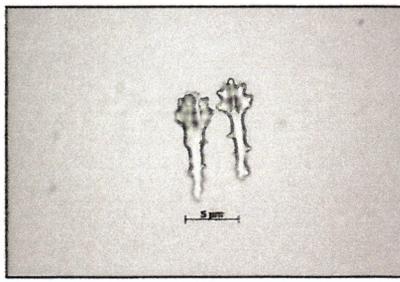
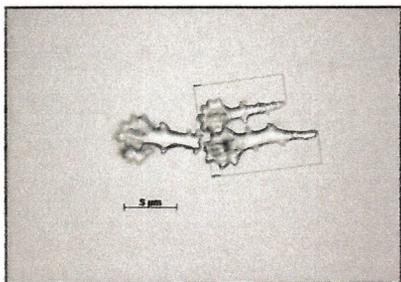
ตัวอย่างหมายเลข (JUA-JAN-52-2) ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลืองส้มเกาะกับหิน พบบริเวณโซนพื้นราบของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3 เมตร ลักษณะของโคโลนีจะเคลือบไปบนวัสดุที่เกาะ มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ปลายกิ่งมีความกว้างมากกว่าโคนกิ่ง โพลิปมีสีขาว มีขนาดใหญ่



ภาพที่ 9 ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-52-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

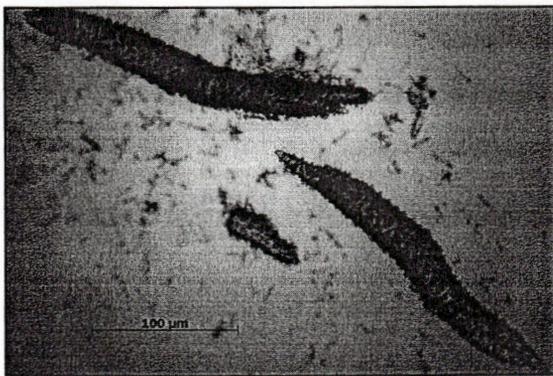
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ Club ซึ่งมีหลายขนาด ตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 8 ไมโครเมตรจนถึง 12 ไมโครเมตร มีลักษณะตรงปลายข้างใดข้างหนึ่งเป็นปุ่ม บริเวณก้านจะมีตุ่มเป็นระยะ พบมากบริเวณผิวและแบบแท่งขนาดเล็กมีหนามรอบ ๆ แต่ไม่มี crown ชัดเจนขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตร บริเวณชั้นในของกิ่งพบโครงสร้างแบบแท่งหนาที่มีปุ่มยื่นออกมารอบ ๆ ไม่เป็นระเบียบ แท่งไม่ตรง (Warty rod) ขนาดประมาณ 80-250 ไมโครเมตร
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบ Club ลักษณะเดียวกับบริเวณผิวและที่มีลักษณะผอมยาว ขนาด 10-12 ไมโครเมตรและพบ spindle ขนาดประมาณ 20 ไมโครเมตรหลายขนาดกระจายอยู่ด้วย ภายในพบโครงสร้างแบบ Warty rod ขนาดใหญ่ อยู่ชั้นในของฐานขนาดประมาณ 40-150 ไมโครเมตร

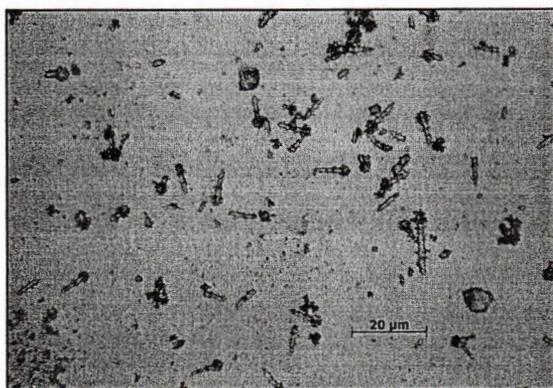
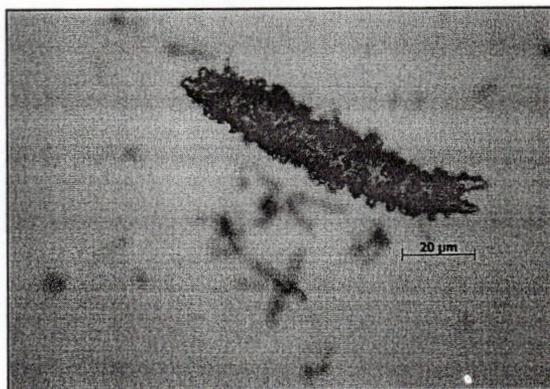


ภาพที่ 10 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง

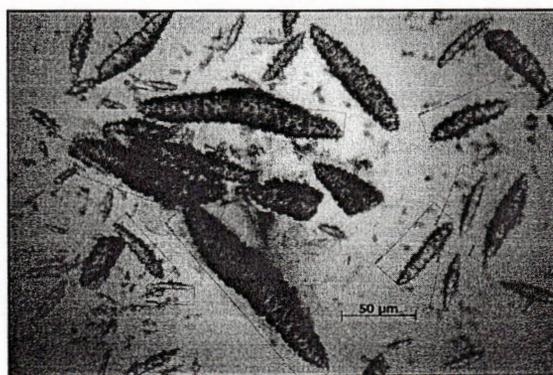
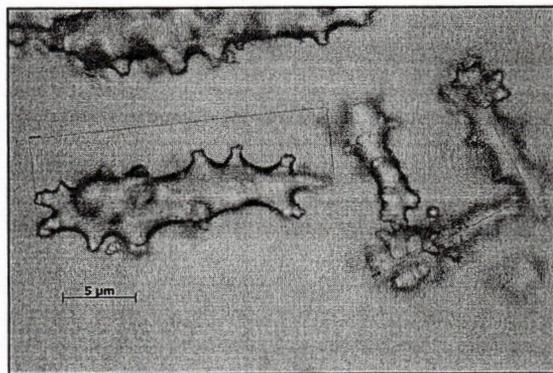
302488



ภาพที่ 11 Sclerite ที่พบภายในกิ้ง



ภาพที่ 12 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 13 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



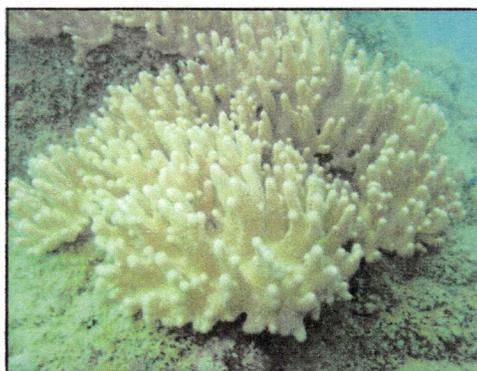
2. *Sinularia* sp. (JOR-JAN-53-5), (JOR-NOV-52-4), (JOR-NOV-52-8)

ตัวอย่างหมายเลข JOR-JAN-53-5 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 6 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งหนาและมีการแตกกิ่งสั้น ๆ หลายกิ่ง มีการแตกปลายของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) และอันดับที่สาม (3rd branch) มีลักษณะแผ่นแบน ลักษณะโพลีมีขนาดใหญ่ เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างคงจะเห็นการแตกของกิ่งชัดเจน



ภาพที่ 14 ลักษณะ โคโลนีของ JOR-JAN-53-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-4 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5-6 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีฐานเชื่อมต่อกัน กิ่งยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งน้อย พบการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) การแตกกิ่งจากกิ่งหลักมีลักษณะเป็นกลุ่ม ลักษณะโพลีมีขนาดเล็ก สีขาว



ภาพที่ 15 ตัวอย่างปะการัง JOR-NOV-52-4 เปรียบเทียบขณะยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว

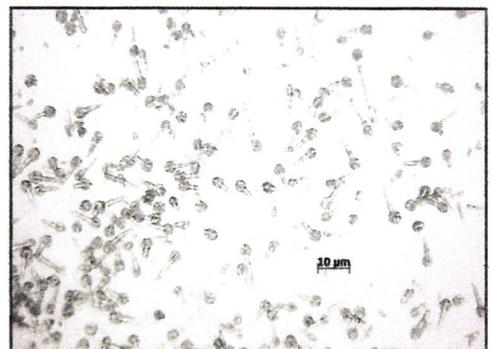
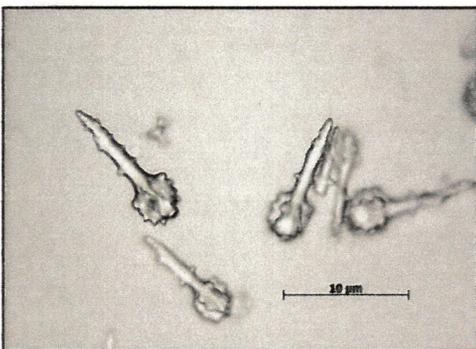
ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-8 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 6 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งก้าน ยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) กิ่งมักจะแตกออกจากกิ่งหลักเป็นกลุ่ม ลักษณะโพลีป์มีขนาดเล็กสีขาว



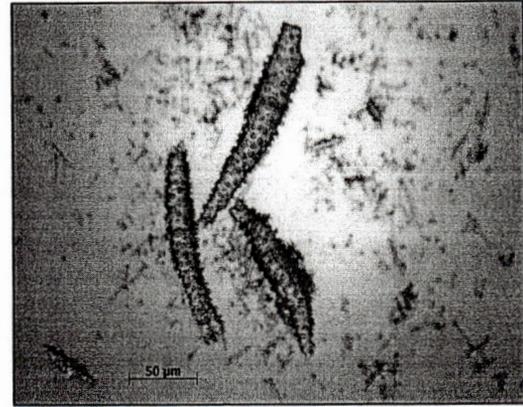
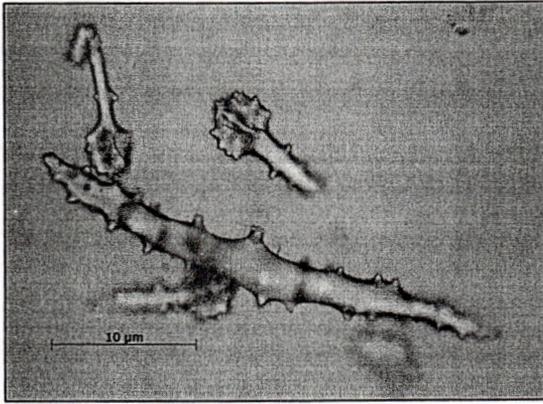
ภาพที่ 16 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-52-8 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว

จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

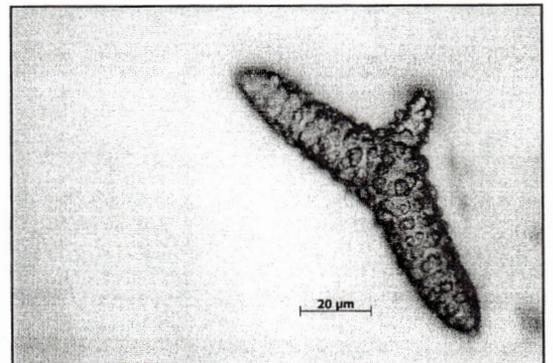
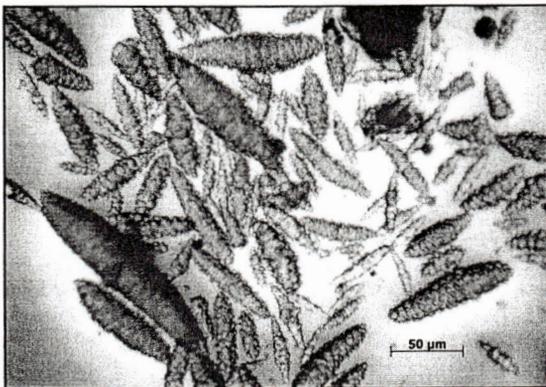
1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ Club ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกัน 10 ไมโครเมตร มีลักษณะตรงปลายข้างใดข้างหนึ่งเป็นปุ่ม พบมากบริเวณผิว บริเวณชั้นในของกิ่ง พบโครงสร้างแบบแท่งหนามที่มีปุ่มยื่นออกมารอบ ๆ (Warty rod) ขนาดประมาณ 100-250 ไมโครเมตร และแบบแท่งบางที่มีปุ่มขนาดเล็กยื่นออกมารอบ ๆ (Warty spindle) ขนาดประมาณ 20 ไมโครเมตร
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบ Club ลักษณะเดียวกับบริเวณผิวและที่มีลักษณะผอมยาว ขนาด 10 ไมโครเมตร ชั้นในของฐานพบโครงสร้างแบบ Warty rod มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 30 -150 ไมโครเมตร



ภาพที่ 17 Sclerite ที่พบบริเวณกิ่งของ *Simularia* sp.



ภาพที่ 18 Sclerite ที่พบบริเวณภายในของกิ่งของ *Sinularia* sp.



ภาพที่ 19 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน

3. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-53-4), (JOR-JUL-52-1), (JUA-NOV-52-10)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-4 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5-6 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะเป็นกิ่งขนาดใหญ่ บนฐานมีกิ่งพอม ขาว ขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ เมื่อหัดดูจะเห็นการแบ่งส่วนของฐานชัดเจน ที่

ฐานมีกิ่งน้อย กิ่งยาวประมาณ 10 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สาม (3rd branch) ลักษณะ โพลิปมีขนาดเล็ก สีเหลือง พบที่ปลายกิ่งเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 20 ลักษณะ โคลโลนีของ JUA-JAN-53-4 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JOR-JUL-52-1 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 4 เมตร ลักษณะของ โคลโลนีฐานมีการแบ่งเป็นกิ่งหนา และมีการแตกกิ่งสั้น ๆ หลายกิ่ง มีการแตกปลายของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะ โพลิปมีขนาดใหญ่กระจายไปจนถึงฐาน ที่ฐานจะมีการเชื่อม



ภาพที่ 21 ลักษณะ โคลโลนีของ JOR-JUL-52-1 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-10 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการคองจะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ กิ่งหัดสั้น พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3 เมตร มักขึ้นบนซากปะการัง ลักษณะของ โคลโลนีมีสีน้ำตาลอมเหลือง มีฐานแผ่

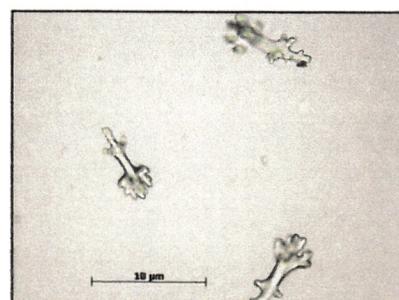
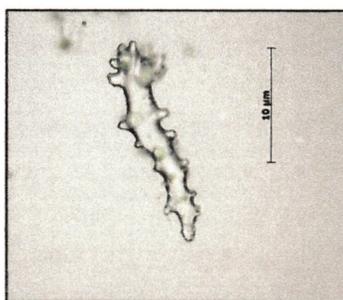
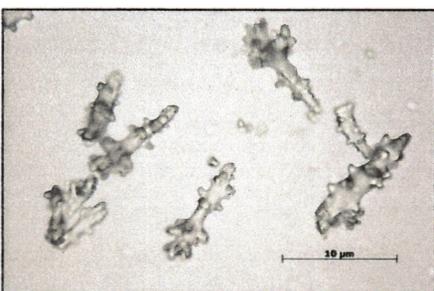
ยกขึ้นเป็นกิ่งขนาดใหญ่และแตกเป็นกิ่งขนาดใหญ่และมีกิ่งเล็กแตกออก ที่ฐานมีกิ่งน้อย ยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะโพลีพหนาแน่นที่ปลายกิ่งและมีน้อยที่ฐาน โพลีพมีขนาดเล็ก สีขาว



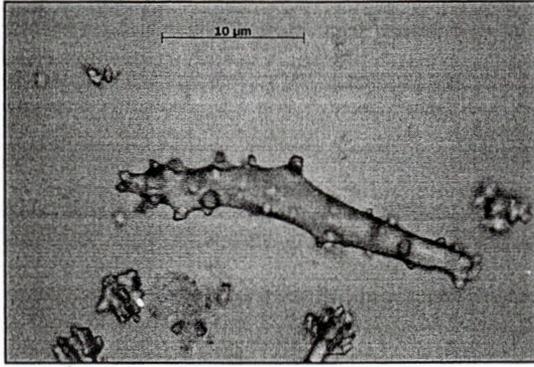
ภาพที่ 22 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-10 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

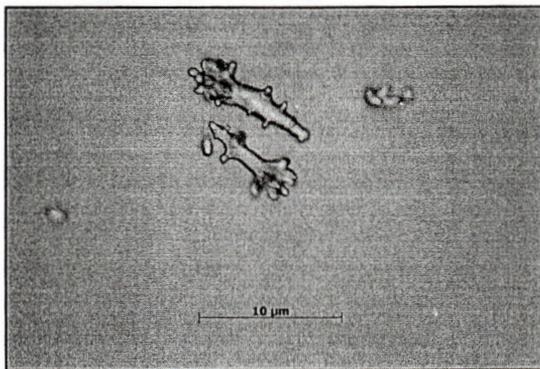
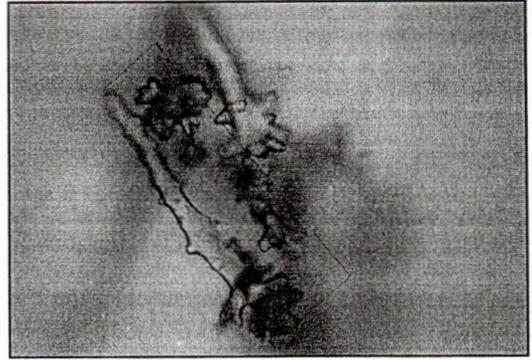
1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club ปุ่มขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มน้อยขนาดประมาณ 8 ไมโครเมตรและแบบขนาดใหญ่มีหนามที่ก้านมากที่มีปุ่มขนาดใหญ่ออกมา ขนาด 18-20 ไมโครเมตรและแบบแท่งตรงบาง มีปุ่มแหลมกระจายห่างขนาดประมาณ 20 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบเดียวกับผิวขนาด 25 ไมโครเมตรแบบ warty rod ขนาด 50 ไมโครเมตร
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 8-10 ไมโครเมตร และแบบ spindle ขนาด 30 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบแท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาไม่เป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 100-150 ไมโครเมตร



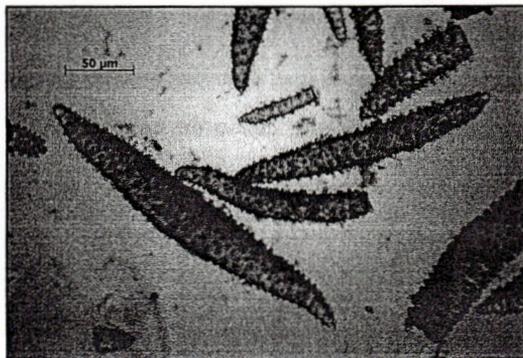
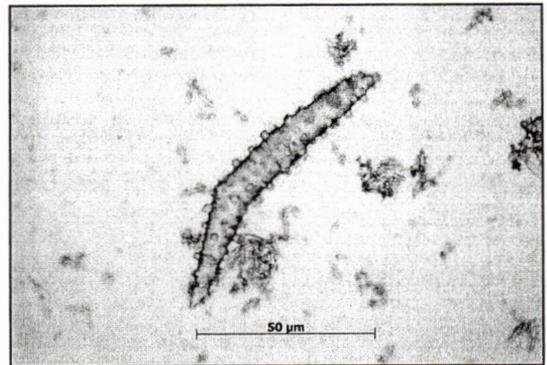
ภาพที่ 23 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง *Simularia* sp.



