

การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง
(*Rhizophora* spp.) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย

Study of Carbon Dioxide Sequestration of Mangrove Species
(*Rhizophora* spp.) in the Mangrove Plantation Areas of Thailand

จัดทำโดย

คณะทำงานเพื่อศึกษาศักยภาพการกักเก็บก๊าซคาร์บอนของป่าชายเลน

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	ก
สารบัญภาพ	ข
สารบัญตาราง	ค
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
ขอบเขตการศึกษา	9
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	15
บรรณานุกรม	19

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของโกงกางใบเล็ก (<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.)	4
2	ลักษณะกล้าไม้ และลักษณะต้นของโกงกางใบใหญ่ (<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.)	6
3	ลักษณะดอก และลักษณะผล (ฝัก) ของโกงกางใบใหญ่ (<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.)	6
4	พื้นที่เก็บข้อมูลแปลงปลูกป่าชายเลน	9
5	การวางแผนแปลงตัวอย่างเก็บข้อมูล	12

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่แปลงเก็บข้อมูล	10
2	ขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้สกุลโกงกางที่ชั้นอายุต่างๆ (เซนติเมตร)	15
3	ความหนาแน่นของต้นไม้ในแปลงปลูกที่ชั้นอายุต่างๆ (ต้น/ไร่)	16
4	มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของไม้สกุลโกงกางที่ชั้นอายุต่างๆ (ต้น/ไร่)	17
5	การกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกางที่อายุต่างๆ (ต้นคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่/ปี)	18

การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย

บทนำ

ตามที่ต้องการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ร่วมกับคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้ (Clean Development Mechanism, CDM) เมื่อปี พ.ศ. 2554 โดยทำการศึกษาพรรณไม้ป่าชายเลน สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) จากการรวบรวมข้อมูลความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของโกงกางใบเล็ก ตั้งแต่อายุ 1-15 ปี ในท้องที่จังหวัดปัตตานี และนครศรีธรรมราช, รวบรวมข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน, การวิเคราะห์รูปแบบการเติบโตของสังคมพืชป่าชายเลนทั้งป่าปฐมภูมิ (primary forest) และป่าทุติยภูมิ (secondary forest), การศึกษาผลผลิตของสังคมพืชป่าชายเลนในท้องที่จังหวัดระนอง และพังงา และรวบรวมข้อมูลการเติบโตจากข้อมูลงานวิจัยอื่นๆ เพื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ได้รูปแบบและลักษณะความสัมพันธ์แบบสมการ logistics ซึ่งพบว่าการศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง เฉลี่ยเท่ากับ 2.75 ตันต่อไร่ต่อปี

ในปี พ.ศ. 2565 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อศึกษาศักยภาพการกักเก็บก๊าซคาร์บอนของป่าชายเลน จากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยศิลปากร ในการศึกษาศักยภาพการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าชายเลน เพื่อศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย ปรับปรุงข้อมูลค่าคาดการณ์ปริมาณการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าชายเลนให้เป็นปัจจุบัน โดยได้เก็บข้อมูลความโตของไม้สกุลโกงกาง จำนวน 116 แปลง ในแปลงปลูกป่าชายเลน 16 ชั้่นอายุ โดยศึกษาจากไม้สกุลโกงกางที่อายุ 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 27, 28, 29 และ 30 ปี ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล 9 จังหวัด แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground) และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (under-ground) โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al.* (2005) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่สามารถนำมาใช้ในสมการนี้ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 4.50 เซนติเมตร (จากการเก็บข้อมูลไม้สกุลโกงกางที่อายุ 1-6 ปี พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 4.50 เซนติเมตร) แล้วนำมาประเมินอัตราการเพิ่มพูนของมวลชีวภาพรายปี ตามวิธีการของคณะวนศาสตร์ (2553) และประเมินคาร์บอนตาม IPCC (2006) ผลการศึกษาพบว่า ไม้สกุลโกงกางสามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 9.4 ± 4.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลประกอบการส่งเสริมการดำเนินโครงการปลูกป่าชายเลน เพื่อประโยชน์จากคาร์บอนเครดิตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย
2. เพื่อปรับปรุงข้อมูลค่าคาดการณ์การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าชายเลนให้เป็นปัจจุบัน
3. เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในป่าชายเลนของประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ศึกษา

กองอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน (2563) ได้กล่าวถึงลักษณะของโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ไว้ดังนี้

1.1 โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* BL.)

