



**สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและปริมาตร
ไม้มะฮอกกานี จังหวัดสงขลา**

**Allometric equations for estimating
the aboveground biomass and stem volume of
Swietenia macrophylla King,
Songkhla Province**

**กรมป่าไม้
พ.ศ. 2569**

สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและปริมาตร
ไม้มะฮอกกานีใบใหญ่ จังหวัดสงขลา

Allometric equations for estimating the aboveground biomass
and stem volume of *Swietenia macrophylla* King,
Songkhla Province

โดย

วรพรรณ หิมพานต์

สุทิสรา รวมเงาะ

ธนิดา ภัคดี

เกศินี รัตนชล

กรมป่าไม้

2569

สมการประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของมะฮอกกานีใบใหญ่ จังหวัดสงขลา
Allometric equations for estimating the stem volume and above-ground biomass of
Swietenia macrophylla King, Songkhla Province

วรพรรณ หิมพานต์^{1*} สุทธิศา รวมนงะ¹ ธนิดา ภักดี² เกศินี รัตนชล³
Woraphun Himmaphan^{1*} Sutisa Ruamngoh² Thanida Phakdee² Kesinee Rattanachol³

¹ สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ ² สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ³ สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 13 สงขลา กรมป่าไม้

¹ Reforestation Promotion Office, RFD ² Forest Research and Development Office, RFD ³ Forest Resource Management Office No.13 Songkhla

*Corresponding Author, E-mail: woraphun0901@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อหาสมการประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของมะฮอกกานีที่ปลูกในสวนป่าในจังหวัดสงขลา ดำเนินการในแปลงปลูกของเกษตรกร ต้นไม้เมื่อทำการศึกษา อายุ 9 ปี ปลูกด้วยระยะปลูก 2x3 เมตร ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ทุกต้น คัดเลือกต้นไม้ตัวอย่าง จำนวน 5 ต้น ตามชั้นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เนื่องจากต้นไม้มีขนาดใกล้เคียงกันมาก ทำการตัดต้นไม้ แยกส่วนต่าง ๆ ออกเป็น ใบ กิ่ง และลำต้น วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้นดินที่ 0.00 เมตร 0.30 เมตร 1.30 เมตร และทุก 1 เมตร จนถึงปลายยอด ทำการทอนต้นไม้ออกความยาวประมาณ 2 เมตร เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป วัดความหนาของเปลือกที่หน้าตัด ชั่งน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบทั้งหมด และเก็บตัวอย่างไปหาความชื้นที่ห้องปฏิบัติการของกรมป่าไม้ หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดต้นไม้ออกกับปริมาตรลำต้น และระหว่างขนาดต้นไม้ออกกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ในรูปของแอลโลเมตริก

ผลการศึกษาปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพของมะฮอกกานีอายุ 9 ปี ในจังหวัดสงขลา พบว่า สมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสามารถใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงปัจจัยเดียวได้เพื่อความสะดวก ลดข้อผิดพลาดจากการวัดความสูง และประหยัดเวลาและงบประมาณ เหมาะกับการวัดด้วยเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยสมการแอลโลเมตริกประมาณปริมาตรลำต้นที่รวมเปลือกและปริมาตรไม้รวมเปลือกของมะฮอกกานี คือ $V_{ob} = 0.0010 \times DBH^{1.7808}$ ($R^2 = 0.9640$) และ $V_{ub} = 0.0008 \times DBH^{1.7827}$ ($R^2 = 0.9318$) ตามลำดับ ส่วนสมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของมะฮอกกานีคือ $W_{AG} = 0.2314 \times DBH^{2.1432}$ ($R^2 = 0.9736$) สมการที่ได้จากการศึกษามาจากมะฮอกกานี อายุ 9 ปี ที่ปลูกในรูปแบบสวนป่าในท้องที่จังหวัดสงขลา ควรมีการศึกษาในตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อพัฒนาสมการที่สามารถใช้ได้กับมะฮอกกานีที่ปลูกในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย รวมทั้งนำไปใช้ในการสร้างตารางปริมาตรไม้สำหรับเกษตรกรใช้ในการประมาณผลผลิตของตัวเองต่อไป

คำสำคัญ : มะฮอกกานีใบใหญ่, ปริมาตรลำต้น, มวลชีวภาพ, สมการแอลโลเมตริก

ABSTRACT

This study aimed to develop allometric equations for estimating the stem volume and above-ground biomass of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) planted in a private forest plantation in Songkhla Province. The 9-year-old plantation at the time of the study was 2x3 meter spacing. Diameter at breast height (DBH) and total height (H) were measured for all trees. Due to the high uniformity in tree size, five representative sample trees were selected across the DBH range for destructive sampling. The trees were partitioned into leaves, branches, and stems. To determine stem volume, diameters were measured at 0.00, 0.30, and 1.30 meters above ground level, and subsequently at 1-meter intervals until reaching the tip. Stems were bucked into 2-meter sections to facilitate practical utilization by the farmer. Bark thickness was recorded at each cross-section. Total fresh weight for each component (stem, branches, and leaves) was recorded in the field, and 500 grams subsamples were taken to determine moisture content at the Royal Forest Department laboratory. Allometric relationships between tree dimensions and both stem volume and above-ground biomass were established to develop predictive equations.

The results of the study on the stem volume and biomass of 9-year-old Mahogany in Songkhla Province indicated that allometric equations utilizing diameter at breast height (DBH) as a single predictor are highly effective. This approach offers practical advantages by reducing height measurement errors, saving time, and minimizing costs, making it suitable for farmers and the general public to implement without specialized scientific instruments. The developed allometric equations for estimating stem volume over-bark (V_{ob}) and under-bark (V_{ub}) are $V_{ob} = 0.0010 \times DBH^{1.7808}$ ($R^2 = 0.9640$) and $V_{ub} = 0.0008 \times DBH^{1.7827}$ ($R^2 = 0.9318$), respectively. The allometric equation for estimating above-ground biomass is $W_{AG} = 0.2314 \times DBH^{2.1432}$ ($R^2 = 0.9736$). As these equations were derived specifically from 9-year-old Mahogany plantations in Songkhla, further research involving more diverse samples is recommended to develop generalized models applicable across different regions of Thailand. Such models will serve as a foundation for constructing volume tables, enabling farmers to estimate their own timber yields and forest productivity accurately.

Keywords : *Swietenia macrophylla*, stem volume, biomass, allometric equation

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณดำรงศักดิ์ จุลมณีโชติ เจ้าของสวนป่าที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล งานวิจัยฉบับนี้เป็นโครงการวิจัยหนึ่งของกรมป่าไม้ และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารเมื่อครั้งทำการศึกษานี้ ได้แก่ ท่านอธิบดีกรมป่าไม้ (นายสุรชัย อจลบุญ) ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ (นายสุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ) รวมทั้งผู้อำนวยการส่วนวนวัฒนวิจัย (นางพวงพรรณ หวังโพธิ์) ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณคุณธีรยุทธ วงสอนและคุณสุพัตรา กล่อมอิม เจ้าหน้าที่ของฝ่ายวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า เจ้าหน้าที่ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคใต้ (สงขลา) ส่วนวนวัฒนวิจัย และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) ส่วนวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คณะผู้วิจัย

2569

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
ABSTRACT.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
ตรวจเอกสาร.....	3
วิธีการศึกษา.....	8
ผลและวิจารณ์.....	11
สรุปผลการศึกษา.....	18
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	19

สารบัญตาราง

	หน้า
Table 1 Allometric equation for estimating stem volume of 9-year-old of <i>Swietenia macrophylla</i>	12
Table 2 Allometric equation for estimating aboveground biomass of 9-year-old of <i>Swietenia macrophylla</i> .	12

สารบัญญภาพ

Figure 1	The study area in Singhanakhon District,Songkhla province	9
Figure 2	Stem volume of Swietenia macrophylla from 3 study sites	15
Figure 3	Above-ground biomass of Swietenia macrophylla from 2 study sites	16

คำนำ

ป่าไม้ นอกจากมีบทบาทสำคัญในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ จากนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ที่ได้รับความเห็นชอบโดยที่ประชุมคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ได้กำหนดนโยบายด้านการจัดการป่าไม้วว่า กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศอย่างน้อยในอัตราร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ ประกอบด้วยป่าอนุรักษ์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 และป่าเศรษฐกิจและป่าชุมชน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของพื้นที่ประเทศ โดยให้เพิ่มพื้นที่ป่าไม้ให้ได้ตามเป้าหมายภายใต้กรอบเวลาที่กำหนดในแผนแม่บทพัฒนาการป่าไม้ (คณะอนุกรรมการจัดทำร่างนโยบายป่าไม้แห่งชาติและร่างแผนแม่บทพัฒนาการป่าไม้แห่งชาติ, 2563) ในมิติด้านเศรษฐกิจป่าไม้ยังเป็นแหล่งวัตถุดิบหลักสำหรับอุตสาหกรรมไม้ จากคำสั่งคณะกรรมการนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ที่ 1/2568 ลงวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2568 แต่งตั้งคณะอนุกรรมการขับเคลื่อนไม้เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมไม้ แสดงเห็นถึงการยกระดับความสำคัญของไม้เศรษฐกิจของประเทศ

