

การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอน ป่าชายเลนที่มีแสมขาวเป็นพันธุ์ไม้เด่น

Variation of Organic Matter and Nutrient in Mangrove Sediments Dominated by *Avicennia alba* Bl.

นางสาวกนกเรขา สังข์จันทร์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนที่มีแสมขาวเป็นพันธุ์ไม้เด่น ที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี โดยการวางแปลงตัวอย่างจำนวน 3 แปลง ขนาด 50×50 เมตร ที่มีคุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้ที่แตกต่างกัน คือ ไม้ใหญ่ (แปลงตัวอย่าง A) ไม้ขนาดกลาง (แปลงตัวอย่าง B) และไม้รุ่น (แปลงตัวอย่าง C) ตลอดระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2551 พบว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 35.59-74.72 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.27-14.62 ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.14-0.89 และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.03-0.11 ดัชนีคุณภาพดินตะกอนแต่ละดัชนีมีค่าสูงที่สุดในแปลงตัวอย่าง A และต่ำที่สุดในแปลงตัวอย่าง C โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลมีผลต่อความผันแปรของคุณภาพดินตะกอนชัดเจนนักเมื่อเทียบกับคุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้ เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพน้ำในดินตะกอน เช่น ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.077 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.000-0.124 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.007-0.756 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ระหว่าง 0.107-2.656 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์มีค่าอยู่ระหว่าง 6.06-68.14 มิลลิกรัมต่อลิตร คุณภาพน้ำในดินตะกอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตามฤดูกาลและคุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้ของไม้แสมขาวส่งผลต่อคุณภาพและธาตุอาหารในดินตะกอน โดยที่หมู่ไม้ขนาดใหญ่และอายุมาก จะส่งผลต่อการสะสมตัวของสารอินทรีย์ในดินตะกอนได้ดีกว่าหมู่ไม้ขนาดเล็กหรือไม้ที่มีอายุน้อย

คำสำคัญ: ป่าชายเลน ปริมาณสารอินทรีย์รวม ดินตะกอน ปริมาณน้ำในดินตะกอน ธาตุอาหาร

Abstract

Spatial and temporal variation of organic matter and nutrient in mangrove sediments dominated by *Avicennia alba* Bl. was investigated in Mangrove conservation and nature education center at Chonburi Province, Thailand. Three permanent plots of 50×50 m were constructed based on the physiognomic characteristics of trees in the area which could be clarified as old stand plot (A), mature plot (B) and young plant plot (C). Mangrove sediment and porewater were retrieved and measured from three occasions during the study period from April until December 2008 in order to find out the influence of *Avicennia* stands on estuarine. Water contents in sediment were falling in the range from 35.59 to 74.72 %, organic matter contents varied from 3.27 to 14.62 %, total nitrogen fell between 0.14 and 0.89 % and total phosphorus was recorded within the range 0.03-0.11 %. Highest amounts of measured sediment quality parameters were recorded from plot A whereas plot C contained the lowest. Seasonal variation of sediment quality was less pronounced compared to the influence of plant stands. Pore water parameters consisting of NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ and PO_4^{3-} were examined and exhibited the value between 0.000-0.124 mg/l, 0.001-0.077 mg/l, 0.007-0.756 mg/l and 0.107-2.656 mg/l, respectively. Sulfide was found between 6.06-68.14 mg/l. There was a significant difference ($p < 0.05$) between plant stands and pore water qualities as well as seasonal variation. These results indicated that plant characteristics were potentially influencing sedimentary properties via the accumulation of organic matter where old stands rather accumulated higher quantity of organic material to sediment underneath than those younger plants.

