

ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดบางแสนและหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี[†]วิภูษิต มั่นทะจิตร^{1,*} และ อศลย์ มินาภา^{1,2}¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131²สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131*อีเมล: vipoosit@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายบริเวณหาดบางแสน-วอนนภา เก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 จาก 4 สถานี พบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่รวม 29 ชนิด จาก 23 วงศ์ และ 6 ไฟลัม เป็น Annelida 11 ชนิด Mollusca 11 ชนิด Arthropoda 4 ชนิด ในขณะที่ Cnidaria, Nemertea และ Echinodermata พบไฟลัมละ 1 ชนิด โครงสร้างประชาคมของสัตว์ทะเลหน้าดิน พบหอยเป็นสัตว์กลุ่มเด่นเพียงกลุ่มเดียว พบมี 3 ชนิดเด่นคือ หอยขาว (*Lucina* sp.) 149 ± 48 ตัว/ตารางเมตร, หอยทับทิม (*Umbonium vestiarium*) 64 ± 35 ตัว/ตารางเมตร และหอยเสียบ (*Donax faba*) 50 ± 17 ตัว/ตร.ม.) ความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ในแต่ละเขตมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสถานีเก็บตัวอย่าง ($p < 0.05$) ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่มีความหลากหลายมากกว่าช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างมีผลต่อความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่ความต่างกัน โดยบริเวณตอนเหนือของหาดบางแสนพบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่มีความหลากหลายมากกว่าบริเวณต่อมาทางตอนใต้ ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะของพื้นผิวท้องทะเลของหาดตอนเหนือพื้นเป็นทรายขณะที่หาดตอนใต้พื้นเป็นโคลน

คำสำคัญ: สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่, หาดทราย, จังหวัดชลบุรี

Abstract

The temporal changes of macrobenthic fauna on sandy beach at Bangsae-Wonnapha beaches was studied. The samples were collected on 4 periods during August 2019 to May 2020 from 4 stations. There were 29 species from 23 families and 6 Phyla be found. They were Annelida 11 species, Mollusca 11 species, Arthropoda 4 species while Cnidaria, Nemertea and Echinodermata which found 1 species for each Phylum. The community structure of benthic fauna were dominated by only Mollusca. There were 3 dominance species, *Lucina* sp. 149 ± 48 idvs/m², *Umbonium vestiarium* 64 ± 35 idvs/m², and *Donax faba* 50 ± 17 idvs/m² be found. The diversity of macrobenthic fauna on each zone were significantly different ($p < 0.05$) depending on monsoon season and sampling stations. Northeast monsoon had higher diversity than southwest monsoon. The position of sampling station had different effects on macrobenthic fauna diversity which northern sampling station had higher diversity than sampling stations on the southern sampling stations. This is because of the sediment on the northern part of the beach is sand while the southern part of the beach is mud.

Keywords: Macrobenthic fauna, Sandy beach, Chonburi province

บทนำ

หาดบางแสน ประกอบด้วยสามชายหาดย่อยคือ แหลมแท่น, หาดบางแสน และหาดวอนนภา ชายฝั่งมีความยาวรวม 8.37 กิโลเมตร เป็นหาดทรายเก่าที่มีการทับถมของอนุภาคทรายมาก (สิน สิ้นสกุล และคณะ, 2545) เป็นหาดที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเลเป็นแห่งแรกของภาคตะวันออก ตั้งแต่ พ.ศ. 2486 (ยอด เนตรสุวรรณ, 2547) มีสถิติการมาของนักท่องเที่ยวรวมกว่า 2.87 ล้านคน (เทศบาลเมืองแสนสุข, 2562) ขณะที่บริเวณหาดบางแสนได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดจากแผ่นดิน โดยเฉพาะที่ไหลมาจากแม่น้ำบางปะกงพัดพาตะกอนและสารอาหารมาสู่หาด รวมถึงพื้นที่บริเวณแนวชายหาดบางแสน มีชุมชนและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวกระจายอยู่ค่อนข้างหนาแน่น มีผลต่อการใช้น้ำและน้ำที่ใช้แล้วมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและส่วนหนึ่งไหลผ่านระบบน้ำใต้ดินผ่านชายหาดออกสู่ทะเล น้ำจากแผ่นดินเหล่านี้มีสารอาหาร

[†]การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงาน ชมรมคณะปฏิบัติการงานวิชาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 10 (ระหว่างวันที่ 20 - 22 กันยายน 2565 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์)

โดยเฉพาะฟอสเฟตและไนเตรต (สุวรรณ ภาณุตระกูล และคณะ, 2548) ซึ่งผู้ผลิตเบื้องต้น เช่น แพลงก์ตอนพืช สามารถนำไปใช้เพื่อการขยายพันธุ์ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสะสมของแพลงก์ตอนพืชตามมา ซึ่งในระยะหลังบริเวณหาดบางแสนเกิดการสะสมบ่อยครั้ง ทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำทะเลและขาดออกซิเจน เป็นผลทำให้สัตว์ทะเลหน้าดินตายเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบขยะบริเวณชายหาดเพิ่มมากขึ้น หน่วยงานที่รับผิดชอบจึงเก็บขยะบนหาดทรายด้วยการคลาดพื้นเป็นประจำ ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีส่วนในการรวบรวมผิวหน้าทรายและสัตว์ทะเลหน้าดิน เช่น ปูลมที่หรือหอยเสียบที่ขุดรูอาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าของหาดทราย

