Thai J. For. 23 : 134-143 (2004) วารสารวนศาสตร์ 23 : 134-143 (2547)

การเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของไม้กันเกรา อายุ 4 ปี

GROWTH AND BIOMASS PRODUCTION OF 4-YEAR OLD *FAGRAEA FRAGRANS* PLANTATION

ทวีสุข สิทธิกร[1]
พรศักดิ์ มีแก้ว[2]

Taweesuk Sittikorn [1]
Pornsak Meekaew[2]

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของไม้กันเกรา ได้ดำเนินการที่สวนป่าทรายทอง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยทำการศึกษาสวนป่าไม้กันเกราเมื่ออายุ 4 ปี ผลปรากฏว่า สวนป่าไม้กันเกรามีความหนาแน่น 99 ต้นต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 49.5 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 2.58 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 2.95 เมตร มีอัตราความเพิ่มพูนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 0.645 เซนติเมตร/ปี มีมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) 123.826 กิโลกรัม/ไร่ มวลชีวภาพของใบ (W_L) 27.895 กิโลกรัม/ไร่ มวลชีวภาพของกิ่ง (W_B) 59.827 กิโลกรัม/ไร่ และมีมวลชีวภาพรวมของทั้งต้น (W_T) 214.876 กิโลกรัม/ไร่

ABSTRACT

The field experiment of growth and biomass production of 4 year-old Kunkrao (*Fagraea fragrans* Roxb.) at Sai Tong Plantation Amphoe Bang Saphan Noi Prachuap Khiri Khan province. The result showed that Kunkrao Plantation have density of 99 trees per rai (trees per hectare), survival trees per rai, survival percentage of 49.5. The average diameter at breast height and height were 2.58 centimeters, and 2.95 meters, respectively. The increment of diameter at breast height was 0.645 centimeters per year. The increment of height was 0.74 meter per year. The biomass production of stem (W_S), leaf (W_L) and branch (W_B) were 123.826, 27.895 and 59.827 kg/rai, respectively. The average total biomass was 214.876 kg/rai.

คำนำ

ในอดีต ประเทศไทยยังมีประชากรน้อยความต้องการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ก็น้อยเช่นกัน เป็นเหตุให้ทรัพยากรป่าไม้ยังอุดมสมบูรณ์อยู่มาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปประชากรเพิ่มมากขึ้น เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกจึงเป็นเหตุให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้การปลูกสร้างสวนป่ามีความสำคัญมากยิ่งขึ้น สวนป่าทรายทอง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ก็เป็นหน่วยงานหนึ่งซึ่งได้ปลูกสร้างสวนป่าโดยใช้พรรณไม้ต่างๆ ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศทางภาคใต้ของไทย ซึ่งกันเกราเป็นพันธุ์ไม้อีกชนิดหนึ่งที่ปลูกเพื่อการอนุรักษ์

[1] หัวหน้ากลุ่มวิชาการป่าไม้ สำนักงานป่าไม้เขตเพชรบุรี อ.เมือง จ.เพชรบุรี
[2] หัวหน้าสถานีบำรุงพันธุ์ไม้ประจวบคีรีขันธ์ อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์

กันเกราเป็นพันธุ์ไม้ที่มีการเจริญเติบโตดี แต่ยังขาดข้อมูลที่เป็นรายงานทางวิชาการ ทั้งรูปแบบของการเจริญเติบโต และผลผลิตมวลชีวภาพ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการเจริญเติบโตตลอดจนผลผลิตมวลชีวภาพของสวนป่าไม้กันเกราอายุ 4 ปีที่ปลูกในสวนป่าทรายทอง เพื่อจะได้นำข้อมูลเบื้องต้นของการเจริญเติบโตมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการปลูกและดูแลไม้ชนิดนี้ต่อไปในอนาคต

