

นิพนธ์ต้นฉบับ

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัย
ประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

**Biomass and Carbon Storage of Four Forest Tree Species at
Prachuap Khiri Khan
Silvicultural Research Station, Prachuap Khiri Khan Province.**

ปริญญ์ ภูศักดิ์สาย^{1,2}สาพิศ ดิลกสัมพันธ^{2*}รุ่งเรือง พูลศิริ²ชนิษฐา จันทโชติ³Parinya Poosaksai^{1,2}Sapit Diloksumpun^{2*}Roongreang Poolsiri²Chanittha Chuntachot³¹สำนักอุทยานแห่งชาติกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Office of National Park, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.

²คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

³สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department.

*Corresponding Author, E-mail: sapit.d@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 10 พฤษภาคม 2561

รับลงพิมพ์ 11 มิถุนายน 2561

ABSTRACT

This study is aimed to create biomass equation, and compare the biomass and carbon storages of four forest tree Species, namely *Pterocarpus macrocapus* Kurz, *Hopea odorata* Roxb, *Azadirachta indica* A. Juss and *Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs, at 21-year old at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand. For each tree species, a 20 m x 20 m sample plot were out and dimensions of all trees were measured accordingly. In order to estimate tree biomass by using allometric equations, tree samples were cut according to a stratified-clip technique and different parts of sample trees were taken for carbon content analysis to assess the carbon storage in biomass.

The result indicated that the highest growth and biomass was observed in *A. indica* followed by *H. odorata*, *P. macrocapus*, and *A. excelsa*. with the total biomass of 154.76, 131.81, 126.41 and 104.96 tonne/ha respectively. There was statistically significant difference among tree species ($P < 0.05$). In contrast, the average carbon contents in aboveground biomass (stem, branch and leaf) were higher in tissues of *H. odorata* than in those of *P. macrocapus*, *A. indica* and *A. excelsa* with the mean values of 48.79, 46.07, 45.55 and 45.12 % of dry weight respectively.

There was statistically significant difference among tree species ($P < 0.01$). The carbon storages in tree biomass the same trend of biomass; *A. indica* had greatest carbon storage in the total biomass (69.28 tonne/ha) followed by *H. odorata* (64.94 tonne/ha) *P. macrocarpus* (57.78 tonne/ha) and *A. excelsa* (46.73 tonne/ha), respectively. The findings also suggested that variation in tree biomass production than carbon contents, was rather accounted for the difference in carbon storage in these tree species.

Keywords: Carbon Storages, *Pterocarpus macrocarpus*, *Hopea odorata*, *Azadirachta indica*, *Azadirachta excelsa*.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพ และเปรียบเทียบผลผลิตมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ได้แก่ ประดู่ป่า ตะเคียนทอง สะเดา และสะเดาเทียม อายุ 21 ปี ที่ปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยการวางแผนขนาด 20×20 เมตร จำนวน 4 แปลง ในแต่ละชนิดไม้ ทำการวัดมิติต่างๆ ของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่าง และตัดต้นไม้ตัวอย่างเพื่อนำไปประมาณหามวลชีวภาพจากสมการ allometric ที่สร้างขึ้นด้วยวิธี stratified clip technique และวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพ (carbon contents) สำหรับประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

ผลการศึกษา พบว่า สะเดา มีการเติบโตสูงสุด และมีมวลชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 154.76 ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม ซึ่งมีค่า 131.81, 126.41 และ 104.96 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างชนิดไม้ ส่วนปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพ (carbon contents) เฉลี่ย พบว่า ตะเคียนทอง มีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ประดู่ป่า สะเดา และสะเดาเทียม ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ยร้อยละ 48.79, 46.07, 45.55 และ 45.12 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ระหว่างชนิดไม้ สำหรับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพ คือ สะเดา มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม ซึ่งมีค่า 69.28, 64.94, 57.78 และ 46.73 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ ความแตกต่างของการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ในสวนป่าแต่ละชนิดเป็นผลมาจากความแตกต่างของมวลชีวภาพของต้นไม้ มากกว่าผลจากปริมาณคาร์บอน (carbon content) ที่สะสมในมวลชีวภาพ เนื่องจากมีสัดส่วนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างของมวลชีวภาพ

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน ประดู่ป่า ตะเคียนทอง สะเดา สะเดาเทียม

คำนำ

ผลจากการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้ความต้องการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้น ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ซึ่งปัจจุบัน

กิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นจนเกินอัตราที่ธรรมชาติจะสามารถดูดซับได้ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2560) ได้รวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย ในปี พ.ศ. 2556 พบว่า มี

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวม 318.66 ล้านตัน แต่มีปริมาณการดูดกลับในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน 86.10 ล้านตัน ส่งผลให้ประเทศไทยมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ เท่ากับ 232.56 ล้านตัน โดยการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สถานะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรุนแรงมากขึ้น สำหรับประเทศไทยในแต่ละปีพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ ร้อยละ 31.60 ของพื้นที่ประเทศไทย (กรมป่าไม้, 2558) หน่วยงานต่างๆ จึงหาแนวทางส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูสภาพป่า รวมทั้งการปลูกไม้เศรษฐกิจเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไม้ในประเทศที่ยังไม่เพียงพอ โดยจากการวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไม้ในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการใช้ไม้ในภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรมประมาณ 58 ล้านตัน (คณะวนศาสตร์, 2560) และจากการคาดการณ์ของ คณะวนศาสตร์ (2552) ในปี พ.ศ. 2570 จะมีความต้องการเพิ่มขึ้นเป็น 75 ล้านตัน โดยปัจจุบันหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการจัดทำยุทธศาสตร์และแผนงานการส่งเสริมไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร (พ.ศ. 2561-2579) เพื่อใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานขับเคลื่อนไม้เศรษฐกิจให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน และแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

สถานีวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จัดตั้งขึ้นเพื่อพัฒนาเทคนิคและวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปลูกป่า และบำรุงป่าไม้ อีกทั้งช่วยส่งเสริมการปลูกป่า และให้คำแนะนำด้านวิชาการป่าไม้แก่ประชาชน โดยมีการศึกษาวิจัยและทดลองปลูกพันธุ์ไม้หลายชนิด ซึ่งตะเคียนทอง ประดู่ป่า สะเดา และสะเดาเทียม เป็นพันธุ์ไม้ที่สถานีได้นำมาทดลองปลูก เพื่อศึกษาการเติบโต และการจัดการที่เหมาะสม เนื่องจาก สามารถเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย และเนื้อไม้มีความแข็งแรงทนทาน สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน อีกทั้งเป็นพรรณไม้ที่กรมป่าไม้ได้กำหนดไว้สำหรับดำเนินโครงการส่งเสริมการปลูกต้นไม้เพื่อเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม (กรมป่าไม้, 2560)

ดังที่กล่าวข้างต้น นอกจากการปลูกต้นไม้จะช่วยฟื้นฟูสภาพป่าไม้และตอบสนองความต้องการใช้ไม้แล้ว ต้นไม้ยังมีส่วนช่วยลดภาวะโลกร้อน (global warming) โดยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ ทั้งนี้ ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้หรือหมู่ไม้แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ซึ่งที่ผ่านมาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการศึกษาเรื่องการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ป่าที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยยังมีน้อย ดังนั้น การศึกษาผลผลิตมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของ ประดู่ป่า ตะเคียนทอง สะเดา และสะเดาเทียม ที่ปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จะทำให้มีข้อมูลที่สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประมาณผลผลิตมวลชีวภาพ และการเก็บกักคาร์บอนในสวนป่าของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมให้ได้ผลผลิตที่คุ้มค่า และช่วยรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก โดยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์ และวิธีการ

สถานที่ทำการศึกษา

สถานีวิจัยวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ แปลงทดลองบ้านย่านซื่อ ตั้งอยู่ที่ อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ประมาณ 2,000 ไร่ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 12005 เหนือ เส้นลองจิจูดที่ 99045 ตะวันออก (พื้นที่ศึกษาวิจัยมีจำนวน 4 แปลง พื้นที่แปลงละ 6.25 ไร่) มีความลาดชันประมาณ 3 - 25 เปอร์เซ็นต์ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 30 เมตร ลักษณะดินเป็นดินชุดท่ายาง ดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียว ปนเศษหินหรือปนกรวดเป็นดินตื้นมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ค่า pH ประมาณ 5.0 - 7.0 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536-2559) 1,060 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 27.40 องศาเซลเซียส

การวางแผนตัวอย่างและการวัดการเติบโต

ทำการศึกษาในแปลงทดลองการเติบโตและการจัดการไม้ป่า 4 ชนิด ได้แก่ ประดู่ป่า ตะเคียนทอง สะเดา และสะเดาเทียม อายุ 21 ปี ที่ปลูก ระยะ 2×2 เมตร โดยวางแผนตัวอย่างขนาด 20×20 เมตร จำนวน 4 แปลงย่อย ในแปลงปลูกพรรณไม้ป่าแต่ละชนิด ตรวจสอบอัตราการรอดตาย และวัดการเติบโตของต้นไม้ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมด (H) ของต้นไม้ทุกต้นในแปลง

การสร้างสมการประมาณค่ามวลชีวภาพ

ทำการจัดชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของไม้แต่ละชนิด จำนวน 5 ชั้น แล้วหาต้นไม้ตัวอย่างชั้นขนาดละ 1 ต้น เป็นตัวแทนในการตัดเพื่อสร้างสมการแอลโลเมตริก แล้วตัดไม้ตัวอย่างที่คัดเลือกไว้ให้เป็นท่อนๆ ละ 1 เมตร และแยกส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าน้ำหนักของแต่ละส่วน จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง พร้อมบันทึกค่าน้ำหนัก แล้วดำเนินการ ดังนี้

1. นำตัวอย่างที่สุ่มเก็บไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จนน้ำหนักแห้งคงที่เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณความชื้น ในรูปร้อยละจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

2. คำนวณหามวลชีวภาพในแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง ใบ) ของไม้ตัวอย่าง จากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดของส่วนที่ต้องการศึกษา}}{\text{ร้อยละความชื้น} + 100}$$

3. สร้างสมการเพื่อประมาณมวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิด โดยใช้สมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ของ Kira and Shidei (1967) จากสูตร

$$Y = aX^b$$

เมื่อ Y = มวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (ลำต้น กิ่ง ใบ)

X = Parabolic volume ในรูป D^2H คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางที่ระดับต่างๆ ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมดของต้นไม้

a, b = ค่าคงที่ของสมการ

4. เลือกสมการที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination, R^2) สูงที่สุด แล้วนำสมการที่ได้มาประมาณค่ามวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ และประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพรรณไม้ทุกชนิดจากอัตราส่วนของมวลชีวภาพใต้ดินกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (root/shoot ratio) โดยใช้ค่าเท่ากับ 26 (คณะวนศาสตร์, 2554) แล้ววิเคราะห์เป็นมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน และการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

