

## การเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนคลองโคกลน จังหวัดสมุทรสงคราม

### Carbon Sequestration of the Klongklon Mangrove Forests at Samut Songkhram Province

นิตรา ต่อมคำ<sup>1\*</sup> กนกพร สว่างแจ้ง<sup>2</sup> และ กมลชนก พานิชการ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาโทภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

<sup>1</sup>E-mail: nitty\_ho@hotmail.com

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

<sup>2</sup>E-mail: knokporn@su.ac.th

<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

<sup>3</sup>E-mail: kamolcha@su.ac.th

#### บทคัดย่อ

การศึกษาการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนคลองโคกลน จังหวัดสมุทรสงคราม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืชของป่าชายเลนคลองโคกลน และเพื่อศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในพืชและดินของป่าชายเลนคลองโคกลน ตำบลคลองโคกลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยวิเคราะห์การเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนในใบพืชสด และดินชายเลนที่หมักกับใบพืช ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะสังคมพืชป่าชายเลนคลองโคกลนพบพืชป่าชายเลน มีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ แสมขาว โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ตะบูนขาว ลำพู และจาก และการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน พบว่า แสมขาว เป็นพืชที่มีการเก็บกักคาร์บอนได้ดีที่สุด เท่ากับ 101.53 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมา คือ โกงกางใบเล็ก เท่ากับ 94.84 ตันต่อเฮกแตร์ ตะบูนขาว เท่ากับ 91.29 ตันต่อเฮกแตร์ ลำพู เท่ากับ 87.45 ตันต่อเฮกแตร์ และ โกงกางใบใหญ่ เท่ากับ 85.39 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนคลองโคกลน เพื่อดำเนินกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมและเพื่อใช้เป็นพื้นที่ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางชีวภาพพร้อมกับการดำเนินชีวิตของชุมชนอย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** การเก็บกักคาร์บอน ป่าชายเลนคลองโคกลน

#### Abstract

The aim of this study of carbon retention of Khlong Khon mangrove forests of Samut Songkhram province was study of plant social characteristics of Khlong Khon mangrove forests. In addition, to study the storage of carbon in plants and soil of Khlong Khon mangrove forests in Khlong Khon sub-district, Mueang district, Samut Songkhram province. The study used carbon sequestration analysis of Khlong Khon mangrove forests in fresh plant leaves and the wetland soil that was fermented with plant leaves. The result of this study shows 5 species of plants such as white mangroves, small mangroves, large mangroves, white lobes and Lamphu. white mangroves is the most storage of carbon dioxide for 101.53 tons per hectare, followed by a small mangrove for 94.84 tons per hectare and white tamarind equal to 91.29 tons per hectare, Lamphu equal to 87.45 tons per ha and the last one is mangrove Large leaves equal to 85.39 tons per ha. The

\* Corresponding author, e-mail: nitty\_ho@hotmail.com

data in this study useful for collecting and managing of the usability mud canal in Klongklon Mangrove Forests. And for preserve the environment of the Klongklon Mangrove Forests with sustainable community living.

**Keywords:** Carbon sequestration Klong klon mangrove forests

## 1. ที่มาและความสำคัญ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีเอกลักษณ์และมีความสำคัญในฐานะผู้ให้ในระบบนิเวศ โดยในบริเวณป่าชายเลนจะประกอบด้วยพันธุ์ไม้เขียวตลอดทั้งปีและพันธุ์สัตว์หลากหลายชนิด จึงจัดเป็นป่าที่มีศักยภาพในเชิงเศรษฐกิจที่เอื้อประโยชน์นานัปการให้กับมนุษย์ (เสาวลักษณ์, 2552) ซึ่งนอกจากเป็นแหล่งอาหารและระบบนิเวศแล้ว ยังเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญ (ภานุ, 2558) การเก็บกักหรือดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยต้นไม้จะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสร้างอาหารเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพ (biomass) และเก็บกักคาร์บอนไว้ในส่วนของลำต้น ราก กิ่ง และใบให้อยู่ในรูปชีวมวล (สำนักนวัตกรรมไม้เศรษฐกิจ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2554) โดยไม้ในป่าชายเลนมีอัตราการสังเคราะห์แสงและมีปริมาณชีวมวลต่อพื้นที่สูงสามารถช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ด้วยการดูดซับเข้าทางใบแล้วสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก ใบ และลำต้น ไม้ในป่าชายเลนเป็นไม้ที่มีรากสลับซับซ้อนมากกว่าป่าประเภทอื่น ๆ จึงยังเก็บกักคาร์บอนได้มากขึ้น (Daniel, 2011 และสำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) จึงช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและลดภาวะโลกร้อนได้ (global warming)

สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมายังผิวโลกไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปจากโรคได้ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) แนวทางในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนที่สำคัญแบ่งออกเป็นสองแนวทาง ได้แก่ การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเพิ่มศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญโดยการเพิ่มพื้นที่ป่า เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ป่าจึงเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญโดยเฉพาะป่าชายเลนซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีผลผลิตชีวมวลสูง ทั้งนี้ความสามารถในการดูดซับหรือการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ป่าขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้แต่ละชนิด (วิจารณ์, 2553 และอาณู และทิพย์ทิวา, 2556)

ป่าชายเลนคลองโค่น ตำบลคลองโค่น อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นป่าชายเลนที่สำคัญของอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตอนบน มีพื้นที่ครอบคลุมทั้งหมด 3, 246.77 ไร่ (รสริน และคณะ, 2561) ปัจจุบันยังคงความหลากหลายทางธรรมชาติและเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลนและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของประเทศ ซึ่งพบว่า บริเวณป่าชายเลนคลองโค่นมีพรรณไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ โดยมีต้นแสมขาว เป็นไม้ที่โดดเด่นในพื้นที่ และมีต้นโกงกางใบเล็ก ต้นโกงกางใบใหญ่ ต้นตะบูนขาว และต้นลำพู เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืชของป่าชายเลนคลองโค่น และเพื่อศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในพืชและดินของป่าชายเลนคลองโค่น ตำบลคลองโค่น อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ในการนำไปจัดการดูแลรักษาประโยชน์ป่าชายเลนของชุมชนคลองโค่น และเผยแพร่ให้กับคนในชุมชนและผู้สนใจให้เกิดความห่วงหาพันทรัพยากรชีวภาพของชุมชน อันจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และจัดการในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพของป่าชายเลนคลองโค่นอย่างยั่งยืนต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืชของป่าชายเลนคลองโคโคน้ำ ตำบลคลองโคโคน้ำ อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรสงคราม
2. เพื่อศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในพืชและดินของป่าชายเลนคลองโคโคน้ำ ตำบลคลองโคโคน้ำ อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรสงคราม

## 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 ป่าชายเลน (Mangrove Forest)

ป่าชายเลน (Mangrove forest หรือ Intertidal forest) และมีอีกชื่อหนึ่งว่า ป่าโกงกาง เนื่องจากเป็นชื่อตามพันธุ์ไม้ที่สำคัญและพบเป็นจำนวนมาก ทั้งเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำและพืชน้ำ รวมถึงเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนขนาดใหญ่ โดยป่าชายเลนเป็นกลุ่มของพืชที่อาศัยอยู่ในเขตศูนย์สูตร (Daniel, 2002) ระหว่างละติจูดที่ 31° เหนือ กับ 39° ใต้ (Spalding, 1997) เป็นป่าไม้แบบไม่ผลัดใบโดยมีลักษณะเป็นป่าที่มีเรือนยอดที่เขียวชอุ่มตลอดทั้งปี เนื่องมาจากปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความชื้นในบรรยากาศ ได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิอากาศและปัจจัยด้านความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง ป่าชายเลนมักขึ้นอยู่ตามบริเวณแนวชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ และเกาะ ที่มีดินโคลนและน้ำทะเลท่วมถึง มีกระแสน้ำขึ้นน้ำลง น้ำมีลักษณะเป็นน้ำกร่อย ป่าชายเลนเป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างระบบนิเวศบนบกกับทะเล ตั้งอยู่บริเวณในเขตร้อน (Tropical) และเขตกึ่งร้อน (Subtropical) ของโลก ทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ประกอบด้วยสังคมพืชและสัตว์หลากหลายชนิด สังคมพืชประกอบด้วยไม้ต้นและไม้พุ่มเจริญเติบโตในพื้นที่ระหว่างระดับน้ำทะเลปานกลางและระดับน้ำทะเลท่วมถึงสูงสุด ป่าชายเลนจึงเป็นสังคมพืชที่อยู่ในสภาวะที่มีน้ำขึ้นน้ำลง พันธุ์ไม้ป่าชายเลนเจริญเติบโตได้ตามชายฝั่งทะเลที่มีน้ำเค็มจนถึงน้ำกร่อยท่วมถึงและมีการปรับตัวทางโครงสร้างและลักษณะทางสรีรวิทยาให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม แสดงให้เห็นว่าป่าชายเลนเป็นสังคมพืชที่มีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากป่าบกชนิดอื่น (เสาวลักษณ์, 2552 และ ภาณุ และคณะ, 2558)