ลักษณะทั่วไปของไม้กันเกรา

ไม้กันเกรามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Fagraea fragrans* Roxb. อยู่ในวงศ์ POTALIACEAE มีชื่ออื่นๆ ว่า ตำเสา ทำเสา (ใต้) มันปลา (เหนือ, ตะวันออกเฉียงเหนือ) ตะมูชู (มาลายู-นราธิวาส) กันเกราเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูง 20-30 เมตร มักแตกกิ่งต่ำ ลำต้นขนาดเล็ก เรือนยอดแหลม แคบหรือรูปกรวยทรงสูง ต้นใหญ่เรือนยอดไม่เป็นระเบียบ เปลือกสีน้ำตาลแกมเหลือง สีน้ำตาลเทาถึงสีน้ำตาลคล้ำ แตกเป็นร่องลึกไม่สม่ำเสมอ เปลือกชั้นในสีเหลืองเป็นเสี้ยนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แตกกิ่งเว้นระยะ ใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามกันเป็นกลุ่มตอนปลายกิ่ง แผ่นใบบาง รูปรีถึงรูปขอบขนาน ยาว 5-10 เซนติเมตร กว้าง 2.5-4.5 เซนติเมตร ปลายเป็นติ่งเรียวแหลม โคนสอบเรียวแคบ ผิวใบเกลี้ยงเส้นใบไม่เด่นชัด ก้านใบยาว 1-2 เซนติเมตร หูใบคล้ายถ้วยขนาดเล็กติดที่โคนก้านใบ ดอกสีขาวนวล เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนเมื่อแก่ออกเป็นช่อ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ โคนกลีบติดกันเป็นรูปถ้วยยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร กลีบดอก 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นรูปแตร ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ผลกลมสีส้มถึงแดงเข้ม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 มิลลิเมตร เมล็ดเล็กมีมาก รูปทรงไม่แน่นอน กันเกราขึ้นในที่ลุ่มบริเวณขอบพรุ และพื้นที่น้ำขังชั่วคราว มีเขตการกระจายพันธุ์ทั่วทุกภาค แต่พบมากทางภาคใต้ของไทย ในต่างประเทศพบที่อินเดีย พม่าตอนล่าง หมู่เกาะอันดามัน คาบสมุทรอินโดจีน มาเลเซีย เกาะชวา เกาะสุมาตรา เกาะบอร์เนียว หมู่เกาะฟิลิปปินส์ ถึงซีลีเบล ออกดอกระหว่างเดือนเมษายน-กรกฎาคม ผลแก่ระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน เนื้อไม้แข็งและหนัก ใช้ทำเสา ใช้ก่อสร้างแข็งแรงทนทาน (จำลอง และคณะ, 2534)

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโต (growth) คือขบวนการสะสมและเพิ่มพูนเซลใหม่ของสิ่งที่มีชีวิต โดยขบวนการทางธรรมชาติ ตามปกติการเจริญเติบโตใช้แสดงนัยอยู่ 2 ประการคือ การเพิ่มพูนของขนาดและการสร้างส่วนใหม่ขึ้นมา (ไชยศ, 2536)

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชั้นสูงนั้นมีอยู่ 2 ปัจจัย ซึ่งกระทำร่วมกันคือ ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factors) และปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (environmental factors) ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น ชนิดและปริมาณก๊าซต่างๆ ในอากาศ ในดิน ปฏิกิริยาความเป็นกรด เป็นด่างของดิน โรคและแมลงศัตรูพืช ชนิดและปริมาณธาตุอาหาร การเจริญเติบโตจะเป็นไปได้ปกติเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต (essential element) ครบทุกธาตุในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม ถ้าพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่งก็จะแสดงอาการผิดปกติ หรือทำให้การเจริญเติบโตชะงักงัน และตายในที่สุด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2526)

ไชยศ (2536) ได้รายงานว่า การเจริญเติบโตของต้นไม้สามารถแสดงได้ในรูปของ Sigmoid curve หรือเส้นกราฟรูปตัว S สามารถแบ่งเส้นกราฟได้เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่ง เป็นระยะเริ่มต้นของการ

