

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของการตัดแต่งไม้ต้นต่อการเจริญเติบโตและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
ในพื้นที่อุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่

วรเชษฐ วรเวชกุล^{1*} ณปภัช วงศ์น่าน¹ วิภาณดา สายวงศ์ใจ¹ ปริญญาภรณ์ แสงเรือน¹ กิตตินันท์ ปุณินตะ¹
ธีรพล บุตรสีทอง¹ ธีรานนท์ ปาสุธรรม¹ ปิยะพงษ์ มีปัญญา¹ กรมิษฐ์ สมหวัง¹ ภูชาดล ธีรธัญญา¹
อาณดา นรินทร์รายกุล¹ สุธีระ เข็มฮัก² และวิษณุภาส สังพาลี²

รับต้นฉบับ: 26 มีนาคม 2567

ฉบับแก้ไข: 16 พฤษภาคม 2567

รับลงพิมพ์: 20 พฤษภาคม 2567

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: อุทยานหลวงราชพฤกษ์เป็นพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองซึ่งมีบทบาทสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม การตัดแต่งทรงพุ่มที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมการเติบโตและเพิ่มศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ได้ วัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทราบผลของการตัดแต่งทรงพุ่มต่อการเจริญเติบโต และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้น

วิธีการ: ทำการตัดแต่งทรงพุ่มชนิดไม้ต้นตัวอย่าง 3 รูปแบบ คือ 1) ตัดแต่งทรงพุ่มออก >50% (ประดู่ป่า มะฮอกกานี) 2) ตัดแต่งทรงพุ่มออก <50% (ประดู่แดง ผักเหือด พิกุล และราชพฤกษ์) และ 3) ไม่มีการตัดแต่งทรงพุ่ม จากนั้นประเมินอัตราการเติบโต และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้น ระหว่างปี 2564 ถึง 2566 โดยสมการ ของ Chave *et al.* (2005)

ผลการศึกษา: อัตราความโตสัมพัทธ์ของประดู่ป่า และมะฮอกกานี (มีการตัดแต่งทรงพุ่ม > 50%) มีความแตกต่างจากไม้ตัดแต่งอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในด้านการสะสมมวลชีวภาพสัมพัทธ์ พบว่าประดู่ป่าที่ตัดแต่งมีค่าน้อยกว่าที่ไม่ตัดแต่ง เฉลี่ย 0.08 และ 0.12 ($P < 0.05$) ในขณะที่มะฮอกกานีไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในส่วนของการตัดแต่งทรงพุ่มน้อยกว่า 50% พบว่าประดู่แดงและพิกุลที่มีความโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับไม้ตัดแต่ง ($P < 0.001$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ) แตกต่างจากราชพฤกษ์ ที่มีค่าอัตราความโตสัมพัทธ์เป็นไปในทางลบสำหรับไม้ที่ตัดแต่งกิ่ง อย่างไรก็ตามอัตราการเติบโตสัมบูรณ์และความสูงสัมพัทธ์กลับมีผลในทางบวก ในด้านปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน พบว่าประดู่แดงและพิกุลที่ตัดแต่งมีการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การสะสมมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ) คือ 49.59 และ 12.6 กิโลกรัม/ปี ตามลำดับ ขณะที่ราชพฤกษ์ที่ตัดแต่งมีอัตราการสะสมมวลชีวภาพสัมพัทธ์ และการกักเก็บคาร์บอนลดลง ในส่วนของผักเหือดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างสองรูปแบบ

สรุป: การตัดแต่งเรือนยอดมีผลต่ออัตราการเติบโตและความผันแปรของปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้น ดังนั้น การตัดแต่งไม้ต้นต้องคำนึงถึงรูปแบบที่เหมาะสมกับชนิดไม้ จะทำให้การเติบโตและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนดีขึ้น

คำสำคัญ: ป่าในเมือง, พื้นที่ให้บริการ, นิเวศวิทยา, สิ่งแวดล้อม

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จังหวัดเชียงใหม่ 50200

² คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

*ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: WORACHETV@gmail.com

<https://doi.org/10.24044/j.tferj.2024.8.1.01>

The Effect of Tree Pruning on Growth and Potential of Carbon Storage in Aboveground Biomass in Royal Park Rajapruek in Chiang Mai Province

Worachet Worawetchakun^{1*} Napaphat Wongnan¹ Vikanda Saywongjai¹ Preeyaporn Sangruan¹ Kittinan Puinta¹
Thirapon Butsithong¹ Teeranon Pasutham¹ Piyaphong Meepanya¹ Korramit Somwang¹ Phuthadol Theera-athiyut¹
Arnada Niruntayakul¹ Sutheera Hermhuk² and Witchaphart Sungpalee²

Received: 26 March 2024

Revised: 16 May 2024

Accepted: 20 May 2024

ABSTARCT

Background and Objectives: Royal Park Rajapruek is an urban green area that plays important role on the environments. The suitable canopy pruning promotes tree growth and increase potential of carbon dioxide (CO₂) absorption. This study aimed to evaluate the effect of canopy pruning on growth rate and carbon storage in tree aboveground biomass.