ไม่มีค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด เดิมเป็นการตัดฟันนำมาใช้ประโยชน์จากป่าธรรมชาติ ต่อมาเมื่อมีการปลูกในรูปแบบของการปลูกสร้างสวนป่าเชิงเดี่ยว หรือการปลูกแบบผสมผสานร่วมกันหลายชนิด รวมไปถึงการปลูกร่วมกับพืชเกษตร การประมาณผลผลิตด้านปริมาตรเพื่อประกอบการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้และการจำหน่าย และการประมาณน้ำหนักแห้งสำหรับการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก การประมาณค่ามวลชีวภาพ (biomass) และ ปริมาตรลำต้น (stem volume) หนึ่งในวิธีการที่นิยมใช้คือการใช้สมการแอลโลเมตริก (allometric equations) ที่พัฒนาขึ้นโดยอาศัยความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรที่วัดจากภาคสนาม ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงกับมวลชีวภาพและปริมาตรที่มีการศึกษาไว้แล้ว อย่างไรก็ตามสมการยังไม่ครอบคลุมถึงไม่มีค่าอีกหลายชนิดประเทศไทยที่เป็นที่นิยมปลูกโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้จากต่างประเทศที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย

มะฮอกกานี หรือที่รู้จักกันในชื่อมะฮอกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla* King) ชื่อทางการค้าคือ Ironwood อยู่ในวงศ์ MELIACEAE เป็นไม้ขนาดกลาง-ใหญ่ สูงประมาณ 20-30 เมตร ลำต้นเปลาตรง เมื่อมีขนาดใหญ่โคนต้นอาจเกิดพูพอน (สำนักเศรษฐกิจการป่าไม้, ม.ป.ป.) เป็นไม้เขตร้อนที่มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติที่กว้างขวาง โดยขยายจากเม็กซิโกไปจนถึงโบลิเวียและบราซิลตอนกลาง มติชนสุดสัปดาห์ (2569) อ้างว่าประวัติการเดินทางสู่ไทย อาจเป็นไปได้ว่ามีนักบวชต่างชาตินำเข้ามาปลูกในฟิลิปปินส์ ต่อมาจึงแพร่มาสู่สยามประเทศ ตั้งแต่ต้นกรุงรัตนโกสินทร์ ประมาณรัชกาลที่ 3 หรือรัชกาลที่ 4 แต่ไม่มีหลักฐานแน่ชัด เนื่องจากเนื้อไม้สวยงาม จึงอาจจะเป็นเหตุผลหนึ่งของ

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) ที่ทรงรับสั่งให้มีการปลูกมะฮอกกานีในเมืองไทยอย่างหลากหลายทั้งในกรุงเทพฯ และที่อื่น ๆ โดยเฉพาะที่ จังหวัดเพชรบุรี

มะฮอกกานี สามารถพบได้ในป่าเขตร้อนทั้งแบบแห้งและแบบเปียก สามารถเติบโตตามธรรมชาติได้ดีที่สุดภายใต้สภาพป่าเขตร้อนแห้ง โดยมีปริมาณน้ำฝนต่อปีระหว่าง 1,000–2,000 มิลลิเมตร (Krisnawati, *et.al.*, 2011) เนื่องจากมะฮอกกานี มีเนื้อไม้สีแดงอมน้ำตาล มีแถบแนวสีทองขวางเสี้ยนไม้ ทำให้ดูสวยงาม เลื่อยไสกบ ตบแต่งและขัดเงาได้ง่าย มีความทนทานต่อการทำลายของปลวก เนื้อไม้ยัดตะปูได้ดี มีตำหนิ น้อย นิยมทำเฟอร์นิเจอร์ และใช้ก่อสร้างภายในได้ดี ทำปาร์เก้ ขาดูหรือโต๊ะ ด้ามปืน เปียโน บานประตู และต่อเรือ รวมไปถึงใช้ทำผิวหน้าไม้อัดและใช้ทำเป็นไม้ขีดไฟได้ดี (สำนักเศรษฐกิจการป่าไม้, ม.ป.ป.)

นอกเหนือจากการใช้ไม้แล้ว มะฮอกกานียังมีบทบาทในด้านการฟื้นฟูสภาพป่าและการปลูกป่า เนื่องจากมีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพดิน ในอเมริกาเขตร้อนถือเป็นหนึ่งในพรรณไม้บุกเบิกที่กลับเข้ามายึดครองพื้นที่เกษตรกรรมที่เสื่อมโทรม ส่วนในฟิลิปปินส์มีการแนะนำให้ใช้สำหรับการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรม มีการปลูกกันมากในอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์เพื่อป้องกันความลาดชันและพื้นที่กักเก็บน้ำ และยังมีการใช้อย่างแพร่หลายในการปลูกตามถนน (avenue planting) ในบางประเทศในเอเชีย เช่น อินโดนีเซีย อินเดีย และศรีลังกา ในอินโดนีเซีย ปลูกในระบบวนเกษตร เช่น ในชวาปลูกร่วมกับข้าวโพด ข้าวไร่ และมันสำปะหลัง และในกาลิมันตันใต้ปลูกร่วมกับมันสำปะหลัง ข้าวโพด ถั่วลิสง และฟักทอง นอกจากนี้ ในหมู่บ้านวิจัยในกาลิมันตันใต้ เกษตรกรยังนิยมปลูกหญ้า *Brachiaria decumbens* ไว้ใต้มะฮอกกานีเพื่อเป็นอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงวัว (Krisnawati, *et.al.*, 2011) มะฮอกกานี ยังจัดอยู่ในต้นไม้สมุนไพรไทยที่สามารถรักษาโรคได้หลายอาการอย่างเช่น เปลือกสามารถนำมาต้มเป็นยาเจริญอาหาร เนื่องจากมีสารแทนนินเป็นส่วนประกอบและมีรสฝาด นอกจากนั้นเปลือกยังสามารถนำมาใช้ต้มดื่มเป็นยาแก้ไข้ ส่วนเนื้อในฝักเป็นยาระบายอ่อน ๆ เมล็ดมีรสขมฝาดใช้เป็นยาแก้ไข้พิษหรือบรรเทาอาการปวดศีรษะ เป็นต้น ในส่วนของใบอ่อนและดอกสามารถนำมารับประทานได้ (ปฏิมาภรณ์, 2564)

การปลูกมะฮอกกานีเป็นที่นิยมปลูกกันมาอย่างต่อเนื่อง พบว่าเป็นหนึ่งในชนิดไม้ป่าเศรษฐกิจที่ปลูกร่วมกับยางพารา ในปี 2560 กรมป่าไม้ได้เชิญชวนเกษตรกรชาวสวนยางภาคใต้ปลูกไม้เศรษฐกิจร่วมในสวนยางพารา หรือพื้นที่เกษตรที่มีเอกสารสิทธิ์ตามกฎหมาย ในกรณีที่ต้องการทำเกษตรแบบผสมผสาน ลดความเสี่ยงเพิ่มรายได้ในอนาคต ต้องการฟื้นฟูระบบนิเวศภายในสวน ปรับปรุงโครงสร้างดิน สร้างความชุ่มชื้นให้ดินในฤดูแล้ว ต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เต็มศักยภาพ และต้องการมีไม้ไว้ใช้สอย และสร้างมรดกให้ลูกหลานจากมูลค่าของไม้ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยชนิดไม้ที่สามารถปลูกได้ดี เช่น ตะเคียนทอง มะฮอกกานี สะเดาเทียม และกันเกรา สถิติจากหน่วยงานเพาะชำกล้าไม้ของกรมป่าไม้พบว่า ปี พ.ศ.2566-2568 มีการขอรับกล้าไม้มะฮอกกานีใบใหญ่รวม 5,988,600 กล้า (กรมป่าไม้, 2569)

จากความต้องการการปลูกที่เพิ่มมากขึ้น ความจำเป็นในการประมาณค่าผลผลิตในรูปของปริมาตรลำต้น และมวลชีวภาพเพื่อประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนจึงมีมากขึ้น ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้ แต่เนื่องจากการศึกษาต้องใช้ตัวอย่างจากต้นไม้ที่มีขนาดหลากหลาย ในขณะที่ราคาไม้มีค่าสูง การเก็บตัวอย่างจึงมีจำกัด อย่างไรก็ตามสมการจากการศึกษานี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการส่งเสริมการปลูกมะฮอกกานีต่อไปได้

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของขนาดต้นไม้กับผลผลิตของมะฮอกกานีใบใหญ่ในรูปของปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพ

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไป

มะฮอกกานีใบใหญ่ เป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองของอเมริกากลางและอเมริกาใต้ มีขอบเขตการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติตั้งแต่ประเทศเม็กซิโกไปจนถึงตอนใต้ของกลุ่มน้ำเมซอนในบราซิล โบลิเวีย และเปรู มีการปลูกอย่างแพร่หลายในเอเชียใต้และภูมิภาคแปซิฟิก เช่น อินเดีย ฟิลิปปินส์ และศรีลังกา โดยในอินโดนีเซียมีบันทึกว่านำเข้ามาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1870 ด้วยเมล็ดจากอินเดีย และเริ่มปลูกในสวนป่าบนเกาะชวาช่วงปี ค.ศ. 1897–1902 เนื่องจากการลดลงของประชากรและความกังวลเรื่องการค้าเชิงพาณิชย์ มะฮอกกานีใบใหญ่จึงถูกบรรจุอยู่ในบัญชีหมายเลข 2 (Appendix II) ของอนุสัญญา CITES ในปี ค.ศ. 2002 ซึ่งหมายถึงชนิดพันธุ์ที่อาจสูญพันธุ์ได้หากไม่มีการควบคุมการค้าอย่างเข้มงวด ลักษณะทางนิเวศวิทยาและการเติบโต พบว่ามะฮอกกานีสามารถทนต่อสภาพดินและภูมิอากาศที่หลากหลาย โดยเติบโตได้ดีตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูง 1,400–1,500 เมตร ชอบดินที่ลึกอุดมสมบูรณ์ และระบายน้ำได้ดี มีค่า pH ระหว่าง 6.5–7.5 และมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,000–2,500 มิลลิเมตร เป็นพรรณไม้ที่ต้องการแสงมาก (Light-demander) ทนทานต่อไฟป่า แต่ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง, มักจะสืบพันธุ์ได้ดีหลังเกิดการรบกวนทางธรรมชาติครั้งใหญ่ เช่น พายุเฮอริเคน หรือไฟป่า (Shono and Snook, 2004; Krisnawati, *et.al.*, 2011)

การเติบโต

การเติบโตของมะฮอกกานีในประเทศไทยมีข้อมูลน้อยมาก มีการศึกษาเฉพาะในเรื่องของการปลูกร่วมในสวนยางพารา โดยงานวิจัยของไววิทย์ (ม.ป.ป.) ในส่วนของมะฮอกกานี สรุปว่า การปลูกไม้ป่า เช่น มะฮอกกานีในสภาพพื้นที่ราบ ให้ปลูกกึ่งกลางระหว่างแถวยางพารา ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 9 เมตร หรือในอัตราประมาณ 22 ต้นต่อพื้นที่ปลูกยางพารา 1 ไร่ ควรปลูกไม้ป่าพร้อมกับการปลูกยางพารา และควรใช้ระยะระหว่างแถวยางพารา กว้าง เช่น ระยะปลูก 2.5x8 เมตร จะดีกว่าระยะแคบ 3x7 เมตร ในขณะที่การปลูกไม้ป่าในสภาพพื้นที่ลาดเท พะยอมและมะฮอกกานีเป็นชนิดที่เหมาะสม โดยควรปลูกกึ่งกลางระหว่างแถวยางพารา และใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 6 เมตร หรือประมาณ 33 ต้น ต่อพื้นที่ปลูกยางพารา 1 ไร่ และควรปลูกไม้ป่าในช่วงเวลาเดียวกับการปลูกยางพาราหรือหลังการปลูกยางพาราประมาณ 1 ปี การเติบโตพบว่าเมื่อไม้ป่าอายุ 5.5 ปี การเติบโตของมะฮอกกานีในสวนยางพารามีขนาดลำต้นเฉลี่ย 31.1 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าพะยอมที่มีขนาดลำต้นเฉลี่ย 39.2 เซนติเมตร และจากการศึกษายังพบว่า การปลูกไม้ป่าทำให้ยางพาราเมื่ออายุ 6.5 ปี มีขนาดลำต้นเฉลี่ย 46.8 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงที่ไม่มีการปลูกไม้ป่าร่วม (ไววิทย์, 2546)

ข้อมูลจากต่างประเทศ พบว่า มะฮอกกานีที่ปลูกในกาลิมันตันใต้ อายุต่ำกว่า 5 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) เฉลี่ยตั้งแต่ 2.8 ถึง 13.2 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ยตั้งแต่ 2.9 ถึง 8.7 เมตร ต้นที่มีอายุ 6–10 ปี ในภูเขาเต็งการาตะวันออก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 13.2 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 9.6 เมตร ในสวนป่าหลายแห่งบนเกาะชวาต้นที่มีอายุมากกว่า 10 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 29.3 เซนติเมตร ในป่าธรรมชาติที่ประเทศเบลีซ มะฮอกกานีมีอัตราการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยมากกว่า 1 เซนติเมตรต่อปี โดยต้นไม้ที่มีขนาด DBH สูงกว่า 50 เซนติเมตร จะมีอัตราการเติบโตสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากการเติบโตจะแปรผันตามอายุ ปริมาณน้ำฝน และสภาพพื้นที่ เช่นในปีที่มีฝนตกชุกจะเติบโตได้ดีกว่าปีที่แห้งแล้งถึงร้อยละ 75 (Shono and Snook, 2004) การศึกษาในอินเดียพบว่า มะฮอกกานีที่ปลูกในดินดำ (Black soil) จะมีการเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นรอบวงดีกว่าดินแดง เนื่องจากดินดำมีความสามารถในการอุ้มน้ำและมีสารอาหารสูงกว่า (Akhilraj *et.al.*, 2023) เช่นเดียวกันกับอัตราการเติบโตของมะฮอกกานีในสวนป่าที่อินโดนีเซียจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดหลังจากอายุ 10 ปี และทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงจะเริ่มคงที่หลังจากอายุ 30 ปี สวนป่าอายุ 5–9 ปีที่เกาะซุมบาวา มีขนาด DBH เฉลี่ย 16.6 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 12 เมตร ส่วนในกาลิมันตันใต้ ต้นไม้ที่ต่ำกว่า 5 ปี มี DBH เฉลี่ยระหว่าง 2.8–13.2 เซนติเมตร ความแตกต่างของการเติบโตขึ้นอยู่กับคุณภาพพื้นที่และการจัดการ มะฮอกกานีเป็นไม้โตเร็วและต้องการแสงสูง แต่ข้อมูลเรื่องอัตราการเติบโตเพื่อการจัดการที่เหมาะสมยังมีจำกัด โดยรอบตัดฟันในสวนป่าแต่ละภูมิภาคมีความแตกต่างกัน เช่น ในฟิลิปปินส์ใช้เวลา 15–20 ปี มาเลเซีย 25 ปี อินโดนีเซีย 30–50 ปี และในเปอร์โตริโก อาจใช้ระยะเวลายาวนานถึง 60 ปี ในขณะที่ไม้ใน

ป่าธรรมชาติอาจต้องใช้เวลาราว 80–100 ปี จึงจะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตรที่เหมาะสมเชิงพาณิชย์ (Krisnawati, *et.al.*, 2011)

Forero-Montaña *et.al.* (2021) รายงานว่าสวนป่ามะฮอกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla* King) อายุมากในป่ากึ่งดิบชื้นของเปอร์โตริโก มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ 0.86 เซนติเมตรต่อปี โดยต้นไม้ที่โตเร็วสามารถมีขนาด commercial size (60 เซนติเมตร) ได้ในเวลา 45 ปี ขณะที่ต้นไม้ที่โตช้าอาจต้องใช้เวลาราว 150 ปี รอบตัดฟันเชิงชีววิทยา (Biological Rotation) คืออายุที่ให้ผลผลิตไม้สูงสุด คือ 90 ปี รอบตัดฟันเชิงเศรษฐกิจ (Economic Rotation) ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ อายุที่เหมาะสมคือ 42 ปี

ผลผลิต

ในประเทศไทย ปริมาณไม้ที่ผลิตได้มีค่าระหว่าง 64.95 ถึง 1,225.19 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 481.48 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ (Pitol and Bachchu, 2023) ค่าความเติบโตเฉลี่ยรายปีสูงสุด (Maximum Mean Annual Increment, MAI) ในด้านปริมาตรจะแตกต่างกันตามคุณภาพพื้นที่ โดยพื้นที่คุณภาพดีที่สุด MAI ได้สูงสุด 38.1 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ต่อปี ในอายุ 15 ปี ในขณะที่พื้นที่คุณภาพปานกลาง (medium-quality sites) MAI เท่ากับ 19.7 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ต่อปี เมื่ออายุ 25 ปี รอบการตัดโค่น (Rotation length) ที่เหมาะสมระหว่าง 15 ถึง 50 ปี ขึ้นอยู่กับคุณภาพพื้นที่ สำหรับสวนป่าในอินโดนีเซีย รอบการตัดโค่นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 15–30 ปี (Krisnawati, *et.al.*, 2011) ส่วน Forero-Montaña *et.al.* (2021) รายงานว่าสวนป่ามะฮอกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla* King) อายุมากในป่ากึ่งดิบชื้นของเปอร์โตริโก เมื่ออายุ 71 ปี สวนป่ามีปริมาตรรวมอยู่ที่ 129.93 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ และแบบจำลองทำนายว่าปริมาตรจะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 241 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ เมื่ออายุ 109 ปี