เจริญเติบโต ปกติช่วงนี้จะสั้น ส่วนที่สอง เป็นระยะที่มีการเพิ่มพูนอย่างรวดเร็ว ช่วงนี้จะยาวนานกว่าช่วงแรก และส่วนที่สาม เป็นระยะที่ต้นไม้มีการเจริญเติบโตเต็มที่ (period of maturity) ระยะนี้จะมีการเจริญเติบโตเกิดขึ้นน้อย แต่เป็นช่วงที่ยาวนานที่สุด และจะมีการผันแปรมากเนื่องจากไม้แต่ละชนิดมีช่วงชีวิต (life span) แตกต่างกันในการจัดการป่าไม้ ต้นไม้จะถูกตัดฟันด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจ แม้ว่าต้นไม้จะอยู่ในช่วงก่อนสิ้นสุดระยะที่สองก็ตาม และการวัดความเพิ่มพูนหรือการเจริญเติบโต วิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งคือ การวัดในรูปของน้ำหนัก

ผลผลิตมวลชีวภาพ

ผลผลิต (yield) หมายถึง ปริมาณทั้งหมดที่สามารถตัดฟันได้ หรือตัดฟันได้จริงในเวลาที่กำหนด (Spurr, 1952) ดังนั้นปริมาณทั้งหมดของหมู่ไม้ที่เวลาที่กำหนดใดๆ คือ ผลผลิตของหมู่ไม้นั้นๆ โดยที่ตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงอายุที่กำหนดไม่ได้มีการตัดสางขยายระยะนำไม้ออก ซึ่งผลผลิตของหมู่ไม้จะแปรผันไปตามปัจจัยต่างๆ คือ ชนิดไม้ องค์ประกอบของหมู่ไม้ คุณภาพของท้องที่ ชั้นอายุ ความหนาแน่น การรบกวนจากภายนอก และปฏิบัติการทางวนวัฒน (Toumey, 1947)

มวลชีวภาพ (biomass) คือ มวลหรือน้ำหนักที่พืชได้สร้างขึ้นโดยพืชเป็นผู้ผลิตทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากดวงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทางเคมี และนำธาตุอาหารจากดินเพื่อสร้างเนื้อเยื่อโดยขบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis process) ซึ่งเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสงขณะใดขณะหนึ่งนี้เรียกว่า ผลผลิตทางมวลชีวภาพ (biomass production) ซึ่งวัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ ต่อเวลา มีวิธีการวัดหลายแบบ เช่น วัดจากการไหลเวียนของพลังงาน (energy flow) ผ่านระบบนิเวศน์หรือจากการประมาณโดยทางอ้อม เช่น จากปริมาณของสิ่งที่ผลิตได้จากวัตถุดิบที่ใช้ หรือผลตอบแทนที่ได้ (พงษ์ศักดิ์, 2541)

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตของไม้ชนิดต่างๆ อาจศึกษาได้ในรูปของผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary production) ซึ่งหมายถึง เนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นมาจากการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวในช่วงเวลาหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีขบวนการเผาผลาญอาหารที่พืชสร้างขึ้นเพื่อเป็นพลังงานในการดำรงชีวิตของพืช หรือขบวนการหายใจ (respiration) เกิดควบคู่ไปด้วย ผลผลิตขั้นปฐมภูมิแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ 1) ผลผลิตขั้นปฐมภูมิทั้งหมด (gross primary production) หมายถึง ปริมาณเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งส่วนที่สูญเสียไปจากขบวนการหายใจ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และ 2) ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิ (net primary production) หมายถึง ปริมาณเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสง โดยไม่รวมส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากการหายใจ

รูปแบบมาตรฐานของความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ เวลา และผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของต้นไม้หรือหมู่ไม้ในสังคมพืชในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2 นั้น Newbould (1967) ได้กำหนดสัญลักษณ์เพื่อการศึกษาดังนี้

$$P_n = \Delta B + \Delta L + \Delta G$$

เมื่อ P_n = คือ ปริมาณผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของหมู่ไม้ในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔB = คือ ปริมาณมวลชีวภาพที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔL = คือ ปริมาณมวลชีวภาพที่สูญหายไปเนื่องจากการตาย หรือร่วงหล่นเป็นซาก

พืชในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔG = คือ ปริมาณมวลชีวภาพที่สูญหายไป

เนื่องจากถูกสัตว์กัดกินในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ไชยศ (2536) ได้รายงานว่า วิธีการวัดค่าผลผลิตขั้นผลปฐมภูมิแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ (1) harvest technique เป็นการวัดปริมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้ด้วยการตัดแล้วชั่งน้ำหนักในช่วงเวลาที่แน่นอนเพื่อหาผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิ และ (2) photosynthetic technique เป็นการวัดปริมาณการสังเคราะห์แสงของหมู่ไม้ด้วยการวัดปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซเพื่อประมาณค่าผลผลิตขั้นปฐมภูมิทั้งหมด

การประมาณมวลชีวภาพเพื่อประมาณค่าปริมาณการเพิ่มพูนทางมวลชีวภาพโดยวิธี harvest technique นั้น ไชยศ (2536) ได้รายงานว่า Satoo และ Whittaker และ Woodwell ได้สรุปวิธีการไว้ 3 วิธีคือ

1) Mean tree

เหมาะสำหรับสังคมพืชที่มีชั้นอายุเดียว โดยเลือกไม้ตัวอย่างจากแปลงเป็นตัวแทนของแต่ละชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ทำการตัด และชั่งน้ำหนัก เป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ย (w) ของแต่ละชั้นขนาด นำค่านี้ไปคูณกับจำนวนต้นไม้ทั้งหมดในชั้นนั้นๆ (n) ผลรวมของผลคูณในแต่ละชั้นรวมกันจะเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดในแปลง (w) ดังสมการ $w = \sum (w.\ n)$

2) Production ratio

เป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับใช้กับไม้พื้นล่าง โดยการสุ่มเลือกตัวอย่างให้กระจายทุกชั้นขนาด เป็นตัวแทนของพื้นที่ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ทั้งหมดในแปลงเพื่อหาค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ทั้งหมด (G) วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ตัวอย่างเพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของไม้ตัวอย่าง (g) ตัดและชั่งไม้ตัวอย่างเพื่อหามวลชีวภาพของไม้ตัวอย่าง (w) คำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพของไม้ทั้งหมดในแปลง จากสูตร

$$w = \frac{\sum w\,(G)}{\sum g}$$

3) dimension analysis

เป็นวิธีที่ใช้กับหมู่ไม้ที่มีหลายชั้นอายุ เช่น ป่าธรรมชาติ เป็นการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ โดยการเลือกไม้ตัวอย่างขนาดต่างๆ กัน กระจายทั้งแปลงเป็นตัวแทนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมิติ ซึ่งอาจเป็นเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความสูง หรือทั้งสองอย่างกับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ ผลรวมของมวลชีวภาพที่ประมาณได้ทุกขนาดจะเป็นค่ามวลชีวภาพของหมู่ไม้นั้นๆ วิธีนี้เหมาะสำหรับการศึกษาในแปลงตัวอย่างที่ไม่ต้องการตัดฟันไม้ออกหมดทั้งแปลง

วิธี dimension analysis ถูกนำมาประยุกต์ใช้ครั้งแรกในการหามวลชีวภาพของไม้ป่า ต่อมาได้นำมาใช้ประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ ราก และปริมาณของลำต้นโดยอาศัยสมการ แอลโลเมตรี จากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัว คือ ขนาดของส่วนต่างๆ ที่วัดได้จากต้นไม้เป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นตัวแปรตาม (Y) ในรูป

$$Y = AX^h$$

หรือ $\log Y = \log A + h \log X$

เมื่อ A,h = ค่าคงที่ของสมการ

ค่าตัวแปรอิสระนี้ ค่าใดจะถูกต้องจำเป็นที่จะต้องพิจารณาเลือกให้มีความเหมาะสมเป็นรายกรณีไป Kira และ Shidei (1967) พบว่า การนำเอาความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับ

เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก ยกกำลังสอง (D^2) ในรูป D^2H เป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรลำต้นและทำให้สามารถประมาณมวลชีวภาพของไม้นั้นได้อย่างถูกต้อง Shinozaki และคณะ (1964) ได้เสนอทฤษฎีว่าปริมาตรของใบจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับกิ่งสดกิ่งแรก (Da) แต่ในทางปฏิบัติไม่สะดวกในการวัดขนาดดังกล่าวของต้นไม้และแปลงทดลองหรือในป่าธรรมชาติ

ในการประมาณค่ามวลชีวภาพโดยใช้ allometric relation นั้นมีข้อควรคำนึงอยู่ 3 ประการ คือ (1) ไม่ควรเลือกไม้ตัวอย่างเฉพาะต้นที่มีลักษณะงดงาม และเติบโตดี เพราะค่าที่ประมาณได้จะมากกว่าความเป็นจริง (2) ไม่ควรเลือกไม้ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่สุดในแปลง เพราะว่าเมื่อนำความสัมพันธ์มาประมาณค่ามวลชีวภาพของไม้ขนาดเล็กจะทำให้ได้ค่าที่มากกว่าความเป็นจริง (3) การใช้ค่าความสูงทั้งหมดของลำต้นมาเป็นตัวแปรอิสระร่วมในรูป paraboric volume (D^2H) จะทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น (Whittaker และ Woodwell,1971)

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาที่สวนทดลองปลูกไม้กันเกราที่สวนป่าทรายทอง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งปลูกเมื่อปี 2533 โดยใช้ระยะปลูก 2 x 4 เมตร ลักษณะของพื้นที่ที่ศึกษาเป็นพื้นที่ราบผ่านการทำไม้จากพายุใต้ฝุ่น "เกย์" ดินเป็นทราย

วิธีการ

1. วางแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร ประกอบด้วยต้นกันเกราจำนวน 10 แถว ในแต่ละแถวจะมีต้นกันเกราจำนวน 20 ต้น

2. ทำการวัดเส้นรอบวงระดับ 1.30 เมตร (GBH) และความสูงเพียง 1 แถว เพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ เพื่อใช้ประมาณความสูง ส่วนต้นไม้ที่เหลือในแปลงทั้งหมดจะวัด GBH เพียงอย่างเดียว

3. ทำการแบ่งชั้นขนาดเส้นรอบวงออกเป็น 6 ชั้น แล้วคัดเลือกตัวแทนที่มีขนาดเท่าหรือใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นขนาดที่จำแนกไว้แล้วชั้นละ 1 ต้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้ตัวอย่างไม้ที่มีการกระจายของขนาดและเป็นตัวแทนของไม้ทั้งหมดอย่างเหมาะสม

4. ตัดไม้ตัวอย่างที่เลือกในแต่ละชั้นที่ระดับชิดดิน วัดความยาวทั้งหมดและความยาวถึงกิ่งสดกิ่งแรก

5. ตัดทอนไม้ตัวอย่างออกเป็นท่อนๆ ยาวท่อนละ 1 เมตร วัดขนาดเส้นรอบวง (girth) ที่โคนท่อน และปลายท่อนของไม้ทุกท่อน

6. ชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ ของแต่ละท่อนของแต่ละต้นเป็นกิโลกรัม โดยแยกออกเป็นส่วนของกิ่ง ใบ และลำต้น เก็บตัวอย่างของส่วนต่างๆ ทั้งกิ่ง ลำต้น และใบ ซึ่งชั่งน้ำหนักสดเพื่อนำไปหาประมาณความชื้นเพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสดเป็นน้ำหนักแห้งต่อไป ในส่วนของลำต้นจะเก็บตัวอย่างเป็นแว่นๆ ตรงส่วนปลายของท่อนที่ตัดทอนเพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีตลอดทั้งต้น

7. นำตัวอย่างของลำต้นกิ่ง และใบ ซึ่งบันทึกน้ำหนักสดเป็นกิโลกรัมไว้แล้วเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างนั้นๆ จะคงที่แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักแห้งเป็นกิโลกรัม และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด - น้ำหนักอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}} \times 100$$