Methodology: The selected tree species was canopy pruned (CP) in three types; 1) > 50% of CP (*Pterocarpus macrocarpus* and *Swietenia macrophylla*), 2) < 50% of CP (*Phyllocarpus septentrionalis*, *Ficus subpisocarpa*, *Mimusops elengi*, and *Cassia fistula*) and 3) no canopy pruning. Then, the evaluate on the growth rate and carbon storage in aboveground biomass was done during 2021-2023 based on allometric equation of Chave *et al.* (2005).

Main Results: The relative growth rate (RGR) of *Pterocarpus macrocarpus* and *Swietenia macrophylla* (> 50% canopy pruning) had significantly ($P < 0.05$) different with no CP. In term of relative growth on biomass, the CP and without CP of *Pterocarpus macrocarpus* had significantly ($P < 0.05$) that lower value was found, 0.08 and 0.12, respectively, but it had no significant for *Swietenia macrophylla*. Regarding the CP < 50%, the absolute growth rate (AGR) of *Phyllocarpus septentrionalis* and *Mimusops elengi* was significantly ($P < 0.001$ and $P < 0.05$, respectively) different with no CP which increased rate was found. In contrast, the negative RGR of diameter for CP was found for *Cassia fistula*, however, the AGR and RGR of height showed positive correlation. In terms of biomass and carbon storage, these were significantly ($P < 0.001$, and $P < 0.05$, respectively) different for *Phyllocarpus septentrionalis* and *Mimusops elengi* which increased up to 95 percent. Then, they showed significantly ($P < 0.001$, and $P < 0.05$, respectively) increased aboveground biomass (49.59 and 12.6 km.yr⁻¹, respectively). While, *Cassia fistula* with CP had low RGR and carbon storage. Contrasting with *Ficus subpisocarpa* that had no significantly different between two practices.

Conclusion: Canopy pruning is important on tree growth rate that effected on variation of biomass and carbon storage. Thus, appropriate canopy pruning should concern for specific species, in particular to promote growth and carbon storage.

Keywords: Urban forest, service area, ecology, environment

¹ Highland Research and Development Institute (Public Organization), Chiang Mai 50200

² Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: WORACHETV@gmail.com

<https://doi.org/10.24044/j.tferj.2024.8.1.01>

คำนำ

ปัจจุบันสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศประการหนึ่ง คือ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน (Land use change) โดยเฉพาะการทำลายทรัพยากรป่าไม้ ร้อยละ 20 เกิดจากการสูญเสียคาร์บอนที่กักเก็บในรูปเนื้อไม้ (IPCC, 1997) ดังนั้น ต้นไม้จึงมีบทบาทสำคัญในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของใบ (Photosynthesis) เพื่อสร้างอินทรีย์สารซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ นำมาสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ หรือที่เรียกว่า มวลชีวภาพ (Biomass) ทั้งมวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ และมวลชีวภาพที่อยู่ใต้ดิน คือ ราก (Diloksumpun, 2007) การจัดการเพื่อส่งเสริมให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตจึงเป็นการช่วยสนับสนุนและเพิ่มศักยภาพของต้นไม้ให้สามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามการจัดการต้นไม้และพื้นที่สีเขียวจะต้องอาศัยความรู้ตามหลักวิชานวนวัฒนวิทยา โดยเฉพาะการตัดแต่งเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพื่อเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ จะต้องพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ของความยาวของลำต้นที่ปกคลุมด้วยกิ่งก้านที่ยังมีชีวิต (Live crown ratio) โดยปกติต้นไม้จะเติบโตได้ดีเมื่อมี Live crown ratio มีค่าร้อยละ 40 ขึ้นไป ถ้าต่ำกว่าร้อยละ 30 จะทำให้การเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลดลงและจะส่งผลต่อศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ลดลงตามไปด้วย (Watcharangkun *et al.*, 2015) และถ้า Live crown