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของมะฮอกกานี พบว่าส่วนลำต้นมีค่าสูงที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 73 รองลงไปได้แก่ กิ่ง (ร้อยละ 17) ตอ (ร้อยละ 5) ใบ (ร้อยละ 3) และกิ่งเล็ก (ร้อยละ 2) ตามลำดับ (Adinugroho and Sidiyasa, 2006; Krisnawati, *et.al.*, 2011) การศึกษาในฟิลิปปินส์พบว่าสวนมะฮอกกานีที่โตเต็มที่ (อายุประมาณ 70 ปี) มีมวลชีวภาพรวมสูงถึง 1,120 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนลำต้นเป็นส่วนที่กักเก็บมวลชีวภาพมากที่สุด โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 69-80 ของมวลชีวภาพทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา รองลงมาคือคาร์บอนในดินและราก ร้อยละ 13 และร้อยละ 11 ตามลำดับ (Racelis, *et.al.*, 2019) เช่นเดียวกับ Paul, *et.al.* (2025) รายงานว่ารากมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 11 ของมวลชีวภาพรวม โดยการคำนวณมวลชีวภาพรากมักใช้ค่าอัตราส่วน Root:Shoot ที่ 0.2 ปัจจุบันที่มีผลต่อมวลชีวภาพคือ ขนาดของต้นไม้ โดยต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 60 เซนติเมตร แม้จะมีน้อยต้น แต่เป็นแหล่งกักเก็บมวลชีวภาพและคาร์บอนที่สำคัญที่สุด สูงถึงร้อยละ 40-90 ของมวลชีวภาพในป่าพื้นที่ที่มีความสูงเหมาะสม (ต่ำกว่า 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ดินมีความสมบูรณ์ และมีการจัดการ

ทางวนวัฒนวิทยา เช่น การตัดขยายระยะ (Thinning) และการกำจัดวัชพืชจะช่วยส่งเสริมการเติบโตและเพิ่มวง
ชีวภาพได้ รวมไปถึงพื้นที่ที่มีการรบกวนจากมนุษย์น้อยหรือไม่มีการบุกรุกทำลายป่า จะทำให้มีโครงสร้างป่าที่
สมบูรณ์กว่าและมีความสามารถในการสะสมมวลชีวภาพได้สูงกว่าด้วย (Racelis, *et.al.*, 2019)

Center Woods (2029) รายงานสรุปราคาไม้มะฮอกกานีในปี 2026 ตามเกรดและชนิดพันธุ์ ดังนี้

1. ราคาเฉลี่ยตามเกรดของไม้ (ต่อฟุตบอร์ด) ดังนี้

1.1 เกรดสำหรับเฟอร์นิเจอร์ (Furniture Grade) เป็นเกรดที่มีคุณภาพสูงที่สุด มีตำหนิน้อยมาก
และมีความทนทานสูง ราคาจะอยู่ที่ประมาณ 10 ถึง 15 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด

1.2 เกรดสำหรับตู้ (Cabinet Grade): มีความสวยงามและความทนทานในระดับดี เหมาะสำหรับ
งานตู้หรืองานบิลด์อิน ราคาอยู่ที่ประมาณ 6 ถึง 10 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด

1.3 เกรดใช้สอยทั่วไป (Utility Grade): เป็นเกรดที่ราคาประหยัดที่สุด มักใช้ในสวนโครงสร้างหรือ
ส่วนที่ไม่เน้นความสวยงาม ราคาอยู่ที่ประมาณ 3 ถึง 6 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด

2. ราคาตามชนิดพันธุ์ (Species)

2.1 มะฮอกกานีแท้ (*Swietenia macrophylla*) ถือเป็นมาตรฐานสูงสุด (Gold standard) มีลายไม้
ละเอียดและสีสนสวยงาม ราคาอยู่ที่ 10 ถึง 15 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด

2.2 มะฮอกกานีแอฟริกัน (*Khaya* spp.) เป็นทางเลือกที่ราคาถูกกว่ามะฮอกกานีแท้ แต่ให้ลักษณะที่
คล้ายคลึงกัน ราคาอยู่ที่ 6 ถึง 10 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด

2.3 มะฮอกกานีฟิลิปปินส์ (*Shorea* spp.) เป็นตัวเลือกที่ราคาประหยัดที่สุด เหมาะสำหรับโครงการที่
มีงบประมาณจำกัด ราคาอยู่ที่ประมาณ 3 ถึง 6 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด

โดยปัจจัยที่มีผลต่อราคาและแนวโน้มในปี 2026 ได้แก่

ปัจจัยหลัก: ราคาไม้จะผันแปรตามชนิดพันธุ์ (Species) เกรด (Grade) และความต้องการของตลาด
(Market Demand)

แนวโน้มราคา: โดยทั่วไปราคาไม้มะฮอกกานีมีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้น เนื่องจากการบังคับใช้กฎระเบียบ
ด้านสิ่งแวดล้อมและการทำป่าไม้แบบยั่งยืน

สถานการณ์ปัจจุบัน: มะฮอกกานีแท้มีแนวโน้มราคาจะสูงขึ้นอีกในอนาคตเนื่องจากความพร้อมของไม้ใน
ตลาดลดน้อยลงในขณะที่ความต้องการยังคงเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า ราคาเฉลี่ยของไม้มะฮอกกานีจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3 ถึง 15 ดอลลาร์ต่อฟุตบอร์ด ขึ้นอยู่กับเกรด
และชนิดพันธุ์ที่คุณเลือกใช้

สมการประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพ

สมการสำหรับการประมาณปริมาตรของ Wahjono and Soemarna (1987) พบการใช้ความสัมพันธ์แบบ log-log ระหว่างปริมาตรกับ DBH เพียงอย่างเดียว หรือ DBH และความสูงร่วมกัน สมการปริมาตรไม้รวม (Thick-wood volume, V_t) คือ

$$\log V_t = -0.7618 + 2.3704 \log DBH$$

ส่วนสมการปริมาตรไม้เพื่อการค้า (Clear bole volume, V_c) คือ

$$\log V_c = -0.5157 + 2.1623 \log DBH$$

การศึกษาของ Forero-Montaña *et.al.* (2021) แสดงสมการปริมาตรลำต้นในเปอร์โตริโก คือ

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = 0.003 \times DBH^{2.11}$$

ในส่วนสมการประมาณมวลชีวภาพ พบว่า จากการศึกษาของ Adinugroho and Sidiyasa (2006) สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน คือ

$$B_{\text{total}} = 0.048 \text{ DBH}^{2.68}$$

ส่วนมวลชีวภาพราก (Root biomass) จากการศึกษาของ Racelis, *et.al.* (2019) คือ

$$\text{Root biomass} = \exp(-1.0587 + 0.8836 \times \ln(TB))$$

เมื่อ TB คือมวลชีวภาพต้นไม้รวม

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาสมการ Allometric เพื่อประมาณชีวมวลเหนือพื้นดินและปริมาตรลำต้น พบว่า สมการที่ใช้ DBH เพียงอย่างเดียวถูกเลือกเนื่องจากเป็นตัวแปรที่วัดได้ง่ายและแม่นยำที่สุดในภาคสนาม อีกทั้งยังช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาเมื่อเทียบกับการต้องวัดความสูงของต้นไม้เพิ่มเติม การศึกษาของ Adinugroho and Sidiyasa (2006) พบว่าการเพิ่มตัวแปรความสูง (H) เข้าไปในโมเดลช่วยเพิ่มความแม่นยำ (R^2) ในการประมาณมวลชีวภาพรวมเพียงประมาณร้อยละ 1.1 เมื่อเทียบกับการใช้ DBH เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ค่า R^2 ของสมการที่ใช้ DBH เพียงอย่างเดียวยังอยู่ในระดับที่สูงมาก (เช่น ร้อยละ 95.8 สำหรับมวลชีวภาพเหนือดินรวม)

วิธีการศึกษา

สถานที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้ดำเนินการในพื้นที่สวนป่าดงรังกิจ โดยมีคุณดำรงกิจ จุลมณีโชติ เป็นเจ้าของสวนป่า ซึ่งเป็นสวนป่าภาคเอกชนในตำบลม่วงงาม อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา (Figure 1) ปลูกปี พ.ศ. 2559 ทำการศึกษาเมื่ออายุ 9 ปี ระยะปลูก 2 เมตร x 4 เมตร ลักษณะภูมิประเทศ เป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเล พื้นที่ค่อย ๆ ลาดต่ำลงมา ตามแนวชายฝั่งทิศตะวันออก ด้านอ่าวไทย และทิศตะวันตกด้านทะเลสาบสงขลา ส่วนทางด้านทิศใต้ พื้นที่เป็นภูเขา คือเขาเขียว และเขาแดง ลาดต่ำลงริมฝั่งทะเล มีลักษณะยาวเรียวยาวเป็นรูปสามเหลี่ยมยื่นสู่ทะเลสาบ มีพื้นที่ทั้งหมด 121,958 ไร่ เป็นพื้นที่ราบ 58,685 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 48.12 ของพื้นที่ทั้งหมด สภาพภูมิอากาศ มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน โดยฤดูร้อน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน ระยะเวลาเป็นช่วงของฤดูมรสุม หลังจากสิ้นฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือแล้วอากาศเริ่มร้อนและมีอากาศร้อนจัดในเดือนเมษายนแต่ไม่ร้อนมากนัก เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลทำให้อากาศร้อนเบาบางลง ส่วนฤดูฝน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม ซึ่งฤดูฝนแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ มรสุมตะวันตก จะเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงกลางเดือนกันยายน และมรสุมตะวันออกเฉียง เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม (อำเภอสิงหนคร, 2568)