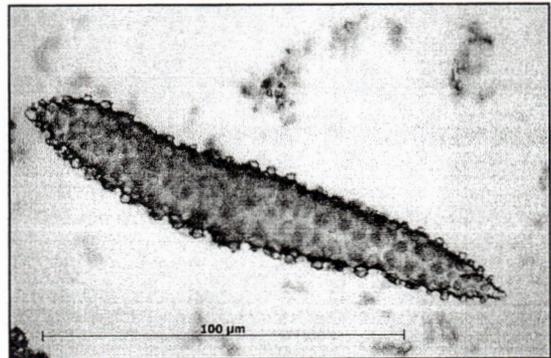
ภาพที่ 24 Sclerite ที่พบภายในกึ่ง



ภาพที่ 25 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน

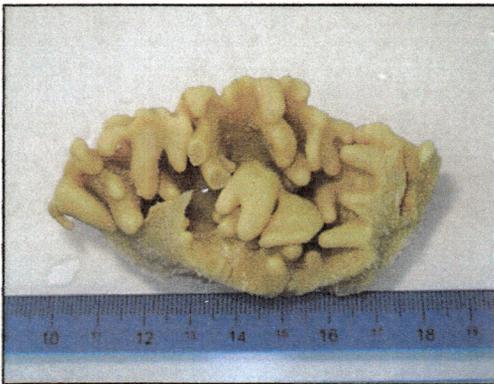


ภาพที่ 26 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



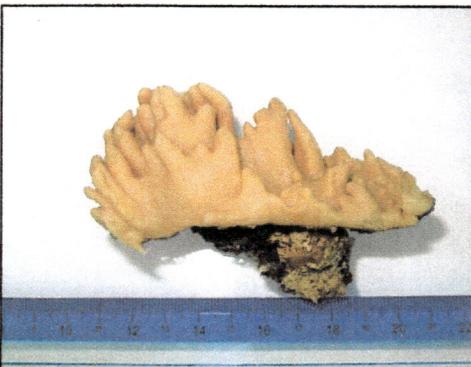
4. *Sinularia* sp. (JUA-NOV-52-3), (JUA-NOV-52-8)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-3 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอ่อน พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่กิ่งกนา ตั้งขึ้นบนฐานเป็นกลุ่ม มีการแตกของกิ่งย่อยอันดับที่สอง (2nd branch) ซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นคุ่มสั้น กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ สีเหลือง กระจายอยู่ทั่วไป



ภาพที่ 27 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-3 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและ
หลังจากผ่านการดอง

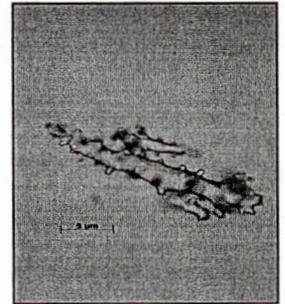
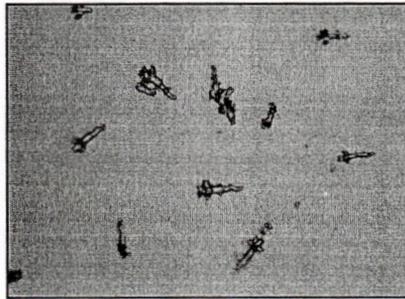
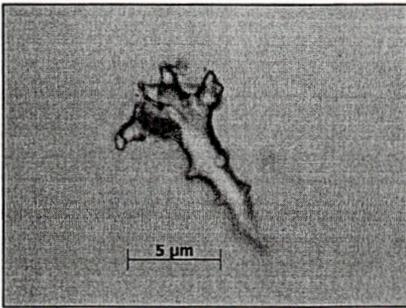
ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-8 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล เมื่อผ่านการดอง จะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 4 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่กิ่งกนา ตั้งขึ้นบนฐาน มีการแตกของกิ่งย่อยอันดับที่สอง (2nd branch) กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ สีเหลือง กระจายอยู่ห่าง ๆ



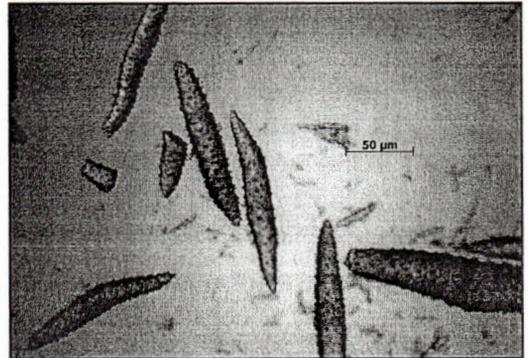
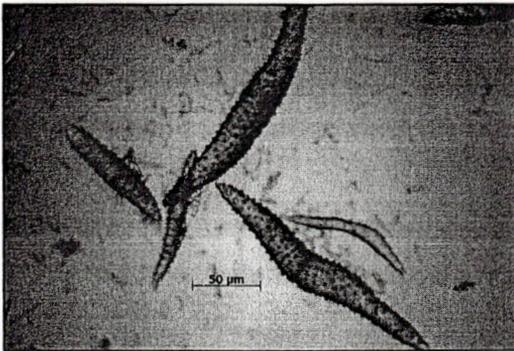
ภาพที่ 28 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-8 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการ
ดอง

จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

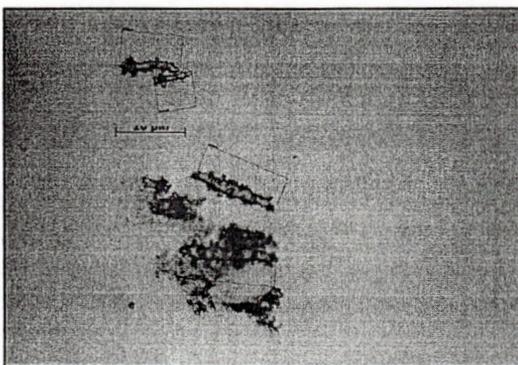
1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club ที่มีปลายด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มขนาด 10 ไมโครเมตร และแบบแท่งปลายแหลมสองข้างขนาดประมาณ 15-20 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบ warty rod ขนาดใหญ่ หนามแหลมไม่เป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 100-200 ไมโครเมตร
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 13 ไมโครเมตรและแบบ spindle ขนาด 25 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาเป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 100-350 ไมโครเมตร



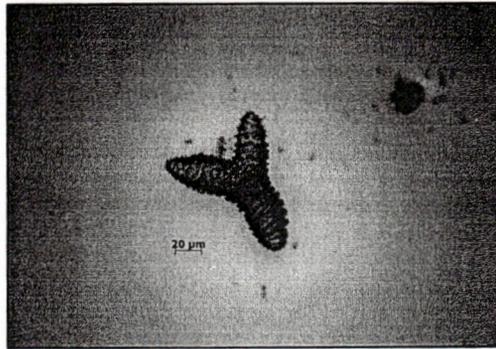
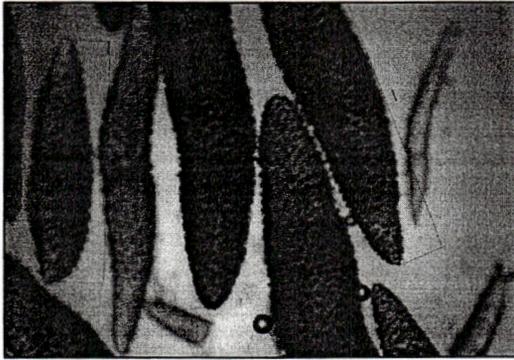
ภาพที่ 29 รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



ภาพที่ 30 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง



ภาพที่ 31 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 32 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน

5. *Sinularia* sp. (JUA-NOV-52-12), (JUA-NOV-52-11), (JOR-JAN-53-2), (JOR-NOV-52-1)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-12 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีน้ำตาล พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3-5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการัง ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่กิ่งมีลักษณะตั้งขึ้นเป็นช่อ มีการแตกของกิ่งย่อยอันดับที่สอง (2nd branch) กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ลักษณะ โพลิปมีขนาดเล็ก สีขาว



ภาพที่ 33 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-12 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-11 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 6 เมตร มักขึ้นบนซากปะการัง ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่นคลุมวัสดุเป็นบริเวณกว้าง กิ่งมีลักษณะตั้งขึ้นเป็นช่อ มีการแตกของกิ่งย่อยอันดับที่สอง (2nd branch) กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ลักษณะโพลิปสังเกตเห็นง่าย มีขนาดเล็กสีขาว



ภาพที่ 34 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-11 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหดตัว

ตัวอย่างหมายเลข JOR-JAN-53- 2 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีฐานครอบคลุมวัสดุเป็นพื้นที่กว้าง ทั้งก้อนหินและปะการังตาย กิ่งก้าน เล็ก สั้น ยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่



ภาพที่ 35 ลักษณะโคโลนีของ JOR-JAN-53-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อ
หอดตัว

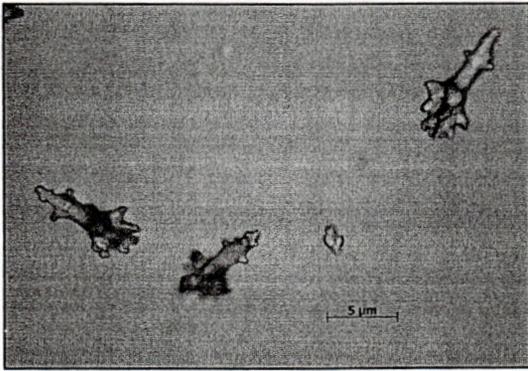
ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-1 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชน
ลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 6 เมตร ลักษณะของโคโลนีขึ้นคลุมก้อนหินขนาด
ใหญ่มีกิ่งก้าน สั้น ความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch)
ลักษณะโพลีปมีขนาดใหญ่



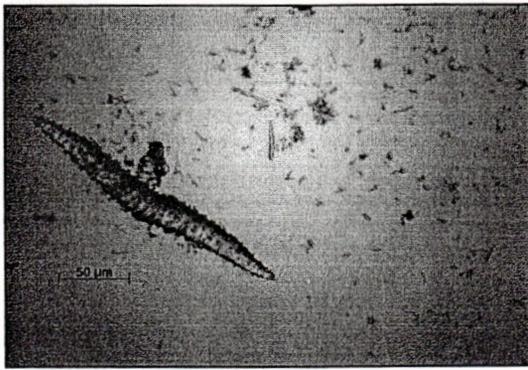
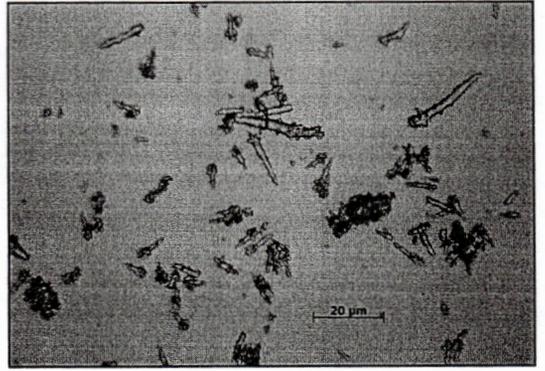
ภาพที่ 36 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-52-1 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหอดตัว

จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

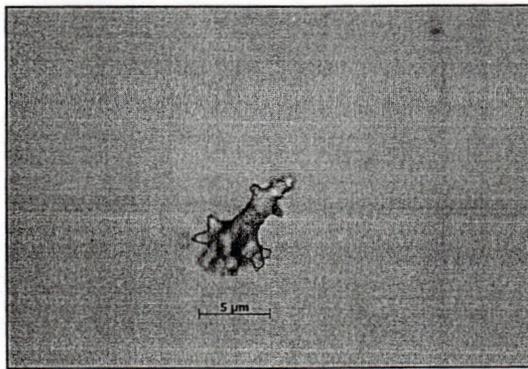
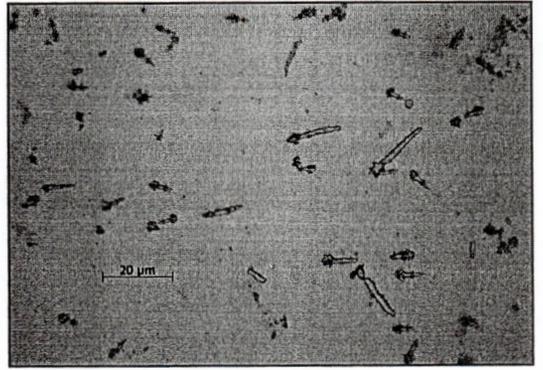
1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club แบบสั้น ที่มีปลาย
ด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฎ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่ม ขนาดประมาณ 6-10
ไมโครเมตรและแบบแท่งปลายแหลมสองข้างขนาดประมาณ 25 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบ
โครงสร้างแบบ warty rod ขนาด 200 ไมโครเมตรและแบบ spindle บางปลายแหลม ขนาด 20
ไมโครเมตร
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตร
ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาเป็น
ระเบียบ ขนาดประมาณ 200-300 ไมโครเมตร และขนาดเล็กบางมีหนามไม่เป็นระเบียบขนาด 100
ไมโครเมตร



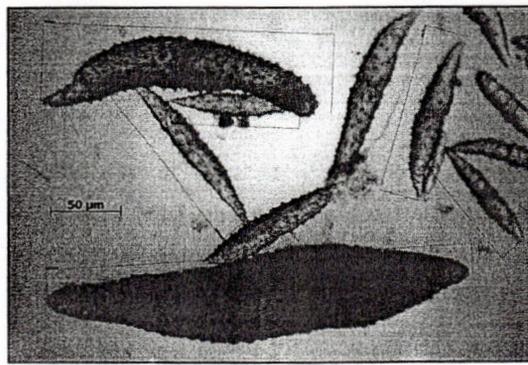
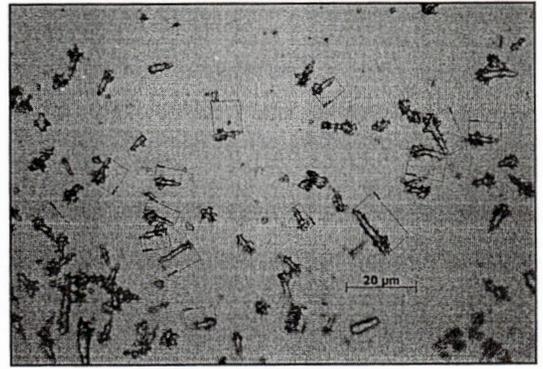
ภาพที่ 37 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ้ง



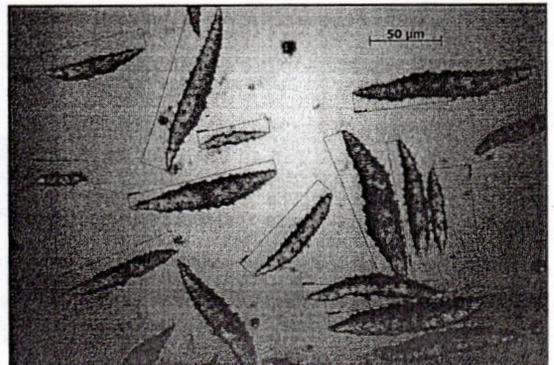
ภาพที่ 38 Sclerite ที่พบภายในกิ้ง



ภาพที่ 39 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน

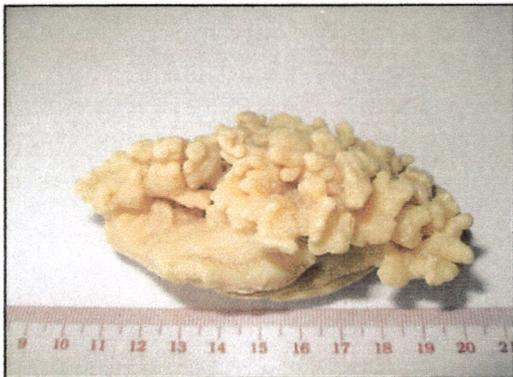


ภาพที่ 40 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



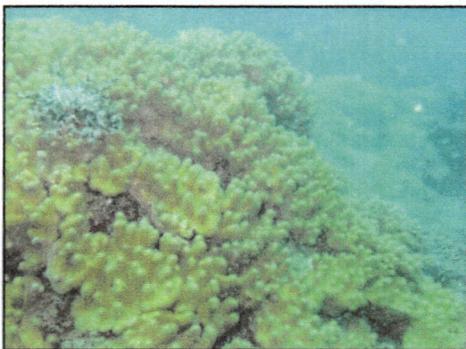
6. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-53-5), (JUA-JAN-53-3)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-5 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่มีกิ่งขนาดใหญ่แบน แดกขึ้นปลายกิ่ง มีกิ่งพอมแตกเป็นกลุ่ม ๆ รวมกันตรงปลายแผ่ออก เมื่อหัดตัวจะเห็นส่วนปลายชัดเจน ที่ฐานมีกิ่งน้อย กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตรและมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลีมีขนาดเล็ก สีเหลือง พบที่ปลายกิ่งเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 41 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-53-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-3 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3 เมตร มักขึ้นแผ่กระจายบนก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีสั้น ปลายมน ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะโพลีมีขนาดเล็กสีน้ำตาล เมื่อหัดตัวจะไม่หดลงไปในพื้นที่

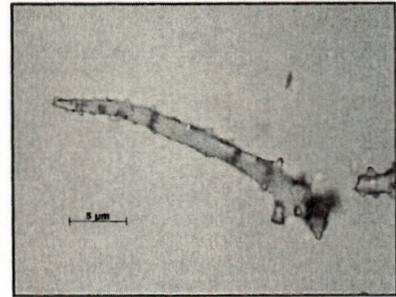
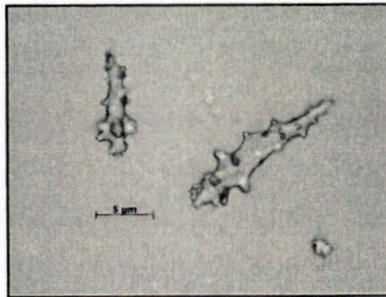
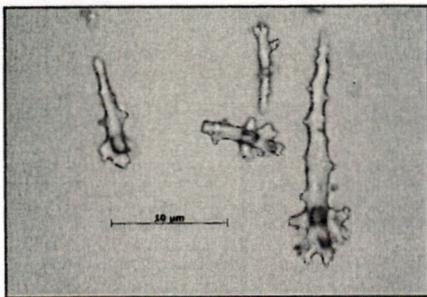


ภาพที่ 42 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-53-3 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว

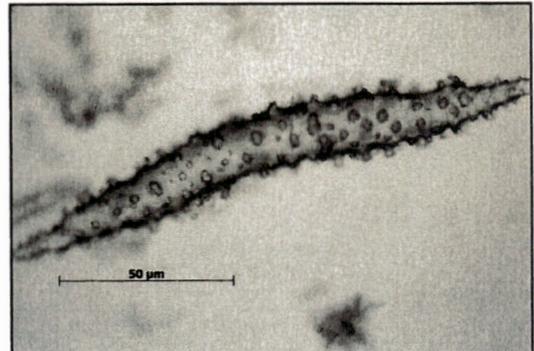
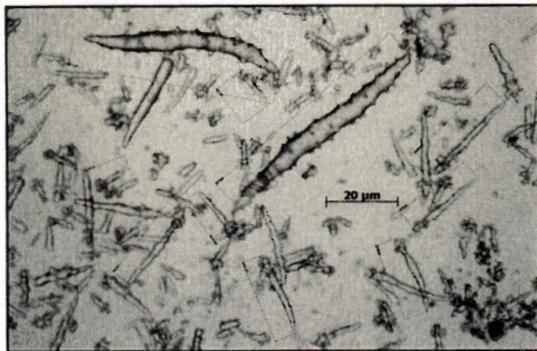
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club แบบพอมยาว ที่มีปลายด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มน้อยขนาดประมาณ 10-25 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบ spindle แบบพอมบางขนาด 30-100 ไมโครเมตรแบบ warty rod ขนาด 150 ไมโครเมตร

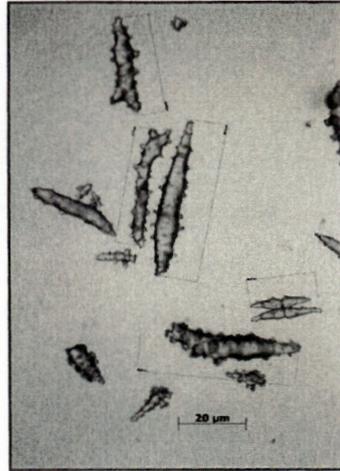
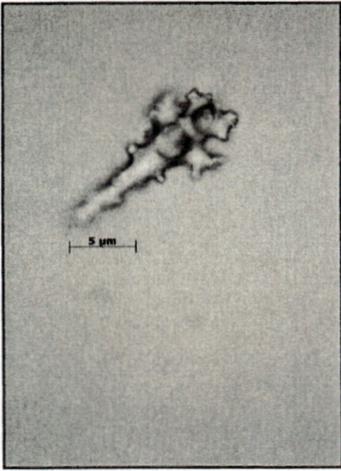
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 15 ไมโครเมตรและแบบ spindle ขนาด 30 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาไม่เป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 40-200 ไมโครเมตร



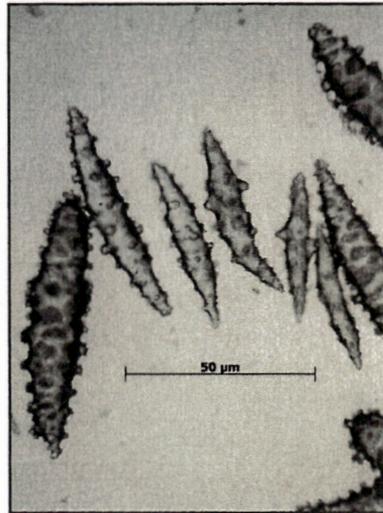
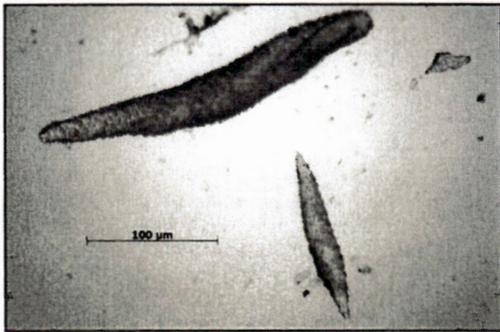
ภาพที่ 43 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



ภาพที่ 44 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง



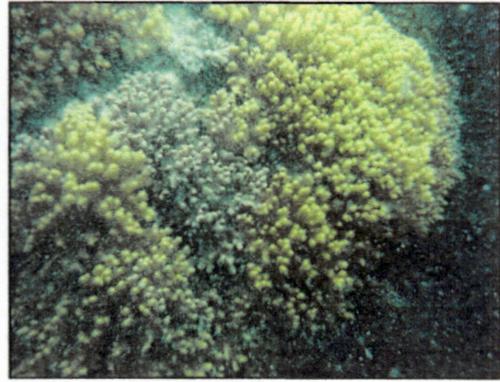
ภาพที่ 45 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 46 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน

7. *Sinularia* sp. (JUA-SEP-52-5)

ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งก้าน เล็ก ขาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สองและสาม (2nd branch, 3rd branch) โคโลนีมักขึ้นแผ่เคลือบก้อนหินหรือปะการังตาย ลักษณะโพลีปีมีขนาดใหญ่ สีเหลือง

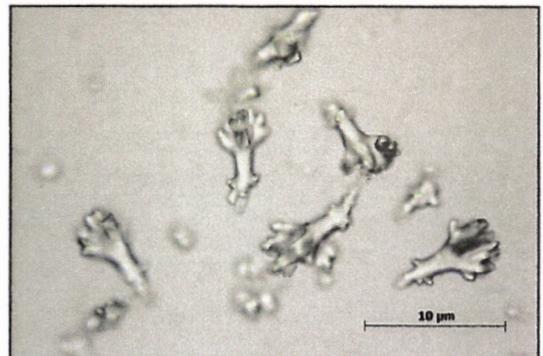


ภาพที่ 47 ลักษณะ โคลนีย์ของ JUA-SEP-52-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

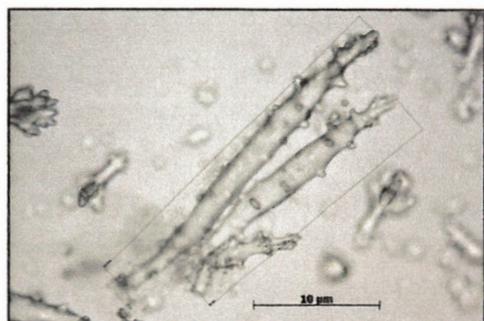
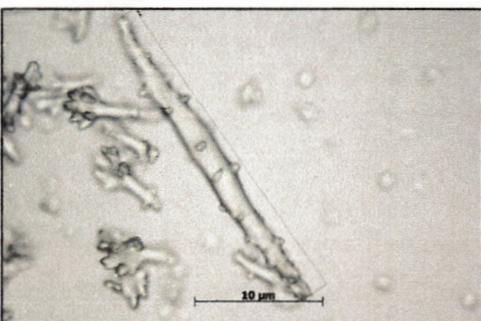
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคลนีย์ มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club แบบสั้น ที่มีปลายด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่ม ขนาดประมาณ 6-10 ไมโครเมตรแบบค่อมยาวขนาดประมาณ 15 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบ spindle บางปลายแหลม ขนาด 25-30 ไมโครเมตร

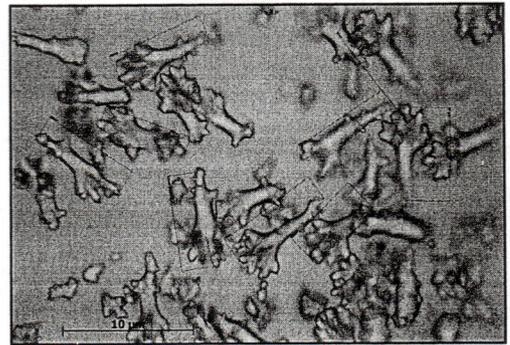
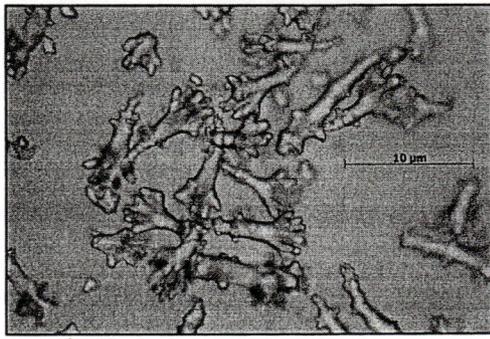
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาเป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 200-400 ไมโครเมตร



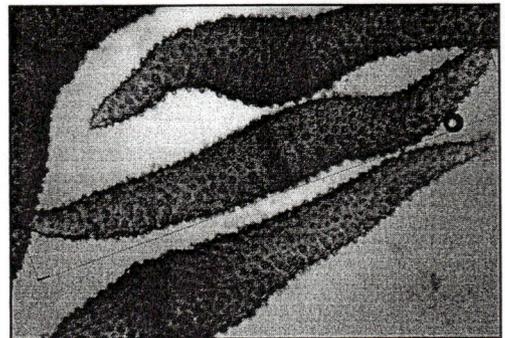
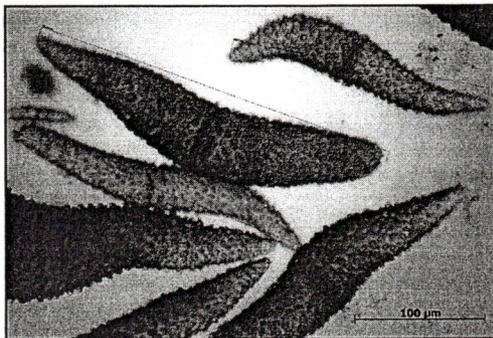
ภาพที่ 48 รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



ภาพที่ 49 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง



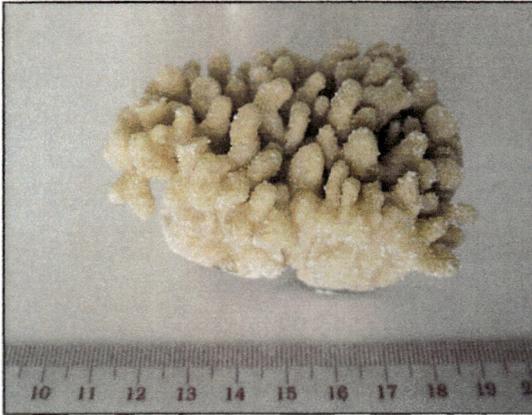
ภาพที่ 50 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 51 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน

8. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-53-6), (JUA-NOV-52-2), (JUA-NOV-52-4), (JOR-NOV-52-6), (JUA-NOV-52-1)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-6 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง พบบริเวณโขนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3-5 เมตร มักขึ้นแผ่กระจายบนซากปะการัง ลักษณะของโคโลนีมีสีน้ำตาล มีฐานแผ่คลุมวัสดุที่เกาะ กิ่งหลักขนาดใหญ่และมีกิ่งเล็กแตกออก มีการแตกกิ่งมาก ปลายมน ยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ยาว และอันดับสามสั้น ๆ บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะโพลีปมีขนาดเล็ก สีเหลือง



ภาพที่ 52 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-53-6 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-4 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่ มีกิ่งขนาดใหญ่ แบนแตกขึ้นปลายกิ่ง มีกิ่งผอมแตกเป็นกลุ่ม ๆ รวมกันตรงปลายแผ่ออก เมื่อหัดตัวจะเห็นส่วนปลายชัดเจน ที่ฐานมีกิ่งน้อย กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตรและมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก สีเหลือง พบที่ปลายกิ่งเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 53 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-4 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหัดตัว

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-6 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 4-5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่ มีกิ่งขนาดใหญ่ ปลายกิ่งมีกิ่งผอมแตกเป็นกลุ่ม ๆ รวมกันตรงปลาย เมื่อหัดตัวจะเห็นส่วนปลายชัดเจน ที่ฐานมีกิ่งน้อย กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตรและมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก สีเหลือง พบที่ปลายกิ่งเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 54 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-52-6 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อ
หอดัว

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-2 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะมีกิ่งขนาดใหญ่ แดกขึ้นปลายกิ่งมีกิ่งพอมแตกเป็นกลุ่ม ๆ รวมกันตรงปลาย ที่ฐานมีกิ่งน้อย กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลีปีมีขนาดเล็ก สีเหลือง



ภาพที่ 55 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อ
หอดัว

ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-1 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีน้ำตาลอ่อน พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5-6 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่ กิ่งหนาดั้งขึ้น มีการแตกกิ่งบนฐานใหญ่ กิ่งเรียวยาว กิ่งย่อยมีถึงอันดับที่สอง (2nd branch) กิ่งยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร ลักษณะโพลีปีมีขนาดเล็กเมื่อหอดัวจะสังเกตได้ยาก

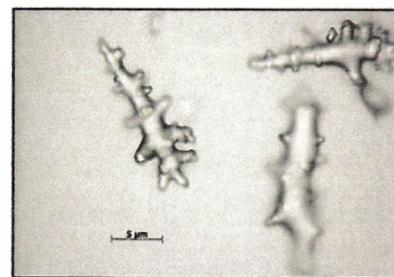
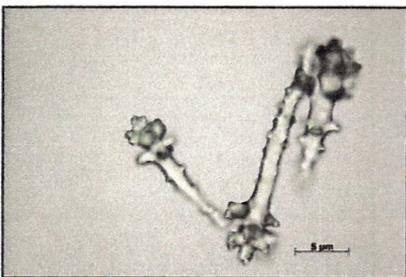


ภาพที่ 56 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-1 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

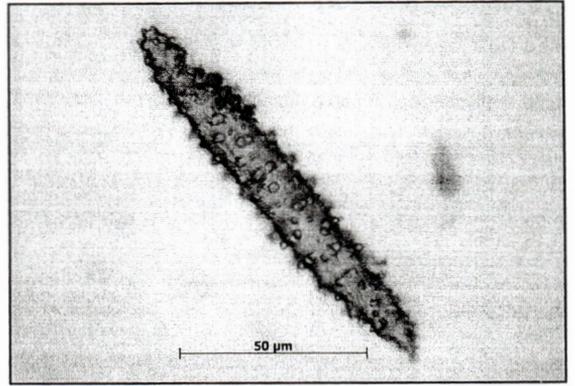
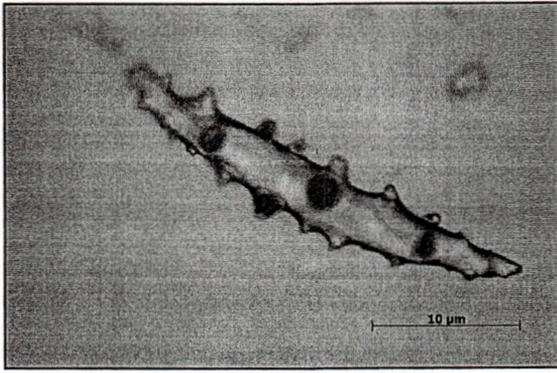
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ Club ซึ่งมีขนาดผอมยาว 10-20 ไมโครเมตร มีลักษณะตรงปลายข้างหนึ่งเป็นปุ่มขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฎ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มน้อยและแบบที่มีหนามยาวขนาด 20 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบแท่งหนาที่มีปุ่มยาวยื่นออกมารอบ ๆ (Warty rod) ขนาดประมาณ 30 ไมโครเมตรและขนาดใหญ่มีหนามหนาแน่นขนาด 120 ไมโครเมตร

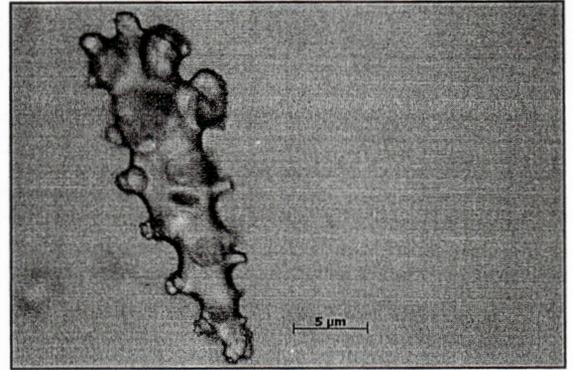
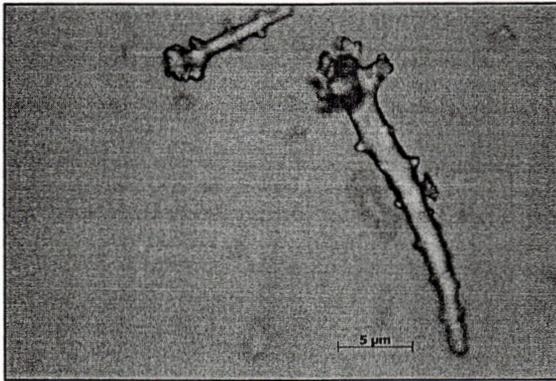
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบ club ลักษณะเดียวกับกิ่งขนาด 20-30 ไมโครเมตร ชั้นในของฐานพบโครงสร้างแบบ Warty rod ปลายแหลม มีหนามกระจายห่าง ๆ ขนาด 30-60 ไมโครเมตร



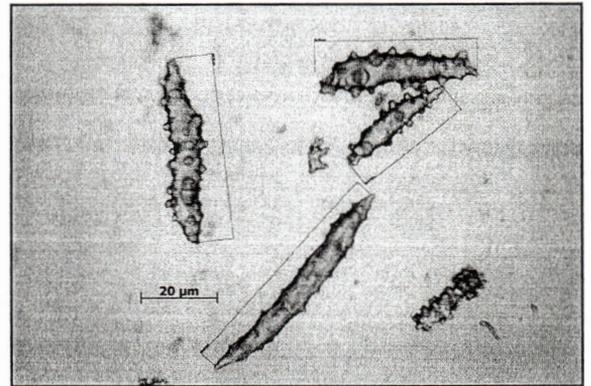
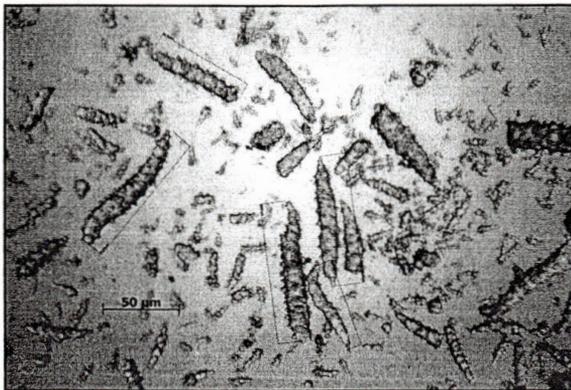
ภาพที่ 57 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



ภาพที่ 58 Sclerite ที่พบภายในกิ้ง



ภาพที่ 59 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 60 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน

9. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-53-1), (JUA-SEP-52-9)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-1 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3-4 เมตร มักขึ้นบนซากปะการัง ลักษณะของโคโลนีมีสีน้ำตาลอมเหลือง มีฐานแผ่และแตกเป็นกิ่งสั้น ๆ ขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ กิ่งตรงกลางขนาดใหญ่กว่ากิ่งข้าง ๆ และมีกิ่งเล็กแตกออก ที่ฐานมีกิ่งน้อย ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะโพลิปหนาแน่นที่ปลายกิ่ง โพลิปมีขนาดเล็ก สีขาว



ภาพที่ 61 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-53-1 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

ตัวอย่างหมายเลข JUA-SEP-52-9 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง บางส่วนที่โพลิปหดตัว มองเห็นเป็นสีขาว พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3 เมตร ลักษณะของโคโลนีแผ่คลุมวัสดุ มีการแตกกิ่งก้านเป็นกลุ่ม ๆ กิ่งสั้น ความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก

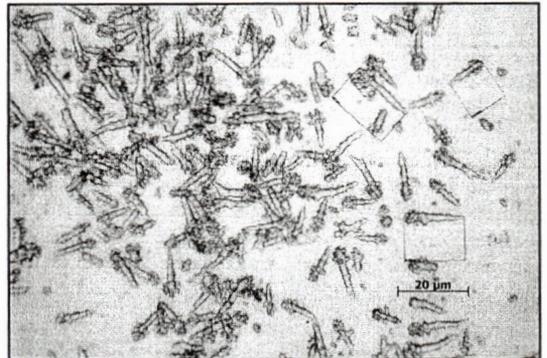
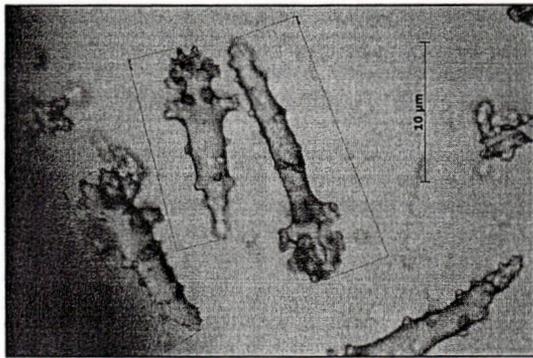


ภาพที่ 62 ลักษณะโคโลนีของ JUA-SEP-52-9 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

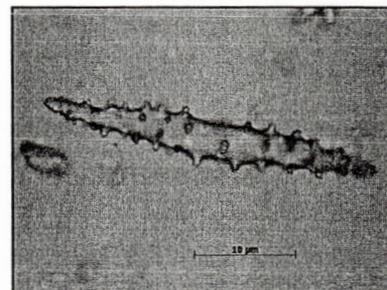
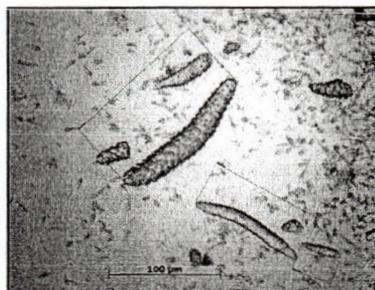
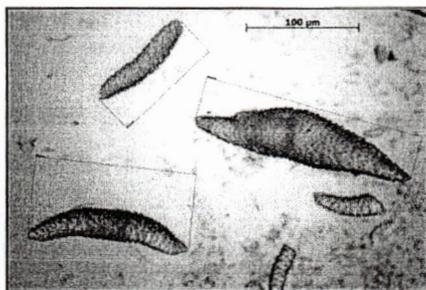
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ Club ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ซึ่งมีขนาด 15-20 ไมโครเมตร มีลักษณะตรงปลายข้างหนึ่งเป็นปุ่มขนาดใหญ่ยื่นออกมา โดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มน้อยและแบบขนาดใหญ่มีหนามที่ก้านมากขนาดประมาณ 40 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบแท่งหนาที่มีปุ่มสั้น ๆ ยื่นออกมารอบ ๆ เป็นระเบียบ (Warty rod) ขนาดประมาณ 100-200 ไมโครเมตร

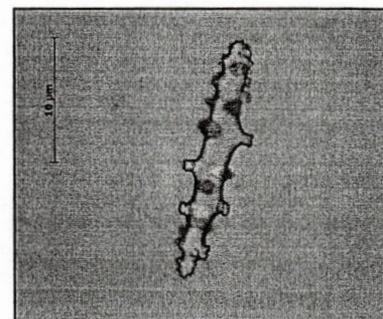
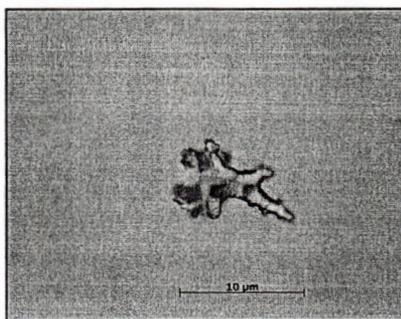
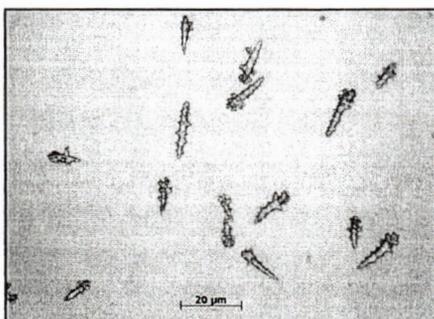
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบ club ที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 15 ไมโครเมตร และมีหนามใหญ่ขนาด 25 ไมโครเมตร ชั้นในของฐานพบโครงสร้างแบบ Warty rod แบบยาว ปลายแหลม มีหนามแหลมขนาดเล็กกระจายเป็นระเบียบ ขนาด 90-200 ไมโครเมตร



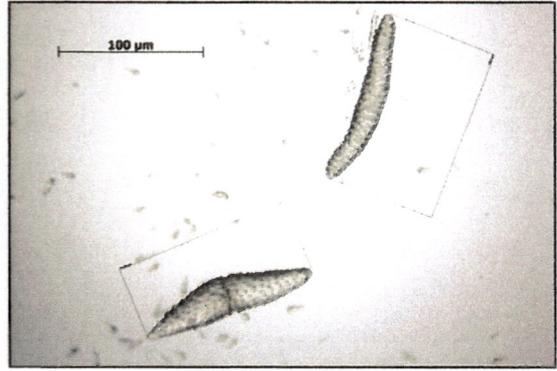
ภาพที่ 63 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



ภาพที่ 64 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง



ภาพที่ 65 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 66 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน

10. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-53-9), (JUA-JAN-52-1)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-9 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง เมื่อผ่านการดอง จะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3-5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่กิ่งมีลักษณะเป็นกิ่งใหญ่ตั้งขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ มีการแตกของกิ่งย่อยมากถึงอันดับที่สาม (3rd branch) กิ่งยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก สีเหลือง



ภาพที่ 67 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-53-9 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-52-1 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบเกาะกับปะการังตายบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 6 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งก้านยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สองและสาม (2nd branch, 3rd branch) ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างดองจะเห็นการแตกของกิ่งชัดเจน

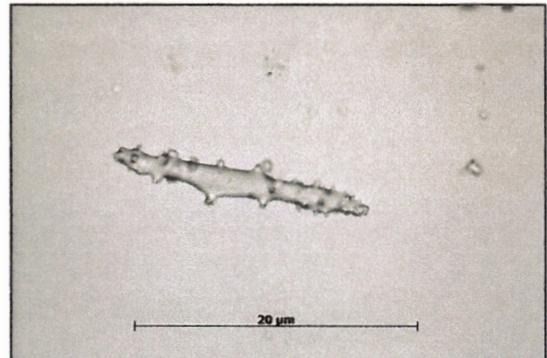
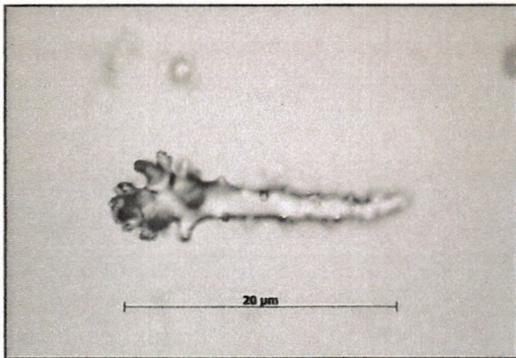


ภาพที่ 68 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-52-1 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

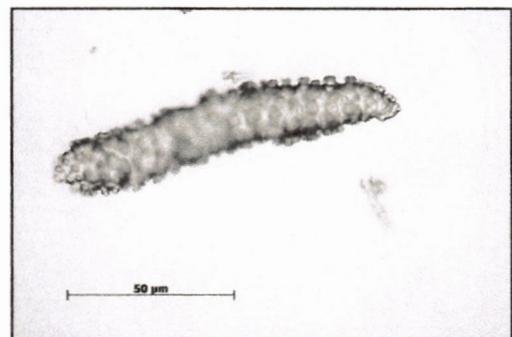
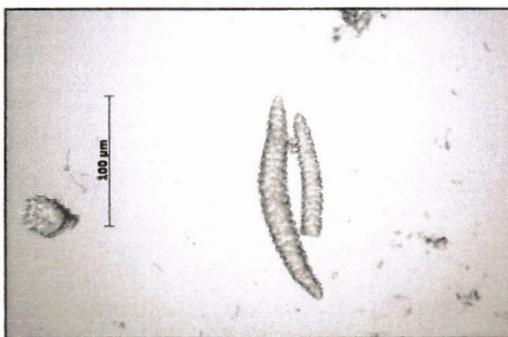
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club ที่มีปลายด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฎ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มเป็นระเบียบขนาดประมาณ 20 ไมโครเมตรและแบบแท่งปลายแหลมสองข้างขนาดประมาณ 15-20 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบ warty rod ขนาด 100-160 ไมโครเมตร

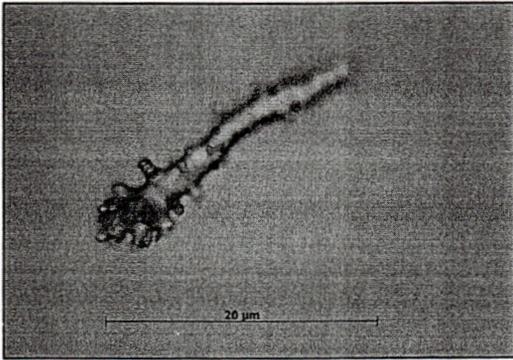
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 10-20 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาเป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 100-200 ไมโครเมตร



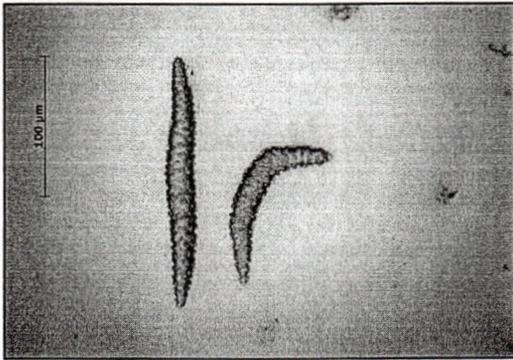
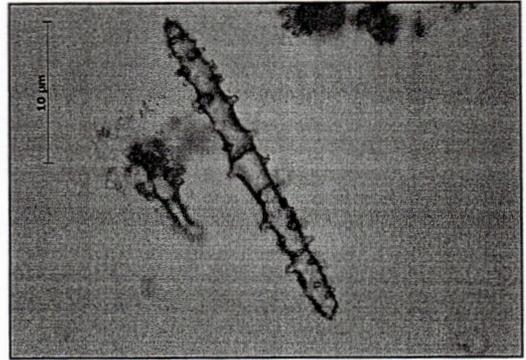
ภาพที่ 69 รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



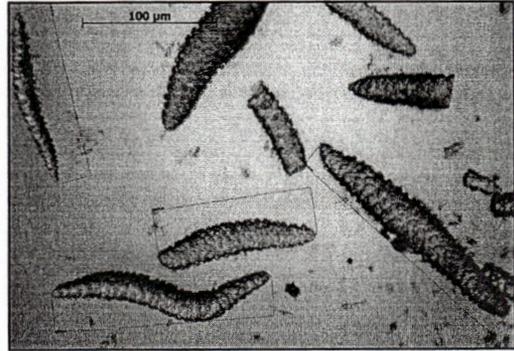
ภาพที่ 70 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง



ภาพที่ 71 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 72 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



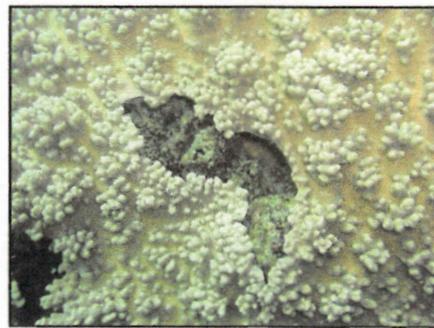
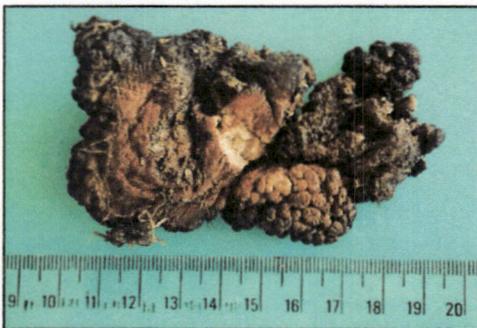
11. *Sinularia* sp. (JUA-JAN-53-7), (JOR-NOV-51-3), (JOR-NOV-52-5), (JOR-NOV-52-7), (JAN-MAY-52-7)

ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-7 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง พบบริเวณโชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3-5 เมตร มักขึ้นแผ่กระจายบนซากปะการัง ลักษณะของโคโลนีมีสีน้ำตาล มีฐานแผ่คลุมวัสดุที่เกาะ กิ่งหลักขนาดใหญ่และมีกิ่งเล็กแตกออก มีการแตกกิ่งมาก ปลายมน ยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะโพลีปมีขนาดเล็ก สีขาว



ภาพที่ 73 ลักษณะโคโลนีของ JUA-JAN-53-7 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-51-3 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการังเกาะจระเข้ เกาะกัปหิน ลักษณะของ โคโลนีคล้ายแผ่นและมีกิ่งก้านตั้งขึ้น กิ่งก้านสั้นประมาณ 1-3 เซนติเมตรปลายกิ่งแผ่อก ไม่มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลิปมีสีน้ำตาล มักขึ้นเคลือบไปบนก้อนหินหรือซากปะการัง



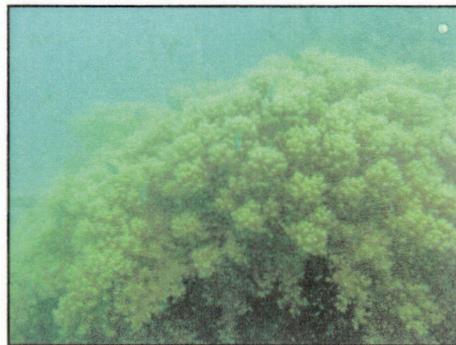
ภาพที่ 74 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-51-3 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-5 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการังเกาะจระเข้ เกาะกัปหิน ลักษณะของ โคโลนีคล้ายแผ่นและมีกิ่งก้านตั้งขึ้น เป็นกลุ่ม กิ่งก้านสั้นประมาณ 1-3 เซนติเมตรปลายกิ่งแผ่อก ไม่มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) ลักษณะโพลิปมีสีน้ำตาล มักขึ้นเคลือบไปบนก้อนหินหรือซากปะการัง



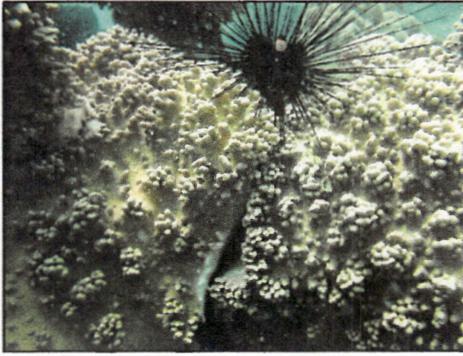
ภาพที่ 75 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-52-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อ
หุดตัว

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-7 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณ โชน
ลาดชันของแนวปะการังเกาะกระเช้ เกาะทับหิน ลักษณะของโคโลนีคล้ายแผ่นและมีกิ่งก้านตั้งขึ้น
เป็นกลุ่ม กิ่งก้านสั้นประมาณ 1-3 เซนติเมตรปลายกิ่งแผ่อก ไม่มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd
branch) ลักษณะโพลิปมีสีน้ำตาล มักขึ้นเคลือบไปบนก้อนหินหรือซากปะการัง



ภาพที่ 76 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-52-7 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อ
หุดตัว

ตัวอย่างหมายเลข JAN-MAY-52-7 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล พบบริเวณ โชน
ลาดชันของแนวปะการังเกาะจานเกาะทับหิน ลักษณะของโคโลนีคล้ายแผ่นและมีกิ่งก้านตั้งขึ้นเป็น
กลุ่ม กิ่งก้านสั้นประมาณ 1-3 เซนติเมตรปลายกิ่งแผ่อก ไม่มีการแตกของกิ่งอันดับที่สอง (2nd
branch) ลักษณะโพลิปมีสีน้ำตาล มักขึ้นเคลือบไปบนก้อนหินหรือซากปะการัง

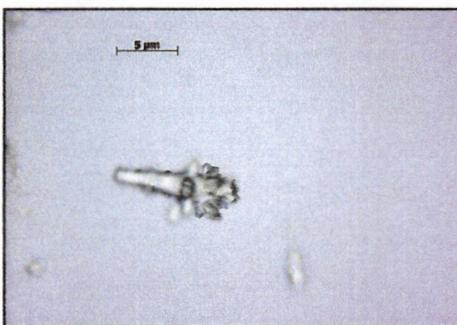


ภาพที่ 77 ลักษณะโคโลนีของ JAN-MAY-52-7 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหดตัว

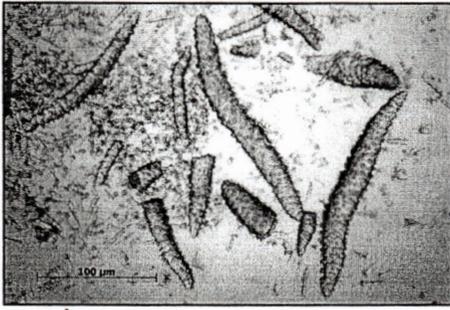
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ Club ซึ่งมีขนาดพอมยาว 5-20 ไมโครเมตร มีลักษณะตรงปลายข้างหนึ่งเป็นปุ่มขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฎ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มน้อยและแบบขนาดใหญ่มีหนามที่ก้านมากขนาด 20 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบแท่งหนามที่มีปุ่มยาวยื่นออกมารอบๆ (Warty rod) ขนาดประมาณ 150-200 ไมโครเมตรและขนาดเล็ก 30 ไมโครเมตร

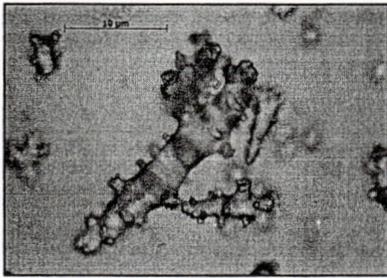
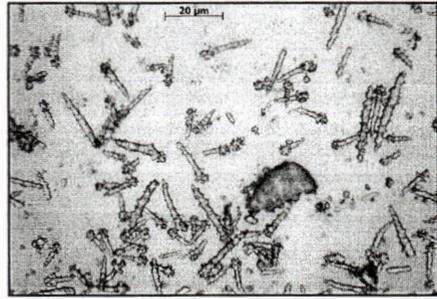
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบ club ที่มีขนาดใหญ่และมีหนามใหญ่ขนาด 20-30 ไมโครเมตร ชั้นในของฐานพบโครงสร้างแบบ Warty rod แบบพอมยาว ปลายแหลม มีหนามกระจายห่าง ๆ ขนาด 150-250 ไมโครเมตร และขนาดใหญ่มีหนามสั้นกระจายอย่างหนาแน่น ตั้งแต่ประมาณ 150 - 250 ไมโครเมตร