ratio ของต้นไม้ไม่มีค่ายิ่งต่ำลงมากเท่าใด ก็จะทำให้การเปิดช่องว่างให้ต้นไม้ต้นนั้นไม่มีผลในทางเสริมสร้างการเจริญเติบโต และอาจจะทำให้ตายได้ในที่สุด (Suwannapinun, 2001) ดังนั้น นอกจากการบำรุงรักษาโดยทั่วไปเช่น การให้น้ำ ให้ปุ๋ย แล้ว การพิจารณาสัดส่วนของการตกแต่งกิ่งจึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไม้ต้น โดยเฉพาะพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง (Urban green space) ที่มีไม้ยืนต้นเป็นหลัก ถือเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม ทั้งช่วยในการช่วยลดระดับมลพิษและฝุ่นละอองในอากาศ การช่วยลดอุณหภูมิและความร้อนภายในพื้นที่และช่วยลดระดับก๊าซเรือนกระจก ขณะเดียวกันยังเป็นแหล่งผลิตออกซิเจนที่สำคัญอีกด้วย ดังนั้น ไม้ต้นเหล่านี้หากได้รับการจัดการและบำรุงรักษาอย่างดี ก็จะช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโต หากแต่ยังขาดความจริงจังในการศึกษาด้านผลของการตกแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงควรเร่งศึกษาให้ครอบคลุมทุกชนิด โดยเฉพาะพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ในเขตเมือง

อุทยานหลวงราชพฤกษ์ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่ให้บริการทั้งด้านการท่องเที่ยว การเรียนรู้พืชพรรณ และให้บริการสังคม (Highland Research and Development Institute (Public Organization), 2009) นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่สีเขียวที่อยู่ในเขตชุมชนและเป็นป่าในเมือง (Urban forest) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการเป็นแหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน จากรายงานของ Worawetchakun *et al.* (2023) พบว่าอุทยานหลวง

ราชพฤกษ์ มีพรรณไม้จำนวน 700 ชนิด 330 สกุล 105 วงศ์ และมีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพของต้นไม้ รวม 1,348.82 ตันคาร์บอน หรือคิดเป็น 3.02 ตันคาร์บอน/ไร่ และยังพบว่ามีการจัดการพื้นที่สีเขียวโดยเฉพาะการตัดแต่งกิ่ง ทรงพุ่ม และความสูงของต้นไม้ในทุกปี เพื่อความสวยงามและความปลอดภัยภายในพื้นที่ให้บริการ

จากความสำคัญดังกล่าวจึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อติดตามผลของการตัดแต่งไม้ต้นต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้สำหรับใช้เป็นแนวทางการจัดการต้นไม้และดูแลรักษาพื้นที่สีเขียวให้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมที่ดีของชุมชนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและคัดเลือกตัวอย่างพรรณไม้

สำรวจไม้ต้นในพื้นที่อุทยานหลวงราชพฤกษ์ ที่มีการจัดการและตัดแต่งทรงพุ่มในช่วงปี 2564 ถึง 2566 พบว่า ภายในพื้นที่ที่มีรูปแบบการตัดแต่งทรงพุ่มของไม้ต้นอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ ตัดแต่งทรงพุ่มออก >50% ของทรงพุ่มทั้งหมด ตัดแต่งทรงพุ่มออก <50% ของทรงพุ่มทั้งหมด และไม่มีการตัดแต่งทรงพุ่ม จากนั้นคัดเลือกไม้ต้นที่ถูกตัดแต่ง โดยการสืบหาข้อมูลประจำต้น จากฐานข้อมูลพรรณไม้ของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ ที่ได้ทำการวัดติดตามการเจริญเติบโตในปี พ.ศ. 2564 (Table 1) เพื่อใช้ในการติดตามในปี พ.ศ. 2563 (Worawetchakun *et al.*, 2022; Worawetchakun *et al.*, 2023)

Table 1 Number of samples of trees whose canopies were pruned in 2021.

species	Canopy pruning practices			Data in 2021	
	>50%	<50%	Without pruning (control)	DBH (cm)	Height (m)
<i>Phyllocarpus septentrionalis</i> Donn. Sm.		10 trees	20 trees	11.54	5.28
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	9 trees		10 trees	29.99	11.02
<i>Ficus subpisocarpa</i> Gagnep.		10 trees	10 trees	78.51	11.48
<i>Mimusops elengi</i> L.		9 trees	11 trees	16.8	6.19
<i>Swietenia macrophylla</i> King	20 trees		20 trees	27.73	12.61
<i>Cassia fistula</i> L.		7 trees	30 trees	16.98	8.79

2. การประเมินการเติบโต และการกักเก็บคาร์บอน

ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height, DBH) หรือความโต (เซนติเมตร) และความสูงต้น (เมตร) จากนั้นประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้น โดยใช้สมการประเมินมวล