### 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า วิจารณ์ มีผล (2553) ศึกษาการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง พบว่า สังคมพืชป่าชายเลนประกอบด้วยพันธุ์ไม้จำนวน 17 ชนิด มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ ได้แก่ ไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และกล้าไม้ เฉลี่ย 1,905, 1,105 และ 22,762 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยไม้ใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เฉลี่ย 10.13 เซนติเมตร และ 12.05 เมตร ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายตาม Shannon-Wiener's index เฉลี่ย 0.7105 มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 119.76 ต้นต่อเฮกตาร์ ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนเท่ากับ 57.85 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 47.72 ของน้ำหนักแห้งประเมินการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง ได้เท่ากับ 398,971 ตันคาร์บอน หรือ 1.46 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ และภาณุ และคณะ (2558) ศึกษาการประเมินการสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลนด้วยข้อมูลดาวเทียม WORLDVIEW-2 ในพื้นที่อำเภอมะนัง จังหวัดชลบุรี พบว่า ความถูกต้องของการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ แสมขาว และแสมทะเล จากข้อมูลดาวเทียมเปรียบเทียบกับข้อมูลสำรวจภาคสนามเท่ากับร้อยละ 86.2 โดยมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 44.14 ต้นต่อเฮกตาร์ และการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นที่ดินเฉลี่ย 21.05 ตัน คาร์บอนต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้ รสริน และคณะ (2561) ศึกษาสภาพป่าและการเก็บกักคาร์บอนในดินบริเวณป่าชายเลนคลองโคโคน้ำ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า สามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 3 พื้นที่ คือ ป่าชายเลนธรรมชาติ ป่าปลูกทดแทน พ.ศ. 2535 - 2547 และป่าปลูกทดแทน พ.ศ. 2547 ถึงปัจจุบัน แต่เมื่อประเมินปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในดินของป่าชายเลนทั้ง 3 พื้นที่ ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเก็บกักคาร์บอนในดินทั้งในเชิงพื้นที่ฤดูกาล และระดับความลึกที่ต่างกันทางสถิติที่

ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่พบว่า ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในดินชั้นบนของป่าชายเลนทั้งสามพื้นที่ในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย  $5.58 + 0.42$ ,  $6.22 + 0.53$  และ  $5.1 + 0.50$  ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $6.02 : 0.44$ ,  $6.27 + 0.54$  และ  $5.60 : 0.38$  ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ สำหรับในดินชั้นล่างพบปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในดินในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย  $7.40 + 0.75$ ,  $6.875 + 0.42$  และ  $5.76 : 0.55$  ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ และในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $5.25 + 0.25$ ,  $6.01 \times 0.41$  และ  $5.14 + 0.28$  ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ

#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

##### 4.1 การศึกษาลักษณะสังคมพืชป่าชายเลน

1.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงพรรณนาเพื่อวางแผนการศึกษาในภาคสนาม สำรวจพื้นที่ในภาคสนามโดยใช้การสังเกต (field observation) แล้วจัดบันทึกสภาพของพื้นที่สังคมพืช

1.2 ทำการวางแผนสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาสังคมพืชป่าชายเลน โดยทำการวางแนว (transect line) โดยวิธี Systematic sampling ให้ขนานกับชายฝั่ง แล้ววางแผนขนาด  $10 \times 10$  ตารางเมตร ทำการวางแผนย่อยขนาด  $5 \times 5$  ตารางเมตร จำนวน 1 แปลง และทำการวางแผนย่อยขนาด  $2 \times 2$  ตารางเมตร จำนวน 1 แปลง ในการวางแผนนั้นทำการกำหนดเส้นแนวออกเป็นเขตพื้นที่ป่าชายเลนอนุรักษ์ จำนวน 10 แปลง และเขตพื้นที่ป่าชายเลนใกล้เขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 10 แปลง โดยกระจายให้ทั่วทั้งป่าครอบคลุมสังคมพืชประเภทต่าง ๆ ที่พบ โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการสำรวจพื้นที่ในภาคสนาม รวมทั้งสิ้น 20 แปลง เพื่อเก็บข้อมูลชนิดและพันธุ์ไม้ในพื้นที่ป่าชายเลน