Keyword: mangrove forest, total organic matter, sediments, water content, nutrient

1. บทนำ

ป่าชายเลน (Mangrove forest) เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ เป็นแหล่งรวมความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งพืชและสัตว์ ระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในป่าชายเลนนั้น เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ที่มีต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม พืชพรรณธรรมชาติชนิดต่าง ๆ เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง จะทำให้เกิดอินทรียวัตถุ (Organic matter) และการเจริญเติบโต กลายเป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศ ใบไม้จากต้นไม้เหล่านี้ก็จะร่วงหล่นลงทับถม

กันใต้น้ำและในดิน นับเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดเป็นแหล่งอาหารของพวกจุลินทรีย์ ซึ่งจะเติบโตกลายเป็นอาหารของสัตว์น้ำเล็ก ๆ ที่จะกลายเป็นอาหารของสัตว์ใหญ่ หมุนเวียนเป็นห่วงโซ่อาหารอยู่ในระบบนิเวศป่าชายเลน อินทรียสารที่เกิดจากการย่อยสลายนี้จะสะสมอยู่ในดินตะกอน จุลินทรีย์และแบคทีเรียที่อยู่ในดิน จะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ที่มีการตกทับถมลงมาให้กลับมาอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชและพืชต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำได้อีกครั้ง ดินในป่าชายเลนเป็นดินตะกอนที่ทับถมกันมีปริมาณ

เกลือสูงและมีปริมาณน้ำมาก เนื้อดินละเอียดและมีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งเกิดจากการพัดพาธาตุอาหารเข้ามาในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง และจากการย่อยสลายเศษใบไม้ในป่าชายเลนเอง โดยป่าชายเลนที่มีพันธุ์ไม้ ขนาด และอายุที่ต่างกัน ก็จะมีปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อยออกจากการร่วงหล่นของใบไม้แตกต่างกัน และธาตุอาหารเหล่านี้จะสะสมอยู่ในดินตะกอน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศของป่าชายเลน

ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นระบบนิเวศป่าชายเลนที่มีความแตกต่างกับป่าชายเลนอื่นที่มีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ แต่พื้นที่นี้มีพันธุ์ไม้เด่นเพียงชนิดเดียว คือ แสมขาว (*Avicennia alba* BL.) ทำให้เราสามารถประเมินได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนที่เกิดจากไม้แสมขาว

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

2.1 เพื่อทราบถึงปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนในแต่ละฤดูกาล และแต่ละแปลงตัวอย่าง ที่มีคุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้แตกต่างกัน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนในแต่ละฤดูกาล และแต่ละแปลงตัวอย่าง ที่มีคุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้แตกต่างกัน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ป่าชายเลนหรือป่าโกงกาง คือ กลุ่มสังคมพืชซึ่งขึ้นอยู่ในเขต น้ำลงต่ำสุดและน้ำขึ้นสูงสุด

บริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าว [7] เป็นเขตน้ำกร่อยที่มีความเค็มประมาณ 10 – 30 ppt [6] อาจกล่าวได้ว่าป่าชายเลนเป็นเสมือนพื้นที่ หรือเขตแนวที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ที่ปกคลุมทะเล ป่าชายเลนของโลกส่วนใหญ่จะพบในบริเวณชายฝั่งทะเลของภูมิภาคเขตร้อน (Tropical region) และชายฝั่งกึ่งเขตร้อน (Subtropical region) [15] พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทยพบว่ามียาหลายชนิด ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ พืชเด่นที่พบได้แก่ ไม้โกงกาง (*Rhizophora*) ไม้แสม (*Avicennia*) ไม้พังคา (*Bruguiera*) ไม้ลำแพน (*Sonneratia*) ไม้ตะบูน (*Xylocarpus*) เป็นต้น [7] ป่าชายเลนในประเทศไทยขึ้นอยู่กระจัดกระจายตลอดชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด ชายฝั่งอ่าวไทยในจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี จนถึงประจวบคีรีขันธ์ และชายฝั่งทะเลภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง สตูล ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี [9]

ดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน การตกตะกอนของสารแขวนลอยในน้ำ การสลายตัวของอินทรียสารที่ทับถมกัน และเกิดจากการกักเซาะชายฝั่งจากแม่น้ำ อนุภาคที่ขนาดใหญ่จนเกินกำลังของน้ำไม่สามารถพัดพาไปได้ก็จะตกตะกอน และทับถม ส่วนอนุภาคขนาดเล็กก็จะมี การจมตัวและไหลมาตามแม่น้ำลำคลอง ลักษณะของตะกอนดินต่าง ๆ ที่มาทับถมในบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนนั้น มีลักษณะแตกต่างกันเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดของตะกอนเป็นสำคัญ เช่น ถ้าเป็นตะกอนจากแม่น้ำลำคลอง อาจจะเป็นดิน โคลน ละเอียด หรือตะกอนมาจากชายฝั่งอาจจะเป็นดินทราย ส่วนมาก