หาดบางแสนเป็นระบบนิเวศหาดทรายที่อยู่ตอนในสุดของชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ลักษณะของพื้นประกอบ ด้วยอนุภาคของเม็ดทราย (median grain size) มีขนาดแตกต่างกันตามระยะห่างจากชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งอนุภาคของเม็ดทรายมีขนาดใหญ่และมีขนาดเล็กลงตามระยะที่ห่างออกมาจากชายฝั่ง ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงและลมมรสุม เกิดการพัดพาตะกอนทรายเข้า-ออกจากหาดทรายเพื่อรักษาสมดุลตามธรรมชาติ แต่บริเวณหาดบางแสน-วอนภา ถูกรบกวนจากการพัฒนาการใช้ประโยชน์พื้นที่ ทำให้พื้นที่ชายฝั่งทะเลถูกกัดเซาะสูญเสียมวลทรายที่ถูกพัดพาออกไปประมาณ 90,465 ลูกบาศก์เมตร/ปี ตลอดความยาวของหาดรวม 3.94 กิโลเมตร (สิน สินสกุล และคณะ, 2545) (รุจิรัตน์ สุวรรณธรา, 2546) รายงานผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสนระหว่างปี 2543 - 2544 พบสัตว์รวม 21 ชนิด โดยพบหอยสองฝาเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มเด่นเพียงกลุ่มเดียว โดยเฉพาะหอยเสียบพบชุกชุมมากที่สุดกว่า 15,000 ตัวต่อ 0.25 ตารางเมตร ต่อมา (สุวรรณ ภาณุตระกูล และคณะ, 2548) ศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดทรายบางแสน พบสัตว์รวม 35 ชนิด พบหอยสองฝา (17 ชนิด) เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายมากที่สุดชนิด โดยมี 4 ชนิดที่เป็นกลุ่มเด่นที่สุด คือหอยเสียบ *Donax faba* (55 %) และหอยขาว *Pillucina vietnamica* (30 %) และหอยทับทิม *Umbonium vestiarum* (10 %) โดยการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมจากอดีตถึงปัจจุบันมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง โครงสร้างของถิ่นที่อยู่ของหาดบางแสนเปลี่ยนจากทรายเป็นโคลน ส่งผลให้โครงสร้างประชาคมของสัตว์ทะเลหน้าดินเปลี่ยนแปลงไป โดยพบสัตว์ที่ชอบอยู่กับพื้นโคลนและมีความทนทานสูงมากขึ้น โดยเฉพาะหอยขาว *P. vietnamica* (สุวรรณ ภาณุตระกูล และคณะ, 2548) เสนอให้ใช้ความชุกชุมและขนาดของหอยเสียบ *D. faba* เป็นดัชนีระดับประชากรบ่งชี้สภาวะที่เสื่อมโทรม และใช้เฉพาะความชุกชุมของหอยขาว *P. vietnamica* เป็นดัชนีชีวภาพบ่งชี้สภาวะที่เสื่อมโทรมของหาดบางแสน สำหรับพื้นที่ใกล้เคียง (จุฬารณ แก้วเขียวงาม, 2550) การศึกษาความหลากหลายของชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดถ้ำพังและหาดแหลมมูเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี พบสัตว์ 3 ไฟลัม 4 คลาส และ 15 ชนิด โดยพบกลุ่มหอยมากที่สุด โดยเฉพาะหอยกะพงหิน 85.29 % ขณะที่พบหอยเสียบ 3.30 % เมื่อพิจารณาความหลากหลาย แหลมมูซึ่งมีการใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวส่วนน้อยกว่าถ้ำพังพบว่าแหลมมูมีค่าของดัชนีความหลากหลาย (1.087) สูงกว่าหาดถ้ำพัง (0.667) ผลอาจเนื่องจากกิจกรรมการท่องเที่ยว สำหรับการใช้นประโยชน์โดยตรงจากสัตว์ทะเลหน้าดิน ทางด้านคุณค่าทางเศรษฐกิจของหาดบาง (สำนักความหลากหลายทางชีวภาพ, 2557) ประเมินคุณค่าของหอยเสียบ ว่ามีขนาดจับขาย 1.8 เซนติเมตร มีอัตราการจับ 15 - 20 กิโลกรัม/คน/วัน ราคาขายคนกลาง 20 - 50 บาท/กิโลกรัม คิดเป็นรายได้ขั้นต่ำ 300 บาท/คน/วัน เมื่อแปรรูปเป็นหอยเสียบดองน้ำปลา มีราคาเป็น 50 - 150 บาท/กิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ตลอดหลายปีที่ผ่านมาหอยเสียบและสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสน-วอนภา เผชิญภัยคุกคามจากการสะสมของแพลงก์ตอนพืชบ่อยครั้งในรอบ 1 ปี คุณภาพน้ำทะเลทำให้เกิดพบมีผลทำให้เกิดการตายครั้งใหญ่ของสัตว์ทะเลบริเวณหาดบางแสน การศึกษาติดตามอย่างต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อทราบถึงธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงและนำผลไปใช้ในการจัดการ การใช้ประโยชน์ การแจ้งเตือน เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้เหมาะสมกับภัยคุกคามต่อระบบนิเวศ และความหลากหลายของหาดทรายบางแสน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามสภาพ และประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินชนิดใหญ่บริเวณหาดบางแสน-วอนภาในรอบกว่า 10 ปีที่ผ่านมา

