

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นราชพฤกษ์ระหว่างกลุ่มที่ตัดแต่งกิ่งและไม่ตัดแต่งกิ่ง: กรณีศึกษาอุทยานหลวงราชพฤกษ์

Comparative Growth Performance of Pruned and Unpruned Golden Shower Trees (*Cassia fistula* L.) at Royal Park Rajapruek

ปฎิมา แก้วพลอย¹ วิชญ์ภาส สังข์พาลี¹ วรเชษฐ์ วรเชษฐกุล² สุธีระ เหมฮัก¹ กฤษณะ ทองศรี² ปรียาภรณ์ แสง
เรื่อน² อธิพล บุตรสีทอง² ปิยะพงษ์ มีปัญญา² กรมิษฐ์ สมหวัง² และจุฑามาศ อัจฉนาเสียว¹

Padima Kaeophloi¹ Witchapart Sungpalee¹ Kritsana Thongsri² Sutteera Hermhuk¹ Worachet Worawetchakul² Preeyaporn Saengruen²
Teerapol Butseethong² Piyaphong Meepanya² Koramit Somwang² and Chuthamat Atnaseo¹

¹สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹Program Agricultural, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

²อุทยานหลวงราชพฤกษ์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

²Royal Park Rajapruek, Mueang Chiang Mai, Chiang Mai 50100

*Corresponding author: sci.ocu@gmail.com

Abstract

This study aimed to compare the growth, aboveground biomass accumulation, and carbon sequestration of golden shower trees (*Cassia fistula* L.) under pruned 93 trees and unpruned 440 trees treatments across different diameter at breast height (DBH) classes at Royal Park Rajapruek, Chiang Mai Province. The results indicated that tree size and pruning significantly affected the relative growth rate in height (RGR H) and diameter (RGR DBH) ($p < 0.001$). In the medium and large size classes, unpruned trees exhibited significantly higher height growth rates than pruned trees. Conversely, pruned trees achieved significantly higher RGR DBH than unpruned trees across all size classes. Regarding aboveground biomass and carbon sequestration, unpruned trees in the large size class stored significantly more total biomass and carbon than pruned trees ($p < 0.001$). Furthermore, linear regression models revealed a negative relationship, indicating that relative growth rates decreased as initial tree size increased. These findings suggest that while pruning stimulates lateral diameter growth, it diminishes vertical height growth and total biomass accumulation in larger urban trees. This research provides essential data for optimizing urban forest management and arboricultural practices.

Keywords: *Cassia fistula*, pruning, relative growth rate

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต การสะสมมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของต้นราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจำนวน 93 ต้น และกลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง จำนวน 440 ต้น จำแนกตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ณ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า ขนาดของต้นไม้และการตัดแต่งกิ่งส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพันธ์ทางด้านความสูง (RGR H) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (RGR DBH) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยในชั้นขนาดกลางและขนาดใหญ่ กลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูงสูงกว่ากลุ่มที่ตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงกันข้าม กลุ่มที่มีการตัด

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

แต่งกิ่งกลับมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (RGR DBH) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกชั้นขนาด สำหรับการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอน พบว่าในกลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ กลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีการสะสมมวลชีวภาพรวมและการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ในขณะที่แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์จะลดลงเมื่อต้นไม้มีขนาดลำต้นเริ่มต้นที่ใหญ่ขึ้น ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการตัดแต่งกิ่งส่งผลดีต่อการขยายขนาดความโตของลำต้น แต่ส่งผลชะลอการเจริญเติบโตทางความสูงและการสะสมมวลชีวภาพในต้นไม้ขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในงานรุกรานและการจัดการพื้นที่สีเขียวเมืองอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: ต้นราชพฤกษ์, การตัดแต่งกิ่ง, อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์

คำนำ

ต้นราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) เป็นพรรณไม้ที่มีความสำคัญในเชิงภูมิทัศน์และวัฒนธรรมของประเทศไทย นิยมปลูกอย่างแพร่หลายในพื้นที่สาธารณะและพื้นที่สีเขียวเมือง เนื่องจากมีลักษณะเรือนยอดสวยงามและสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมเมืองได้ดี การบริหารจัดการต้นไม้ในเขตเมืองจึงจำเป็นต้องอาศัยหลักวิชาการ (Arboriculture) เพื่อควบคุมโครงสร้างเรือนยอด รวมถึงดูแลด้านความปลอดภัยและสุขภาพของต้นไม้ (Clark & Matheny, 2010; Harris et al., 2004; Shigo, 1989)