ธาตุอาหารในป่าชายเลนนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ธาตุอาหารประเภทอินทรีย์สาร (organic minerals) และธาตุอาหารประเภทอนินทรีย์สาร (inorganic minerals) ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในป่าชายเลน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ส่วนใหญ่สารอาหารประเภทนี้ในป่าชายเลนมีมากพอ ยกเว้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณค่อนข้างน้อย จึงมักจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชในป่าชายเลน แหล่งที่มาของธาตุอาหารประเภทที่สำคัญอย่างน้อย 5 แหล่งด้วยกันคือ จากน้ำฝน จากน้ำที่ไหลผ่านแผ่นดิน จากดินตะกอน จากน้ำทะเลและจากการผุสลายของอินทรีย์วัตถุในป่าชายเลน ธาตุอาหารประเภทอินทรีย์สาร มีแหล่งที่มาสำคัญของธาตุอาหารประเภทนี้ในป่าชายเลนมีอยู่ 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ แหล่งแรกเป็นแหล่งที่มาจากป่าชายเลนเอง (autochthonous sources) ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช ไดอะตอม แบคทีเรีย สาหร่ายที่เกาะตามต้นไม้ รากไม้ และพืชอื่น ๆ ในป่าชายเลน นอกจากนี้ยังมีซากสัตว์และสิ่งขับถ่ายของสัตว์ต่าง ๆ อีกด้วย ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความอุดมสมบูรณ์อย่างมากในป่าชายเลน ส่วนแหล่งที่สองเป็นแหล่งที่มาจากภายนอกป่าชายเลน (allochthonous sources) ได้แก่ พืชสารแขวนลอยในน้ำที่ไหลมาจากแหล่งน้ำลำธาร ตะกอนดินจากการกัดเซาะชายฝั่งและบนภูเขา ซากพืชและสัตว์ที่อยู่บนฝั่งหรือในทะเล และชิ้นส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เกสรดอกไม้ และใบไม้ที่ลมนพัดพา

งานวิจัยที่เกี่ยวกับดินตะกอนป่าชายเลนในประเทศไทยมีการศึกษาไว้ในหลายพื้นที่ด้วยกัน เช่น ดินตะกอนป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง จะพบปริมาณสารอินทรีย์รวมบริเวณปากคลองเท่ากับ

ร้อยละ 7.44-8.50 และในบริเวณต้นคลองมีปริมาณร้อยละ 5.23-8.53 [5] ในขณะที่ป่าชายเลนในอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนเท่ากับร้อยละ 3.26-4.21 [1] ปริมาณสารอินทรีย์รวมที่ตรวจพบในดินตะกอนอาจมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 1 ในบริเวณพื้นที่ท้องน้ำที่เป็นทรายหรืออาจมีค่าสูงกว่าร้อยละ 10 ในพื้นที่ท้องน้ำที่มีการสะสมของเลนโดยเฉพาะในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์สูง โดยได้มีการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่พบในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 6.61-10.27 และร้อยละ 2.33-10.76 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนบริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่รองรับการถ่ายเทมวลสารที่เกิดจากกิจกรรมทั้งทางธรรมชาติ และกิจกรรมที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งสองฟากฝั่งแม่น้ำ ส่งผลให้ในบริเวณปากแม่น้ำพบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสะสมอยู่ในปริมาณสูงกว่าในบริเวณอื่น ๆ [8]

4. วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

4.1 พื้นที่ศึกษาและแปลงทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้พื้นที่ป่าชายเลนของศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่างโดยวิธีการจำแนกพื้นที่ตามคุณลักษณะพื้นฐานของหมู่ไม้ที่ปรากฏ (Physiognomic characteristics) คือ ขนาดของลำต้นและความหนาแน่นของหมู่ไม้ แต่ละแปลงมีขนาด 50X50 เมตร จำนวน 3 แปลงใหญ่ โดยแต่ละแปลงใหญ่จะแบ่งเป็น 25 แปลงย่อย ขนาด 10X10 เมตร

