

นิพนธ์ต้นฉบับ

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร

Carbon Dioxide Sequestration and Carbon Storage in Trees at the Santiphap Park, Bangkok

ธีระยู เกลี้ยงสอาด^{1,2*}

ลดาวัลย์ พวงจิตร์¹

วาทีณี สวนผกา¹

Thirayu Kliangsaard^{1,2*}

Ladawan Puangchit¹

Wathinee Suanpaga¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

²กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: thirayu1992@gmail.com

รับต้นฉบับ 19 มิถุนายน 2562

รับแก้ไข 30 กรกฎาคม 2562

รับลงพิมพ์ 31 กรกฎาคม 2562

ABSTRACT

The study on carbon dioxide sequestration and carbon storage of trees was conducted in Santiphap Park, Bangkok. The objectives of this study were to estimate carbon stock and potential of carbon dioxide sequestration in trees planted at Santiphap Park and to utilize this knowledge to manage the park for carbon dioxide sequestration. Diameter at breast height (DBH) and height of every tree were measured and used for estimating biomass, carbon stock, and potential of trees in sequestering carbon dioxide. The results showed that there were 626 trees in 46 species and 17 families. *Albizia saman* (Jacq.) Merr. had the largest size with an average DBH and height of 84.75 cm and 17.75 m, respectively and an average highest carbon stock of 4,238.49 kg tree⁻¹. In addition, it was found that *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne had the highest total carbon stock of 22,167.07 kg. The study also showed that *Alstonia scholaris* (L.) R. Br. had the highest current annual increment of carbon stock and carbon dioxide sequestration of 68.88 and 252.79 kg tree⁻¹ year⁻¹, followed by *Phyllanthus emblica* L., *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne, *Dolichandrone serrulata* (Wall. Ex DC.) Seem., *Spondias bipinnata* Airy Shaw & Forman. In order to increase the potential carbon dioxide sequestration of trees planted in the Park following the guidelines of urban tree planting in Bangkok, another 218 trees could be planted to reach the recommended density. The additional trees planted could be fast growing species which have a high potential

in carbon dioxide sequestration and suitable for urban areas, such as, *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne, *Albizia saman* (Jacq.) Merr., *Millingtonia hortensis* L.f, *Alstonia scholaris* (L.) R. Br., and *Terminalia catappa* L.

Keywords: Carbon storage, Carbon dioxide sequestration, Santiphap Park

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ และศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ต้นในเขตเมือง รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการจัดการสวนสันติภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการเก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ทุกต้น ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของต้นไม้ เพื่อนำมาประเมินหาผลผลิตชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผลการศึกษา พบว่า สวนสันติภาพ มีต้นไม้ทั้งสิ้น 626 ต้น 46 ชนิด 17 วงศ์ โดยจามจุรี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย และการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยต่อต้น มากที่สุด เท่ากับ 84.75 เซนติเมตร 17.75 เมตร และ 4,238.49 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า นนทรี มีค่าการกักเก็บคาร์บอนรวม มากที่สุด เท่ากับ 22,167.07 กิโลกรัม จากการศึกษายังพบว่า สัตบรรณ มีอัตราการเพิ่มพูนรายปีของการกักเก็บคาร์บอน และศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มากที่สุด เท่ากับ 68.88 และ 252.79 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาคือ มะขามป้อม นนทรี แควขาว และมะกอก ตามลำดับ สำหรับแนวทางการจัดการสวนสันติภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้สอดคล้องกับแนวทางในการกำหนดระยะปลูกไม้ยืนต้นของกรุงเทพมหานคร สวนสันติภาพสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีก 218 ต้น ในบริเวณที่มีความหนาแน่นของต้นไม้ไม่มากนัก โดยการปลูกไม้โตเร็วซึ่งมีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และเป็นชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกในเขตเมือง เช่น นนทรี จามจุรี ปิ๊ป โอโศก เซนคาเบรียล สัตบรรณ และहुกวาง เป็นต้น

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สวนสันติภาพ

คำนำ

ประเทศไทยได้ลงนามให้สัตยาบันเพื่อเข้าร่วมเป็นภาคีในกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งประเทศไทยถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex 1) และต้องจัดทำรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเป็นส่วนหนึ่งของรายงานแห่งชาติ (National Communication) ซึ่งในการจัดทำรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาตินั้น ให้จัดทำในแนวทางของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Inter-

governmental Panel on Climate Change [IPCC]) โดยสามารถนำศักยภาพของการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาคำนวณเพื่อจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติได้

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากที่สุด ในบรรยากาศ และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตเมืองที่มีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ซึ่งการเพิ่มพื้นที่สีเขียวนั้นสามารถดำเนินการได้ 4 รูปแบบ คือ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการสาธารณะ

การเพิ่มพื้นที่สีเขียวบริเวณเส้นทางสัญจร การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่ออรรถประโยชน์ และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2010) ในการศึกษารัชนี เลือกศึกษาในพื้นที่ที่มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการสาธารณะ เนื่องจากมีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ยืนต้นเป็นจำนวนมาก สามารถเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเขตเมือง และเป็นพื้นที่ที่ประชาชนมีการเข้าไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีทัศนียภาพสวยงามตามรูปแบบการจัดการของสวนสาธารณะ แต่ยังมีศึกษาน้อยมาก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ รวมทั้งอัตราการความเพิ่มพูนรายปีของการเติบโต และอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ต้นทั้งหมดในสวนสันติภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสวนสันติภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเขตเมือง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาในพื้นที่สวนสันติภาพ ซึ่งเป็นสวนสาธารณะระดับหมู่บ้าน ตั้งอยู่ระหว่างถนนราชวิถี และถนนรางน้ำ แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ทั้งหมด 20 ไร่ 80 ตารางวา สร้างขึ้นบนที่ดินซึ่งกรุงเทพมหานครเช่าจากสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์หลังจากผู้เช่าเดิม คือ การเคหะแห่งชาติ จัดสรรเป็นที่อยู่อาศัยของประชาชนมานานได้หมดสัญญาเช่าลง ด้วยที่ตั้งของที่ดินผืนกว้างแห่งนี้อยู่ในศูนย์กลางธุรกิจใจกลางเมือง เป็นพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่เพื่อสาธารณประโยชน์ กรุงเทพมหานครเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงนำมาจัดสร้างเป็นสวนสาธารณะ เริ่มก่อสร้าง

สวนในปี พ.ศ. 2540 ถือเป็นสวนสาธารณะที่มีความสำคัญ และมีผู้มาใช้ประโยชน์เป็นประจำ สวนสันติภาพเปิดให้บริการเป็นทางการเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2541

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการสำรวจพื้นที่ปลูกต้นไม้ภายในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2559 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของชนิดและจำนวนของพรรณไม้ทั้งหมดจากการสำรวจครั้งแรกในปี พ.ศ. 2554 โดย Sanpop (2011) โดยการบันทึกชนิดพรรณไม้ และวัดขนาดของต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน หรือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยเก็บข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ด้วยเทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape) และวัดความสูงของต้นไม้ (height, H) ด้วยเครื่องมือวัดความสูง (haga altimeter)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลด้านการเติบโต และความเพิ่มพูนรายปีของต้นไม้ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นไม้ (H) จำแนกรายชนิด
2. นำข้อมูลการเติบโตมาคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้ในสวนสันติภาพ โดยอาศัยความสัมพันธ์ในรูปของสมการแอลโลเมตรี ดังนี้ พรรณไม้พื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดในป่าดิบแล้ง ใช้สมการแอลโลเมตรีของป่าดิบแล้ง (Tsutsumi *et al.*, 1983) พรรณไม้พื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณใช้สมการแอลโลเมตรีของป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ (Ogawa *et al.*, 1965) สำหรับพรรณไม้ในเมืองชนิดอื่นๆ ใช้สมการแอลโลเมตรีที่มีผู้รายงานไว้ดังรายละเอียดใน Table 1

Table 1 Allometric equations used for estimating biomass of trees planted in Santiphap Park.

Species	Allometric equations	References
Dry evergreen forest	$Ws = 0.0509 D^2 H^{0.919}$	Tsutsumi <i>et al.</i> (1983)
	$Wb = 0.00893 D^2 H^{0.977}$	
	$WL = 0.0140 D^2 H^{0.669}$	
Dry dipterocarp forest and mixed deciduous forest	$Ws = 0.0396 D^2 H^{0.9326}$	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
	$Wb = 0.003487 D^2 H^{1.0270}$	
	$WL = (28.0/Wtc + 0.025)^{-1}$	
<i>Cerbera odollam</i> Gaertn. <i>Millingtonia hortensis</i> L.f <i>Mimusops elengi</i> L. <i>Plumeria rubra</i> L. <i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda <i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv. <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	$Y = \exp[-2.289 + 2.649 (\ln (DBH) - 0.021 (\ln DBH))^2]$	IPCC (2003)
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr. <i>Cassia fistula</i> L.	$Y = 0.1142 (DBH)^{2.4451}$	Hung <i>et al.</i> (2012)
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer ex K. Heyne	$Y = 0.1245 DBH^{2.4163}$	Hung <i>et al.</i> (2012)
<i>Polyalthia longifolia</i> (Benth.) Hook. f.	$Y = 0.2270 (DBH)^{2.3519} (WD)^{1.2211}$	Dung <i>et al.</i> (2012)
<i>Lagerstroemia floribunda</i> Jack <i>Lagerstroemia loudonii</i> Teijsm & Binn. <i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers. <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	$Y = 0.1277 DBH^{2.3943}$	Hung <i>et al.</i> (2012)
<i>Dypsis madagascariensis</i> (Becc.) Beentje & J. Dransf. <i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O. F. Cook <i>Licuala grandis</i> H. Wendl. <i>Saribus rotundifolius</i> (Lam.) Blume <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. <i>Pritchardia pacifica</i> Seem. & H. Wendl. <i>Wodyetia bifurcate</i> A. K. Irvine <i>Prychosperma macarthurii</i> (H. J. Veitch) H. Wendl. Ex Hook. F. <i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc.	$Y = 6.666 + 12.826(H)^{0.5} \times \ln (H)$	Pearson <i>et al.</i> (2005)