การเก็บข้อมูล

1. วัดข้อมูล ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height: DBH) และความสูง (H) ของต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่ทั้งหมด และนำมาหาค่าเฉลี่ย
2. ทำการคัดเลือกต้นตัวอย่างจากการจัดอัตราภาคชั้นของค่า DBH จำนวน 5 ต้น ที่มีขนาด DBH ต่างกัน เนื่องจากต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดใกล้เคียงกัน และต้นไม้มีมูลค่าสูง
3. ตัดต้นไม้ตัวอย่างให้ชิดติดดินมากที่สุด แยกส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ออกเป็น ใบ กิ่ง ลำต้น
4. ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ ระดับชิดดิน (0.00 เมตร) 0.30 เมตร 1.30 เมตร และทุกระดับ 1 เมตร (เช่น 2.30 เมตร 3.30 เมตร) จนถึงปลายยอดเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาตรลำต้น
5. นำส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ใบ กิ่ง ลำต้น มาชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักสดทั้งหมด และเก็บตัวอย่างส่วนลำต้น ใบ และกิ่ง ประมาณ 500 กรัม นำมาชั่งน้ำหนักสดของตัวอย่าง และเก็บใส่ถุงกระดาษนำมาที่ห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างแต่ละส่วนของแต่ละต้นเข้าอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างจะคงที่ และทำการชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเพื่อคำนวณหาค่าความชื้นของตัวอย่าง

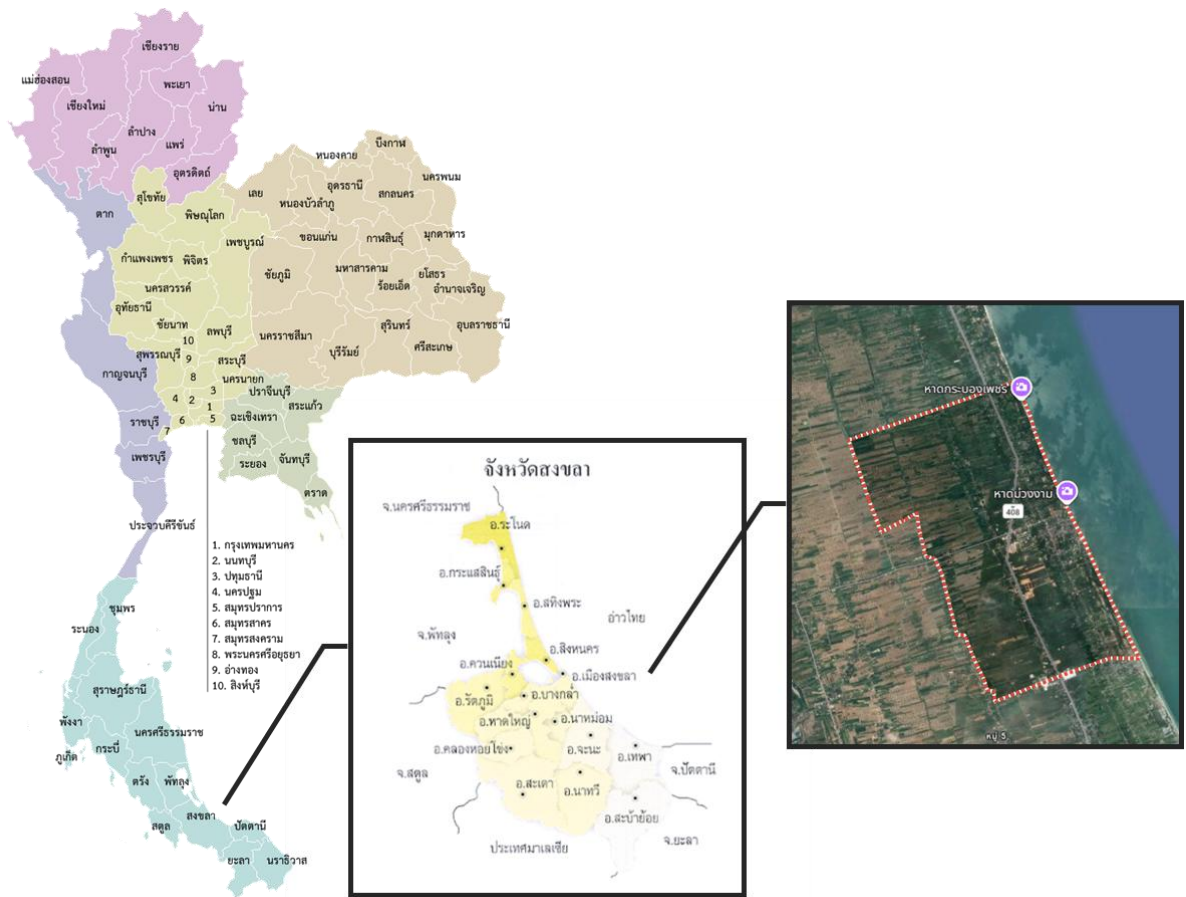


Figure 1 The study area in Singhanakhon District, Songkhla province

การวิเคราะห์ข้อมูล

6. คำนวณหาค่าความชื้นของตัวอย่างและการหาน้ำหนักแห้ง จากสมการ (เกียรติกิจ และคณะ, 2530)

$$\text{ร้อยละความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งตัว}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดทั้งหมด}}{100 + \text{ร้อยละความชื้น}}$$

7. สร้างสมการประมาณปริมาตรลำต้น และประมาณมวลชีวภาพในรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ของมวลชีวภาพของแต่ละส่วนกับขนาดของต้นไม้ (DBH และ H) จากสมการ (พงษ์ศักดิ์, 2552)

$$Y = aX^b$$

โดย Y = ปริมาตรลำต้น/ มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

X = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) และความสูง (เมตร)

a และ b เป็นค่าคงที่ของสมการ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้น และมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดของต้นไม้ (DBH และ H) ในรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ทางวิชาการป่าไม้ สมการแอลโลเมตริกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกร่วมกับความสูงในรูปแบบ $DBH^2 \times H$ และสมการที่ใช้ DBH เพียงปัจจัยเดียว

ผลและวิจารณ์

การเติบโตของมะฮอกกานี

มะฮอกกานีอายุ 9 ปี สวนป่าดำรงกิจ โดยมีคุณดำรงศักดิ์ จุลมณีโชติ เป็นเจ้าของสวนป่า ซึ่งเป็นสวนป่าภาคเอกชนในตำบลม่วงงาม อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ปักปี พ.ศ. 2559 ทำการศึกษาเมื่ออายุ 9 ปี ระยะปลูก 2 เมตร x 4 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 26.49 ± 4.16 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 15.32 ± 1.09 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 2.94 เซนติเมตรต่อปี และ 1.70 เมตรต่อปี ตามลำดับ ในประเทศไทยมีการศึกษาการเติบโตของมะฮอกกานีกันน้อยมากจนไม่มีข้อมูลที่น่ามาเปรียบเทียบได้ ส่วนในต่างประเทศมีข้อมูลไม่มากนัก โดยการศึกษาในต่างประเทศพบว่ามะฮอกกานีที่ปลูกในกาลิมันตันใต้ อายุต่ำกว่า 5 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) เฉลี่ยตั้งแต่ 2.8 ถึง 13.2 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ยตั้งแต่ 2.9 ถึง 8.7 เมตร ต้นที่มีอายุ 6–10 ปี ในนุซาเต็งการาตะวันออก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 13.2 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 9.6 เมตร ในสวนป่าหลายแห่งบนเกาะชวาต้นที่มีอายุมากกว่า 10 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 29.3 เซนติเมตร

สมการสำหรับประมาณปริมาตรลำต้น

จากมะฮอกกานีตัวอย่าง 5 ต้น พบว่าสามารถสร้างสมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณปริมาตรลำต้น ทั้งรวมเปลือก (over-bark volume) และไม่รวมเปลือก (under-bark volume) ที่สัมพันธ์กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกรวมกับความสูง ($DBH^2 \times H$) และที่สัมพันธ์กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงค่าเดียว (DBH) แสดงตาม Table 1 จากการศึกษาพบว่าสมการทั้งในแบบที่ใช้ปัจจัย $DBH^2 \times H$ และ DBH เพียงปัจจัยเดียว แม้ว่าค่า R^2 ที่ได้จะมีค่าต่ำกว่าการใช้ $DBH^2 \times H$ แต่มีค่าสูงมากกว่า 0.90 ซึ่งกล่าวได้ว่าสามารถเลือกใช้ได้ โดยสมการที่ใช้ DBH เพียงอย่างเดียวถูกเลือกเนื่องจากเป็นตัวแทนที่วัดได้ง่ายและแม่นยำที่สุดในภาคสนาม อีกทั้งยังช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาเมื่อเทียบกับการต้องวัดความสูงของต้นไม้เพิ่มเติม

สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

จากการศึกษาได้ Allometric equations แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกรวมกับความสูง ($DBH^2 \times H$) รวมทั้ง Allometric equations แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงค่าเดียว (DBH) แสดงตาม Table 2

Table 1 Allometric equation for estimating stem volume of 9-year-old of *Swietenia macrophylla*

Volume (m ³)	Allometric equation	R ²
Over-bark	$V_{ob} = 0.0002 \times (DBH^2 \times H)^{0.8098}$	0.9982
	$V_{ob} = 0.0010 \times DBH^{1.7808}$	0.9640
Under-bark	$V_{ub} = 0.0002 \times (DBH^2 \times H)^{0.8113}$	0.9868
	$V_{ub} = 0.0008 \times DBH^{1.7827}$	0.9318

Remarks: V_{ob} = stem volume (over-bark, m³) V_{ub} = stem volume (under-bark, m³)
 DBH = Diameter at breast height (DBH, cm) H = total height (m)

Table 2 Allometric equation for estimating aboveground biomass of 9-year-old of *Swietenia macrophylla*.

