รายงานการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามระยะเวลาและตามพื้นที่ และประยุกต์ใช้ AMBI ประเมินคุณภาพคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

Spatial and Temporal Distribution of Benthic Macrofauna and Using AMBI index to Assess Sikao Canal and Rajamangala Beach, Trang Province

ขวัญตา ตันติกำธน Khwanta Tantikamton

สุวิทย์ จิตรภักดี Suwit Jitpukdee

ประสิทธิ์ ศรีนคร Prasit Srinakorn

กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์ Kattinat Sagulsawasdipan

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560 ซึ่งเป็นงานวิจัยพื้นฐานด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานความหลากหลายของสัตว์หน้าดินและเป็นแนวทางการใช้ประเมินคุณภาพชายหาด

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ เครื่องมือวิเคราะห์ต่าง ๆ ทำให้ให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณนางสาวจันทิมา รอดภัย นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และนักศึกษาสาขาสิ่งแวดล้อมทุกคนที่ช่วยเก็บตัวอย่างในภาคสนามและคัดแยกตัวอย่างด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ร่วมมือกันในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จตามเป้าหมาย

ขวัญตา ตันติกำธน

สุวิทย์ จิตรภักดี

ประสิทธิ์ ศรีนคร

กัตตินาฎ สกุลสวัสดิพันธ์

กันยายน 2560

การเปลี่ยนแปลงการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามระยะเวลาและตามพื้นที่ และประยุกต์ใช้ AMBI ประเมินคุณภาพคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

ขวัญตา ตันติกำธน[1] สุวิทย์ จิตรภักดี[1] ประสิทธิ์ ศรีนคร[2] และกัตตินาฎ สกุลสวัสดิพันธ์[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามระยะเวลาและตามพื้นที่ และประยุกต์ใช้ AMBI ประเมินคุณภาพคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด จำนวน การเปลี่ยนแปลงของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพชายหาดและคลองสิเกา เก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 สถานี ตั้งแต่ปากคลองสิเกาจนสุดความยาวชายหาดประมาณ 2 กิโลเมตร แต่ละสถานีจะแบ่งการเก็บตัวอย่างเป็น 4 แนว ตั้งแต่น้ำขึ้นสูงสุด, 100 เมตร, 200 เมตร และ 300 เมตรจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด เก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ครอบคลุมฤดูมรสุมและฤดูแล้ง โดยใช้กรอบตารางสุ่ม ผลการศึกษาพบหอย 23 ชนิด โพลิคีต 23 ชนิด และปู 19 ชนิด โดยมีความหลากหลายของโพลิคีตน้อยที่สุดในแนวน้ำขึ้นสูงสุด ส่วนแนว 200 และ 300 เมตรจากระดับน้ำขึ้นสูงสุดมีความหลากหลายของหอยมากที่สุด ในขณะที่แนว 100 เมตรจากน้ำขึ้นสูงสุดพบปูมากที่สุด หอยที่พบหนาแน่นมากที่สุดคือ *Nassarius* spp., *Pilucina* sp. และ *Donax incarnatus* ส่วนโพลิคีตพบว่า *Lumbrineris punctata* และ *Scoloplos* spp. หนาแน่นมากที่สุดที่บริเวณแนว 200 และ 300 เมตรจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด ส่วนที่ระดับ100 เมตรจากแนวน้ำขึ้นสูงสุดพบ *Glycera* spp. หนาแน่นมากที่สุด และปูที่หนาแน่นมากที่สุดคือ *Dotilla myctiroides* รองลงมาคือ *Scopimera proxima* ความหลากชนิดของแต่ละสถานีมีการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินคล้ายคลึงกัน แต่จากแนวน้ำขึ้นสูงสุดถึงน้ำลงต่ำสุดมีรูปแบบการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินแตกต่างกัน นอกจากนี้การประยุกต์ใช้โปรแกรม AMBI เพื่อประเมินคุณภาพชายหาดพบว่าสถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในสภาพธรรมชาติ (กลุ่ม 1) และบางบางสถานีหรืออยู่ในสภาพถูกรบกวนเพียงเล็กน้อย (กลุ่ม 2)

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางชีวภาพ; การแพร่กระจายตามพื้นที่; สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่; ชายหาด

---

[1] อาจารย์ สาขาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

[2] อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

Spatial and Temporal Distribution of Benthic Macrofauna and Using AMBI index to Assess Sikao Canal and Rajamangala Beach, Trang Province

Khwanta Tantikamton[1] Suwit Jitpukdee[1] Prasit Srinakorn[2] and Kattinat Sagulsawasdipan[1]

Abstract

The study on spatial and temporal distribution of benthic macrofauna and using AMBI index to assess Sikao canal and Rajamangala Beach aims to investigate species, numbers and spatial distribution changes of benthic macrofauna for the beach and Sikao canal quality assessment. Four sampling stations from an adjacent of estuary to the end of the beach along the 2 km beach were examined. Each station was divided into 4 lines: highest tide, 100 m, 200 m and 300 m in distance from the highest tide line. Quadrate sampling method was applied for sample collection in monsoon and dry seasons. The results showed that 23 mollusc, 23 polychaete and 19 crab species were found. The highest polychaete diversity was recorded at the highest tide line. At 200 m and 300 m from the highest tide line had highest mollusc species diversity whereas at 100 m from the highest tide line had highest crab species. For molluscs species, high densities of *Nassarius* spp., *Pilucina* sp. and *Donax incarnatus* were found. *Lumbrineris punctata* and *Scoloplos* spp. were dominated polychaete species of the 200 m and 300 m whereas *Glycera* spp. were frequently found at the 100 m from highest tide line. The most abundant species of crab was *Dotilla myctiroides* followed by *Scopimera proxima*. The species diversity of all sampling stations had similar distribution but from the highest tide line to the lowest tide line had different pattern of benthic macrofauna species distribution. Moreover, the AMBI software which was applied to interpret the beach health manifested that almost all sampling stations were defined into undisturbed (Group I) and some stations were slightly disturbed (Group II) beach status.

Keywords: Species diversity; Spatial distribution; Benthic macrofauna; Beach

---

[1] Department of Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang

[2] Department of Engeneering Technology, Faculty of Engeneer and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	10
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
2. วิธีการดำเนินการวิจัย	
2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	11
2.2 การศึกษาลักษณะ ชนิด และกลุ่มของสัตว์หน้าดิน	14
2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	16
2.4 การคำนวณดัชนีชีวภาพเพื่อประเมินคุณภาพชายหาด	18
3 ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล	
3.1 คุณภาพน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา	20
3.2 คุณภาพดินจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา	22
3.3 ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดสัตว์หน้าดิน	24
3.4 รูปแบบการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามพื้นที่	32
3.5 การใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ประเมินคุณภาพชายหาด	36
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปผลการวิจัย	42
4.2 ข้อเสนอแนะ	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	56

สารบัญตาราง

			หน้า
ตารางที่	1	พิกัดจุดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่หาดราชมงคล จังหวัดตรัง	13
ตารางที่	2	การจำแนกกลุ่มของสัตว์หน้าดินตามลักษณะนิเวศของ Grall and Glemarec (1997)	18
ตารางที่	3	ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	23
ตารางที่	4	ขนาดของอนุภาคตะกอนดินและปริมาณสารอินทรีย์ในดินของแนวเก็บตัวอย่างในสถานีเก็บตัวอย่าง 4 สถานี	24
ตารางที่	5	สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Mollusca ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	25
ตารางที่	6	สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Annelida ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	26
ตารางที่	7	สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในซับไฟลัม Crustacea ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	28
ตารางที่	8	ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้ง 3 กลุ่ม จาก 16 จุดเก็บตัวอย่าง	31
ตารางที่	9	ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่าง	33
ตารางที่	10	สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชนิดเด่นที่พบใน 16 จุดเก็บตัวอย่าง	33
ตารางที่	11	ค่าความเหมือนของชนิดสัตว์หน้าดินระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่างโดยใช้ Sorensen similarity coefficient	35
ตารางที่	12	ชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดและการกำหนดกลุ่มทางนิเวศตาม AMBI	37
ตารางที่	13	จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่และการประเมินคุณภาพชายหาดแต่ละสถานีโดยใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามกลุ่มทางนิเวศ	40

สารบัญภาพ

			หน้า
ภาพที่	1	แผนที่แสดงเขตบริเวณหาดราชมงคลและสถานีเก็บตัวอย่าง	11
ภาพที่	2	แผนผังสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	12
ภาพที่	3	แผนผังแนวเก็บตัวอย่างในสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	13
ภาพที่	4	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างและการศึกษาชนิดและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	16
ภาพที่	5	หอยชนิดเด่นที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	29
ภาพที่	6	โพลิคีตชนิดเด่นที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	30
ภาพที่	7	ปูชนิดเด่นที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง	30
ภาพที่	8	แผนผังการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามแนวเก็บตัวอย่าง	34

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ชายฝั่งทะเลอันดามันเป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรทางทะเล ทั้งป่าชายเลน หญ้าทะเล แนวปะการัง และทรัพยากรประมง ดังนั้นบริเวณนี้จึงดึงดูดให้ประชากรเข้ามาใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเหล่านี้ อาทิเช่น การทำประมง การเกษตร อุตสาหกรรม และแหล่งท่องเที่ยวและกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ก็ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะตามมา เช่น น้ำทิ้งจากกิจกรรมชายฝั่งที่ชะลงสู่ทะเล

สารพิษต่าง ๆ ที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจะสามารถตกสะสมในตะกอนดินและส่งผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์หน้าดิน ซึ่งสามารถทำให้ประชาคมของสัตว์หน้าดินเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงทราบถึงสภาวะสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้นได้ Borja et al. (2000) รายงานว่ารูปแบบการตอบสนองของสัตว์หน้าดินต่อสิ่งแวดล้อมแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ

1) ยังไม่เกิดมลพิษ จะพบสัตว์หน้าดินหลายชนิด และมีชนิดเด่นหลายกลุ่ม

2) มลพิษน้อย จะพบจำนวนสัตว์กลุ่มเด่นลดลง และความหลากหลายของชนิด ลดลง

3) มลพิษมาก จะพบสัตว์หน้าดินมีความหลากหลายน้อยมาก และพบกลุ่มที่มีความทนทานสูง

4) เกิดมลพิษรุนแรง สัตว์หน้าดินไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

ดังนั้นจึงสามารถใช้สัตว์หน้าดินเพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ภาวะมลพิษได้ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์หน้าดินเคลื่อนที่ได้น้อย ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศได้อย่างรวดเร็ว หลากหลายชนิด และสามารถจำแนกกลุ่มได้ตามความต้านทานดังข้างต้น เช่น โพลีคีตชนิด *Capitella capitata* สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งที่มีมลพิษสูงได้ (Grall and Glemarec, 1997) ในบางพื้นที่ที่ได้รับสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมจะพบสัตว์กลุ่มเด่นคือหอยสองฝาชนิด *Corbura gibba* ชุกชุม (Solis-Weiss et al., 2004) ดังนั้นสัตว์เหล่านี้จึงสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ได้ นอกจากนี้สัดส่วนของสัตว์หน้าดินที่เปลี่ยนแปลงไปก็ยังสามารถบ่งบอกสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ (Dauvin, 2010; Belan, 2003)

งานวิจัยนี้ศึกษาชนิด ปริมาณ การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ การเปลี่ยนแปลงแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามระยะเวลาและตามพื้นที่ และประยุกต์ใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ประเมินคุณภาพคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับชนิดและปริมาณความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับจัดการสิ่งแวดล้อม ทั้งการแก้ไขและป้องกันไม่ให้เกิดผลเสียที่รุนแรงต่อสภาพแวดล้อมชายฝั่งได้

1.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ประชาคมสัตว์หน้าดินมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และระยะเวลาและมีความสัมพันธ์กับสภาวะมลพิษของชายฝั่งและสามารถใช้ประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้โดยใช้จำนวนชนิด และดัชนีชีวภาพของสัตว์หน้าดินที่พบ

1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.2.1 ความสำคัญของสัตว์หน้าดินต่อระบบนิเวศชายฝั่ง

สังคมของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนหรือในตะกอนพื้นทะเลเรียกว่าเบนโทส (benthos) คำว่าเบนโทสใช้ครั้งแรกโดยนักธรรมชาติวิทยาและศิลปะชาวเยอรมัน ชื่อ Ernst Haeckel (1834-1919) ซึ่งเป็นคนแรกที่ใช้คำว่า ecology ด้วย (Taggliapietra and Sigorini, 2010) สังคมของสิ่งมีชีวิตหน้าดินมีความซับซ้อน ซึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตตั้งแต่แบคทีเรียจนถึงพืช (phytobenthos) และสัตว์ (zoobenthos) และอยู่ในลำดับของห่วงโซ่อาหารหลายลำดับ สัตว์หน้าดิน สามารถแบ่งตามขนาดได้เป็นขนาดเล็กเรียกว่าไมโครเบนโทส (microbenthos) หรือไมโครฟอนา (microfauna) มีขนาด <0.063 มิลลิเมตร ขนาดกลางเรียกว่าไมโอเบนโทส (meiobenthos) หรือไมโอฟอนา (meiofauna) มีขนาด 0.063-1.0 (หรือ 0.5) มิลลิเมตร ขนาดใหญ่เรียกว่ามาโครเบนโทส (macrobenthos) หรือมาโครฟอนา (macrofauna) มีขนาด >1.0 (หรือ 0.5) มิลลิเมตร และบางครั้งสามารถแบ่งเป็นขนาดใหญ่ที่สุดหรือเรียกว่าเมกะเบนโทส (megabenthos) หรือ เมกะฟอนา (megafauna) มีขนาด > 10.0 มิลลิเมตร การแบ่งตามลักษณะการอยู่อาศัยจะแบ่งได้เป็นอีพิฟอนา (epifauna) ซึ่งอาศัยอยู่ที่ผิวดิน ส่วนอินฟอนา (infauna) จะฝังตัวอยู่ในตะกอนดิน (Borja et al., 2008; Chantananthawej and Bussarawit, 1987; Taggliapietra and Sigorini, 2010) มาโครฟอนา (macrofauna) เป็นสัตว์หลายเซลล์ที่ยังค้างอยู่ในตะแกรงร่อน (sieve) ขนาดรู 1.0 มิลลิเมตร ยกเว้นกลุ่มนีมาโทด (nematode) และโคพีพอด (copepod) เนื่องจากกลุ่มนีมาโทดและโคพีพอดจัดเป็นกลุ่มไมโอฟอนาที่ยังสามารถค้างอยู่ในตะแกรงร่อนขนาด 1.0 มิลลิเมตรได้ (Borja et al., 2008)

Taggliapietra and Sigorini (2010) ศึกษาพบว่ากลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่เป็นกลุ่มไส้เดือนทะเล เช่น โพลิคีต (polychaete) และ โอลิโกคีต (oligochaete) มอลลัสก์ (mollusk) เช่น หอยสองฝา (bivalve) และหอยฝาเดียว (gastropod) และครัสเตเชียน เช่น แอมฟิพอด (amphipod) และ เดคาพอด (decapod) ซึ่งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเหล่านี้สามารถจำแนกได้ตามแหล่งอาศัยดังข้างต้น

Govindan (2002) จำแนกสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามลักษณะการกินได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กรองกิน (filter feeders) เช่น หอยสองฝา ฟองน้ำ เพรียงหัวหอม (ascidian) ไส้เดือนทะเล (worm) เพรียง (barnacle) กลุ่มกัดกินสาหร่าย (browser feeder) เช่น แอมฟิพอด (amphipod) ไอโซพอด

(isopod) หอยฝาเดียว และ กลุ่มกินสารอินทรีย์ (deposit feeder) เช่น แอนนิลิด (annelid) หอยสองฝา หอยฝาเดียว ปลิงทะเล (holothurian) หรือ sea cucumber และครัสเตเชียน (crustacean)

พื้นที่ชายหาดเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีความสำคัญมากต่อระบบนิเวศบริเวณแนวทรายเชื่อมต่อกับแนวน้ำทะเลท่วมถึง โดยการแลกเปลี่ยนสารอินทรีย์และสารอาหาร แนวชายฝั่ง (surf zone) มีความสำคัญต่อการอนุบาลปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในแนวน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแหล่งอาหารของปลา นอกจากนี้แนวชายฝั่งยังเป็นแหล่งอาศัยของนกทะเลหลากชนิด และเป็นแหล่งวางไข่ของเต่าทะเล

สัตว์พื้นทะเลที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศชายหาดมีความสัมพันธ์กับจุลินทรีย์ และสัตว์ขนาดใหญ่ การเพิ่มจำนวนปลามีความสัมพันธ์กับสัตว์พื้นทะเลโดยตรงโดยผ่านลำดับการกินในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งการส่งต่อพลังงานผ่านห่วงโซ่อาหารเริ่มจากเศษซากสารอินทรีย์บนชายหาด ผู้ผลิตเบื้องต้น เช่นสาหร่ายและไดอะตอม (diatom) ไปยังแบคทีเรีย รา สัตว์หน้าดินขนาดกลาง และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ซึ่งจะกินอาหารเป็นลำดับและส่งผ่านพลังงานไปตามลำดับห่วงโซ่อาหาร และในที่สุดก็ส่งพลังงานมายังนกและปลา นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตหน้าดินขนาดเล็ก (microfauna) ในแนวชายหาดยังมีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในระบบนิเวศทางทะเล เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส สารอินทรีย์ที่ตกตะกอนจากมวลน้ำสามารถเปลี่ยนไปเป็นมวลชีวภาพ โดยแบคทีเรียสามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์ในตะกอนดินให้เป็นสารอาหารกระจายไปในมวลน้ำ จากนั้นผู้ผลิตเบื้องต้นจะนำไปใช้ ส่งไปยังแพลงก์ตอนสัตว์และระบบนิเวศทางทะเลต่อไป

หน้าที่สำคัญอันหนึ่งของสัตว์หน้าดินบริเวณชายหาดคือความสะอาดชายหาด สัตว์หน้าดินจำนวนนับล้านตัวบนชายหาดจะคอยกินเศษซากสารอินทรีย์ทำให้เกิดการทำความสะอาดทรายบนชายหาด (Gage, 2001; Govindan, 2002)

สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่สามารถทำให้เกิดการหมุนเวียนทางชีวภาพ (bioturbation) ในระหว่างการเคลื่อนที่และกิจกรรมการกินอาหารบริเวณตะกอน ในขณะที่กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดกลางและขนาดเล็กจะทำให้เกิดแร่ธาตุขึ้นใหม่ กลุ่มที่กินสารอินทรีย์จะย่อยสลายตะกอนบริเวณไร้อากาศและส่งอาหารขึ้นมายังบริเวณชั้นน้ำด้านบนซึ่งเป็นบริเวณที่มีออกซิเจน ซึ่งเป็นการช่วยส่งธาตุอาหารจากด้านล่างขึ้นไปยังด้านบน ในทางกลับกันก็สามารถขนส่งน้ำที่มีออกซิเจนจากชั้นบนลงไปยังชั้นที่ลึกกว่าได้ (Govindan, 2002)

สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บางชนิดเป็น “วิศวกร”เช่น โพลีคีต ชนิด *Lanice conchilega* สร้างสิ่งแวดล้อมใหม่ขึ้นโดยการสร้างท่อหรือรู โครงสร้างเหล่านี้ช่วยเพิ่มความซับซ้อนของแหล่งอาศัย และทำให้เกิดแหล่งอาศัยที่เหมาะสมสำหรับสัตว์หน้าดินชนิดอื่น ๆ ซึ่ง *L. conchilega* ช่วยเพิ่มความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน เพิ่มความหลากหลายของชนิดสัตว์ และเพิ่มความซับซ้อนของประชาคมสัตว์หน้าดิน (Rabaut et al., 2007) นอกจากนี้กิจกรรมการหมุนเวียนแร่ธาตุ (bioirrigation) ของ

สัตว์หน้าดินเหล่านี้ช่วยนำสารอินทรีย์ และออกซิเจนไปยังดินชั้นล่างซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริเวณที่ไม่มีออกซิเจน สัตว์หน้าดินชนิด *Callianassa subterranean* สร้างผนังรูที่มีความซับซ้อน การนำตะกอนออกมาจากรูจะช่วยเพิ่มการนำออกซิเจนไปยังผิวตะกอนโดยรอบรูนั้น ซึ่ง *L. conchilega* จะเคลื่อนที่คล้ายลูกสูบเมื่ออยู่ในรู ลักษณะการเคลื่อนที่นี้จะมีความสัมพันธ์กับการขนส่งออกซิเจน (Foster and Graft, 1995)