โกงกางใบเล็ก เป็นไม้ไม่ผลัดใบขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 20-40 เมตร เปลือกสีเทาดำ ผิวเปลือกเรียบแตกเป็นร่องเล็กตามยาวของลำต้น เด่นชัดกว่าร่องตามขวาง เมื่อทุบเปลือกทิ้งไว้สักครู่จะพบว่า ด้านในของเปลือกเป็นสีแดงอมแดง เรือนยอดแคบรูปพีระมิด รอบๆ บริเวณโคนต้นมีรากค้ำจุน ทำหน้าที่พยุงลำต้น และมักมีรากอากาศ ซึ่งเกิดจากกิ่งตอนบนเป็นจำนวนมาก โกงกางใบเล็กมักขึ้นได้ดีในบริเวณที่เป็นดินเลนอ่อน ไม่ลึกมากนัก มีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ โดยเฉพาะพื้นที่ติดทะเล ปากแม่น้ำ ลำคลอง (ภาพที่ 1)

ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก แผ่นใบรูปรี หรือขอบขนานแกมรี ขนาดใบ 4-8x7-19 เซนติเมตร ฐานใบสอบเข้าหากัน คล้ายรูปลิ้น ปลายใบแหลมมีติ่งแหลมอ่อน เส้นกลางใบด้านท้องใบสีแดงเรื่อๆ ก้านใบอ่อนสีแดง ยาว 1.5-3.5 เซนติเมตร หูที่ปลายยอดสีชมพู กิ่งแดงยาว 4-8 เซนติเมตร ใบเกลี้ยง ท้องใบสีเขียวอมดำ มีจุดสีดำเล็กๆ กระจายอยู่เต็มท้องใบ

ลักษณะดอก ช่อดอกเกิดที่ง่ามใบ ช่อหนึ่งๆ มี 2 ดอก ก้านช่อดอกใหญ่ ยาว 0.6-2 เซนติเมตร ไม่มีก้านดอกย่อย กลีบเลี้ยงรูปไข่ สีเขียวอมเหลือง 4 กลีบ เว้าเข้าด้านใน ปลายแหลม ขนาด 0.6-0.8x0.8-1.5 เซนติเมตร กลีบดอก 4 กลีบ ร่วงง่าย รูปใบหอกสีขาว ขนาด 0.1-0.2x0.7-1.2 เซนติเมตร ออกดอกในราวเดือนกันยายนถึงเดือนมกราคม

ลักษณะผล รูปผลแฟกซ์กลับ ผิวหยาบ ยาว 2-3 เซนติเมตร สีสน้ำตาลเข้ม จะงอกตั้งแต่ผลยังติดอยู่บนต้น ลำต้นใต้ใบเลี้ยงซึ่งมักเรียกว่า ฝัก มีผิวเรียบ สีเขียว ขนาด 1-1.2x20-40 เซนติเมตร มักโค้งงอทางด้านปลายฝัก โคนฝักหุบ เมื่อฝักแก่ส่วนของใบเลี้ยงที่ยื่นออกมา ยาว 1-2 เซนติเมตร ที่อยู่ระหว่างผลและฝัก จะมีน้ำตาลแดง และฝักจะหลุดหล่นเองได้ ฝักแก่ในราวเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม



(ก) ลักษณะของกล้าไม้โกงกางใบเล็ก



(ข) ลักษณะของต้นโกงกางใบเล็ก

ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* BL.)