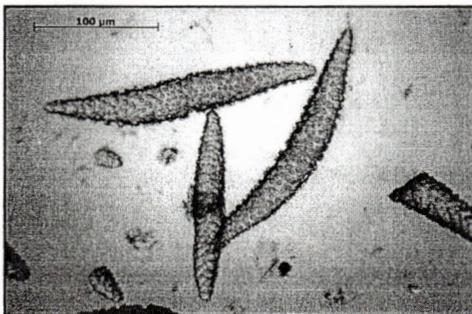
ภาพที่ 78 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง



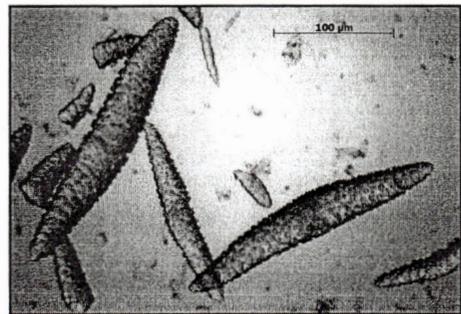
ภาพที่ 79 Sclerite ที่พบภายในกิ้ง



ภาพที่ 80 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 81 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



12. *Sinularia* sp. (JOR-JAN-53-4), (JAN-MAY-52-9), (JOR-NOV-51-2),
(JOR-NOV-52-2)

ตัวอย่างหมายเลข JOR-JAN-53-4 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งพอม ยาว ปลายแหลม ยื่นขึ้นบนฐาน ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) เล็กน้อย มักจะพบโคโลนีที่อยู่ติดกันมีการเชื่อมกัน ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ สีขาวชัดเจน สังเกตได้ง่าย



ภาพที่ 82 ลักษณะโคโลนีของ JOR-JAN-53-4 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JAN-MAY-52-9 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร เกาะกับหิน ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งก้านยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สองและสาม (2nd branch, 3rd branch) การแตกกิ่งอันดับที่ 3 จะแยกออกจากกิ่งหลักไม่ชัดเจน การแตกกิ่งจะเกิดบริเวณปลายกิ่งหลัก ทำให้เห็นเป็นกลุ่ม ๆ ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก พบโพลิปที่ฐานเล็กน้อย



ภาพที่ 83 ลักษณะโคโลนีของ JAN-MAY-52-9 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-51-2 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร ขึ้นบนหินที่มีสาหร่ายเกาะ ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งก้านยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สองและสาม (2nd branch, 3rd branch) การแตกกิ่งอันดับที่ 3 จะแยกออกจากกิ่งหลักไม่ชัดเจน การแตกกิ่งจะเกิดบริเวณปลายกิ่งหลัก ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก พบโพลิปที่ฐานเล็กน้อย



ภาพที่ 84 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-51-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการคอง

ตัวอย่างหมายเลข JOR-NOV-52-2 ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 5 เมตร ขึ้นบนหินที่มีสาหร่ายเกาะ ลักษณะของโคโลนีมีกิ่งก้านยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีการแตกของกิ่งอันดับที่สองและสาม (2nd branch, 3rd branch) การแตกกิ่งอันดับที่ 3 จะแยกออกจากกิ่งหลักไม่ชัดเจน การแตกกิ่งจะเกิดบริเวณปลายกิ่งหลัก ลักษณะโพลิปมีขนาดเล็ก พบโพลิปที่ฐานเล็กน้อย

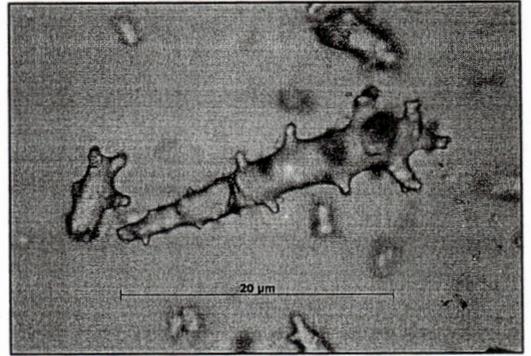
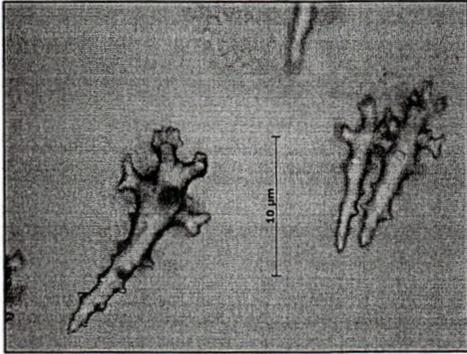


ภาพที่ 85 ลักษณะโคโลนีของ JOR-NOV-52-2 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและเมื่อหดตัว

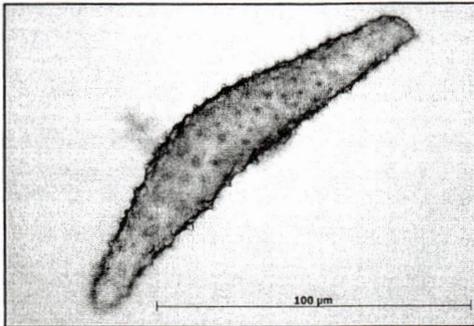
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ Club ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกัน 15-20 ไมโครเมตร มีลักษณะตรงปลายข้างใดข้างหนึ่งเป็นปุ่ม พบมากบริเวณผิว บริเวณชั้นในของกิ่งพบโครงสร้างแบบแท่งหนาที่มีปุ่มขนาดเล็กยื่นออกมารอบ ๆ (Warty rod) ขนาดประมาณ 100-250 ไมโครเมตร

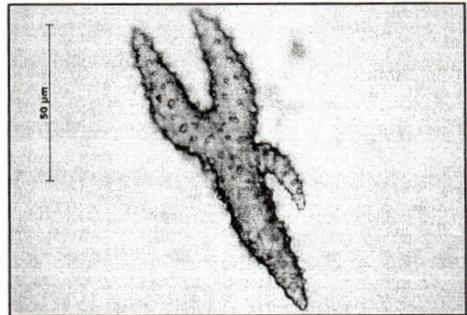
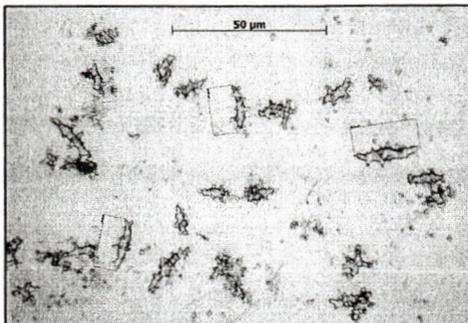
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบ spindle ขนาดประมาณ 10-20 ไมโครเมตร
 ชั้นในของฐานพบโครงสร้างแบบ Warty rod มีขนาดใหญ่ ตั้งแต่ประมาณ 50 - 200 ไมโครเมตร



ภาพที่ 86 Sclerite ที่พบบริเวณกิ้ง



ภาพที่ 87 Sclerite ที่พบบริเวณภายในของกิ้ง



ภาพที่ 88 Sclerite ที่พบบริเวณฐาน

13. *Sinularia* sp. (JUA-NOV-52-5)

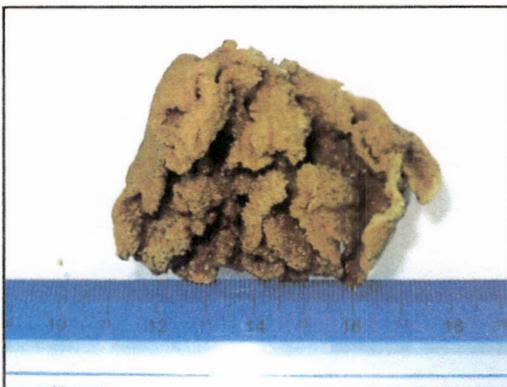
ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 6 เมตร ลักษณะของโคโลนีมีฐานเป็นกิ่งขนาดใหญ่ มีกิ่งผอม ยาว ปลายแหลม ขึ้นขึ้นบนฐาน ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร และมีการแตกกิ่งอันดับที่สอง (2nd branch) เล็กน้อย โพลิปขนาดเล็ก สีเหลือง (หมายเหตุ ขาดข้อมูลการศึกษาเกิลด์หินปูนในส่วนต่างๆ ของโคโลนี)



ภาพที่ 89 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-5 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากหัดตัว

14. *Sinularia* sp. (JUA-NOV-52-9)

ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีเหลือง พบบริเวณโซนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3-5 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่กิ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแบนตั้งขึ้น มีปุ่มบนกิ่งกระจายทั่วไป ทั้งกิ่งและฐาน ที่ปลายกิ่งมีสีซีด ผิวโคโลนีหยาบเนื่องจากมีหนามขนาดใหญ่ปรากฏอยู่ ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ สีขาว พบที่บริเวณปุ่มมักจะพบปุ่มละ 1 โพลิป

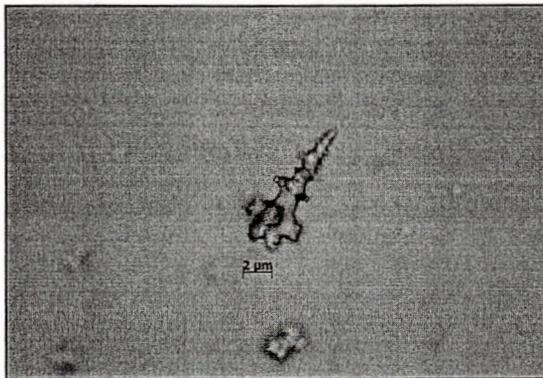


ภาพที่ 90 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-52-9 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

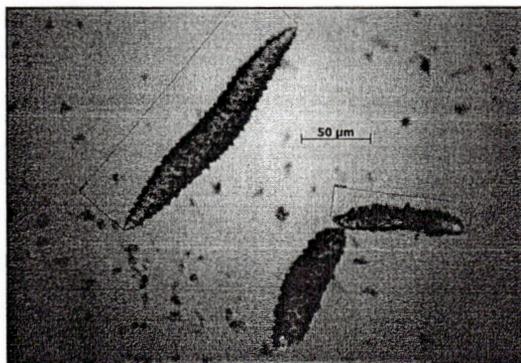
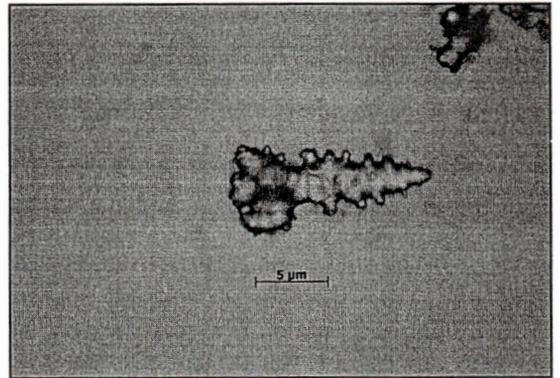
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club แบบสั้น ที่มีปลายด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฎ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มเป็นระเบียบขนาดประมาณ 8-12 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบ warty rod ขนาด 150-250 ไมโครเมตร

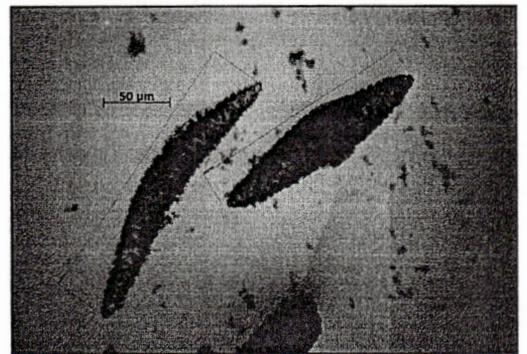
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาแบบมีระเบียบ ขนาดประมาณ 300 ไมโครเมตร และขนาดเล็กบาง มีหนามไม่เป็นระเบียบขนาด 100 ไมโครเมตร



ภาพที่ 91 รูป Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง

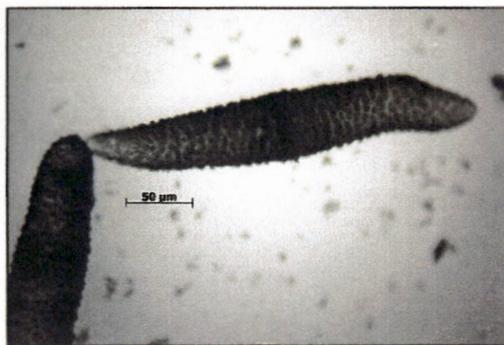
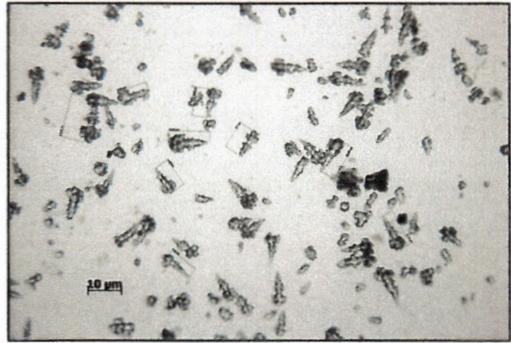


ภาพที่ 92 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง

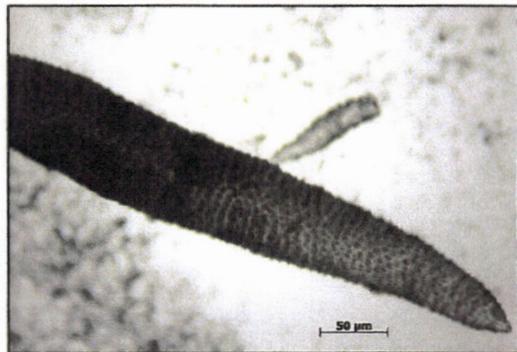




ภาพที่ 93 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของฐาน



ภาพที่ 94 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



14. *Sinularia* sp. (JUA-NOV-51-4)

ลักษณะของตัวอย่างที่มีชีวิตมีสีน้ำตาล เมื่อผ่านการดองจะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พบบริเวณ โชนลาดชันของแนวปะการัง ที่ความลึกประมาณ 3 เมตร มักขึ้นบนซากปะการังหรือก้อนหิน ลักษณะของโคโลนีมีฐานลักษณะแผ่กิ่งกษา ตั้งขึ้นบนฐาน มีการแตกของกิ่งย่อยอันดับที่สอง (2nd branch) กิ่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ลักษณะโพลิปมีขนาดใหญ่ สีเหลือง กระจายอยู่ห่าง ๆ

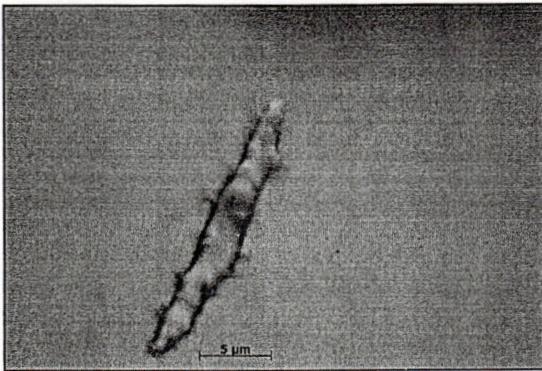


ภาพที่ 95 ลักษณะโคโลนีของ JUA-NOV-51-4 เปรียบเทียบขณะที่ยังมีชีวิตและหลังจากผ่านการดอง

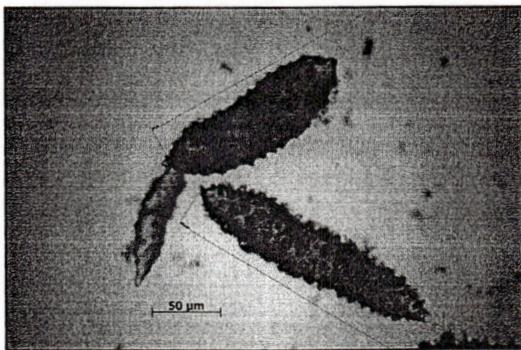
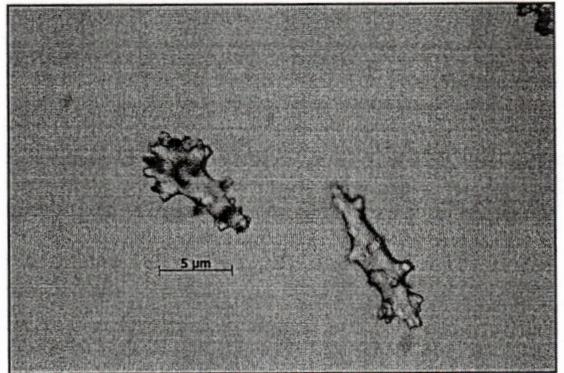
จากการศึกษาเกล็ดหินปูน (Sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี มีรายละเอียดดังนี้

1. จากส่วนของกิ่ง (Lobe) ประกอบไปด้วย Sclerite รูปแบบ club ที่มีปลายด้านหนึ่งขนาดใหญ่ยื่นออกมาโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกข้างแหลมมีปุ่มขนาด 10 ไมโครเมตร และแบบแท่งปลายแหลมสองข้างขนาดประมาณ 15-20 ไมโครเมตร ภายในกิ่งพบโครงสร้างแบบ warty rod ขนาดใหญ่ หนามแหลมไม่เป็นระเบียบ ขนาดประมาณ 150-300 ไมโครเมตร

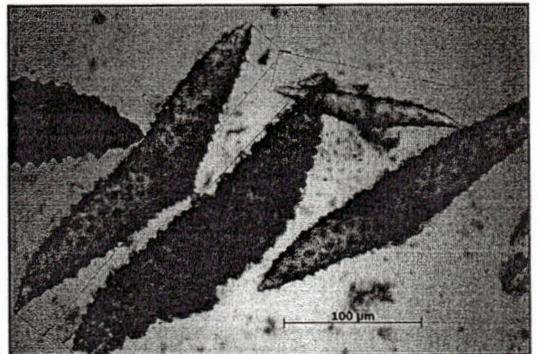
2. บริเวณฐาน ที่ผิวพบ Sclerite แบบเดียวกับกิ่งขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตรและแบบ spindle ขนาด 15 ไมโครเมตร ภายในของฐานพบเกล็ดหินปูนแบบ warty rod แท่งขนาดใหญ่ มีหนามแหลมยื่นออกมาระเบียบ ขนาดประมาณ 50-150 ไมโครเมตร