8. คำนวณหาน้ำหนักแห้งจากสูตร

$$\text{น้ำหนักอบแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักสด1} + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}}{100}$$

(เมื่อน้ำหนักทั้งหมดเป็นกิโลกรัม)

9. ทำการประมาณความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (DBH) ใช้สมการ H = a + b(DBH) โดย H หมายถึงความสูงเป็นเมตร DBH คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเป็นเซนติเมตร a, b เป็นค่าคงที่

10. คำนวณหาปริมาตรและค่า form factor จากสูตร

$$V = \frac{(B_1 + B_2)}{2} xL$$

โดย V = ปริมาตร (m^3)

B_1 = พื้นที่หน้าตัดโคนท่อน (m^3)

B_2 = พื้นที่หน้าตัดปลายท่อน (m^3)

L = ความยาวท่อน (m)

ค่าฟอร์มแฟคเตอร์ (F.F.) หาได้จากสูตร

$$F.F. = \frac{V}{(\pi r^2 H)}$$

โดย V = ปริมาตรของแต่ละต้น (m^3)

r = รัศมี (m)

H = ความสูง (m)

11. หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดที่วัดกับน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ในรูป allometric relation $Y = AX^b$ เมื่อ Y เป็นน้ำหนักแห้งของต้นไม้ตัวอย่างในแต่ละส่วนเป็นกิโลกรัม ได้แก่ น้ำหนักแห้งของลำต้น (W_S) น้ำหนักแห้งของกิ่ง (W_B) น้ำหนักแห้งของใบ (W_L) และน้ำหนักแห้งรวม(W_T) ส่วน X เป็นขนาดที่วัดได้โดยตรงจากไม้ตัวอย่าง โดยใช้ในสองลักษณะคือ ในลักษณะที่เป็นฟังก์ชั่นของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างเดียว และในลักษณะที่เป็นฟังก์ชั่นของ parabolic volume (D^2H) โดย D เป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ 1.30 เมตร และ H เป็นความสูงเป็นเมตร a และ b เป็นค่าคงที่

12. เลือกสมการที่มีค่า coefficient of determination (r^2) สูงที่สุดมาเป็นสมการพื้นฐานเพื่อหามวลชีวภาพของหมู่ไม้ในสวนป่า

ผลและวิจารณ์ผล

1. ความหนาแน่นของหมู่ไม้

จากการสำรวจแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ที่มีระยะปลูก 2 x 4 เมตร ซึ่งจะมีต้นไม้ที่ปลูกทั้งหมด 800 ต้น พบว่ามีกันเกราจำนวน 99 ต้น/ไร่ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดตายได้ 49.5 เปอร์เซ็นต์

จากการสำรวจหาเปอร์เซ็นต์การรอดตาย ซึ่ง ผลที่ได้มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่น้อยมากคือ 49.5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่ทำการทดลองปลูกไม้กันเกรานี้ยังไม่เหมาะสม หรือถ้าดินเหมาะสม การดูและรักษาก็อาจไม่ดีก็ได้ทั้งนี้เนื่องจากขาดบุคลากรและงบประมาณในการดูแลรักษา

2. ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางกับความสูง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (D) กับความสูง (H) ของไม้กันเกราใช้สมการพื้นฐานในรูป H = a + b (DBH) โดย

H = คือความสูง (เมตร)

DBH = คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก วัดเป็นเซนติเมตร

a, b = คือค่าคงที่

จากการวิเคราะห์จะได้สมการในการประเมินความสูงของกันเกรา ดังนี้ (Figure 1)