การตัดแต่งกิ่ง (Pruning) เป็นวิธีการจัดการที่สำคัญซึ่งช่วยกำจัดกิ่งที่อ่อนแอหรือมีความเสี่ยงต่อการหักโค่น และช่วยส่งเสริมโครงสร้างลำต้นให้แข็งแรงยิ่งขึ้น (Gilman, 2002; Nowak et al., 2002). ในเชิงสรีรวิทยา การตัดแต่งกิ่งมีผลต่อการจัดสรรทรัพยากรภายในและความสมดุลระหว่างส่วนเหนือดินกับระบบราก ซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ในระยะยาว (Lambers et al., 2008; Kane, 2008). การประเมินการเจริญเติบโตของต้นไม้มักใช้ค่าการเพิ่มพูนแบบสัมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม ตัวชี้วัดดังกล่าวอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเมื่อเปรียบเทียบต้นไม้ที่มีขนาดตั้งต้นแตกต่างกัน ดังนั้น การใช้อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate: RGR) จึงเป็นตัวชี้วัดที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของต้นไม้ (Hunt, 1990; Poorter and Gamier, 1999) นอกจากนี้ ต้นไม้ในพื้นที่เมืองยังมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมและการกักเก็บคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (McPherson et al., 1997; Nowak and Crane, 2002) โดยการศึกษาในประเทศไทยรายงานว่าพื้นที่สีเขียวและต้นไม้ในเขตเมืองช่วยเพิ่มพื้นที่ร่มเงา ลดอุณหภูมิ และมีส่วนในการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศเมือง (Thaiutsa et al., 2008; Royal Forest Department, 2019) ซึ่งการประเมินมวลชีวภาพมักใช้สมการอัลโลเมตริกสำหรับป่าไม้เขตร้อน (Ogawa et al., 1965; Brown, 1997; Chave et al., 2014) ร่วมกับแนวทางการคำนวณคาร์บอนตามหลักของ IPCC (IPCC, 2006)

การศึกษานี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นราชพฤกษ์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งและกลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ณ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการพื้นที่สีเขียวเมืองอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการ ณ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 468 ไร่ การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นราชพฤกษ์ ระหว่างกลุ่มที่ผ่านกระบวนการจัดการรุกรูขกรรรมโดยกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) และกลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) โดยคัดเลือกเฉพาะต้นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 15 เซนติเมตร ภายใต้การจัดการและสภาพแวดล้อมเดียวกัน (Figure 1)

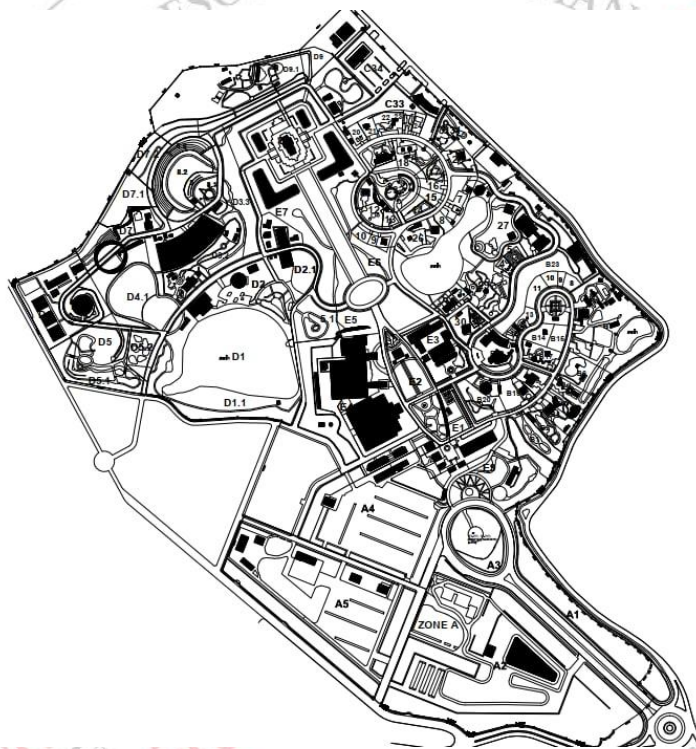


Figure 1. Map of Royal Park Rajapruek

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 กลุ่มตัวอย่างใช้ข้อมูลต้นราชพฤกษ์จากฐานข้อมูลต้นไม้ของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ ปี พ.ศ. 2566 เป็นข้อมูลตั้งต้น ในการศึกษาคั้งนี้ได้คัดเลือกต้นราชพฤกษ์ที่มีข้อมูลสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2566 จำนวน 533 ต้น และแบ่งต้นราชพฤกษ์ออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งจำนวน 93 ต้น และกลุ่มที่ไม่ได้มีการตัดแต่งกิ่งจำนวน 440 ต้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบข้อมูลความสูง โดยกลุ่มตัวอย่างต้นไม้ที่ศึกษาจะคัดเลือกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกไม่เกิน 15 เซนติเมตร ภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการเหมือนกัน (Figure 2)

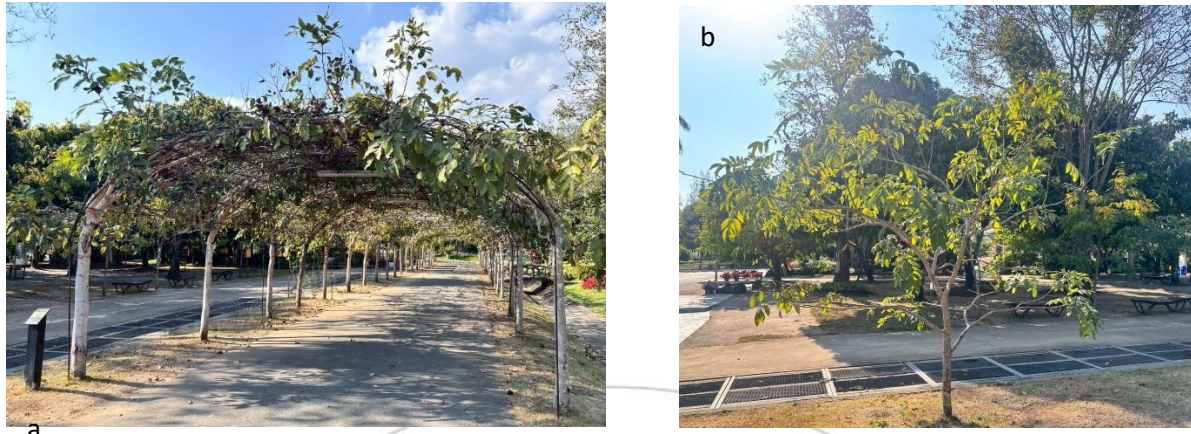


Figure 2. Examples of golden shower trees: (a) pruned tree and (b) unpruned tree.