ชีวภาพที่ไม่ใช่ตัวแปรด้านความสูง เนื่องจากไม้ต้นในพื้นที่ที่มีการตัดแต่งกิ่งเพื่อลดระดับความสูงของไม้ต้น ซึ่งจะส่งผลต่อค่าการวิเคราะห์ข้อมูล ครั้งนี้จึงเลือกใช้สมการของ Chave *et al.* (2005) ดังนี้

$$AGB = \rho \times \exp^{(-0.667)} + 1.784 \times \ln(D) + 0.207 \times \ln(D^2) - 0.0281 \times \ln(D^3)$$

เมื่อ AGB = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

ρ = ความหนาแน่นเนื้อไม้ (กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

เมื่อทราบมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสามารถทำการประเมินปริมาณคาร์บอนในต้นไม้ ตาม IPCC (1997) ได้ดังนี้

ปริมาณคาร์บอน (C) = มวลชีวภาพ x 0.47

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) ความสูงต้น (เมตร) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม) และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม) ของไม้ต้นที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่ม และไม่ตัดแต่งทรงพุ่ม (Control) มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ (Average growth rate, AGR) และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate, RGR) ช่วงปี 2564 (ก่อนเริ่มตัดแต่งกิ่ง) และปี 2566 ดังสมการ

$$AGR = (W2 - W1)/(t2-t1)$$

$$RGR = (\ln W2 - \ln W1)/(t2-t1)$$

W1 = ค่าสังเกตปีฐาน

W2 = ค่าสังเกตปีล่าสุด

t1 = เวลาที่บันทึกค่าสังเกต (ปีฐาน)

t2 = เวลาที่บันทึกค่าสังเกต (ปีล่าสุด)

ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR) และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) ระหว่างไม้ต้นที่ถูกตัด

แต่งทรงพุ่ม และไม่ตัดแต่งทรงพุ่ม (Control) ด้วยวิธี Two-sample t-test โดยไม้ต้นแต่ละชนิดจะถูกเปรียบเทียบด้วยรูปแบบการตัดแต่งทรงพุ่มที่ต่างกันตาม Table 1

ผลการศึกษา

1. การเจริญเติบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มมากกว่า 50%

การศึกษาพบว่า ประดู่ป่า และมะฮอกกานี ที่ตัดแต่งทรงพุ่มมากกว่า 50 % มีการเติบโตที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไม้ต้นที่ไม่ตัดแต่ง ($P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ) และมีแนวโน้มเจริญเติบโตในทางลบ โดยประดู่ป่า มีค่าอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) น้อยกว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งทรงพุ่มอยู่ที่ 0.04 และ 0.06 ตามลำดับ ส่วนมะฮอกกานีที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มมีค่าอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR) น้อยกว่า หรือลดลงเฉลี่ย -1.84 เมตร/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ตัดแต่งทรงพุ่มซึ่งมีค่า 0.72 เมตร/ปี เช่นเดียวกันกับค่าอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) ซึ่งมีค่าอยู่ที่ -0.17 และ 0.05 ตามลำดับ (Table 2)

เมื่อประเมินมวลชีวภาพ และกักเก็บคาร์บอน พบว่า ประดู่ป่ามีอัตราการสะสมมวลชีวภาพสัมพัทธ์ (RGR on biomass) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างไม้ตัดแต่งทรงพุ่มและตัดแต่งทรงพุ่ม โดยมีค่า 0.12 และ 0.08 ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับค่าการกักเก็บคาร์บอน (Figure 1)

Table 2 Absolute growth rate (AGR) and relative growth rate (RGR) of breast diameter and the height of 6 species of trees that were pruned at various levels.

Species	Canopy pruning practices			T-test
	>50%	<50%	without pruning (control)	
<i>Phyllocarpus septentrionalis</i> Donn. Sm.				
AGR DBH (centimeter/year)		2.77	1.18	***
RGR DBH		0.17	0.12	*
AGR height (meter/year)		1.16	0.69	ns
RGR height		0.17	0.11	ns
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz				
AGR DBH (centimeter/year)	1.28		1.65	ns
RGR DBH	0.04		0.06	*
AGR height (meter/year)	0.72		1.00	ns
RGR height	0.07		0.08	ns
<i>Ficus subpisocarpa</i> Gagnep.				
AGR DBH (centimeter/year)		1.88	0.97	ns
RGR DBH		0.02	0.01	ns
AGR height (meter/year)		1.83	1.56	ns
RGR height		0.14	0.12	ns
<i>Mimusops elengi</i> L.				
AGR DBH (centimeter/year)		1.80	1.11	*
RGR DBH		0.09	0.06	*
AGR height (meter/year)		0.64	0.47	ns
RGR height		0.10	0.07	ns
<i>Swietenia macrophylla</i> King				
AGR DBH (centimeter/year)	0.78		0.84	ns
RGR DBH	0.03		0.03	ns
AGR height (meter/year)	-1.84		0.72	***
RGR height	-0.17		0.05	***
<i>Cassia fistula</i> L.				
AGR DBH (centimeter/year)		0.91	0.86	ns
RGR DBH		0.03	0.05	*
AGR height (meter/year)		1.84	0.77	***
RGR height		0.17	0.07	***