สัตว์หน้าดินชนิด *Arenicola marina* และ *Corophium arenarium* สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของพื้นตะกอนได้ โดยการเปลี่ยนแรงคลื่นที่กระทำต่อพื้นตะกอนซึ่งเป็นผลมาจากเปลี่ยนความหนาแน่นของพื้นตะกอนด้วยการสร้างรูเปิดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้สัตว์หน้าดินเหล่านี้ยังสามารถเปลี่ยนขนาดของตะกอนดินได้ (Jones and Jago, 1993)

1.2.2.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมต่อสัตว์หน้าดิน

ความผันแปรของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาสามารถส่งผลต่อความผันแปรประชากร สังคม และระบบนิเวศ ผลกระทบจากมนุษย์สามารถทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง ตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมพื้นทะเลได้แก่ ความเค็ม ความสูงและความลึกของชายฝั่งและไหล่ทวีป สัณฐานวิทยาชายฝั่ง สารอาหาร ความเร็วของกระแสน้ำ และความปั่นป่วนของกระแสน้ำ องค์ประกอบของดินเลน (ปริมาณโคลน, ปริมาณสารอินทรีย์, ขนาดของตะกอนดิน) แร่ธาตุในตะกอน อุณหภูมิ และพีเอช

สารอินทรีย์และตะกอนปริมาณมากที่ปล่อยลงสู่ทะเลเกิดจากทั้งธรรมชาติและจากมนุษย์ ซึ่งสามารถฆ่าสิ่งมีชีวิตบนพื้นทะเลได้ และสามารถเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์เหล่านี้ได้ สารอาหารบนชายหาดสามารถส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อแหล่งอาศัยดั้งเดิมของสัตว์ โครงสร้างของประชาคมสัตว์พื้นทะเลมีความพันธ์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของชายหาดโดยตรง ประชาคมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในชายหาดที่มีปริมาณสารอาหารสูงจะมีความหลากหลาย (heterogeneous) ต่ำกว่าบริเวณที่ไม่ได้รับผลกระทบจากสารอาหาร ชายหาดที่มีปริมาณสารอาหารสูงประชาคมของสัตว์จะมีชนิดเด่นเพียงไม่กี่ชนิด ยกตัวอย่างเช่นแอมฟิพอดชนิด *Ampelisca diadema* และหนอนตัวกลม *Capitomastus minimus* จะพบเฉพาะในบริเวณที่มีสารอาหารสูง โพลีคีตชนิด *Spio decoratus* และ *Prionospio caspersi* จะพบได้ทั้งในบริเวณที่มีสารอาหารสูงและมีสารอาหารต่ำแต่จะมีจำนวนน้อย จำนวนหอยสองฝาชนิด *Tellina tenuis, Lentidium mediterranium, Donax semistriatus*, *Chamelea gallina* และหอยฝาเดียวชนิด *Cyclope neritea* มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหาร แต่จำนวนโพลีคีตชนิด *Orbinidae* sp. และ *Glycera tridactyla* และแอมฟิพอดชนิด *Balthyporela guilliamasoniana* จะมีจำนวนมากเมื่อแหล่งนั้นไม่ได้รับผลกระทบจากสารอาหาร (Colosio et al., 2007)

การขุดลอกชายฝั่งส่งผลโดยตรงต่อประชาคมสัตว์หน้าดินทั้งแหล่งที่ขุดและบริเวณโดยรอบ โดยส่งผลต่อความหนาแน่นของประชากร และมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดิน ในบริเวณรอบ ๆ แหล่งขุดลอกนั้นประชาคมสัตว์จะมีชนิดเด่นเพียงชนิดเดียว ในทางกลับกันมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อโครงสร้างประชาคมสัตว์ที่อยู่นอกแหล่งขุดลอกชายฝั่ง ถ้าสภาพแวดล้อมไม่ถูกรบกวน ประชาคมสัตว์หน้าดินจะมีชนิดเด่นน้อยและจะมีโครงสร้างการกระจายของชนิดแบบสม่ำเสมอ (uniform distribution) (Newell et al., 2004) การประเมินผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินจากมลพิษชายฝั่งบริเวณท่าเรือ ซึ่งมีทั้งแหล่งอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว และการเกษตรพบว่ามีชนิดเด่นสูง ซึ่งกลุ่มสัตว์ชนิดเด่นคือ โพลีคีต และมอลลัสก์ แต่มีจำนวนครัสเตเชียน และเอคไคโนเดิร์มต่ำ ซึ่งบ่งชี้ว่าเกิดความไม่สมดุล หรือเกิดสภาวะกดดัน (stressed situation) ต่อสัตว์หน้าดินพื้นถิ่น สัตว์ชนิดเด่นที่พบคือ หอยสองฝาชนิด *Corbula gibba* และไส้เดือนทะเลชนิด *Pectinaria koreni* การวิเคราะห์โครงสร้างสัตว์หน้าดินพบว่ามีจำนวนชนิดลดลงเมื่อมีสภาวะกดดันจากสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น (Solis-Weiss et al., 2004) การศึกษาของ Kumar et al. (2004) พบว่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของตะกอนดินในบริเวณชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงขนาดตะกอนดิน และปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสูงอาจจะส่งผลต่อการลดจำนวนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่ใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้ง

1.2.2.3 การประเมินสภาพแวดล้อมชายฝั่งโดยใช้สัตว์หน้าดิน

ประชาคมสัตว์หน้าดินมักจะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (biological indicator) เพราะสัตว์เหล่านี้จะสามารถบ่งบอกสภาพแวดล้อมได้จากความไวของการตอบสนอง (sensitivity) ของแต่ละชนิด (indicator species) และคุณสมบัติบางประการทำให้สัตว์ส่งสัญญาณความเปลี่ยนแปลงได้ คุณสมบัตินี้เช่นการสัมผัสบริเวณที่มีออกซิเจนต่ำ (hyposia/anoxia) ซึ่งมักจะพบบริเวณใกล้พื้นทะเล ซึ่งมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ การเคลื่อนที่อย่างจำกัดของสัตว์หน้าดิน ง่ายต่อการจัดจำแนก และความหลากหลายของหน้าที่ในสิ่งแวดล้อมทำให้เหมาะสมต่อการใช้ตรวจวัดความกดดันจากสภาวะแวดล้อมทีมีรูปแบบและระดับที่ต่างกันได้ (Taggliapietra and Sigorini, 2010) สัตว์หน้าดินสามารถพบได้ทั้งในพื้นทะเล แม่น้ำ และทะเลสาบ ซึ่งเป็นข้อดีของการใช้สัตว์หน้าดินเพื่อติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าแพลงก์ตอน หรือปลาซึ่งอาศัยอยู่ในมวลน้ำ สัตว์หน้าดินจะอาศัยอยู่ใน 2 ระนาบเท่านั้น ทำให้การวางแผนการเก็บตัวอย่างง่ายกว่า ส่วนการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนและปลาจะมีผลมาจากน้ำขึ้นน้ำลง และความสูงของระดับน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อจะเก็บตัวอย่างสัตว์กลุ่มนี้ นอกจากนี้การเคลื่อนที่ได้น้อยทำให้สัตว์หน้าดินต้องใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนใหม่ (recolonise) ในพื้นที่ที่ได้รับมลพิษ การใช้สิ่งมีชีวิตหน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้ยังมีข้อดีอีกหลายประการอันได้แก่ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาผลกระทบในแหล่งอาศัยจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี สัตว์หน้าดินบางชนิดทนทาน การจัดจำแนกและการสุ่มตัวอย่างทำได้ง่าย (Borja et al., 2000; Borja et al., 2008)

การประเมินคุณภาพน้ำสามารถวิเคราะห์ได้จากสารเคมีในน้ำ เช่น ปริมาณออกซิเจน สารมลพิษประเภทโลหะและสารอินทรีย์ ธาตุอาหาร หรือโดยการใช้ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นการบ่งชี้คุณภาพน้ำที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาศัยอยู่ได้ สิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัด เช่น ปลา แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) สาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (macrozoobenthos) และสัตว์หน้าดินขนาดกลาง (mesozoobenthos) (Dauvin et al., 2010) เหตุผลที่สำคัญในการใช้ดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพคือ สามารถประเมินผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้โดยตรง การใช้ประเมินผลการเสริมฤทธิ์และผลการต้านฤทธิ์ของสารมลพิษหลายชนิดต่อสิ่งมีชีวิต การประเมินผลการทำลายของสารมลพิษเบื้องต้นต่อสิ่งมีชีวิตและต่อมนุษย์โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีทางเคมี (Nkwoji et al., 2010) การพัฒนาดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำจะใช้สัตว์ที่ตอบสนองต่อระดับมลพิษที่ต่างกัน เช่น ใช้ชนิดพันธุ์ที่เปราะบาง (sensitive species) ซึ่งจะไม่ปรากฏในพื้นที่ที่ปนเปื้อนสารมลพิษ หรือใช้ชนิดพันธุ์ต้านทาน (resistant species) ซึ่งจะเพิ่มจำนวนขึ้นเมื่อพื้นที่นั้นได้รับมลพิษระดับปานกลาง หรือใช้การประเมินโดยชนิดพันธุ์ฉวยโอกาสซึ่งอยู่รอดและเพิ่มจำนวนได้ในพื้นที่ปนเปื้อนมลพิษ แต่ทั้งนี้สัตว์หน้าดินมักจะไม่สามารถต้านทานบริเวณที่มีการปนเปื้อนมลพิษสูงมากได้ (Dauvin et al., 2010) สิ่งแรกที่สำคัญในการใช้สิ่งมีชีวิตหน้าดินในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมคือข้อมูลทางอนุกรมวิธาน กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดกลางที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดส่วนใหญ่คือ นีมาโทดและโคพีพอด เพราะพบได้ทั่วไปและรักษาสภาพได้ง่าย นอกจากนี้ยังมี แกสโทรทริช (gastrotrich) โพลีคีต และ หนอนตัวแบน (turbellarian) ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้ (Kenedy and Jacoby, 1999)

Dauvin et al. (2008) ให้คำจำกัดความในทางนิเวศวิทยาเพื่อกำหนดคุณภาพของชนิดสัตว์หน้าดินไว้ดังนี้

1) ชนิดเปราะบาง (sensitive species) คือชนิดพันธุ์ที่สามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมช่วงแคบ และไม่ปรากฏในพื้นที่ปนเปื้อนสารมลพิษ หรือในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่นภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง หรือแหล่งที่อยู่อาศัยเปลี่ยนแปลง

2) ชนิดทนทาน (tolerant species) คือ ชนิดพันธุ์ที่ไม่ไวต่อสภาวะกดดันหรือมลพิษ

3) ชนิดฉวยโอกาส (opportunistic species) คือ ชนิดที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมใหม่ เช่น ชนิดที่มีช่วงเจริญพันธุ์เร็ว อัตราการขยายพันธุ์สูง เจริญเติบโตเร็ว มีขนาดเล็ก และอัตราการอยู่รอดในตัวเต็มวัยไม่แน่นอน

4) ชนิดเอกลักษณ์ (characteristic species) คือ ชนิดพันธุ์ที่บ่งบอกถึงโครงสร้างเฉพาะของประชาคม

5) ชนิดเฝ้าระวัง (sentinel species) คือ ชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะแหล่งที่เกิดความไม่สมดุลของสภาพแวดล้อม หรือสังคมสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สามารถระบุความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

6) ชนิดดัชนีบ่งชี้ (indicator species) คือชนิดพันธุ์ที่สามารถแสดงสัญญาณให้เห็นถึงการปรากฏปัจจัยใด ๆ (particular factor) ทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

7) ชนิดคงสภาพ (indifferent species) คือ ชนิดพันธุ์ที่ไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงซึ่งไม่ตอบสนองต่อภาวะมลพิษ

การประเมินสถานะทางนิเวศวิทยาของประชาคมสัตว์หน้าดินนิยามความหมายไว้ดังนี้

1) ดัชนี (Index/Indices) คือ คำทั่วไปที่ใช้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ ชีววิทยาทางทะเล สังคมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ ซึ่งดัชนีจะเป็นตัวเลขเพื่อใช้เปรียบเทียบตัวแปรตัวหนึ่งกับตัวแปรอื่น หรือกับตัวเลขอ้างอิง ค่าอัตราส่วนหรือค่าที่เปรียบเทียบได้จะสอดคล้องกับสภาพจริงที่สังเกตได้

2) ดัชนีชีวภาพ (Biotic Index/Indices) คือ คำที่ใช้รายงานสถานภาพทางสิ่งแวดล้อมโดยมีสิ่งมีชีวิตบ่งชี้ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น ซึ่งมักจะใช้ประเมินคุณภาพทางสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปจะมีลำดับจากค่าต่ำสุดไปสูงสุด ซึ่งใช้จำแนกสถานภาพสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับสถานภาพอ้างอิง

Grall and Glemarec (1997) จำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิตตามความไวของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไว้ 5 กลุ่มดังนี้

1) กลุ่ม I (GI) เป็นชนิดที่มีความไวสูงต่อสารอินทรีย์และมักจะพบอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ปกติ ซึ่งประกอบด้วยพวกกินสัตว์จำเพาะ (specialist carnivore) และพวกโพลิคีตที่กินเศษซากเป็นอาหาร

2) กลุ่ม II (GII) เป็นชนิดที่ไม่เปลี่ยนแปลงต่อสารอินทรีย์ มักจะมีความหนาแน่นต่ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนตามช่วงเวลา ประกอบด้วยพวกกินอาหารที่ลอยอยู่ในน้ำ พวกกินสัตว์ไม่เลือกชนิด (less selective carnivore) และพวกกินซาก

3) กลุ่ม III (GIII) เป็นชนิดที่ทนทานต่อสารอินทรีย์ส่วนเกิน ชนิดเหล่านี้อาจจะปรากฏในสภาวะปกติ แต่ จำนวนประชากรจะเปลี่ยนตามปริมาณอาหาร ประกอบด้วยพวกกินเศษซากที่ผิวดิน เช่น *Tubicolous spionis* ซึ่งจะกินเศษซากสารอินทรีย์ที่ผิวดิน

4) กลุ่ม IV (GIV) เป็นชนิดฉวยโอกาสอันดับสอง ซึ่งเป็นพวกที่มีขนาดเล็ก มีวงจรชีวิตสั้น ปรับตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมของตะกอนเลน และสามารถเพิ่มจำนวนได้ ประกอบด้วยเป็นพวกกินเศษซากอินทรีย์ใต้ดิน เช่น โพลีคีตกลุ่ม Cirratulid

5) กลุ่ม V (GV) เป็นชนิดฉวยโอกาสอันดับแรก พวกกินเศษซากอินทรีย์มักพบอยู่ในตะกอนดินและมีปริมาณลดลงที่ผิวน้ำ โพลิคีตในกลุ่มนี้ 2 ชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกคือ *Capitella capitata* และ *Scolelepis fuliginosa* นีมาโทดและโอลิโกคีตบางชนิดก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้เช่นกัน

หน่วยงาน Water Framework Directive (WFD) ได้ศึกษาดัชนีบ่งชี้หลายชนิดและยังคงพัฒนาเพื่อใช้สำหรับวัดสภานภาพระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตหน้าดินบริเวณชายฝั่งและใน

แหล่งน้ำซึ่งได้รับผลกระทบจากมนุษย์ ดัชนีเหล่านี้ได้จากการคำนวณ โดยใช้ข้อมูลปริมาณขององค์ประกอบชนิด ข้อมูลความชุกชุม (ความหนาแน่น และมวลชีวภาพ) และข้อมูลความไวของชนิดสัตว์ต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งระบุกลุ่มหรือชนิดที่มีความเด่นชัดต่อการเปลี่ยนแปลงได้ (Boon et al., 2011)

1.2.2.4 การศึกษาสัตว์หน้าดินในประเทศไทย

การศึกษาสัตว์หน้าดินในประเทศไทย มีทั้งบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งอันดามัน พื้นที่ที่มีรายงานผลการศึกษา ได้แก่ บริเวณแหล่งหญ้าทะเล (จำลอง, 2554ข; ชนกพรและจิตติมา, 2550; ณัฐวดีและคณะ, 2553ข) ป่าชายเลน (วรารินและคณะ, 2551) แนวชายฝั่งอันดามัน (Chantananthawej and Bussarawit, 1987) บริเวณรอบเกาะ (ณัฐวดี และคณะ, 2553ก; เอกนรินทร์, 2552; จำลอง, 2554ก) ทะเลสาบน้ำเค็ม (รัชนี, 2552; รัชนี และเสาวภา, 2553) บริเวณปากแม่น้ำ (ฐิติมา, 2554; เมธาวี, 2550; สุเทพ และคณะ, 2553) และการศึกษาบริเวณชายหาด (ภัทรพร, 2550; สุเมตต์, 2547; สมถวิล และวิภูษิต, 2534; Meksumpan and Meksumpan, 1999)

สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณพื้นทะเลชายฝั่งอันดามันมีความหนาแน่นกระจายตั้งแต่ 200 – 1,000 ตัว/ตารางเมตร โดยสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นที่พบคือโพลีคีต รองลงมาคือ ครัสเตเชีย เอคไคโนเดิร์ม มอลลัสก์ และสัตว์มีกระดูกสันหลังตามลำดับ มวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินที่บริเวณความลึกจากระดับผิวน้ำ 3-75 เมตร มีปริมาณมวลชีวภาพมากกว่าบริเวณใกล้ชายฝั่ง (Chantananthawej and Bussarawit, 1987) นอกจากนี้ ภัทรพร (2550) รายงานผลการศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดทรายแก้ว จังหวัดชลบุรี พบว่าแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดมีความหลากชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดินต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับบริเวณกลางหาดและแนวน้ำลงต่ำสุด

การศึกษาการกระจายตัวและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแนวหญ้าทะเลฝั่งอ่าวไทย บริเวณอ่าวบางพระ จังหวัดชลบุรี พบว่ามีกลุ่มเด่นคือ โพลีคีต มอลลัสก์ และครัสเตเชีย ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณแนวหญ้าทะเลกับบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเล พบว่าในบริเวณแนวหญ้าทะเลจะมีความหนาแน่นสูงกว่า (จำลอง, 2554ข) ส่วนความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร อยู่ในช่วง 2,017 – 24,253 ตัว/ตารางเมตร และพบทั้งหมด 44 ชนิด โพลีคีตวงศ์ที่พบในแนวหญ้าทะเลได้แก่ Orbiniidae, Maldanidae, Glyceridae, Syllidae, Nereididae, Spionidae, Capitellidae และ Paraonidae (ณัฐวดี, 2553ข) ส่วนในแหล่งหญ้าทะเลฝั่งอันดามัน อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 14 กลุ่ม โดยที่กลุ่มหลักมี 3 กลุ่มคือ โพลีคีต แอมฟิพอด และไซปันคูลิด (ชนกพรและจิตติมา, 2550) นอกจากนี้ วรารินและศิริวรรณ (2553) รายงานว่าโพลีคีตวงศ์หลักที่พบบริเวณแหลมเจ้าขรัว จังหวัดพังงา คือ Opheliidae และ Eunicidae

การศึกษาความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในแปลงปลูกป่าชายเลนที่มีอายุต่างกัน พบว่าป่าชายเลนที่มีอายุน้อยจะพบความชุกชุมสูงกว่าแต่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ต่ำกว่าป่าชายเลนที่มีอายุมากขึ้น และพบว่ากลุ่มสัตว์หน้าดินที่เหมาะสมในการใช้ติดตามพัฒนาการของป่าชายเลนปลูกคือกลุ่มโพลีคีต (วรารินี, 2551)

