การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora spp.*)
ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย

บทนำ

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

ในปี พ.ศ. 2565 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้แต่งตั้งคณะทำงานจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กรมทรัพยาทางทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยศิลปากร ในการศึกษาศักยภาพการกักเก็บก๊าซคาร์บอนของป่าชายเลน เพื่อพัฒนาปรับปรุงข้อมูลค่าคาดการณ์ปริมาณการกักเก็บก๊าซคาร์บอนของป่าชายเลนให้เป็นปัจจุบัน โดยได้เก็บข้อมูลความโตของไม้สกุลโกงกาง จำนวน 116 แปลง 16 ชั้นอายุ 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 4.5 เซนติเมตร (จากการเก็บข้อมูลไม้สกุลโกงกางที่อายุ 1-6 ปี พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 4.5 เซนติเมตร) แล้วนำมาประเมินอัตราการเพิ่มพูนของมวลชีวภาพรายปี ตามวิธีการของคณะวนศาสตร์ (2553) และประเมินคาร์บอนตาม IPCC (2006) ผลการศึกษาพบว่า ไม้สกุลโกงกางสามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 9.4 ± 4.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลประกอบการส่งเสริมการดำเนินโครงการปลูกป่าชายเลน เพื่อประโยชน์จากคาร์บอนเครดิตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาปรับปรุงข้อมูลค่าคาดการณ์ปริมาณการกักเก็บก๊าซคาร์บอนของป่าชายเลนให้เป็นปัจจุบัน

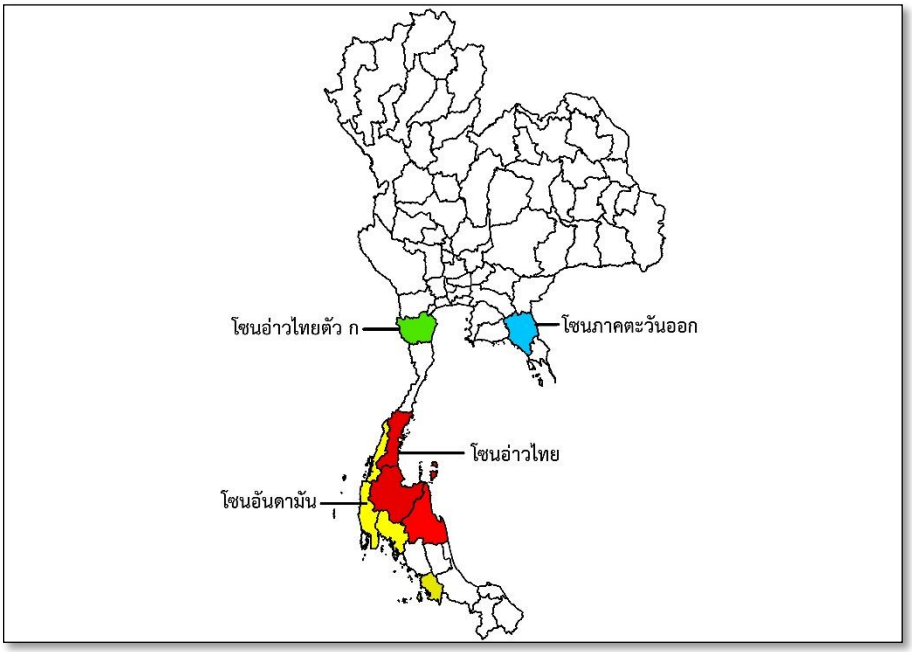
2. เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในป่าชายเลนของประเทศไทย

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora spp.)* ดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลนของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จำนวน 16 ชั้นอายุ โดยศึกษาจากไม้สกุลโกงกางที่อายุ 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 27, 28, 29 และ 30 ปี เนื่องจากการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในครั้งนี้ ใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปของพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al.* (2005) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่สามารถนำมาใช้ในสมการนี้ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ซึ่งจากการเก็บข้อมูลไม้สกุลโกงกางที่อายุ 1-6 ปี พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 4.5 เซนติเมตร

การเก็บข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - ตุลาคม 2565 ในพื้นที่ 4 โซน 9 จังหวัด ดังนี้

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



ภาพที่ 1 พื้นที่เก็บข้อมูลแปลงปลูกป่าชายเลน

ตารางที่ 1 พื้นที่แปลงเก็บตัวอย่างข้อมูล

โซนภูมิภาค	**จังหวัด**	**ชั้นอายุ (ปี)**	**จำนวนแปลงที่เก็บข้อมูล (แปลง)**	**จำนวนแปลงที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล* (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

โซนภูมิภาค	จังหวัด	ชั้นอายุ (ปี)	จำนวนแปลงที่เก็บข้อมูล (แปลง)	จำนวนแปลงที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล* (แปลง)
		10	4	4
อันดามัน	ระนอง	10	4	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 ที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ เนื่องจากในแปลงปลูกมีไม้สกุลโกงกางน้อยกว่าร้อยละ 80

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เทปวัดระยะ (measuring tape)
2. เครื่องมือวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape, Caliper)
3. เชือกไนล่อน
4. เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS)
5. สเปรย์สำหรับพ่นขอบเขตแปลงตัวอย่าง
6. อุปกรณ์เครื่องเขียน
7. กล้องถ่ายรูปดิจิตอล (digital camera)