โดยกำหนดให้แบ่งพืชพรรณที่ปรากฏออกเป็นสามกลุ่ม คือ แปลงตัวอย่าง A เป็นหญ้าไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุด และมีความหนาแน่นน้อยที่สุด แปลงตัวอย่าง B หญ้าไม้โดยส่วนใหญ่มีขนาดกลาง และมีความหนาแน่นของหญ้าไม้มากกว่าในแปลงตัวอย่าง A และแปลงตัวอย่าง C หญ้าไม้โดยส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก และมีความหนาแน่นของหญ้าไม้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบทั้งสามแปลงตัวอย่าง [10]

4.2 การศึกษาคุณภาพน้ำในดินตะกอน (Pore water)

เก็บตัวอย่างน้ำในดินตะกอนโดยใช้อุปกรณ์ประยุกต์เก็บที่ระดับความลึก 5, 10, 20 และ 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวด PE โดยเก็บตัวอย่างทั้ง 3 แปลงใหญ่ โดยแต่ละแปลงใหญ่จะเก็บ 3 แปลงย่อย วิเคราะห์หาปริมาณ ไนโตรเจน-ไนโตรเจน ใช้วิธี Colorimetric Method [12] ไนเตรท-ไนโตรเจน ใช้วิธี Cadmium Reduction [12] ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ใช้วิธี Ascorbic acid Method [12] แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ใช้วิธี Koroleff's Indophenol blue Method [10] และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ใช้วิธี Cline-reagent [13]

4.3 การศึกษาคุณภาพดินตะกอน (Sediments)

เก็บตัวอย่างดินตะกอนโดยใช้ hand corer จากนั้นตัดดินเป็นชั้น ๆ โดยใช้แผ่นตัดดิน (cut plate) จำนวน 10 ชั้น ความสูงชั้นละ 2 เซนติเมตร (0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-12, 12-14, 14-16, 16-18 และ 18-20 เซนติเมตร ตามลำดับ เก็บตัวอย่างดินใส่ลงในถุงพลาสติก ใส่อากาศออกให้หมดก่อนปิดปากถุงพลาสติกให้แน่น แฉะเย็นไว้เพื่อป้องกันการเกิดกระบวนการต่าง ๆ ในดินตะกอน เก็บตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่เดียวกับตัวอย่างน้ำในดินตะกอน

วิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ตะกอน ใช้วิธี Loss on Ignition วิเคราะห์หาปริมาณน้ำในดิน ตะกอน ใช้วิธี Oven drying วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตะกอน ใช้วิธี Microkjeldahl Nitrogen [2] และวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอน ใช้วิธี Colorimetric method [16]

4.4 ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

ดำเนินการเก็บตัวอย่างภาคสนามตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวอย่างดินตะกอนและน้ำในดินตะกอน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาล และในแต่ละแปลงตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Minitab 14

5. ผลการศึกษาวิจัยและวิจารณ์ผล

5.1 คุณภาพของดินตะกอน

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน

ฤดูกาล	ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (ร้อยละ)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	9.41	4.36-13.51	9.55	5.37-12.47	5.60	3.46-7.61
ฤดูฝน	10.52	6.15-14.43	10.1	6.03-14.62	5.99	3.72-7.95
ฤดูหนาว	10.36	7.80-14.08	10.5	7.59-12.13	6.36	3.27-7.66

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 1) พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในฤดู

หนาวจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง A มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง C ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำในดินตะกอน

ฤดูกาล	ปริมาณน้ำในดินตะกอน (ร้อยละ)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	61.00	44.55-67.96	61.21	44.81-72.41	48.27	35.59-58.06
ฤดูฝน	65.71	55.37-74.72	63.94	55.20-72.51	54.41	42.40-62.12
ฤดูหนาว	65.57	58.89-71.61	64.89	59.03-72.86	53.97	44.27-61.21

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำในดินตะกอนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 2) พบว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนในฤดูหนาวจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง A มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณน้ำในดินตะกอนน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตะกอน

ฤดูกาล	ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตะกอน (ร้อยละ)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	0.54	0.25-0.87	0.55	0.33-0.70	0.34	0.14-0.59
ฤดูฝน	0.62	0.33-0.89	0.56	0.22-0.81	0.36	0.17-0.59
ฤดูหนาว	0.58	0.33-0.84	0.58	0.39-0.84	0.41	0.20-0.61

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตะกอนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 3) พบว่าปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตะกอนในฤดูหนาวจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง A มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตะกอนน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอน

ฤดูกาล	ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอน (ร้อยละ)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	0.07	0.05-0.11	0.06	0.04-0.08	0.06	0.03-0.10
ฤดูฝน	0.07	0.04-0.11	0.06	0.05-0.10	0.07	0.03-0.10
ฤดูหนาว	0.07	0.04-0.11	0.07	0.04-0.10	0.07	0.04-0.10

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 4) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอนในฤดูหนาวมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง A มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง C และแปลงตัวอย่าง B มีปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอนน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณฟอสฟอรัสรวม และปริมาณน้ำในดินตะกอนเมื่อพิจารณาตามฤดูกาลพบว่าในฤดูหนาวมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนตามลำดับ เพราะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นปลายฤดูฝน ต้นฤดูหนาว มีปริมาณฝนตกเล็กน้อย แต่

มีการร่วงหล่นของใบไม้สูงที่สุดในรอบปี แต่ในช่วงเดือนเมษายน (ฤดูร้อน) มีปริมาณการร่วงหล่นของใบไม้ในป่าชายเลนต่ำที่สุด [10] จึงทำให้ในฤดูหนาวมีการทับถมของซากพืชและเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์สะสมอยู่ในดินตะกอนสูง ส่งผลให้มีปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูง และในฤดูฝนจะมีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องจากในฤดูฝนมีการพัดพาแร่ธาตุ สารอาหาร และสารอินทรีย์เข้ามาสู่ป่าชายเลน [2]

ปริมาณสารอินทรีย์ ปริมาณไนโตรเจนรวม และปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่เกิดจากผลผลิตของต้นไม้ในป่าชายเลนในแปลงตัวอย่าง A มีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณที่น้อยที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน แสดงให้เห็นว่าขนาดของลำต้นและความหนาแน่นของหมู่ไม้มีผลต่อปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้น โดยต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ถึงแม้ว่าจะมีความหนาแน่นน้อย แต่มีการสะสมสารอินทรีย์ในองค์ประกอบจำพวกใบ กิ่ง ดอก และผลสูงกว่าต้นไม้ที่มีขนาดกลางและขนาดเล็กที่มีความหนาแน่นมากกว่า [10] เมื่อองค์ประกอบเหล่านี้ร่วงลงสู่พื้นป่า ทำให้เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์สะสมอยู่ในดินตะกอนสูงกว่าแปลงตัวอย่างอื่น ปริมาณของสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในดินตะกอน นอกจากจะเกิดจากผลผลิตจากป่าชายเลนเองแล้ว ส่วนหนึ่งก็เกิดจากสภาพแวดล้อมใกล้เคียงด้วย

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสอดคล้องกับปริมาณน้ำในดินตะกอน คือ มีปริมาณสูงที่สุดในฤดูหนาว และน้อยที่สุดในฤดูร้อน โดยภาพรวมปริมาณน้ำในดินตะกอนมีปริมาณสูง คือมีค่ามากกว่าร้อยละ 50 เนื่องมาจากดินตะกอนเป็นดินเลน

ละเอียด และมีปริมาณสารอินทรีย์รวมค่อนข้างสูง ทำให้มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี

5.2 คุณภาพน้ำในดินตะกอน

ตารางที่ 5 ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน

ฤดูกาล	ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน (มก./ล)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	0.023	0.001-0.060	0.024	0.001-0.045	0.006	0.001-0.023
ฤดูฝน	0.017	0.006-0.068	0.013	0.006-0.027	0.014	0.003-0.045
ฤดูหนาว	0.032	0.006-0.073	0.027	0.005-0.077	0.022	0.004-0.051

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 5) พบว่าปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนในฤดูหนาวจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูร้อน และฤดูฝนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง A มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