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดิน 4 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 จาก 4 สถานีบริเวณหาดบางแสน-วอนภา (ภาพที่ 1) 1. โรงแรม S2 บางแสน (ST1), 2. วงเวียนบางแสน แสน (ST2), 3. หาดวอนภาตอนต้น (ST3) และ 4. หาดวอนภาตอนปลาย (ST4) แต่ละสถานีแบ่งออกเป็น 5 เขตตามระยะห่างจากเขตนํ้าขึ้นออกจากแผ่นดิน (water line) บนแต่ละเขต เก็บตัวอย่างโดยสุ่มวางกรอบสี่เหลี่ยม (quadrat) ขนาด 0.25 ตารางเมตร (0.5×0.5 เมตร) และใช้พลั่วสนามตักทรายภายในกรอบสี่เหลี่ยม ลึก 15 เซนติเมตร นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5 และ 2 มิลลิเมตร คัดแยกสิ่งมีชีวิตบนตะแกรง นำมาจำแนกชนิดและนับจำนวนตัวในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างสัตว์ถูกเก็บรักษาใน Ethanol 70 % การจำแนกกลุ่มสัตว์หน้าดินจนถึงกลุ่มเล็กสุดตามความเหมาะสม โดยอ้างอิงจาก (Day, 1967a; 1967b; Dance, 1990; Aiyun & Siliang, 1991) ข้อมูลชนิดและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดิน ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (Pielou, 1975) ทดสอบความแตกต่างของดัชนีฯ ระหว่าง เวลา สถานี และเขตที่อาศัย ด้วยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบสามทางไม่มีซ้ำ องค์ประกอบชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการจัดลำดับ (Principal Component Analysis - PCA) (Quinn & Keough, 2002)



ภาพที่ 1 แผนที่หาดบางแสนแสดงสถานีเก็บตัวอย่าง ดัดแปลงจาก (Google Earth, 2022)

ผลและอภิปรายผล

1) ชนิดและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดิน

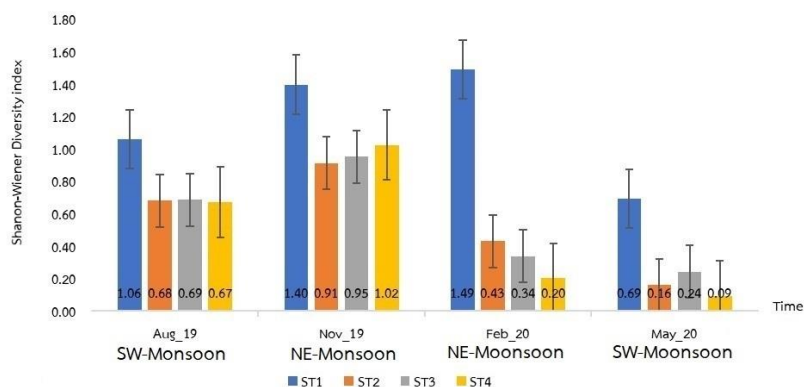
สัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสน จากการเก็บข้อมูล 4 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 - พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบสัตว์ทั้งหมด 6 Phylum 23 วงศ์ 29 ชนิด (ตารางที่ 1) ประกอบไปด้วย กลุ่มไส้เดือนทะเล (Annelida, Polychaetes) จำนวน 11 ชนิด จาก 8 วงศ์ กลุ่มหอย (Mollusca) เป็นหอยสองฝา (Bivalvia) จำนวน 8 ชนิด จาก 6 วงศ์ และหอยฝาเดียว (Gastropoda) จำนวน 3 ชนิด จาก 3 วงศ์ และ กลุ่มกุ้ง กั้ง และปู (Arthropoda, Crustacea) จำนวน 4 ชนิด จาก 4 วงศ์ ขณะที่กลุ่มดอกไม้ทะเล (Cnidaria) หนอนทะเล (Nemertea) และ ปลิงทะเล (Echinodermata) พบกลุ่มละ 1 ชนิด

สัตว์ทะเลหน้าดินที่มีความชุกชุมรวมมากที่สุด มี 3 ชนิด ได้แก่ หอยขาว (*Lucina* sp.) พบ 149 ± 48 ตัว/ตารางเมตร รองลงมาคือ หอยทับทิม (*Umbonium vestiarium*) และหอยเสียบ (*Donax faba*) พบ 64 ± 35 ตัว/ตารางเมตร และ 50 ± 17 ตัว/ตารางเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณาความถี่ของการพบ มีสัตว์ทะเลหน้าดิน 9 ชนิด ที่ถูกพบทั้ง 4 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง เมื่อพิจารณาตามกลุ่ม มี 4 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มกุ้ง กั้งและปู (Crustacea) พบ 1 ชนิดอยู่ในวงศ์ปูเสฉวน (Paguridae) 2. กลุ่มหอยสองฝา (Bivalvia) พบ 4 ชนิด ได้แก่ หอยเสียบ (*Donax faba*), หอยตลับ (*Meretrix meretrix*), หอยขาว (*Pillucina vietnamica*) และ หอยแครงหมู (*Anomalodiscus squamosus*) นอกจากนี้พบหอยหลอด (*Solen regularis*) ที่ไม่เคยมีรายงานการพบในจังหวัดชลบุรี กลุ่มหอยฝาเดียว (Gastropoda) พบ 3 ชนิดแต่พบเด่นเพียงชนิดเดียวคือหอยทับทิม (*Umbonium vestiarium*) และสุดท้ายกลุ่มไส้เดือนทะเล (Polychaetes) พบ 4 ชนิด ได้แก่ *Perinereis* sp., *Nereis* sp., *Owenia* sp. และ ไส้เดือนทะเลไม่ทราบชนิดของวงศ์ Capitellidae