2.2 การเก็บข้อมูลภาคสนาม วัดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับอก (GBH) ที่ความสูง 1.30 เมตร และวัดความสูง (H) ต่อเนื่องโดยใช้กล้องวัดความสูงและเทปวัด

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสมการที่นำมาข้อมูลมาวิเคราะห์ผ่านสมการมาตรฐาน ดังนี้:

คำนวณอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูง (Relative Growth Rate: RGR_H)

$$RGR_H = \frac{\ln(H_2) - \ln(H_1)}{t_2 - t_1}$$

โดยที่ H_1 , H_2 คือความสูงต้นไม้อันแรก เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด และ t คือระยะเวลา (ปี)

คำนวณอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Relative Growth Rate: RGR_{DBH})

$$RGR_{DBH} = \frac{\ln(DBH_2) - \ln(DBH_1)}{t_2 - t_1}$$

โดยที่ DBH_1 , DBH_2 คือขนาดต้นไม้อันแรก เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด และ t คือระยะเวลา (ปี)

2.3.2 การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above-ground Biomass) ตามแบบ Ogawa et al. (1965)

$$\text{มวลชีวภาพลำต้น} (W_s): W_s = 0.0396 \times (D^2H)^{0.9326}$$

$$\text{มวลชีวภาพกิ่ง} (W_b): W_b = 0.00348 \times (D^2H)^{1.027}$$

$$\text{มวลชีวภาพใบ} (W_l): W_l = [28W_s + 0.025]^1$$

2.3.3 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในมวลชีวภาพ (IPCC, 2006)

$$C = \text{มวลชีวภาพ} \times 0.47$$

C คือ การกักเก็บคาร์บอน

0.47 คือ 47% ของมวลชีวภาพแห้ง คือ ปริมาณคาร์บอน

2.3.4 การคำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่สามารถกักเก็บได้

$$CO_2 = C \times 3.67$$

CO₂ คือ การกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์

3.67 คือ ค่าคงที่ที่คำนวณได้จากอัตราส่วนของน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง

คาร์บอนไดออกไซด์ (44) ต่อคาร์บอน (12) (IPCC, 2006)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

โครงสร้างประชากรตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) ของต้นราชพฤกษ์

จากการสำรวจและวัดขนาดต้นราชพฤกษ์ทั้งหมด 533 ต้น โครงสร้างชั้นความโตของเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) โดยการเปรียบเทียบระหว่างต้นที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) และต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) พบว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งมีจำนวนต้นมากกว่าต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งในทุกช่วงชั้นขนาด โดยเฉพาะในช่วง 0 - 5 เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวนสูงที่สุด รองลงมาคือช่วง 5.01 - 10 เซนติเมตร และ 10.01 - 15 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งพบเป็นจำนวนมากในช่วงชั้นขนาด 10.01 - 15 เซนติเมตร ซึ่งการกระจายตัวของต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งจะอยู่ในช่วงชั้นขนาดเล็ก ขณะที่ต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งจะอยู่ในช่วงชั้นขนาดใหญ่ สะท้อนถึงความแตกต่างของโครงสร้างประชากรภายใต้การจัดการ (Figure 3)

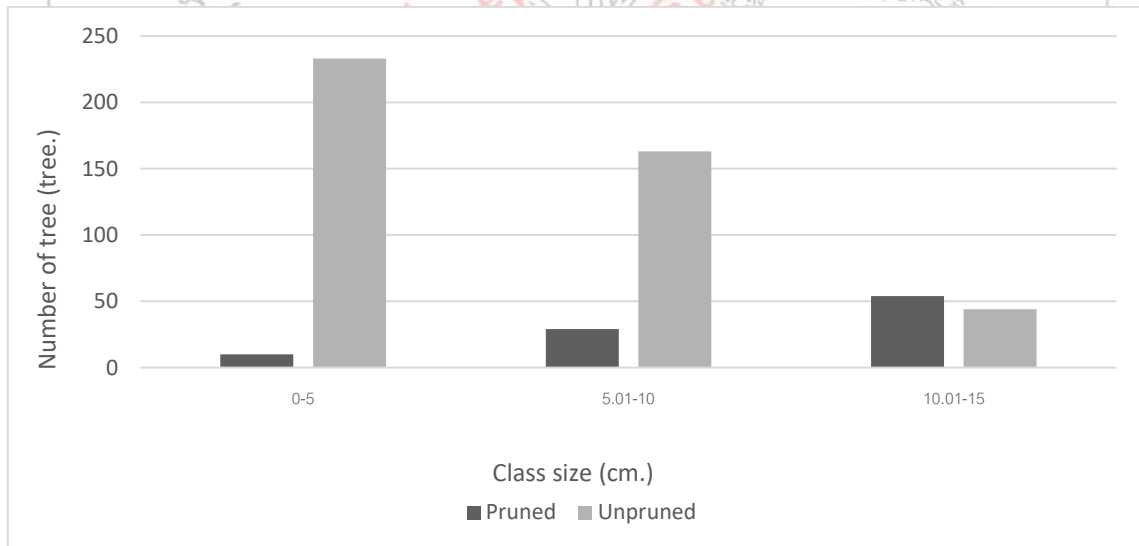


Figure 3. Number of golden shower trees in each diameter class for pruned and unpruned groups.

การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตสัมพันธ์ของต้นราชพฤกษ์ระหว่างกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งและไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยแบ่งตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

จากการวิเคราะห์พบว่า ขนาดของต้นไม้และการตัดแต่งกิ่งส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง (RGRH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (RGR DBH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยในกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง (RGR H) ในแต่ละชั้นขนาด (Small, Medium, Large) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 2.55, p > 0.05$) แต่อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (RGR DBH) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 27.06, p < 0.001$) โดยต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางมีอัตราการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่าต้นไม้ขนาดเล็กอย่างชัดเจนในทางตรงกันข้าม สำหรับกลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) ขนาดของต้นไม้ส่งผลต่อทั้ง RGR H ($F = 63.35, p < 0.001$) และ RGR DBH ($F = 21.55, p < 0.001$) อย่างมีนัยสำคัญ โดยต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางมีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูง สูงกว่าต้นไม้ขนาดเล็ก แต่ในด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง พบว่าตรงกันข้ามซึ่งจะเห็นได้ว่าต้นไม้ขนาดเล็กมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุด (0.17 ± 0.02) และลดลงตามขนาดต้นไม้ใหญ่ขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการตัดแต่งกิ่งและไม่ตัดแต่งกิ่งด้วย t-test พบว่าในชั้นขนาดกลางและขนาดใหญ่กลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งมีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูง (RGR H) สูงกว่ากลุ่มที่ตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) อย่างไรก็ตาม ในด้านอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (RGR DBH) พบว่ากลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกชั้นขนาด ($p < 0.001$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มต้นขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่มีค่า t-test สูงถึง 26.90 และ 100.92 (Table 1)

Table 1. Comparison of Relative Growth in Height (RGR H) and Diameter at Breast Height (RGR DBH) among different tree size class under Pruned and Unpruned treatments.

Parameter	Size Class			F-test	P-value
	Small	Medium	Large		
Control Height (Pruning)					
Number of samples	10	29	54		
RGR H (mean \pm 95%CI)	0.75 \pm 0.08	0.81 \pm 0.06	0.86 \pm 0.03	2.55 ns	> 0.05
RGR DBH (mean \pm 95%CI)	0.87 \pm 0.13 ^a	1.29 \pm 0.08 ^b	1.26 \pm 0.02 ^c	27.06 ***	< 0.001
Non-Control Height (Non-Pruning)					
Number of samples	233	163	44		
RGR H (mean \pm 95%CI)	0.76 \pm 0.02 ^b	0.95 \pm 0.02 ^a	1.02 \pm 0.05 ^a	63.35 ***	< 0.001
RGR DBH (mean \pm 95%CI)	0.17 \pm 0.02 ^a	0.11 \pm 0.01 ^b	0.05 \pm 0.01 ^c	21.55 ***	< 0.001
T-test for RGR H	- 0.21 ns	- 3.98 ***	- 4.96 ***		
P - value	> 0.05	< 0.001	< 0.001		
T-test for RGR DBH	10.19 ***	26.90 ***	100.92 ***		
P - value	< 0.001	< 0.001	< 0.001		

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

การเปรียบเทียบมวลชีวภาพของต้นราชพฤกษ์ระหว่างกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งและไม่ตัดแต่งกิ่งโดยแบ่งตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของต้นราชพฤกษ์ พบว่าขนาดของต้นไม้ส่งผลต่อการสะสมมวลชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ทั้งกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งและไม่มีการตัดแต่งกิ่ง โดยในกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) ต้นไม้ขนาดกลางมีอัตราการสะสมมวลชีวภาพสูงที่สุดในทุกส่วน (ลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพรวม) แล้วจึงมีแนวโน้มลดลงในต้นไม้ขนาดใหญ่ ในทางตรงกันข้าม สำหรับกลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) ปริมาณมวลชีวภาพในทุกส่วนกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดชั้นของต้นไม้ที่ใหญ่ขึ้นอย่างชัดเจน โดยต้นไม้ขนาดใหญ่มีการสะสมมวลชีวภาพสูงที่สุดในทุกมิติ โดยเฉพาะมวลชีวภาพส่วนลำต้นที่มีค่าสูงเด่นชัดกว่าส่วนอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วย t-test พบว่า ในชั้นขนาดเล็กและขนาดกลาง การตัดแต่งกิ่งและไม่ตัดแต่งกิ่งส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพในทุกส่วนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในกลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกมิติ โดยกลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) มีการสะสมมวลชีวภาพทั้งในส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพรวม สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$ และ $p < 0.001$) (Table 2)