Remarks : Y: Total above ground biomass (kg), WD : Wood density (0.51 g cm^{-3}),
 DBH = Diameter at breast height (cm), H = Height (m), Ws = Biomass of stems (kg tree^{-1}),
 Wb = Biomass of branches (kg tree^{-1}), WL = Biomass of leaves (kg tree^{-1}),
 Wtc = Biomass of stems and branches (kg tree^{-1}).

3. วิเคราะห์มวลชีวภาพรวมของพรรณไม้จากอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ดังนี้

$$\begin{aligned}
 W_T &= W_A + (W_A \cdot B) \\
 \text{โดยที่ } W_T &= \text{มวลชีวภาพรวม (กิโลกรัม/ตัน)} \\
 W_A &= \text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม/ตัน)} \\
 B &= \text{อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดิน} \\
 &\quad \text{และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินซึ่ง Faculty} \\
 &\quad \text{of Forestry (2010) ได้กำหนด} \\
 &\quad \text{อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดิน} \\
 &\quad \text{และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (root/} \\
 &\quad \text{shoot ratio) ของพรรณไม้ที่ปลูกใน} \\
 &\quad \text{เขตเมือง เท่ากับ 0.28 และพรรณไม้} \\
 &\quad \text{วงศ์ปาล์ม เท่ากับ 0.41}
 \end{aligned}$$

4. วิเคราะห์ความเพิ่มพูนของการเติบโตและมวลชีวภาพในรูปของความเพิ่มพูนรายปี (current annual increment, CAI) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง และมวลชีวภาพ จำแนกตามชนิดพรรณไม้ โดยใช้ข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ในสวนสันติภาพในปี พ.ศ. 2554 ของ Sanpop (2011)

5. ประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้ดินของต้นไม้ทั้งหมดในสวนสันติภาพ โดยใช้ค่าสัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพตาม IPCC (2006) เท่ากับ 0.47 ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &\text{การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม)} \\
 &= \text{มวลชีวภาพของต้นไม้ (กิโลกรัม)} \\
 &\quad \times \text{สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย} \\
 &\quad (0.47)
 \end{aligned}$$

6. วิเคราะห์ความเพิ่มพูนรายปีในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้แต่ละชนิด ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &\text{ความเพิ่มพูนรายปีการกักเก็บคาร์บอน} \\
 &\quad \text{(กิโลกรัม/ตัน/ปี)} \\
 &= \text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} \\
 &\quad \text{(กิโลกรัม/ตัน/ปี)} \\
 &\quad \text{(ปี พ.ศ. 2559 – ปี พ.ศ. 2554)}
 \end{aligned}$$

7. วิเคราะห์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้แต่ละชนิดจากข้อมูลความเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอน (Faculty of Forestry, 2010) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &\text{ศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} \\
 &\quad \text{(กิโลกรัม/ตัน/ปี)} \\
 &= 3.67 \times \text{ความเพิ่มพูนในการกักเก็บคาร์บอน} \\
 &\quad \text{(กิโลกรัม/ตัน/ปี)}
 \end{aligned}$$