ฤดูกาล	ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มก./ล)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	0.006	0.000-0.034	0.005	0.000-0.026	0.016	0.000-0.124
ฤดูฝน	0.009	0.000-0.033	0.012	0.000-0.089	0.042	0.000-0.124
ฤดูหนาว	0.002	0.000-0.028	0.005	0.000-0.030	0.002	0.000-0.015

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 6) พบว่าปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนในฤดูฝนจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูร้อน และฤดูหนาวมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง C มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง A มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ฤดูกาล	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มก./ล)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	0.323	0.160-0.577	0.247	0.067-0.455	0.122	0.007-0.291
ฤดูฝน	0.459	0.260-0.652	0.390	0.118-0.667	0.261	0.024-0.633
ฤดูหนาว	0.304	0.091-0.653	0.354	0.064-0.756	0.253	0.136-0.504

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 7) พบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในฤดูฝนจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูหนาว และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง A มีปริมาณแอมโมเนียมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณแอมโมเนียน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 8 ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ฤดูกาล	ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (มก./ล)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	1.788	1.271-2.280	2.002	0.851-2.592	0.858	0.107-1.893
ฤดูฝน	2.216	1.373-2.646	2.312	1.724-2.656	1.126	0.292-2.335
ฤดูหนาว	2.152	1.843-2.349	2.245	1.976-2.429	1.040	0.248-1.834

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสกับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 8) พบว่าปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในฤดูฝนจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูหนาว และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง B มีปริมาณฟอสเฟตสูงที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง A และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณฟอสเฟตน้อยที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 9 ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์

ฤดูกาล	ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ (มก./ล)					
	แปลงตัวอย่าง A		แปลงตัวอย่าง B		แปลงตัวอย่าง C	
	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย	เฉลี่ย	พิสัย
ฤดูร้อน	28.31	13.38-62.40	24.88	6.65-62.40	9.34	6.65-13.93
ฤดูฝน	27.11	7.21-50.79	35.10	14.99-66.37	10.97	6.06-20.95
ฤดูหนาว	40.88	11.49-64.40	44.79	10.07-68.14	13.51	6.41-30.77

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์กับฤดูกาลและแปลงตัวอย่าง (ตารางที่ 9) พบว่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ ในฤดูหนาวจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด โดยที่แปลงตัวอย่าง B มีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์มากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง A และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์น้อยที่สุด ($p < 0.05$)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในดินตะกอนปริมาณธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาคดินตะกอนมีปริมาณไม่แน่นอนตามฤดูกาล โดยปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูหนาว รองลงมาเป็นฤดูร้อน และฤดูฝนมีปริมาณน้อยที่สุด แต่ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูฝน รองลงมาเป็นฤดูร้อน และน้อยที่สุดในฤดูหนาว ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในฤดูฝนสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูหนาว ฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด เช่นเดียวกับปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส แสดงให้เห็นว่าในฤดูฝนมีปริมาณธาตุอาหารในป่าชายเลนสูง เกิดจากหลายปัจจัย เช่น การพัดพาธาตุอาหารของน้ำฝน [4] จากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในระบบ [11] ที่มีการพัดพาธาตุอาหารจากกิจกรรมของมนุษย์ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง โดยในพื้นที่ศึกษานี้แปลงตัวอย่างอยู่ติดกับชุมชนอ่างศิลา ซึ่งมีน้ำเสียจากบ้านเรือนร้านอาหาร ที่มีกรปนเปื้อนของผงซักฟอกและสบู่ จึงส่งผลให้มีปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินตะกอนในปริมาณสูง นอกจากนี้ธาตุอาหารก็เกิดจากการร่วนหล่นและการย่อยสลายของใบไม้ในป่าชายเลนเอง [17] โดยปริมาณการร่วนหล่นของใบไม้จะมีสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน และเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูหนาวและปลายฤดูฝน [10] ทำให้เกิดการสะสมของธาตุอาหารในดินตะกอน ปริมาณ