##### 4.2 การศึกษาการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน

ทำการศึกษาการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ใบพืช และดินชายเลนที่หมักกับใบพืช

**4.2.1 การเก็บตัวอย่างใบพืชสด :** ทำการเก็บตัวอย่างใบพืชสดแบบสุ่ม โดยเก็บตัวอย่างใบพืชสดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาแบบกระจายทั่วถึงทั้งพื้นที่ศึกษา (Simple random sampling) และครอบคลุมพืชประเภทต่าง ๆ ที่พบ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมขาว ลำพู และตะบูนขาว (ชนิดละ 1 ตัน) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของพันธุ์ไม้ชนิดนั้น ๆ โดยเลือกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดกลาง โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการสำรวจพื้นที่ในภาคสนาม ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง (มิถุนายน พ.ศ. 2560 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561) จำแนกใบพืชสดเป็นแต่ละประเภทเก็บตัวอย่างใบพืชสดใส่ถุงพลาสติก ระบุชื่อตัวอย่างให้ชัดเจน เก็บรักษาไว้ในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำ

**4.2.2 การเก็บตัวอย่างดิน :** เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่ม โดยเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่เดียวกันที่พบพันธุ์ไม้จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมขาว ลำพู และตะบูนขาว ให้กระจายทั่วถึงทั้งพื้นที่ศึกษา (Simple random sampling) ทำการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้สว่านเจาะดิน ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ทำการขุดดินในแปลงตัวอย่าง ในพื้นที่ที่มีขนาด  $40 \times 40$  เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก ระบุชื่อตัวอย่างให้ชัดเจน เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

##### 4.3 การเตรียมตัวอย่างในการหมักดินชายเลนกับใบพืช

นำตัวอย่างดินชายเลนหมักกับใบพืช โดยนำตัวอย่างใบพืชสดแต่ละประเภท ซึ่งน้ำหนักในอัตราส่วนใบพืชที่มีการทับถมที่มากที่สุดของป่าชายเลนปากแม่น้ำ อัตราส่วนการทับถมของซากพืช เท่ากับ 497 กิโลกรัมต่อไร่ (สนิท, 2542) ตัดใบพืชเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำมาผสมกับตัวอย่างดินในอัตราส่วนระหว่างดินต่อพืชที่คำนวณได้รักษาระดับน้ำให้อยู่เหนือดินเล็กน้อย ด้วยน้ำกลั่นอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทดลอง ในเดือนที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี

#### 4.4 การประเมินปริมาณการเก็บกักคาร์บอน

**4.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในใบพืชสด:** นำตัวอย่างใบพืชสดทั้ง 5 ชนิด ไปวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน โดยวิธีของ Buchmann (2000) นำตัวอย่างใบพืชสดซึ่งน้ำหนักและบ้นที่กผล เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ชั่งน้ำหนักใบพืชและบ้นที่กผล นำใบพืชอบที่อุณหภูมิ 105° เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักและบ้นที่กผล เเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 400° ชั่งน้ำหนักและบ้นที่กผล และคำนวณจากสมการ

$$\%LOI = \frac{\text{Weight}_{105} - \text{Weight}_{400}}{\text{Weight}_{105}} \times 100$$

เมื่อ %LOI = ร้อยละของการสูญเสียปริมาณสารอินทรีย์  $\text{Weight}_{105}$  = น้ำหนักหลังอบที่อุณหภูมิ 105° และ  $\text{Weight}_{400}$  = น้ำหนักหลังเผาที่อุณหภูมิ 400°

**การประเมินการเก็บกักคาร์บอนในใบพืชสด** หาปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในใบพืช (%C) โดยวิธีของ Kauffman and Donato (2012) โดยการใช้สมการ ดังนี้

$$\text{ร้อยละของคาร์บอน (\%C)} = 0.415 \times \%LOI + 2.89$$

โดย %LOI = ร้อยละของการสูญเสียปริมาณสารอินทรีย์

**4.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่หมักกับใบพืช:** โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density: BD) ด้วยวิธีอบแห้ง แล้วคำนวณจากสูตร

$$BD = \frac{W1 - W2}{V}$$

เมื่อ BD = ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมดินแห้ง/ลูกบาศก์เซนติเมตร) W1 = น้ำหนักของกระบอกเก็บดิน และน้ำหนักแห้งของดิน (กรัม) W2 = น้ำหนักของกระบอกเก็บดิน (กรัม) V = ปริมาตรของกระบอกเก็บดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (organic carbon: OC) ตามวิธี Walkley and Black Titration (1934) แล้วคำนวณตามสมการ

$$OC = \frac{10 \times (B - S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$$