สุ่มตัวอย่างชิ้นส่วน (ลำต้น กิ่ง และใบ) ของไม้ทุกชนิดที่ทำการศึกษามวลชีวภาพ แล้วนำไปสับและบดให้มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ (carbon contents) ด้วยเครื่อง 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzer (PerkinElmer Co., Ltd., USA) สำหรับปริมาณคาร์บอนในส่วนของการใช้ปริมาณคาร์บอน (carbon content) ที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพของกลุ่มพรรณไม้พื้นเมืองโตช้าและพรรณไม้พื้นเมืองอนุกรมวงศ์ ซึ่งมีค่าร้อยละ 45.92 ของน้ำหนักแห้ง (คณะวนศาสตร์, 2554) โดยการประมาณการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่า คำนวณโดยใช้ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ (carbon content) คูณด้วยมวลชีวภาพที่สะสมอยู่ในสวนป่า

นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (mean annual increment, MAI) ของการเติบโต มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ที่ทำการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของมวลชีวภาพ ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพ (carbon contents) และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพระหว่างชนิดไม้โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) หากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

การรอดตายและการเติบโต

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดตายของพรรณไม้ ทั้ง 4 ชนิด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดย สะเดาเทียม มีอัตราการรอดตายสูงสุดคือร้อยละ 73.00 รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง สะเดา และ ประดู่ป่า ซึ่งมีค่าร้อยละ 72.75, 57.75 และ 57.50 ตามลำดับ (Table 1) จะเห็นได้ว่า สะเดาเทียม และตะเคียนทอง มีอัตราการรอดตายสูง อาจเนื่องมาจากพื้นที่ที่ปลูกสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 30 เมตร ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,060 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งอยู่ในช่วงที่ต้นไม้วางสองชนิดสามารถปรับตัวได้ดีกว่า สะเดาและประดู่ป่า สอดคล้องกับการศึกษาของ ชิงชัย (2550) ที่พบว่า การเติบโตของต้นไม้มิมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ปลูก และปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงคือ ปริมาณน้ำฝนรายปี

สำหรับการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง พบว่า แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดย สะเดามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ประดู่ป่า สะเดาเทียม และ ตะเคียนทอง ซึ่งมีค่า 14.41, 13.70, 13.08 และ 11.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เช่นเดียวกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย โดยสะเดามีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ

12.17 รองลงมา ได้แก่ สะเดาเทียม ตะเคียนทอง และ ประดู่ป่า ซึ่งมีค่า 11.64, 10.79 และ 9.62 เมตร ตามลำดับ (Table 1) โดยสาเหตุที่สะเดาและประดู่ป่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยมากกว่า ตะเคียนทอง และ สะเดาเทียม อาจเนื่องมาจากมีอัตราการรอดตายต่ำ ส่งผลให้ความหนาแน่นของหมู่ไม้ลดลง จึงเกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอด ทำให้ต้นไม้อื่นสามารถเติบโตได้ดีกว่า สอดคล้องกับ เจริญ (2544) ที่ได้ทำการศึกษาในสวนป่าไม้สะเดาอายุ 13-15 ปี ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน 8 ระดับ ในสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ราชบุรี จังหวัดราชบุรี โดยพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกด้วยความหนาแน่นที่ลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ ณรงค์ และ พิทยา (2545) ที่ศึกษาการเติบโตของไม้สะเดา ที่ปลูกด้วยระยะปลูกต่างกัน 3 ระดับ อายุ 2, 3 และ 4 ปี โดยดำเนินการเป็นเวลา 5 ปี ที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ท่าตม จังหวัดสุรินทร์ โดยพบว่า ระยะปลูกมีผลต่อการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อต้นไม้มียู่มากขึ้น

จากการวิเคราะห์ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยของพรรณไม้ทั้ง 4 ชนิด พบว่า ตะเคียนทองในการศึกษารุ่นนี้ มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (0.54 เซนติเมตรต่อปี) ใกล้เคียงกับ ตะเคียนทอง ที่อายุ 25 ปี ระยะปลูก 2×2 เมตร ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา จังหวัดสงขลา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.52 เซนติเมตรต่อปี (วาทีนิ และ สมบูรณ์, 2559) เช่นเดียวกับประดู่ป่าในการศึกษารุ่นนี้ที่มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (0.66 เซนติเมตรต่อปี) ใกล้เคียงกับ ประดู่ป่า อายุ 22 ปี ระยะปลูก 2×2 เมตร ที่ปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีค่า 0.64 เซนติเมตรต่อปี (ราตรี และคณะ, 2559) แต่สะเดาเทียม มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (0.62 เซนติเมตรต่อปี) น้อยกว่าการศึกษาของ วาทีนิ และ สมบูรณ์ (2559) ซึ่งมีค่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 0.90 เซนติเมตรต่อปี อาจเนื่องมาจากแปลงปลูกพันธุ์ไม้ที่ศึกษาในครั้งนี้มีการปล่อยให้ต้นไม้อื่น

เติบโตตามธรรมชาติ โดยไม่ได้มีการจัดการอย่างประณีต เช่น การบำรุงปุ๋ย การลิดกิ่ง หรือการตัดขยายระยะ จึง

อาจเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ต้นไม้มีอัตราการเติบโตหรือ ความเพิ่มพูนของผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร

Table 1 Growth and Survival Rate of 21- year - old *Pterocarpus macrocarpus*, *Hopea odorata*, *Azadirachta indica* and *Azadirachta excelsa* planted at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station.