1.2 โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Lam.)

ชื่ออื่น โกงกางนอก (เพชรบุรี), กกอน (เพชรบุรี, ชุมพร), กกง (นครปฐม), กางง, พังกาใบใหญ่ (ภาคใต้)

โกงกางใบใหญ่ไม้ต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 25-30 เมตร เรือนยอดเป็นรูปกรวยคว่ำ และแผ่กว้าง รากค้ำยัน สูง 2-7 เมตร รากค้ำยันแตกแขนงระเกะระกะไม่เป็นระเบียบ มักโค้งลงแต่ไม่หักศอก เป็นมุมฉากเหมือน รากค้ำยันของโกงกางใบเล็ก เปลือกสีเทาดำถึงดำ แตกเป็นร่องตื้นๆ ตามยาวและมีรอยแตกตามขวาง (ภาพที่ 2)

นิเวศวิทยาและการกระจายพันธุ์ คล้ายโกงกางใบเล็ก พบขึ้นตามปากแม่น้ำลำคลองไม่ไกลจากทะเล ขึ้นได้ดีในที่เลนมีทรายผสม ปากแม่น้ำที่เป็นเลนใหม่ หรือตามลำคลองน้ำกร่อยที่ไม่ไกลจากทะเล พบการกระจายพันธุ์ในแถบทวีปแอฟริกาฝั่งตะวันออก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันออกเฉียงเหนือของออสเตรเลีย ตองกา และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก สำหรับการจำแนกหมวดหมู่ ใน IUCN Red List นั้น อยู่ในสถานภาพมีความเสี่ยงน้อย (LC)

ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก ออกเป็นกระจุกที่ปลายกิ่ง แผ่นใบรูปไข่กว้าง ถึงรูปรีกว้าง ขนาด 8-10×14-20 เซนติเมตร โคนใบมนหรือสอบรูปลิ้น ขอบใบเรียบ ปลายใบมนหรือแหลม มีติ่งแหลมเล็ก สีดำ แข็ง เส้นใบมองไม่ชัดเจน เส้นกลางใบแบนราบ สีเขียวอ่อน เส้นแขนงใบ 9-12 คู่ มองเห็นลางๆ ผิวใบเกลี้ยง ด้านบนเป็นสีเขียวอมเหลือง ด้านล่างสีซีดกว่าและมีจุดสีน้ำตาลกระจายทั่วแผ่นใบ เนื้อใบอวบน้ำแกมเหนียวคล้ายแผ่นหนัง ก้านใบยาว 3-5 เซนติเมตร หูใบแคบ ปลายเรียวแหลม ประกบเป็นคู่ ที่ปลายยอด ยาว 5-10 เซนติเมตร สีเขียวอ่อน พบน้อยที่เป็นสีชมพูอ่อนหรือสีแดงเรื่อ

ลักษณะดอก แบบช่อกระจุกสองด้านหลายชั้น มักแตกเป็นง่าม 2-4 ชั้น ออกตามง่ามใบ ก้านช่อดอกยาว 3-7 เซนติเมตร ประกอบด้วยดอกย่อย 2-12 ดอก ก้านดอกย่อยยาว 0.4-1 เซนติเมตร ดอกตูมรูปไข่ ใบประดับ ที่ฐานดอกเชื่อมติดกันเฉพาะโคน ปลายแยกเป็น 2 แฉก กลีบเลี้ยงโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดรูปถ้วย ตื้นๆ ปลายแยกเป็น 4 แฉก รูปไข่ถึงรูปสามเหลี่ยม ขนาด 0.5-0.8×1.2-1.5 เซนติเมตร สีเหลืองอ่อนหนา แข็ง แผ่นบานแล้วโค้งลง กลีบดอก 4 กลีบ รูปใบหอก แยกกัน และหลุดร่วงเร็ว ขนาด 0.5-0.8×0.6-1 เซนติเมตร สีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ขอบกลีบมีขนหนาแน่น ออกดอกเกือบตลอดทั้งปี (ภาพที่ 3)