2) ความผันแปรตามเวลาและสถานีของความหลากหลาย

สัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสนและหาดวอนนภา ดัชนีความหลากหลายมีค่าแตกต่างกันระหว่างเวลาและสถานีเก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาตามเวลา 2 ปี พบว่าช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มพบสัตว์ทะเลหน้าดินหลากหลายมากกว่าช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 1) และเมื่อพิจารณาตามสถานี พบว่าความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณโรงแรม S2 บางแสน (ST1) เมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่น มีค่าสูงสุดทั้ง 4 ครั้งของการเก็บข้อมูล โดยเดือนพฤศจิกายน 2562 และ กุมภาพันธ์ 2563 มีค่าใกล้เคียงกัน (1.40 และ 1.49) แต่พฤษภาคม 2563 มีค่าของดัชนีความหลากหลายต่ำที่สุด (0.69)

เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนีความหลากหลายในเดือนกุมภาพันธ์ 2563 และต่อมาเดือนพฤษภาคม 2564 ค่าดัชนีความหลากหลายของ 3 สถานีคือ วงเวียนบางแสน (ST2), หาดวอนนภาตอนต้น (ST3) และ หาดวอนนภาตอนปลาย (ST4) ดัชนีความหลากหลายมีค่าลดลง (0.09 - 0.43) เมื่อเทียบกับสองครั้งแรก (0.67 - 0.102) (ภาพที่ 2) ผลไม่ไปในทิศทางเดียวกัน เพราะคุณภาพน้ำของหาดตอนเหนือ ดีกว่าหาดทางตอนใต้



ภาพที่ 2 ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินตามเวลาและสถานีเก็บตัวอย่าง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 - พฤษภาคม พ.ศ. 2563

ตารางที่ 1 ชนิดและความชุกชุมรวม (mean $\pm$ SE) ของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสน-วอนภา ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 - พฤษภาคม พ.ศ. 2563

Phylum	Class	Family	Species	Abundance (ind./m ²)
Cnidaria	Anthozoa	Actiniidae	<i>Paracondylactis</i> sp.	0.01 $\pm$ 0.01
Annelida	Polychaeta	Goniadidae	<i>Glycinde</i> sp.	0.05 $\pm$ 0.03
			Unidentified A	0.02 $\pm$ 0.01
		Glyceridae	<i>Glycera</i> sp.	0.21 $\pm$ 0.09
		Nereididae	<i>Perinereis</i> sp.	0.95 $\pm$ 0.49
			<i>Dendronereis</i> sp.	0.18 $\pm$ 0.18
			<i>Ceratonereis</i> sp.	0.02 $\pm$ 0.02
			<i>Nereis</i> sp.	0.92 $\pm$ 0.22
		Oweniidae	<i>Owenia</i> sp.	0.71 $\pm$ 0.34
		Poecilochaetidae	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0.29 $\pm$ 0.19
		Capitellidae	Unidentified B	0.47 $\pm$ 0.15
		Orbiniidae	<i>Scoloplos</i> sp.	0.01 $\pm$ 0.01
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perna viridis</i>	0.04 $\pm$ 0.02
		Donacidae	<i>Donax faba</i>	49.75 $\pm$ 16.76
		Donacidae	<i>Donax incarnatus</i>	0.01 $\pm$ 0.01
		Lucinidae	<i>Pillucina vietnamica</i>	149.29 $\pm$ 48.30
		Solenidae	<i>Solen regularis</i>	0.01 $\pm$ 0.01
		Veneridae	<i>Meretrix meretrix</i>	3.21 $\pm$ 1.43
			<i>Anomalodiscus squamosus</i>	0.08 $\pm$ 0.02
		Arcidae	<i>Tegillarca granosa</i>	0.04 $\pm$ 0.04
	Gastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius</i> sp.	0.01 $\pm$ 0.01
		Melongenidae	<i>Hemifusus</i> sp.	0.01 $\pm$ 0.01
		Trochidae	<i>Umbonium vestiarium</i>	64.18 $\pm$ 34.73
Arthropoda	Crustacea	Penaeidae	<i>Penaeus</i> sp.	0.02 $\pm$ 0.02

Phylum	Class	Family	Species	Abundance (ind./m ²)
Nemertea	Pilidiophora	Leucosiidae	<i>Seulocia</i> sp.	0.01 ± 0.01
		Portunidae	<i>Portunus pelagicus</i>	0.01 ± 0.01
		Paguridae	Unidentified C	1.03 ± 0.38
		Lineidae	<i>Lineus longissimus</i>	0.01 ± 0.01
Echinodermata	Asteroidea	Astropectinidae	<i>Astropecten indicus</i>	0.06 ± 0.05