ละออ และคณะ (2541)ทำการศึกษาชนิดและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในเขตรักษาพืชพันธุ์ ต.คูขุด อ.สทิงพระ จ.สงขลา เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำโดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 7 สถานีครอบคลุมบริเวณที่ห่างออกไปจากเขตรักษาพืชพันธุ์ 50 เมตรด้วยเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินและคุณภาพน้ำ ระหว่างมกราคมถึงธันวาคม 2539 เดือนละ1 ครั้ง จากการศึกษาพบสัตว์หน้าดิน 4 ไฟลัม คือ Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Mollusca และ Chordata ร้อยละ 3.18, 96.34, 0.41 และ 0.07 ตามลำดับ โดยไฟลัม Annelida พบ Family Neridae, Neptyidae, Spionidae, Capitellidae, Sabellidae และ Family Madalidae, ไฟลัม Mollusca มี Class Gastropoda และ Class Pelecypoda, ไฟลัม Arthropoda มี Order Tanaidacae, Isopoda, Gammaridae, Mysidacae และ Order Macrura ความหนาแน่นเฉลี่ยของสัตว์หน้าดินตลอดปี คือ 1,919.05 ตัวต่อตารางเมตรโดยมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม คือ 782.86 ตัวต่อตารางเมตรและมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน คือ 4,224.29 ตัวต่อตารางเมตร คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และอยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานชนิดและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินที่พบไม่แตกต่างไปจากที่เคยมีการศึกษาไว้เมื่อ 10 ปีก่อน

สมถวิลและวิภูษิต (2534) ศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม พบว่าตั้งแต่บริเวณพัทยาจนถึงท่าเรือแหลมฉบังมีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ต่ำ ความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ เท่ากับ 127 ตัว/ตารางเมตร และพบว่ากลุ่มครัสเตเชียมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำทะเล จากรายงานของ เมธาวี (2550) พบว่าความชุกชุมและมวลชีวภาพของโพลีคีตมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความขุ่น แต่มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับความเค็ม ความโปร่งแสง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ ความชุกชุมของครัสเตเชียมีความสัมพันธ์แบบ แปรผันตามกับความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ ความชุกชุมของกลุ่มหอยสองฝา มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับปริมาณของแข็งแขวนลอย ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ และความชุกชุมของสัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ ในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์สูงจะพบสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นคือ โพลิคีต ในขณะที่กลุ่มเด่นบริเวณที่ไม่มีกิจกรรมของมนุษย์คือครัสเตเชีย นอกจากนี้การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินยังแปรผันตามปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และสัตว์หน้าดินกลุ่มโอลิโกคีต ชนิด *Doliodrilus* sp. และโพลิคีตชนิด *Parheteromastus* sp. สามารถบ่งชี้มลพิษในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกได้ (รัชนี, 2552) จากการศึกษาของ Meksampahan and Meksamphan (1999) พบว่าโพลิคีตชนิด *Perinereis* sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณสารอินทรีย์พื้นทะเล ในขณะที่โพลิคีตชนิด *Notomastus* sp. มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับปริมาณสารอินทรีย์ที่พื้นทะเล ส่วนโพลิคีต 2 ชนิดคือ *Nereis* sp. และ *Parheteromastus* sp. อาจจะสามารถนำมาใช้เป็นชนิดพันธุ์บ่งบอกปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในตะกอน

ดินได้ (ฐิติมา, 2554) จากผลการศึกษาของ Chantananthawej and Bussarawit (1987) พบว่าที่ระดับความลึก 3-75 เมตรจากผิวน้ำ ความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินกับขนาดของตะกอนและสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์กันน้อย

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 ศึกษาชนิด ปริมาณ การเปลี่ยนแปลงการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ตามระยะเวลาและตามพื้นที่

1.3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับชนิดและปริมาณความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา

1.3.3 ประยุกต์ใช้การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่งบริเวณที่ศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินของชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง และสามารถประยุกต์ใช้เป็นดัชนีประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่นในจังหวัดตรัง นอกจากนี้ยังสร้างองค์ความรู้จากการวิจัย โดยการเผยแพร่ในวารสารระดับชาติ หรือระดับนานาชาติ นอกจากนี้หน่วยงานในชุมชนยังสามารถใช้ข้อมูลเพื่อการวางแผนติดตาม และร่วมกันสร้างความตระหนักถึงการใช้และรักษาทรัพยากรชายหาด และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลทรัพยากรพื้นฐานเพื่อหาแนวทางในการรักษาสภาพแวดล้อมชายหาดในชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

หน่วยงานที่สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์คือ

1) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2) สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดตรัง
3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
4) อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง
5) สถาบันการศึกษา มหาวิทยาลัยต่าง ๆ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การแพร่กระจายและการประยุกต์ใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่เพื่อประเมินคุณภาพคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล จังหวัดตรังมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดพื้นที่ศึกษา

2) การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

4) การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและน้ำในพื้นที่และในห้องปฏิบัติการ

5) การศึกษาและจำแนกชนิดสัตว์หน้าดินในห้องปฏิบัติการ

6) วิเคราะห์ผลและสรุปผล

2.1.1 พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณชายหาดที่มีพื้นที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งพื้นที่หาดราชมงคล อยู่ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง 179 หมู่ที่ 3 ต. ไม้ฝาด อ. สิเกา จ. ตรัง โดยแผนที่แสดงเขตบริเวณหาดราชมงคลแสดงดังในภาพที่ 1

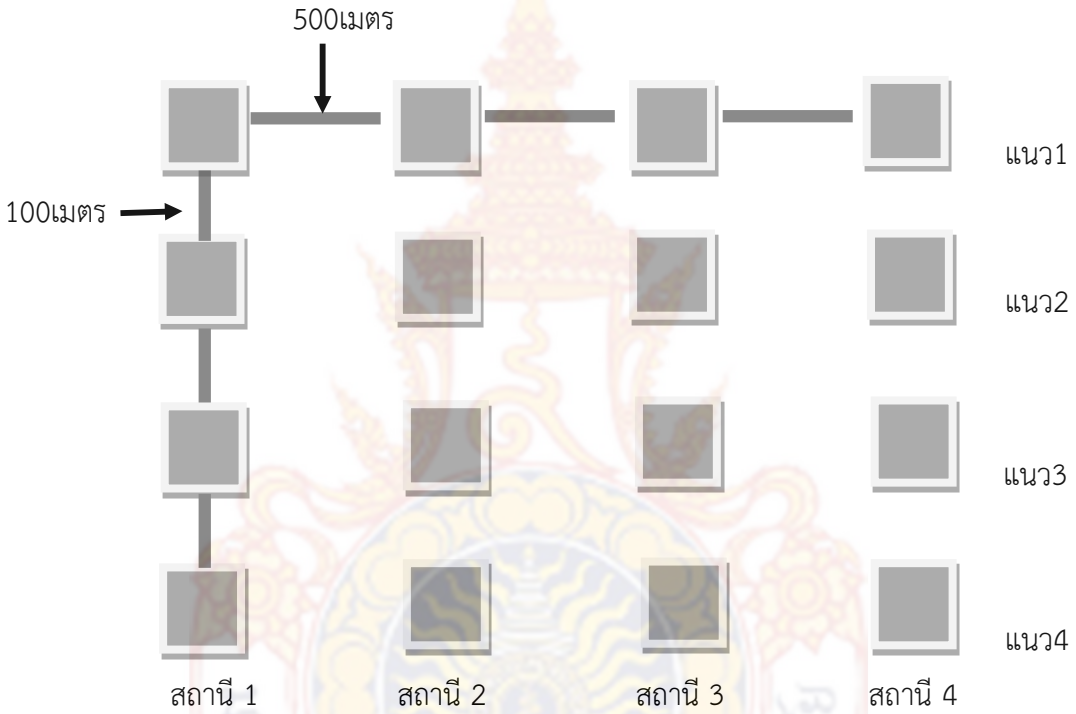
ภาพที่ 1 แผนที่แสดงเขตบริเวณหาดราชมงคลและสถานีเก็บตัวอย่าง
ที่มา : ดัดแปลงจาก Google Earth (2015)

เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน ตัวอย่างดิน และตัวอย่างน้ำ 3 ฤดูกาล เป็นเวลา 1 ปี

2.1.2 วิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณปากคลองที่เปิดสู่ชายหาด 1 สถานี ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างชายหาดกำหนดสถานีตามแนวขนานกับแนว

ชายหาด ที่บริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal zone) เป็นระยะตามความยาวชายหาด ทุก ๆ 500 เมตร อีก 3 สถานี จุดเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีจะกำหนดพิกัดเก็บตัวอย่างโดยใช้จีพีเอส (global positioning system: GPS) แต่ละสถานีจะเก็บตัวอย่างตามแนวตั้งฉากกับชายหาด (line transect) ดังพิกัดตารางที่ 1 การเก็บตัวอย่างใช้การวางกรอบตารางแบบกำหนดจุดแน่นอน โดยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่ 1 ตารางเมตร (กรอบตารางสุ่มขนาด 0.25 x 0.25 ตารางเมตร) แล้วขุดลงลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร ส่วนปากคลองในพื้นที่ลึกจะใช้เครื่องมือเก็บดินแบบ grab sampling นำดินมาร่อนด้วยตะแกรงร่อนแยกสัตว์ทะเลหน้าดิน



ภาพที่ 2 แผนผังสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

หมายเหตุ : แนว 1 คือ แนวเขตน้ำทะเลขึ้นสูงสุด
แนว 2 คือ ห่างจากแนวเขตน้ำทะเลขึ้นสูงสุด 100 เมตร
แนว 3 คือ ห่างจากแนวเขตน้ำทะเลขึ้นสูงสุด 200 เมตร
แนว 4 คือ ห่างจากแนวเขตน้ำทะเลขึ้นสูงสุด 300 เมตร

ภาพที่ 3 แผนผังแนวเก็บตัวอย่างในสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

ตารางที่ 1 พิกัดจุดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่หาดราชมงคล จังหวัดตรัง

พื้นที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดจุดเก็บตัวอย่าง (UTM-47P)			
	สถานี 1	สถานี 2	สถานี 3	สถานี 4
แนว 1 (0 เมตร)	0533900	0533912	0533914	0533760
	0831648	0831784	0832646	0831387
แนว 2 (100 เมตร)	0533709	0533745	0533779	0533713
	0831460	0831545	0831733	0831433
แนว 3 (200 เมตร)	0533714	0533750	0533781	0533690
	0831468	0831566	0831769	0831444
แนว 4 (300 เมตร)	0533713	0533750	0533810	0533658
	0831476	0831586	0831802	0831457

สัตว์ทะเลหน้าดินที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีขนาดมากกว่า 1 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ ดังนั้นตะแกรงร่อนแยกจึงใช้ขนาดตา 1 มิลลิเมตร

ทำการล้างตะกอนดินออกจากตัวอย่าง สัตว์หน้าดินที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดตาของตะแกรงจะค้างอยู่ด้านบนของตะแกรงแต่ละขนาด นำตัวอย่างมาเก็บโดยการดองในน้ำยารักษาสภาพด้วยวิธีการของ Worsfold and Hall (2010) แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.1.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินเพื่อหาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสัตว์หน้าดินและประเมินสภาวะมลพิษของพื้นที่เก็บตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างจุดละ 3 ซ้ำ วัดคุณภาพน้ำในภาคสนามโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย และความขุ่น

2.1.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างตะกอนดินทุกสถานีที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำต่อสถานีเก็บตัวอย่าง บรรจุในถุงและรักษาสภาพด้วยความเย็น ตัวอย่างตะกอนดินจะนำมาวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดิน (particle size) ความเป็นกรด-เบส และปริมาณสารอินทรีย์ (organic content)

การวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคดินขนาดใหญ่จะใช้วิธีแยกขนาดโดยใช้ตะแกรงร่อน (vibrating-sieving) แล้วแยกขนาดอนุภาคดินตามวิธีการ Wentworth scale ซึ่งร้อยละของอนุภาคดินแต่ละขนาดนำมาคำนวณหาอัตราส่วนขนาดของดิน โดยจำแนกเป็น graval ($\varnothing$ > 2 mm) very coarse sand (2 mm > $\varnothing$ > 1 mm) coarse sand (1 mm > $\varnothing$ > 0.5 mm) medium sand (0.5 mm > $\varnothing$ > 0.25 mm) fine sand (0.25 mm > $\varnothing$ > 0.125 mm), very fine sand (0.125 mm > $\varnothing$ > 0.062 mm) และ silt ($\varnothing$ < 0.062 mm) (Marine Environmental Laboratory, 1995 และ De Pas et al., 2008)

การวัดความเป็นกรด-เบสจะใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-เบสแบบภาคสนามโดยการจุ่มหัววัดความเป็นกรด-เบสลงในดิน

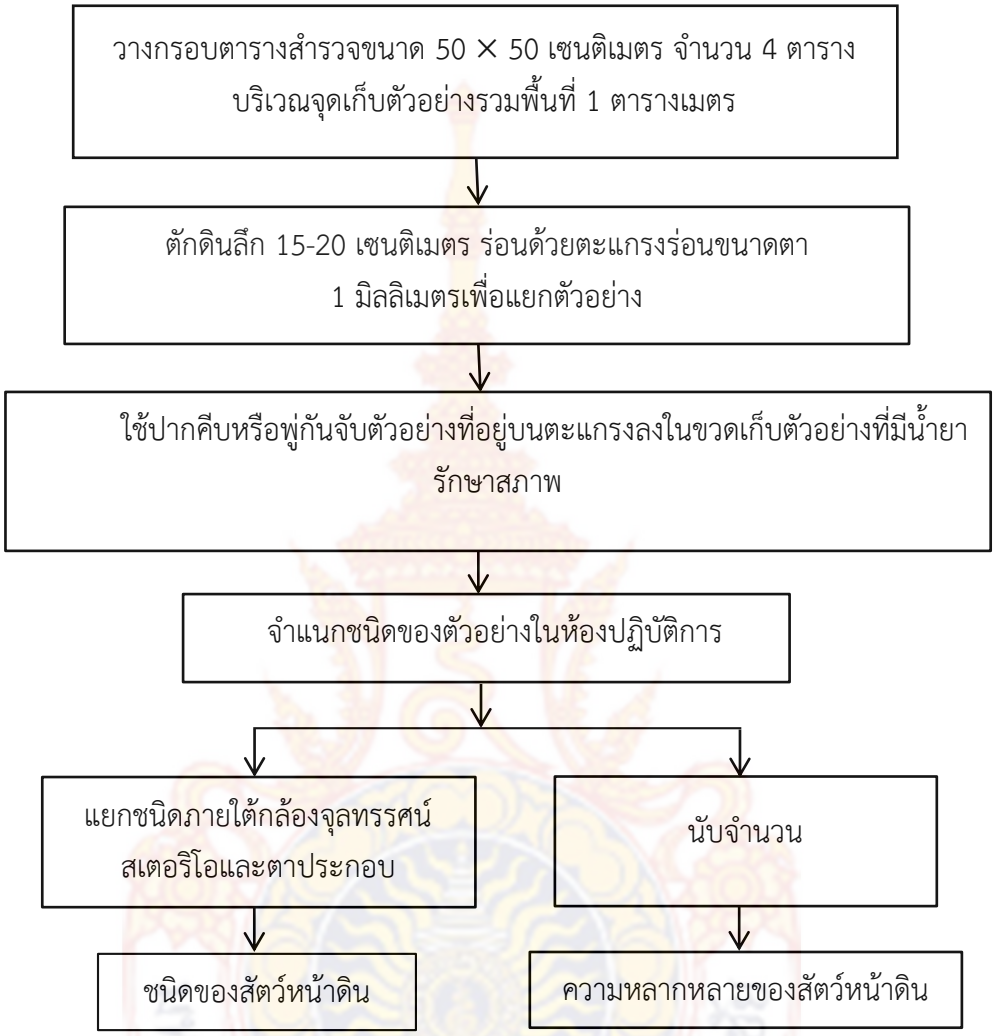
การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์จะใช้วิธีเผาและชั่งน้ำหนัก (loss of ignition) ตามวิธีการของ Eleftheriou and McIntyre (2005) แสดงผลเป็นปริมาณสารอินทรีย์ต่อน้ำหนักดิน

2.2 การศึกษาลักษณะ ชนิด และกลุ่มของสัตว์หน้าดิน

การศึกษาขนาด ลักษณะ ชนิด และกลุ่มของสัตว์หน้าดินในห้องปฏิบัติการภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Olympus SZX7 Stereo microscope) และใช้กล้องถ่ายภาพ (DP27 camera) ติดกล้องจุลทรรศน์โปรแกรมสำเร็จรูปศึกษาตัวอย่าง (Cellsens Dimension program) และใช้กล้องจุลทรรศน์แบบตาประกอบ (Olympus BX50 compound microscope) สำหรับ

ศึกษารายละเอียดของอวัยวะของสัตว์หน้าดิน การจำแนกชนิดตัวอย่างเบื้องต้นในพื้นที่จะใช้วิธีการของ Hibberd and Moore (2009) ส่วนการจำแนกชนิดสัตว์หน้าดินในห้องปฏิบัติการจะใช้คู่มือการจำแนกชนิดของ Environmental monitoring and support laboratory office of research and development (1986) การจำแนกวงศ์และสกุลของโพลิคีตใช้คู่มือของ Fauchald (1977) การจำแนกชนิดของโพลีคีตตามงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารต่าง ๆ โดยจำแนกเป็นวงศ์ต่าง ๆ ดังนี้ วงศ์ Glyceridae และ วงศ์ Goniadidae จำแนกชนิดตามรายงานวิจัยของ Boggemann et al. (2011) และ Boggemann, and Eible-Jacobsen (2002) วงศ์ Lumbrineridae (Fauchald, 1977 และ Oug, 2002) วงศ์ Nereididae (Tan and Chou, 1994 และ Chan, 2009) วงศ์ Onuphidae (Paxton, 1986) วงศ์ Orbiniidae (Hutchings and Murray, 1984 และ Mackie, 1991) วงศ์ Sternaspidae (Sendall and Salazar-Vallejo, 2013) วงศ์ Opheliidae (Fauchald, 1977) วงศ์ Phyllodocidae และวงศ์ Scalibregmatidae (Fauchald, 1977 และ Uebelacker and Jones, 1984) วงศ์ Spionidae (Uebelacker and Johnson, 1984; Williams, 2007; Delgado-Blas, 2006; Yokoyama, 2007 และ Yokoyama and Sukumaran, 2012) วงศ์ Capitellidae (Green, 2002 และ Fauvel, 1953) วงศ์ Magelonidae (Blake, 1996; Mortimer et al., 2012; Mortimer and Mackie, 2003 และ Mortimer and Mackie, 2009) วงศ์ Maldanidae (Fauval, 1953; Garwood, 2007 และ Gillet, 1953) วงศ์ Cirratulidae (Bush, 2006; Elias and Rivero, 2009; Cinar, 2007 และ Dean and Blake, 2009) วงศ์ Pilargidae (Dean and Blake, 2009 และ Moreira and Parapar, 2002) วงศ์ Eunicidae (Glasby and Hutchings, 2010) วงศ์ Sabellidae (Fitzhugh, 1989) วงศ์ Oweniidae (Cupa et al., 2012) วงศ์ Eulepethidae (Pettibone, 1969) วงศ์ Pisionidae (Yamanashi, 1998) วงศ์ Amphinomidae (Arias et al., 2013 และ Barroso and Paira, 2007) Terebellidae (Jirkov and Leontovich, 2013) และ Polynoidae (Fauchald, 1977 และ Naeini and Rahimian, 2009) การจำแนกชนิดของหอยฝาเดียวและหอยสองฝาใช้คู่มือของ Poutiers (1998) และ Swennen et al. (2001) การจำแนกชนิดของปูชายหาดจำแนกตามรายงานวิจัยของ Allen (2010) Allen et al. (2011) Huang et al. (1992) Kemp (199) Komai et al. (1995) และ Tan and Ng (1999) การจำแนกชนิดของปูเสฉวนจำแนกตามรายงานวิจัยของ McLaughlin (2002)

โดยแผนผังขั้นตอนการเก็บตัวอย่างและการศึกษาชนิดความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างและการศึกษาชนิดและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 การวิเคราะห์ดัชนีชีวภาพประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

จำแนกเป็น ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (species diversity index) ตามสมการของ Shannon-Wiener index (H) (Shannon and Weiner, 1949 อ้างโดย Nkwoji et al., 2010) ดัชนีความสม่ำเสมอของประชาคมใช้ evenness index (J) (Pielou, 1966 อ้างโดย Balogun et al., 2011) ดัชนีความเด่นของชนิดใช้สมการของ species dominance index (C) (Simpson, 1949 อ้างโดย Balogun et al., 2011)