ผลและวิจารณ์

จำนวนและชนิดของพรรณไม้

ในพื้นที่สวนสันติภาพ พบพรรณไม้ทั้งหมด 626 ต้น 46 ชนิด 17 วงศ์ เป็นพรรณไม้ในวงศ์ปาล์ม 9 ชนิด โดยพรรณไม้ที่พบมากที่สุดในพื้นที่ คือ อโศก เซนคาเบรียล (*Polyalthia longifolia* (Benth.) Hook. f.) มีจำนวน 332 ต้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 53 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด โดยมีการปลูกเป็นแนวยาวตั้งแต่บริเวณริมรั้วฝั่งถนนราชวิถี ถึงฝั่งถนนรางน้ำ ระยะทางประมาณ 400 เมตร รองลงมาคือ ตะแบก (*Lagerstroemia floribunda* Jack) (ร้อยละ 6) ปาล์มขนนก (*Dypsis madagascariensis* (Becc.) Beentje & J. Dransf.) (ร้อยละ 5) และนนทรี (*Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne) (ร้อยละ 4) ตามลำดับ ซึ่งพรรณไม้ทั้ง 4 ชนิดนี้มีสัดส่วนจำนวนต้นคิดเป็นร้อยละ 68 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด ส่วนพรรณไม้ชนิดอื่นๆ ปลูกกระจายอยู่ทั่วไปภายในสวน คิดเป็นร้อยละ 32 โดยมีสัดส่วนของชนิดพรรณไม้ ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากข้อมูลต้นไม้ทั้งหมดภายในสวนสันติภาพพบว่า มีจำนวนลดลงจากปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีต้นไม้ทั้งหมด 720 ต้น 58 ชนิด 17 วงศ์ (Sanpop, 2011) เนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น ต้นอโศกเซนคาเบรียลบริเวณริมรั้วฝั่งถนนราชวิถี ถึง ถนนรางน้ำ มีการตาย การเปิดพื้นที่โล่งบริเวณสนามหญ้า และการปรับปรุงภูมิทัศน์บริเวณห้องสุขาหลังเก่า โดยต้นไม้ที่มีจำนวนลดลง เช่น อโศกเซนคาเบรียล ดินเป็ดทะเล (*Cerbera odollam* Gaertn.) หมากเขียว

(*Prychosperma macarthurii* (H. J. Veitch) H. Wendl. Ex Hook. F.) นอกจากนี้ยังมีการนำต้นไม้เข้ามา

ปลูกเพิ่มภายในสวนสันติภาพ เช่น รวงผึ้ง สัก (*Tectona grandis* L. f.) เป็นต้น

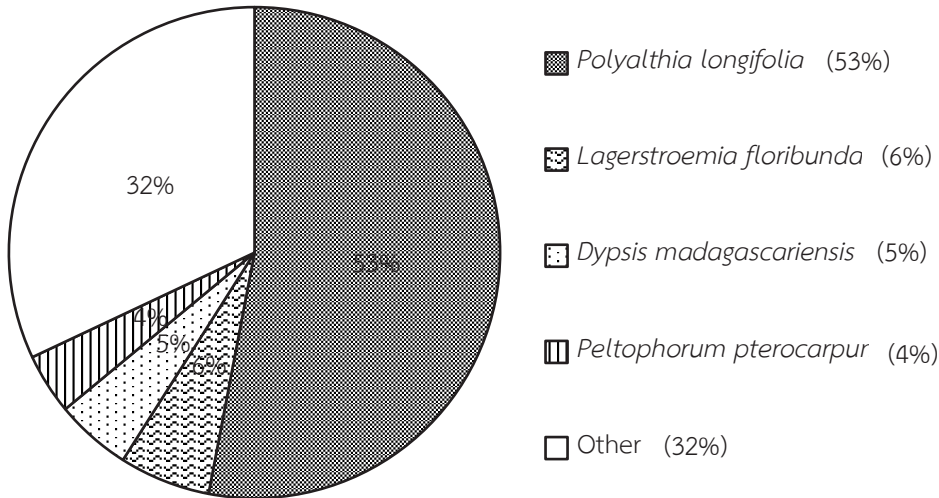


Figure 1 Composition of the four major tree species planted in Santiphap Park, Bangkok.

การเติบโตของพรรณไม้ในสวนสันติภาพ

ต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ใหญ่ที่สุด คือ จามจุรี (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) มีขนาดเท่ากับ 115.30 เซนติเมตร และเป็นพรรณไม้ที่มี DBH เล็กน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 84.75 ± 43.20 เซนติเมตร รองลงมาคือ มะกัก (*Spondias bipinnata* Airy Shaw & Forman) หูกวาง (*Terminalia catappa* L.) ไทรย้อย (*Ficus benjamina* L.) และ มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) ตามลำดับ การเติบโตของความสูง (H) เล็กน้อยที่สุด คือ จามจุรี มีค่าเท่ากับ 17.75 ± 1.06 เมตร รองลงมาคือ นนทรี ปาล์มขวด (*Roystonea oleracea* (Jacq.) O. F. Cook) หูกวาง และโพศรีมหาโพ (*Ficus religiosa* L.) ตามลำดับ (Table 2) เมื่อพิจารณาจากค่า DBH เล็กน้อย จะเห็นได้ว่า จามจุรี ที่มีจำนวน 2 ต้น มีความแตกต่างของขนาด DBH ค่อนข้างมาก โดยในภาพรวมแล้ว ค่า DBH และ H มี

แนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องมาจากธรรมชาติของ จามจุรีเป็นพรรณไม้ที่โตเร็ว (Public Parks Office, 2004) และมีขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลการศึกษาไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Sanpop (2011)

เมื่อวิเคราะห์ความเพิ่มพูนรายปีของการเติบโตของพรรณไม้ในสวนสันติภาพ มะขามป้อม มีความเพิ่มพูนรายปีของ DBH มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.72 เซนติเมตร ต่อปี รองลงมาคือ สัก โพศรีมหาโพ มะฮอกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla* King) และสัตบรรณ (*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.) ตามลำดับ (Table 2) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลแล้ว สัก มีความเพิ่มพูนรายปีของการเติบโตของ DBH และ H ที่ค่อนข้างสูง (3.5 เซนติเมตร/ปี และ 0.9 เมตร/ปี) เนื่องจากมีการปลูกเพิ่มใหม่ภายในสวนสันติภาพ ซึ่งสักเป็นพรรณไม้ที่มีการเติบโตในช่วงแรกค่อนข้างเร็ว ใกล้เคียงกับกลุ่มไม้โตเร็ว (Faculty of Forestry, 2011)

Table 2 Species with the highest growth and current annual increment in Santiphap Park, Bangkok.

Species	Number of trees	Growth		CAI	
		DBH (cm)	H (m)	DBH (cm/year)	H (m/year)
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	2	84.75±43.20	17.75±1.06	0.20±0.26	0.45±0.21
<i>Spondias bipinnata</i> Airy Shaw & Forman	1	55.70	11.00	1.65	0.20
<i>Terminalia catappa</i> L.	4	53.25±5.02	14.75±1.71	1.02±0.26	0.30±0.12
<i>Ficus benjamina</i> L.	1	46.60	7.50	0.42	0.20
<i>Phyllanthus emblica</i> L.	1	45.70	14.00	3.72	0.20
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer ex K. Heyne	28	44.79±8.90	17.66±2.81	1.24±0.87	0.06±0.30
<i>Ficus religiosa</i> L.	2	42.50±2.88	14.33±0.58	2.97±0.01	0.37±0.16
<i>Mangifera indica</i> L.	2	38.84±2.25	8.00±0.00	0.22±0.41	0.10±0.14
<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	3	38.65±4.03	9.50±0.71	1.74±0.90	0.40±0.28
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	3	38.10±8.31	12.33±3.06	0.47±0.33	0.33±0.12
<i>Mimusops elengi</i> L.	2	27.80±5.09	7.50±0.71	1.07±0.43	0.20±0.00
<i>Swietenia macrophylla</i> King	2	25.30±1.27	8.00±0.00	1.97±0.21	0.15±0.07
<i>Cerbera odollam</i> Gaertn.	13	20.91±9.14	7.31±3.54	1.68±1.50	0.32±0.53
<i>Tectona grandis</i> L. f.	2	10.05±5.59	7.50±0.71	3.53±0.44	0.90±0.99

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในสวนสันติภาพ พบว่า นนทรี มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 47,163.97 และ 22,167.07 กิโลกรัม รองลงมา คือ ปีบ (Millingtonia hortensis L.f) จามจุรี แควขาว (Dolichandrone serrulata (Wall. Ex DC.) Seem.) และหว้า (Syzygium cumini (L.) Skeels) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน จะเห็นได้ว่า นนทรี มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ทั้งที่มีจำนวนต้นเพียง 28 ต้น ในขณะที่โอศกเซนคาเบรียล ที่มีจำนวนถึง 332 ต้น แต่กลับมีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเป็นลำดับที่หก เนื่องจากนนทรี มีขนาดลำต้นและเรือน

ยอดใหญ่กว่าโอศกเซนคาเบรียล ซึ่งมีลักษณะลำต้นเพรียวสูง แสดงว่าขนาดของต้นไม้มีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน (Table 3)

เมื่อพิจารณาเป็นรายต้น พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ในต้นจามจุรี มีค่าเท่ากับ 9,018.06 และ 4,238.49 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมาคือ ชมพูพันธุ์ทิพย์ (Tabebuia rosea (Bertol.) DC). สัตบรรณ นนทรี และแควขาว ตามลำดับ เนื่องจากจามจุรี มีค่า DBH และ H มากที่สุด (Table 3)

เมื่อพิจารณาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนรวม และแยกเป็นรายต้น พบว่า มีความแตกต่างกัน เช่น ปีบ มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม อยู่ในลำดับที่สอง แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายต้น พบว่าอยู่ในลำดับที่สิบสอง ทั้งที่

Table 3 Species with the highest biomass, carbon storage, and carbon dioxide sequestration of trees in Santiphap Park, Bangkok.