3) ความผันแปรตามสถานีและเขตที่อยู่อาศัยของความหลากหลาย

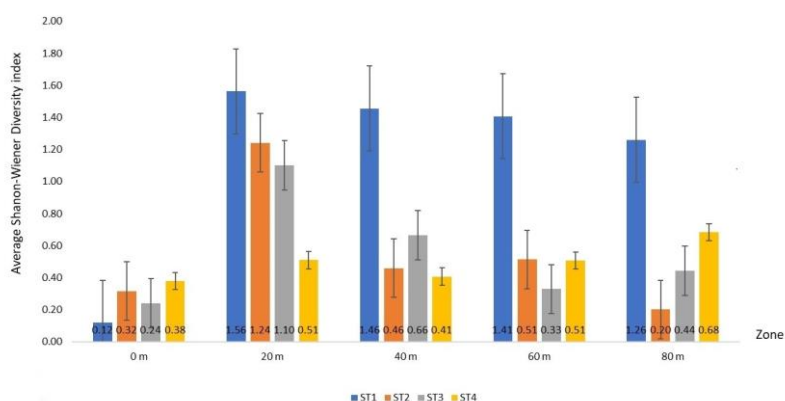
ความหลากหลายระหว่างเขตของแต่ละสถานี พบว่าความแตกต่างระหว่างเขตแต่ขึ้นกับสถานีอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเขตนํ้าขึ้นสูงสุดทุกสถานีมีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 4 เขต โดยเฉพาะสถานีโรงแรม S2 บางแสน มีความหลากหลายสูงทุกเขต มากกว่าที่พบของอีก 3 สถานี โดยสถานีโรงแรม S2 บางแสนพบสัตว์ทะเลหน้าดินมีความหลากหลายมากที่สุดบนเกือบทุกเขต (1.3 - 1.6) ยกเว้น เขตนํ้าขึ้นสูงสุด (0 m) ซึ่งเป็นเขตที่พบมีความหลากหลายต่ำในทุกสถานี เมื่อพิจารณาตามเขต พบว่าเขต 20 เมตรมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดเกือบทุกสถานีของทุกสถานี (1.10 - 1.56) ยกเว้นสถานีหาดวอนนภาตอนปลาย ที่เขต 20 เมตรมีค่าดัชนีความหลากหลาย 0.51 ไม่ต่างจากสถานีอื่น (ภาพที่ 3)

4) องค์ประกอบชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินตามเวลา สถานี และ เขตที่อยู่อาศัย

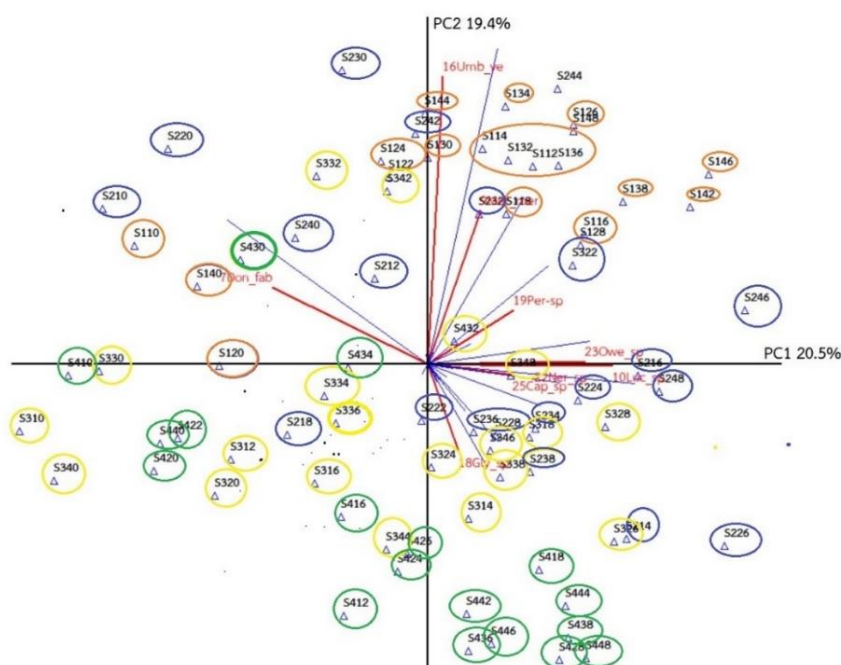
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐาน (ภาพที่ 4) โดย 2 องค์ประกอบหลักอธิบายความแปรปรวนรวม 39.9 % พบว่ามีรูปแบบของการจัดกลุ่มไม่ชัดเจนว่ามีปัจจัยใดเป็นหลัก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาแนวโน้มของการจับกลุ่มตามฤดูกาลมรสุม พบว่าเดือนสิงหาคม 2562 (เวลาที่ 1) อยู่ในช่วงอิทธิพลมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีกลุ่มจุดตัวอย่างกระจายอยู่บริเวณขวามือบนของแผนภาพ มีสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบเด่น เช่น หอยทับทิม (*Umbonium vestiarium*), หอยตลับ (*Meretrix meretrix*), แม่น้ำเพรียง *Perinereis* sp. และ ดอกไม้ทะเลเลหาดทราย *Owenia* sp. ต่อมาพฤศจิกายน 2562 (เวลาที่ 2) ซึ่งรับอิทธิพลมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบมีการกระจายของจุดเก็บตัวอย่างเกือบทั้งแผนภาพ ยกเว้นบริเวณส่วนซ้ายล่าง แสดงถึงความแปรปรวนของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินที่มากกว่าเวลาอื่น สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น หอยแครง (*Tegillarca granosa*), เพรียงทราย *Poecilochaetus* sp. และ เพรียงทรายวงศ์ *Goniadidae* สำหรับเดือนกุมภาพันธ์ 2563 (เวลาที่ 3) อยู่ในอิทธิพลมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ เดือนพฤษภาคม 2563 (เวลาที่ 4) รับอิทธิพลมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบจุดเก็บตัวอย่างกระจายอยู่ทางด้านล่างของแผนภาพ อยู่ห่างจากแกนนอนมากกว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2563 (เวลาที่ 3) โดยที่พบ แม่น้ำเพรียง (*Glycera* sp.) เป็นสัตว์ชนิดเด่นของกลุ่มนี้

พิจารณาสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสนและหาดวอนนภาจากระยะเวลา 30 ปี (เสาวภาคย์ ประจักษ์การ และ สมถวิล จิตตวร, 2536) พบมีสัตว์ทะเลหน้าดิน 3 กลุ่มเด่น (99.08 %) จาก 6 กลุ่ม โดยพบไส้เดือนทะเลมากที่สุด (65.18 %) ของความชุกชุม หรือ 38.38 % ของมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่มครึ่งตาเขียน (19.93 %) และกลุ่มหอย (13.97 %) โดยไส้เดือนทะเลวงศ์ที่พบมีความชุกชุมมากที่สุดคือ Orbiniidae, Glyceridae และ Onuphiidae ขณะที่พบหอย 2 ชนิดเด่นคือหอยเสียบ (*Donax* spp.) พบเฉลี่ย 61 ตัว/เมตร² และหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) 39 ตัว/เมตร² และกล่าวว่าหอยเสียบมีความชุกชุมต่ำเนื่องจากมีภัยคุกคามจากปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี มีผลทำให้สัตว์ทะเลหน้าดินตายเป็นจำนวนมาก มีผลทำให้โครงสร้างประชาคมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเสื่อมโทรม ความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินลดลง แม้ต่อมา 10 ปี (รุจิรัตน์ สุวรรณธรา, 2546) แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในรอบปี พ.ศ. 2543 ของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ พบสัตว์ 21 ชนิด แต่มีเพียงหอยเสียบ (*Donax* spp.) กลุ่มเดียวที่ถูกพบเป็นสัตว์กลุ่มเด่น มีความชุกชุมประมาณ 6,000 ตัว/เมตร² แต่ส่วนใหญ่เป็นลูกหอยขนาดเล็ก ขณะที่ (กุลธรา ศรีจันทร์พงศ์, 2545) พบว่ากลุ่มหอย เป็นสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มเด่นเพียงกลุ่มเดียวที่พบบริเวณหาดทรายบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย สอดคล้องการผลของการศึกษาในครั้งนี้ที่พบสัตว์กลุ่มหอยมีมากที่สุดทั้งชนิดและปริมาณ โดยเฉพาะหอยสองฝา เช่นหอยขาวและหอยเสียบ ความชุกชุมของหอยเสียบที่พบบริเวณหาดบางแสนและหาดวอนนภามีความผันแปรตามเวลาแตกต่างกัน โดยปี พ.ศ.2540 พบหอยเสียบประมาณ 12,000 ตัว/เมตร² ส่วนใหญ่เป็นลูกหอย (วิภูชิต มั่นพะจิตร, 2540) ต่อมาพบ 6,000 ตัว/เมตร² (รุจิรัตน์ สุวรรณธรา, 2546) อีกกว่า 15 ปีต่อมาพบประมาณ 2,000 ตัว/เมตร² (ขวัญภิรมย์ นกเทศ และคณะ, 2562) และล่าสุดผลของการศึกษานี้ (พ.ศ. 2563) พบหอยเสียบประมาณ 1,500 ตัว/เมตร² แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของประชากรหอยเสียบตลอดระยะเวลา 20 ปี และกลายเป็นกลุ่มหลักของสัตว์ทะเลหน้าดินของหาดบางแสนและหาดวอนนภามาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541 จนปัจจุบันพบมีสัตว์ทะเลหน้าดิน 2 ฟิแลมเด่นเด่นคือ Annelida และ Mollusca 11 แต่เมื่อพิจารณาจากความชุกชุม กลับพบหอยเป็นสัตว์กลุ่มเด่นเพียงกลุ่มเดียว โดยมี 3 ชนิดเด่นคือ หอยขาว (*Lucina* sp.) 149 ± 48 ตัว/ตารางเมตร, หอยทับทิม (*Umbonium vestiarium*) 64 ± 35 ตัว/ตารางเมตร และหอยเสียบ (*Donax faba*) 50 ± 17 ตัว/ตารางเมตร การเปลี่ยนแปลงของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินนี้สาเหตุมาจากการสะสมของแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะเวลา 20 ปี (แววตา ทองระอา, 2541) และในปี พ.ศ.

2561 มีการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช 1 ครั้งในเดือนสิงหาคม (ถนอมศักดิ์ บุญภักดี, 2563) มีผลต่อโครงสร้างประชาคมสัตว์ทะเลบริเวณหาดบางแสน-วอนภา สาเหตุของการสะพรั่งนี้มาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะจากการท่องเที่ยวที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสารอินทรีย์ (ณัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2562; ถนอมศักดิ์ บุญภักดี, 2563) ทั้งนี้ขนาดของอนุภาคดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์เป็นปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการกระจายพันธุ์ของสัตว์ทะเลหน้าดิน (ขวัญภิรมย์ นกเทศ และคณะ, 2562) โดยเฉพาะหอยสองฝาสามารถปรับตัวอยู่บริเวณพื้นทรายปนโคลนที่มีกำมะถันมากได้ (Vaquer-Sunyer & Duarte, 2010) ทั้งนี้ (ณัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2562) เสนอให้ใช้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. และแอมฟิพอดเป็นตัวบ่งชี้สภาวะมีสารอินทรีย์สูงของระบบนิเวศหาดทราย แต่เมื่อพิจารณาผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบ *Scoloplos* sp. มีความชุกชุมไม่มาก อาจแสดงว่าระบบนิเวศน์หาดทรายหาดวอนภาพมีสภาพไม่เสื่อมโทรมจากอินทรีย์สาร (Tantikamton et al., 2015)