Shannon-Wiener index (H) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$Hs = -\sum Pi \log Pi$$

กำหนดให้ Hs = Diversity index

Pi = จำนวนตัวแต่ละชนิด/จำนวนตัวทั้งหมดในสถานีเก็บตัวอย่าง

Log Pi = Natural log of Pi

Evenness index (J) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$J = \frac{Hs}{\log_2 S}$$

กำหนดให้ J = Evenness index

Hs = Shannon-Weiner index

S = จำนวนชนิดในกลุ่มประชากร

Species dominance index (D) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$D = \sum Pi^2$$

กำหนดให้ D = Species dominance index

2.3.2 การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ความเหมือนของ Sorensen's similarity coefficient (Krebs, 1999) เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนของแต่ละสถานีและแนวเก็บตัวอย่าง ดังนี้

Sorensen's similarity coefficient (Ss) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$Ss = 2a/2a+b+c$$

กำหนดให้ Ss คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือน (Sorensen's similarity coefficient)

a คือ จำนวนชนิดที่พบทั้งในแปลงเก็บตัวอย่าง a และ b

b คือ จำนวนชนิดที่พบในแปลงเก็บตัวอย่าง b แต่ไม่พบในแปลงเก็บตัวอย่าง a

c คือ จำนวนชนิดที่พบในแปลงเก็บตัวอย่าง a แต่ไม่พบในแปลงเก็บตัวอย่าง b

2.4 การคำนวณดัชนีชีวภาพเพื่อประเมินคุณภาพชายหาด

รวบรวมข้อมูลสัตว์หน้าดินที่พบ จากนั้นคำนวณหาดัชนีชีวภาพ (Biotic Index) จากข้อมูลชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในพื้นที่ชายหาดตามวิธีคำนวณของ Borja et al. (2000) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AMBI software version 5 ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจากเวปไซต์ AZTI (http://ambi.azti.es/) จากนั้นประเมินคุณภาพชายหาดจากโปรแกรมที่คำนวณได้ โดยการจัดกลุ่มของสัตว์หน้าดินตาม Grall and Glemarec (1997) ตามความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ดังนี้

I = ไวต่อสารอินทรีย์ ไม่ทนทานต่อมลพิษ

II = ไม่เปลี่ยนแปลงต่อสารอินทรีย์

III = ทนทานต่อสารอินทรีย์ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเล็กน้อย

IV = ชนิดฉวยโอกาสอันดับสอง ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างชัดเจนได้เล็กน้อย

V = ชนิดฉวยโอกาสอันดับแรก ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างชัดเจนได้

ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มของสัตว์หน้าดินตามลักษณะนิเวศได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกกลุ่มของสัตว์หน้าดินตามลักษณะนิเวศของ Grall and Glemarec (1997)

Site pollution classification	Biotic index	Dominating ecological group	Benthic community health
Unpolluted	0	I	Normal
Unpolluted	1	II	Impoverished

ตารางที่ 2 (ต่อ) การจำแนกกลุ่มของสัตว์หน้าดินตามลักษณะนิเวศของ Grall and Glemarec (1997)

Site pollution classification	Biotic index	Dominating ecological group	Benthic community health
Slightly polluted	2	III	Unbalance
Meanly polluted	3		Transitional to pollution
Meanly polluted	4	IV-V	Polluted
Heavily polluted	5		Transitional to heavy pollution
Heavily polluted	6	V	Heavy polluted
Extremely polluted	7	Azoic	Azoic

3. ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล

3.1 คุณภาพน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

3.1.1 ความเป็นกรด-เบส

จากการเก็บตัวอย่างในเขตน้ำขึ้นน้ำลง มีค่าความเป็นกรด-เบส โดยเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ค่าความเป็นกรด-เบส ของน้ำทะเลจากทั้ง 4 สถานีของชายหาดราชมงคลที่เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2559) ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ธันวาคม-มกราคม 2560) และฤดูร้อน (มีนาคม–เมษายน 2560) มีค่าโดยเฉลี่ยระหว่าง 7.8±0.01 - 8.0±0.02 ซึ่งไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของประเทศไทยประเภท 3 และประเภท 4 (7.0 - 8.5) (Pollution Control Department, 2016) ค่าความเป็นกรด-เบส ที่ครัสเตเชียนเติบโตได้ดีที่สุดอยู่ในช่วง 6.8-8.7 ค่าความเป็นกรด–เบส เกิดจากสภาพความเป็นกรดและกิจกรรมทางชีววิทยาของพื้นตะกอน ค่าความเป็นกรด-เบส มากกว่า 7 แต่ไม่เกิน 8.5 เป็นค่าที่เหมาะสมต่ออัตราการผลิตทางชีววิทยา (biological productivity) แต่ค่าความเป็นกรด-เบสที่ต่ำกว่า 4 จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (Hinga, 2002; Kim et al., 2013)

3.1.2 ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)

ค่าเฉลี่ยของ DO ในบางสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเทศไทย (ไม่น้อยกว่า 4.0 mg/L) จากการวัด DO ตัวอย่างน้ำทะเล อยู่ในช่วง 2.7±1.0 - 5.5±0.7 mg/L อย่างไรก็ตาม ค่า DO ที่ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลนี้อาจเนื่องจากวิธีการเก็บตัวอย่าง โดยในการศึกษาครั้งนี้ เก็บตัวอย่างน้ำใกล้ผิวดิน ซึ่งปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าที่ผิวหน้าน้ำ และเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำลงซึ่งมีความแรงของคลื่นน้อยกว่าช่วงน้ำขึ้น ปริมาณออกซิเจนจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำขึ้นกับปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมีภาพ และชีวภาพ เช่น BOD และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนที่บริเวณพื้นตะกอน (Vander, 1997) โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะบ่งชี้ความสมบูรณ์และความเสถียรของสิ่งแวดล้อม และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต Diaz and Rosenberg (2008) รายงานว่าปริมาณออกซิเจนที่ต่ำกว่า 1.5 mg/L ทำให้พฤติกรรมของกลุ่มสิ่งมีชีวิตหน้าดินเปลี่ยนแปลงไปจนถึงมีการตายเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ Diaz and Rosenberg (1995) ยังพบว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตหน้าดินขนาดใหญ่ที่มีการเคลื่อนที่น้อยสามารถทนต่อปริมาณออกซิเจนต่ำได้ แต่กลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ทั้งชนิดที่อยู่ในมวลน้ำและชนิดที่อยู่ผิวดินไม่สามารถทนต่อสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 0.3 mg/L ได้ และกลุ่มอินฟอนาหลายชนิดจะออกจากรูที่ปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 0.7 mg/L (12% ออกซิเจนอิ่มตัว) สัตว์หน้าดินที่ทนต่อสภาวะออกซิเจนต่ำ (hypoxia-stressed benthos) ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มสัตว์หน้าดินกลุ่มโพลิคีตที่มีวงจรชีวิตสั้น ขนาดเล็ก กินอาหารบริเวณผิวตะกอน แต่ไม่พบสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง พวก เพริคาเดียน หอยฝาเดียว หอยสองฝา และดาวเปราะ (ophiuroid) ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอสำหรับสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กและมีรูปร่างอ่อนนุ่มจะเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งกลุ่มนี้ได้แก่แอนิลิดที่มีโครงสร้างเหงือก (branchial structure) โดยทั่วไปกลุ่มสัตว์ที่มีขนาดใหญ่จะมีความไวต่อการขาดออกซิเจนมากกว่าสัตว์ที่มีขนาดเล็ก และความไวต่อการขาดออกซิเจนของครัสเตเชียนจะมีค่าระดับค่าต่ำสุด (oxygen threshold) สูงกว่ากลุ่มแอนิลิดและมอลลัสก์ (Levin et al.,

2009) การศึกษานี้แสดงปริมาณออกซิเจนในทุกสถานีมีค่าต่ำกว่าปริมาณ DO ที่เหมาะสม (7 mg/L) แต่ยังอยู่ในช่วงปริมาณที่สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ยังสามารถเจริญได้

3.1.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 26.5 °C – 29.5 °C กรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2007) กำหนดอุณหภูมิของน้ำทะเลและชายฝั่งว่าต้องอยู่ในสภาพธรรมชาติ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้อุณหภูมิของน้ำทะเลจากสถานีเก็บตัวอย่างไม่แตกต่างจากสภาพธรรมชาติ อุณหภูมิของน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงมากในบริเวณผิวน้ำทะเลบริเวณชายหาดและเริ่มคงที่เมื่ออยู่ห่างจากชายฝั่งไปสู่บริเวณผิวดิน (McLachlan and Brown, 2006) อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยจำกัดหนึ่งที่มีมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำ ซึ่งจะมีผลต่อเมตาบอลิสม การเจริญเติบโต การกินอาหาร การสืบพันธุ์ และพฤติกรรมการอพยพของสัตว์น้ำ (Diaz and Rosenberg, 1995) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้การละลายของออกซิเจนโดยเฉลี่ยในน้ำทะเลลดลง และอาจส่งผลต่อความต้องการออกซิเจนของสัตว์หน้าดิน (Guevara-Fletcher et al., 2011)

3.1.4 ความเค็ม

ความเค็มของตัวอย่างน้ำในแต่ละสถานีค่อนข้างคงที่ โดยค่าเฉลี่ยความเค็มของทุกสถานีอยู่ระหว่าง อยู่ในช่วง 32.0– 34.0 ppt ความเค็มของน้ำทะเลในสถานีเก็บตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ระดับความเค็มของน้ำทะเลมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของประเทศไทย

ความเค็มของน้ำทะเลเกิดจากการละลายของเกลือในน้ำ ซึ่งเกลือนี้จะส่งผลต่อการกระจายของสัตว์ในทะเลอันเนื่องจากความทนทานต่อระดับความเค็มที่ต่างกัน ความเค็มจะเปลี่ยนแปลงในรอบวันตามการขึ้นลงของน้ำทะเลหรือตามฤดูกาล ความเค็มจะลดลงในช่วงฤดูมรสุมในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมาก (Dunbar et al., 2003) ในสภาพธรรมชาติความเค็มของน้ำทะเลอยู่ในช่วง 24 ถึง 35 ppt (Pollution Control Department, 2016) พื้นที่เก็บตัวอย่างสถานีที่ 1 ได้รับอิทธิพลจากลำคลองสิเกาซึ่งเป็นบริเวณที่เปิดออกสู่ทะเล จึงมีผลต่อความเค็มของน้ำ นอกจากนี้ความผันแปรของความเค็ม อุณหภูมิ และการละลายของออกซิเจนในน้ำบริเวณรอยต่อระหว่างน้ำและผิวดินมีความสำคัญในบริเวณชายฝั่ง (Guevara- Fletcher et al., 2011)

3.1.5 ความขุ่น

ค่าเฉลี่ยความขุ่นของสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าความขุ่นโดยเฉลี่ยสูงใกล้ปากน้ำ โดยสถานีที่ 1 แนวที่ 1 มีค่าความขุ่นสูงสุดเท่ากับ 30.0±5.0 NTU ตามลำดับ ส่วนในสถานีเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 2.0±1.0 – 25.5±3.0NTU ในธรรมชาติความขุ่นเกิดจากการกัดเซาะของดิน น้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน แพลงก์ตอนสะพรั่ง (algal bloom) และการรบกวนตะกอนพื้นล่าง หากมีค่าความขุ่นสูง การละลายของออกซิเจนจะลดลง (Simeonov et al., 2003) ค่าความขุ่นสูงและการไหลลงของน้ำจืดในชายฝั่งทะเลในช่วงวันและช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน ทำให้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีการปรับตัวทางสรีระเพื่อดำรงชีวิตอยู่ (Guevara- Fletcher et al., 2011) ผลของการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสถานีโดยเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 3

3.2 คุณภาพดินจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

สัตว์หน้าดินมีความสันพันธ์โดยตรงกับตะกอนดินที่มันอาศัยอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหน้าดินกับพื้นทะเลพบว่า สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้อาศัยอยู่บริเวณช่องว่างระหว่างตะกอนดิน โดยการขุดรูหรือสร้างปลอก หรือเคลื่อนที่อย่างอิสระในตะกอนดิน และเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของตะกอนดินอย่างต่อเนื่อง (bioturbation) ด้วยการผสม แยก และรวมอนุภาคดินเล็ก ๆ เข้าด้วยกัน โดยการสูบน้ำเข้าและออกจากพื้นทะเล สิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและกายภาพ-เคมีของตะกอนดินโดยการหมุนเวียนเลือด การหายใจ และการขับถ่าย และในขณะเดียวกันลักษณะของตะกอนก็มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ทั้งในระยะวัยอ่อนและตัวเต็มวัย (Meksumpun and Meksumpun, 1999) ดังนั้นจึงทำการศึกษาคุณสมบัติของดินประกอบด้วย ความเป็นกรด-เบส, ฟอสเฟต, ไนเตรต, ปริมาณสารอินทรีย์ และขนาดอนุภาคดิน ผลการศึกษาตัวแปรของคุณภาพดินดังนี้

3.2.1 ความเป็นกรด-เบส (pH)

ความเป็นกรด-เบสของตะกอนดินในทุกสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าต่ำกว่า 7.5 ทุกช่วงฤดูกาล ซึ่งแสดงว่าชนิดของตะกอนดินเกือบทั้งหมดอยู่ในสภาพเป็นกลางถึงเป็นกรด ค่าความเป็นกรด-เบสของสถานีเก็บตัวอย่างทุกสถานี อยู่ในช่วง 5.5±0.5 - 7.5±0.5 ซึ่ง Geetha et al. (2010) รายงานว่าพื้นที่ชะวากทะเลที่มีค่าความผันแปรของความเป็นกรด-เบสในดินสูงมาก จะไม่พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มนีมาโทด ครัสเตเชียน และมอลลัสก์ ซึ่งความผันแปรนี้อาจเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ไหลบ่าลงมาในช่วงฤดูมรสุม

3.2.2 ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์ในการเก็บตัวอย่างของการศึกษานี้มีความใกล้เคียงกัน โดยปริมาณสารอินทรีย์ในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01±0.01% - 0.98±0.50% โดยทั่วไปปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินมีมากในดินเลนซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงกว้างตั้งแต่ 0.1% ถึง 30% (Borja et al., 2000) สารอินทรีย์ในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำมีค่าสูงและลดลงไปตั้งแต่เขตชายฝั่ง (littoral zone) น้ำขึ้นน้ำลง (intertidal zone) และ เขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด (subtidal zone) (Colosio et al., 2007) ในการศึกษานี้ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินทุกสถานีมีค่าค่อนข้างต่ำ ตะกอนอินทรีย์ที่พบบริเวณชายหาดเกิดจากซากเน่าเปื่อยจากบริเวณชายฝั่ง รวมถึงสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มาจากบนฝั่ง สารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่จะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงและมาแทรกอยู่ตามตะกอนดิน และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่จะนำมาใช้ (McLachlan and Brown, 2006) จากการศึกษาของจันทิมาและขวัญตา (2560) ศึกษาความสัมพันธ์ของสารอินทรีย์ในดินและหอยที่อาศัยอยู่พบว่าหอยจะอาศัยอยู่ในตะกอนดินที่มีสารอินทรีย์แตกต่างกันโดยสามารถจำแนกหอยที่อาศัยอยู่ในระดับของสารอินทรีย์ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่พบในปริมาณสารอินทรีย์สูง กลุ่มที่พบในปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ และกลุ่มที่พบได้ทั่วไปทั้งในปริมาณสารอินทรีย์สูงและต่ำ

3.2.3 ขนาดอนุภาคตะกอนดิน

ขนาดของอนุภาคตะกอนดินใช้วิธีวิเคราะห์และเทียบขนาดตาม Wentworth scale (De Pas et al., 2008; Marine Environmental Laboratory, 1995) ชายหาดราชมงคลมีลักษณะของตะกอนชายหาดผันแปรตามพื้นที่โดยมีขนาดอนุภาคตะกอนดินตั้งแต่ very

fine sand ถึง coarse sand โดยขนาดของอนุภาคที่พบมากที่สุดคือขนาด 0.15 – 0.3 mm ชายหาดที่พบทั้งหมดตามลักษณะของเม็ดทราย (granulometrical typology) จัดเป็นหาดทราย (sandy beach) นอกจากนี้ยังมีลักษณะทรายปนเลน (sandy/muddy) สามารถกำหนดได้ตามปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนมีแต่ละสถานีมีปริมาณไม่แตกต่างกัน ขนาดของอนุภาคตะกอนดินแสดงในตารางที่ 4 โดยทั่วไปพื้นที่ที่มีดินเลนมาก โครงสร้างของดินจะมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่าและมีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ แต่ถ้าพื้นที่ที่มีขนาดอนุภาคตะกอนดินหลากหลายและแตกต่างกันมาก มักจะมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่า (Guevara- Fletcher et al., 2011) รูปแบบของตะกอนดินมีความสัมพันธ์กับคลื่นและการหมุนเวียนของน้ำ ในบริเวณที่มี fine sand และดินเลนสูงจะพบในบริเวณที่มีคลื่นต่ำและในขณะเดียวกันมีปริมาณน้ำจืดมากกว่า (Guevara- Fletcher et al., 2011) ซึ่งขนาดของอนุภาคดินและปริมาณสารอินทรีย์ในดินมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตหน้าดินโดยตรง

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	pH	ความเค็ม (ppt)	ออกซิเจนละลาย (mg/L)	ความขุ่น (NTU)
St 1 L1	27.5±1.0	8.1±0.1	32.0±1.0	4.0±2.0	30.0±5.0
St 1 L2	28±0.5	8.1±0.2	32.0±1.0	3.3±1.0	25.5±3.0
St 1 L3	28±1.0	8.0±0.1	33.0±1.0	3.5±0.5	15.0±4.0
St 1 L4	27±0.5	7.9±0.3	32.0±1.0	3.2±0.5	10.0±2.0
St 2 L1	29±0.5	7.8±0.2	33.0±1.0	5.5±0.7	2.0±1.5
St 2 L2	27.5±0.5	7.9±0.2	33.0±1.0	5.1±2.5	2.0±1.0
St 2 L3	27.5±0.5	8.0±0.1	33.0±1.0	2.9±1.5	5.0±2.0
St 2 L4	28.5±1.0	8.1±0.1	33.0±1.0	2.7±1.0	6.0±1.5
St 3 L1	27±0.5	8.1±0.1	33.0±1.0	4.5±1.0	5.0±1.2
St 3 L2	28.5±1.0	7.9±0.3	34.0	4.4±1.2	3.5±2.7
St 3 L3	28.5±0.5	7.8±0.3	34.0	2.9±1.1	4.5±2.0
St 3 L4	28.5±0.5	7.9±0.1	33.0±1.0	3.1±1.5	5.2±1.0
St 4 L1	27±1.0	8.0±0.1	33.0±1.0	4.0±0.4	10.5±5.0
St 4 L2	28±0.5	7.8±0.2	33.0±1.0	4.5±2.1	11.8±4.0
St 4 L3	28±0.5	7.8±0.1	33.0±1.0	4.1±2.7	15.0±6.0
St 4 L4	28±1.0	7.9±0.3	34.0	4.2±2.5	18.4±3.5

หมายเหตุ : St = สถานีเก็บตัวอย่าง, L = แนวเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ 4 ขนาดของอนุภาคตะกอนดินและปริมาณสารอินทรีย์ในดินของแนวเก็บตัวอย่างในสถานีเก็บตัวอย่าง 4 สถานี

สถานี	ลักษณะตะกอนดินตามขนาด	pH	ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดิน (%)
St 1 L1	Fine sand	5.5±0.5	0.54±0.50
St 1 L2	Medium – Fine sand	6.5±0.5	0.92±0.20
St 1 L3	Fine - Very fine sand	6.0±0.5	0.54±0.50
St 1 L4	Medium – Fine sand	7.0±0.5	0.53±0.23
St 2 L1	Fine sand	6.5±0.5	0.01±0.01
St 2 L2	Fine - Very fine sand	7.5±0.5	0.21±0.20
St 2 L3	Very fine sand	7.0±0.5	0.97±0.38
St 2 L4	Medium sand	7.0±0.5	0.73±0.39
St 3 L1	Fine - Very fine sand	6.5±0.5	0.69±0.40
St 3 L2	Coarse sand	5.5±0.5	0.98±0.50
St 3 L3	Coarse sand	5.0±1.0	0.95±0.88
St 3 L4	Very fine sand	5.0±1.0	0.85±0.22
St 4 L1	Fine sand	5.0±1.0	0.50±0.42
St 4 L2	Very fine sand	5.5±0.5	0.64±0.07
St 4 L3	Very fine sand	5.0±0.5	0.88±0.50
St 4 L4	Very fine sand	6.0±0.5	0.42±0.25