Allometric equation	R ²
$W_S = 0.0463 \times (DBH^2 \times H)^{0.8868}$	0.9894
$W_B = 0.0127 \times (DBH^2 \times H)^{0.9302}$	0.4962
$W_L = 0.0019 \times (DBH^2 \times H)^{0.9909}$	0.8172
$W_{AG} = 0.0419 \times (DBH^2 \times H)^{0.9461}$	0.8862
$W_S = 0.2921 \times DBH^{1.9340}$	0.9276
$W_B = 0.0369 \times DBH^{2.2998}$	0.7057
$W_L = 0.0190 \times DBH^{2.0917}$	0.6557
$W_{AG} = 0.2314 \times DBH^{2.1432}$	0.9736

Remarks: W_S = stem biomass (kg) W_B = branch biomass (kg)
 W_L = leaf biomass (kg) W_{AG} = aboveground biomass (kg)
 DBH = Diameter at breast height (cm) H = Total height (m)

โดยจะเห็นได้ว่า การประมาณมวลชีวภาพส่วนใบและกิ่งจะให้ค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ DBH เพียงตัวแปรเดียวในการประมาณมวลชีวภาพส่วนกิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากต้นมะฮอกกานีในสวนป่านี้ปลูกเพื่อวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการแปรรูป ทำให้มีการจัดการได้แก่ การลิดกิ่งในส่วนด้านล่าง ทำให้ค่าน้ำหนักของกิ่งและใบมีความสัมพันธ์ไม่ปกติกับขนาดความโตของต้นไม้ แต่หากนำความสูงมาประกอบจะให้ค่า R^2 ที่สูงมากขึ้น อย่างไรก็ตามในการประมาณค่ามวลชีวภาพเพื่อนำไปสู่การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะนิยมคิดในส่วนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในภาพรวมมากกว่า ดังนั้นสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษาจึงเสนอแนะให้ใช้สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินซึ่งให้ค่า R^2 สูง

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาสมการทั้งในรูปแบบของตัวแปรรวม คือ $DBH^2 \times H$ และ DBH เพียงตัวแปรเดียวพบว่าแม้ว่าค่า R^2 จากการใช้ตัวแปร DBH เพียงตัวแปรเดียวจะต่ำกว่า แต่สามารถนำมาใช้ประมาณมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะในมวลชีวภาพส่วนลำต้นและมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมดได้ เพื่อความแม่นยำในการวัดภาคสนาม ช่วยประหยัดงบประมาณและเวลา รวมทั้งเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปสามารถวัดได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม การจัดการตามหลักวนวัฒนวิธีอย่างประณีตขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ หากต้องการนำส่วนเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์ จำเป็นที่ต้องได้ต้นที่มีความโตและตรงเปลา การลิดกิ่งจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในขณะที่การปลูกเพื่อต้องการใบ หรือการปลูกเพื่อสิ่งแวดล้อมในด้านการช่วยลดแรงกระแทกของน้ำฝนลงสู่พื้นดิน รวมถึงความต้องการการกักเก็บคาร์บอนของส่วนเหนือพื้นดินอาจไม่จำเป็นต้องมีการลิดกิ่ง เพื่อให้มีกิ่งและใบปริมาณที่มาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นลำต้นมีค่าสูงกว่าส่วนของกิ่งและใบอยู่แล้ว ดังนั้นการจัดการทางวนวัฒนวิธีที่ทำให้ต้นไม้เติบโตดี ทำให้ลำต้นมีขนาดใหญ่ นอกจากจะเพื่อประโยชน์ทางเนื้อไม้แล้วยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้อีกด้วย

เมื่อทดลองเปรียบเทียบค่าที่ได้จากสมการของต่างประเทศ ได้แก่ สมการปริมาตรไม้รวม (Thick-wood volume, V_7) ซึ่งเป็นปริมาตรลำต้นจนถึงจุดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ในประเทศอินโดนีเซีย ที่เก็บตัวอย่าง 114 ต้น มี DBH อยู่ในช่วง 25-59 เซนติเมตร และความสูง 9-22 เมตร โดย Wahjono and Soemarna (1987) คือ

$$\log V_7 = -0.7618 + 2.3704 \log DBH$$

สมการปริมาตรลำต้นในเปอร์โตริโก จากการศึกษาของ Forero-Montaña *et.al.* (2021) ที่เก็บข้อมูลจากมะฮอกกานีในสวนป่าอายุ 42-71 ปี เป็นสวนป่าผสม (Mixed plantation) ที่ปลูกโดยกรมป่าไม้ของสหรัฐฯ ช่วงปี ค.ศ. 1935–1938 บนพื้นที่ที่เคยเป็นไร่อ้อยเก่า สมการคือ

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = 0.003 \times \text{DBH}^{2.11}$$

สมการประมาณมวลชีวภาพในพื้นที่สวนป่าของอินโดนีเซีย ที่เก็บข้อมูลในสวนป่าอายุ 21-26 ปี ระยะปลูก 2x3 เมตร ใช้ต้นไม้ตัวอย่างจำนวน 30 ต้น ซึ่งมี DBH อยู่ในช่วง 14.3-36.9 เซนติเมตร และความสูง 8.5-25.8 เมตร โดย Adinugroho และ Sidiyasa (2006) คือ

$$B_{\text{total}} = 0.048 \text{ DBH}^{2.68}$$

ผลการเปรียบเทียบ พบว่า

1. ปริมาตรลำต้น

ปริมาตรลำต้นที่ได้จากทั้งสามสมการเมื่อกำหนดค่า DBH เท่ากัน (ใช้ค่า DBH ของมะฮอกกานีแปลงตัวอย่างจากการศึกษา) มีความแตกต่างกันมาก (Figure 2) โดยปริมาตรลำต้นจากสมการที่พัฒนาจากมะฮอกกานีจากสวนป่าในเปอร์โตริโกมีค่าสูงที่สุด ในขณะที่ปริมาตรจากสมการจากมะฮอกกานีในประเทศไทยจากการศึกษานี้มีค่าต่ำที่สุด โดยปริมาตรจากสมการจากเปอร์โตริโก มีค่าสูงกว่าประเทศไทยถึง 9.45 เท่า ในขณะที่ปริมาตรลำต้นของประเทศไทยอินโดนีเซียปริมาตรลำต้นจนถึงจุดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร และประเทศไทยมีความใกล้เคียงกัน

2. มวลชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า เมื่อค่า DBH เท่ากัน สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของประเทศไทยจากการศึกษานี้ ให้ค่าประมาณสูงกว่าสมการของอินโดนีเซีย โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 4.2-4.3 เท่า แม้ว่าแนวโน้มของค่าจากสมการทั้งสองประเทศจะเป็นไปในทางเดียวกันก็ตาม (Figure 3)