Remark:; ns = non significant different; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$

ขณะที่มะฮอกกานีไม่พบความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ดี (Table 3) ด้านมวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนแต่

Table 3 Biomass change (%), absolute growth rate (AGR) and relative growth rate (RGR) of the biomass and carbon storage of each canopy-pruned practice based on aboveground biomass accumulation of woody plants of Chave *et al.* (2005).

species	Canopy pruning practices		t-test
	>50%	<50% without pruning (control)	
<i>Phyllocarpus septentrionalis</i> Donn. Sm.			
Changes in Biomass (%)	99.19	25.2	***
AGR biomass (kilogram/ year)	49.59	12.6	***
RGR biomass	0.36	0.26	*
AGR carbon content (kilogram/ year)	23.31	5.92	***
RGR carbon content	0.36	0.26	*
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz			
Changes in Biomass (%)	101.68	104.78	ns
AGR biomass (kilogram/ year)	50.84	52.39	ns
RGR biomass	0.08	0.12	*
AGR carbon content (kilogram/ year)	23.90	24.62	ns
RGR carbon content	0.08	0.12	*
<i>Ficus subpisocarpa</i> Gagnep.			
Changes in Biomass (%)	277.65	113.36	ns
AGR biomass (kilogram/ year)	138.82	56.68	ns
RGR biomass	0.04	0.03	ns
AGR carbon content (kilogram/ year)	65.25	26.64	ns
RGR carbon content	0.04	0.03	ns
<i>Mimosops elengi</i> L.			
Changes in Biomass (%)	96.77	55.97	*
AGR biomass (kilogram/ year)	48.39	27.98	*
RGR biomass	0.18	0.12	*
AGR carbon content (kilogram/ year)	22.74	13.15	*
RGR carbon content	0.18	0.12	*

Table 3 (Continued)

Species	Canopy pruning practices			T-test
	>50%	<50%	without pruning (control)	
<i>Swietenia macrophylla</i> King				
Changes in Biomass (%)	41.75		42.54	ns
AGR biomass (kilogram/ year)	21.11		21.27	ns
RGR biomass	0.05		0.06	ns
AGR carbon content (kilogram/ year)	9.92		10.00	ns
RGR carbon content	0.05		0.06	ns
<i>Cassia fistula</i> L.				
Changes in Biomass (%)		59.77	36.73	ns
AGR biomass (kilogram/ year)		29.89	18.36	ns
RGR biomass		0.07	0.1	*
AGR carbon content (kilogram/ year)		14.05	8.63	ns

Remark: ns = non significant different; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$

2. การเจริญเติบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มน้อยกว่า 50%

การศึกษาพบว่า การตัดแต่งทรงพุ่มน้อยกว่า 50% ส่งผลให้ไม้ต้นมีแนวโน้มเจริญเติบโตในทางบวก โดยประจําแถว ที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มมีความโต (AGR) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ไม่มีการตัดแต่งทรงพุ่ม ($P < 0.001$) โดยมีค่า 2.77 และ 1.18 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับค่าอัตราการความโตสัมพันธ์ (RGR) ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.17 และ 0.12 ตามลำดับ ส่วนพิกุลที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นที่ไม่มีการตัดแต่งทรงพุ่ม ส่งผลให้ไม้ต้นมีแนวโน้มเจริญเติบโตในทางบวก โดยมีค่า

ความโต (AGR) อยู่ที่ 1.8 เซนติเมตร/ปี พุ่มอยู่ที่ 1.11 เซนติเมตร/ปี เช่นเดียวกันกับค่าอัตราการความโตสัมพันธ์ (RGR) ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.09 และ 0.06 ตามลำดับ ในขณะที่ ราชพฤกษ์ พบว่ามีค่าอัตราการความโตสัมพันธ์ (RGR) ในทางลบ โดยมีค่าอยู่ที่ 0.03 ของต้นที่ได้ตัดแต่ง และ 0.05 ของต้นที่ไม่ได้ตัดแต่ง ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามอัตราการเติบโตสัมพันธ์ (AGR) และสัมพันธ์ (RGR) ด้านความสูงของราชพฤกษ์ที่ได้ตัดแต่งทรงพุ่มกับมีผลในทางบวก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.84 เมตร/ปี และ 0.17 ส่วนต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งมีค่าอยู่ที่ 0.77 เมตร/ปี และ 0.07 ตามลำดับ ($P < 0.001$) (Table 2)

เมื่อประเมินมวลชีวภาพ และกักเก็บคาร์บอน พบว่า ประจําแถว และพิกุล ที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มมีค่าการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพมากถึง

99.19 และ 96.77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับต้นไม้ที่
ตัดแต่งทรงพุ่มซึ่งมีค่าอยู่ที่ 25.2 และ 55.97
เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้การตัดแต่งทรงพุ่ม
ดังกล่าวยังส่งผลให้อัตราการสะสมมวลชีวภาพ
(AGR) ของประจูด่าง และพิกุล เพิ่มมากขึ้นอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$ และ $P < 0.05$) อยู่ที่
49.59 กิโลกรัม/ปี และ 48.39 กิโลกรัม/ปี เมื่อเทียบ
กับต้นไม้ที่ไม่ได้ตัดแต่งอยู่ที่ 12.6 กิโลกรัม/ปี และ
27.98 กิโลกรัม/ปี ตามลำดับ

เช่นเดียวกันกับอัตราการสะสมมวลชีวภาพ
สัมพัทธ์ (RGR) ซึ่งประจูด่าง และพิกุล ที่ถูกตัดแต่ง
มีค่ามากกว่า 0.36 0.18 เมื่อเทียบกับต้นไม้ที่ไม่ได้ตัดแต่ง
อยู่ที่ 0.26 และ 0.12 ตามลำดับ ในส่วนของราช
พฤกษ์นั้น ตามที่ได้รายงานผลไปข้างต้น จึงทำให้มี
ค่าอัตราการสะสมมวลชีวภาพสัมพัทธ์ (RGR)
ซึ่งเป็นไปในทางตรงกันข้าม โดยมีค่าอยู่ที่ 0.07 ของ
ต้นไม้ที่ได้ตัดแต่ง และ 0.1 ของต้นไม้ที่ไม่ได้ตัดแต่ง
($P < 0.05$) เช่นเดียวกันกับค่าการกักเก็บคาร์บอน
(Table 4 และ Figure1)

Table 4 Regression of carbon stock in biomass between control and canopy pruning practices; (a) and (b) > 50 % and (c), (d), (e) and (f) < 50 %, of six selected species.

	Control			Canopy pruning practices		
	Equation	R ²	P-value	Equation	R ²	P-value
a	$y=37.32765+1.06437x$	0.94	<0.001	$y=-3.04337+1.18108x$	0.99	<0.001
b	$y=-23.80624+1.34821x$	0.97	<0.001	$y=0.37532+1.11212x$	0.99	<0.001
c	$y=-0.5292+1.7541x$	0.87	<0.001	$y=64.7364+0.5917x$	0.15	>0.05
d	$y=36.46560+1.01801x$	0.97	<0.001	$y=-17.42676+1.11260x$	0.95	<0.001
e	$y=-19.4653+1.5225x$	0.92	<0.001	$y=27.1289+1.1709x$	0.91	<0.001
f	$y=9.15166+1.09858$	0.85	<0.001	$y=-13.11966+1.22467x$	0.98	<0.001

วิจารณ์ผล

การตัดแต่งทรงพุ่มของไม้ต้น น้อยกว่า
50% ส่วนใหญ่จะกระตุ้นให้ไม้ต้นเจริญเติบโต
เพิ่มขึ้น สังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของความโตของ
ประจูด่าง และพิกุล ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต
(AGR) เฉลี่ยทั้ง 2 ชนิดมากกว่า 1.9 เท่า เมื่อเทียบกับ
ต้นไม้ที่ไม่ได้ตัดแต่งทรงพุ่ม เช่นเดียวกับค่าความ
โตสัมพัทธ์ (RGR) เฉลี่ยทั้ง 2 ชนิดมากถึง 1.4 เท่า
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมด้านความสูงต้น ก็พบว่า

การตัดแต่งแบบวิธีดังกล่าวส่งผลให้ไม้ต้นมีความ
สูงต้นที่เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะราช
พฤกษ์ ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นทั้งค่าอัตราการ
เจริญเติบโตสัมบูรณ์ (AGR) และสัมพัทธ์ (RGR)
มากถึง 2.4 เท่า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่าการสะสมมวล
ชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ที่ตัดแต่ง
ทรงพุ่มน้อยกว่า 50% สูงด้วยเช่นกัน Wünsche &
Lakso (2000) รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งเป็นการลด
ความหนาแน่นของทรงพุ่ม ทำให้ปริมาณแสงส่อง

ผ่านมายังใบมากขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการสะสมอาหารนอกจากนี้ยังช่วยลดระดับของ ฮอว์โมน Auxin เพิ่มบทบาทของฮอว์โมน Cytokinin ทำให้แตกตาข้างสร้างกิ่งและใบเพิ่มขึ้น (Wanichkul, 2003) อย่างไรก็ตามในทางทฤษฎีและปฏิบัติ การตัดแต่งทรงพุ่มมักนำมาใช้