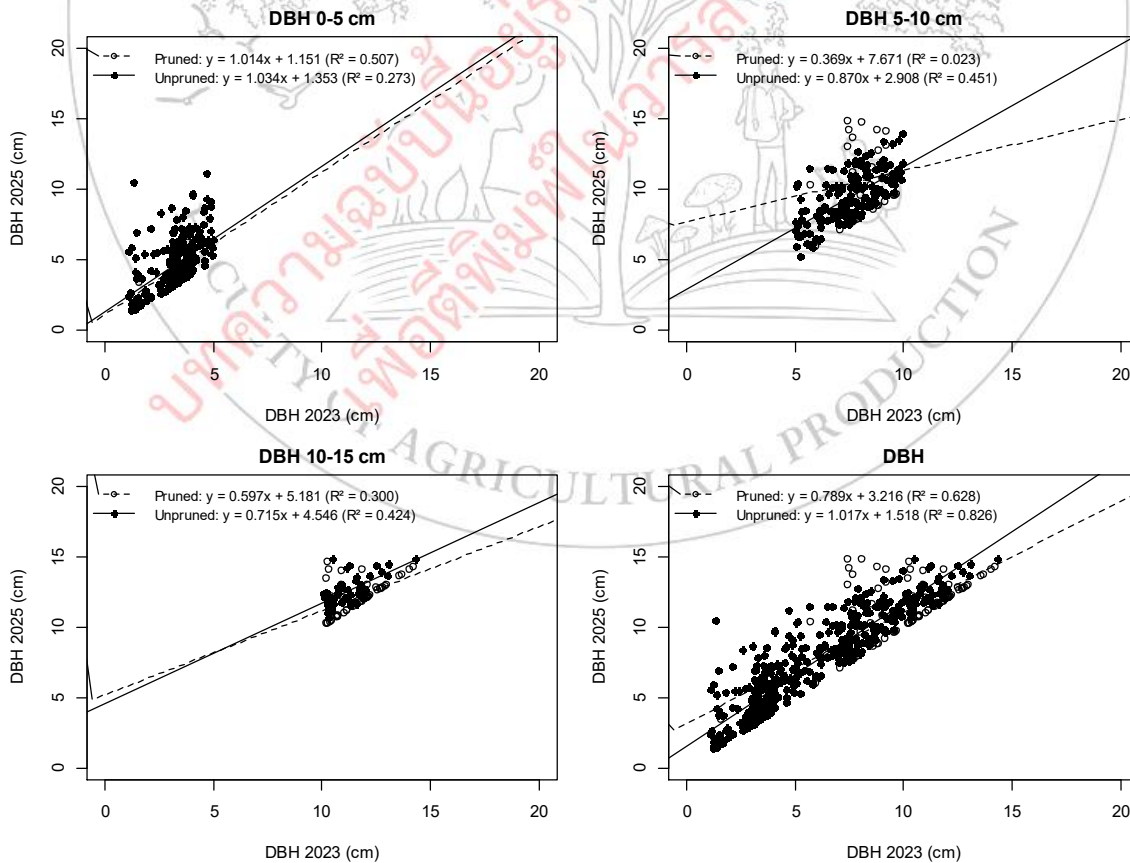
Table 2. Comparison of aboveground biomass of *Cassia fistula* L. classified by diameter classes between pruned and unpruned groups.

Parameter	Size Class			F-test	P-value
	Small	Medium	Large		
Control Height (Pruning)					
Number of samples	10	29	54		
Stem Biomass (Mean \pm 95%CI)	1.89 \pm 0.97 ^b	10.24 \pm 3.00 ^a	8.09 \pm 1.2 ^a	7.67 ***	< 0.001
Branch Biomass (Mean \pm 95%CI)	0.14 \pm 0.09 ^b	0.92 \pm 0.34 ^a	0.43 \pm 0.1 ^b	7.98 ***	< 0.001
Leaf Biomass (Mean \pm 95%CI)	0.06 \pm 0.03 ^b	0.35 \pm 0.10 ^a	0.27 \pm 0.04 ^a	7.95 ***	< 0.001
Total Biomass (Mean \pm 95%CI)	2.11 \pm 1.10 ^b	11.46 \pm 3.47 ^a	8.53 \pm 1.38 ^a	7.35 ***	< 0.001
Non-Control Height (Non-Pruning)					
Number of samples	233	163	44		
Stem Biomass (Mean \pm 95%CI)	1.22 \pm 0.09 ^c	9.49 \pm 0.76 ^b	14.13 \pm 1.50 ^a	418.12 ***	< 0.001
Branch Biomass (Mean \pm 95%CI)	0.23 \pm 0.04 ^b	0.69 \pm 0.08 ^a	0.66 \pm 0.14 ^a	55.98 ***	< 0.001
Leaf Biomass (Mean \pm 95%CI)	0.09 \pm 0.01 ^c	0.32 \pm 0.02 ^b	0.47 \pm 0.04 ^a	210.15 ***	< 0.001
Total Biomass (Mean \pm 95%CI)	3.01 \pm 0.04 ^c	10.50 \pm 0.87 ^b	15.21 \pm 1.66 ^a	194.73 ***	< 0.001
T-test for Stem Biomass	1.35 ns	0.47 ns	-6.10 ***		
P – value	> 0.05	> 0.05	< 0.001		
T-test for Branch Biomass	-1.59 ns	1.28 ns	-2.42 **		
P – value	> 0.05	> 0.05	< 0.01		
T-test for Leaf Biomass	-1.46 ns	0.47 ns	-6.21 ***		
P – value	> 0.05	> 0.05	< 0.001		
T-test for Total Biomass	-1.48 ns	0.52 ns	-6.04 ***		