Species	Survival Rate (%)	DBH (cm)	Mean Annual Increment (cm/year)	Height (m)	Mean Annual Increment (cm/year)
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	57.50±13.28 ^b	13.70±1.63 ^a	0.66±0.08 ^a	9.62±0.59 ^c	0.46±0.03 ^c
<i>Hopea odorata</i>	72.75±8.26 ^a	11.40±0.99 ^b	0.54±0.05 ^b	10.79±0.52 ^b	0.52±0.02 ^b
<i>Azadirachta indica</i>	57.75±8.05 ^b	14.41±0.44 ^a	0.69±0.02 ^a	12.17±0.73 ^a	0.58±0.03 ^a
<i>Azadirachta excelsa</i>	73.00±6.27 ^a	13.08±0.26 ^a	0.62±0.01 ^a	11.64±0.41 ^{ab}	0.56±0.02 ^{ab}
F-value	3.557*	6.745**	6.952**	14.875**	16.30**
P-value	0.048	0.006	0.006	0.00	0.00

Remarks: Values in column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level of significance by Duncan's new multiple range test (DMRT).

* difference significant at $P < 0.05$

** difference significant at $P < 0.01$

การประมาณมวลชีวภาพ

จากการสร้างสมการเพื่อประมาณมวลชีวภาพ โดยนำข้อมูลมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ (ลำต้น กิ่ง ใบ) ที่คำนวณได้มาหาความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดิน (D0) เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) โดยใช้สมการแอลโลเมตรี ได้สมการที่มีความสัมพันธ์ดีที่สุด ดังแสดงใน Table 2 เพื่อใช้ประมาณมวลชีวภาพ ลำต้น กิ่ง และใบ ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด และจากผลการศึกษา พบว่า การใช้ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) แต่ละชนิดเป็นตัวแปรอิสระ ในการสร้างสมการจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination, R²) สูงที่สุด

สอดคล้องกับการศึกษาของ Kira and Shidei (1967) ที่พบว่า การใช้ความสูงของต้นไม้ (H) เป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ยกกำลังสอง (DBH²) ในรูปของ parabolic volume คือ (DBH² H) ทำให้สามารถประมาณมวลชีวภาพได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากเป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรต้นไม้ ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนักเช่นเดียวกับ พงษ์ศักดิ์ (2552) ที่กล่าวว่า มวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งในส่วนที่เป็นลำต้นของต้นไม้ จะสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับปริมาตรของลำต้น และการใช้สมการแอลโลเมตรี ในการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ จะใช้ขนาดของต้นไม้ที่วัดได้จากบริเวณต่างๆ เช่น ความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยจะวัดจากส่วนที่มีรูปทรงลักษณะทางเลขาคณิตอย่างง่าย และเป็นบริเวณที่วัดได้ง่าย

Table 2 Allometric equations of 21- year - old *Pterocarpus macrocarpus*, *Hopea odorata*, *Azadirachta indica* and *Azadirachta excelsa* planted at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station.

Species	Allometric equation	Coefficient of determination (R) ²
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Ws = 0.014(DBH ² H) ^{1.0261}	R ² = 0.9954
	Wb = 0.00002(DBH ² H) ^{1.6481}	R ² = 0.9926
	Wl = 0.0005(DBH ² H) ^{0.9987}	R ² = 0.9663
<i>Hopea odorata</i>	Ws = 0.0246(DBH ² H) ^{0.993}	R ² = 0.9923
	Wb = 0.0011(DBH ² H) ^{1.2029}	R ² = 0.9011
	Wl = 0.0024(DBH ² H) ^{0.8888}	R ² = 0.7522
<i>Azadirachta indica</i>	Ws = 0.0257(DBH ² H) ^{0.9657}	R ² = 0.9962
	Wb = 0.00007(DBH ² H) ^{1.4593}	R ² = 0.9896
	Wl = 0.0005(DBH ² H) ^{0.9921}	R ² = 0.9753
<i>Azadirachta excelsa</i>	Ws = 0.0217(DBH ² H) ^{0.9672}	R ² = 0.9930
	Wb = 0.0051(DBH ² H) ^{0.7779}	R ² = 0.9506
	Wl = 0.0166(DBH ² H) ^{0.5638}	R ² = 0.7639

Remarks: Ws = Biomass of stem (kg), Wb = Biomass of branch (kg), Wl = Biomass of leaf (kg), DBH = Diameter at breast height (cm), H = Height (m)

ผลการประเมินค่ามวลชีวภาพของพรรณไม้ทั้ง 4 ชนิด จากสมการความสัมพันธ์ดัง Table 2 พบว่าปริมาณมวลชีวภาพรวมของ สะเดา มีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม โดยมีความเฉลี่ยเท่ากับ 154.76, 131.81, 126.41 และ 104.96 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 122.83, 104.61, 100.32 และ 83.30 ตัน

ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และมีปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน 31.93, 27.20, 26.09 และ 21.66 ตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ (Figure 1) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าทั้งมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างชนิด (Table 4)