เมื่อ OC = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (%) B = ปริมาณของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate, FAS) ที่ใช้ในการไทเทรต Blank (มิลลิลิตร) S = ปริมาณของ FAS ที่ใช้ในการไทเทรต ตัวอย่าง (มิลลิลิตร) W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างดิน (กรัม) N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต (KCr40-) (normality, N)

**การประเมินปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในดินที่หมักด้วยใบพืช:** หาปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดิน (Soil carbon sequestration: SCS) ต่อหน่วยพื้นที่ โดยในงานวิจัยนี้ประเมินจากปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินตามสมการ (ตัดแปลงจาก วรรณชัย และภูวดล, 2559: สมบูรณ์ และปิยะกาญจน์, 2558)

$$SCS = \frac{OC \times BD \times D}{10}$$

เมื่อ SCS = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดิน (ตันเฮกแตร์) OC = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (%) BD = ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมดินแห้ง/ลูกบาศก์เซนติเมตร) D = ความลึกของดิน (เซนติเมตร)

**4.4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ:** โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่า ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 5. ผลและวิจารณ์

### 5.1 ลักษณะสังคมพืชของป่าชายเลนคลองโคโคน่า ตำบลคลองโคโคน่า อำเภอมือ จังหวัดสมุทรสงคราม

จากการศึกษาสังคมพืชป่าชายเลนคลองโคโคน่า พบว่า บริเวณพื้นที่ป่าชายเลนเขตอนุรักรักษ์ พบพืชป่าชายเลน จำนวน 2 วงศ์ 2 สกุล 3 ชนิด ได้แก่ วงศ์ AVICENNIACEAE จำนวน 1 สกุล 1 ชนิด คือ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume.) วงศ์ RHIZOPHORACEAE จำนวน 1 สกุล 2 ชนิด คือ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume.) และ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) บริเวณพื้นที่ป่าชายเลนใกล้เขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบพืชป่าชายเลน จำนวน 4 วงศ์ 4 สกุล 5 ชนิด ได้แก่ วงศ์ AVICENNIACEAE จำนวน 1 สกุล 1 ชนิด คือ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume.) วงศ์ RHIZOPHORACEAE จำนวน 1 สกุล 2 ชนิด คือ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume.) และ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) วงศ์ MELIACEAE จำนวน 1 สกุล 1 ชนิด คือ ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig.) และวงศ์ ARECACEAE จำนวน 1 สกุล 1 ชนิด คือ จาก (*Nypa fruticans* Wurm.)

ผลการศึกษาดังกล่าวในป่าชายเลนในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สนิท (2541) พบว่า ป่าชายเลนในแต่ละพื้นที่ จะมีพันธุ์ไม้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่และปัจจัยแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วพันธุ์ไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิดมักขึ้นเป็น แถบหรือโซนอย่างชัดเจน สำหรับพื้นที่ศึกษา พบว่า พันธุ์ไม้ต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายเป็นแนวเขตและผล การศึกษายังเป็นไปในทิศทางเดียวกันของ วิจารณ์ (2553) สังคมพืชป่าชายเลนส่วนใหญ่ประกอบด้วยพืชที่สำคัญ ได้แก่ แสมขาว โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ตะบูนขาว นอกจากนี้ยังสามารถพบพืชชนิดอื่น ๆ เช่น ลำพู แสมดำ แสมทะเล เล็บมือนาง เป็นต้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ รสริน (2561) พบว่า พันธุ์ไม้เด่นในป่าชายเลนคลองโคโคน่า คือ แสมขาวและ โกงกางใบเล็ก