หมายเหตุ : St = สถานีเก็บตัวอย่าง, L = แนวเก็บตัวอย่าง

3.3 ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดสัตว์หน้าดิน

จากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ จำนวน 3 ครั้ง 4 สถานี จากเขตปากคลองสิเกา (สถานีที่ 1) ถึงสุดชายหาด (สถานีที่ 4) สถานีละ 4 แนว ตั้งแต่แนวน้ำขึ้นสูงสุด, 100 เมตร, 200 เมตร, และ 300 เมตร จากแนวน้ำขึ้นสูงสุด ใน 3 ฤดูกาล พบว่าทั้ง 3 ฤดูกาลพบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้งชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Jitpukdee et al. (2015) ที่รายงานว่าความแตกต่างของฤดูกาลไม่ส่งผลต่อชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน ในการศึกษาครั้งนี้พบชนิดสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้งหมด 65 ชนิด ซึ่งอยู่ใน 3 ไฟลัม 5 คลาส 14 ออเดอร์ และ 36 วงศ์ จากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้งหมดพบว่า ไฟลัม Mollusca พบมากที่สุดในบริเวณชายหาดราชมงคล ซึ่งแตกต่างจากการรายงานของ Jitpukdee et al. (2015) ที่พบว่าชายหาดอื่น ๆ ของจังหวัดตรัง ที่เก็บตัวอย่างในปี 2015 พบโพลิคีตมากที่สุด ไฟลัม Mollusca ที่พบจากสถานีเก็บตัวอย่างที่หาดราชมงคลประกอบด้วย 3 คลาส ได้แก่ Gastropoda (หอยฝาเดียว) Bivalvia (หอยสองฝา) และ Scaphopoda (หอยงาช้าง) คลาส Gastropoda ที่พบประกอบด้วย 5 ออเดอร์ 9 วงศ์ 13 ชนิด ในขณะที่ คลาส Bivalvia พบ 1 ออเดอร์ 6 วงศ์ 13 ชนิด ส่วน คลาส Scaphopoda พบเพียง

1 ชนิด ชนิดของหอยที่พบมากที่สุดได้แก่ *Pillucina* sp., *Nassarius stolatus* และ *Donax incarnates* ผลการจำแนกสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ในไฟลัม Mollusca ที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Mollusca ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การจำแนก	วงศ์	ลำดับ	ชนิด
Phylum Mollusca			
Class Gastropoda			
Order Neogastropoda	Mitridae	1	*Subcancilla* sp.
	Turridae	2	*Ptychobela nodulosa* (Gmelin, 1791)
		3	*Turricula javana* (Linnaeus, 1767)
	Melongenidae	4	*Pugilina cochlidium* (Linnaeus, 1758)
	Nassaridae	5	*Nassarius pullus* (Linnaeus, 1758)
		6	*Nassarius livescens* (Philippi, 1849)
		7	*Nassarius stolatus* (Gmelin, 1791)
	Marginellidae	8	*Cryptospira ventricosa* (G. Fischer, 1807)
Neotaenioglossa	Turritellidae	9	*Turritella* sp.
Mesogastropoda	Naticidae	10	*Natica vitellus* (Linnaeus, 1758)
		11	*Polinices mammilla* (Linnaeus, 1758)
Heterostropha	Architectonicidae	12	*Architectonica perspectiva* (Linnaeus, 1758)
	Trochidae	13	*Umbonium vestiarium* (Linnaeus, 1758)
Archaeogastropoda			

ตารางที่ 5 (ต่อ) สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Mollusca ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การจำแนก	วงศ์	ลำดับ	ชนิด
Class Bivalvia			
Order Veneroida	Pharidae	14	*Cultellus scalprum* (Gould, 1851)
		15	*Siliqua fasciata* (Spengler, 1794)
	Donacidae	16	*Donax faba* Gmelin, 1791
		17	*Donax incarnatus* Gmelin, 1791
	Tellinidae	18	*Tellina emarginata* (Sowerby, 1825)
		19	*Tellina* sp.
	Lucinoidae	20	*Pillucina* sp.
	Veneridae	21	*Pitar* sp.
	Solenidae	22	*Solen strictus* Gould, 1861
Class Scaphopoda			
Order Dentaliida	Dentaliidae	23	*Dentalium* sp.

สัตว์หน้าดินในไฟลัม Annelida คลาส Polychaeta ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง พบจำนวนรองลงมาจากไฟลัม Mollusca ประกอบด้วย 6 ออเดอร์ 13 วงศ์ 23 ชนิด โดยชนิดที่พบมาก ได้แก่ *Lumbrineris punctata, Prionospio (prionospio) steenstrupi*, *Glycera onomichiensis, Scoloplos* (*scoloplos*) sp.และ *Scoletoma tenuis* การจำแนกสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในคลาส Polychaeta ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Annelida ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การจำแนก	วงศ์	ลำดับ	ชนิด
Phylum Annelida			
Class Polychaeta			
Order Spionida	Spionidae	1	*Dispio latilamella* Williams, 2007
		2	*Prionospio* (*prionospio*) *steenstrupi* Malmgren, 1867
		3	*Scolelepis* (*scolelepis*) sp.

ตารางที่ 6 (ต่อ) สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Annelida ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การจำแนก	วงศ์	ลำดับ	ชนิด
	Magellonidae	4	*Magelona sacculata* Hartman, 1961
	Maldanidae	5	*Axiothella* sp.
	Cirratulidae	6	*Chaetozone* sp.
		7	*Timarete* sp.
	Capitellidae	8	*Notomastus latericeus* Sars, 1851
Capitellida			
		9	*Notomastus* sp.
		10	*Capitella minima* Langerhans, 1881
Orbinida	Orbiniidae	11	*Scoloplos* (*scoloplos*) sp.
		12	*Scoloplos* (*Leodamas*) sp.
		13	*Leitoscoloplos* sp.
Phyllodocida	Glyceridae	14	*Glycera onomichiensis* Izuka, 1912
		15	*Glycera* sp.
	Goniadidae	16	*Goniadopsis incerta* (Fauvel, 1932)
	Eulepethidae	17	*Grubeulepis geayi* (Fauvel, 1918)
	Nereididae	18	*Tylonereis* sp.
Eunicida	Onuphidae	19	*Diopatra* sp.
	Lumbrineridae	20	*Lumbrineris punctata* McIntosh, 1885
		21	*Eranno* sp.
		22	*Scoletoma tenuis* (Verrill, 1873)
	Opheliidae	23	*Ophelina* sp.
Opheliida			

ผลการศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในไฟลัม Arthropoda ในเขตน้ำขึ้น–น้ำลง บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง ที่อยู่ในซับไฟลัม Crustacea คลาส Malacostraca ออเดอร์ Decapoda ซึ่งจำแนกเป็น อินฟราออเดอร์ Brachyura (ปูแท้) 6 วงศ์ 15 ชนิด และ อินฟราออเดอร์ Anomura (ปูเสฉวน) 4 ชนิด ซึ่งอยู่ในวงศ์ Diogenidae ทั้งหมด รวมพบปูทั้งหมด 19 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่แสดงในภาคผนวก

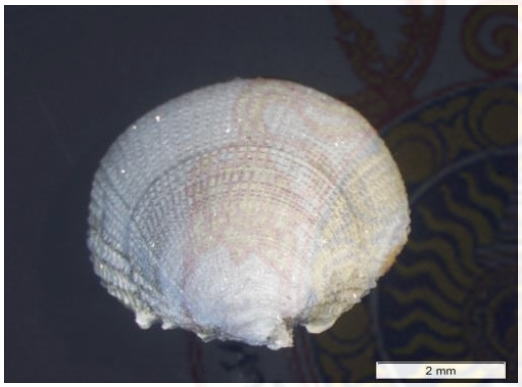
ตารางที่ 7 สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในซับไฟลัม Crustacea ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การจำแนก	วงศ์	ลำดับ	ชนิด
Phylum Arthropoda			
Subphylum Crustacea			
Class Malacostraca			
Order Decapoda			
Infraorder Brachyura	Ocypodidae	1	*Ocypode ceratophthalmus* (Pallas, 1772)
		2	*Ocypode macrocera* H. Milne Edwards, 1852
		3	*Scopimera proxima* Kemp, 1919
		4	*Paracleistoma* sp.
		5	*Macrophthalmus convexus* Stimpson, 1858
		6	*Macrophthalmus laevimanus* H. Milne Edwards, 1852
		7	*Dotilla myctiroides* (H. Milne Edwards, 1852)
		8	*Dotilla intermedia* de Man, 1888
	Portunidae	9	*Portunus sanuinolentus* (Herbst, 1783)
		10	*Portunus* sp.
	Leucosiidae	11	*Philyra* sp.1
		12	*Philyra* sp.2
	Calappidae	13	*Matuta victor* (Fabricius, 1781)
	Dromiidae	14	*Lauridromia indica* (Gray, 1831)
	Pilumnidae	15	*Heteropilumnus* sp.
Infraorder Anomura	Diogenidae	16	*Diogenes laevicarpus* Rahayu, 1996
		17	*Diogenes custos* (Fabricius, 1798)

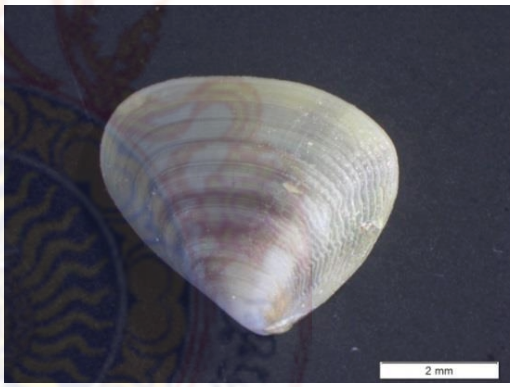
ตารางที่ 7 (ต่อ) สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในซับไฟลัม Crustacea ที่พบบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การจำแนก	วงศ์	ลำดับ	ชนิด
		18	*Diogenes rectimanus* Meirs, 1884
		19	*Diogenes planimanus* Meirs, 1884

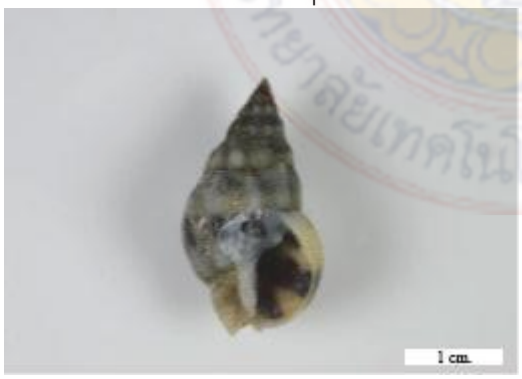
จากการศึกษาสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง แสดงรูปแบบความแตกต่างของชนิดและจำนวนสัตว์หน้าดินตามพื้นที่ ตามแนวระยะน้ำขึ้นสูงสุดจนถึงระดับน้ำลงต่ำสุด จำนวนสัตว์หน้าดินทั้งหมด 5,207 ตัว จาก 16 จุดเก็บตัวอย่าง ใน 3 ฤดูกาล จำแนกเป็นหอย 23 ชนิด ซึ่งพบจำนวนมากที่สุด 2,732 ตัว รองลงมาคือ โพลิคีต 1,688 ตัว จาก 23 ชนิด และปู 19 ชนิด พบ 787 ตัว โดยที่ชนิดเด่นของหอยที่พบได้แก่ *Pilucina* sp. รองลงมาคือ *Nassarius* spp. และ *Donax incarnates* โพลิคีตชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Glycera* spp., *Lumbrineris punctata* และ *Scoloplos* spp. ดังภาพที่ 6 ส่วนปูชนิดเด่นที่พบมี 2 ชนิด ได้แก่ *Dotilla myctiroides* และ *Scopimera proxima* ดังภาพที่ 7



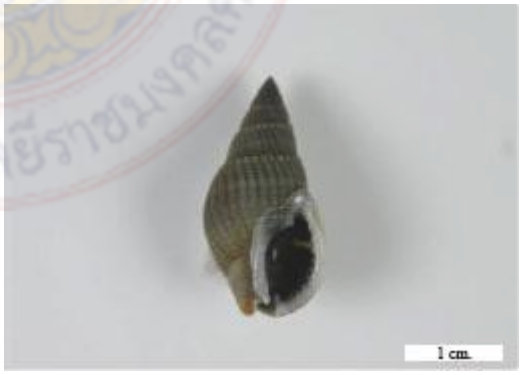
Pilucina sp.



Donax incarnatus



Nassarius stolatus



Nassarius livescens

ภาพที่ 5 หอยชนิดเด่นที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

Glycera onomichiensis

Glycera sp.

Lumbrineris punctata

Scoloplos sp.

ภาพที่ 6 โพลิคีตชนิดเด่นที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

Dotilla myctiroides

Scopimera proxima

ภาพที่ 7 ปูชนิดเด่นที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

จำนวนสัตว์หน้าดินที่พบมากที่สุดคือ สถานีที่ 4 แนวเก็บตัวอย่างที่ 2 (ระยะห่าง 100 เมตรจากน้ำขึ้นสูงสุด) พบทั้งหมด 261 ตัว รองลงมาคือ สถานีที่ 1 แนวที่ 2 และ สถานีที่ 3 แนวที่ 4 พบจำนวน 238 และ 237 ตัว ตามลำดับ ที่สถานีที่ 1 แนวที่ 1พบจำนวนสัตว์หน้าดินน้อยที่สุดเพียง 8 ตัว สำหรับจำนวนชนิดพบว่าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่พบชนิดสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มากที่สุดคือ สถานีที่ 3 แนวที่ 3 พบทั้งหมด 21 ชนิด รองลงมาคือสถานีที่ 4 แนวที่ 2 และ สถานีที่ 3 แนวที่ 2 พบทั้งหมด 20 และ 18 ชนิดตามลำดับ ส่วนสถานีที่ 1 แนวที่ 1 และสถานีที่ 2 แนวที่ 1 พบชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่น้อยที่สุด เพียง 4 ชนิด

ผลการศึกษาดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่แสดงความผันแปรมากในสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่าง ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-Wiener index ของโพลิคีตมีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 – 1.93 ค่าความสม่ำเสมอ (Evenness index) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.46 – 0.94 และดัชนีความเด่น (Dominant index) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 0.82 ความหลากหลายของหอยมีค่าระหว่าง 0.37 -1.62 ค่าความสม่ำเสมอมีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.92 และดัชนีความเด่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.08 – 0.94 ส่วน กลุ่มปูมีค่าความหลากหลายทางชีวภาพต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.06 -1.40 ความสม่ำเสมอมีค่าระหว่าง 0.06 – 0.99 ส่วนดัชนีความเด่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.28 – 0.98 ผลของดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่แสดงจุดเก็บตัวอย่างที่มีความหลากหลายสูงที่สุดคือ สถานีที่ 3 แนวเก็บตัวอย่างที่ 4 ในขณะที่สถานีที่ 3 แนวเก็บตัวอย่างที่ 3 พบจำนวนชนิดของหอยและปูมากที่สุด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้ง 3 กลุ่ม จาก 16 จุดเก็บตัวอย่างของชายหาดราชมงคล จังหวัดตรังแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้ง 3 กลุ่ม จาก 16 จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บ	Mollusca			Polychaeta			Decapoda		
ตัวอย่าง	H	E	D	H	E	D	H	E	D
St1 L1	0.50	0.72	0.08	0.32	0.46	0.82	0.69	0.93	0.50
St1 L2	1.28	0.92	0.35	1.12	0.81	0.40	0.06	0.06	0.98
St1 L3	1.21	0.67	0.33	1.54	0.86	0.25	0.69	0.53	0.50
St1 L4	1.26	0.91	0.31	1.49	0.92	0.24	0.54	0.78	0.65
St2 L1	0.37	0.76	0.83	0.56	0.81	0.62	0.77	0.70	0.56
St2 L2	0.56	0.51	0.70	1.18	0.73	0.38	1.05	0.75	0.43
St2 L3	0.59	0.86	0.59	1.69	0.82	0.22	0.69	0.06	0.50

ตารางที่ 8 (ต่อ) ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้ง 3 กลุ่ม จาก 16 จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	Mollusca			Polychaeta			Decapoda		
	H	E	D	H	E	D	H	E	D
St2 L4	0.64	0.92	0.56	1.51	0.78	0.31	0.95	0.86	0.44
St3 L1	1.47	0.92	0.25	1.69	0.94	0.19	0.54	0.78	0.64
St3 L2	0.89	0.43	0.55	1.29	0.72	0.37	1.28	0.92	0.31
St3 L3	1.62	0.78	0.25	1.29	0.59	0.59	1.40	0.99	0.28
St3 L4	0.15	0.21	0.94	1.93	0.78	0.18	0.18	0.16	0.85
St4 L1	1.04	0.65	0.37	1.60	0.78	0.25	1.39	0.86	0.29
St4 L2	1.03	0.52	0.43	1.79	0.86	0.19	1.23	0.89	0.36
St4 L3	1.01	0.27	0.44	1.83	0.93	0.23	0.50	0.72	0.44
St4 L4	0.52	0.37	0.71	1.62	0.90	0.21	0.63	0.91	0.56

หมายเหตุ : St = สถานีเก็บตัวอย่าง, L = แนวเก็บตัวอย่าง, H = Shannon-Wiener index, E = Evenness index, D = Dominant index

3.4 รูปแบบการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามพื้นที่

โครงสร้างของสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ จากสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 ปากคลองสิเกา สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณกลางหาด สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณด้านหน้าภูเขาซึ่งเป็นบริเวณที่มีตะกอนเลนมากกว่าบริเวณอื่น ๆ และสถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณอ่าวหาดวิวาห์ใต้สมุทร ซึ่งพบความแตกต่างของสัตว์หน้าดินทั้งกลุ่มสัตว์และจำนวนที่พบ บริเวณสถานีที่ 1 ซึ่งเป็นเขตปากคลองมีลักษณะเป็นเขตเชื่อมต่อกับเขตน้ำกร่อย จะพบสัตว์กลุ่มปูจำนวนมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสถานีอื่น ๆ อย่างชัดเจน ในขณะที่สถานีที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นเขตทะเล จะพบกลุ่มโพลิคีต และหอยมากกว่า ส่วนโครงสร้างของประชากรตามแนวเขตน้ำขึ้นน้ำลงในเขตน้ำขึ้นสูงสุด (High-beach zone) จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 แนว ได้แก่ แนวที่ 1 แนวน้ำขึ้นสูงสุด แนวที่ 2 ระยะห่าง 100 เมตรจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด แนวที่ 3 ระยะห่าง 200 เมตรจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด และแนวที่ 4 ระยะห่าง 300 เมตรจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด พบว่าแนวเก็บตัวอย่างที่ 1 จะแตกต่างจากแนวเก็บตัวอย่างที่ 2 แนวเก็บตัวอย่างที่ 3 และแนวเก็บตัวอย่างที่ 4 อย่างชัดเจน ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กลุ่มโพลิคีตและหอยมีค่าน้อยในแนวเก็บตัวอย่างที่ 1 และพบโพลิคีตมากที่สุดในแนวเก็บตัวอย่างที่ 3 ในขณะที่หอยและปูพบมากในแนวเก็บ

ตัวอย่างที่ 2 ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่างของชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่าง

สถานีเก็บตัวอย่าง	Mollusca		Polychaeta		Decapoda	
	จำนวนชนิด	ความหนาแน่น ($ind.m^{-2}$)	จำนวนชนิด	ความหนาแน่น ($ind.m^{-2}$)	จำนวนชนิด	ความหนาแน่น ($ind.m^{-2}$)
สถานีเก็บตัวอย่าง						
สถานีที่ 1	10	21	15	76	8	207
สถานีที่ 2	10	55	18	151	8	96
สถานีที่ 3	23	327	23	302	13	63
สถานีที่ 4	21	455	23	154	18	56
แนวเก็บตัวอย่าง						
แนวที่ 1 (0 m)	14	58	16	74	11	94
แนวที่ 2 (100 m)	15	372	20	106	17	265
แนวที่ 3 (200 m)	18	103	23	276	13	15
แนวที่ 4 (300 m)	22	325	23	227	8	48