ลักษณะผล แบบผลมีเนื้อเมล็ดเดียว รูปทรงไข่กลับปลายคอด ยาว 3-8 เซนติเมตร ผิวหยาบ ค่อนข้างขรุขระ สีน้ำตาลอมเขียว ผลจะงอกตั้งแต่ยังติดอยู่บนต้น ลำต้นใต้ใบเลี้ยง (ฝัก) คล้ายรูปทรงกระบอกเรียว ค่อนข้างตรง ขนาด 1.5-2×40-70 เซนติเมตร โคนฝักเรียวแหลม ผิวใบเป็นมัน สีเขียว มีตุ่มขรุขระกระจายทั่วไป ใบเลี้ยงที่ยื่นออกมาสีเขียวอ่อน ยาว 2-4 เซนติเมตร ออกผลเกือบตลอดทั้งปี



ภาพที่ 2 ลักษณะกล้าไม้ และลักษณะต้นของโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Lam.)



ภาพที่ 3 ลักษณะดอก และลักษณะผล (ฝัก) ของโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Lam.)

2. การกักเก็บคาร์บอน

Danial M Alongi (2012) ได้ทำการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน ซึ่งมีไม้โกงกางใบเล็กเป็นไม้เด่น บริเวณตอนใต้ของประเทศไทยที่อายุ 5 ปี และ 25 ปี พบว่า มีการกักเก็บคาร์บอนบนดินและใต้พื้นดิน เท่ากับ 79.90 และ 281.00 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และบริเวณคาบสมุทรมาเลเซียที่อายุ 5, 18 และ 80 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 87, 193 และ 312 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และแปลงปลูกป่าชายเลนที่อายุ 6 ปี 20 ปี และ 35 ปี บริเวณเวียดนามตอนใต้ มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 54, 72 และ 153 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์

การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าโกงกาง ตำบลยี่สาร อำเภอมัทพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ในสวนป่าโกงกางที่อายุ 5, 10 และ 15 ปี โดยพบว่าสวนป่าโกงกางที่อายุ 15 ปี มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 15,322.21 กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ รองลงมาเป็นสวนป่าโกงกางที่อายุ 10 ปี และ 5 ปี มีค่าเท่ากับ 9,900.47 และ 4,697.00 กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ (ชูชัย และสุพรรณิกา, 2557)

3. การกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์

วิจารณ์ (2552) ได้ทำการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้โกงกางใบใหญ่ อายุ 7, 8, 9 และ 10 ปี ที่ปลูกในพื้นที่นาทุ่งร้าง อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีความเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ 21.30, 26.03, 38.94 และ 69.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ

ฐานันท์ (2545) ได้ศึกษาอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยเครื่องวัดอัตราสังเคราะห์แสง LCA-3 (Leaf Chamber Analysis System) ของไม้ป่าชายเลนที่ปลูกในพื้นที่นาทุ่งร้าง ที่อายุ 7 ปี พบไม้โกงกางใบเล็ก โปรงแดง แสมทะเล และถั่วขาว โดยมีความหนาแน่นของต้นไม้ 1,024, 832, 896 และ 896 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในฤดูฝนและฤดูแล้งเฉลี่ย 4.51, 3.19, 1.47 และ 1.91 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ

การกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าชายเลน อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนที่มีอายุ 4, 10, 14, 20 และ 25 ปี โดยแปลงปลูกอายุ 4 ปี มีการปลูกโกงกางใบใหญ่เพียงชนิดเดียว ส่วนแปลงปลูกอายุ 10, 14 และ 25 ปี มีการปลูกโกงกางใบเล็กและเสริมด้วยโกงกางใบใหญ่ ซึ่งพบว่าปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อายุ 20 ปี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เท่ากับ 446.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ แปลงปลูกป่าชายเลนอายุ 14, 25, 10 และ 4 ปี เท่ากับ 292.79, 251.44, 243.51 และ 240.67 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ (ชลิตา และลดาวัลย์, 2550)