### 5.2 การเก็บกักคาร์บอนในพืชและดินของป่าชายเลนคลองโคโคน่า ตำบลคลองโคโคน่า อำเภอมือ จังหวัดสมุทรสงคราม

#### 5.2.1 การเก็บกักคาร์บอนในใบพืชป่าชายเลน

การเก็บกักคาร์บอนในใบพืชป่าชายเลน โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเผาจะได้ค่าปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการเผา แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนสะสม ทำการเก็บตัวอย่างใบพืชในเดือนมิถุนายน 2560 และเดือนกุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมขาว ลำพู และตะบูนขาว ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในใบพืชป่าชายเลน

| ชนิดพืช      | ปริมาณการเก็บกักคาร์บอน (ร้อยละ) |                 |           |
|--------------|----------------------------------|-----------------|-----------|
|              | มิถุนายน 2560                    | กุมภาพันธ์ 2561 | เฉลี่ยรวม |
| โกงกางใบใหญ่ | 39.09                            | 39.63           | 39.36     |
| โกงกางใบเล็ก | 39.26                            | 36.07           | 37.67     |
| แสมขาว       | 39.08                            | 36.32           | 37.70     |
| ลำพู         | 40.51                            | 40.52           | 40.52     |
| ตะบูนขาว     | 36.58                            | 37.75           | 37.17     |

จากตารางที่ 1 เมื่อประเมินการเก็บกักคาร์บอนในใบพืชป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิด ในเดือนมิถุนายน 2560 ผลการวิจัย พบว่า ลำพู มีปริมาณคาร์บอนสะสมในใบสูงสุด เท่ากับร้อยละ 40.51 น้ำหนักแห้ง รองลงมา คือ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบ ใหญ่ และแสมขาว มีปริมาณคาร์บอนสะสม เท่ากับร้อยละ 39.26 ร้อยละ 39.09 และ ร้อยละ 39.08 น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณคาร์บอนสะสมน้อยที่สุดคือ ตะบูนขาว เท่ากับร้อยละ 36.58 น้ำหนักแห้ง ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ลำพู มีปริมาณคาร์บอนสะสมสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 40.52 น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ โกงกางใบใหญ่ ตะบูนขาว และแสมขาว เท่ากับร้อยละ 39.63 ร้อยละ 37.75 และร้อยละ 36.32 น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนปริมาณคาร์บอนสะสมน้อยที่สุด คือ โกงกางใบเล็ก เท่ากับร้อยละ 36.07 น้ำหนักแห้ง

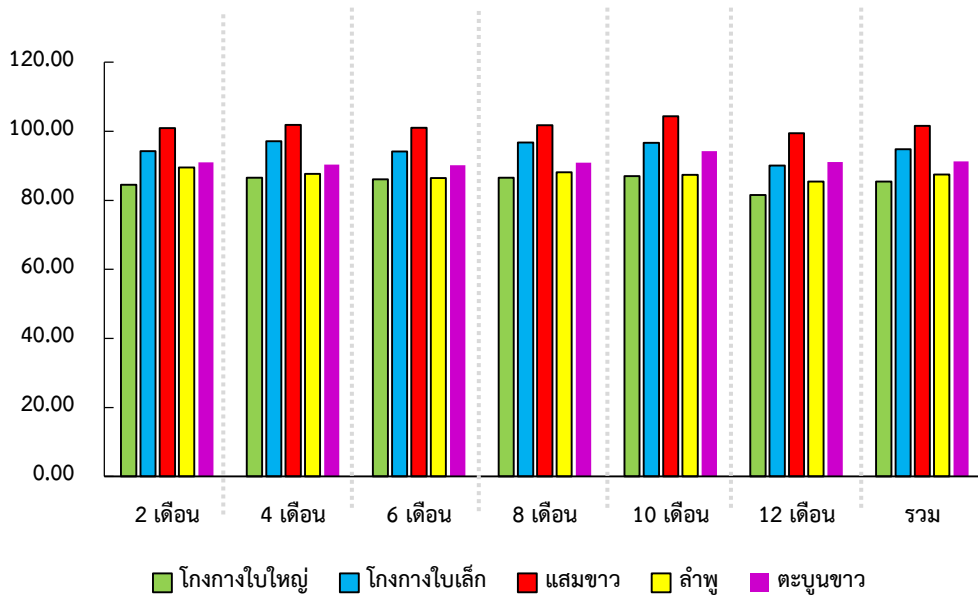
เมื่อพิจารณาค่าร้อยละเฉลี่ยรวมของการศึกษาในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า พันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีปริมาณการเก็บกักคาร์บอนใกล้เคียงกัน เมื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ใบพืชของลำพู ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนเก็บกัก เท่ากับร้อยละ 40.52 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kauffman et al., (2011) ได้ทำการศึกษาร้อยละปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการเผาในดินป่าชายเลน พบว่า ปริมาณคาร์บอนสะสมอยู่ในช่วงประมาณ ร้อยละ 40 และจากการศึกษาของ Danpradit (2012) วิเคราะห์คาร์บอนสะสมในส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยวิธีการเผา พบว่า ลำพู มีคาร์บอนสะสมในใบ มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 45.07 น้ำหนักแห้ง การสะสมคาร์บอนในพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน และบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ลำต้น ราก กิ่งและใบ จะมีปริมาณคาร์บอนสะสมแตกต่างกัน (Sriladda and Puangchit, 2009) แต่ไม่ไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ วิจารย์ (2553) วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนสะสมบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพืชชายเลนโดยวิธีการเผา พบว่า ลำแพน มีปริมาณคาร์บอนสะสมในใบ เท่ากับ ร้อยละ 46.02 น้ำหนักแห้ง ทั้งนี้การเก็บกักคาร์บอนในพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนมีปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของพืชชนิดนั้น ๆ และปัจจัยสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นย่อมมีความเป็นไปได้ว่า ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนของพืชแต่ละชนิดแต่ละพื้นที่ย่อมมีความแตกต่างกัน