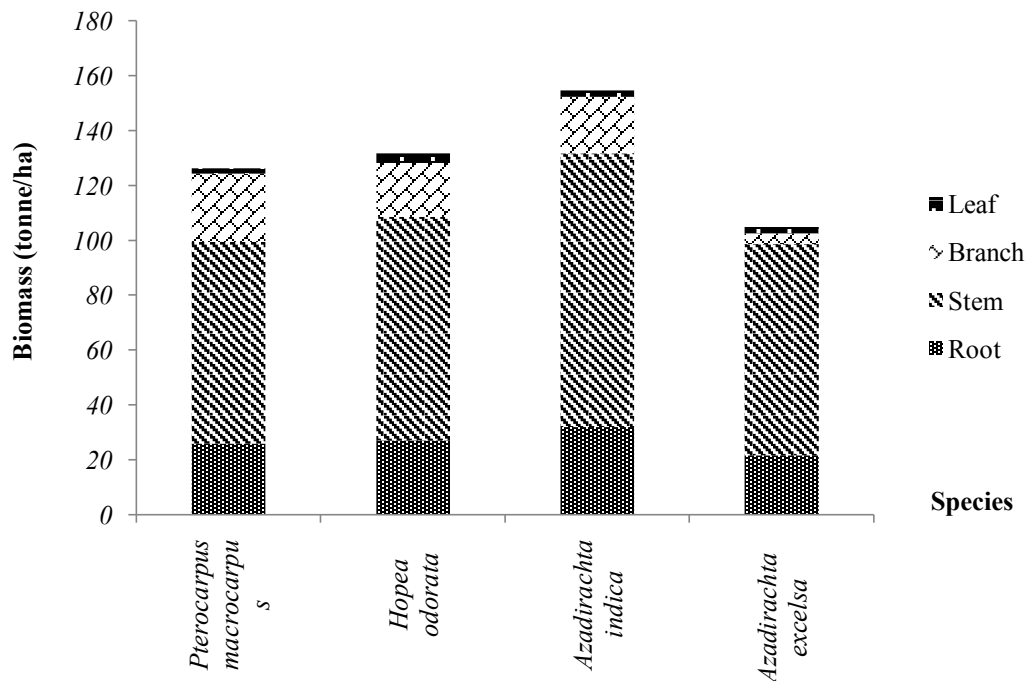


Figure 1 Biomass in different parts of 21 - year - old *Pterocarpus macrocarpus* , *Hopea odorata*, *Azadirachta indica* and *Azadirachta excelsa* planted at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station.

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณมวลชีวภาพ ประกอบกับการเติบโต และอัตราการรอดตายของ พรรณไม้ทั้ง 4 ชนิด ที่ศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ไม้สะเดา มีมวลชีวภาพรวมสูงกว่า พรรณไม้ชนิดอื่น เนื่องจาก ไม้สะเดา มีการเติบโตทั้งทางความโต และความสูง มากกว่าไม้อีก 3 ชนิด ถึงแม้ว่าจะมีอัตราการรอดตาย และมีความหนาแน่นของต้นไม้ที่เหลืออยู่น้อยก็ตาม ในทางตรงกันข้าม ไม้สะเดาเทียม มีอัตราการรอดตาย สูงสุด และมีการเติบโตใกล้เคียงกับไม้อีก 3 ชนิด แต่มี ปริมาณมวลชีวภาพรวมน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากไม้ สะเดาเทียม มีอัตราการรอดตายสูง จึงเกิดการแย่งแย่ง ทางด้านแสงและธาตุอาหาร ส่งผลให้มีการเติบโตทาง ด้านความสูงมากกว่าการแตกกิ่งทางด้านข้าง ประกอบ กับลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไม้สะเดาเทียมที่มี เรือนยอดเป็นพุ่มค่อนข้างโปร่ง และมีกิ่งก้านน้อย จึง ทำให้มีมวลชีวภาพในส่วนของกิ่งน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ ไม้ชนิดอื่น (คิดเป็น ร้อยละ 15.8, 19.97 และ 19.02

ของตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดา ตามลำดับ) ส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพรวมน้อยตามไปด้วย และ หากเปรียบเทียบเฉพาะมวลชีวภาพของลำต้น สะเดา เทียม มีค่าใกล้เคียงชนิดอื่นๆ ยกเว้น สะเดา

จากการวิเคราะห์ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของ มวลชีวภาพรวมของต้นไม้ที่ทำการศึกษา พบว่า ไม้ สะเดา มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีสูงที่สุด เท่ากับ 7.37 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม ซึ่งมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 6.28, 6.02 และ 5.00 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ เมื่อ เปรียบเทียบกับไม้ชนิดเดียวกันที่ศึกษาในพื้นที่อื่นๆ พบว่า ไม้สะเดา ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ มีความเพิ่มพูนเฉลี่ย รายปีของมวลชีวภาพรวมมากกว่า สวนป่าไม้สะเดาอายุ 12 ปี ที่สถานีทดลองพรรณไม้ราชบุรี จังหวัดราชบุรี ซึ่ง ปลูกรด้วย ความหนาแน่นเท่ากัน โดยมีค่าเท่ากับ 3.47 ต้น ต่อเฮกตาร์ต่อปี (ฉัตรชัย, 2540) เช่นเดียวกับไม้ประดู่ป่า ที่มีค่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

มากกว่าประดู่ป่า อายุ 22 ปี ระยะปลูก 2×2 เมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีค่า 4.52 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี (ราตรี และคณะ, 2559) เช่นเดียวกับตะเคียนทอง ที่มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (4.98 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี) มากกว่าตะเคียนทอง อายุ 25 ปี ระยะปลูก 2×2 เมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา จังหวัดสงขลา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.51 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี (วาทีนิ และ สมบูรณ์, 2559) ในขณะที่สะเดาเทียม มีค่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินน้อยกว่าการศึกษาของ วาทีนิ และ สมบูรณ์ (2559) ดังกล่าว เกือบ 3 เท่า