สารอินทรีย์ที่เกิดการสะสมอยู่ในดินตะกอนในป่าชายเลนแหล่งนี้มีปริมาณสูง แสดงให้เห็นว่าดินตะกอนมีการดูดซับสารอินทรีย์ได้ดี ธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำระหว่างอนุภาคดินตะกอนจึงมีปริมาณสูงตามไปด้วย และแหล่งของไนโตรเจนอีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญ คือจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา โดยในช่วงเดือนสิงหาคม มีปริมาณฝนสูงถึง 5.8 มิลลิเมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลนมีปริมาณสูงมาก โดยมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูหนาว รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด สอดคล้องกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่มีปริมาณสูงที่สุดในฤดูหนาว เช่นเดียวกัน เพราะในสภาพดินของพื้นที่ที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง จะทำให้เกิดการย่อยสลายสูง ดินตะกอนจึงอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยที่ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์มีปริมาณสูงที่สุดในแปลงตัวอย่าง B รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง A และแปลงตัวอย่าง C มีปริมาณน้อยที่สุด เนื่องมาจากว่าในแปลงตัวอย่าง A และแปลงตัวอย่าง B นี้มีปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดจากการร่วนหล่นและผุสลายของซากพืชสะสมอยู่ในดินตะกอนในแปลงสูง ทำให้ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงตัวอย่าง C ซึ่งเป็นแปลงตัวอย่างที่มีไม้รุ่มมากที่สุด กำลังเจริญเติบโต จึงมีการดูดกลับของสารอินทรีย์เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตสูงกว่าในแปลงตัวอย่างอื่น [10] ทำให้การสะสมของปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่สะสมในดินตะกอนจึงน้อยกว่าในแปลงตัวอย่างอื่น

6. สรุปผลการศึกษาวิจัย

6.1 ปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนมีปริมาณสูงในฤดูหนาว เนื่องจากในช่วงเวลานั้นมีปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชในป่าชายเลนสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาลอื่น ทำให้ซากพืชเกิดการย่อยสลาย สารอินทรีย์จึงสะสมอยู่ในดินตะกอนสูงที่สุด

6.2 ปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนมีปริมาณสูงที่สุดในแปลงตัวอย่าง A ซึ่งเป็นแปลงตัวอย่างที่มีขนาดของลำต้นเฉลี่ยใหญ่ที่สุด แต่มีความหนาแน่นของหมู่ม้วนน้อยที่สุด รองลงมาเป็นแปลงตัวอย่าง B ซึ่งเป็นแปลงที่มีไม้ขนาดกลางและความหนาแน่นของหมู่ม้วนปานกลาง และมีปริมาณน้อยที่สุดในแปลงตัวอย่าง C ซึ่งเป็นแปลงตัวอย่างที่มีความหนาแน่นของหมู่ม้วนสูงที่สุด มีขนาดของลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด แสดงว่าไม้เสมชวที่มีอายุมากสามารถที่จะสะสมสารอินทรีย์ได้มากกว่าไม้เสมชวที่มีอายุน้อย

6.3 ปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนมีการสะสมมากในแปลงตัวอย่างที่มีปริมาณสารอินทรีย์สะสมในองค์ประกอบของซากพืชสูง คือ แปลงตัวอย่าง A เมื่อซากพืชเหล่านี้ร่วงลงสู่พื้นป่า ปริมาณสารอินทรีย์ในองค์ประกอบเหล่านี้จะสะสมอยู่ในดินตะกอน แต่ในแปลงตัวอย่าง C แม้ว่าจะมีการร่วงหล่นสูงที่สุด แต่สารอินทรีย์ในซากพืชน้อยที่สุด และเมื่อร่วงหล่นก็จะมีการดูดกลับของสารอินทรีย์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตสูงกว่าแปลงตัวอย่างอื่น เนื่องจากแปลงตัวอย่างนี้มีปริมาณไม้รุ่นที่กำลังเจริญเติบโตสูงที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 เนื่องจากในช่วงที่ทำการศึกษาในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จ.ชลบุรี มีการตายของต้นไม้สูงมาก ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่อาจมีส่วนเกี่ยวกับการตายของต้นไม้ เช่น น้ำเสียที่เกิดจากชุมชนรอบข้าง ผลจากการก่อสร้างบ้านจัดสรร หรือจากการเลี้ยงหอยแครงในบริเวณใกล้กับป่าชายเลน และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เพื่อจะได้นำไปเป็นแนวทางในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชายเลนต่อไป