P - value	> 0.05	> 0.05	< 0.001
-----------	--------	--------	---------

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นราชพฤกษ์

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นและการเปลี่ยนแปลงของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ระหว่างปี พ.ศ. 2566 ถึง พ.ศ. 2568 พบว่า สมการเส้นถดถอยในทุกชั้นขนาดต้นไม้สะท้อนถึงอิทธิพลของการจัดการที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยในภาพรวมของต้นไม้ทั้งหมด กลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) มีความสัมพันธ์ของขนาดลำต้นที่ค่อนข้างคงที่และแม่นยำสูงมากโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สูงสุด ($R^2 = 0.826, y = 1.017x + 1.518$) ขณะที่กลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) มีความแปรปรวนของการกระจายข้อมูลที่สูงกว่าแต่ยังคงแสดงแนวโน้มการเติบโตเชิงบวกในภาพรวมอย่างชัดเจน ($R^2 = 0.628, y = 0.789x + 3.216$) เมื่อพิจารณาแยกตามชั้นขนาดเริ่มต้น พบว่าในกลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก (DBH 0 – 5 cm) ทั้งกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งและไม่มีการตัดแต่งกิ่งให้ค่าประสิทธิภาพของสมบัติตัวแบบถดถอยที่ใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สูงกว่าเล็กน้อย ($R^2 = 0.507$) เทียบกับกลุ่มที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ($R^2 = 0.273$) แต่ในกลุ่มต้นไม้ขนาดกลาง (DBH 5 – 10 cm) พบว่ามีความแตกต่าง โดยกลุ่มที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีค่าความแม่นยำของตัวแบบค่อนข้างสูง ($R^2 = 0.451$) ในขณะที่กลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งกลับมีความแปรปรวนสูงมากและตัวแบบอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้น้อยที่สุด ($R^2 = 0.023$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตัดแต่งกิ่งในต้นไม้ขนาดกลางส่งผลให้เกิดการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตทางความโตที่แปรปรวนและไม่เป็นเชิงเส้นตรงอย่างเด่นชัดกว่าต้นไม้กลุ่มอื่น (Figure 4)



บทความวิจัยสหกิจศึกษา

Figure 4. Linear regression models of diameter at breast height (DBH) between 2023 and 2025 across

different initial size classes (0 – 5 cm, 5 – 10 cm, 10 – 15 cm) and overall trees under Pruned and Unpruned treatments.

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์และความโตเริ่มต้นของต้นราชพฤกษ์

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (RGR DBH) และขนาดความโตเริ่มต้น (DBH 2023) พบว่า สมการเส้นถดถอยในทุกชั้นขนาดทั้งกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งและไม่มี การตัดแต่งกิ่ง มีค่าความชันเป็นลบ ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่สอดคล้องกัน เมื่อต้นไม้มีขนาดลำต้นเริ่มต้นที่ใหญ่ขึ้น อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์จะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาในภาพรวมของต้นไม้ทุกชั้นขนาด พบว่า กลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) มีค่าสัมประสิทธิ์ที่สามารถอธิบายแนวโน้มการลดลงของอัตราการเติบโตได้ดีที่สุด ($R^2 = 0.343, y = -0.020x + 0.264$) ในขณะที่กลุ่มที่ไม่มี การตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) ตัวแบบมีค่าความแม่นยำต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด ($R^2 = 0.137$) สำหรับการพิจารณาแยกตามชั้นขนาดเริ่มต้น พบว่าในกลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก (0 – 5 cm) การตัดแต่งกิ่งให้ค่า R^2 สูงที่สุดในกลุ่มย่อย ($R^2 = 0.273$) ยืนยันแนวโน้มการลดลงของอัตราการเติบโตที่ชัดเจนเมื่อขนาดขยับเข้าใกล้ 5 เซนติเมตร ทว่าในกลุ่มต้นไม้ขนาดกลาง (5 – 10 cm) และขนาดใหญ่ (10 – 15 cm) ค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของทั้งสองกรรมวิธีมีค่าต่ำลงทั้งหมด (อยู่ในช่วง 0.082 ถึง 0.173) สะท้อนให้เห็นว่าเมื่อต้นไม้ออกจากชั้นขนาดเล็กไปแล้ว ปัจจัยทางด้านขนาดเริ่มต้นเพียงอย่างเดียวส่งผลกระทบและอธิบายความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ได้น้อยลง (Figure 5)