### 5.2.2 การเก็บกักคาร์บอนในดินที่หมักด้วยใบพืช

การเก็บกักคาร์บอนในดินที่หมักด้วยใบพืชคำนวณจากวิธีการคำนวณหาอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดิน การศึกษาการเก็บกักคาร์บอนของใบพืชที่หมักกับดินชายเลน โดยพืชที่ทำการศึกษามี 5 ประเภท ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมขาว ลำพู และตะบูนขาว ทำการวิเคราะห์ทุก 2 เดือน - 12 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเก็บกักคาร์บอนของดินชายเลนที่หมักกับใบพืชแต่ละชนิด

| ประเภทพืช    | การเก็บกักคาร์บอน (ต้นต่อเฮกแตร์) ในระยะเวลาต่าง ๆ (เดือน) |        |        |        |        |        | ร้อยละรวม |
|--------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
|              | 2  | 4      | 6      | 8      | 10     | 12     |           |
| โกงกางใบใหญ่ | 84.55  | 86.59  | 86.09  | 86.59  | 87.04  | 81.50  | 85.39     |
| โกงกางใบเล็ก | 94.21  | 97.12  | 94.16  | 96.78  | 96.65  | 90.09  | 94.84     |
| แสมขาว       | 100.88   | 101.88 | 100.97 | 101.73 | 104.33 | 99.39  | 101.53    |
| ลำพู         | 89.55  | 87.63  | 86.48  | 88.15  | 87.42  | 85.47  | 87.45     |
| ตะบูนขาว     | 91.00  | 90.33  | 90.17  | 90.89  | 94.21  | 91.111 | 91.29     |



รูปที่ 1 การเก็บกักคาร์บอนของดินชายเลนที่หมักกับใบพืชแต่ละชนิด

จากตารางที่ 2 และรูปที่ 1 ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในดินที่หมักด้วยใบพืช ทั้ง 5 ประเภท ในระยะเวลาทุก ๆ 2 เดือน-12 เดือน พบว่า พืชแต่ละชนิดมีการเก็บกักคาร์บอนอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ต้นไม้ที่มีปริมาณการเก็บกักคาร์บอนสูงสุดคือ แสมขาว เท่ากับ 101.53 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมา คือ โกงกางใบเล็ก เท่ากับ 94.84 ตันต่อเฮกแตร์ ตะบูนขาว เท่ากับ 91.29 ตันต่อเฮกแตร์ ลำพู เท่ากับ 87.45 ตันต่อเฮกแตร์ และ โกงกางใบใหญ่ เท่ากับ 85.39 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Danie (2011) ได้ศึกษาป่าชายเลน 25 แห่ง ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก พบว่า ป่าชายเลนคือป่าไม้ที่สามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนได้ดีที่สุดในโลก โดยคาร์บอนส่วนใหญ่จะถูกเก็บกักไว้ใต้ดิน และสอดคล้องกับการศึกษาของรสริน (2561) ศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในดินบริเวณป่าชายเลนคลองโคกนจิ่งหวัดสมุทรสงคราม พบว่า มีแสมขาวสามารถเก็บกักปริมาณคาร์บอนได้สูงสุด และไม่รองในการเก็บกักคาร์บอนคือไม้โกงกางเช่นกัน จากผลการศึกษาในครั้งนี้เห็นได้ว่า พืชทั้ง 5 ชนิด มีการเก็บกักคาร์บอนมีค่าสูง ซึ่งสาเหตุที่การเก็บกักคาร์บอนสูงเพราะว่าพื้นที่บริเวณป่าชายเลนคลองโคกนจิ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูง ถึงแม้จะเคยผ่านการทำนากุ้ง แต่เป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติไม่ได้ขุดหน้าดินออกไป ประกอบกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต กล่าวคือ มีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ ดินมีความเป็นเลนและเป็นดินเหนียว สอดคล้องกับการศึกษาของวิจารณ์ (2548) ศึกษาสมบัติของดินป่าชายเลน พบว่า เนื้อดินเหนียวจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างมากจัดเป็นดินที่มีความอุดมสูง พืชในป่าชายเลนจะเจริญเติบโตได้ดี