7.2 ควรมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดินตะกอน คุณภาพน้ำในดินตะกอน และสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลนต่อไป เพื่อการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และธาตุอาหารที่เกิดขึ้นในแต่ละปี รวมทั้งศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศป่าชายเลน

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ไตรเทพ วิษย์โกวิทเทน รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระยุทธ ภูเพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ กิรติประยูร คุณอลงกต อินทรชาติ และอาจารย์จิระวัฒน์ รุ่งเลิศระกูลชัย ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ คำอบรมสั่งสอน ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งคุณธนพงษ์ รัตนวุฒินันท์ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านที่สถานีวิจัยประมงศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่คอยอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กนกพร บุญส่ง และ โชคชัย ชะชูศรี, สมบัติของดินและน้ำในดินบริเวณป่าชายเลนปลูกบนพื้นที่นาุ้งร้าง อำเภอนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ, 2547.
- [2] กวิตา ชนานันทยศ, ความเค็มของน้ำและอินทรีย์วัตถุในดินตะกอนที่มีผลกระทบต่อ การกระจายตัวของหอยแครง (*Scapharca inaequalvis*) ที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2546.
- [3] กรมพัฒนาที่ดิน, สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และ การวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า, กรุงเทพฯ, 2547.
- [4] ชลาทิพย์ จันทรชมภู, การศึกษาคุณภาพน้ำและดินตะกอนเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์และมลภาวะของแหล่งน้ำ ในแม่น้ำบางปะกง เขตอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.
- [5] ชัชชา รัมมะศักดิ์, สิรินทรเทพ เต้าประยูร, และ Valdimir Bashkin, สมบัติทางเคมีของตะกอนป่าชายเลนที่สัมพันธ์กับการแปรเปลี่ยนของกำมะถัน, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, 2545.
- [6] วีระยุทธ ภู่อึ้ง, สิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาทะเล น้ำกร่อย และชายฝั่งทะเล, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 2545.
- [7] นพรัตน์ บำรุงรักษ์, การปลูกป่าชายเลน, สำนักพิมพ์โอเคียนสตอร์, กรุงเทพฯ, 2535.
- [8] ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, ระบบนิเวศน้ำกร่อยแม่น้ำบางปะกง, กรมทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง, 2548.
- [9] สนิท อักษรแก้ว, สนใจ หะวานนท์, และ ชาตรี มากนวล, คู่มือการปลูกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน, โครงการวิจัยป่าชายเลน ITTO/JAM/Thai NATMANCOM Development and Dissemination of Re-Afforestation Techniques of Mangrove Forests, ม.ป.ป.
- [10] สุพรรณษา เครือจันทร์, ปริมาณและคุณภาพของสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในสังคมพืชป่าชายเลนที่มีแสมเป็นพันธุ์ไม้เด่น, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2552.
- [11] Akamatsu, Y., Ikeda, S., & Toda, Y., Transport of Nutrients and Organic Matter in a Mangrove Swamp, *Estuarine Coastal and Shelf Science* Vol. 82; pp.233-242, 2009.
- [12] American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington DC, 1975.
- [13] Cline, J.D., Spectrophotometric Determination of Hydrogen Sulfide in Natural Water, *Limnol Oceanogr* Vol. 14; pp. 454-458, 1969.
- [14] Grasshoff, K., Methods for Seawater Analysis, Verlag Chemie, New York, 1976.

- [15] Lalli, C.M., & Parsons, R.T., Biological Oceanography: an Introduction, Oxford University, New York, 1993.
- [16] Ryan, J., George, E., and Rashid, A., Soil and Plant Analysis Laboratory Manual, 2nd ed., International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 2001.
- [17] Tam, N.F.Y., & Wong, Y.S., Variations of Soil Nutrient and Organic Matter Content in a Subtropical Mangrove Ecosystem, Water Air and Soil Pollution, Vol. 103, pp. 245-261, 1998.