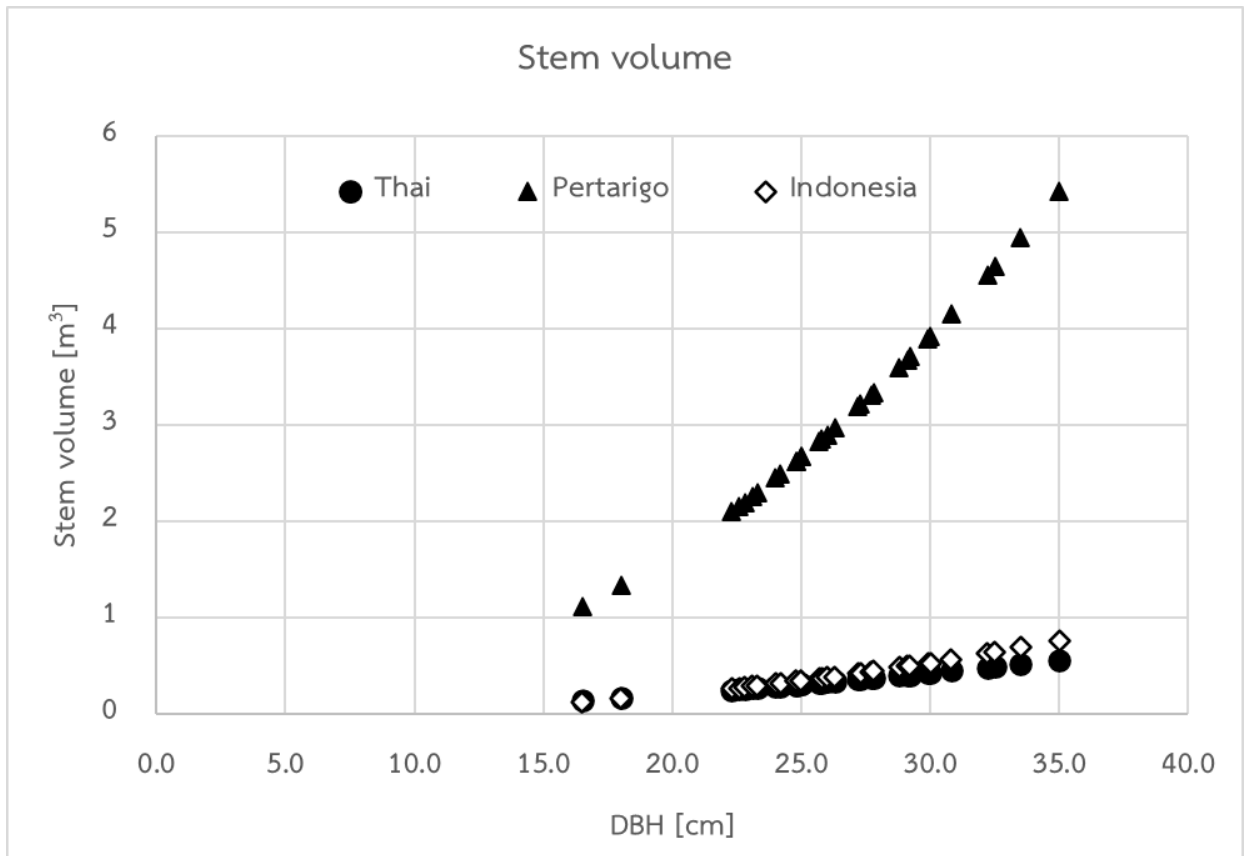


Figure 2 Stem volume of *Swietenia macrophylla* from 3 study sites

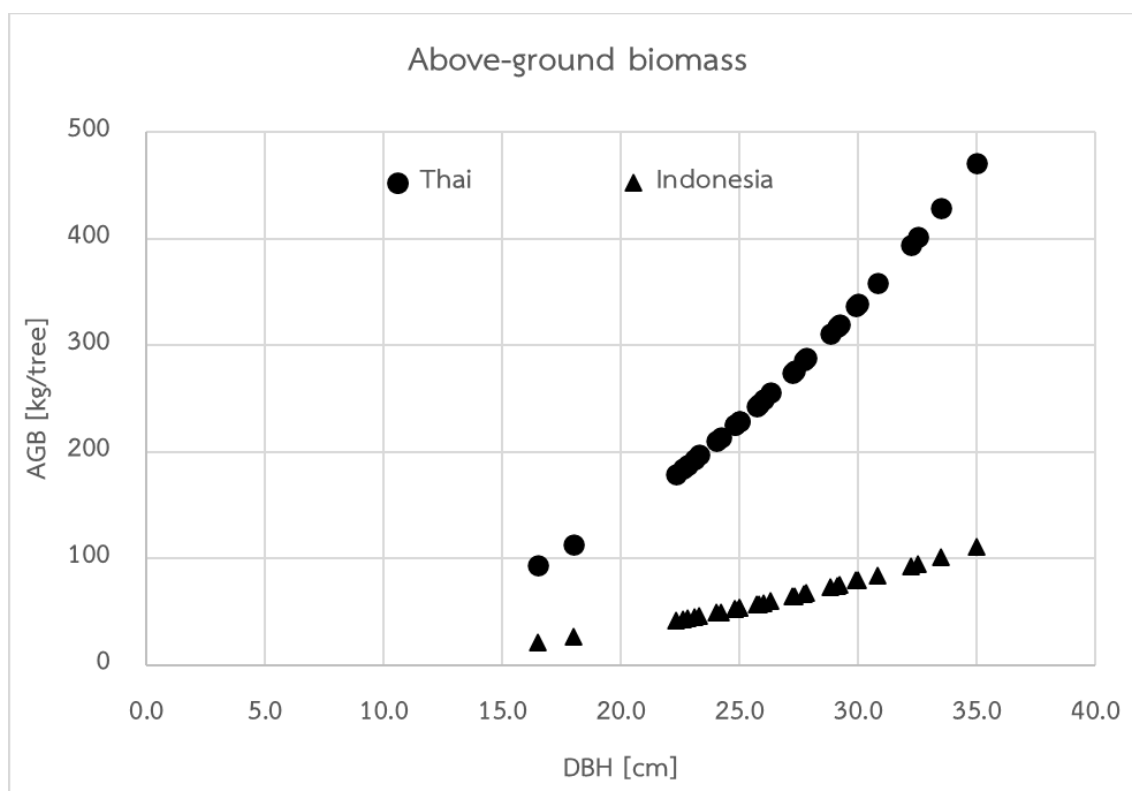


Figure 3 Above-ground biomass of *Swietenia macrophylla* from 2 study sites

ปัจจัยที่ส่งผลให้สมการประมาณค่าผลผลิตทั้งปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความแตกต่างกัน ได้แก่

1. อายุของต้นไม้ การศึกษานี้มะฮอกกานีมีอายุเพียง 9 ปี ในขณะที่มะฮอกกานีของประเทศเปอร์โตริโกทำการศึกษาเมื่ออายุระหว่าง 42-71 ปี ส่วนมะฮอกกานีในประเทศอินโดนีเซีย ในเอกสารงานวิจัยไม่ได้ระบุไว้ แต่โดยทั่วไปสวนป่าของรัฐในเกาะชวาที่มีการจัดการอย่างดีจะมีการกำหนดรอบตัดฟันไว้ที่อายุ 30-50 ปี ซึ่งแสดงว่าอายุมะฮอกกานีจากการศึกษานี้มีอายุน้อยกว่ามาก ซึ่งอายุของต้นไม้จะส่งผลต่อรูปร่างของต้นไม้ อันจะส่งผลต่อปริมาตรของต้นไม้ด้วย รวมถึงการเกิดแก่นของต้นไม้ซึ่งส่งผลต่อน้ำหนักของต้นไม้ด้วย จากผลการศึกษาของ Wadsworth and González (2008) พบว่าปริมาตรแก่นไม้ของมะฮอกกานีในสวนป่าของเปอร์โตริโกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุ 69 ปี แม้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นจะเริ่มชะลอตัวลงแล้วก็ตาม

2. ขนาดของต้นไม้ มะฮอกกานีจากการศึกษาในเปอร์โตริโก เมื่อเริ่มศึกษา (อายุ 42 ปี) มีค่าเฉลี่ย DBH อยู่ที่ 55.69 ± 2.71 เซนติเมตร และเมื่อสิ้นสุดการศึกษา (อายุ 71 ปี) มีค่าเฉลี่ย DBH เพิ่มขึ้นเป็น 83.49 ± 4.85 เซนติเมตร โดยแบบจำลองนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อครอบคลุมช่วงขนาด DBH ตั้งแต่ 10 ถึง 150 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ใหญ่ที่สุดที่มีรายงานในเปอร์โตริโก ส่วนในการศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย พบว่า มะฮอกกานีมี DBH อยู่ในช่วง 25 ถึง 59 เซนติเมตร ความสูง อยู่ในช่วง 9 ถึง 22 เมตร ซึ่งมะฮอกกานีมีขนาดทั้ง DBH และความสูงมากกว่าในการศึกษาที่มีขนาด DBH อยู่ในช่วง 16.5-35.0 เซนติเมตร ความสูงอยู่ในช่วง 12.3-17.3 เมตร ซึ่งลักษณะการเติบโตขึ้นกับอายุของต้นไม้ ในขณะเดียวกันส่งผลต่อขนาด รูปทรง ปริมาณแก่น ด้วยเช่นกัน

3. รูปทรงและความเรียว (taper) ของต้นไม้ โดยปกติต้นไม้เมื่อมีอายุมากจะมีความเรียววันน้อยลง หรือมีรูปทรงใกล้เคียงกับทรงกระบอกมากขึ้น ดังนั้นมะฮอกกานีในการศึกษานี้ซึ่งมีอายุน้อย ความเรียวของต้นไม้มียังคงมีมาก ปริมาตรในส่วนบนของลำต้นจึงจะมีน้อยกว่ามะฮอกกานีในประเทศอื่นที่มีอายุมากกว่า นอกจากนี้ อาจรวมถึงลักษณะของการแตกกิ่ง ปริมาณใบ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ ที่อาจแตกต่างกันตามลักษณะของภูมิภาค ประเทศ ภูมิอากาศ และการจัดการ ทำให้น้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้มีค่าแตกต่างกัน