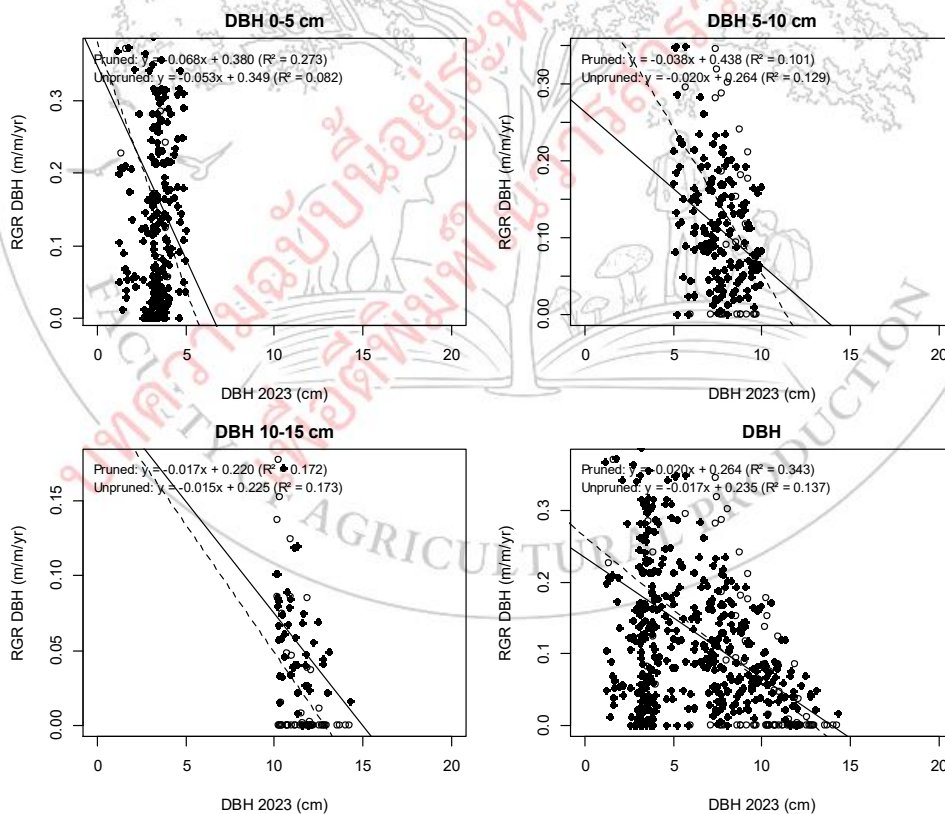


Figure 5. Linear regression models between relative growth rate in diameter (RGR DBH) and initial diameter at breast height in 2023 (DBH 2023) classified by size classes and pruning treatments.

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการสะสมปริมาณคาร์บอนรายต้นของต้นราชพฤกษ์

ผลการวิเคราะห์สมการเส้นถดถอยเชิงเส้นของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรายต้น พบว่า ในภาพรวมของต้นไม้ทุกชั้นขนาด ทั้งกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งและไม่มีการตัดแต่งกิ่ง แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกและมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) อยู่ในเกณฑ์สูงมาก โดยกลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (Unpruned) มีค่าความแม่นยำของตัวแบบสูงที่สุด ($R^2 = 0.892$, $y = 1.485x + 1.624$) ขณะที่กลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่ง (Pruned) ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันอย่างมากมีนัยสำคัญทางสถิติ ($R^2 = 0.491$) เมื่อพิจารณาจำแนกตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง พบว่า แนวโน้มของกลุ่มต้นไม้ขนาดกลาง (DBH 5–10 cm) ซึ่งมีความแปรปรวนสวนทางกันอย่างเด่นชัด โดยกลุ่มที่ไม่ตัดแต่งกิ่งตัวแบบสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้สูงมาก ($R^2 = 0.630$) ในทางกลับกันกลุ่มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจลดลงต่ำที่สุดอย่างเห็นได้ชัด ($R^2 = 0.133$) เช่นเดียวกับในกลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ (DBH 10–15 cm) ที่พบว่ากลุ่มที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งมีความผันผวนของปริมาณคาร์บอนสูงมาก เกือบไม่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตรงเลย ($R^2 = 0.011$) ขณะที่กลุ่มตัดแต่งกิ่งในชั้นขนาดใหญ่นักกลับมีตัวแบบที่เกาะกลุ่มและคงเส้นมากกว่าอย่างชัดเจน ($R^2 = 0.349$) (Figure 6)