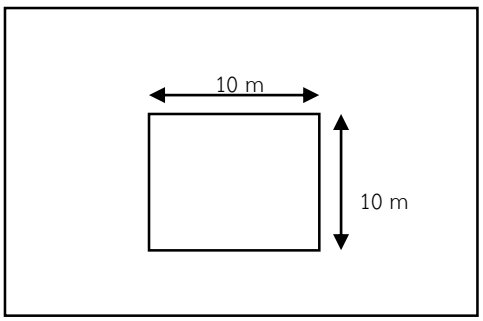
วิธีการศึกษา

1. การกำหนดจุดวางแปลงเก็บข้อมูล

กำหนดจุดวางแปลงตัวอย่างในพื้นที่แปลงปลูกป่าชายเลน โดยการกำหนดจุดวางแปลงเก็บข้อมูลให้กระจายในพื้นที่ 4 โซน 9 จังหวัด

2. การวางแปลงตัวอย่าง

ในแต่ละชั้นอายุวางแปลงตัวอย่างเก็บข้อมูล จำนวน 4 แปลง ขนาด 10x10 เมตร โดยเลือกพื้นที่ที่มีการเติบโตของต้นไม้อย่างสม่ำเสมอ



ตัวอย่างการวางแปลงเก็บข้อมูล

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/m^3 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/m^3 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 การคำนวณหาอัตราความเพิ่มพูนของการเติบโตและมวลชีวภาพในรูปของความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Increment, MAI) ของมวลชีวภาพ ตามคณะวนศาสตร์ (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

$$\text{Net } CO_2 \text{ removal} = 3.67\ C_{WT}$$

เมื่อ Net CO_2 removal = การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ (ตัน/ไร่/ปี)

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

ผลการศึกษา

การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora spp.*) ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลนของประเทศไทย มีผลการศึกษา ดังนี้

1. มวลชีวภาพของไม้สกุลโกงกาง

การศึกษามวลชีวภาพของไม้สกุลโกงกาง (มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดิน) พบว่า ไม้สกุลโกงกางที่อายุ 30 ปี ในพื้นที่จังหวัดพังงา มีมวลชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 156.60 ตันต่อไร่ และมีมวลชีวภาพน้อยที่สุดที่อายุ 7 ปี ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี เท่ากับ 30.00 ตันต่อไร่ (รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของไม้สกุลโกงกางที่ชั้นอายุต่างๆ (ตัน/ไร่)

อายุ	จันทบุรี	เพชรบุรี	ชุมพร	สุราษฎร์ธานี	นครศรีธรรมราช	ระนอง	สตูล	กระบี่	พังงา
7	42.77	30.00	33.40	-	45.53	-	61.49	-	-
8	-	-	34.68	65.53	33.62	-	32.34	-	-
9	-	-	42.55	-	-	-	-	-	-
10	50.64	-	-	68.72	47.23	46.38	63.40	-	-
12	-	-	-	-	-	-	132.77	-	-
13	92.77	-	-	-	-	-	137.87	-	-
14	-	-	-	65.32	-	61.91	141.06	-	-
15	-	-	-	-	-	-	139.36	-	-
16	-	-	-	-	-	58.09	-	-	-
18	-	-	-	-	-	63.19	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	44.89	-
21	-	-	-	-	-	-	-	42.77	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	87.23
28	-	-	-	-	-	-	-	-	103.40
29	-	-	-	-	-	-	-	88.09	70.64
30	-	-	-	-	-	-	-	-	156.60

2. การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ

การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ พบว่า ไม้สกุลโกงกางที่อายุ 12 ปี ในพื้นที่จังหวัดสตูลมีการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ 19.1(±2.3) ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี และพบการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดที่อายุ 21 ปี ในพื้นที่จังหวัดกระบี่ เท่ากับ 3.5(±1.3) เมื่อหาค่าเฉลี่ยการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิในพื้นที่ 9 จังหวัด 16 ชั้นอายุ พบว่า ไม้สกุลโกงกางมีค่าเฉลี่ยการศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ 9.4(±4.6) ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี (รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 3)

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

ตารางที่ 3 การกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สกุลโกงกางที่อายุต่างๆ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่/ปี)

อายุ	จันทบุรี	เพชรบุรี	ชุมพร	สุราษฎร์ธานี	นครศรีธรรมราช	ระนอง	สตูล	กระบี่	พังงา
7	10.5(±1.9)	7.4(±1.7)	8.3(±1.4)	-	11.2(±1.1)	-	15.2(±4.3)	-	-
8	-	-	7.5(±0.4)	14.2(±1.6)	7.2(±0.3)	-	7.0(±1.0)	-	-
9	-	-	8.1(±0.6)	-	-	-	-	-	-
10	8.7(±1.2)	-	-	11.9(±1.8)	8.1(±1.4)	8.0(±0.9)	10.9(±3.4)	-	-
12	-	-	-	-	-	-	19.1(±2.3)	-	-
13	12.3(NA)	-	-	-	-	-	18.3(±1.2)	-	-
14	-	-	-	8.0(±2.2)	-	7.6(±2.2)	17.4(±1.3)	-	-
15	-	-	-	-	-	-	16.0(±2.3)	-	-
16	-	-	-	-	-	6.3(±1.1)	-	-	-
18	-	-	-	-	-	6.1(±2.3)	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	4.1(±1.1)	-
21	-	-	-	-	-	-	-	3.5(±1.3)	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6(±2.2)
28	-	-	-	-	-	-	-	-	6.4(±1.5)
29	-	-	-	-	-	-	-	5.2(±3.2)	4.2(±0.5)
30	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0(±2.0)
เฉลี่ย 9.4(±4.6)									

เอกสารอ้างอิง (References)

คณะวนศาสตร์. 2553. **การศึกษาลักษณะของพรรณไม้ ปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้.** อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

IPCC. 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Agriculture, Forestry and Other Land Use.** Volume 4.

Komiyama A., Poungparn S. and Kato S. 2005. **Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves.** Journal of Tropical Ecology, 21, 471-477