หอย โพลิคีต และปู เป็นสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในหาดราชมงคล จากทั้งหมด 16 จุดเก็บตัวอย่าง *Dotilla myctiroides*, *Scopimera proxima*, *Nassarius stolatus*, *Pillucina* sp., *Scoloplos* (*Leodamas*) sp., *Lumbrineris punctata*, *Scoloplos* sp. และ *Glycera* sp. เป็นชนิดสัตว์หน้าดินที่พบมากที่สุด ซึ่งปูพบมากที่สุดในแนวเก็บตัวอย่างที่ 1 โพลิคีตพบมากในแนวเก็บตัวอย่างที่ 3 ส่วนหอยฝาเดียว (*Nassarius stolatus*) และหอยสองฝา (*Pillucina* sp.) พบมากในแนวเก็บตัวอย่างที่ 2 นอกจากนี้ยังพบ *Pillucina* sp. มากในแนวเก็บตัวอย่างที่ 4 นอกจากนี้ยังพบ *Glycera* sp. จำนวนมากในแนวเก็บตัวอย่างนี้ด้วย สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชนิดเด่นที่พบในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 16 จุดเก็บตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 10 และแผนผังการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามแนวเก็บตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 8

ตารางที่ 10 สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชนิดเด่นที่พบใน 16 จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	Species	จำนวน (ตัว)
St1 L1	*Dotilla myctiroides* (ปู)	15
St2 L1	*Scopimera proxima* (ปู)	85
St3 L1	*Dotilla myctiroides* (ปู)	41

ตารางที่ 10 (ต่อ) สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชนิดเด่นที่พบในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 16 จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	Species	จำนวน (ตัว)
St4 L1	*Dotilla myctiroides* (ปู)	28
St1 L2	*Dotilla myctiroides* (ปู)	238
St2 L2	*Nassarius stolatus* (หอยฝาเดียว)	17
St3 L2	*Pillucina* sp. (หอยสองฝา)	58
St4 L2	*Nassarius stolatus* (หอยฝาเดียว)	85
St1 L3	*Scoloplos* (*Leodamas*) sp. (โพลิคีต)	10
St2 L3	*Lumbrineris punctata* (โพลิคีต)	16
St3 L3	*Lumbrineris punctata* (โพลิคีต)	64
St4 L3	*Scoloplos* sp. (โพลิคีต)	31
St1 L4	*Dotilla myctiroides* (ปู)	36
St2 L4	*Glycera* sp. (โพลิคีต)	37
St3 L4	*Pillucina* sp. (หอยสองฝา)	116
St4 L4	*Pillucina* sp. (หอยสองฝา)	88

หมายเหตุ: St = สถานี, L = แนว

ภาพที่ 8 แผนผังการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามแนวเก็บตัวอย่าง
หมายเหตุ: ขนาดของภาพสัตว์หน้าดินแสดงสัดส่วนจำนวนที่พบ

เมื่อเปรียบเทียบความเหมือนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่โดยใช้ Sorensen's similarity coefficient เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนของสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่างพบว่ามีค่าความเหมือนต่ำทั้งสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่าง ความเหมือนของสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 0.50 สถานีที่มีความเหมือนน้อยที่สุดคือระหว่างสถานีที่ 1 และสถานีที่ 4 ในขณะที่สถานีที่มีความเหมือนมากที่สุดคือ สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัตว์หน้าดินในเขตปากน้ำมีความแตกต่างจากบริเวณชายหาด นอกจากนี้ยังพบว่าสถานีเก็บตัวอย่างที่ใกล้กันจะแสดงความเหมือนของกลุ่มสัตว์หน้าดินมากกว่าสถานีเก็บตัวอย่างที่อยู่ห่างกัน ส่วนค่า Sorensen's similarity coefficient ของแนวเก็บตัวอย่างระหว่าง แนวเก็บตัวอย่างที่ 1 และแนวเก็บตัวอย่างที่ 2 คือ 0.19 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวเก็บตัวอย่างอื่น ค่าความเหมือนที่น้อยที่สุด แสดงถึงรูปแบบของสังคมชนิดสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่แตกต่างกันมาก ในขณะที่ ในแนวเก็บตัวอย่างที่ 2 และแนวเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าความเหมือนของชนิดมากที่สุดคือ 0.66 ถ้าไม่รวมความเหมือนระหว่างแนวเก็บตัวอย่างที่ 1 กับแนวที่ 2 ค่าความเหมือนของ Sorensen's similarity coefficient มีค่าใกล้เคียงกันในแนวเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กัน ค่าความเหมือนของชนิดสัตว์หน้าดินระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่างโดยใช้ Sorensen similarity coefficient แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าความเหมือนของชนิดสัตว์หน้าดินระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างและแนวเก็บตัวอย่างโดยใช้ Sorensen similarity coefficient

จุดเก็บตัวอย่าง	สถานี 2	สถานี 3	สถานี 4
สถานี 1	0.40	0.29	0.18
สถานี 2		0.50	0.32
สถานี 3			0.42
	แนว 2 (100 m)	แนว 3 (200 m)	แนว 4 (300 m)
แนว 1 (0 m)	0.19	0.30	0.25
แนว 2 (100 m)		0.66	0.33
แนว 3 (200 m)			0.46

จากรายงานวิจัยอื่น ๆ ของชายหาดฝั่งอันดามันพบว่า โพลิคีต หอย และปู เป็นกลุ่มสัตว์ที่พบมากบริเวณชายหาด กลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ของชายฝั่ง Ayeyarwady ในเขตชายฝั่งอันดามันของประเทศเมียนมาร์พบว่ามีจำนวนของโพลิคีตมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาในหาดทรายของจังหวัดกระบี่ จังหวัดตรัง และจังหวัดสตูล แต่จากการศึกษานี้พบหอยมีจำนวนมากกว่ากลุ่มสัตว์อื่น ๆ (Ansari et al., 2011; Aungtonya et al., 2002; Jitpukdee et al., 2015) ขนาดของตะกอนดินเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน โดยขนาดของเม็ดดินจะมีผลต่อชนิดของโพลิคีตที่อาศัยอยู่ และอัตราส่วนของทรายก็มีผลต่อชนิดของสัตว์หน้าดินที่พบเช่นกัน (Frojan et al., 2006) ซึ่งสัตว์หน้าดินมักไม่ชอบอาศัยอยู่ในตะกอนขนาดใหญ่เพราะน้ำจะซึมผ่านได้เร็วกว่าในขณะที่หากเป็นตะกอนขนาดเล็กจะสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ดีกว่าและสัตว์หน้าดินจึงชอบอาศัยอยู่ในตะกอนขนาดเล็กมากกว่า (Neves and Bemvenuti, 2006) ซึ่งค่า Sorensen's similarity

coefficient ให้ผลความแตกต่างของแนวเก็บตัวอย่างที่ 1 และแนวเก็บตัวอย่างที่ 2 ซึ่งการแบ่งเขตของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่พบว่าเปลี่ยนไปตามเขตของชายหาดตั้งแต่เขต High zone (แนวที่ 1) เขต Mid zone (แนวที่ 2 และแนวที่ 3) จนถึง Swash zone (แนวที่ 4) นอกจากนี้ยังพบว่ารูปแบบการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในเขตปากน้ำ (สถานีที่ 1) มีรูปแบบที่แตกต่างจากบริเวณชายหาดชายหาดของบริเวณเก็บตัวอย่างในสถานีอื่น ๆ ที่มีลักษณะกว้างและเรียบ แต่บริเวณปากน้ำมีลักษณะหาดแคบและพบปูเป็นสัตว์กลุ่มเด่น ซึ่งบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากบนฝั่งซึ่งได้รับแร่ธาตุอาหารและสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งช่วยให้กลุ่มปูมีจำนวนมากในบริเวณนี้ (Defeo et al., 2009) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งเขตของสัตว์หน้าดินได้อย่างชัดเจน โดยที่กลุ่มปูจะพบในเขตน้ำตื้นและมีทรายมากกว่า แต่โพลิคีตมักพบในบริเวณที่มีตะกอนเลนมากกว่า นอกจากนี้กลุ่มหอยฝาเดียวจะพบในเขตตื้นกว่าหอยสองฝา นอกจากนี้จากรายงานของ Rosa and Borzone (2008) พบว่าชายหาดที่อยู่ในเขตน้ำกร่อยมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์หน้าดินมากกว่าบริเวณทะเลเปิดเพราะมีความหลากหลายของสิ่งแวดล้อมมากกว่า

3.5 การใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ประเมินคุณภาพชายหาด

3.5.1 ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินและลักษณะของตะกอนดินชายหาด

ความหลากชนิดและความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินชายหาดในการศึกษาครั้งนี้พบว่าหอยกับปริมาณสารอินทรีย์ของตะกอนดินในเขตน้ำขึ้นน้ำลง แบ่งหอยฝาเดียว (Gastropod) ตามปริมาณสารอินทรีย์ของตะกอนดินออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่พบได้ทั่วไปทั้งชายหาดที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงและต่ำทั้งหาดทรายปนเลนและหาดทราย ได้แก่ วงศ์ Nassaridae และ Naticidae ส่วนกลุ่มที่พบในชายหาดที่มีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำและเป็นหาดทราย ได้แก่ วงศ์ Trochidae และหอยสองฝา (bivalve) จำแนกตามปริมาณสารอินทรีย์ของตะกอนดินได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่พบเฉพาะชายหาดที่มีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำและเป็นหาดทราย ได้แก่ วงศ์ Pharidae ส่วนกลุ่มที่พบได้ทั้งชายหาดที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงและต่ำทั้งหาดทรายปนเลนและหาดทราย ได้แก่ วงศ์ Donacidae, Solenidae และ Tellinidae ส่วนโพลิคีตที่พบในชายหาดราชมงคลมีทั้งที่ชอบอาศัยในตะกอนเลนและหาดทราย ตัวอย่างกลุ่มที่ชอบอาศัยในตะกอนเลน เช่น วงศ์ Spionidae, Cirratulidae, Capitellidae, Onuphidae ส่วนวงศ์ที่ชอบอาศัยอยู่ในหาดทรายเช่น วงศ์ Magellonidae, Maldanidae, Glyceridae, Goniadidae และ Opheliidae ส่วนปูพบแพร่กระจายตามแนวเก็บตัวอย่างที่ 1 และแนวเก็บตัวอย่างที่ 2 มากกว่าบริเวณอื่น ๆ ซึ่งเป็นลักษณะหาดทราย และเขตน้ำตื้น

3.5.2 การใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ประเมินคุณภาพปากคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

การกำหนดค่า AMBI โดยโปรแกรมโดยใช้ตัวเลข หากมีค่าต่ำแสดงถึงพบสัตว์หน้าดินกลุ่มที่มีความไวต่อสิ่งแวดล้อมมาก และแสดงถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมดี และในทางตรงข้ามค่า AMBI ที่มีค่าสูงจะสัมพันธ์กับการพบกลุ่มสัตว์หน้าดินที่มีความทนทานสูง และคุณภาพสิ่งแวดล้อมต่ำ การแปรผลค่า AMBI ในโปรแกรมนี้เป็นดังนี้ ค่าระหว่าง 0 - 1 = ไม่ถูกรบกวน/ไม่มีมลพิษ (undisturbed/ unpolluted), 2 - 3 = ถูกรบกวนเพียงเล็กน้อย/มีมลพิษเพียงเล็กน้อย (slightly disturbed/slightly polluted), 4 - 5 = ถูกรบกวนปานกลาง/มีมลพิษปานกลาง (moderately

disturbed/meanly polluted), 6 = ถูกรบกวนมาก/มีมลพิษมาก (heavily disturbed/heavily polluted), 7 = ถูกรบกวนรุนแรง/มีมลพิษรุนแรง (extremely disturbed/ extremely polluted)

จากการศึกษากลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ โพลิคีตที่พบจากหาดราชมงคลสามารถจัดกลุ่มตาม AMBI ได้ทั้ง 5 กลุ่ม ตั้งแต่ I กลุ่มที่ไวต่อสารอินทรีย์ ไม่ทนทานต่อมลพิษ II กลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงต่อสารอินทรีย์ III กลุ่มที่ทนทานต่อสารอินทรีย์ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเล็กน้อย IV กลุ่มที่ฉวยโอกาสอันดับสอง ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างชัดเจนได้เล็กน้อย และ V กลุ่มที่ฉวยโอกาสอันดับแรก ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างชัดเจนได้ ส่วนการกำหนดกลุ่มของหอยฝาเดียวและหอยสองฝาตามลักษณะนิเวศโดย AMBI สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ I เป็นกลุ่มไวต่อสารอินทรีย์ ไม่ทนทานต่อมลพิษ และ II เป็นกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงต่อสารอินทรีย์ จากการเปรียบเทียบกับการกำหนดลักษณะนิเวศของปูโดย AMBI จะพบว่าปูที่อาศัยอยู่ตามชายหาดจะจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 หรือ ในชายหาดสภาพปกติไม่มีการรบกวนจากมลพิษ นอกจากนี้การกำหนดยังมีสัตว์หน้าดินบางชนิดที่ยังไม่สามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะนิเวศได้ 15 ชนิด จากทั้งหมด 65 ชนิด โดยส่วนใหญ่เป็นสัตว์กลุ่มปู ชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดและการกำหนดกลุ่มทางนิเวศตาม AMBI แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดและการกำหนดกลุ่มทางนิเวศตาม AMBI

ลำดับ	ชนิด	การกำหนดกลุ่มตาม AMBI	กลุ่ม
	Polychaetes		
1	*Dispio latilamella*	*Dispio* sp.	III
2	*Prionospio* (*prionospio*) *steenstrupi*	*Prionospio steenstrupi*	IV
3	*Scolelepis* (*scolelepis*) sp.	*Scolelepis* sp.	III
4	*Magelona sacculata*	*Magelona sacculata*	I
5	*Axiothella* sp.	*Axiothella* sp.	I
6	*Chaetozone* sp.	*Chaetozone* sp.	IV
7	*Timarete* sp.	*Timarete* sp.	IV
8	*Notomastus latericeus*	*Notomastus latericeus*	II
9	*Notomastus* sp.	*Notomastus* sp.	II
10	*Capitella minima*	*Capitella* sp.	V
11	*Scoloplos* (*scoloplos*) sp.	*Scoloplos* sp.	I
12	*Scoloplos* (*Leodamas*) sp.	*Scoloplos* sp.	I
13	*Leitoscoloplos* sp.	*Leitoscoloplos* sp.	IV
14	*Glycera onomichiensis*	*Glycera onomichiensis*	II
15	*Glycera* sp.	*Glycera* sp.	II
16	*Goniadopsis incerta*	*Goniadopsis incerta*	II

ตารางที่ 12 (ต่อ) ชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดและการกำหนดกลุ่มทางนิเวศตาม AMBI

ลำดับ	ชนิด	การกำหนดกลุ่มตาม AMBI	กลุ่ม
17	*Grubeulepis geayi*	Not assigned	-
18	*Tylonereis* sp.	*Tylonereis* sp.	III
19	*Diopatra* sp.	*Diopatra* sp.	II
20	*Lumbrineris punctata*	*Lumbrineris* sp.	II
21	*Eranno* sp.	*Eranno* sp.	II
22	*Scoletoma tenuis*	*Scoletoma* sp.	II
23	*Ophelina* sp.	*Ophelina* sp.	I
	Molluscs		
24	*Subcancilla* sp.	Not assigned	-
25	*Ptychobela nodulosa*	*Ptychobela* sp.	I
26	*Turricula javana*	*Turricula javana*	I
27	*Pugilina cochlidium*	Not assigned	-
28	*Nassarius pullus*	*Nassarius* sp.	II
29	*Nassarius livescens*	*Nassarius* sp.	II
30	*Nassarius stolatus*	*Nassarius stolatus*	II
31	*Cryptospira ventricosa*	Not assigned	-
32	*Turritella* sp.	*Turritella* sp.	I
33	*Natica vitellus*	*Natica vitellus*	II
34	*Polinices mammilla*	*Polinices* sp.	I
35	*Architectonica perspectiva*	Not assigned	-
36	*Umbonium vestiarium*	*Umbonium vestiarium*	II
37	*Cultellus scalprum*	*Cultellus* sp.	I
38	*Siliqua fasciata*	*Siliqua* sp.	II
39	*Donax faba*	*Donax* sp.	I
40	*Donax incarnatus*	*Donax incarnatus*	I
41	*Tellina emarginata*	*Tellina* sp.	I
42	*Tellina* sp.	*Tellina* sp.	I
43	*Pillucina* sp.	*Tellina* sp.	I
44	*Pitar* sp.	*Pitar* sp.	II
45	*Solen strictus*	Solenidae	I
46	*Dentalium* sp.	*Dentalium* sp.	I

ตารางที่ 12 (ต่อ) ชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดและการกำหนดกลุ่มทางนิเวศตาม AMBI

ลำดับ	**ชนิด**	การกำหนดกลุ่มตาม AMBI	กลุ่ม
	Crustaceans		
47	*Ocypode ceratophthalmus*	Not assigned	-
48	*Ocypode macrocera*	Not assigned	-
49	*Scopimera proxima*	*Scopimera* sp.	I
50	*Paracleistoma* sp.	Not assigned	-
51	*Macrophthalmus convexus*	*Macrophthalmus* sp.	I
52	*Macrophthalmus laevimanus*	*Macrophthalmus* sp.	I
53	*Dotilla myctiroides*	Not assigned	-
54	*Dotilla intermedia*	Not assigned	-
55	*Portunus sanuinolentus*	*Portunus* sp.	I
56	*Portunus* sp.	Not assigned	-
57	*Philyra* sp.1	Not assigned	-
58	*Philyra* sp.2	Not assigned	-
59	*Matuta victor*	*Matuta* sp.	II
60	*Lauridromia indica*	Not assigned	-
61	*Heteropilumnus* sp.	Not assigned	-
62	*Diogenes laevicarpus*	*Diogenes* sp.	II
63	*Diogenes custos*	*Diogenes* sp.	II
64	*Diogenes rectimanus*	*Diogenes* sp.	II
65	*Diogenes planimanus*	*Diogenes* sp.	II

เมื่อประเมินคุณภาพชายหาดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AMBI software version 5 โดยใช้ข้อมูลการจำแนกกลุ่มของโปรแกรมเดือนมิถุนายน 2560 พบว่าปากคลองสิเกามีสภาพไม่ถูกรบกวน (Undisturbed) และชายหาดราชมงคลส่วนใหญ่อยู่ในสภาพไม่ถูกรบกวนเช่นกัน ยกเว้น สถานีที่ 2 แนวที่ 3 และสถานีที่ 3 แนวที่ 3 จัดเป็นคุณภาพชายหาดที่ถูกรบกวนหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (Slightly disturbed) ซึ่งพบสัตว์ที่แบ่งกลุ่มทางนิเวศในกลุ่ม III และ กลุ่ม IV เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ในดิน พบว่ามีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ เล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามทั้งปากคลองสิเกาและชายหาดราชมงคลยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงหรือได้รับมลพิษเมื่อประเมินตามกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำและดินซึ่งยังอยู่ในสภาพธรรมชาติ แม้ว่าการใช้ค่า AMBI สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์หน้าดินที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม แต่ค่า AMBI นั้นได้จากการแปรผลชนิดสัตว์ที่พบในน่านน้ำแถบยุโรปมากกว่าแถบเอเชีย ดังนั้นการศึกษาและกำหนดกลุ่มทางนิเวศของสัตว์หน้าดินควรใช้สัตว์ใน

สภาพแวดล้อมที่มีอยู่เดิมในถิ่นนั้นและกำหนดกลุ่มทางนิเวศของพื้นที่เอง (Borja et al., 2012) ซึ่งการสร้างโปรแกรมเมื่อปี 2012 ไม่ได้กำหนดกลุ่มปูไว้ในโปรแกรม แต่ปี 2017 ได้กำหนดกลุ่มปูตามลักษณะนิเวศไว้บางชนิด เช่น ปูปั้นทราย (*Scopimera* sp.) ปูลม (*Macrophthalmus* sp.) ปูหนุมาน (*Matuta* sp.) และปูเสฉวนวงศ์ Diogenidae ทำให้ผลที่ได้ครอบคลุมจำนวนชนิดมากขึ้น จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่และการประเมินคุณภาพชายหาดแต่ละสถานีโดยใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามกลุ่มทางนิเวศแสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่และการประเมินคุณภาพชายหาดแต่ละสถานีโดยใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามกลุ่มทางนิเวศ