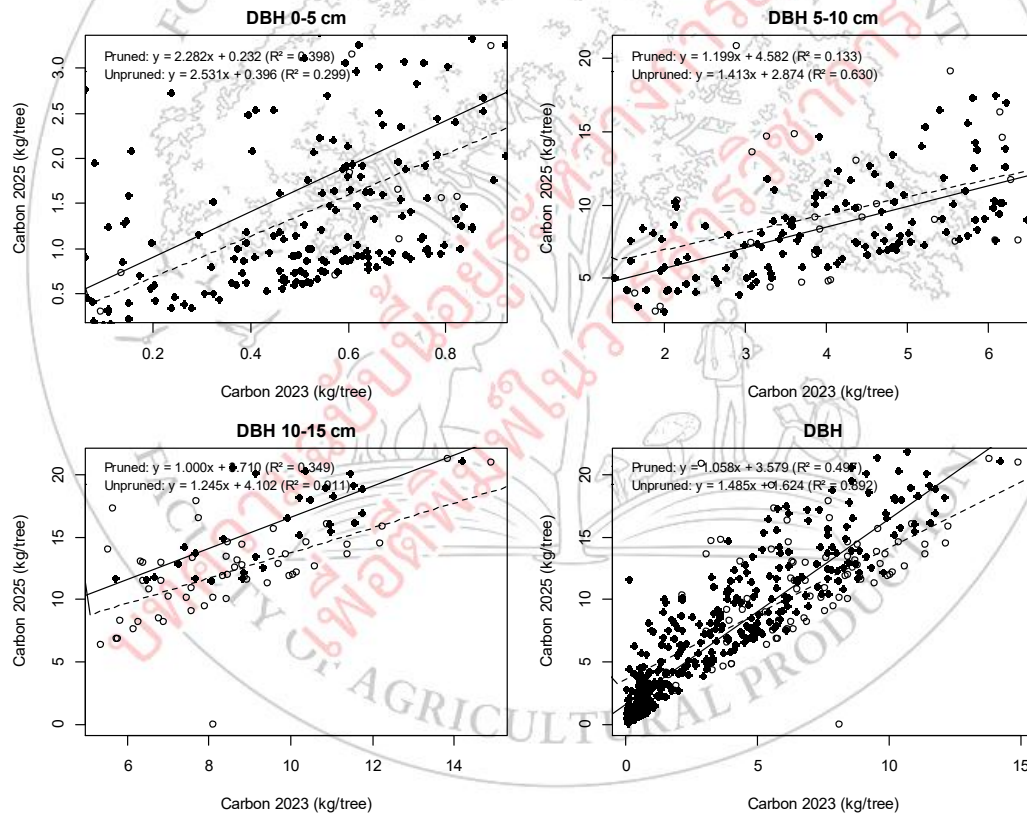


Figure 6. Linear regression models of individual tree carbon sequestration between 2023 and 2025 classified by diameter classes and pruning treatments.

สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นราชพฤกษ์ ณ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ พบว่าขนาดของต้นไม้และการตัดแต่งกิ่งมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ ทั้งในด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น โดยการตัดแต่งกิ่งส่งผลคืออย่างเห็นได้ชัดต่อการเพิ่มขนาดความโตของลำต้น ซึ่งกลุ่มที่มีการตัดแต่งกิ่งจะมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ตัดแต่งกิ่งในทุกๆ ชั้นขนาด ในทางตรงกันข้าม การไม่ตัดแต่งกิ่งกลับส่งผลต่อการเจริญเติบโตในแนวตั้งมากกว่า โดยเฉพาะต้นไม้ในชั้นขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่กลุ่มไม่ตัดแต่งกิ่งจะมีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูงเพิ่มขึ้นเร็วกว่ากลุ่มที่ตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่างขนาดเริ่มต้นของต้นไม้กับอัตราการเจริญเติบโต กล่าวคือ เมื่อต้นไม้มีขนาดลำต้นเริ่มต้นที่ใหญ่ขึ้น อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทั้งในด้านความสูงและขนาดลำต้นจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง

ในด้านการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าต้นไม้ที่มีขนาดเล็กและขนาดกลางในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อต้นไม้เจริญเติบโตเข้าสู่ชั้นขนาดใหญ่ กลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจะมีการสะสมมวลชีวภาพรวมรายต้น ทั้งในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ รวมถึงมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากโครงสร้างเรือนยอดตามธรรมชาติไม่ได้ถูกริบออกไป

จากผลการทดลองทั้งหมดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในงานรุกขกรรมและการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยหากต้องการควบคุมโครงสร้าง เร่งความโตทางด้านจุลทรรศน์ของลำต้น และลดความเสี่ยงต่อการหักโค่น การตัดแต่งกิ่งจะเป็นเครื่องมือในการจัดการที่เหมาะสมมาก แต่หากเป้าหมายหลักของการจัดการพื้นที่สีเขียวคือการเพิ่มพื้นที่ร่มเงาอย่างรวดเร็วและการกักเก็บคาร์บอนในปริมาณสูงสุด การปล่อยให้ต้นไม้ได้เจริญเติบโตตามธรรมชาติโดยไม่มีการตัดแต่งกิ่งในบริเวณที่ปลอดภัย จะสามารถตอบโจทย์การเพิ่มมวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอนของเมืองได้ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พนักงานเจ้าหน้าที่ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คำแนะนำ และการสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Brown, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., & Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Clark, J. R., & Matheny, N. P. (2010). *The research foundation to tree pruning: A review of the literature*. International Society of Arboriculture.

บทความวิจัยสหกิจศึกษา

- Gilman, E. F. (2002). *An illustrated guide to pruning* (2nd ed.). Delmar Publishers.
- Harris, R. W., Clark, J. R., & Matheny, N. P. (2004). *Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs, and vines* (4th ed.). Prentice Hall.
- Hunt, R. (1990). *Basic growth analysis: Plant growth analysis for beginners*. Unwin Hyman.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Institute for Global Environmental Strategies.
- Kane, B. (2008). Tree failure following a pruning cut. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(2), 115–123.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.11.003>
- Lambers, H., Chapin, F. S., III, & Pons, T. L. (2008). *Plant physiological ecology* (2nd ed.). Springer.
- McPherson, E. G., Nowak, D. J., & Rowntree, R. A. (1997). *Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. USDA Forest Service.
- Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116(3), 381–389. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3–4), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., & Kira, T. (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.
- Poorter, H., & Garnier, E. (1999). Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. In F. I. Pugnaire & F. Valladares (Eds.), *Handbook of functional plant ecology* (pp. 81–120). Marcel Dekker.
- Royal Forest Department. (2019). *Thailand forest resources assessment report 2018–2019*. Royal Forest Department. [in Thai]
- Thaiutsa, B., Puangchit, L., Kjellgren, R., & Arunpraparut, W. (2008). Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(3), 219–229. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2008.03.002> [in Thai]
- Shigo, A. L. (1989). *Modern arboriculture: A systems approach to the care of trees and their associates*. Shigo and Trees Associates.