สนิท และคณะ (2552) ได้ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนต้นโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ บริเวณนาทุ่งร้าง ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ตำบลปากน้ำปราณ อำเภوپราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยแบ่งแปลงศึกษาออกเป็นพื้นที่ที่ 1 พื้นที่โล่งบริเวณแปลงปลูกป่าโกงกางอายุ 6 ปี ที่มีความหนาแน่น 288 ต้นต่อไร่ และพื้นที่ที่ 2 พื้นที่ที่บริเวณแปลงปลูกป่าชายเลน อายุ 6 ปี ที่มีความหนาแน่น 432 ต้นต่อไร่ โดยพบว่าการเพิ่มพูนปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเวลา 6 เดือน ในพื้นที่ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.402 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี และพื้นที่ที่ 2 เท่ากับ 4.009 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี

ขอบเขตการศึกษา

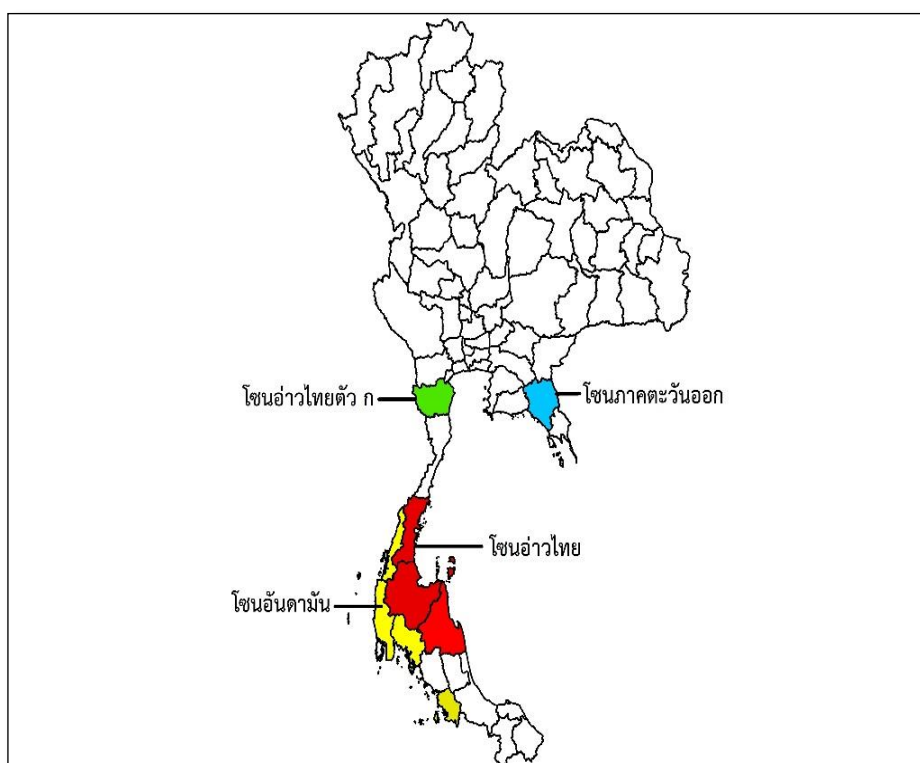
การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) ดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จำนวน 16 ชัยอายุ โดยศึกษาจากไม้สกุลโกงกางที่อายุ 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 27, 28, 29 และ 30 ปี (รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1) เนื่องจากการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในครั้งนี้ ใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปของพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al.* (2005) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่สามารถนำมาใช้ในสมการนี้ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร

จากการเก็บข้อมูลการเติบโตของไม้สกุลโกงกางที่อายุ 1-6 ปี พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร

การเก็บข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - ตุลาคม 2565 ในพื้นที่ 4 โซน 9 จังหวัด (ภาพที่ 4) ดังนี้

1. โซนภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี
2. โซนอ่าวไทยตัว ก ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี
3. โซนอ่าวไทย ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช
4. โซนอันดามัน ได้แก่ จังหวัดระนอง กระบี่ พังงา และสตูล

ภาพที่ 4 พื้นที่เก็บข้อมูลแปลงปลูกป่าชายเลน



ตารางที่ 1 พื้นที่แปลงเก็บข้อมูล

โซนภูมิภาค	จังหวัด	ชั้นอายุ (ปี)	จำนวนแปลง เก็บข้อมูล (แปลง)	*จำนวนแปลงวิเคราะห์ ข้อมูล(แปลง)
ภาคตะวันออก	จันทบุรี	7	4	4
		10	4	4
		13	4	1
อ่าวไทยตัว ก	เพชรบุรี	7	4	4
อ่าวไทย	ชุมพร	7	4	4
		8	4	4
		9	4	4
	สุราษฎร์ธานี	8	4	2
		10	4	4
		14	4	3
	นครศรีธรรมราช	7	4	4
		8	4	2
		10	4	4
	อันดามัน	ระนอง	10	4
14			4	4
16			4	4
18			4	4
พังงา		27	4	4
		28	4	4
		29	4	4
		30	4	4
กระบี่		19	4	4
		21	4	4
		29	4	4
สตูล		7	4	4
	8	4	4	
	10	4	4	
	12	4	4	
	13	4	4	
	14	4	4	
	15	4	4	
รวม		124	116	

หมายเหตุ * ข้อมูล 8 แปลง ที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากในแปลงปลูกไม้สกุลโกงกางน้อยกว่าร้อยละ 80

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เทปวัดระยะ (measuring tape)
2. เครื่องมือวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape, Caliper)
3. เชือกไนลอน
4. เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS)
5. อุปกรณ์เครื่องเขียน
6. กล้องถ่ายรูปดิจิทัล (digital camera)

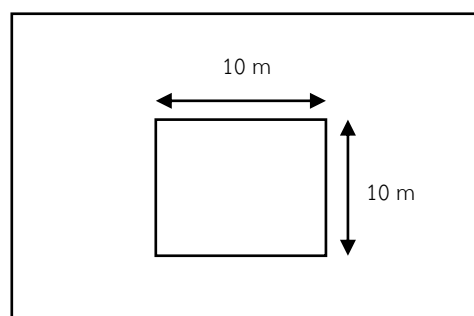
วิธีการศึกษา

1. การกำหนดจุดวางแปลงเก็บข้อมูล

กำหนดจุดวางแปลงตัวอย่างในพื้นที่แปลงปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ 4 โซน 9 จังหวัด ในแต่ละชั้นอายุ ให้กำหนดจุดวางแปลงเก็บข้อมูลกระจายทั่วจังหวัด

2. การวางแปลงตัวอย่าง

ในแต่ละชั้นอายุวางแปลงเก็บข้อมูล จำนวน 4 แปลงๆ ละ 10x10 เมตร โดยเลือกพื้นที่ที่มีการเติบโตของต้นไม้อย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 5 การวางแปลงตัวอย่างเก็บข้อมูล

3. วิธีเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลความโตของต้นไม้ในแปลงตัวอย่างทุกต้น โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตร เหนือคอราก (Komiyama *et al.*, 2005)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลความโตที่ได้ นำมาคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

4.1 การคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground) และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (under-ground) ของพันธุ์ไม้

1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปของพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al.* (2005) ดังนี้

$$W_{top} = 0.251 * \rho * (D^{2.46})$$

เมื่อ W_{top} = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (kg)

ρ = ความหนาแน่นของเนื้อไม้ มีค่าเท่ากับ 0.770 และ 0.701 t/m³ สำหรับไม้โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ตามลำดับ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือคอราก 30 เซนติเมตร