$H = 1.567 + 0.537 (DBH)$

$r^2 = 0.852$

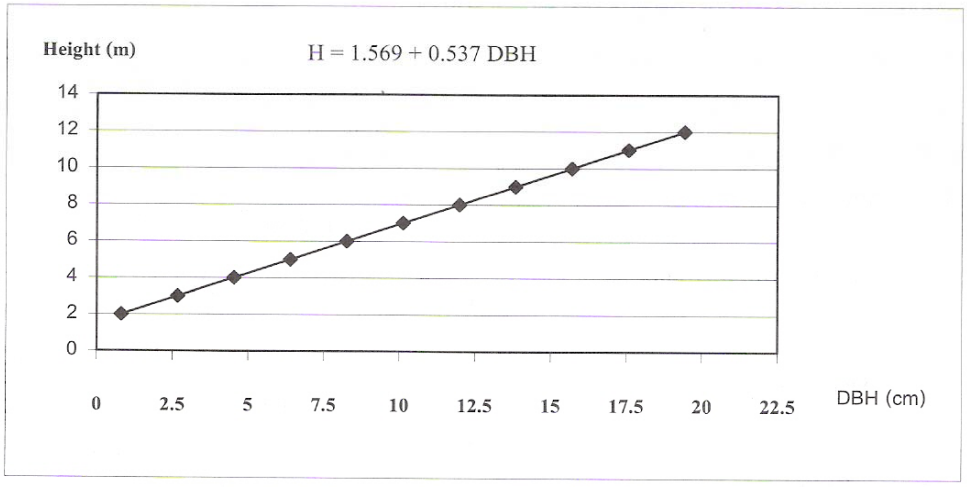

Figure 1. Relationship between height and DBH of *Fragraea fragans*

3. ความสัมพันธ์ของขนาดของลำต้นกับมวลชีวภาพ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของลำต้นกับมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ โดยใช้ allometric relation ในรูป

$Y = aX^b$ หรือ $\log Y = \log a + b \log X$

เมื่อ

Y = มวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง ใบ และรวมทั้งต้น เป็นกิโลกรัม

a และ b = ค่าคงที่

X = ขนาดต่างๆ ของลำต้น โดยวัดเป็นเซนติเมตร สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลาง และวัดเป็นเมตรสำหรับความสูง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ กับลำต้นที่ทำการวัดได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (D) และเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร ยกกำลังสอง คูณด้วยความสูงทั้งหมด (D^2H) กับมวลชีวภาพกับลำต้น กิ่ง ใบ และรวมทั้งหมด (ลำต้น + กิ่ง + ใบ) ของไม้กันเกรา พร้อมทั้งค่าคงที่ต่างๆ ปรากฏดัง Table 2

Table 1. DBH, height and volume of 4-year old *Fagraea fragrans* classified by diameter classes

DBH Class (cm)	Average DBH (cm)	Number (tree)	Calculated height (m)	Volume (m^3)
0.16-1.11	0.64	62	1.911	0.02108
1.11-2.07	1.59	185	2.421	0.13505
2.07-3.02	2.55	149	2.936	0.287719
3.02-3.98	3.50	56	3.446	0.263928
3.98-4.93	4.46	30	3.962	0.17907
4.93-5.89	5.41	14	4.472	0.110894

4. ความสัมพันธ์ของขนาดของลำต้นกับมวลชีวภาพ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของลำต้นกับมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ โดยใช้ allometric relation ในรูป

$$Y = aX^b \text{ หรือ } \log Y = \log a + b \log X$$

เมื่อ

Y = มวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง ใบ และรวมทั้งต้น เป็นกิโลกรัม

a และ b = ค่าคงที่

X = ขนาดต่างๆ ของลำต้นโดยวัดเป็นเซนติเมตร สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลาง และวัดเป็นเมตรสำหรับความสูง

Table 2. Allometric equation between diameter, height and biomass of *Fragraea Fragrans*

Relation between	a	b	R^2	log W = log a + b log D / log W = log a + b log D^2H	
W_S and D	- 0.590	1.547	0.978	Log W_S =	1.547 log D
W_B and D	- 0.809	1.365	0.708	Log W_B =	1.365 log D
W_L and D	- 1.179	1.452	0.840	Log W_L =	1.452 log D
W_S and D^2H	- 0.807	0.641	0.976	Log W_S =	0.641 log D^2H
W_B and D^2H	- 1.006	0.569	0.713	Log W_B =	0.569 log D^2H
W_L and D^2H	- 1.386	0.604	0.841	Log W_L =	0.064 log D^2H
W_T and D	- 0.313	1.499	0.947	Log W_T =	1.499 log (D)
W_T and D^2H	- 0.526	0.623	0.948	Log W_T =	0.623 log $(D)^2H$