Species	Number of trees	Biomass			Carbon storage			CO ₂ sequestration (kg/tree/year)
		Total (kg)	Average (kg/tree)	CAI (kg/tree/year)	Total (kg)	Average (kg/tree)	CAI (kg/tree/year)	
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer ex K. Heyne	28	47,163.97	1,499.93	88.80	22,167.07	704.97	41.74	153.17
<i>Millingtonia hortensis</i> L.f	28	25,763.36	885.72	43.86	12,108.78	416.29	20.62	75.66
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	2	20,631.16	9,018.06	63.46	9,696.65	4,238.49	29.83	109.46
<i>Dolichandrone serrulata</i> (Wall. Ex DC.) Seem.	6	11,065.98	1,378.93	76.68	5,201.01	648.10	36.04	132.26
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	6	9,967.42	986.76	45.38	4,684.69	463.78	21.33	78.28
<i>Polyalthia longifolia</i> (Benth.) Hook. f.	332	8,145.32	24.53	0.87	3,828.30	11.53	0.41	1.50
<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	13	7,766.46	647.21	9.57	3,650.24	304.19	4.50	16.51
<i>Cerbera odollam</i> Gaertn.	13	7,600.72	456.00	54.14	3,572.34	214.32	25.44	93.38
<i>Ficus religiosa</i> L.	2	6,980.84	961.51	41.98	3,281.00	451.91	19.73	72.42
<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	25	6,890.07	275.60	13.16	3,238.33	129.53	6.19	22.71
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	3	4,657.85	1,552.62	35.99	2,189.19	729.73	16.91	62.08
<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	3	6,237.00	1,535.35	146.55	2,931.39	721.62	68.88	252.79
<i>Terminalia catappa</i> L.	4	5,027.49	1,256.87	63.13	2,362.92	590.73	29.67	108.90
<i>Phyllanthus emblica</i> L.	1	1,074.79	1,074.79	139.02	505.15	505.15	65.34	239.80
<i>Spondias bipinnata</i> Airy Shaw & Forman	1	1,045.92	1,045.92	67.83	491.58	491.58	31.88	117.00
<i>Mimusops elengi</i> L.	2	1,374.73	687.37	58.32	646.12	323.06	27.41	100.60
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	3	2,922.91	974.30	50.24	1,373.77	457.92	23.61	86.65

มีจำนวน 28 ต้นเท่ากับนนทรี เนื่องมาจากปีบมีขนาดลำต้นที่เล็กกว่านนทรีค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับบอโคก เชนคาเบรียล ที่เมื่อพิจารณาเป็นรายต้น พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน 24.53 และ 11.53 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ

จากผลการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ในมวลชีวภาพ คือ DBH และ H ทั้งนี้ มวลชีวภาพของต้นไม้แต่ละชนิด มีการแปรผันขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรม และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเติบโต และอายุของต้นไม้ชนิดนั้นๆ ด้วย (Nualngam, 2002)

อัตราความเพิ่มพูนรายปีของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

การศึกษาความเพิ่มพูนรายปีของการกักเก็บคาร์บอน พบว่า สัตบรรณ มีความเพิ่มพูนรายปีของการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 68.88 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาคือ มะขามป้อม นนทรี แคขาว และมะกอก ตามลำดับ (Table 3) เนื่องมาจาก สัตบรรณ เป็นพรรณไม้ที่ชอบความชุ่มชื้นสูง ซึ่งถ้าได้รับปริมาณเพียงพอจะทำให้การเติบโตรวดเร็วยิ่งขึ้น (Chamnankit, 1985) อีกทั้งเป็นพรรณไม้ที่มีความเพิ่มพูนรายปีของ DBH และ H ค่อนข้างสูง (1.74 ± 0.90 เซนติเมตร/ปี และ 0.40 ± 0.28 เมตร/ปี) (Table 2) ทำให้มีความเพิ่มพูนรายปีของมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงด้วย

ศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการศึกษาศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ในสวนสันติภาพ พบว่า ชนิดพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ สัตบรรณ มีค่าเท่ากับ 252.79 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาคือ มะขามป้อม นนทรี จามจุรี แคขาว และมะกอก ตามลำดับ (Table 3) โดยเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ พบว่า มีค่าเท่ากับ 47.31 กิโลกรัม/ต้น/ปี ซึ่งค่อนข้างแตกต่างกับการศึกษาของ Masahiko *et al.* (2016) ที่ได้ทำการศึกษาด้านไม้ริมถนนของกรุงเทพมหานคร