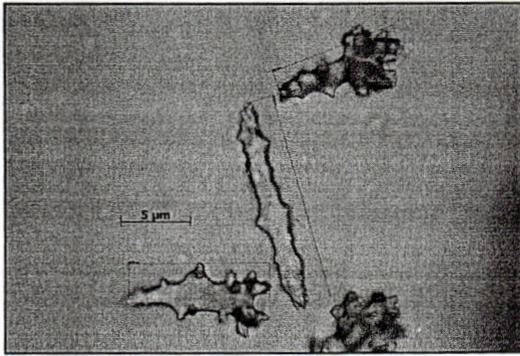


ภาพที่ 96 Sclerite ที่พบบริเวณผิวของกิ่ง

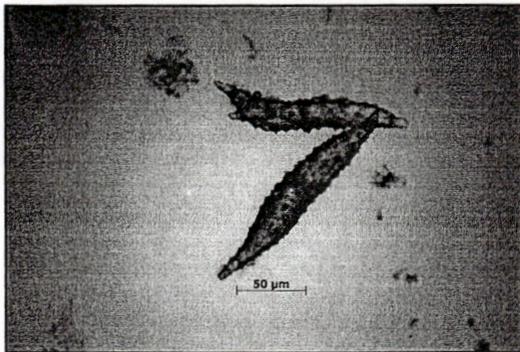
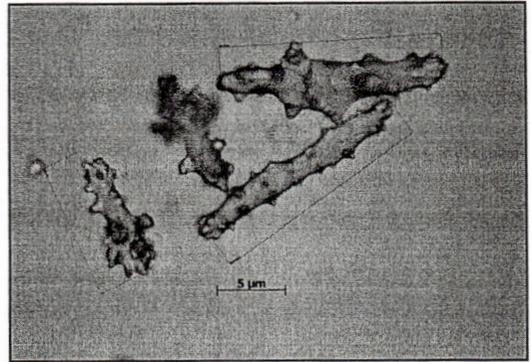


ภาพที่ 97 Sclerite ที่พบภายในกิ่ง

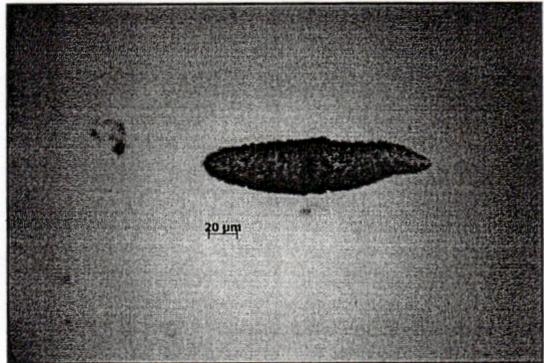




ภาพที่ 98 Sclerite ที่พบบริเวณหัวของฐาน



ภาพที่ 99 Sclerite ที่พบบริเวณชั้นในของฐาน



3. การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม

การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของประชากรอ่อนที่อยู่ในสกุล *Sinularia* ทำโดยศึกษาวิเคราะห์ลำดับทางพันธุกรรมในตำแหน่ง *msh1* จากบริเวณไมโทคอนเดรีย ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความผันแปรทางพันธุกรรมในบริเวณนี้มีความหลากหลายในระดับที่เหมาะสมกับการจัดจำแนกชนิดของประชากรอ่อนในสกุล *Sinularia*

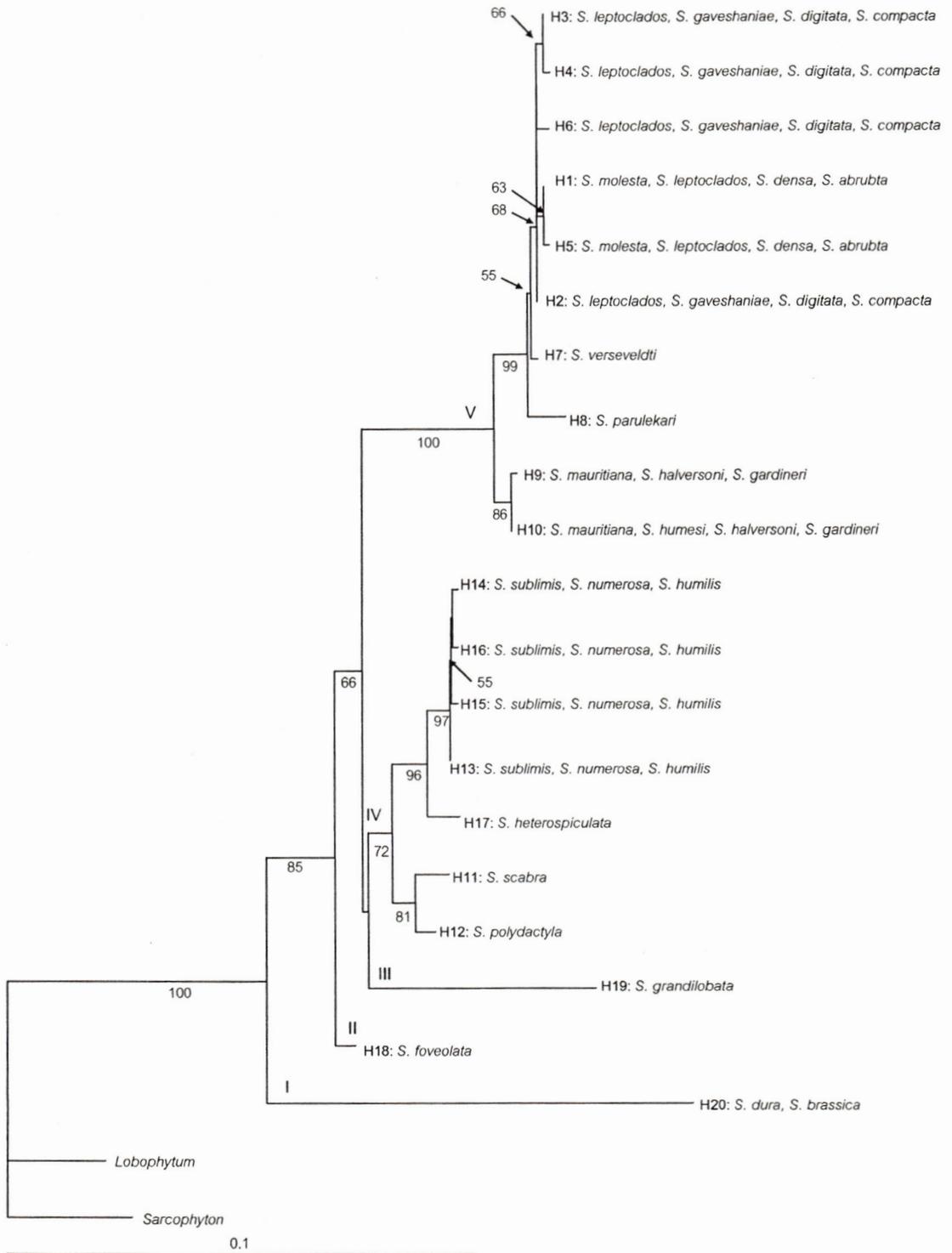
ได้สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างประชากรอ่อนทั้งหมด 45 ตัวอย่าง เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณ *msh1* และวิเคราะห์ลำดับเบสของตัวอย่างทั้งหมด พบว่าลำดับเบสมีขนาดตั้งแต่ 710-788 bp ลำดับเบสที่สามารถนำไปเปรียบเทียบกันได้เพื่อการวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมมีขนาด 709 bp จากตัวอย่างทั้งหมด 45 ตัวอย่าง มี 1 ตัวอย่างที่ลำดับเบสไม่ชัดเจน ไม่สามารถนำไปศึกษาและวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้

จากการตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรมบริเวณ *msh1* ของ *Sinularia* จำนวน 44 ตัวอย่าง พบว่าเมื่อวิเคราะห์ลำดับเบสในบริเวณที่ทำการเปรียบเทียบกันได้จำนวน 709 ตำแหน่ง ในจำนวนนี้มีตำแหน่งที่แสดงความแตกต่างของลำดับเบส (polymorphic sites) จำนวน 128 ตำแหน่ง พบรูปแบบของ haplotype จำนวน 20 รูปแบบ ค่า haplotype diversity มีค่าเท่ากับ 0.945 ± 0.015 ค่า nucleotide diversity มีค่าเท่ากับ 0.03319 ± 0.00352 ความแตกต่างของลำดับเบสบริเวณ *msh1* ของตัวอย่างทั้ง 20 haplotype แสดงในภาพที่ 100 รูปแบบของ haplotype ที่พบมากที่สุด คือ H13 พบในตัวอย่าง 6 ตัวอย่าง รองลงมาได้แก่ H3 และ H10 พบรูปแบบละ 5 ตัวอย่าง H11 พบใน 4 ตัวอย่าง H1, H2 และ H9 พบรูปแบบละ 3 ตัวอย่าง H7 และ H15 พบรูปแบบละ 2 ตัวอย่าง นอกนั้นพบรูปแบบละ 1 ตัวอย่าง ความแตกต่างของลำดับเบสที่พบทั้งหมดเกิดจากการแทนที่ของนิวคลีโอไทด์ (DNA substitution) ในแบบ transition และ transversion

เมื่อทำการเปรียบเทียบลำดับทางพันธุกรรมของแต่ละ haplotype กับลำดับทางพันธุกรรมบริเวณยีน *msh1* ของปะการังอ่อนในฐานข้อมูล Genbank โดยโปรแกรม Blast พบว่า H7, H8, H11, H12, H17, H18 และ H19 ซึ่งคิดเป็น 35% ของจำนวน haplotype ทั้งหมด มีลำดับทางพันธุกรรมที่เหมือนหรือคล้ายกันมาก (maximum identity \geq 99%) กับ *S. verseveldti*, *S. parulekari*, *S. scabra*, *S. polydactyla*, *S. heterospiculata*, *S. foveolata* และ *S. grandilobata* ตามลำดับ แต่ใน H1, H2, H3, H4, H5, H6, H9, H10, H13, H14, H15, H16 และ H20 ซึ่งคิดเป็น 65% ของจำนวน haplotype ทั้งหมด มีลำดับทางพันธุกรรมที่เหมือนหรือคล้ายกันมาก (maximum identity \geq 99%) กับ *Sinularia* มากกว่า 1 ชนิด เช่น H3 มีลำดับทางพันธุกรรมที่คล้ายกันมาก (maximum identity = 99%) กับ *Sinularia* 4 ชนิด ได้แก่ *S. leptoclados*, *S. gavenshaniae*, *S. digitata* และ *S. compacta* ผลของการเปรียบเทียบลำดับทางพันธุกรรมของแต่ละ haplotype กับลำดับทางพันธุกรรมบริเวณยีน *msh1* ของปะการังอ่อนในฐานข้อมูล Genbank ด้วยโปรแกรม Blast แสดงในแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในภาพที่ 101

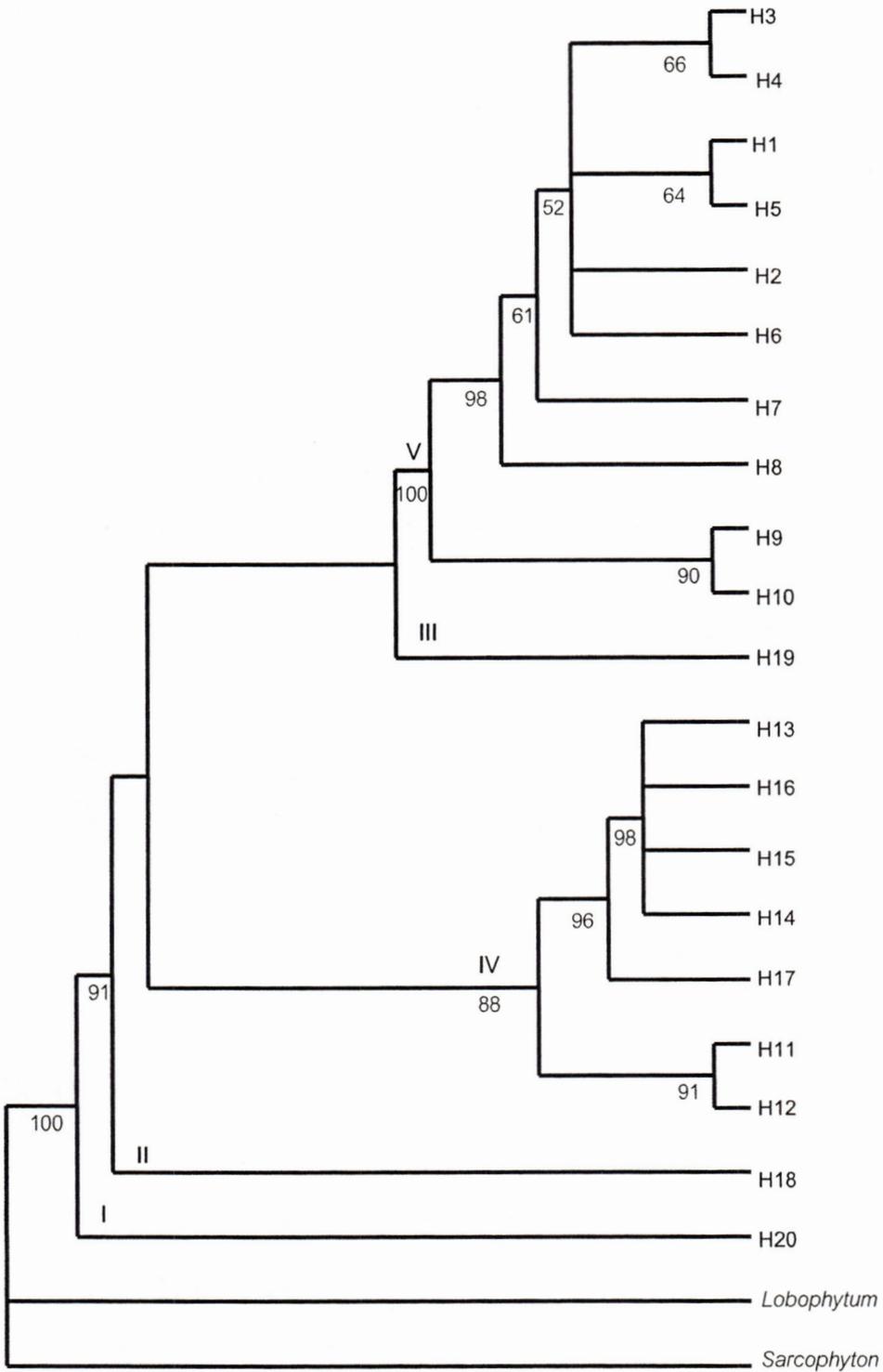
จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างปะการังอ่อนพบว่าโมเดลของ DNA substitution ที่เหมาะสมที่สุด จากการคัดเลือกด้วยการใช้โปรแกรม Modeltest 3.7 (Posada and Crandall 1998) โดยการคัดเลือกด้วยวิธี hierarchical likelihood ratio tests (hLRT) คือ HKY+G (Hasegawa *et al.* 1985) ซึ่งมีค่า gamma correction = 0.4041 สำหรับการคัดเลือกโดยวิธี Akaike information criterion (AIC) โมเดลที่เหมาะสมที่สุด คือ HKY+I (Hasegawa *et al.* 1985) ซึ่งมีค่า frequency of invariable sites = 0.5608

จากแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่สร้างโดยวิธี neighbour-joining (NJ) พบว่าแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่สร้างขึ้นโดยใช้โมเดลทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้นมีลักษณะไม่แตกต่างกัน โดยในที่นี้จะแสดงแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่สร้างโดยการใช้โมเดล HKY+G (ภาพที่ 101) จากแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมพบว่าตัวอย่างปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* ที่พบบริเวณเกาะจวง เกาะจันและเกาะจระเข้ แบ่งออกเป็นห้ากลุ่ม (clade) ในแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยมี H20 เป็น sister clade แต่ละ clade มีค่าความเชื่อมั่นสูง โดยมี % bootstrap support สูงมากกว่า 80% ยกเว้น clade III (ประกอบด้วย H19) และ clade IV (ประกอบด้วย H11, H12, H13, H14, H15, H16 และ H17 ซึ่งมีค่า bootstrap support น้อยกว่า 50% และ 72% ตามลำดับ) clade IV และ V ประกอบด้วยสมาชิกจำนวนมาก และในแต่ละ clade สามารถแบ่งได้เป็น 2 subclade แต่ละ subclade มีค่าความเชื่อมั่นสูง โดยมี % bootstrap support สูงมากกว่า 80%



ภาพที่ 101 แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ neighbour-joining โดยใช้โมเดล HKY+G แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของยีน *msh1* ในไมโทคอนเดรียของ haplotype ปะการังอ่อนในสกุล *Simularia* (H1-H20) ซึ่งแบ่งเป็น clade I-V ตัวเลขบนแผนผังฯ แสดง bootstrap support (%) โดยมี *Lobophytum* sp. และ *Sarcophyton* sp. เป็น outgroup

แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่สร้างโดยวิธี maximum parsimony (ภาพที่ 102) มีการจัดกลุ่มตัวอย่างปะการังอ่อนคล้ายกันกับแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่สร้างโดยวิธี NJ ยกเว้นตำแหน่งของ clade III ที่เป็น sister clade กับ clade IV ใน NJ tree แต่ใน MP tree เป็น sister clade กับ clade V อย่างไรก็ตามตำแหน่งของ clade III ในแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมทั้งสองแบบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ โดยมี bootstrap support น้อยกว่า 50%



ภาพที่ 102 แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ maximum parsimony แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของยีน *mshI* ในไมโทคอนเดรียของ haplotype ปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* (H1-H20) ซึ่งแบ่งเป็น clade I-V ตัวเลขบนแผนผังฯ แสดง bootstrap support (%) โดยมี *Lobophytum* sp. และ *Sarcophyton* sp. เป็น outgroup