## 6. สรุปผล

การศึกษากการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนคลองโคกนจิ่งหวัดสมุทรสงครามครั้งนี้ครอบคลุมถึงลักษณะสังคมพืชและการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน สรุปได้ว่า สังคมพืชป่าชายเลนคลองโคกนจิ่งหวัดพบพืชป่าชายเลน จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ แสมขาว โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ตะบูนขาว ลำพู และจากการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน พบว่า แสมขาว เป็นพืชที่มีการเก็บกักคาร์บอนได้ดีที่สุด เท่ากับ 101.53 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมา คือ โกงกางใบเล็ก เท่ากับ 94.84 ตันต่อเฮกแตร์ ตะบูนขาว เท่ากับ 91.29 ตันต่อเฮกแตร์ ลำพู เท่ากับ 87.45 ตันต่อเฮกแตร์ และ โกงกางใบใหญ่ เท่ากับ 85.39 ตันต่อเฮกแตร์



ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนคลองโคกลน เพื่อดำเนินกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสม ไม่ลุกล้ำพื้นที่ป่าที่เป็นพื้นที่สำคัญในการเก็บกักคาร์บอน และเพื่อใช้เป็นพื้นที่ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางชีวภาพพร้อมกับการดำเนินชีวิตของชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

## 7. บรรณานุกรม

- ภานุ เนื่องจำนง กาญจนานา นาคะภากร และสิริกร กาญจนสุนทร. 2558. **การประเมินการสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลนด้วยข้อมูลดาวเทียม WORLDVIE-2 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี**. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ "สร้างสรรค์และพัฒนา เพื่อก้าวหน้าสู่ประชาคมอาเซียน" ครั้งที่ 2 18-19 มิถุนายน 2558 ณ วิทยาลัยนครราชสีมา 137-145.
- รสริน มังกะโรทัย ศิริประภา เปรมเจริญ ศศิธร หาสิน และฝอยฝาง ชูดีดำรง. 2561. **สภาพป่าและการกักเก็บคาร์บอนในดินบริเวณป่าชายเลนคลองโคกลน จังหวัดสมุทรสงคราม**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 3(3) : 39-49.
- วิจารณ์ มีผล. 2553. **การเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง**. วารสารการจัดการป่าไม้. 4(7): 33-37.
- สนธิ อักษรแก้ว. 2541. **ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2556. **คู่มือความรู้เรื่องป่าชายเลน** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : บริษัท พลอยมีเดีย จำกัด
- สำนักนวัตกรรมการไม้เศรษฐกิจ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2554 **รายงานโครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกพื้นที่สวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**.  
จาก <http://www.fio.co.th/institution/woodeconomy/main> (5 พ.ค. 2562)
- เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี. 2552. **การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ป่าชายเลนโดยการสร้างกระบวนการเรียนรู้มีส่วนร่วมของชุมชนบ้านโคกพยอม ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล**. รายงานวิจัยหน่วยวิจัยเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อานูช ศิริรัฐนิคม และทิพย์ทิวา สัมพันธ์มิตร. 2556. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 16(1). 35-40.
- Buchmann, N. (2000). **Biotic and abiotic factors controlling soil respiration rates in Picea abies stands**. Soil Biology and Biochemistry, 32(11-12), 1625-1635.
- Daniel, C., Danato, J., Boone, Kauffman. Murdiyarto, Sofyan, Kuniyanto, Melanie. Stidham and Markku. Kanninen. 2011. **Managroves among the most carbon-rich forests in the tropics**. Nature Geoscience. 4 : 293-297.
- Danpradit. 2012. **Carbon and heavy metal accumulations in mangrove sediment and wood in Suratthani province, Thailand**. M.Sc Thesis, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Thailand.