เพื่อให้เกิดผลลัพท์ที่ดีเป็นหลัก โดยการนำมาประยุกต์ใช้ ให้สอดคล้องกับกลุ่มพรรณไม้ เช่น กลุ่มไม้ผล มักใช้ในการกระตุ้นการเกิดดอก การแตกกิ่ง แดกใบอ่อน เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตเป็นส่วนใหญ่ Sangmanee, 2020; Wanichkul & Kanchanakesorn, 2008)

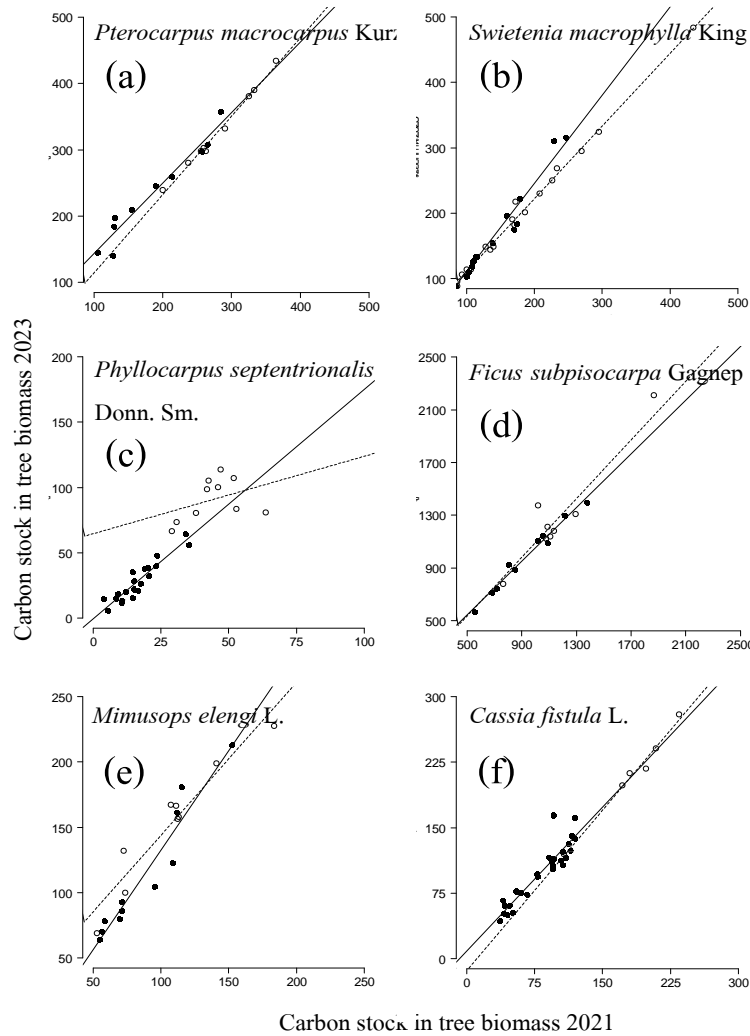


Figure 1 Regression of carbon stock in biomass at 2021 and 2023 of 6 selected species of trees that were pruned at various practices.; (a) and (b) > 50 % and (c), (d), (e) and (f) < 50 %.

ขณะที่ในกลุ่มของไม้ต้นมักใช้เพื่อ ป้องกันอันตรายจากกิ่งไม้หรือต้นไม้หักโค่น ลดความหนาแน่นของทรงพุ่มเพื่อลดการสะสมของโรคและแมลง

นอกจากนี้ยังเป็นการจัดทรงพุ่มให้มีความสวยงามในด้านภูมิทัศน์อีกด้วย ในขณะที่เกี่ยวกับการตัดแต่งทรงพุ่มของไม้ต้น มากกว่า 50% กลับส่งผลทางลบ

เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะด้านความสูงของมะฮอกกานีซึ่งต่างกันถึง -2.56 เท่า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่าการสะสมมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนเปลี่ยนแปลงตามการตอบสนองดังกล่าว อย่างไรก็ตามการศึกษาไม่สามารถเปรียบเทียบระหว่างการตัดแต่งทรงพุ่มมากกว่า 50% และการตัดแต่งน้อยกว่า 50% ได้ เนื่องจากข้อจำกัดในข้อมูลตัวอย่างที่แสดงใน Table 1 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วการตัดแต่งทรงพุ่มที่มากกว่า 50% จะมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไม้ต้นและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ การตัดแต่งน้อยกว่า 50% และไม่ตัดแต่ง ทั้งนี้เนื่องจากการตัดแต่งมากกว่า 50% มีผลต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความยาวของลำต้นที่ปกคลุมด้วยกิ่งก้านที่ยังมีชีวิต (Live crown ratio) โดยมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของต้นไม้ และความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนลดลง สอดคล้องกับ Suwannapinun (2001) ที่ได้กล่าวว่า ต้นไม้มีความสามารถในการเติบโตอย่างเหมาะสมเมื่อ Live crown ratio มีค่ามากกว่าร้อยละ 40 และถ้าค่าต่ำกว่า ร้อยละ 30 จะส่งผลกระทบต่อ การลดลงของการเติบโตและความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน

สรุป

การศึกษาผลของการตัดแต่งทรงพุ่มต่อการเจริญเติบโตและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้น พบว่าการตัดแต่งทรงพุ่มที่มากกว่า 50% จะส่งผลให้ไม้ต้นมีแนวโน้มของการเจริญเติบโตและศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในทางลบ และ

ยังส่งผลกระทบต่อ การลดลงของค่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์และอัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ รวมทั้งส่งผลให้ไม้ต้นมีความสูงที่ต่ำลง ในขณะที่การตัดแต่งทรงพุ่มน้อยกว่า 50% มีแนวโน้มที่จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของไม้ต้นในทางบวก และมีผลให้ความสูงของไม้ต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ไม้ต้นที่ถูกตัดแต่งทรงพุ่มน้อยกว่า 50% มีค่าการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าไม้ต้นที่ตัดแต่งมากกว่า 50% ทั้งนี้ยังพบว่าไม้ต้นบางชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจะเห็นได้ว่าการตัดแต่งทั้งสองรูปแบบนั้นส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของไม้ต้นและยังเป็นผลให้การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้นผันแปรตามไปด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาไม้ต้นชนิดอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางวางแผนจัดการดูแลรักษาต้นไม้และพื้นที่สีเขียวเพื่อเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพและช่วยลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการอุทยานหลวงราชพฤกษ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ คณะผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้คำปรึกษาในการวางแผนดำเนินงานวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบแก้ไขความถูกต้อง รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานหลวงราชพฤกษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บบันทึกข้อมูลภาคสนามจนเสร็จจุล่งด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chave J., C. Andalo, S. Brown, J. M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Fořster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J. P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Rie'ra, & T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Ecosystem ecology**. 145: 87–99.
- Diloksumpun, S. 2007. Forest carbon storage and global warming. **Journal of soil and water conservation** 22(3): 40-49. (in Thai)
- Highland Research and Development Institute (Public Organization). 2009. **Decree Establishment of Highland Research and Development Institute (Public Organization) (Issue 2)**. Highland Research and Development Institute (Public Organization), Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. **Revised 1996 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual**. Meteorological Office, Bracknell, United Kingdom.
- Sangmanee, P. 2020. Effects of Pruning and Plant Nutrition Management on Growth, Development and Yield of Cashew Nut. **Journal of Agriculture** 36(3): 313-319. (in Thai)
- Suwannapinun, W. 2001. **Silvicultural systems**. Faculty of forestry Kasatsart university, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Wanichkul, K. 2003. **Tree shaping and pruning of fruit trees**. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Wanichkul, K., & P. Kanchanakesorn. 2008. Flowering and fruit set of Java apple (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & Perry) cv. 'Thabthimchan' as affected by 4 training systems in high density planting. **KMUTT Research and Development Journal** 31 (3): 539-547. (in Thai)
- Watcharangkun, T., W. Himaphan, P. Rubporn, & J. Noreeveth. 2015. **Thinning guidelines for commercial plantation**. Forest plantations research, Silvicultural research division, Forest research and development office, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Worawetchakun, W., K. Thongsri, N. Wongnan, V. Saywongjai, P. Nedthip, A. Niruntayakul, S. Hermhuk, & W. Sungpalee. 2022. Species diversity of trees in Royal Park Rajapruek Chiang Mai Province, pp. 1-16. *In Academic conferences and presentations. The 10th Science Working Group Club of the Ministry of Public Health*, Walailak university, Nakhon Si Thammarat. (in Thai)
- Worawetchakun, W., A. Niruntayakul, N. Wongnan, V. Saywongjai, P. Sangruan, W. Sungpalee, S. Hermhuk, T. Pasutham, K. Sri-Ngernyuang, & S. Choosumrong. 2023. Plant diversity in Royal Park Rajapruek and management of plants using web application system spatial tree species database, pp. 39-50. *In D. Marod, ed. Proceeding of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 12*, Chiangmai university, Chiangmai. (in Thai)
- Wünsche, J. N., & A.N. Lakso. 2000. Apple tree physiology: Implications for orchard and tree management. **Compact Fruit Tree** 33(3): 82-88.