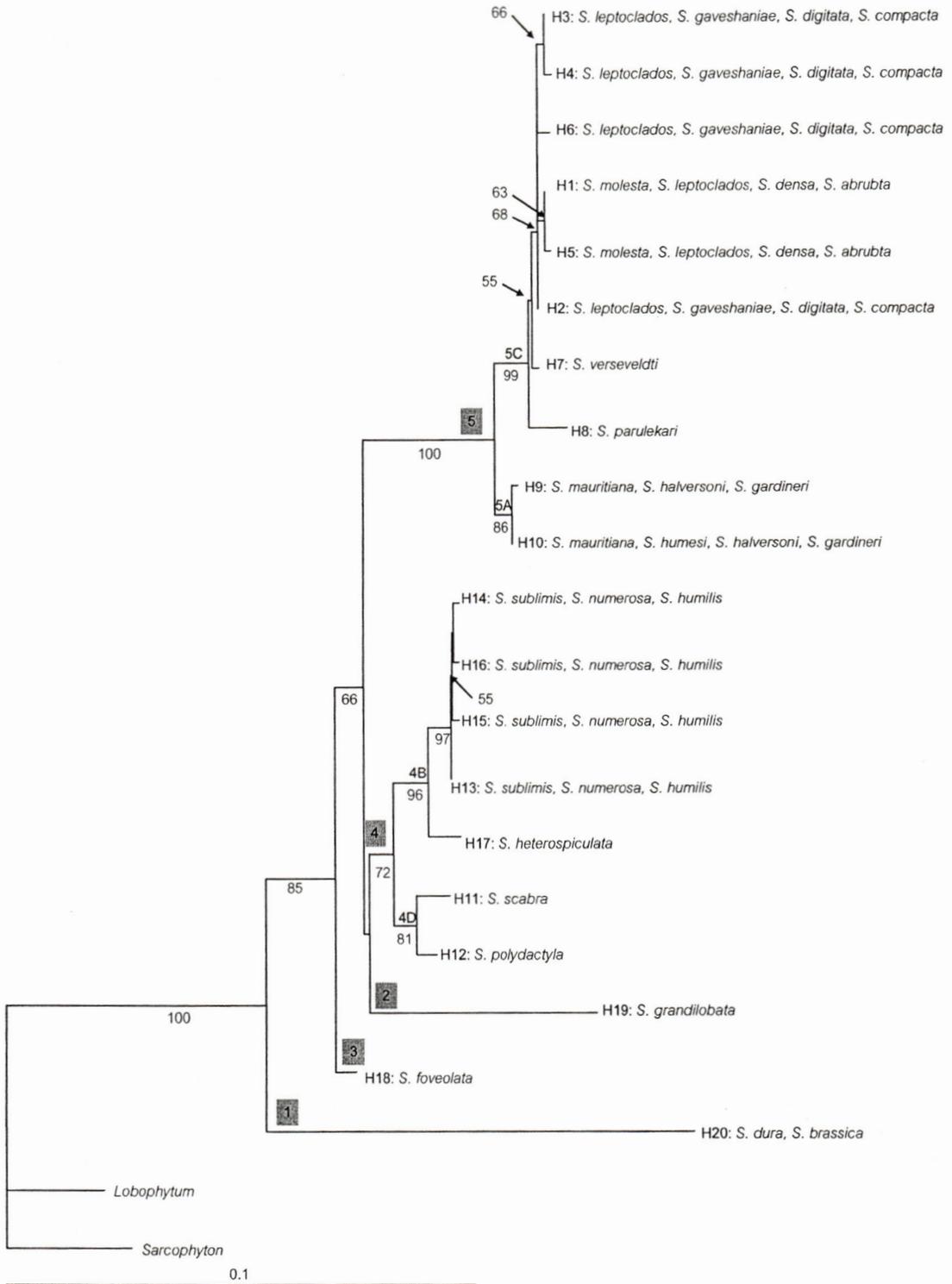
ตารางที่ 2 แสดงค่า pairwise genetic distance ภายในและระหว่าง clade I-V โดยค่าภายใน clade IV และ clade V แสดงเป็นตัวอักษรทึบ และค่าระหว่าง clade I-IV แสดงเป็นตัวอักษรธรรมดา ค่าระหว่างสกุลแสดงเป็นตัวอักษรเอียง

	Clade I	Clade II	Clade III	Clade IV	Clade V	<i>Lobophytum</i>	<i>Sarcophyton</i>
Clade I	-						
Clade II	0.112	-					
Clade III	0.151	0.060	-				
Clade IV	0.131-0.140	0.031-0.034	0.062-0.070	0.001-0.026			
Clade V	0.143-0.155	0.043-0.054	0.079-0.097	0.049-0.067	0.001-0.021		
<i>Lobophytum</i>	0.155	0.096	0.157	0.111-0.119	0.130-0.147	-	
<i>Sarcophyton</i>	0.186	0.098	0.156	0.113-0.121	0.137-0.151	0.048	-

จากตารางที่ 2 ค่า pairwise genetic distance ภายใน clade IV และ V มีค่าใกล้เคียงกันคือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.026 และ 0.001-0.021 ตามลำดับ ส่วนค่า pairwise genetic distance ระหว่าง clade มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าภายใน clade โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.031 และสูงสุดเท่ากับ 0.155 ค่า pairwise genetic distance ระหว่างสกุล *Lobophytum* หรือ *Sarcophyton* กับสกุล *Sinularia* (clade I-V) มีค่าสูงกว่าค่าที่เปรียบเทียบระหว่าง clade ภายในสกุล *Sinularia* โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.096 และสูงสุดเท่ากับ 0.186 ส่วนค่า pairwise genetic distance ระหว่างสกุล *Lobophytum* และ *Sarcophyton* มีค่าเท่ากับ 0.048 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงเดียวกับค่า pairwise genetic distance ระหว่าง clade I-V ภายในสกุล *Sinularia*

วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมบริเวณ *msh1* ในไมโทคอนเดรียของตัวอย่างปะการังอ่อน *Sinularia* จำนวน 44 ตัวอย่าง ที่พบบริเวณเกาะจง เกาะจานและเกาะจระเข้ พบว่าประกอบไปด้วย 20 haplotypes (H1-H20) ตามความเหมือนและแตกต่างของลำดับทางพันธุกรรมสามารถแบ่งได้เป็นห้ากลุ่มใหญ่ในแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (clade I-V, รูปที่ 101) สอดคล้องกับผลการศึกษากลุ่มปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* โดยใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมบริเวณ *msh1* (McFadden *et al.* 2009) ซึ่งจำแนกปะการังอ่อน *Sinularia* ออกเป็น 5 clade ตามความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (clade 1-5) และภายใน clade 4 และ 5 ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกจำนวนมาก ยังสามารถแยกเป็น clade ย่อยหรือ subclade ได้อีก โดยที่ clade 4 ประกอบไปด้วย subclade 4A-4D และ clade 5 ประกอบไปด้วย subclade 5A-5C เมื่อใช้การเรียกชื่อ clade และ subclade ตามการศึกษาของ McFadden *et al.* 2009 แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษานี้แสดงดังรูปที่ 103 โดยปะการังอ่อน *Sinularia* ทั้ง 20 haplotype (H1-H20) จำแนกได้เป็น 5 clade (clade 1-5) โดยที่ clade 4 ประกอบไปด้วย subclade 4B และ 4D ส่วน clade 5 ประกอบไปด้วย subclade 5A และ 5C



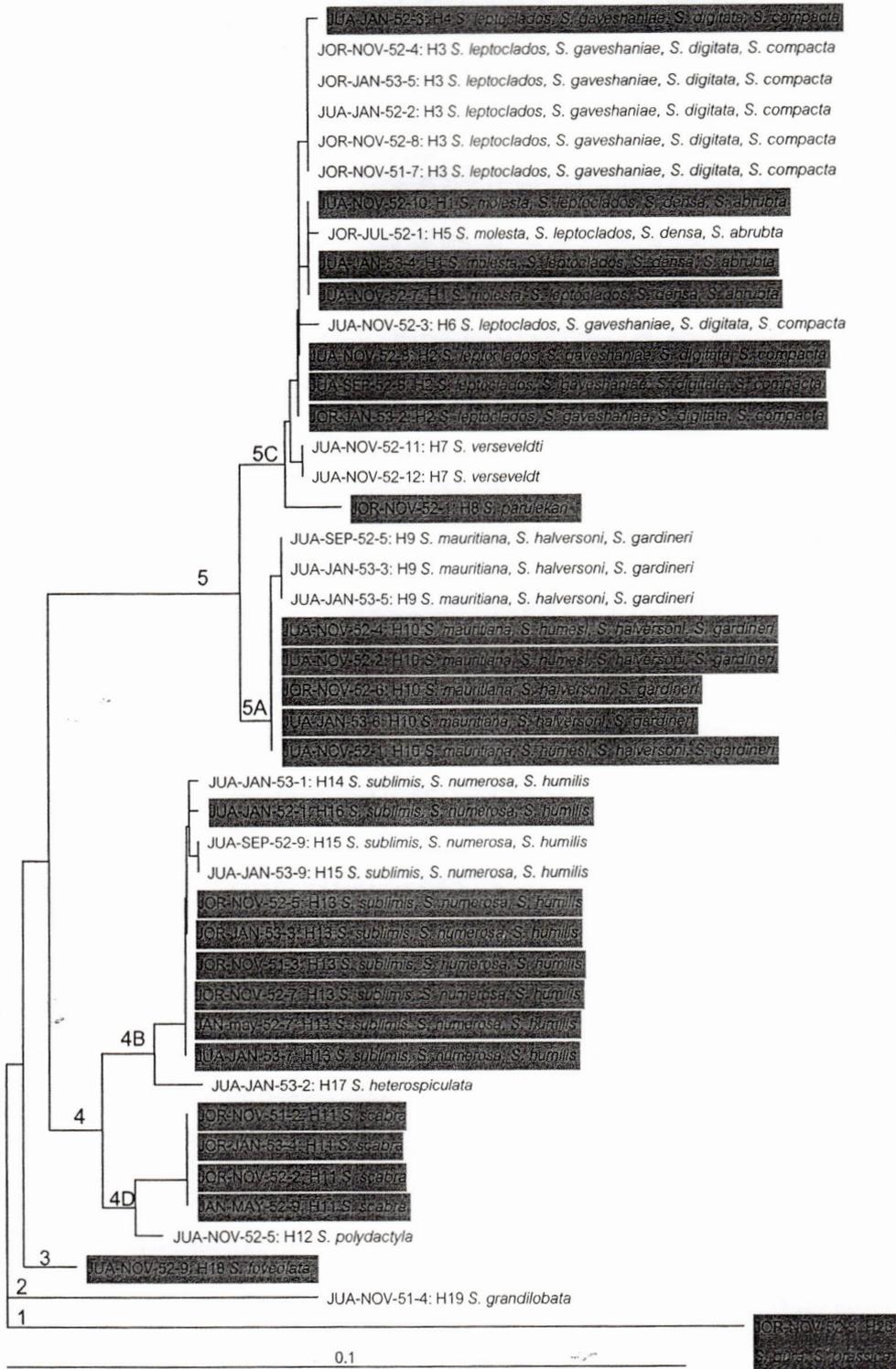
ภาพที่ 103 แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ neighbour-joining โดยใช้โมเดล HKY+G แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของยีน *msh1* ในไมโทคอนเดรียของ haplotype ปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* (H1-H20) ซึ่งแบ่งเป็น clade 1-5 และ subclade 4B, 4D, 5A และ 5C ตามการเรียกชื่อ clade ใน McFadden *et al.* 2009 ตัวเลขบนแผนผังฯ แสดง bootstrap support (%) โดยมี *Lobophytum* sp. และ *Sarcophyton* sp. เป็น outgroup

ค่า genetic distance ภายใน clade จากการศึกษานี้ (0.001-0.026, ตารางที่ 2) มีค่าน้อยกว่าค่า mean genetic distance ภายใน clade จากการศึกษายีน *msh1* ใน Indo-Pacific *Simularia* เล็กน้อย [0.002-0.029 (kimura 2-parameter), McFadden *et al.* 2009] ส่วนค่า genetic distance ระหว่าง clade (0.031-0.155) มีค่ามากกว่าค่าจากการศึกษาโดย McFadden *et al.* 2009 เล็กน้อย [0.028-0.112 (kimura 2-parameter)] จากการศึกษากำหนดชนิดของปะการังอ่อนโดยใช้ยีนบริเวณไมโทคอนเดรีย พบว่าหากค่า genetic distance มากกว่า 0.005 มีแนวโน้มว่าจะแสดงถึงความแตกต่างระดับชนิด (McFadden *et al.* 2011) จึงคาดได้ว่า *Simularia* ที่อยู่ต่าง clade และ subclade กันในการศึกษานี้จะเป็นคนละชนิดกัน (genetic distance between clade = 0.031-0.155) แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่า *Simularia* ที่อยู่ภายใน subclade เดียวกันเป็นชนิดเดียวกันทั้งหมด มีบางกรณีที่จะพบว่าปะการังอ่อนที่ทำการศึกษามีค่า genetic distance น้อยกว่า 0.001 แต่จัดเป็นคนละชนิดกัน (McFadden *et al.* 2011) การจำแนกชนิดปะการังอ่อนในสกุล *Simularia* จำนวน 44 ตัวอย่าง จากการศึกษานี้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance, ตาราง ค ภาคผนวก) และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการบริเวณยีน *msh1* ของไมโทคอนเดรีย (รูปที่ 103) คาดว่าน่าจะประกอบไปด้วย *Simularia* อย่างน้อย 13 ชนิด โดย clade 1 มีสมาชิกคือ H20 คาดว่าจะเป็น *S. dura* หรือ *S. brassica*, clade2 มีสมาชิกคือ H19 คาดว่าจะเป็น *S. grandilobata*, clade 3 มีสมาชิกคือ H18 คาดว่าจะเป็น *S. foveolata*, clade 4 ประกอบไปด้วย 2 subclade ได้แก่ subclade 4B มีสมาชิกคือ H13, H14, H15 และ H16 ซึ่งน่าจะจัดเป็นชนิดเดียวกัน (genetic distance = 0.001-0.003) โดยอาจจะเป็น *S. sublimis* หรือ *S. numerosa* หรือ *S. humilis* ส่วน H17 คาดว่าจะเป็น *S. heterospiculata* (genetic distance ระหว่าง H17 และ haplotype อื่น ๆ ใน subclade 4B = 0.012-0.013) subclade 4D มีสมาชิกคือ H11 และ H12 (genetic distance = 0.012) ซึ่งคาดว่าจะ เป็น *S. scabra* และ *S. polydactyla* ตามลำดับ, clade 5 ประกอบไปด้วย 2 subclade ได้แก่ subclade 5A มีสมาชิกคือ H9 และ H10 (genetic distance = 0.001) คาดว่าน่าจะ เป็นชนิดเดียวกัน โดยอาจจะเป็น *S. mauritiana* หรือ *S. halversoni* หรือ *S. humesi* หรือ *S. gardineri* ส่วน subclade 5C มีสมาชิกคือ H3, H4 ซึ่งน่าจะ เป็นชนิดเดียวกัน คือ *S. leptoclados* หรือ *S. gaveshaniae* หรือ *S. digitata* หรือ *S. compacta* (genetic distance = 0.001) H6 คาดว่า จะเป็นอีกชนิด (genetic distance = 0.004-0.006) โดยอาจเป็น *S. leptoclados* หรือ *S. gaveshaniae* หรือ *S. digitata* หรือ *S. compacta* H1, H2, H5 คาดว่า จะเป็น *S. molesta* หรือ *S. leptoclados* หรือ *S. densa* หรือ *S. abrubta* หรือ *S. gaveshaniae* หรือ *S. digitata* หรือ *S. compacta* (genetic distance = 0.001-0.003) H7 คาดว่า จะเป็น *S. verseveldti* และ H 8 คาดว่า จะเป็น *S. parulekari*

จากการศึกษาเปรียบเทียบความผันแปรทางพันธุกรรมกับความผันแปรของลักษณะทาง สัณฐานวิทยา ได้แก่ รูปร่างภายนอก (morphology) และรูปร่าง ขนาด รวมถึงการจัดเรียงตัวของ เกล็ดหินปูน (sclerite) ในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี พบว่าตัวอย่างที่ตรวจพบลำดับทางพันธุกรรม

เหมือนกันและมีรูปร่างภายนอกและเกล็ดหินปูนที่คล้ายคลึงกัน มีความเป็นไปได้สูงที่จะเป็นชนิดเดียวกัน เช่น ตัวอย่างหมายเลข JUA-JAN-53-6, JUA-NOV-52-2, JUA-NOV-52-4, JOR-NOV-52-6 และ JUA-NOV-52-1 จัดเป็นชนิดเดียวกันจากการจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ภาพที่ 52-60) และมีรูปแบบของ haplotype เหมือนกัน คือ H10 (subclade 5A, รูปที่ 104) จากการศึกษาความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกชนิดของ *Sinularia* ได้ 15 ชนิด จากตัวอย่างที่ศึกษา 38 ตัวอย่าง โดยดูจากรูปร่างภายนอก และขนาด รูปร่าง การจัดเรียงตัวของเกล็ดหินปูน การจัดจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยามีความสอดคล้องกับการจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะทางพันธุกรรมคิดเป็น 84% ของตัวอย่างทั้งหมด ในกรณีที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่าแม้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกจะคล้ายคลึงกันแต่ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) ที่ตรวจพบแสดงความแตกต่างในระดับชนิด จึงน่าจะจำแนกเป็นคนละชนิดกัน เช่น ตัวอย่างหมายเลข JUA-NOV-52-12, JUA-NOV-52-11, JOR-JAN-53-2 และ JOR-NOV-52-1 จัดเป็นชนิดเดียวกันจากการจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ภาพที่ 33-40) แต่มีรูปแบบของ haplotype ที่แตกต่างกัน คือ H7, H7, H2 และ H8 ตามลำดับ ซึ่งระยะห่างทางพันธุกรรมของ H7, H2 และ H8 แสดงความแตกต่างในระดับชนิด (subclade 5C, รูปที่ 104 และตาราง ค ภาคผนวก) นอกจากนี้ยังพบว่าในกรณีที่ตรวจพบความผันแปรของลักษณะทางพันธุกรรมมีค่าน้อยมาก ต่ำกว่าระดับที่ใช้จำแนกชนิด แต่จากการศึกษาความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกชนิดของตัวอย่างที่มีค่าความผันแปรทางพันธุกรรมในระดับต่ำได้ ข้อมูลจากการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่า ตัวอย่างปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* จำนวน 44 ตัวอย่าง น่าจะจำแนกได้เป็น 5 clade จากการวิเคราะห์ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของยีน *msh1* โดยความแตกต่างในระดับ clade และ subclade สะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างในระดับชนิด ผลจากการเปรียบเทียบลำดับทางพันธุกรรมของยีน *msh1* ของตัวอย่างปะการังอ่อนในการศึกษานี้กับการศึกษาของ McFadden *et al.* 2009 ซึ่งมีการระบุชนิดของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีบางตัวอย่างในการศึกษานี้สามารถระบุชนิดได้โดยการเปรียบเทียบลำดับทางพันธุกรรมของยีน *msh1* เพียงอย่างเดียว แต่ในบางตัวอย่างระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมในยีน *msh1* มีค่าน้อยเกินกว่าที่จะจำแนกในระดับชนิดได้ แต่สามารถระบุความแตกต่างในระดับชนิดเพิ่มเติมได้จากข้อมูลการศึกษาความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยา ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงข้อยกเว้นในกรณีต่าง morphospecies แต่ลำดับทางพันธุกรรมของยีน *msh1* เหมือนกัน ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้มักพบในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมบริเวณไมโทคอนเดรียของสัตว์ในกลุ่มดอกไม้ทะเลและปะการัง (Shearer *et al.* 2002; McFadden *et al.* 2011) จากการศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของปะการังอ่อนสกุล *Sinularia* ในครั้งนี้ แม้จะไม่สามารถยืนยันการจำแนกชนิดของตัวอย่างปะการังอ่อนได้ทั้งหมด แต่ก็สามารถแก้ไขความสับสนในการจำแนกชนิดได้ในระดับหนึ่ง และยังเป็นแนวทางในการศึกษาการจำแนกชนิด

โดยอาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมร่วมกับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ทั้งนี้เพื่อความถูกต้อง
และแม่นยำในการจัดจำแนกชนิดของปะการังอ่อนในสกุลนี้ต่อไป



ภาพที่ 104 แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ neighbour-joining แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของยีน *msh1* ในไมโทคอนเดรียของปะการังอ่อนในสกุล *Simularia* จำนวน 44 ตัวอย่าง 20 haplotype (H1-H20) แบ่งเป็น clade 1-5 และ subclade 4B, 4D, 5A และ 5C ตามการเรียกชื่อ clade ใน McFadden *et al.* 2009