จะเห็นได้ว่าการเติบโต และปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ชนิดพันธุ์ อายุ ความหนาแน่น อัตราการรอดตาย สภาพภูมิอากาศ สถานที่ปลูก รวมถึงอายุของต้นไม้ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ทศพร และคณะ (2548) ที่ได้รวบรวมข้อมูลการเติบโตของไม้สักในพื้นที่สวนป่า ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ โดยพบว่า สภาพพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันทำให้การเติบโต และความเพิ่มพูนของมวลชีวภาพของต้นไม้แตกต่างกัน และถึงแม้จะมีการปลูกในท้องที่เดียวกัน การเติบโตของต้นไม้ก็ยังมีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับ

ชิงชัย (2550) ที่กล่าวว่า มวลชีวภาพของต้นไม้มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ปลูกและปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อมวลชีวภาพ คือ ปริมาณน้ำฝนรายปี อย่างไรก็ตามการจัดการตามวนวัฒนวิธีที่เหมาะสม ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเติบโต และปริมาณมวลชีวภาพ โดยจะเห็นได้ว่า สะเดา ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำ มีการเติบโตดีกว่าไม้ชนิดอื่นๆ ส่งผลให้มีผลผลิตสูงกว่าไม้ชนิดอื่น ดังนั้น การจัดการแปลงปลูกไม้ป่าทั้ง 4 ชนิดในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ ควรมีการจัดการอย่างประณีต โดยเฉพาะการตัดขยายระยะเมื่อต้นไม้มีอัตราการเติบโตลดลง เพื่อส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพ (carbon contents) เฉลี่ยของต้นไม้ พบว่า ตะเคียนทอง มีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ประดู่ป่า สะเดา และสะเดาเทียม ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ยร้อยละ 48.79, 46.07, 45.55 และ 45.12 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Table 3) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ระหว่างชนิด

Table 3 Carbon Content in different parts of 21- year - old *Pterocarpus macrocarpus*, *Hopea odorata*, *Azadirachta Indica* and *Azadirachta excelsa* planted at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station.

Species	Carbon Content (%)			
	Stem	Branch	Leaf	Average
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	45.20±2.36 ^b	46.96±1.07 ^{ab}	46.05±0.86 ^a	46.07±1.05 ^b
<i>Hopea odorata</i>	50.56±3.21 ^a	48.98±2.93 ^a	46.82±3.44 ^a	48.79±1.38 ^a
<i>Azadirachta indica</i>	44.24±1.76 ^b	45.25±1.31 ^{bc}	47.16±0.38 ^a	45.55±0.75 ^b
<i>Azadirachta excelsa</i>	44.08±1.58 ^b	43.72±1.21 ^c	47.55±0.59 ^a	45.12±0.57 ^b
F-value	8.76 ^{**}	7.94 ^{**}	0.62 ^{ns}	14.03 ^{**}
P-value	0.001	0.002	0.612	0.000

Remarks: Values in column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level of significance by Duncan's new multiple range test (DMRT).

ns : not significant

* : difference significant at $P < 0.05$

** : difference significant at $P < 0.01$

จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับการรวบรวมของ สาทิศ (2550) ที่พบว่า พรรณไม้ในป่าธรรมชาติและสวนป่าชนิดต่างๆ ของประเทศไทยมีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 44-55 ของน้ำหนักแห้ง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกัน เช่น ประดู่ป่า ในการศึกษาครั้งนี้ (ร้อยละ 46.07 ของน้ำหนักแห้ง) มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเฉลี่ยใกล้เคียงกับการศึกษาของ เสริมพงศ์และจรงค์ (2543) ที่ได้ทำการศึกษา ประดู่ป่า อายุ 14 ปี ระยะปลูก 2x2 เมตร ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีค่าร้อยละ 46.31 ของน้ำหนักแห้ง และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับพรรณไม้กลุ่มเดียวกัน พบว่า ประดู่ป่า สะเดา และสะเดาเทียม มีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเฉลี่ยน้อยกว่าพรรณไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่มพรรณไม้พื้นเมืองโตช้าและพรรณไม้พื้นเมืองอนุกรมวิธานสูง ซึ่งมีความร้อยละ 47.33 ของน้ำหนักแห้ง (คณะวนศาสตร์, 2554) ในทำนองเดียวกัน ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเฉลี่ยของ ประดู่ป่า สะเดา และสะเดาเทียม มีค่าน้อยกว่าค่า default value (ร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง) ที่กำหนดโดย IPCC (2006) ยกเว้นตะเคียนทองที่มีค่ามากกว่าค่า default value ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคาร์บอนของไม้สัก ซึ่งเป็นไม้ที่นิยมปลูกในพื้นที่สวนป่าเพื่อการอุตสาหกรรมของประเทศไทยและมีบทบาทสำคัญในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า พรรณไม้ทุก

ชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเฉลี่ยน้อยกว่าไม้สัก อายุ 21 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และสวนป่านาด้าง-ห้วยปลาตุ๊ก จังหวัดเลย จากการรวบรวมของ ทศพร และคณะ (2548) ซึ่งมีค่าร้อยละ 49.79 และ 50.07 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพโดยสะเดามีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม ซึ่งมีค่า 69.28, 64.94, 57.78 และ 46.73 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 54.62, 52.45, 45.80 และ 36.79 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพใต้ดิน เท่ากับ 14.67, 12.49, 11.98 และ 9.95 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Figure 2) เมื่อคิดเป็นอัตราการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งหมดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.30, 3.09, 2.75 และ 2.23 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้ ไม้ทุกชนิดมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มพรรณไม้พื้นเมืองโตช้า ที่รวบรวมโดย คณะวนศาสตร์ (2552) ซึ่งพรรณไม้ตัวแทนส่วนใหญ่เป็น ประดู่ป่า แดง ยางนา พะยูง และตะเคียนทอง โดยพบว่า ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมของพรรณไม้ดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเพียง 1.63 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี (Table 4)

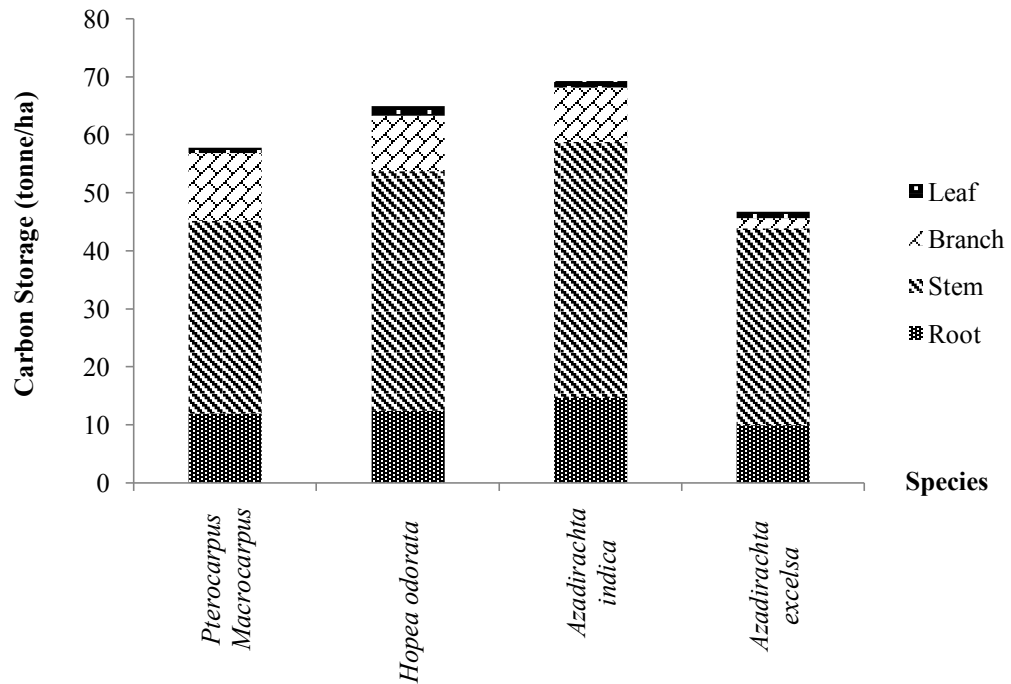


Figure 2 Carbon storage in different parts of 21 - year - old *Pterocarpus macrocarpus*, *Hopea odorata*, *Azadirachta indica* and *Azadirachta excelsa* planted at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station.

Table 4 Biomass and Carbon storage of 21- year- old *Pterocarpus macrocarpus* , *Hopea odorata*, *Azadirachta indica* and *Azadirachta excelsa* planted at Prachuap Khiri Khan Silvicultural Research Station.

Species	Biomass (tonne/ha)		MAI of Biomass (tonne/ha/year)		Carbon Storage (tonne/ha)		MAI of Carbon Storage (tonne/ha/year)	
	Aboveground	Total	Aboveground	Total	Aboveground	Total	Aboveground	Total
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	100.32±14.79 ^{ab}	126.41±18.63 ^{ab}	4.78±0.70 ^{ab}	6.02±0.89 ^{ab}	45.80±6.79 ^{ab}	57.78±8.55 ^{ab}	2.18±0.32 ^{ab}	2.75±0.41 ^{ab}
<i>Hopea odorata</i>	104.61±16.80 ^{ab}	131.81±21.17 ^{ab}	4.98±0.80 ^{ab}	6.28±1.01 ^{ab}	52.45±8.42 ^a	64.94±10.42 ^a	2.50±0.40 ^a	3.09±0.49 ^a
<i>Azadirachta indica</i>	122.83±20.39 ^a	154.76±25.69 ^a	5.85±0.97 ^a	7.37±1.23 ^a	54.62±9.07 ^a	69.28±11.50 ^a	2.60±0.43 ^a	3.30±0.55 ^a
<i>Azadirachta excelsa</i>	83.30±8.57 ^b	104.96±10.80 ^b	3.96±0.41 ^b	5.00±0.51 ^b	36.79±3.78 ^b	46.73±4.81 ^b	1.75±0.18 ^b	2.23±0.23 ^b
F-value	4.26*	4.26*	4.29*	4.25*	4.81*	4.60*	4.77*	4.55*
P- value	0.029	0.029	0.028	0.029	0.020	0.023	0.021	0.024

Remarks: MAI = Mean Annual Increment Values in column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level of significance by Duncan's new multiple range test (DMRT).