ที่มีค่าเท่ากับ 12 กิโลกรัม/ต้น/ปี ทั้งนี้เนื่องมาจากสวนสันติภาพมีการดูแลต้นไม้ที่ดี และมีระยะปลูกที่ห่าง ซึ่งเมื่อพิจารณาศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเห็นว่า เป็นไปในทิศทางเดียวกับความเพิ่มพูนรายปีของการเติบโต และความเพิ่มพูนรายปีของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ เนื่องมาจากไม้โตเร็วจะมีค่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าไม้โตช้า (Masahiko *et al.*, 2016)

แนวทางการจัดการสวนสันติภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สวนสันติภาพ มีพื้นที่ทั้งหมด 20 ไร่ 80 ตารางวา ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่บริการและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ มีพื้นที่ 6.70 ไร่ (ร้อยละ 33.2) และพื้นที่ของส่วนปลูกต้นไม้ มีพื้นที่ 13.50 ไร่ (ร้อยละ 66.8) ประกอบไปด้วยต้นไม้ชนิดต่างๆ จำนวน 626 ต้น โดยเมื่อพิจารณาตามหลักเกณฑ์แนวทางการกำหนดระยะปลูกไม้ยืนต้นของกรุงเทพมหานคร ใช้ระยะปลูกตั้งแต่ 4-8 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ (Public Parks Office, 2010) ซึ่งเมื่อเฉลี่ยแล้วสามารถปลูกต้นไม้ได้ 62.5 ต้น/ไร่ สำหรับสวนสันติภาพมีการปลูกต้นไม้ทั้งหมด 626 ต้น คิดเป็นสัดส่วน 46.3 ต้น/ไร่ มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม 19,373.13 กิโลกรัม เมื่อพิจารณาจากระยะปลูกที่เหมาะสมแล้วสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีก 16.2 ต้น/ไร่ หรือทั้งหมด 218 ต้น ซึ่งหากมีการปลูกชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสมจะทำให้มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงสุดประมาณ 55,100 กิโลกรัม/ปี

สำหรับชนิดพรรณไม้ที่ควรนำมาปลูก เพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ควรเป็นพรรณไม้โตเร็ว และมีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง เช่น สัตบรรณ มะขามป้อม นนทรี แคขาว มะกอก จามจุรี ทุกลาง พิกุล (*Mimusops elengi* L.) ตีนเป็ดทะเล แคนแสด (*Spathodea campanulata* P. Beauv.) หว้า ปีบ โพศรีมหาโพ ชมพูพันธุ์ทิพย์ มะฮอกกานีใบใหญ่ และหูกกระจง (*Terminalia ivorensis* A. Chev.) ซึ่งพรรณไม้ดังกล่าว มีค่าการดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในระดับดีมาก (มากกว่า 39.9 กิโลกรัม/ตัน/ปี) ตามหลักเกณฑ์ของ Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (2014) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Public Parks Office (2007) ที่ได้เสนอแนะกลุ่มของพรรณไม้ยืนต้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกให้ร่มเงาในสวนสาธารณะ คือ นนทรี จามจุรี ปิ๊ป โอโศกเซินคาเบรียล สัตบรรณ และหูกวาง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจากความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกต้นไม้ในแต่ละโซนของสวนสันติภาพ จะพบว่า พื้นที่ปลูกต้นไม้บริเวณส่วนกลางของสวนสันติภาพ มีความหนาแน่นของต้นไม้ค่อนข้างน้อย พรรณไม้ส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ยืนต้น เช่น นนทรี อินทนิลน้ำ อีกทั้งพื้นที่ปลูกต้นไม้บริเวณนี้ มีการเข้ามาใช้บริการในการพักผ่อนหย่อนใจของประชาชนค่อนข้างมากกว่าบริเวณอื่น ดังนั้นจึงเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกต้นไม้เพิ่มเติมโดยปลูกพรรณไม้โตเร็วและไม่ยืนต้น ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น เพื่อให้สวนสันติภาพมีค่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และยังให้ร่มเงาเพื่อประโยชน์ในการพักผ่อนหย่อนใจของประชาชนที่เข้ามาใช้บริการภายในสวนสันติภาพอีกด้วย