โดย D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกที่ระดับ 1.30 เมตร (เซนติเมตร)

W_S = น้ำหนักแห้งของลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = น้ำหนักแห้งของกิ่ง (กิโลกรัม)

W_I = น้ำหนักแห้งของใบ (กิโลกรัม)

W_T = น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กิโลกรัม)

D^2H = เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสองคูณความสูงทั้งหมด

มวลชีวภาพโดยเลือกใช้สมการที่มีค่าสูง r^2 กว่าเสมอ ซึ่งจากการประเมินผลจากสมการใน Table 2 ทำการประเมินค่ามวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นกันเกราอายุ 4 ปี ได้ผลดังแสดงใน Table 3

Table 3. Biomass production by diameter classes of 4-year old *Fagraea fragrans* planted with the spacing of 2 x 4 m

DBH Class (cm)	Average biomass production (kg/rai)			
	Stem	Branch	Leaf	Total
0.16-1.11	1.9975	1.329	0.549	3.962
1.11-2.07	24.359	12.785	5.678	42.576
2.07-3.02	40.742	19.690	9.101	69.736
3.02-3.98	24.992	11.622	5.523	42.963
3.98-4.93	19.479	8.873	4.309	33.923
4.93-5.89	12.256	5.527	2.732	21.716

สรุป

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของไม้กันเกราอายุ 4 ปี ระยะปลูก 2 x 4 เมตร ที่สวนป่าทรายทอง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ไม้กันเกราที่ศึกษามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ยเท่ากับ 2.58 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 2.953 เมตร มีอัตราการเพิ่มพูนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอกเท่ากับ 0.645 เซนติเมตร/ปี มีอัตราการเพิ่มพูนของความสูง 0.74 เมตร/ปี ความหนาแน่นของหมู่ไม้เท่ากับ 99 ต้น/ไร่ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 49.5 เปอร์เซ็นต์

2. ปริมาตรของไม้กันเกราอายุ 4 ปี เท่ากับ 0.249 $ม^3$/ไร่ โดยมีค่าฟอร์มแฟคเตอร์ = 2.079

3. สมการความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอกกับมวลชีวภาพส่วนต่างๆ ที่เหมาะสมคือ

$\log W_S = 1.547 \log D - 0.590$

$\log W_B = 0.569 \log D^2H - 1.006$

$\log W_L = 0.604 \log D^2H - 1.386$

$\log W_T = 0.623 \log D^2H - 0.526$

4. ผลผลิตมวลชีวภาพของไม้กันเกราอายุ 4 ปี มีค่าดังนี้

มวลชีวภาพของลำต้น = 123.826 กก./ไร่

มวลชีวภาพของกิ่ง = 59.827 กก./ไร่

มวลชีวภาพของใบ = 27.895 กก./ไร่

มวลชีวภาพรวมของต้น = 214.876 กก./ไร่

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2526. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำลอง เพ็งคล้าย, ชวลิต นิยมธรรม และวิวัฒน์ เอื้อจิรกาล. 2534. พรรณไม้ป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส. ส.สมบูรณ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ไชยศ วิชญพงศ์. 2536. ผลผลิตจากการแตกหน่อของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เพื่อสนองความต้องการไม้ฟืนในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2521. การเจริญเติบโตของต้นไม้. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic-matter in different forest ecosystem of the Western Pacific. J. Jap. Ecol. 17 : 70-87.

Newbould, P.J. 1967. Method for Estimating the Primary Production of Forest. Blackwell Scientific Publication, Oxford.

Spurr, S.H. 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Co., New York.

Toumey, J.W. 1947. Foundations of Silviculture upon an Ecological Basis. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Whittaker, R.H. and G.M. Woodwell. 1971. Measurement of Net Primary Production of Forest. UNESCO, Paris.