* : difference significant at $P < 0.05$ ** : difference significant at $P < 0.01$

จะเห็นได้ว่าการเก็บกักคาร์บอนของพรรณไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกันโดยเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ มากกว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพ กล่าวคือ ถ้ำดิน ไม่มีมวลชีวภาพมากก็สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมากด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าจะมีการแปรผันในระหว่างแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง ใบ และราก) ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดไม้และลักษณะทางพันธุกรรม อายุ ความหนาแน่น และคุณภาพของพื้นที่ที่ปลูก รวมทั้งการจัดการตามวนวัฒนวิธีที่เหมาะสม (คณะวนศาสตร์, 2554) สอดคล้องกับการศึกษาของ อังสุมา และคณะ (2560) ที่กล่าวว่า ดินไม้ที่มีการสะสมมวลชีวภาพมากและมีประสิทธิภาพสูงในการกักเก็บคาร์บอน ย่อมส่งผลต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในแต่ละส่วน ดังนั้น จึงต้องมีการจัดการดินไม้ให้มีการเติบโตที่ดี เพื่อประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของดิน ไม้

สรุป

การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของ ประดู่ป่า ตะเคียนทอง สะเดา และ สะเดาเทียม อายุ 21 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยการประมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ ของดิน ไม้จากสมการความสัมพันธ์ในรูปสมการแอลโลเมตรี สามารถสรุปได้ว่า ไม้สะเดามีมวลชีวภาพรวมมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และ สะเดาเทียม ตามลำดับ และเมื่อคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากความแตกต่างของมวลชีวภาพของดิน ไม้ มากกว่าผลจากปริมาณของคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพของดิน ไม้ ถึงแม้ว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพจะแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีสัดส่วนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างของมวลชีวภาพ

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของ สะเดา ตะเคียนทอง

และประดู่ป่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงสะเดาเทียมที่แตกต่างออกไป ดังนั้น ชนิดไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตที่คุ้มค่า และสามารถช่วยกักเก็บคาร์บอนได้มาก ในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และพื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ สะเดาตะเคียนทอง และประดู่ป่าตามลำดับ ทั้งนี้ ควรมีการจัดการอย่างประณีต และดูแลรักษาตามหลักวนวัฒนวิธีที่เหมาะสม โดยเฉพาะการตัดขยายระยะเมื่อต้นไม้มีอัตราการเติบโตลดลง เพื่อส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2558. รายงานสถิติป่าไม้. สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2560. แนวทางปฏิบัติโครงการส่งเสริมการปลูกต้นไม้เพื่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ระยะที่ 2. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- คณะวนศาสตร์. 2552. โครงการส่งเสริมปลูกต้นไม้เพื่อเป็นทุนระยะยาว. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- คณะวนศาสตร์. 2560. รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) โครงการจัดทำยุทธศาสตร์และแผนงานการส่งเสริมไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร (พ.ศ. 2561-2579). คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เจษฎา พันธสตา. 2544. การหมุนเวียนของธาตุอาหารในสวนป่าไม้สะเดา ที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่นต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรชัย กาญจนะกะ. 2540. ผลของความหนาแน่นของการปลูกป่าต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้สะเดา อายุ 12 ปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2550. การศึกษาการปลูกไม้โตเร็วสำหรับใช้ผลิตไฟฟ้าในชุมชน, น. 164-207. ใน การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชนแบบครบวงจร. วันที่ 19-20 กรกฎาคม พ.ศ. 2550. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ ชูจิตร และ พิทยา เพชรมาท. 2545. ผลของขนาดลูกกล้าไม้และระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตของไม้สะเดาในการปลูกเป็นสวนป่าเชิงประณีต, น. 105-116. ใน รายงานวนวัฒนวิจัย ประจำปี 2545. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาพ. 2552. การประมาณมวลชีวภาพของพืชและของป่าไม้. วารสารการจัดการป่าไม้. 3 (5) : 63-88.

ทศพร วัชรางกูร, ชิงชัย วิริยะบัญชา และ กันดินันท์ ผิวสอาด. 2548. การประเมินปริมาณการสะสมของคาร์บอนในต้นไม้ ในสวนป่าเพื่อการอุตสาหกรรมในประเทศไทย, น. 137-157. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต”, 4-5 สิงหาคม 2548 ณ โรงแรมมารวย การ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ราตรี บุญรอด, วาทีณี สวนผกา และ สมพร แม่ลิ้ม. 2559. ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและมวลชีวภาพของประดู่ป่า อายุ 22 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี. น. 60-71.

- ในรายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยาครั้งที่ 10 “ป่าปลูก...นำไทยสู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ”. วันที่ 1-4 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วาทีณี สวนผลา และ สมบูรณ์ บุญยืน. 2559. การเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ 8 ชนิดในแปลงทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, น. 320-326. ใน รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยาครั้งที่ 10 “ป่าปลูก...นำไทยสู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ”. วันที่ 1-4 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สาพิศ ดิลกสัมพันธ. 2550. การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้กับภาวะโลกร้อน. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 22 (3): 40-49.
- เสริมพงศ์ นวลงาม และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2543. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์ 19 (21): 96-103.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2560. รายงานความก้าวหน้ารายสองปี (Second Biennial Update Report) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- อังสุมา พิณทอง, ธิดิ วิสารัตน์, ชุตติกานต์ หุตะแสงชัย, พรเทพ เหมือนพงษ์ และ สาพิศ ดิลกสัมพันธ. 2560. การประมาณแแก่นและการกักเก็บคาร์บอนของไม้พะยูง ณ สถานีวนวัฒนวิจัย หมู่สี่ จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์ 36 (2): 46-54.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Japan.
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary Production and turnover to organic matter in different forest ecosystems of the western pacific. **Japanese Journal of Ecology**. 17: 70-87.