ภาพที่ 3 ดัชนีความหลากหลายของชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินของแต่ละสถานีย ตามเขตจากระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 - พฤษภาคม พ.ศ. 2563



ภาพที่ 4 h-plot จากการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐาน (PCA) จากความชุกชุมของชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินในแต่ละเขต สถานี และฤดูกาลระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 - พฤษภาคม พ.ศ. 2563 (S = จุดตัวอย่าง, เลขลำดับที่ 1 = เวลาเก็บตัวอย่าง, เลขลำดับที่ 2 = สถานี และเลขลำดับที่ 3 = เขต)

การสะสมของแพลงก์ตอนพืช มีสาเหตุหลักมาจากการมีน้ำใต้ดินที่มีสารอาหารสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช (สุนิสา ชัยนันท, 2546) สารอาหารโดยเฉพาะฟอสเฟต และไนเตรต ที่มาจากจากสารทำความสะอาดต่างๆ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ตามการเติบโตของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว (สุวรรณา ภาณุตระกูล และคณะ, 2548) เมื่อเกิดการสะสมของแพลงก์ตอนพืช เป็นผลทำให้น้ำทะเลขาดออกซิเจน และสัตว์ทะเล โดยเฉพาะสัตว์ทะเลหน้าดินชีวิตขาดออกซิเจนและตายในที่สุด เมื่อเกิดบ่อยครั้งย่อมมีผลให้ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทรายมีการเปลี่ยนแปลงในระดับโครงสร้าง การศึกษาบริเวณหาดบางแสน-วอนภา ครั้งนี้ (พ.ศ.2562) แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ จากการพบไส้เดือนทะเลมากเปลี่ยนเป็นพบหอยสองฝา การที่หอยสองฝากลายเป็นสัตว์กลุ่มเด่น เพราะปริมาณสารอาหารในน้ำจากหาดทรายทำให้แพลงก์ตอนพืช (benthic diatom) ที่อาศัยอยู่ระหว่างอนุภาคทรายสามารถเจริญเติบโต เพิ่มปริมาณได้มาก ซึ่งแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้เป็นอาหารหลักของสัตว์ที่กรองกินแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะหอยเสียบที่พบชุกชุมบริเวณตอนบนของหาดที่มีน้ำซึมออกจากแผ่นดิน ขณะที่หนอนทะเลกินซากสิ่งมีชีวิต detritivores (Checon et al., 2016) จึงพบบริเวณเขตแนวราบ แต่เมื่อมีการสะสมของสารอินทรีย์มากขึ้น มากจนทำให้เกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เกิดก๊าซไข่เน่าซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน (Vaquer-Sunyer & Duarte, 2010) นอกจากนี้ขยะทะเล (Gamage et al., 2017) เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่รบกวนประชาคมของสัตว์ทะเลหน้าดิน ซึ่งบริเวณหาดบางแสนมีการเก็บขยะเป็นอยู่ประจำ เป็นเองน่าสนใจว่าจะมีผลถึงการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดบางแสน โดยเฉพาะบนเขตแนวหาดอย่างไร เมื่อพิจารณาอิทธิพลของลมมรสุมพบว่าความหลากหลายมีความแตกต่างกันไม่ชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (สิงหาคม และ พฤษภาคม) มีความหลากหลายมากกว่าฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน และ กุมภาพันธ์) ใกล้เคียงกับ (จินตนา ปลาทอง และคณะ, 2557) พบว่าก่อนฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) พบสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวไทยมีความชุกชุมสูงสุด แต่ปลายฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพบมีความชุกชุมต่ำที่สุด พบ ไส้เดือนทะเล ครัสเตเชียน หอยสองฝาและหอยฝาเดียวเป็นสัตว์กลุ่มเด่น ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นช่วงเวลาที่ยังมีสัตว์ทะเลหน้าดินมีการสืบพันธุ์ จึงควรมีการจัดการให้จัดการเก็บขยะในช่วงผลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

สรุปผล

รายงานการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามสภาพของประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินชนิดใหญ่บริเวณหาดบางแสน-วอนภาและประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในรอบกว่า 10 ปีที่ผ่านมา พบว่าโครงสร้างประชาคมมีความผันแปรมาก โดยสัตว์กลุ่มเด่นมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านของชนิดและความชุกชุม แสดงถึงสภาพของประชาคมที่ไม่สมดุล โดยสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและการประมงที่มีการขุดหาสัตว์ทะเลหน้าดินเพื่อการนันทนาการและการบริโภค ขณะที่ผลทางอ้อมมาจากกิจกรรมท่องเที่ยว เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ เป็นผลให้น้ำทิ้งที่มีสารอาหารสำหรับแพลงก์ตอนพืชไหลลงสู่ชายหาด ชักน้ำให้เกิดการสะสมของแพลงก์ตอนพืชบ่อยครั้ง เป็นผลให้สัตว์ทะเลหน้าดินตายเป็นจำนวนมาก และไม่สามารถฟื้นฟูสภาพกลับมาที่มีความหลากหลายเหมือนในอดีต