2) การศึกษามวลชีวภาพใต้พื้นดิน ใช้สมการของ Komiyama *et al.* (2005) ดังนี้

$$W_R = 0.199 * \rho^{0.899} * (D^{2.22})$$

เมื่อ W_R = มวลชีวภาพส่วนราก

ρ = ความหนาแน่นของเนื้อไม้ มีค่าเท่ากับ 0.770 และ 0.701 t/m³ สำหรับไม้โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ตามลำดับ

D = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)

4.2 การคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ โดยใช้สมการ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) ที่ได้กำหนดว่าประมาณร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน ดังนี้

$$C_{plant} = W_{(Top+R)} \times 0.47$$

เมื่อ C_{plant} = การกักเก็บคาร์บอนไม้ป่าชายเลน

$W_{(Top+R)}$ = มวลชีวภาพรวมของต้นไม้ (มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน + มวลชีวภาพส่วนราก)

0.47 = ร้อยละ 47 โดยน้ำหนักของน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพ

4.3 การคำนวณหาอัตราการเพิ่มความเพิ่มพูนของการเติบโตและมวลชีวภาพในรูปของความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Increment, MAI) ของมวลชีวภาพ ตามคณิตศาสตร์ (2553) ดังนี้

$$MAI_{WT} = W_{Top+R}/a$$

เมื่อ MAI_{WT} = ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพรวม (ตัน/ไร่/ปี)

W_{Top+R} = มวลชีวภาพรวมของต้นไม้ที่อายุ a (ตัน/ไร่)

a = อายุของต้นไม้ (ปี)

4.4 การคำนวณหาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม ตามสูตรของคณะวนศาสตร์ (2553) ดังนี้

$$C_{WT} = MAI_{WT}C$$

เมื่อ C_{WT} = การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม (ตัน/ไร่/ปี)

MAI_{WT} = ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพรวม (ตัน/ไร่/ปี)

C = ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอน ตาม IPCC (2006)
ร้อยละ 0.47 ของน้ำหนักแห้ง

4.5 คำนวณหาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ ตามคณะวนศาสตร์ (2553)

$$\text{Net CO}_2 \text{ removal} = 3.67 C_{WT}$$

เมื่อ Net CO₂ removal = การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ (ตัน/ไร่/ปี)

C_{WT} = การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม (ตัน/ไร่/ปี)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การศึกษากักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora spp.*) ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง

การศึกษาขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางพบว่า ไม้สกุลโกงกางที่อายุ 28 ปี ในพื้นที่จังหวัดพังงา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด เท่ากับ $20.90(\pm 3.89)$ เซนติเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดที่อายุ 7 ปี ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี เท่ากับ $6.63(\pm 0.23)$ เซนติเมตร (รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้สกุลโกงกางที่ขึ้นอายุต่างๆ (เซนติเมตร)

ชั้นอายุ (ปี)	จันทบุรี	เพชรบุรี	ชุมพร	สุราษฎร์ธานี	นครศรีธรรมราช	ระนอง	สตูล	กระบี่	พังงา
7	$11.16(\pm 1.21)$	$6.63(\pm 0.23)$	$8.77(\pm 0.79)$	-	$9.21(\pm 0.53)$	-	$12.19(\pm 1.42)$	-	-
8	-	-	$8.04(\pm 0.44)$	$12.68(\pm 1.82)$	$8.30(\pm 0.88)$	-	$7.83(\pm 0.72)$	-	-
9	-	-	$8.90(\pm 0.33)$	-	-	-	-	-	-
10	$9.01(\pm 0.18)$	-	-	$13.01(\pm 0.59)$	$11.59(\pm 0.38)$	$12.68(\pm 1.37)$	$8.85(\pm 0.49)$	-	-
12	-	-	-	-	-	-	$13.70(\pm 0.65)$	-	-
13	$16.51(\text{NA})$	-	-	-	-	-	$14.39(\pm 0.63)$	-	-
14	-	-	-	$13.91(\pm 1.92)$	-	$12.63(\pm 0.58)$	$14.29(\pm 0.63)$	-	-
15	-	-	-	-	-	-	$14.58(\pm 0.86)$	-	-
16	-	-	-	-	-	$11.49(\pm 1.23)$	-	-	-
18	-	-	-	-	-	$13.37(\pm 3.08)$	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	$13.69(\pm 1.20)$	-
21	-	-	-	-	-	-	-	$12.89(\pm 1.74)$	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	$18.06(\pm 2.14)$
28	-	-	-	-	-	-	-	-	$20.90(\pm 3.89)$
29	-	-	-	-	-	-	-	$18.36(\pm 4.67)$	$13.43(\pm 1.37)$
30	-	-	-	-	-	-	-	-	$20.39(\pm 2.06)$

4. การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การศึกษากักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ไม้สกุลโกงกางที่อายุ 12 ปี ในพื้นที่จังหวัดสตูล มีการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ $19.10(\pm 2.34)$ ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี และพบการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดที่อายุ 21 ปี ในพื้นที่จังหวัดกระบี่ เท่ากับ $3.51(\pm 1.30)$ ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี เมื่อหาค่าเฉลี่ยการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ 9 จังหวัด 16 ชั้นอายุ พบว่า ไม้สกุลโกงกางมีค่าเฉลี่ยการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $9.46(\pm 4.60)$ ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี (รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 5)

อย่างไรก็ตาม พรรณไม้แต่ละชนิดมีศักยภาพในการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดิน หรืออัตราการเพิ่มพูนของมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่อัตราการเติบโตในแต่ละช่วงอายุ และความแตกต่างกันตามคุณภาพท้องที่ (site quality) โดยพรรณไม้ที่มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วสามารถสะสมคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้มากกว่าพรรณไม้ที่เติบโตช้ากว่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และคณะวนศาสตร์ 2554)

บรรณานุกรม

- กองอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. 2563. พันธุ์ไม้ป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 197 หน้า.
- คณะวนศาสตร์. 2553. การศึกษาลักษณะของพรรณไม้ ปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และคณะวนศาสตร์. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- ชลิตา ศรีสัตตา และ ลดาวัลย์ พวงจิตร. 2550. การกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าชายเลน อำเภอบางพลี จังหวัดนครศรีธรรมราช. น.379-389. ใน การประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลน รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง. โรงแรมฮอลิเดย์ อินน์ รีสอร์ท ไร่จันทน์ปืช ชะอำ, เพชรบุรี.
- ฐานันท์ ประทุมมินทร์. 2545. การสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นาทุ่งร้าง อำเภอนวม จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ร้อยเอกชูชัย กันทอง และ สุพรรณิกา โกยสิน. 2557. การประเมินมวลชีวภาพในการจัดการสวนป่าโกงกาง ตำบลยี่สาร อำเภอมัทพวา จังหวัดสมุทรสงคราม. วารสารการจัดการป่าไม้, 8(16) 16-29.
- วิจารณ์ มีผล. 2552. การเติบโตและผลผลิตซากพืชของไม้โกงกางใบใหญ่อายุ 7-10 ปี ที่ปลูกในพื้นที่นาทุ่งร้าง อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารการจัดการป่าไม้, 3(6) 35-55.
- สนิท อักษรแก้ว และคณะ. 2552. พลิกป่าฟื้นสู่ ศูนย์ฯ สิรินาถราชินี. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). 351 น.
- Danial M Alongi. 2012. Carbon sequestration in mangrove forest. Carbon Management, 3:3, 313-322, DOI : 10.4155/cmt.12.20
- Komiyama A., Pongparn S. and Kato S. 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. Journal of Tropical Ecology, 21, 471-477.