สรุป

สวนสันติภาพ มีพรรณไม้ทั้งหมด 626 ต้น 46 ชนิด 17 วงศ์ โดยพรรณไม้ที่พบมากที่สุดในพื้นที่ คือ โอโศกเซินคาเบรียล มีจำนวน 332 ต้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 53 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด สำหรับการเติบโตของพรรณไม้ พบว่า จามจุรี มีการเติบโตของ DBH และ H มากที่สุด เท่ากับ 84.75 ± 43.20 เซนติเมตร และ 17.75 ± 1.06 เมตร สำหรับปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน พบว่า นนทรี มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 47,163.97 และ 22,167.07 กิโลกรัม ตามลำดับ หากพิจารณาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยต่อต้น พบว่า จามจุรี มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 9,018.06 และ 4,238.49 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ สำหรับความเพิ่มพูนของการเติบโต พบว่า มะขามป้อม มีความเพิ่มพูนรายปีของ DBH มากที่สุด เท่ากับ 3.72 เซนติเมตร/ปี

สำหรับความเพิ่มพูนของการกักเก็บคาร์บอน พบว่า สัตบรรณ มีความเพิ่มพูนของการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด เท่ากับ 68.88 กิโลกรัม/ตัน/ปี และมีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เท่ากับ 252.79 กิโลกรัม/ตัน/ปี ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับความเพิ่มพูนของการเติบโต และความเพิ่มพูนของการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งหากต้องการเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสวนสันติภาพ พรรณไม้ที่ควรนำมาปลูกเพิ่มควรเป็นพรรณไม้โตเร็ว มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และมีความเหมาะสมในการปลูกในสวนสาธารณะ เช่น สัตบรรณ มะขามป้อม นนทรี และหูกวาง

REFERENCES

- Chamnankit, S. 1985. *Alstonia scholaris*, pp. 85-104. In **Forest Conference 1985**. Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Dung, N.T., P.M. Toai, V.T. Hung, L.T. Anh and P.V. Khoa. 2012. Tree allometric equations in evergreen broadleaf and bamboo forests in the North Central region, Viet Nam. In A. Inoguchi, M. Henry, L. Birigazzi and G. Sola, eds. **Tree Allometric Equation Development for Estimation of Forest Above-ground Biomass in Viet Nam**. UN-REDD Programme, Hanoi, Viet Nam.
- Faculty of Forestry. 2010. **Study of the Characteristics of Plants Greenhouse Gas Adsorption and Suitable Area Size for CDM**. Final Report. Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), Bangkok. (in Thai)
- _____. 2011. **Guide to the Potential of Plants for CDM**. Siam letter printing, Bangkok. (in Thai)

- Hung, N.D., N.V. Bay, N.D. Binh and N.C. Tung. 2012. Tree allometric equations in evergreen broadleaf, deciduous, and bamboo forest in the South East region, Viet Nam. *In* A. Inoguchi, M. Henry, L. Birigazzi and G. Sola, eds. **Tree Allometric Equation Development for Estimation of Forest Above-ground Biomass in Viet Nam**. UN-REDD Programme, Hanoi, Viet Nam.
- IPCC. 2003. **Good Practice Guidance for Land Use, Land – Use Change and Forestry**. IPCC Nation Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Hayama, Japan.
- _____. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Hayama, Japan.
- Masahiko, F., L. Puangchit, F. Sugaware, D. Sripraram, W. Jiamjeerakul and H. Kato. 2016. Carbon sequestration estimation of urban trees in parks and streets of Bangkok Metropolitan, Thailand. **Thai Journal of Forestry** 35(3): 30-41.
- Nualngam, S. 2002. **Role of Reforestation on Carbon Sink at Reafforestation Research and Training Station, Changwat Nakhon Ratchasima**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. 2010. **Thailand Greenhouse Gas Accounting**. Bangkok. (in Thai)
- _____. 2014. **Green Area Standards in The City and Types of Plants Suitable for Green Areas**. Bangkok. (in Thai)
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.
- Pearson, T., S. Walker and S. Brown. 2005. **Source Book for LULUCF Projects**. Winrock International, Arlington, Virginia.
- Public Parks Office. 2004. **Plant Operation and Maintenance Manual**. Public Parks Office Department of Social Welfare, Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok. (in Thai)
- _____. 2007. **Garden and Trees**. Public Parks Office Environment Department, Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok. (in Thai)
- _____. 2010. Design of urban green spaces and parks. *In* **Training Documents to Promote Knowledge for Personnel Agriculture and Parks for Office Official Parks and district offices at Lumpini Park, Bangkok**. 28-29 January 2010. Public Parks Office Lumpini Park, Bangkok. (in Thai)
- Sanpop, C. 2011. **Carbon Storage in Biomass of Trees Planted in Santiphap Park, Bangkok**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest: burning and regeneration. *In* K. Kyuma and C. Pairintra, eds. **Shifting Cultivation, An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics**. A report of a cooperative research between Thai-Japanese Universities.