สรุปผลการวิจัย

ความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* จากการศึกษาเปรียบเทียบรูปร่างภายนอกของโคโลนี และรูปร่าง ขนาด รวมถึงการจัดเรียงตัวของเกล็ดหินปูนที่พบในส่วนต่าง ๆ ของโคโลนี พบว่ามีความหลากหลายสูง โคโลนีมีรูปร่างแบบแผ่นเคลือบและแบบพุ่ม เกล็ดหินปูนมีความหลากหลายของรูปแบบและการกระจายตัว โดยเกล็ดหินปูนที่เป็นลักษณะประจำของสกุล คือเกล็ดหินปูนแบบ club ที่ปลายด้านหนึ่งมีหนามขนาดใหญ่แตกออกโดยรอบคล้ายมงกุฏ ปลายอีกด้านแหลมอาจจะมีหนามมากหรือน้อยต่างกันออกไปและมีขนาดแตกต่างกัน

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมที่พบบริเวณยีน *msh1* ในไมโทคอนเดรีย พบว่ามีความหลากหลายในระดับที่เหมาะสมกับการจำแนกชนิดของปะการังอ่อนในสกุล *Sinularia* บางชนิด จากการตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรม คาดว่า *Sinularia* ที่ศึกษาจำนวน 44 ตัวอย่างจากแนวปะการังบริเวณเกาะจวง เกาะจานและเกาะกระเช้ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จำแนกได้เป็น 5 clade ตามความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ ความแตกต่างในระดับ clade และ subclade สะท้อนให้เห็นถึงความต่างในระดับชนิด แต่หากระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมมีค่าน้อยต้องยืนยันการจำแนกชนิดโดยอาศัยข้อมูลเพิ่มเติมจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เอกสารอ้างอิง

- สุเมตต์ ปุจฉากร, สุชา มั่นคงสมบูรณ์, ธิดารัตน์ น้อยรักษา และพิชัย สนแจ้ง. (2547). รายงานวิจัย ฉบับสมบูรณ์: การศึกษาความหลากหลายของชนิดสัตว์ทะเลในแนวปะการังในภาค ตะวันออก (จังหวัดชลบุรี). สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 131 หน้า.
- Alino, P. M. (1989). *Ecological and chemical aspects of interactions of soft corals (Octocorallia: Coelenterata)*. PhD dissertation. James Cook University of North Queensland, Australia.
- Avise, J. C. (1989). Gene trees and organismal histories: a phylogenetic approach to population biology. *Evolution* 43, 1192-1208.
- Avise, J. C., Arnold, J., Ball, R. M., Bermingham, E., Lamb, T., Neigel, J. E., Reeb, C. A. and Saunders, N. C. (1987). Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18, 489-522.
- Chanmethakul, T., Chansang, H. and Watanasit, S. (2010). Soft coral (Cnidaria: Alcyonacea) distribution patterns in Thai waters. *Zoological Studies* 49, 72-84.
- Coll, J. C. (1992). The chemistry and chemical ecology of octocorals (Coelenterata, Octocorallia). *Chemical Reviews* 92, 613-631.
- Concepcion, G. T., Crepeau, M. W., Wagner, D., Kahng, S. E. and Toonen, R. J. (2008). An alternative to ITS, a hypervariable, single-copy nuclear intron in corals, and its use in detecting cryptic species within the octocoral genus *Carijoa*. *Coral Reefs* 27, 323-336.
- el Sayed, K. A. and Hamann, M. T. (1996). A new norcembranoid dimmer from the red sea soft coral *Sinularia gardineri*. *Journal of Natural Products* 59(7), 687-689.
- Fabricius, K. and Alderslade, P. (2001). *Soft corals and sea fans: A comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea*. Australian Institute of Marine Science, Australia.
- Felsenstein, J. W. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39, 783-791.
- Forsman, Z., Hunter, C., Fox, G., Wellington, G. (2006). Is the ITS region the resolution to the “species problem” in coral? Intragenomic variation and alignment permutation in *Porites*, *Siderastrea* and outgroup taxa. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium* 1, 14-23.

- France, S. C. and Hoover, L. L. (2002). DNA sequences of the mitochondrial COI gene have low levels of divergence among deep-sea octocorals (Cnidaria: Anthozoa). *Hydrobiologia* 471, 149-155.
- Fukami, H., Budd, A. F., Paulay, G., Sole-Cava, A., Chen, C. L. A., Iwao, K. and Knowlton, N. (2004). Conventional taxonomy obscures deep divergence between Pacific and Atlantic corals. *Nature* 427, 832-835.
- Hasegawa, M., Kishino, K. and Yano, T. (1985). Dating the human-ape splitting by a molecular clock of mitochondrial DNA. *Journal of Molecular Evolution* 22, 160-174.
- Hellberg, M. E. (2006). No variation and low synonymous substitution rates in coral mtDNA despite high nuclear variation. *BMC Evolutionary Biology* 6, 24.
- Maida, M., Carroll, A. R. and Coll, J. C. (1993). Variability of terpene content in the soft coral *Sinularia flexibilis* (Coelenterata: Octocorallia), and its ecological implications. *Journal of Chemical Ecology* 19(10), 2285-2296.
- May, W. (1898). Die von Dr. Stuhlmann im Jahre 1889 gesammelten ostafrikanischen Alcyonaceen des Hamburger Museums. *Mitt. naturh. Mus. Hamburg*, 15(2), 1-38.
- McFadden, C. S., Alderslade, P., Ofwegen, L. P. van, Johnsen, H., Rusmevichientong, A. (2006). Phylogenetic relationships within the tropical soft coral genera *Sarcophyton* and *Lobophytum* (Anthozoa, Octocorallia). *Invertebrate Biology* 125, 288-305.
- McFadden, C. S., Benayahu, Y., Pante, E., Thoma, J. N., Nevarez, P. A. and France, S. C. (2011). Limitations of mitochondrial gene barcoding in Octocorallia. *Molecular Ecology Resources* 11(1), 19-31.
- McFadden, C. S., Donahue, R., Hadland, B. K., Weston, R. (2001). A molecular phylogenetic analysis of reproductive trait evolution in the soft coral genus *Alcyonium*. *Evolution* 55, 54-67.
- McFadden, C. S. and Hutchinson, M. B. (2004). Molecular evidence for the hybrid origin of species in the soft coral genus *Alcyonium* (Cnidaria: Anthozoa: Octocorallia). *Molecular Ecology* 13, 1495-1505.
- McFadden, C. S., Ofwegen, L. P. van, Beckman, E. J., Benayahu, Y. and Alderslade, P. 2009. Molecular systematics of the speciose Indo-Pacific soft coral genus, *Sinularia* (Anthozoa: Octocorallia). *Invertebr Biol.* 128: 303-323.
- McFadden, C. S., Tullis, L. D., Hutchinson, M. B., Winner, K., Sohm, J. A. (2004). Variation in coding (NADH dehydrogenase subunits 2, 3, and 6) and noncoding intergenic spacer

- regions of the mitochondrial genome in Octocorallia (Cnidaria: Anthozoa). *Marine Biotechnology* 6, 516-526.
- Mindell, D. P. (1997). *Avian molecular evolution and systematics*. Academic Press, San Diego.
- Moore, W. S. (1995). Inferring phylogenies from mtDNA variation: mitochondrial-gene trees versus nuclear-gene trees. *Evolution* 49, 718-726.
- Ofwegen, L. P. van. (2002). Status of knowledge of the Indo-Pacific soft coral genus *Sinularia* May, 1989 (Anthozoa, Octocorallia). *Proceedings of 9th International Coral Reef Symposium, Bali, 2000* 1, 167-171.
- Posada, D. and Crandall, K. A. (1998). MODELTEST: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14, 817-818.
- Rozas, J., Sánchez-DelBarrio, J. C., Messeguer, X. and Rozas, R. (2003). DnaSP, DNA polymorphism analyses by the coalescent and other methods. *Bioinformatics* 19, 2496-2497.
- Saitou, N. and Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4, 406-425.
- Sammarco, P. W. and Coll, J. C. (1988). *The chemical ecology of alcyonarian corals. Coelenterata: Octocorallia*. Scheuer, P. J. (ed.) pp 87-116. Bioorganic Marine Chemistry, Vol. 2, Springer-Verlag, Berlin.
- Sánchez, J. A., Lasker, H. R. and Taylor, D. J. (2003). Phylogenetic analyses among octocorals (Cnidaria): mitochondrial and nuclear DNA sequences (18S and ssu-rRNA, 16S and 18S) support two convergent clades of branching gorgonians. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 29, 31-42.
- Shearer, T. L., Van Oppen, M. J. H., Romano, S. L. and Wörheide, G. (2002). Slow mitochondrial DNA sequence evolution in the Anthozoa (Cnidaria). *Molecular Ecology* 11, 2475-2487.
- Swofford, D. L. (2002). *PAUP*-phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), Version 4.0b10*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Thompson, J. D., Gibson, T. J., Plewniak, F., Jeanmougin, F. and Higgins, D. G. (1997). The Clustal X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research* 24, 4876-4882.

- Verseveldt, J. (1980). A revision of the genus *Sinularia* May (Octocorallia, Alcyonacea). *Zoologische Verhandelingen Leiden* 179, 1-128.
- Verseveldt, J. (1982). A revision of the genus *Sarcophyton* Lesson (Octocorallia, Alcyonacea). *Zoologische Verhandelingen Leiden* 192, 1-91.
- Verseveldt, J. (1983). A revision of the genus *Lobophytum* von Marenzeller (Octocorallia, Alcyonacea). *Zoologische Verhandelingen Leiden* 200, 1-103.
- Vollmer, S. V. and Palumbi, S. R. (2004). Testing the utility of internally transcribed spacer sequences in coral phylogenetics. *Molecular Ecology* 13, 2763-2772.
- Wei, N. V., Wallace, C. C., Dai, C. F., Moothien-Pillay, K. R. and Chen, C. A. (2006). Analyses of the ribosomal internal transcribed spacers (ITS) and the 5.8S gene indicate that extremely high rDNA heterogeneity is a unique feature in the scleractinian coral genus *Acropora* (Scleractinia: Acroporidae). *Zoological Studies* 45, 404-418.

ภาคผนวก

ตาราง ก แสดงรายละเอียดของการเก็บตัวอย่างปะการังอ่อน *Sinularia* ได้แก่ ครั้งที่ทำการสำรวจ วันที่เก็บตัวอย่าง สถานีศึกษาและจำนวนตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละสถานี

ครั้งที่	วันที่	สถานีศึกษา	จำนวนตัวอย่าง
1	26 พ.ย. 51	เกาะจวง หาดน้ำเขียว	1
	27 พ.ย. 51	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	3
	27 พ.ย. 51	หาดนางรอง	-
2	27 ม.ค. 52	เกาะจวง แหลมญี่ปุ่น	3
	27 ม.ค. 52	เกาะจาน ทิศตะวันตก	-
	28 ม.ค. 52	เกาะจระเข้ ทิศตะวันออก	-
	28 ม.ค. 52	หาดนางรอง ทิศตะวันตก	-
3	25 มี.ค. 52	เกาะจาน ทิศเหนือ	-
	26 มี.ค. 52	เกาะจระเข้ ทิศตะวันออก	-
	26 มี.ค. 52	หาดนางรอง	-
4	21 พ.ค. 52	เกาะจาน ทิศตะวันออก	2
	21 พ.ค. 52	เกาะนางเกลือ	-
	22 พ.ค. 52	เกาะจระเข้ ทิศตะวันออก	-
	22 พ.ค. 52	หาดนางรอง	-
5	30 ก.ค. 52	เกาะจวง	-
	30 ก.ค. 52	เกาะจาน	-
	31 ก.ค. 52	เกาะจระเข้ ทิศตะวันออก	1
6	24 ก.ย. 52	เกาะจวง แหลมญี่ปุ่น	3
	24 ก.ย. 52	เกาะจาน ทิศตะวันออก	-
	25 ก.ย. 52	เกาะจระเข้ ทิศตะวันออก	-
	25 ก.ย. 52	หาดนางรอง	-
7	30 พ.ย. 52	เกาะจวง แหลมญี่ปุ่น	11
	1 ธ.ค. 52	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	8
8	21 ม.ค. 53	เกาะจวง ทิศตะวันออก	9
	22 ม.ค. 53	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	4
9	16 พ.ค. 53	เกาะจวง แหลมญี่ปุ่น	-
	17 พ.ค. 53	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	-

ตาราง ข แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง *Sinularia* ในการศึกษาี้ ได้แก่ ชื่อตัวอย่าง สถานีศึกษา ลักษณะของแนวปะการัง ความลึกของน้ำ และรูปแบบของ haplotype (ในกรณีที่ไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูลจะแทนด้วยเครื่องหมาย ?)

ชื่อตัวอย่าง	สถานีศึกษา	ลักษณะของแนวปะการัง	ความลึกของน้ำ (m)	Haplotype
JUA-NOV-51-4	เกาะจง หาดน้ำเขียว	ลาดชัน	3	H9
JOR-NOV-51-2	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	5	H11
JOR-NOV-51-3	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	4	H13
JOR-NOV-51-7	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	4	H3
JUA-JAN-52-1	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	6	H16
JUA-JAN-52-2	เกาะจง แหลมญี่ปูน	พื้นราบ	3	H3
JUA-JAN-52-3	เกาะจง แหลมญี่ปูน	พื้นราบ	4	H4
JAN-MAY-52-7	เกาะจาน ทิศตะวันออก	ลาดชัน	?	H13
JAN-MAY-52-9	เกาะจาน ทิศตะวันออก	ลาดชัน	5	H11
JOR-JUL-52-1	เกาะจรเข้ ทิศตะวันออก	ลาดชัน	4	H5
JUA-SEP-52-5	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	5	H9
JUA-SEP-52-8	เกาะจง แหลมญี่ปูน	?	6	H2
JUA-SEP-52-9	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	3	H15
JUA-NOV-52-1	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	5-6	H10
JUA-NOV-52-2	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	5	H10
JUA-NOV-52-3	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	3	H6
JUA-NOV-52-4	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	5	H10
JUA-NOV-52-5	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	6	H12
JUA-NOV-52-7	เกาะจง แหลมญี่ปูน	?	?	H1
JUA-NOV-52-8	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	4	H2
JUA-NOV-52-9	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	3-5	H18
JUA-NOV-52-10	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	3	H1
JUA-NOV-52-11	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	6	H7
JUA-NOV-52-12	เกาะจง แหลมญี่ปูน	ลาดชัน	3-5	H7
JOR-NOV-52-1	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	6	H8
JOR-NOV-52-2	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	5	H11
JOR-NOV-52-3	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	?	?	H20
JOR-NOV-52-4	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	5-6	H3
JOR-NOV-52-5	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	5	H13
JOR-NOV-52-6	เกาะจรเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	4-5	H10

ตาราง ข (ต่อ) แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง *Simularia* ในการศึกษานี้ ได้แก่ ชื่อตัวอย่าง สถานที่ศึกษา ลักษณะของแนวปะการัง ความลึกของน้ำ และรูปแบบของ haplotype (ในกรณีที่ไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูลจะแทนด้วยเครื่องหมาย ?)

ชื่อตัวอย่าง	สถานที่ศึกษา	ลักษณะของแนวปะการัง	ความลึกของน้ำ (m)	Haplotype
JOR-NOV-52-7	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	?	H13
JOR-NOV-52-8	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	6	H3
JUA-JAN-53-1	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	3-4	H14
JUA-JAN-53-2	เกาะจวง ทิศตะวันออก	?	?	H17
JUA-JAN-53-3	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	3	H9
JUA-JAN-53-4	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	5-6	H1
JUA-JAN-53-5	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	5	H9
JUA-JAN-53-6	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	3-5	H10
JUA-JAN-53-7	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	3-5	H13
JUA-JAN-53-8	เกาะจวง ทิศตะวันออก	?	?	?
JUA-JAN-53-9	เกาะจวง ทิศตะวันออก	ลาดชัน	3-5	H15
JOR-JAN-53-2	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	5	H2
JOR-JAN-53-3	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	?	?	H13
JOR-JAN-53-4	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	5	H11
JOR-JAN-53-5	เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก	ลาดชัน	6	H3

ตาราง ก แสดงค่า pairwise genetic distance ระหว่าง H1-H20 และ outgroup คือ *Lobophytum* sp. (Lobo) และ *Sarcophyton* sp. (Sarco)

	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H19	H03	H02	H06	H01	H04	H05	H07	H08	H09	H10	H18	H20	Lobo	Sarco
H11	-																					
H12	0.012	-																				
H13	0.024	0.024	-																			
H14	0.026	0.026	0.001	-																		
H15	0.026	0.026	0.001	0.003	-																	
H16	0.026	0.026	0.001	0.003	0.003	-																
H17	0.024	0.024	0.012	0.013	0.013	0.013	-															
H19	0.062	0.066	0.066	0.068	0.068	0.068	0.070	-														
H03	0.057	0.053	0.057	0.059	0.059	0.059	0.061	0.091	-													
H02	0.055	0.051	0.055	0.057	0.057	0.057	0.059	0.088	0.001	-												
H06	0.059	0.055	0.059	0.061	0.061	0.061	0.059	0.093	0.004	0.003	-											
H01	0.057	0.053	0.057	0.059	0.059	0.059	0.061	0.090	0.003	0.001	0.004	-										
H04	0.060	0.055	0.059	0.061	0.061	0.061	0.060	0.094	0.001	0.003	0.006	0.004	-									
H05	0.060	0.055	0.057	0.061	0.061	0.061	0.063	0.093	0.004	0.003	0.006	0.001	0.006	-								
H07	0.057	0.053	0.057	0.059	0.059	0.059	0.061	0.086	0.004	0.003	0.006	0.004	0.006	0.006	-							
H08	0.063	0.059	0.062	0.065	0.065	0.065	0.067	0.097	0.012	0.010	0.013	0.012	0.013	0.013	0.010	-						
H09	0.055	0.051	0.054	0.056	0.056	0.056	0.054	0.079	0.016	0.015	0.018	0.016	0.018	0.018	0.016	0.021	-					
H10	0.053	0.049	0.053	0.055	0.054	0.055	0.053	0.081	0.015	0.013	0.016	0.015	0.016	0.016	0.015	0.019	0.001	-				
H18	0.034	0.031	0.031	0.032	0.032	0.032	0.031	0.060	0.049	0.047	0.051	0.049	0.051	0.051	0.049	0.054	0.043	0.045	-			
H20	0.140	0.134	0.131	0.134	0.134	0.134	0.137	0.151	0.151	0.147	0.153	0.150	0.155	0.153	0.150	0.147	0.143	0.146	0.112	-		
Lobo	0.111	0.116	0.116	0.119	0.119	0.119	0.113	0.157	0.139	0.136	0.138	0.133	0.143	0.130	0.139	0.147	0.130	0.132	0.10	0.155	-	
Sarco	0.113	0.118	0.118	0.121	0.120	0.121	0.115	0.156	0.147	0.143	0.146	0.141	0.151	0.138	0.146	0.149	0.137	0.140	0.10	0.186	0.048	-

302488