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการกำหนดพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ทะเลหน้าดิน และกำหนดกิจกรรมที่อนุญาตให้ทำได้ โดยรบกวนระบบนิเวศให้น้อยที่สุด จัดให้มีจุดทิ้งและคัดแยกขยะให้ครอบคลุมพื้นที่ และควรมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะกลุ่มสารอาหารที่พืชต้องการ โดยเฉพาะฟอสเฟตและไนเตรต อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นการแก้ปัญหาการสะสมของแพลงก์ตอนพืช จึงเกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้ง ที่ควรมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณของสารอาหารของพืชที่เป็นต้นเหตุของการสะสมของแพลงก์ตอนพืช

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ผ่านสำนักงานประสานงานโครงการวิจัยพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2562 สัญญาเลขที่ สกว.-วช. 66/2562 และการสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณทีมนักศึกษาจากภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ช่วยเก็บตัวอย่างในภาคสนาม และจำแนกตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

บรรณานุกรม

กุลธาร์ ศรีจันทร์พงศ์. (2545). *สังคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

- การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2565). สถิติการท่องเที่ยวปี 2565. <https://www.mots.go.th/news/category/655>
- ขวัญภรณ์ นกเทศ, จริยาวิดี สุริยพันธุ์, และ สมถวิล จริตควร. (2562). ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 24(1), 107-129.
- จุฑาภรณ์ แก้วเขียวงาม. (2550). การศึกษาความหลากหลายของชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดถั่วฝักและหาดแหลมมู เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี (รายงานผลงานวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- จินตนา ปลาทอง, ปิยพรรณ เหมรุกล, สิริลักษณ์ สุทธินันท์, นันทนา นิลยงค์, วินัย เทพพูลผล, ชิตชนก เสวตร์เวช, วิจิตรา สังข์เสน, นิภาพร กาเส้น, นัสเราะ บิลลิลี, วีรยุทธ์ ศรีโกคา, ชากิยะห์ ประดู่, กรกนก เจริญมาศ, และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. (2557). การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณทะเลจังหวัดสงขลา (น.180-189) การประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเลครั้งที่ 4. จังหวัดสงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ณัฐกิตติ์ โตอ่อน. (2562). ผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณชายหาดบางแสน และหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 11(21), 86-99.
- ถนอมศักดิ์ บุญภักดี. (2563). การแผ่รังสีและบ่งชี้สาเหตุการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide) บริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา ชลบุรี (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ยอด เนตรสุวรรณ. (2547). *ชลบุรี เที่ยวทั่วไทยไปกับ “นายรอบรู้”*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สารคดี.
- รุจิรัตน์ สุวรรณธรา. (2546). การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของสังคมสัตว์หน้าดินบนหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- แววดา ทองระอา. (2541). การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบางประการในขณะเกิดปรากฏการณ์ขึ้นปลาวาฬ บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี. (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิน สีนสกุล, สุวัฒน์ ตียะไพรัช, นิรันดร์ ชัยมณี, และ บรรเจิด อร่ามประยูร. (2545). การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี.
- เสาวภาคย์ ประจงการ และ สมถวิล จริตควร. (2536). ความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน บริเวณชายหาด บางแสน จังหวัดชลบุรี (น.594-605). การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนิสา ขันท่า. (2546). การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณหาด บางแสน – วอนนภา จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุวรรณ ภาณุตระกูล, ฉลวย มุสิก และไพฑูรย์ มกกนไผ่. (2544). พฤติกรรมของโลหะหนักบางชนิดบริเวณปากแม่น้ำ บางปะกง. (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Aiyun, D., & Siliang, Y. (1991). *Crabs of the China Seas*. New York: Springer.
- Cardoso, R. S., Veloso V. G., & Amaral, A. C. Z. (2003). Population dynamics and secondary production of the wedge clam *Donax hamleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on a high-energy, subtropical beach of Brazil. *Marine Biology*, 142, 153-162.
- Day, J. H. (1967a). *Polychaeta of Southern Africa*. Part I Errantia. London: British Museum (Nat.Hist.).
- Day, J. H. (1967b). *Polychaeta of Southern Africa*. Part II Sedentaria. London: British Museum (Nat.Hist.).
- Google Earth 7.3. (2022). Bangsean Beach, Chonburi, Thailand. <https://earth.google.com/3>, 2022, 29
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity*. New York: Wiley.
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). *Experimental design and statistical analysis for biologist*. UK: Cambridge University Press.
- Tantikamton, K., Thanee, N., Jitpukdee, S., & Potter, M. (2015). Species diversity and ecological characteristics of benthic macroinvertebrates in the intertidal zone of Satun Province, Thailand and the first record of *Petersenaspis* sp. *Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg. (IJAAEE)*, 2(1), 23-27.
- Gamage, T. Chavanich, S. A., & Yakupitiyage A. (2017). Coastal debris analysis in beaches of Chonburi Province, eastern of Thailand as implications for coastal conservation. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1-2), 121-129.
- Vaquar-Sunyer, R., & Duarte, C. M. (2010). Sulfide exposure accelerates hypoxia-driven mortality. *Limnol. Oceanogr*, 5(3), 1075-1082.