สถานีเก็บตัวอย่าง		Polycheata	Mollusca	Decapoda	จำนวนชนิดรวม	สถานภาพทางนิเวศ
St1	L1	1	1	2	4	Undisturbed
	L2	4	4	3	11	Undisturbed
	L3	6	1	2	9	Undisturbed
	L4	5	4	1	10	Undisturbed
ชนิดรวมสถานีที่ 1		16	10	8	34	Undisturbed
St2	L1	0	3	1	4	Undisturbed
	L2	5	3	4	12	Undisturbed
	L3	8	2	2	12	Slightly disturbed
	L4	7	2	1	10	Undisturbed
ชนิดรวมสถานีที่ 2		20	10	8	38	
St3	L1	6	5	2	13	Undisturbed
	L2	6	8	4	18	Undisturbed
	L3	9	8	4	21	Slightly disturbed
	L4	12	2	3	17	Undisturbed
ชนิดรวมสถานีที่ 3		23	23	13	59	Undisturbed
St4	L1	8	5	5	18	Undisturbed
	L2	8	7	5	20	Undisturbed
	L3	10	5	3	18	Undisturbed
	L4	6	4	5	15	Undisturbed

ตารางที่ 13 (ต่อ) จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่และการประเมินคุณภาพชายหาดแต่ละสถานีโดยใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ตามกลุ่มทางนิเวศใน 16 จุดเก็บตัวอย่าง

สถานีเก็บตัวอย่าง	Polycheata	Mollusca	Decapoda	จำนวนชนิดรวม	สถานภาพทางนิเวศ
ชนิดรวม สถานีที่ 4	23	21	18	62	Undisturbed

หมายเหตุ: Undisturbed = ไม่ถูกรบกวน/ไม่เปลี่ยนแปลง, Slightly disturbed = ถูกรบกวนเล็กน้อย/เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

4.1.1 คุณภาพน้ำของปากคลองสิเกาและชายหาดราชมงคล ทั้งค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ความเค็มและความขุ่น อยู่ในสภาพธรรมชาติยกเว้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบางสถานีมีค่าต่ำแต่ยังอยู่ในระดับที่สิ่งมีชีวิตสามารถเจริญเติบโตได้

4.1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างในดินทุกสถานีมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ลักษณะตะกอนดินมีขนาดอนุภาคตั้งแต่ Very fine sand จนถึง Coarse sand โดยขนาดอนุภาคตะกอนดินส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.15 – 0.3 มิลลิเมตร ปริมาณสารอินทรีย์ในดินแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าต่ำ โดยมีค่าระหว่าง 0.01±0.01% - 0.98±0.50 %

4.1.3 การศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่พบชนิดสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้งหมด 65 ชนิด ซึ่งอยู่ใน 3 ไฟลัม 5 คลาส 14 ออเดอร์ และ 36 วงศ์ และไฟลัม Mollusca พบมากที่สุดในบริเวณชายหาดราชมงคล รองลงมาคือไฟลัม Annelida และไฟลัม Arthropoda หอยชนิดเด่นที่พบได้แก่ *Pilucina* sp. รองลงมาคือ *Nassarius* spp. และ *Donax incarnates* โพลิคีตชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Glycera* spp., *Lumbrineris punctata* และ *Scoloplos* spp. ส่วนปูชนิดเด่นที่พบมี 2 ชนิด ได้แก่ *Dotilla myctiroides* และ *Scopimera proxima*

4.1.4 รูปแบบการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ของชายหาดราชมงคล ตั้งแต่สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 ปากคลองสิเกา สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณกลางหาด สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณด้านหน้าภูเขา และสถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณอ่าวหาดวิวาห์ใต้สมุทร พบว่ามีความแตกต่างของสัตว์หน้าดินทั้งกลุ่มสัตว์และจำนวนที่พบในเขตปากคลอง จะพบสัตว์กลุ่มปูจำนวนมากที่สุด ส่วนสถานีที่ 2, 3 และซึ่งเป็นเขตทะเล จะพบกลุ่มโพลิคีต และหอยมากกว่า โครงสร้างของประชากรตามแนวเขตน้ำขึ้นน้ำลง จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 แนว พบว่าแนวน้ำขึ้นสูงสุดจะแตกต่างจากแนวกลางหาดและน้ำลงต่ำสุดอย่างชัดเจน ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กลุ่มโพลิคีตและหอยมีค่าน้อยในแนวน้ำขึ้นสูงสุด และพบโพลิคีตมากที่สุดในแนวกลางหาดและน้ำลงต่ำสุด ในขณะที่หอยและปูพบมากในกลางหาดตอนบน

4.1.5 ความเหมือนของสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 0.50 สถานีที่มีความเหมือนน้อยที่สุดคือระหว่างสถานีที่ 1 และสถานีที่ 4 ในขณะที่สถานีที่มีความเหมือนมากที่สุดคือ สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัตว์หน้าดินในเขตปากน้ำมีความแตกต่างจากบริเวณชายหาด และความเหมือนของแนวเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.19 – 0.66 แนวที่มีความเหมือนน้อยที่สุดคือระหว่างแนวที่ 1 และแนวที่ 2 ในขณะที่แนวที่มีความเหมือนมากที่สุดคือ แนวที่ 2 และแนวที่ 3

4.1.6 การประเมินคุณภาพปากคลองสิเกาและชายหาดราชมงคลพบว่าบริเวณปากคลองสิเกาและชายหาดราชมงคลยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือได้รับมลพิษเมื่อประเมินตามกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 การเพิ่มจำนวนตัวแปรทางนิเวศที่ศึกษา เช่น ความชันของหาด การตกตะกอนของดิน ระยะทางจากปากแม่น้ำ จะทำให้เข้าใจแหล่งและระบบนิเวศของกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในพื้นที่ชายหาดได้

4.2.2 ควรมีการศึกษาการกำหนดกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทางนิเวศของชายฝั่งในประเทศไทยเพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการประเมินชายหาดให้ครอบคลุมทุกด้านทั้งเคมี กายภาพ และชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

จันทิมา รอดภัย และขวัญตา ตันติกำธน. 2560. ความหลากชนิดและความสัมพันธ์ของหอยกับปริมาณสารอินทรีย์ของตะกอนดินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงชายหาดจังหวัดตรัง. **การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 "ประเทศไทย 4.0 นวัตกรรมสร้างสรรค์สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน"**, 20 – 21 กรกฎาคม 2560.

จำลอง โตอ่อน. 2545ก. **รายงานการวิจัยเรื่อง สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณเกาะลอย อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี**. สถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำลอง โตอ่อน. 2545ข. **รายงานการวิจัยเรื่อง สัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณพื้นที่หญ้าทะเล อ่าวบางพระ จังหวัดชลบุรี**. สถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนกพร จันทรขันตี และจิตติมา อายุตตะกะ. 2550. **รายงานการวิจัยเรื่อง ประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ในแหล่งหญ้าทะเลคุระบุรี จังหวัดพังงา**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฐิติมา ทองศรีพงษ์. 2542. ผลกระทบของการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์จากน้ำทิ้งในนากุ้งที่มีต่อสัตว์หน้าดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐวดี บันติวิวัฒน์กุล ข้อดีเยาะ พรชัย สมัยพลยุห์ และณัฐพล วิเชียรเพชร. 2553ก. สัตว์ทะเลหน้าดิน ในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณเกาะพงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553 "ความหลากหลายทางชีวภาพทะเลไทย: อุปสรรค และโอกาส" ณ โรงแรมรอยัลภูเก็ตซิตี้ จังหวัดภูเก็ต วันที่ 28-30 มิถุนายน 2553**. [สาระสังเขป]

ณัฐวดี บันติวิวัฒน์กุล ข้อดีเยาะ พรชัย ปิ่นฤทัย ฤคดี ชะลอ ราชเดิม และพัชรินทร์ ดาวตุ่น. 2553ข. สัตว์ทะเลหน้าดิน ในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553 "ความหลากหลายทางชีวภาพทะเลไทย: อุปสรรค และโอกาส" ณ โรงแรมรอยัลภูเก็ตซิตี้ จังหวัดภูเก็ต วันที่ 28-30 มิถุนายน 2553**. [สาระสังเขป]

เมธาวี เบญจบรรพต. 2550. การใช้สัตว์หน้าดินในการบ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

รัชนี พุทธปรีชา. 2552. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รัชนี พุทธปรีชา และเสาวภา อังสุภานิช. 2553. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553 "ความหลากหลายทางชีวภาพทะเลไทย: อุปสรรค และโอกาส" ณ โรงแรมรอยัลภูเก็ตซิตี้ จังหวัดภูเก็ต วันที่ 28-30 มิถุนายน 2553**. [สาระสังเขป]

ละออ ชูศรีรัตน์, สมบูรณ์ สุขอนันต์ และธเนศ ศรีถกล. 2541. ชนิดและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในเขตรักษาพืชพันธุ์สัตว์น้ำ ต.คูขุด อ.สทิงพระ จ.สงขลา.**ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 297 น.

วราริน วงษ์พานิช. 2551. **เอกสารวิชาการเรื่อง การศึกษาสัตว์พื้นทะเลบริเวณป่าชายเลนอ่าวภูเก็ต**. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน จังหวัดภูเก็ต.

วราริน วงษ์พานิช และศิริวรรณ เรืองแก้ว. 2553. ประชาคมสัตว์พื้นทะเลบริเวณแนวหญ้าทะเลแหลมเจ้าขรัว จังหวัดพังงา. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553 "ความหลากหลายทางชีวภาพทะเลไทย: อุปสรรค และโอกาส" ณ โรงแรมรอยัลภูเก็ตซิตี้ จังหวัดภูเก็ต วันที่ 28-30 มิถุนายน 2553**. [สาระสังเขป]

สุเทพ เจือละออง สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ และผาณิต ภัยผ่องแผ้ว. 2553. ประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดจันทบุรี. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553 "ความหลากหลายทางชีวภาพทะเลไทย: อุปสรรค และโอกาส" ณ โรงแรมรอยัลภูเก็ตซิตี้ จังหวัดภูเก็ต วันที่ 28-30 มิถุนายน 2553**. [สาระสังเขป]

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2547. **รายงานการวิจัยเรื่อง สัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก**. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมถวิล จริตควร และวิภูษิต มัณฑะจิตร. 2534. **รายงานการวิจัยเรื่อง สัตว์ทะเลหน้าดินและสภาวะแวดล้อมบางประการบริเวณพัทยาถึงท่าเทียบเรือแหลมฉบัง**. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

Allen, C.J. 2010. **Ecology of the intertidal crab *Dotilla intermedia* from tseunami impacted beaches in Thailand**. Ph.D. thesis, University of Southampton, UK.

Allen, C.J., Clark, P.F., Paterson, G.L.J., Hawkins, L.E. and Aryuthaka, C. 2011. New record of *Dotilla intermedia* (Brachyura: Ocypodidae) from Thailand. **Marine Biodiversity Records**. 4(e11): 1-6.

Ansari, Z.A. Furtado, R. Badesab, S. Mehta P. and Thwin, S. 2011. Benthic macroinvertebrate community structure and distribution in the Ayeyarwady continental shelf, Andaman Sea. **Indian Journal of Geomarine *Science***. 41(3): 272 – 278.

Arias, A., Barroso, R., Anadon, N. and Paira, P.C. 2013. On the occurrence of the fireworm *Eurythoe complanata* complex (Annelida, Amphinomidae) in the Mediteranean Sea with an updated revision of the alien Mediteranean amphinomids. **Zookeys**. 337: 19-33.

Aungtonya, C., Thaipal, S. and Bussarawit, S. 2002. A list of polychaetes (Annelida) in the reference collection database of the Phuket Marine Biological Center. In: Eibye-Jacobson D. editors: Proceedings of the international workshop on the polychaetes of the Andaman Sea. **Phuket Marine Biological Center Special Publication.** pp. 21 – 32.

Balogun, K. J., Ladigbolu, I. A. and Ariyo, A. A. 2011. Ecological assessment of coastal shallow lagoon in Lagos, Nigeria: A bio-indicator approach. **Journal of Applied Science and Environmental Management**. 15(1): 41-46.

Barroso, R. and Paira, P. C. 2007. Amphinomidae (Annelida: Polychaeta) from Rocaas atoll, Northeaster Brazil. **Arquiros do Museu Nacional**. 65(3): 357-362.

Belan, J. A. 2003. Benthos abundance pattern and species composition in conditions of pollution in Amursky Bay (the Peter the Great Bay, the Sea of Japan). **Marine Pollution Bulletin**. 46: 1111-1119.

Blake, J.A. 1996. Family Magelonidae Cunningham and Ramage, 1888, In J.A. Blake, B. Hilbig, and P. Scott (eds.). **Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel**. (vol. 6., pp. 253-262). Santa Barbara, California: Santa Barbara Museum of Natural History.

Boggemann, M., Bienhold, C. and Goudron, S.M. 2011. A new species of Gylceridae (Annelida: Polychaeta) recovered from organic substrate experiments at cold seeps in the Eastern Mediterranean Sea. **Marine Biodiversity**. 42(1): 47-54.

Boggemann, M. and Eible-Jacobsen, D. 2002. The glyceridae and goniadidae (Annelida: Polychaeta) of the bioshelf project, Andaman Sea, Thailand. **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 24: 149-196.

Boon, A.R., Gittenberger, A. and van Loon, W.M.G.M. 2011. **Review of marine benthic indicators and metrics for the WFD and design of an optimized BEQI**. Deltares. Water Framework Directive of Netherlands.

Borja, A. Franco, J. and Perez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. **Marine Pollution Bulletin**. 40(12): 1100-1114.

Borja, A., Bricker, S.B., Dauer, D.M., Demetriades, N.T., Ferreira, J.G., Forbes, A.T., Hutchings, X., Jia, P., Kenchington, R., Marques, J.C. and Zhu, C. 2008. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. **Marine Pollution Bulletine**. 56: 1519-1537.

Bush, L. 2006. **Identification and distribution of the polychaete family Cirratulidae from the Las Perlas archipelago, Panama**. Master thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh.

Chan, W.M.F. 2009. New nereidid records (Annelid: Polychaeta) from mangroves and sediment flats of Singapore. **Raffles Bulletin of Zoology**. 22: 159-172.

Chantananthawej, B. and Bussarawit, S. 1987. Quantitative survey of the macrobenthic fauna along the west coast of Thailand in the Andaman Sea. **Phuket Marine Biological Center Research Bulletin**. 47: 1-23.

Cinar, M. E. 2007. Re-description of *Timarete punctata* (Polychaeta: Cirratulidae) and its occurrence in the Mediteranean Sea. **Scientia Marina**. 71(4): 755-764.

Colosio, F., Abbiati, M. and Airoldi, L. 2007. Effects of beach nourichment on sediments and benthic assemblages. **Marine Pollution Bulletine**. 54: 1197-1206.

Cupa, M., Parapar, J. and Hutchings, P. 2012. Phylogeny of Oweniidae (Polychaeta) based on morphological data and taxonomic revision of Australian fauna. **Zoological Journal of the Linnean Society**. 166: 236-278.

Dauvin, C.J., Thiebaut, E., Gesteira, J.L.G., Ghertsos, K., Gentil, F., Ropert, M. and Sylvand, B. 2008. Spatial structure of a subtidal macrobenthic community in the Bay of Veys (Western Bay of Seine, English channel). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 307: 215-235.

Dauvin, J., Bellan, G. and Bellan-Santini, D. 2010. Benthic indicators: From subjectivity to objectivity- Where is the line?. **Marine Pollution Bulletine**. 60: 947-953.

Dean, H.K. and Blake, J.A. 2009. *Monticellina* (Polychaeta: Cirratulidae) from the Pacific coast of Costa Rica with descriptions of six new species. **Zoosymposia**. 2: 105-126.

Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. and Scapini, F. 2009. Threats to sandy beach ecosystems. **Estuarine Coastal and Shelf Science**. 81: 1 -12.

Delgado-Blas, V.H. 2006. Partial revision of *Scolelepis* (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean Region, with the description of two new species and a key to species recorded in the area. **Contributions to Zoology**. 75(1/2): 75-97.

De Pas, L., Neto, J.M., Marques, J.C. and Laborda, A.J. 2008. Response of intertidal macrobenthic communities to long term human induced changes in the EO estuary (Asturias, Spain): Implication for environmental management. **Marine Environmental Research**. 66: 288-299.

Diaz, R. J. and Rosenberg, R. 1995. Marine benthic hyposia: A review of its ecological effects and the behavioral responses of benthic macrofauna. **Oceanography and Marine Biology**. 33: 245-303.

Diaz, R. J. and Rosenberg, R. 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. **Science**. 321: 626-629.

Dunbar, S. G., Coates, M. and Kay, A. 2003. Marine hermit crabs as indicators of freshwater inundation on tropical shores. **Memoirs of Museum Vitoria**. 60(1): 27-34.

Eleftheriou, A. and McIntyre, A. 2005. **Methods for the study of marine benthos**. 3rd. Oxford: Blackwell Publishing Company.

Environmental monitoring and support laboratory office of research and development. 1986. **Manual for identification of marine invertebrates: A guide to some common estuarine macroinvertebrates of the big bend region, Tampa bay, Florida**. United States Environmental Protection Agency. Ohio, U.S.A.

Fauvel, P. 1953. **The fauna of India including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya: Annelida Polychaeta**. Allahabad: The Indian Press, 507 p.

Fauchald, K. 1977. **The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera**. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 28. 188 p.

Fitzhugh, K. 1989. A systematic revision of the Sabellidae-Caobangiidae-Sabellongidae complex (Annelida: Polychaeta). **Bulletin of the American Museum of Natural History number 192**. 1-104.

Frojan, C.R.S.B., Kendall, M.A., Paterson, G.L.J., Hawkins, L.E., Nimsantijaroen, S. and Aryuthaka, C. 2006. Patterns of polychaete diversity in selected tropical intertidal habitats. **Scientia Marina**. 70: 239 – 248.

Gage, J.D. 2001. **Macrobenthos**. Scottish Association for Marine Science, Academic Press. 15 p.

Garwood, P.R. 2007. **Family Maldanidae: A guide to species in waters around the British Isles**. NMBAQC 2006 taxonomic workshop, Dove Marine Laboratory.

Geetha, P. N., Thasneem, T. A. and Nandan, S. B. 2010. Macrobenthos and its relation to ecosystem dynamics in the Cochin estuary. In **Lake 2010: Wetlands, Biodiversity and Climate change 22nd – 24th December 2010** (pp 1-22). Bangalor, India: Indian Institute of Science.

Gillet, P. 1989. Axiothella crozetensis, a new species of maldanid polychaete from Crozet Islands (Indian ocean). **Proceedings of the Biological Society of Washington**. 102: 866-871.

Glasby, C.J. and Hutchings, P.A. 2010. A new species of *Marphysa* Quatrefages, 1985 (Polychaeta: Eunicida: Eunicidae) from northern Australia and a review of similar taxa from the Indo-west Pacific including the genus *Nauphanta* Kinberg. **Zootaxa**. 2352: 29-45.

Govindan, K. 2002. Marine benthos – a future perspective. In **Proceeding of the national seminar on creeks, estuaries and mangroves – pollution and conservation 2002** (pp. 28-30). Thane, India: Bandodkav College of Science.

Grall, J. and Glemarec, M. 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the bay of breast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 44: 43-53.

Green, K.D. 2002. Capitellidae (Polychaeta) from the Andaman Sea. Phuket Marine Biological **Center Special Publication**. 24: 249-343.

Guevara-Fletcher, C. E., Kintz, J. R. C., Mejea-Ladina, L. M., and Cortes, F. A. 2011. Benthic macrofauna associated with submerged bottoms of a tectonic estuary in Tropical Eastern Pacific. **Journal of Marine Biology**. 2011: 1-13.

Hibberd, T., and Moore, K. 2009. **Field identification guide to Heard Island and Mcdonald Islands**. Fisheries Research and Development Corporation, Australia.

Hinga, K. R. 2002. Effects of pH on coastal marine phytoplankton. **Marine Ecology Progress Series**. 238: 281-300.