4. รูปแบบสมการและวิธีการศึกษา การศึกษาในประเทศอินโดนีเซียสร้างสมการในรูปแบบของ log ทำให้มีค่าความแตกต่างจากสมการรูปแบบของ power นอกจากนี้วิธีการศึกษาในประเทศไทยใช้การตัดต้นไม้และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตำแหน่งต่าง ๆ เช่นเดียวกับการศึกษาในประเทศอินโดนีเซียใช้การตัดต้นไม้เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างสมการเพื่อทำตารางปริมาตรไม้ ในขณะที่การศึกษาในเปอร์โตริโก มีเป้าหมายคือการเฝ้าสังเกตอัตราการเติบโตและการเพิ่มขึ้นของปริมาตรของต้นไม้ที่มีชีวิตตั้งแต่อายุ 42 ปี จนถึง 71 ปี และใช้สมการที่มีคนพัฒนามาก่อนในการประมาณปริมาตร จึงไม่มีการตัดต้นไม้

สมการในการศึกษานี้เป็นการพัฒนาจากขึ้นจากฐานข้อมูลในท้องถิ่น ซึ่งมีความแม่นยำเฉพาะถิ่น การนำไปใช้ในท้องถิ่นอื่นของประเทศไทย จึงต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้สมการประมาณปริมาตรไม้และสมการประมาณมวลชีวภาพควรเลือกตรงตามพื้นที่ โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดป่าและสภาพพื้นที่ศึกษา หรือปัจจัยแวดล้อมเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินปริมาตรไม้และคาร์บอนสะสมในระบบนิเวศป่าไม้

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้พัฒนาสมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณปริมาตรลำต้น (ไม่รวมเปลือก) และสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยสามารถใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) เพียงปัจจัยเดียว เพื่อความสะดวกในการวัดค่าในพื้นที่ ลดความผิดพลาด รวมทั้งประหยัดงบประมาณและเวลา โดยสมการที่แนะนำ คือ

สมการประมาณปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (V_{ob}) ไม่รวมเปลือก (V_{ub}) โดยใช้ DBH เป็นปัจจัยเดียว คือ

$$V_{ob} = 0.0010 \times DBH^{1.7808} \quad R^2 = 0.9640$$

$$V_{ub} = 0.0008 \times DBH^{1.7827} \quad R^2 = 0.9318$$

สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยใช้ DBH เป็นปัจจัยเดียว คือ

$$W_{AG} = 0.2314 \times DBH^{2.1432} \quad R^2 = 0.9736$$

สมการแอลโลเมตริกที่ได้จากการศึกษา สามารถนำไปใช้ในสวนป่ามะฮอกกานีในพื้นที่ภาคใต้หรือพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน สามารถนำไปใช้ประมาณผลผลิตทั้งปริมาตรลำต้น สำหรับการค้าหรือการนำไปใช้ประโยชน์ และประมาณมวลชีวภาพเพื่อการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับการซื้อขายคาร์บอนต่อไป จากการศึกษาพบว่า ไม่ควรนำสมการที่มีการศึกษาในต่างประเทศมาใช้ เนื่องจากความแตกต่างในเรื่องปัจจัยแวดล้อม และสายพันธุ์ อันจะนำไปสู่ความแตกต่างกันของขนาดต้นไม้ รูปทรงของต้นไม้ และความหนาแน่นของเนื้อไม้ เนื่องจากมีความต้องการปลูกมะฮอกกานีเพื่อประโยชน์ด้านเศรษฐกิจกันมากขึ้น จึงควรมีการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมลักษณะพื้นที่และชั้นอายุมากขึ้นจนมีข้อมูลเพียงพอจะสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาสมการที่สามารถใช้ได้สวนป่ามะฮอกกานีของประเทศไทย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2569. กรมป่าไม้เชิญชวนเกษตรกรชาวสวนยางภาคใต้ ปลูกไม้เศรษฐกิจร่วมในสวนยางพารา หรือพื้นที่
เกษตร ที่มีเอกสารสิทธิ์ตามกฎหมาย. แหล่งที่มา: <https://www.forest.go.th/suratthani11/wp-content/uploads/sites/46/2017/05/เชิญชวนเกษตรกรชาวสวนยางภาคใต้.pdf>. 5 พฤษภาคม 2569.
- ปฎิมาภรณ์ กุลสูตร. 2564. มะฮอกกานี. แหล่งที่มา: <https://www.sarayuth.prachin1.go.th/มะฮอกกานี/>. 5
พฤษภาคม 2569.
- มติชนสุดสัปดาห์. 2569. มะฮอกกานี ไม้ราคาและยาสมุนไพร. แหล่งที่มา:
https://www.matichon.co.th/weekly/column/article_748260. 5 พฤษภาคม 2569
- ไวยวิทย์ บุรณธรรม. ม.ป.ป. โครงการวิจัย การปลูกไม้ป่าบางชนิดเป็นพืชร่วมในสวนยางพารา. เอกสารขอประเมินเพื่อ
แต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตร 8 ว. สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร, สงขลา
- ไวยวิทย์ บุรณธรรม. 2546. การปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจร่วมกับยางพารา. แหล่งที่มา: https://cads.arda.or.th/th/documents/research/4b76516d-8a42-4150-ae6e-42f2673994b4_th-TH. 5 พฤษภาคม 2569
- สำนักเศรษฐกิจการป่าไม้. ม.ป.ป. มะฮอกกานีใบใหญ่ *Swietenia macrophylla* King. ส่วนส่งเสริมการปลูกไม้
เศรษฐกิจ สำนักเศรษฐกิจการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อำเภอสิงหนคร. 2568. ประวัติ. แหล่งที่มา: <https://www.singhanakhon-sk.go.th/index.php?cmd=history#>,
27 กันยายน 2568.
- Adinugroho, W.C. dan and K. Sidiyasa. 2006. Model pundugaan biomass pohon mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di atas permukaan tanah. **Hutan Koservasi Alam** 3(1): 103-117.
- Akhilraj, T.M., S.S. Inamati, S.S. Kambli, D. Soman and R. Vasudeva. 2023. Growth Performance of Mahogany (*Swietenia macrophylla*) under Different Soil Types in Northern Region of Karnataka. **Indian Journal of Ecology** 50(5): 1712-1715.
- Center Woods. 2029. **Mahogany Wood Prices 2026: Complete Cost Breakdown by Grade and Species**. Available source: <https://centerwoods.net/mahogany-wood-prices-2026/>
- Forero-Montaña, J., J. K. Zimmerman, E. González, F. Wadsworth, S. Ward, E.J. Meléndez Ackerman, L.E. Santiago, and C.A. Lee. 2021. Developing a growth and yield model for planted big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) at advanced age in subtropical moist forest in Puerto Rico. **Trees, Forests and People**, Elsevier B.V.

- Hernández-Ramos, J., A. Hernández-Ramos, X. García-Cuevas, X., J.C. Tamarit-Urias, L. Martínez-Ángel and J.J. García-Magaña. 2018. Total volume and ratio equations to estimate the commercial volume of *Swietenia macrophylla* King. **Colombia Forestal** 21(1): 34-46
- Krisnawati, H., M.H. Kallio and M. Kanninen. 2011. ***Swietenia macrophylla* King: Ecology, silviculture and productivity**. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR). 14p ISBN: 978-602-8693-39-4.
- Paul, N. C., S. B. Chavan, S. Gurav, N. Ponnaganti, A. S. Morade, V. D. Kakade, N. Jorvekar, K.R. Kumar, , V.N. Salunkhe, A.R. Uthappa, and K.S. Reddy. 2025. Biomass estimation of mahogany (*Swietenia macrophylla*): An optimized weighted ensemble-based machine learning approach. **Smart Agricultural Technology**, 12, 101616
- Pitol MNS and M.M. Bachchu. 2023. High carbon storage and oxygen (O₂) release potential of Mahogany (*Swietenia macrophylla*) woodlot plantation in Bangladesh. **Saudi J Biol Sci.** 30(1):103498. Available source: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X22004144?via%3Dihub>, September 25, 2025
- Racelis, E. L., D. A. Racelis and A.C. Luna. 2019. Carbon Sequestration by Large Leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) Plantation in Mount Makiling Forest Reserve, Philippines: A Decade After. **Journal of Environmental Science and Management** 22(1): 67-76.
- Shono, K. and L.K. Snook. 2004. Growth of big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) in Natural Forests in Beize. **Tropical Forest Science** 18(1): 66-73.
- Wadsworth, F.H. and E. González González. 2008. Sustained mahogany (*Swietenia macrophylla*) plantation heartwood increment. **Forest Ecology and Management** 255: 320-323.
- Wahjono, D. and K. Soemarna, K. 1987. Tabel volume pohon dan tabel volume dolok mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di KPH Jember, Jawa Timur. **Buletin Penelitian Hutan** 493: 1–13.