Huang, J., Yu, H. and Takeda, M. 1992. A review of the Ocypodid and Mictyrid crabs (Crustacean: Decapoda: Brachyura) in Taiwan. **Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica**. 31(3): 141-161.

Hutchings, P.A. and Murray, A. 1984. Taxonomy of polychaetes from the Hawkesburry river and the southern estuaries of New South Wales, Australia. **Records of the Australian Museum**. 3: 1-118.

Jirkov, I.A. and Leontovich, M.K. 2013. Identification keys for Terebellomorpha (Polychaeta) of the eastern Atlantic and the North Polar Basin. **Invertebrate Zoology**. 10(2): 217-243.

Jitpukdee, S., Tantikamton, K., Thanee, N. and Tantipanatip, W. 2015. Species diversity of benthic macrofauna on the intertidal zone of seacoasts in Krabi, Trang and Satun Provinces, Thailand. International Journal of Agricultural Technology. 11(8): 1767-1780.

Jones, S.E. and Jago, C.E. 1993. In situ assessment of modification of sediment properties by burrowing invertebrates. **Marine Biology**. 115: 133-142.

Kemp, S. 1991. Notes on Crustacea Decapoda in the Indian Museum XII, Scopimerinae. **Records of the Indian Museum.** 16: 305-348.

Kenedy, A.D. and Jacoby, C.A. 1999. Biological indicators of marine environmental health: meiofauna- a neglected benthic component?. **Environmental Monitoring and Assessment**. 54: 47-68.

Kim, T. K., Barry, J. P. and Micleli, F. 2013. The effects of intermittent exposure to low-pH and low-oxygen conditions on survival and growth of juvenile red abalone. **Biogeosciences**. 10: 7255-7262.

Komai, T., Goshima, S. and Murai, M. 1995. Crabs of the genus *Macrothalmus* of Phuket, Thailand (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae). **Bulletin of Marine Science**. 56(1): 103-149.

Kumar, B. M., Katti, R. J., Moorthy, K. S. V. and D'Souza, R. K. 2004. Macrobenthos in relation characteristics of nearshore waters of Chitrapur, West coast of India receiving industrial effluents. **Asian Fisheries Science**. 17: 21-28.

Levin, L. A. , Ekau, W., Gooday, A. J., Jorissen, F., Middelburg, J. J., Naqvi, S. W. A., Neira, C., Rabalais, N. N. and Zhang, J. 2009. Effects of natural and human-induced hypoxia on coastal benthos. **Biogeosciences**. 6: 2063-2098.

Marine Environmental Laboratory. 1995. **Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter**. Monaco : United Nations Environmental Programme.

McLachlan, A. and Brown, A. 2006. **The ecology of sandy shores**. 2nd edition. London: Academic Press.

McLaughlin, P.A. 2002. A review of the hermit-crab (Decapoda: Anomura: Paguridea) fauna of southern Thailand, with particular emphasis on the Andaman Sea, and descriptions of three new species. In **Proceedings of the International Workshop on the Crustacea of the Andaman Sea, Phuket Marine Biological Center, Department of Fisheries, Thailand**, 29 November - 20 December 1998 (pp. 385-460). Phuket Marine Biological Center Special Publication, 23(2).

Meksumpun, C. and Meksumpun, S. 1999. Polychaete-sediment relations in Rayong, Thailand. **Environmental Pollution**. 105: 447-456.

Mortimer, K. and Mackie, A.S.Y. 2003. The Magelonidae (Annelida: Polychaeta) from the Seychelles, with the description of three new species. **Hydrobiologia**. 496: 163–173.

Mortimer, K. and Mackie, A.S.Y. 2009. Magelonidae (Polychaeta) from Hong Kong, China, with discussions on related species and redescriptions of three species. **Zoosymposia**. 2: 179–199.

Mortimer, K., Cassà, S., Martin, D. and Gil, J. 2012. New records and new species of Magelonidae (Polychaeta) from the Arabian Peninsula, with a redescription of *Magelona pacifica* and a discussion on the magelonid buccal region. **Zootaxa**. 3331: 1–43.

Naeini, A.B. and Rahimian, H. 2009. Intertidal scale worms (Polychaeta, Polynoidae and Sigalionidae) from the northern coasts of the Persian Gulf and Gulf of Oman. **ZooKeys**. 31: 53–71.

Neves, F.M. and Bemvenuti, C.E. 2006. Spatial distribution of macrobenthic faunal on three sandy beaches from northern Rio Grande Do Sul, southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. 54(2): 135 – 145.

Newell, R.C., Seiderer, L.J., Simpson, N.M. and Robinson, J.E. 2004. Impacts of marine aggregate dredging on benthic macrofauna off the South Coast of the United Kingdom. **Journal of Coastal Research**. 20(1): 115-125.

Nkwoji, J.A., Igbo, J.K., Adeleye, A.O. Obienu, J.A. and Tony-Obiagwu, M.J. 2010. Implications of bioindicators in ecological health: study of a coastal lagoon,

Lagos, Nigeria. **Agriculture and Biology Journal of North America**. 1(4): 683-689.

Oug, E. 2002. Lumbrineridae from the Andaman Sea, Thailand, with notes on Oenonidae and Dorvilleidae (Annelida: Polychaeta). **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 24: 117-138.

Paxton, H. 1986. Generic revision and relationships of the family Onuphidae (Annelida: Polychaeta). **Record of the Australian Museum**. 38: 1-74.

Pettibone, M.H. 1969. **Revision of the Aphroditoid polychaete of the family Eulepthidae Chamberlin (Eulepinae Darboux; Pareulepidae Hartman)**. Washington: Smithsonian Institute press.

Pollution Control Department. 2016. **Thailand state of pollution report 2016**. Pollution Control Department. Ministry of Natural Resources and Environment. Bangkok.

Poutiers, J.M. 1998. The living marine Resources of the Western Central Pacific. Volume I. Seaweeds, corals, bivalves and gastropods. In K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.). **FAO species identification guide for fisheries purposes**. (pp. 1-686). Rome: FAO.

Rabaut, M., Guilini, K., Hoey, G. V. Vincx, M. and Degraer, S. 2007. A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 75: 525-536.

Rosa, C.L. and Borzone, C.A. 2008. Spatial distribution of the Ocypode quadrata (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranaguá Bay Complex, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 25(3): 383 – 388.

Sendall, K. and Salazar-Vallejo, S.I. 2013. Revision of Sternaspis Otto, 1821 (Polychaeta, Sternaspidae). **ZooKeys**. 286: 1–74.

Simeonov, V. J., Stratis, C. J., Samara, G. J., Zachariadis, D., Voutsa, A., Anthemidis, M., Sofriniou, T. and Koumtzis, T. 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. **Water Resources**. 37(17): 4119-4124.

Solis-Weiss, V., Aleffi, F., Bettoso, N., Rossin, P., Orel, G. and Fonda-Umani, S. 2004. Effects of industrial and urban pollution on the benthic macrofauna in the Bay of Muggia (industrial port of Trieste, Italy). **Science of the Total Environment**. 328: 247-263.

Swennen, C., Moolenbeek, R.G., Ruttanadakul, N., Hobbelink, H., Dekker, H. and Hajisamae, S. 2001. **The mollusks of the Sothern Gulf of Thailand**. Bangkok: The Biodiversity Research and Training Program.

Taggliapietra, D. and Sigorini, M. 2010. Benthic fauna: Collection and identification. **Terra et Environment**. 80: 253-261.

Tan, C.G.S. and Ng, P.K.L. 1999. A revision of the genus *Camptandrium stimpson*, 1858 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Camptandriidae). **Raffles Bulletin of Zoology**. 47(1): 194-219.

Tan, L.T. and Chou, L.M. 1994. A new species of polychaete worm, Tylonereis heterochaeta (Polychaeta: Nereididae) from Singapore. **Raffles Bulletin of Zoology**. 42(3): 663-668.

Uebelacker, J.M. and Johnson, P.G. (eds). 1984. **Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico**, Volume 2. Alabama: B. A. Vittor & Associates. 249 p.

Uebelacker, J.M. and Jones, M.L. (eds). 1984. **Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico**, Volume 3. Alabama: B. A. Vittor & Associates. 197 p.

Vander, P. M. 1997. Effect of model structure on the accuracy and uncertainty of results from water quality models. **Hydrological Processes**. 11(3): 227-239.

Williams, J.D. 2007. New records and description of four new species of spionids (Annelida: Polychaeta: Spionidae) from the Philippines: the genera *Dispio, Malaceros, Polydora*, and *Scolelepis*, with notes on palp ciliation paterns of the genus *Scolelepis*. **Zootaxa**. 1459: 1-35.

Worsfold, T. and Hall, D. 2010. **Guidelines for processing marine macrobenthic invertebrate sample: A processing requirements protocol**. National Marine Biological Quality Control Science, England.

Yamanashi, R. 1998. Ten species of *Pisione* (Annelida: Polychaeta: Pisionidae) from Japan and evolutionary trends in the genus based on comparison of male compulatory apparatus. **Publications of the Seto Marine Biological Laboratory**. 38(3/4): 83-145.

Yokoyama. H. 2007. A revision of the genus *Paraprionospio* Caullery (Polychaeta: Spionidae) **Zoological Journal of the Linnean Society**. 151: 252-284.

Yokoyama, H. and Sukumaran, S. 2012. First records of three *Paraprionospio* species (Polychaeta: Spionidae) from Indian waters. **Cahiers de Biologie Marine**. 53: 279-287.

ภาคผนวก

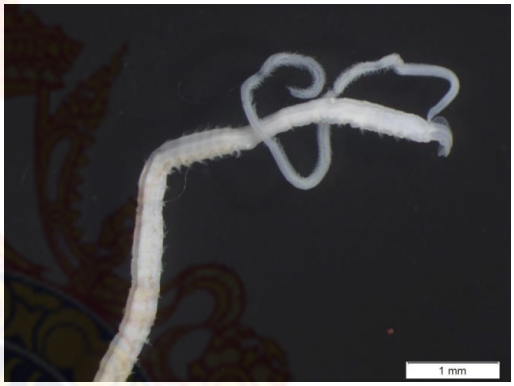
ภาพแสดงสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

ภาพแสดงโพลิคีตที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

Dispio latilamella

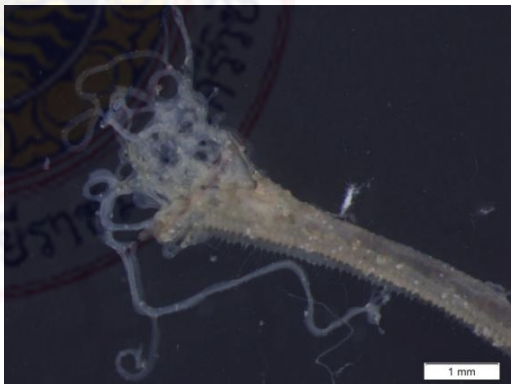
Prionospio (*prionospio*) *steenstrupi*

Scolelepis (*scolelepis*) sp.



Magelona sacculata

Axiothella sp.



Chaetozone sp.

Timarete sp.

Notomastus latericeus

Notomastus sp.

Capitella minima

Scoloplos (*scoloplos*) sp.

Scoloplos (*Leodamas*) sp.

Leitoscoloplos sp.

Glycera onomichiensis

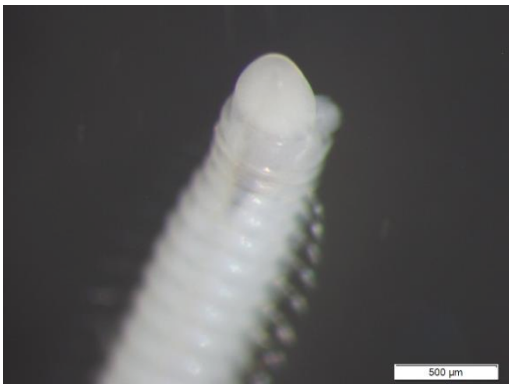
Glycera sp.

Goniadopsis incerta

Grubeulepis geayi

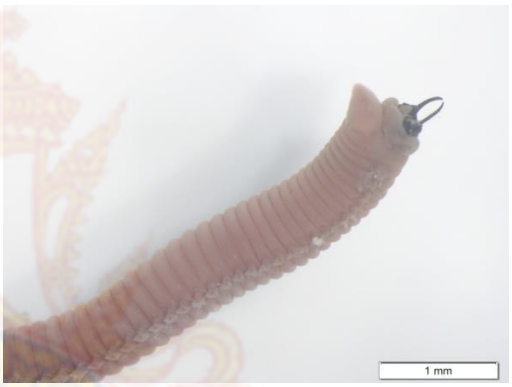
Tylonereis sp.

Diopatra sp.



Lumbrineris punctata

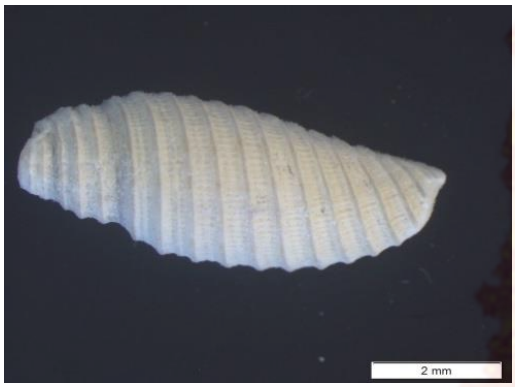
Eranno sp.



Scoletoma tenuis

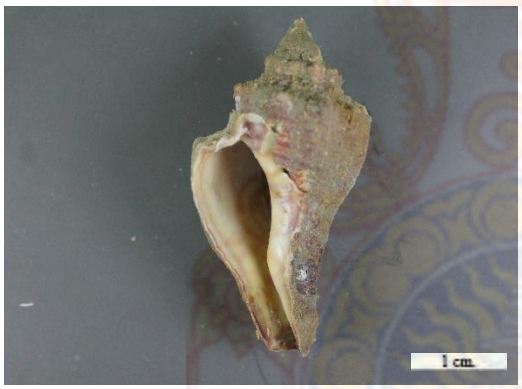
Ophelina sp.

ภาพแสดงหอยที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

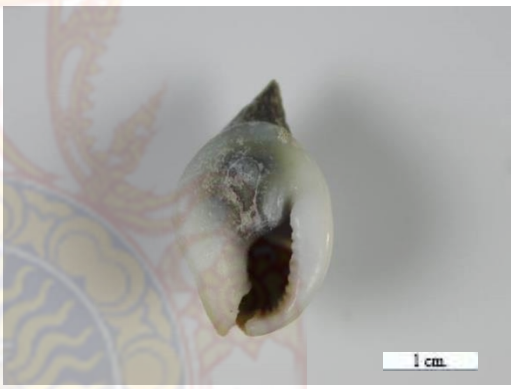


Subcancilla sp.

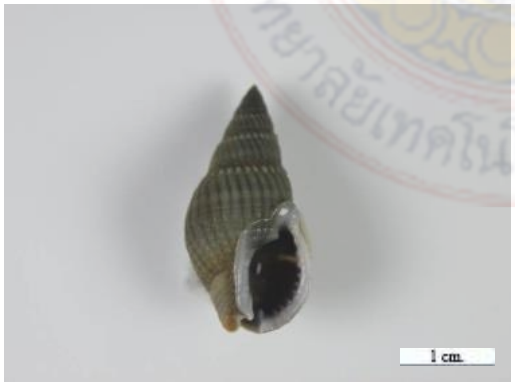
Turricula javana



Pugilna cochlidium



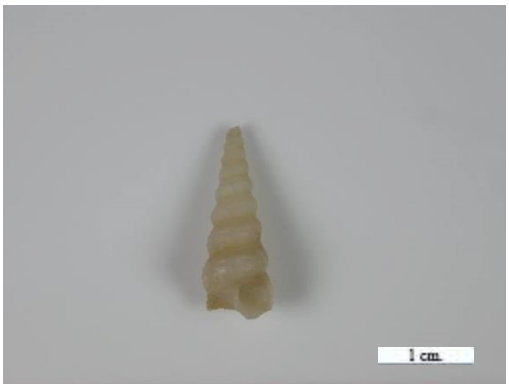
Nassarius pullus



Nassarius livescens

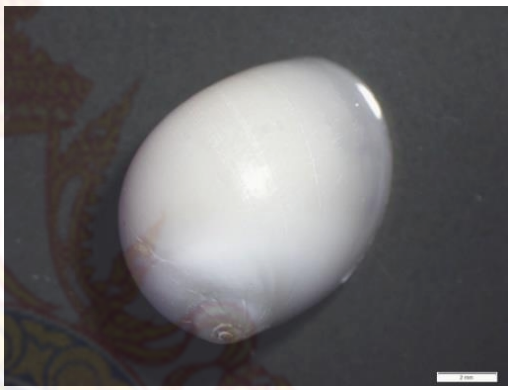
Nassarius stolatus

Cryptospira ventricosa



Turritella sp.

Natica vitellus



Polinices mammilla

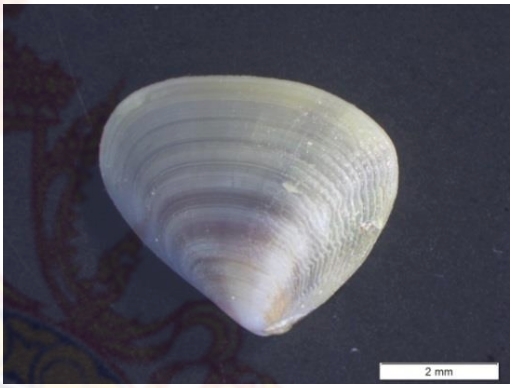
Architectonica perspectiva

Umbonium vestiarium

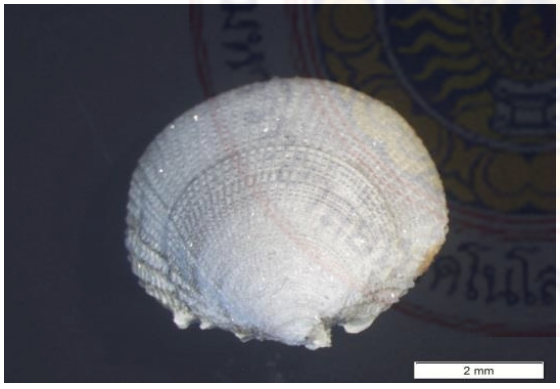
Cultellus scalprum

Siliqua fasciata

Donax faba



Donax incarnatus



Pillucina sp.

Tellina emarginata

Tellina sp.

Pitar sp.

Solen strictus

Dentalium sp.

ภาพแสดงปูที่พบบริเวณชายหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

Ocypode ceratophthalmus

Ocypode macrocera

Scopimera proxima

Paracleistoma sp.

Macrophthalmus convexus

Macrophthalmus laevimanus

Dotilla myctiroides

Dotilla intermedia

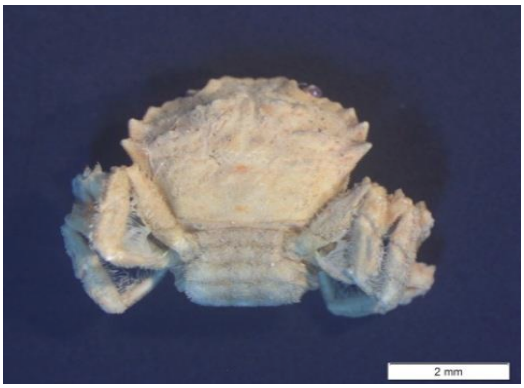
Portunus sanuinolentus

Portunus sp.

Philyra sp.1

Philyra sp.2

Matuta victor



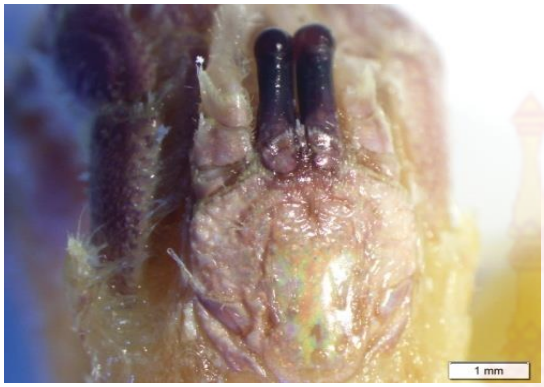
Lauridromia indica

Heteropilumnus sp.

Diogenes laevicarpus

Diogenes custos

Diogenes rectimanus



Diogenes planimanus